

**ИНСТИТУТ МИХАЈЛО ПУПИН (ИМП) Д.О.О., БЕОГРАД,
„ЦЕНТАР ЗА РОБОТИКУ“**

**КОНКУРС МИНИСТАРСТВА ПОЉОПРИВРЕДЕ, ШУМАРСТВА И
ВОДОПРИВРЕДЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**

**за расподелу подстицаја за унапређење система креирања и преноса
знања кроз развој техничко-технолошких, примењених, развојних и
иновативних пројеката у пољопривреди и руралном развоју у 2022.**

ГОДИНИ

НАЗИВ ТЕМЕ (ТЕМА 14): *„Дигитализација процеса еколошке прераде пољопривредних
производа сушењем са мониторингом и управљањем
производним процесом: Паметна фарма у функцији
одрживог руралног развоја Србије“*

Студија

Београд, мај 2023.

Документ: Студија (результат пројекта „Дигитализација процеса еколошке прераде пољопривредних производа сушењем са мониторингом и управљањем производним процесом: Паметна фарма у функцији одрживог руралног развоја Србије“ (Тема 14)

Наручилац (финансијер) пројекта: Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије

Подносилац пројектне пријаве: Институт „Михајло Пупин“ (ИМП) д.о.о. (Центар за роботичку), Београд

Партнерске организације на пројекту:

Институт за економику пољопривреде (ИЕП), Београд,

Средња пољопривредно-хемијска школа (ПХС), Обреновац, и

Пољопривредно саветодавна и стручна служба ПССС Београд (Младеновац) д.о.о.

Пројектни тим:

Пројектни тим Института Михајло Пупин д.о.о., Београд:

Проф. др Александар Родић, руководилац пројекта

Илија Стевановић, дипл. инж., М.А., члан пројектног тима

Др Жељко Деспотовић, члан пројектног тима

Јован Шумарац, дипл. инж., М.А., члан пројектног тима

Пројектни тим Института за економику пољопривреде, Београд:

Проф. др Јонел Субић, члан пројектног тима

Др Марко Јелочник, члан пројектног тима

Др Весна Параушић, члан пројектног тима

Др Наташа Кљајић, члан пројектног тима

Др Лана Настић, члан пројектног тима

Велибор Потребих, М.А., члан пројектног тима

Пројектни тим Пољопривредно хемијске школе, Обреновац:

Драгољуб Златановић, члан пројектног тима

Пројектни тим ПССС Београд, Младеновац:

Милица Јанковић, М.А., члан пројектног тима

Тираж: 50 примерака

САДРЖАЈ

I ИНВЕНТИВНО РЕШЕЊЕ МИНИ ДИГИТАЛНЕ СОЛАРНЕ СУШАРЕ ЗА ФИНАЛНУ ПРЕРАДУ ВОЋА, ПОВРЋА, ЛЕКОВИТОГ БИЉА И ПЕЧУРАКА.....	1
1.1. Техничко решење дигиталне соларне сушаре.....	4
1.2. Кратак опис техничког решења.....	6
1.3. Соларни колектор.....	6
1.4. Топлотно складиште.....	7
1.5. Комора за сушење.....	8
1.6. Управљачки орман.....	9
1.7. Помоћни систем за снабдевање соларне сушаре електричном енергијом.....	9
1.8. Начин индустријске примене.....	9
II ПРОИЗВОДЊА И ПОТРОШЊА ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У ПОЉОПРИВРЕДИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ.....	18
2.1 Обновљиви извори енергије у Републици Србији: Општи преглед.....	18
2.2. Производња примарне енергије из обновљивих извора.....	20
2.3. Анализа стања у области обновљивих извора енергије у сектору пољопривреде Републике Србије.....	23
2.4. Значај и аспекти примене соларних сушара у пољопривреди.....	25
2.5. Литература.....	27
III ОЦЕНА ЕКОНОМСКЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИРАЊА У СОЛАРНУ СУШАРУ.....	30
3.1. Статичка оцена пројекта.....	38
3.2. Динамичка оцена пројекта.....	40
3.3. Доња тачка рентабилности.....	41
3.4. Резиме пројекта.....	42

I ИНВЕНТИВНО РЕШЕЊЕ МИНИ ДИГИТАЛНЕ СОЛАРНЕ СУШАРЕ ЗА ФИНАЛНУ ПРЕРАДУ ВОЋА, ПОВРЋА, ЛЕКОВИТОГ БИЉА И ПЕЧУРАКА

Паметна пољопривреда, дигитализација и аутоматизација пољопривредне производње су инвестиције за будућност. Климатске промене, девастација земљишта индустријским загађењима и последицама природних непогода и смањење обрадивих површина све више угрожавају пољопривредну производњу. С друге стране, захтеви за квалитетном и здравом храном, у задовољавајућој количини, све су већи тржишни императив. У том смислу, развијене аграрне земље говоре о увођењу тзв. „паметне пољопривреде“ која на рационалан начин користи природне ресурсе, примарно земљиште, воду и енергију, те уз исти ниво улагања остварују вишеструко веће приносе, а тиме и приходе на фарми. У том процесу, све масовнија дигитализација, аутоматизација и коришћење обновљивих извора енергије у пољопривреди су кључни елементи који воде ка остварењу претходно постављених циљева.

Паметна пољопривреда захтева образовање и обуку, пре свега младих стручњака и пољопривредних произвођача. Зато нам је и био циљ да у овом пројекту у насељу Грабовац, на огледном пољопривредном добру Средње пољопривредно-хемијске школе (СПХ) из Обреновца подигнемо тзв. „паметну фарму“ која би послужила као пример добре производне праксе, односно која би била у функцији обуке ученика школе и осталих, али и за извођење одређених техно-економских и еколошких анализа ефеката спровођења савремене пољопривредне производње.

Неки елементи „паметне фарме“ су претходно већ били изграђени на огледном добру у Грабовцу, иницијално средствима подстицаја Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Стога, реализованим пројектом циљ нам је био да постојеће елементе паметне фарме додатно развијемо, односно додатно унапредимо њен рад додавањем нових функционалности, а пре свега изградњом *мини дигиталне соларне сушаре*, у потпуности аутоматизоване и дигитализоване, која омогућава финалну прераду воћа, поврћа, лековитог и зачинског биља, и печурака процесом природног, принудног сушења струјом загрејаног ваздуха добијеног из соларног постројења. Температура и влажност у комори сушаре су микропроцесорски контролисани, тако да се на тај начин непосредно утиче на квалитет сушеног пољопривредног производа. Предност система је његова потпуна аутономија и велика штедљивост у смислу коришћења искључиво обновљиве енергије, а не енергије из јавне електро-дистрибутивне мреже, која се у највећем делу производи из угља у термоелектранама, нити топлотне енергије из гаса, дрвета или биомасе који су релативно висок трошак у цени финалног производа. Снага мини постројења (соларне сушаре) је око 3,5 киловата, а капацитет сушења је 100 кг у једном турнусу (шаржи). Ова сушара је погодна за примену код индивидуалних пољопривредних произвођача, а може се понудити и на тржишту пољопривредне опреме као иновативан производ конкурентан сушарама на електричну енергију и/или био-масу. Дигитална соларна сушара, реализована (имплементирана) у месту Грабовац код Обреновца, је предмет патентне пријаве бр. П-2023/0363 од 15.05.2023. године код Завода за заштиту интелектуалне својине Републике Србије.

Ова технолошка иновација омогућава једну ширу економску и еколошку анализу квалитета производа добијених природним, принудним сушењем воћа, поврћа, лековитог и зачинског биља, и печурака. Могуће је упоредити квалитет сушеног производа добијеног овим путем са сушеним производима добијеним класичним процесима сушењем у електричним сушарама или сушарама на гас, или дрво као погонско гориво. Такође, у наредним месецима експлоатације дигиталне соларне сушаре могу се анализирати цене пласмана сушених производа коришћењем сунчеве енергије, са ценама свежег (сировог) производа у циљу увећања дохотка произвођача (стварања додате вредности).

Пољопривреда је једна од кључних компоненти економског развоја Републике Србије јер, осим економског, има и изражен социјални и еколошки значај. Међутим, пољопривреда у Србији се још увек у значајној мери одвија на традиционалан начин, без увођења савремених знања и агротехничких мера примерених развијеним и еколошки-свесним државама. Тамо где се и примењују агротехничке мере, то се најчешће ради на нерационалан и економски неодржив начин. Реализацијом овог пројекта иницијална жеља била је да се *промовишу* предности увођења дигитализације и аутоматизације у пољопривреди, као и примене иновативних техничких решења која користе обновљиву енергију, те да се мотивише што већи број корисника (пољопривредника) ка примени паметних технологија у процесу пољопривредне производње и прераде хране, како би се постигла економски и еколошки одржива производња примерена примарно породичним пољопривредним газдинствима.

Влада Републике Србије је последњих година предузела значајне кораке у масовнијој промоцији и увођењу дигитализације и аутоматизације у пољопривреди. То је у складу са донетим документом Паметне специјализације Републике Србије (2021-2027.) која се ослања на четири кључна правца развоја: а) **храну будућности**, б) **информационе и комуникационе технологије**, в) **фабрике будућности** и паметну индустријску производњу, и г) **креативне индустрије**. Није случајно што је пољопривреда, односно храна будућности, стављена на прво место као стратешки важна привредна грана Србије, имајући у виду огроман потенцијал који Србија има у овој области. Такође, информационе и комуникационе технологије, и генерално дигитализација у разним сферама друштвених делатности, су одмах иза поменутог вида паметне специјализације, што говори о снажном упливу нових технологија у пољопривреду. Реализовани пројекат се управо односи на два стуба Паметне специјализације Републике Србије за период 2021-2027. године, и то стубове а) и б).

У оквиру реализованог пројекта на Огледном добру „Грабовац“, ГО Обреновац, које припада Средњој пољопривредно-хемијској школи из Обреновца, изграђено је иновативно постројење за еколошку прераду (природно сушење) воћа, поврћа, лековитог и зачинског биља, и печурака коришћењем сунчеве топлотне енергије и принудног струјања ваздуха. Главни циљ реализованог пројекта био је да се кроз едукацију ученика, као будућих агро-техничара, пољопривредних инжењера и менаџера, приближе и промовишу нове, еколошки прихватљиве технологије које доприносе економској и еколошкој одрживости пољопривредне производње на породичним пољопривредним газдинствима у Србији.

Данас се у Републици Србији суочавамо с проблемом опстанка села, што је у значајној мери повезано с економским разлозима. Овај демографски и економски проблем се може решити већом приступачношћу нових технологија пољопривредним газдинствима у руралним срединама, како би у својој понуди имали не само примарне производе (сировине), већ и прераду и финализацију производа у циљу тржишног пласмана здравих и квалитетних пољопривредно-прехранбених производа у количинама које обезбеђују адекватан ниво додатних прихода. Иницијална идеја је потпуно реализована, и то у правцу да је током спровођења пројекта на Огледном добру „Грабовац“ изграђена мини дигитална соларна сушара воћарских и повртарских производа, лековитог биља и печурака. Реализација пројектне идеје је базирана на претходном мишљењу истраживачког тима да би пласман сушених, квалитетних и здравих производа донео виши приход фармама од чисте примарне производње и пласмана непрерађених пољопривредних производа. Поменуто смо документовали и доказали реализацијом овог пројекта кроз израду једне економско-еколошке студије, која треба да оправда и подстакне будуће инвестиције у овом правцу.

На судару старог и новог, традиционалног и технолошки унапређеног, једно питање се посебно издваја - Да ли је српска пољопривреда спремна за дигитализацију? Који се циљеви желе постићи масовнијом дигитализацијом и аутоматизацијом? Које методе и технологија се могу користити ради остваривања постављених циљева? Реализованим пројектом смо

пружили део одговора на поменута питања и показали значајан потенцијал домаће науке у постизању иницијално постављених циљева.

Претходно дефинисање пројектне идеје и њена практична реализација базирале су се на детерминисаним циљевима који су у линији са општим друштвеним интересима:

Стратешки циљ реализованог пројекта препознат је у унапређењу система креирања и преноса савремених знања кроз развој иновативних техничко-технолошких, примењених, развојних и иновативних метода и производа примењивих у пољопривреди и руралном развоју. Посебан фокус током припреме и реализације пројекта дат је на демонстрацију примене дигитализације и аутоматизације у пољопривредној производњи, специфично усмерен ка њиховој примени код породичних пољопривредних газдинстава. Другим речима, стратешки циљ је артикулисан кроз операционализацију идејног концепта тзв. „паметних фарми“ на микро нивоу (нивоу фарми).

Практични циљеви реализованог пројекта односе се на физичку реализацију једног технолошки напредног производног система садржаног у концепту тзв. „паметна фарма“, односно подразумевали су изградњу мини дигиталне соларне сушаре за финалну прераду сирових пољопривредних производа на Огледном добру „Грабовац“.

Економски циљеви овог пројекта односе се на унапређење пољопривредне производње увођењем савремених, еколошки прихватљивих технологија, у циљу повећања количине, квалитета и асортимана финалних производа ради остваривања већих прихода на тржишту и креирања додате вредности на пољопривредним газдинствима.

Еколошки циљеви реализованог пројекта односе се на примену искључиво обновљивих извора енергије (ОИЕ - примарно сунца, али индиректно и ветра) на огледном добру „Грабовац“ у циљу очувања човекова животне средине и добијања здравствено безбедних прехранбених производа (здраве хране).

Партикуларни циљеви примене дигитализације и аутоматизације у пољопривреди су систематизовани на следећи начин:

- Организација и реализација економски и еколошки одрживе производња која подразумева примарну производњу и прераду пољопривредно-прехранбених производа који не деградирају расположиве природне (билошке) ресурсе, а доносе доходак и финансијску добит као мотивациону снагу спроведеног производног циклуса;
- Увећање приноса и спровођење тржишно-орјентисане производње на бази истог нивоа или сразмерно мањег нивоа улагања уз примену савремених научних сазнања и примену савремених агро-техничких мера;
- Производња конкурентнијих, боље плаћених (израженог ценовног потенцијала) пољопривредно-прехранбених производа, односно организовање производње здраве хране, реализација органске производње или интегрисане (контролисане) биљне производње. Поменули би још једном да је производња здраве хране (хране будућности) у складу с првим стубом темеља тзв. Паметне специјализације Републике Србије;
- Рационално трошење природних ресурса условљено је присуством паметне, на знању засноване употребе природних ресурса, примарно земљишта, воде и енергије. Као резултат тога, земљишту се дају хранљиве материје, влага или фито-заштитна средства, у оној мери колико је то заиста потребно (ни мање, ни више). На тај начин се постиже повољан однос улагања и повраћаја (квалитетних усева више употребне вредности који нису контаминирани прекомерном употребом пестицида);
- Опстанак села и заустављање негативних демографских трендова спроводиће се кроз стручну и технолошки напредну подршку пољопривредницима, како би се постигли што бољи економски резултати, и то у што већој мери самостално (концепт „паметне фарме“).

Ово подразумева да у својој понуди породична пољопривредна газдинства имају квалитетније и конкурентније производе (са већим уделом додате вредности) намењене домаћем и иностраном тржишту;

- Упошљавање домаће машинске и ИКТ индустрије, која треба да произведе напредне пољопривредне машине и уређаје, да омогући коришћење специјализованих софтверских платформи и паметних сензорско-рачунарских мрежа;
- Покретање нових инвестиционих циклуса, као резултат технолошког напретка, финансијске подршке и стручног знања.

Сви циљеви реализованог пројекта претходно су усклађени са четири стратешка циља у Стратегији пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период 2014–2024. година (Сл. гласник Републике Србије, бр. 85/2014), као и са оперативним циљевима у следећим приоритетним подручјима деловања пољопривредне политике и политике руралног развоја: 5) унапређење система трансфера знања и развој људских потенцијала; 6) прилагођавање и ублажавање утицаја климатских промена; 7) технолошки развој и модернизација пољопривредне производње и прераде; и 9) заштита и унапређење животне средине и очување природних ресурса.

1.1. Техничко решење дигиталне соларне сушаре

У прехранбеној индустрији, односно технологији прераде хране, један од начина природног конзервирања производа јесте процес сушења (дехидрације). Процес сушења захтева употребу велике количине топлотне (за сушење) и електричне енергије (за проветравање), било да се користи у потпуности електрична енергија, па да се она накнадно претвара у топлотну енергију, било да се за сушење користе други енергенти попут гаса, дрвета, биомасе за ложење, и слично. Трошкови за енергију значајно утичу на цену производа и економичност производње. С друге стране, сунце представља бесконачни и бесплатни извор чисте, „зелене“ енергије. У случају овог проналаска, користи се сунчева топлотна енергија која је садржана у инфра-црвеном спектру соларног зрачења (претежно у опсегу 0,7 μm – 3 μm). Дакле, технички проблем који се решава овим проналаском јесте постројење и технолошки поступак за економски и еколошки одрживо коришћење сунчеве енергије за сушење различитих врста производа у прехранбеној, а потенцијално и дрвној индустрији.

Сушаре за воће, поврће, лековито и зачинско биље, и печурке, коморног типа, углавном као гориво (енергент) користе природни гас, дрво, био-масу и електричну енергију. Израђују се у различитим величинама и капацитетима прераде. Постоји неколико типова индустријских сушара [www.progres-cacak.rs/sr/susare-za-voce.html]: (1) коморне сушаре, (2) универзалне тунелске сушаре, (3) тракасте сушаре и (4) вертикалне сушаре. Према начину сушења спадају у индиректне сушаре са принудном конвекцијом. Израђују се у панелној (металној) или грађевинској изведби. Код панелне изведбе, сушара се састоји од носеће челичне конструкције са дуплим зидовима, који су топлотно изоловани.

Сушаре типа-С [www.zdravasrbija.com/lat/Zdrava%20Srbija/1315-Mini-susara-za-voce-i.php] су намењене за сушење воћа, поврћа и лековитог биља, капацитета до 300 кг/24х на бази сирове шљиве. Према начину сушења, спадају у индиректне сушаре са принудном конвекцијом. Израђују се у самостојећој панелној (металној) изради од материјала дозвољених за употребу у прехранбеној индустрији, а међупростор је испуњен лаком изолацијом. Са чеоне стране постављена су врата са ручним механизмом за отварање. Сушаре су рециркулационе са могућношћу делимичне, или потпуне измене ваздуха. Регулација измене ваздуха је аутоматска или ручна.

Модел сушара Мега Солутион д.о.о. [<https://megasolution.rs/elektronska-susara-za-voce-i-povrce/>] су намењене за сушење воћа, поврћа и лековитог биља, капацитета су до 200

кг/24х као основа у воћарској производњи. Према начину сушења, спадају у индиректне сушаре са принудном конвекцијом. Израђују се у самостојећој панелној (металној) верзији од материјала дозвољених за употребу у прехамбеној индустрији, док је међупростор испуњен лаком изолацијом. Са предње стране постављена су врата са ручним механизмом за отварање.

На Интернету се може наћи интересантно техничко решење за тако зване пасивне соларне сушаре по принципу “уради сам” намењене за хобисте и употребу у домаћинствима [<https://traktorskegume.rs/solarno-susenje-voca-uradi-sam/>]. Интересантна је конструкција овог постројења заснована на пасивном загревању и природном струјању загрејаног ваздуха.

Основни елементи сушаре [<https://agroinfonet.com/vocarstvo/solarne-susare/>] су пасивни апсорбер за прикупљање соларне енергије, провидни омотач са УВ заштитом, лесе за сушење, аутоматика за рад сушаре и додатна енергетска група. Сушаре су једноставне за руковање и безбедне за обављање радних операција, и потребно је да имају висок степен аутоматизације. Лесе у којима се суши сировина морају бити од прохромског материјала, јер се тако обезбеђује неопходан ниво здравствене исправности у прехрамбеној индустрији. Капацитети соларних сушара су различити. На тржишту могу да се нађу соларне сушаре домаће производње капацитета од 60 до 360 кг сировине. Соларне сушаре могу да се поставе на различите локације и обављају процес сушења, јер су врло мобилне и лагане. У случају потребе на њих се могу додатно уградити извори топлоте на електричну енергију, биомасу, чврсто гориво или гас.

Микон соларне сушаре [www.mikonsusare.rs] су домаћи производ, награђиван на сајмовима, сертификован у складу са НАССР стандардом и накнадно патентиран. Не загрева воду него греје директно сировину која се суши, а то је природан процес сушења, на Сунцу, задржавајући сва природна својства, а притом не користећи никаква хемијска средства, по чему се разликује од осталих сушара. Сушаре користе енергију сунца на принципу електромагнетног зрачења у спектру глобалне радијације сунчевог зрачења таласне дужине 0.28-2.5 μm , то јест у видљивом и инфрацрвеном подручју, и притом обезбеђују од 70% до 100% од потребне енергије за процес сушења, зависно од временских прилика (да ли су дани у време сушења сунчани или облачни). Сушаре могу да раде и као класичне конвективне у недостатку Сунца, то јест у ноћним и зимским условима, користећи допунски извор топлоте, и то електрични грејач, дрво, био-масу или ТНГ, а зависно од типа коришћене сушаре.

Дигитална соларна сушара испројектована и изграђена током реализације пројекта, разликује се од постојећих техничких решења у следећем:

- Поседује тако звани “топлотни бафер” изграђен од шамотних опека (ватросталног материјала за облагање пећи), који представља складиште (акумулатор) топлотне енергије, а који служи да амортизује поремећајни утицај дневне варијације сунчевог зрачења (дан/ноћ или ведро/облачно време) на стабилност одржавања температуре у комори за сушење;
- Захваљујући топлотном складишту ово постројење омогућава да се вишак соларне топлотне енергије, која се сакупи у припадајућем соларном колектору, сачува извесно време у бафер-у уместо да се испусти из коморе у атмосферу. То доприноси већој енергетској ефикасности постројења. Тај ускладиштени вишак топлотне енергије, омогућава тако звану „енергетску инерцију“ система (продужено дејство), што значи да ће систем снабдевати енергијом комору за сушење и у тренутцима када нема прикупљања енергије на соларном колектору, или је он по количини недовољно за одржавање технолошког процеса сушења у комори за сушење;

- Проналазак пружа могућност регенерације неразмењене топлотне енергије у топлотном бафер-у, која се уколико се не искористи (уколико није у потпуности размењена односно предата зидовима коморе), не “испушта” у атмосферу, већ се „рециклира“ и враћа на усисну грану соларног колектора на допунско догревање. То подиже енергетску ефикасност постројења и обезбеђује максимално искоришћење сунчеве енергије у току поступка експлоатације, као и могућност продуженог деловања без употребе електричних грејача, или неког другог вида енергије (гаса, дрвета, био-масае, и слично);
- Имплементирани систем је у потпуности дигитализован и аутоматизован. Он омогућава праћење (мониторинг) свих величина стања, и то температуре и влажности ваздуха у комори за сушење, брзине циркулације ваздуха, отворености заслона (клапни на регулаторима протока) и другог унутар постројења, посредством одговарајућих сензора и врши управљање билансом енергије (сакупљене и предате енергије) истовремено у сва три функционална модула: а) соларном колектору, б) топлотном складишту, и ц) комори за сушење, “интелигентним” укључивањем и скључивањем вентилатора, и отварањем и затварањем регулационих клапни у регулаторима протока ваздуха у систему;
- Основна примена имплементираниог постројења је за сушење сирових пољопривредних производа коришћењем соларне топлотне енергије, али се овај исти систем може ефикасно користити и као помоћни систем за грејање стамбеног, пословног или економског простора (стакленици, пластеници, штале, живинарске фарме, и друго). Једном речју, имплементирани систем представља једно мулти-функционално постројење широке примене.

1.2. Кратак опис техничког решења

Техничко решење развијено у реализованом пројекту представља интегрисано решење дигиталне соларне сушаре с топлотним складиштем и регенерацијом неразмењене топлотне енергије у систему, на бази функционално повезаних модула за: i) прикупљање топлотне енергије сунца (1), ii) транспорт и дистрибуцију топлоте принудним струјањем ваздуха кроз цевно-вентилациони систем (5), iii) складиштење сакупљене енергије у топлотном бафер-у (комори за чување вишка топлотне енергије, односно складишту топлоте), (3), iv) сушење (дехидрацију) сирових производа принудном конвекцијом у струји загрејаног ваздуха (4), и v) услужну производњу електричне енергије из алтернативних извора (6) и (7) за снабдевање потрошача (вентилатора, регулатора протока ваздуха, сензора, микропроцесорског контролера, и другог) у соларној сушари. Постројење представља оригиналан поступак у сушењу сировина у прехранбеној индустрији у дигитализованом соларном постројењу с складиштем топлоте и регенерацијом неразмењене енергије унутар система. Интегрални систем соларне сушаре с свим пратећим техничким модулима (1)-(7) је илустрован на Слици 1. Будући да је систем микропроцесорски управљан и опремљен комуникационим модулима, исти може бити и даљински управљан и надзиран путем андроид апликације с мобилног телефона.

1.3. Соларни колектор

Соларни колектор (1) представља уређај за прикупљање сунчеве топлотне енергије која је садржана у инфра-црвеном спектру соларног зрачења. Принципијелна шема соларног колектора топлотне енергије је приказана на Сликама 2. и 3. Соларни колектор (1) представља једну стаклену витрину (18) у којој је постављена спирална вентилациона цев (12) пречника 125 мм која служи као размењивач топлоте. Стаклена витрина (18) је постављена под углом нагиба од 35 степени у односу на хоризонталну површину, орјентисана према географском југу, а ослоњена је на решетку (метални рам), (20) израђен од челичних профила. Соларни колектор

(1) мора бити оријентисан према географском југу да би обезбедио максималну ефикасност аквизиције соларне енергије. Стаклена витрина (18) је направљена од челичног лима, покривена је стакленим поклопцем (19) и задихтована је како би топлотни губици из витрине били минимални. Унутрашњост витрине и цевни размењивач обојени су црном, термички-постојаним лаком (фарбом) која привлачи топлоту и не растапа се до температуре 800°C. У стакленој витрини, при сунчевом зрачењу, се дешавају ефекти стаклене баште, тако да се ваздух у унутрашњости загрева зрачењем и кондукцијом, а сама витрине представља квази-црно тело. Температура ваздуха у витрини зависи од величине осунчане површине стакла с горње стране, од спољашње температуре ваздуха и изолације дна и зидова витрине. На дно витрине и бочне зидове постављен је изолациони материјал (17) од минералне вуне која минимизује температурне губитке у току процеса загревања и чува топлотну енергију од дисипације у околину. На доњој ивици стаклене витрине, налази се отвор (11) у који улази лимена цев за довод хладнијег ваздуха. Испред улаза у соларни колектор постављен је центрифугални вентилатор (10) који ствара надпритисак ваздуха потребан за његову циркулацију кроз систем. Вентилатор (10) повлачи хладан ваздух из спољашње средине (околине) кроз отвор цеви (8) с решетком која штити од уласка инсеката у вентилациони систем. Регулатор протока РПВ-01 с клапном када је отворен омогућава улазак свежег ваздуха из околине. Када је клапна регулатора (9) затворена, систем врши регенерацију делимично загрејаног ваздуха и користи већ употребљени ваздух из повратне гране цеви за транспорт флуида (39), која враћа делимично загрејан ваздух из топлотног бафер-а (2) назад на вентилатор (10), Слика 3. Ваздух на изласку из центрифугалног вентилатора (10) бива усмерен и принуђен да струји кроз спиралну цев размењивача (12). Цеви спиралног размењивача су међусобно повезане коленима (13) која су истог пречника као цеви, Слика 3. Усмерени ваздух, струјањем кроз спирални размењивач, се успут загрева све до излаза из стаклене витрине (14). Одатле, загрејан ваздух се даље спроводи, системом за транспорт флуида (5) ка следећем функционалном модулу (2) који служи као акумулатор, односно складиште топлоте (топлотни бафер). Хладнији ваздух на улазу у витрину (11), се у врелим цевима размењивача (12) загрева по принципу конвекције топлоте, где топлота прелази с врелих зидова цеви на ваздух који принудно струји у унутрашњости размењивача одређеном брзином. Брзина струјања ваздуха у цевима зависи од брзине обртања циркулационог кола (10), односно запреминског протока вентилатора. Запреминским протоком вентилатора се микропроцесорски управља на начн да се постигне жељена температура гасовитог флуида у цевоводу. У стакленој витрини соларног колектора, смештена је термо-сонда (16) која мери температуру ваздуха у соларном колектору. Уколико је температура ваздуха у витрини нижа од температуре у топлотном бафер-у, обуставља се рад вентилатора (10) да би се спречило хлађење топлотне коморе бафера. Овим процесом управља програмибилни логички контролер ПЛЦ (43), Слика 4.

1.4. Топлотно складиште

Топлотно складиште енергије (3) има задатак, у оквиру постројења приказаног на Слици 1., да преузме и сачува прикупљену топлотну енергију из соларног колектора (1). Центрифугални вентилатор (10), који је постављен на улазу у соларни колектор (1), потискује ваздух кроз цевни размењивач топлоте (12) до његовог излаза (14). Вентилатор (10) прави надпритисак довољан да савлада отпоре струјању у систему за транспорт флуида (5) до топлотног складишта енергије (3). На тај начин, загрејан флуид из соларног колектора на излазу (14) наставља своје усмерено кретање кроз цев за транспорт гасовитог флуида (15) до улазног дела топлотног бафера (25). Пролаз ваздуха у топлотну комору (3) регулише се регулатором протока ваздуха РПВ-02 (24), који има електромоторни погон с клапном и два могућа положаја (отворено-затворено). Уколико је клапна регулатора у отвореном положају, загрејан ваздух слободно улази у топлотну комору (34). Зидови топлотне коморе (34) израђени су од

шамотних опека (26) које су одличан топлотно-капацитивни материјал који може дуго да задржава топлоту у комори (бафер-у). Да би загрејан ваздух, који долази из соларног колектора, предао што већу количину топлотне енергије зидовима бафера од шамота, комора је тако израђена да има што већу унутрашњу површину на којој се размењује енергија. То се постиже на начин да комора има неколико нивоа (етажа) и да ваздух кружи (меандрира) унутар лавиринт-ходника коморе на неколико нивоа, Сликe 3. и 4. Етаже су раздвојене металним таблама од нерђајућег лима (27). Да би циркулација ваздуха, унутар коморе, била омогућена лимови (27) поседују отворе (54) и (55), тако да ваздух струји из нижих слојева коморе ка вишим, пењући се од дна ка врху и предајући успут топлоту зидовима коморе и хладећи се при томе успут до излаза (37) и (39). На Слици 4., приказан је стрелицама смер кретања загрејаног ваздуха кроз топлотну комору. Дно топлотног бафер-а је поплочано шамотним опекама (53), како ваздух не би на најнижем нивоу предавао топлоту бетонском фундаменту (22). Као и соларни колектор, топлотно складиште (3) је изоловано слојем минералне вуне (31), док је споља постављена оплата од лима (32) која штити унутрашњост коморе од атмосферских падавина и утицаја спољашњих климатских фактора. Непосредно иза улаза у топлотну комору (25) постављени су допунски електрични грејачи (35) који служе само у случају, да због лоших временских прилика нема довољно сунца да загреје шамотне опеке у топлотној комори. То је заправо резервна варијанта која се користи само у случају да нема сучевог зрачења већи број дана, или да су резерве енергије у топлотном бафер-у потрошене. Такође, на сваком нивоу (етажи) топлотног бафер-а (Слика 5.) постављена је по једна температурна сонда (29) с одговарајућим трансмитерима сигнала. Загрејан ваздух који је ушао у топлотну комору и принудно кружи, крећући се од доњих нивоа бафер-а ка врху, има два могућа излаза (37) и (39). На једном излазу је постављен регулатор протока ваздуха (36), а на другом регулатор (38). Регулатор РПВ-04 (36) омогућава да се ваздух из коморе испусти у атмосферу, или да се наменски усмери ка неком спољашњем потрошачу (на пример за грејање радног простора, стакленика, пластеника, штале, и слично). Регулатор прототка РПВ-03 (38) регулише проток ваздуха у повратном воду флуида (39) који се враћа назад на улаз центрифугалног вентилатора (10). На тај начин се врши регенерација топлотне енергије у систему, тако што се делимично загрејани ваздух (топлији од температуре околине) с делом неразмењене топлотне енергије у топлотној комори шаље назад на улаз система да би се поново загрејао у соларном колектору. На овај начин се постиже већи градијент (брзина) загревања ваздуха у соларном колектору него ли да се усисава свеж ваздух на температури околине. Овај процес рецикулације ваздуха и регенерације енергије унутар система се микропроцесорски управља и контролише путем регулисања броја обртаја центрифугалног вентилатора (10) и отвором регулационе клапне (38) унутар система.

1.5. Комора за сушење

Главни процес у систему дигиталне соларне сушаре обавља се у Комори за сушење (45) чији је задатак да омогући равномерну дехидрацију сирових производа (воћа, поврћа, зачинског и лековитог биља, и печурака) и грађевинског материјала (даске, греде, и ламперија) у контролисаним условима, сходно технолошким захтевима прераде. Опште посматрано, сушење сировина се обавља на одређеној температури (уобичајено на 30-60°C) уз лагану циркулацију загрејаног ваздуха, и уз одржавање влажности ваздуха у комори за сушење (45) на прописаном нивоу (обично испод 50-60%). У комори за сушење прехранбених производа, постављају се колица с лесема за полагање производа од прохромског материјала (46) према стандардима за прехранбене производе. Комора је опремљена с одговарајућим сензорима за мерење температуре (47) и влажности ваздуха (48) у комори. Сув, загрејан ваздух улази у комору за сушење (45) из суседене коморе (топлотног бафер-а), (34) која служи за складиштење енергије. Количина топлог ваздуха (односно запремински проток топлог ваздуха) се регулише одговарајућим регулатором протока (33) с закрљцима који служе да

отворе, затворе или пригуше проток ваздуха у оноликој мери колико је то потребно да се одржавав температуре процеса сушења на жељеном нивоу. Регулатор протока ваздуха (33) поседује електромоторни погон (41) који је смештен у управљачком ормару (42) иза коморе за сушење (45). Електромотор (41) преноси ротационо кретање на закрилаца регулатора протока ваздуха (33) преко коничног пара зупчаника приказаних на Слици 4., и продужене осовине који су смештени у међукомори (40) између коморе топлотног бафер-а (34) и коморе за сушење (45). Када је регулатор протока РПВ-05 топлог ваздуха (33) отворен, ваздух из топлотног бафер-а (34) улази у комору за сушење (45). На горњем делу коморе за сушење (45) налази се издувни отвор (49) кроз који се влажан ваздух из коморе за сушење (45) усмерава напоље. Да би процес сушења текао континуирано, и да би био технолошки управљив, на излаз коморе за сушење (49) постављени су регулациона клапна РПВ-06 (50) и аксијални цевни вентилатор (51), који се по потреби укључује и искључује. Иза вентилатора влажан ваздух се кроз цев испушта у атмосферу. На изласку из цеви поставља се метална мрежица како би спречио улазак инсеката у унутрашњост сушаре привучених мирисима сировине која се суши у комори.

1.6. Управљачки орман

Управљачки орман (42) се налази с задње стране коморе за сушење (45), односно на супротној страни од врата (49) коморе за сушење. У управљачком орману (42) су смештени енергетска и управљачка електроника система. Орман (42) је термички изолован од топлотног бафер-а (34) и коморе за сушење (45), како повишена температура из суседних комора не би утицала на електронику система. У управљачком орману су смештени: електро-орман (44), програмибилни логички контролер - ПЛЦ с дисплејем (43) за задавање параметера и праћење величина стања процеса, електро-мотор за закретање закрилаца регулатора протока ваздуха РПВ-05 (33) и одговарајући каблови (електрични и комуникациони). Електрични каблови служе за напајање електричних потрошача у систему: регулатора протока ваздуха, помоћних грејача у систему, лампи у комори за сушење, сензора и давача, микро-контролера. Комуникациони каблови повезују микро-процесор с сензорима и актуаторима у систему.

1.7. Помоћни систем за снабдевање соларне сушаре електричном енергијом

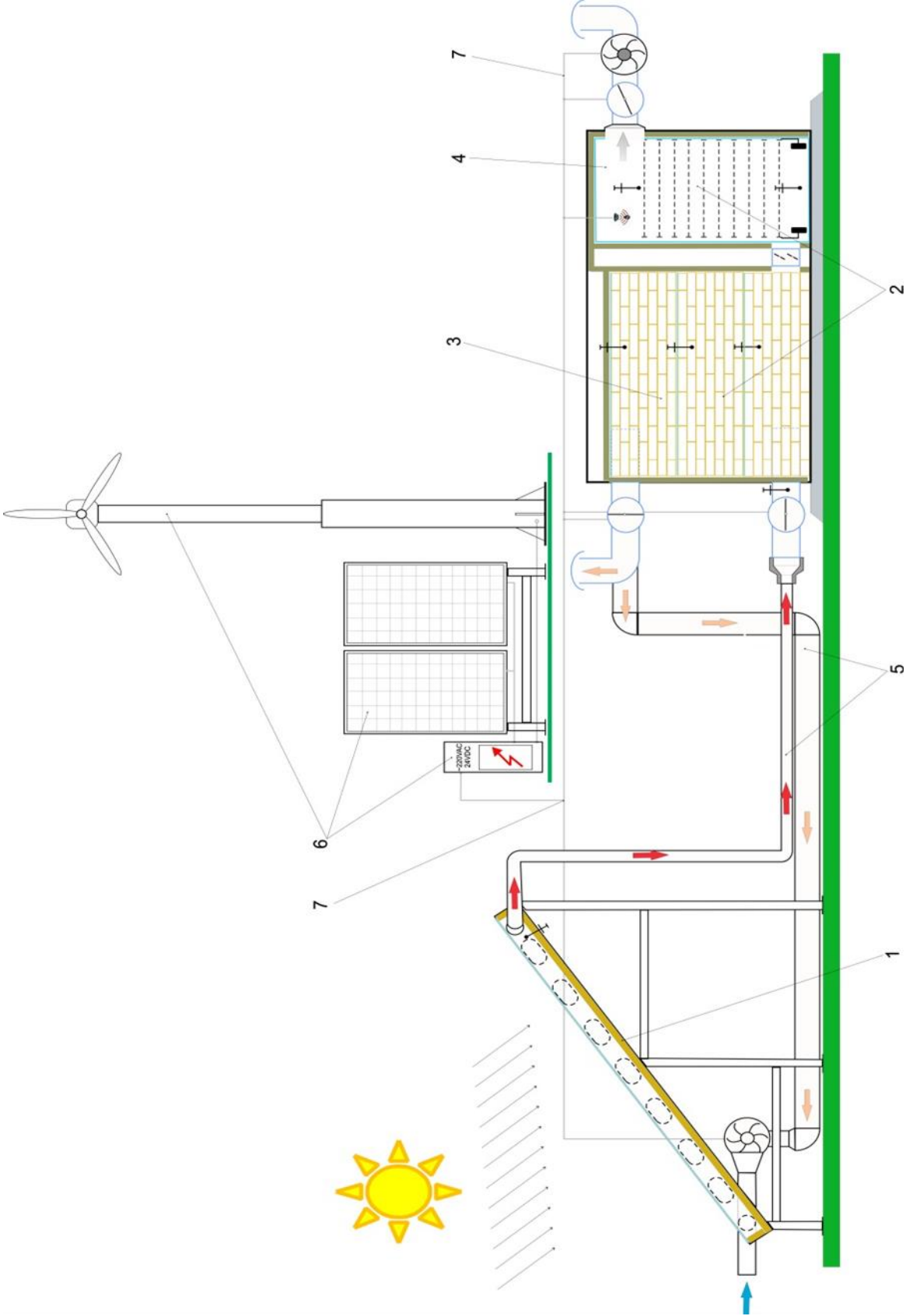
Дигитална сушара је предвиђена да буде у потпуности енергетски аутономна, независна од електро-мреже снабдевања. У том циљу, соларна сушара се снабдева електричном енергијом из помоћне хибридне електране која користи фото-напонске панеле и ветротурбину (6) за производњу електричне енергије потребне за рад сушаре. Хибридна електрана, која је постављена непосредно поред соларне сушаре, повезана је електричним водовима (7) с потрошачима у соларној сушари. Када нема сунца (ноћу или по данима када је облачно), соларна сушара користи топлотну енергију из топлотног бафер-а (3). Уколико је и складиште топлоте празно, укључују се помоћни електрични грејачи (35) у систему који користе електричну енергију из хибридне електране. Хибридна електрана је off-grid систем (не прикључује се на електро-дистрибутивну мрежу) који поседује и пакет соларних батерија које држе резерву електричне енергије и по потреби је шаљу у соларну сушару.

1.8. Начин индустријске примене

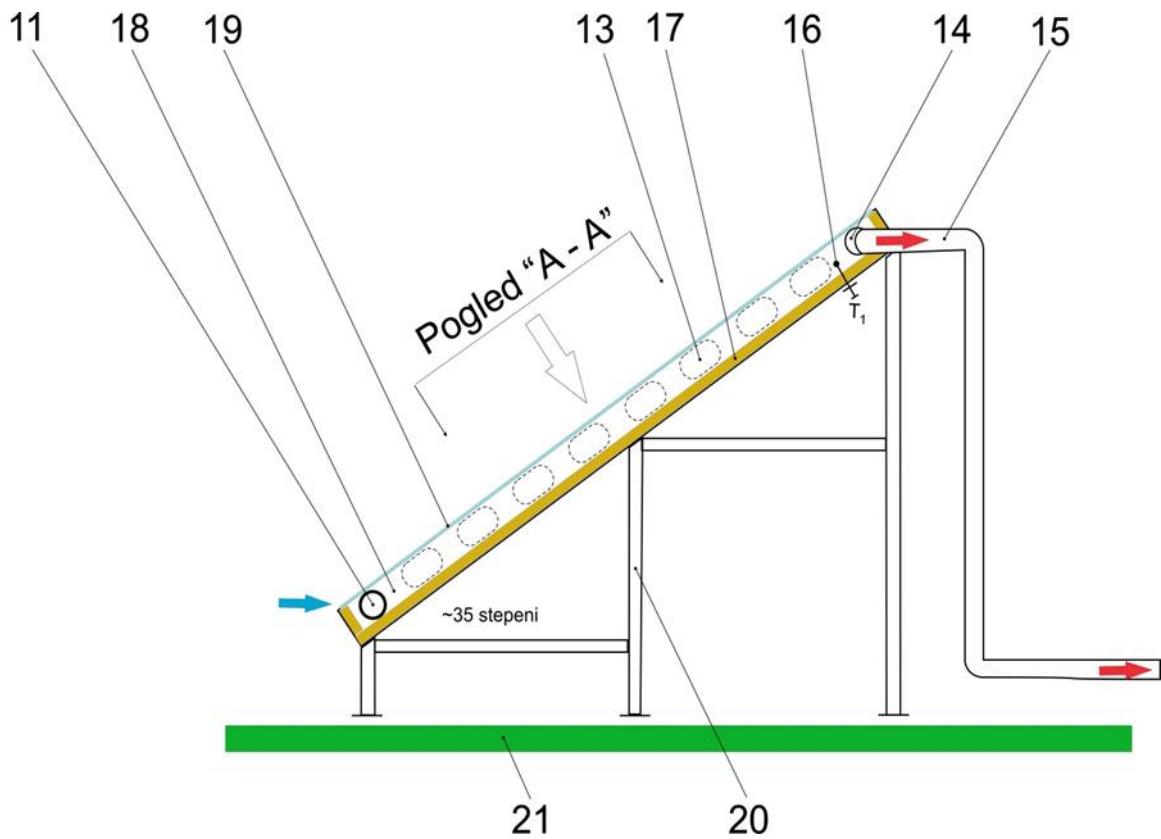
Дигитална соларна сушара с топлотним складиштем и регенерацијом енергије унутар система је намењена за примену у тржишно-орјентисаној пољопривредној производњи и еколошкој преради сировина (добивање здраве хране), где је неопходна употреба веће количине топлотне енергије потребне за извођење технолошког процеса сушења. Бесконачна по капацитету и јефтина енергија сунчевог зрачења, замењује употребу природног гаса, дрвета и био-масе као

енергента или електричне енергије у процесу сушења производа. Соларна сушара је скалабилно постројење које се по топлотној снази и величини (капацитету коморе за сушење) може подесити да буде већа или мања по потреби. Погодна је за примену како на породичним газдинствима (домаћинствима), тако и на великим корпоративним пољопривредним газдинствима, односно пољопривредним задругама (кооперацијама), јер не захтева посебна материјална улагања у одвијање процеса рада и процеса одржавања система. Циљ примене дигиталне соларне сушаре јесте добијање здравих производа природним сушењем топлим ваздухом уз значајне уштеде у енергији. Дигитална соларна сушара може се такође користити и за сушење дрвене грађе у дрвној индустрији. Примена јој је такође и за помоћно загревање стамбеног, пословног или економског простора, тако да се дигитална соларна сушара може користити, када се не суше сировине, за догревање пластеника, стакленика, штала, живинаских фарми, и другог производног простора. Њена намена је вишеструка јер представља мулти-функционално постројење, аутоматизовано и дигитализовано на начин да захтева минимално присуство човека као оператера. Сушара је програмибилна тако да може радити у континуитету аутономно у временском периоду који је корисник сам одредио. Сушаром се може управљати и на даљину коришћењем андроид апликације и бежичне комуникације посредством GSM/GPRS мреже.

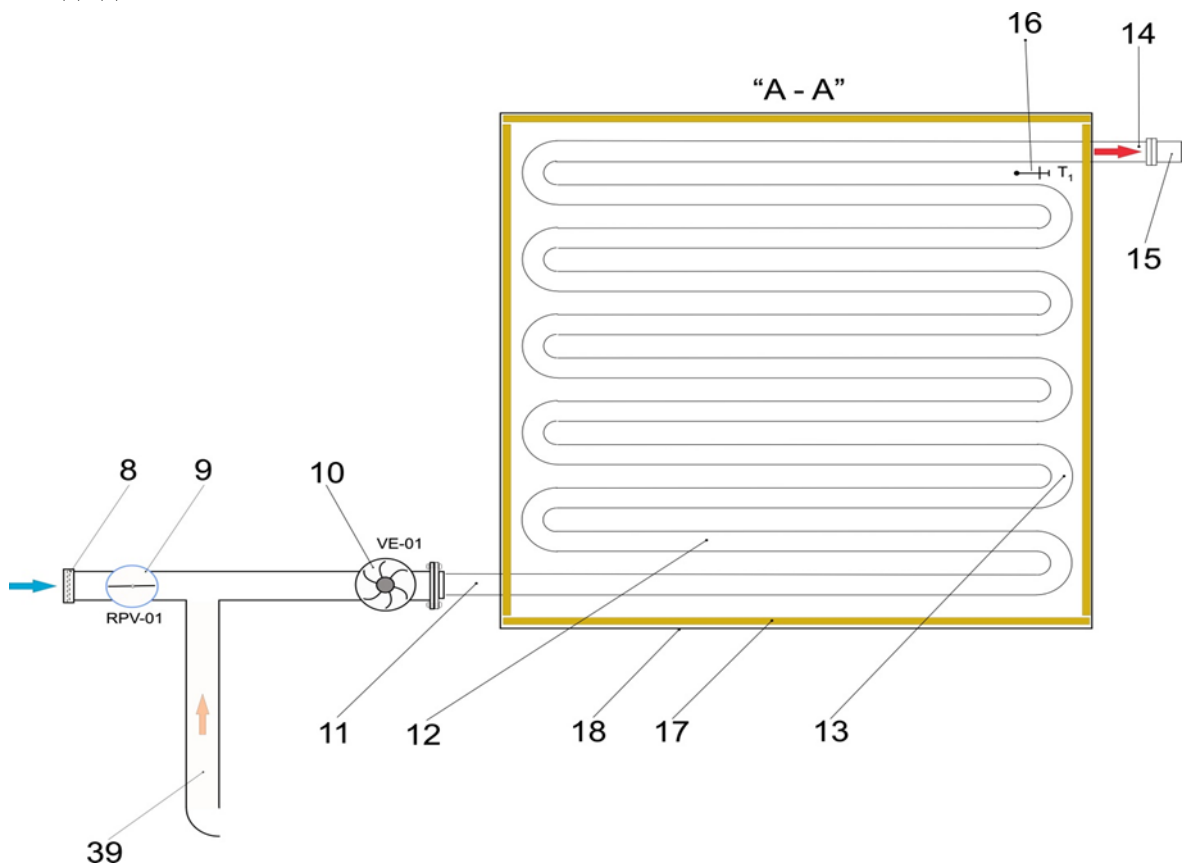
Слика 1. Интегрална шема структуре постројења дигиталне соларне сушаре с приказом функционалних делова.



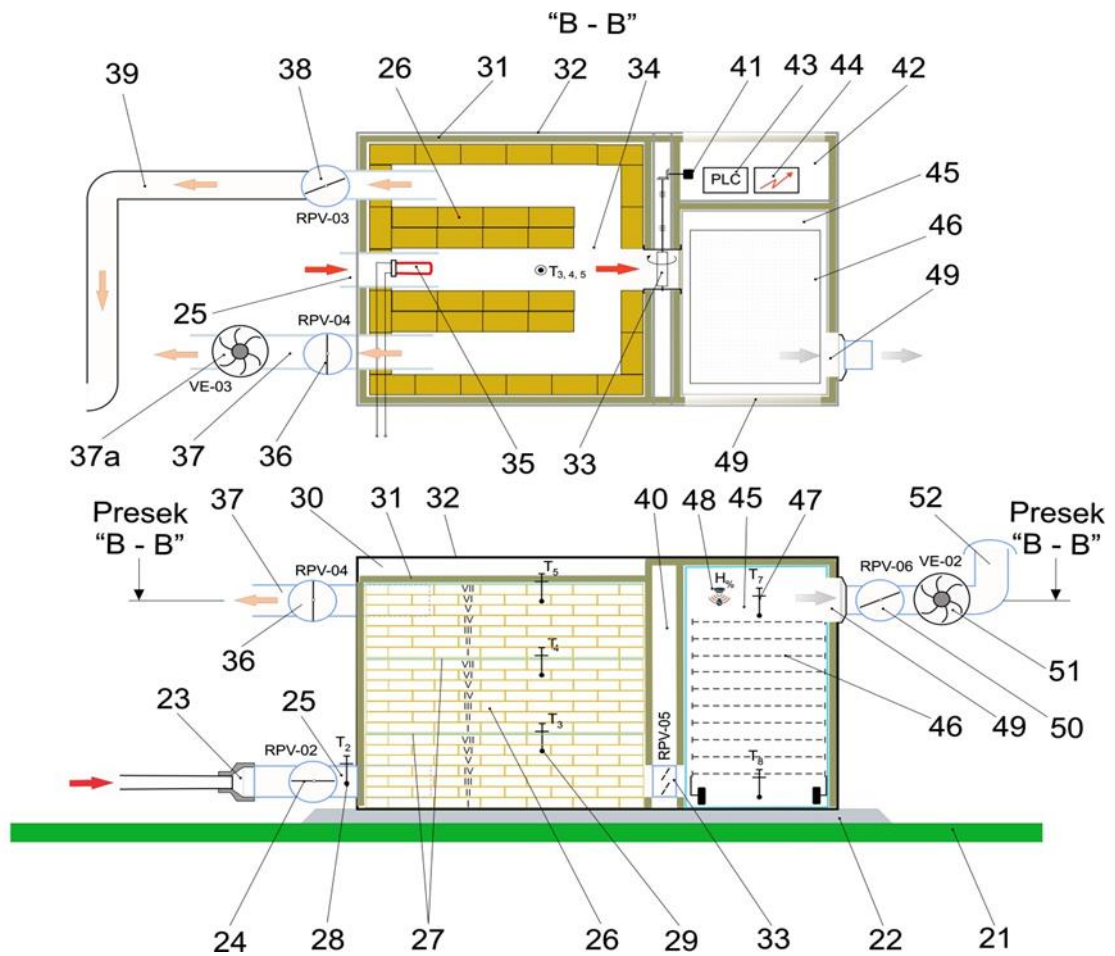
Слика 2. Принципијелна шема соларног колектора топлотне енергије с приказом структуре - поглед са стране



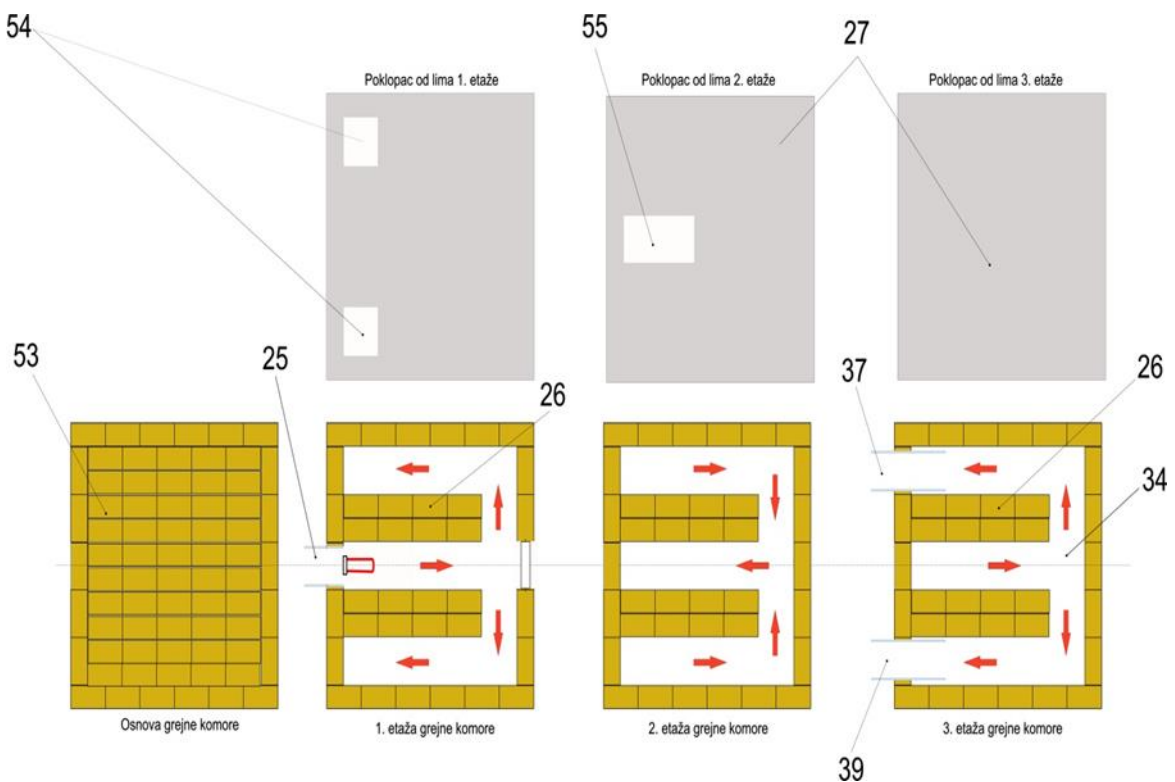
Слика 3. Принципијелна шема соларног колектора топлотне енергије с приказом структуре - поглед одозго



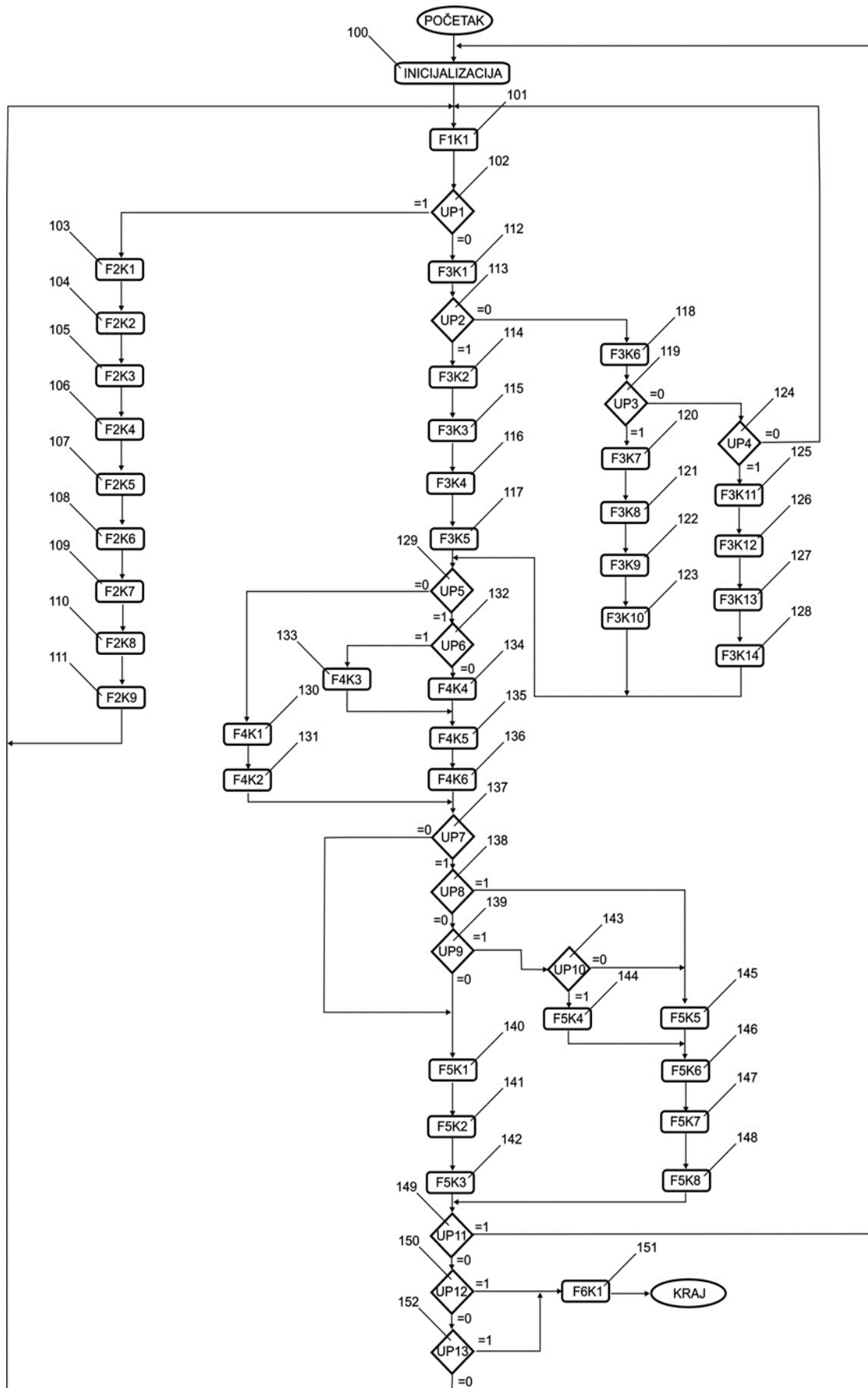
Слика 4. Приказ унутрашњости соларне сушаре с комором за сушење сирових производа и комором за складиштење топлотне енергије



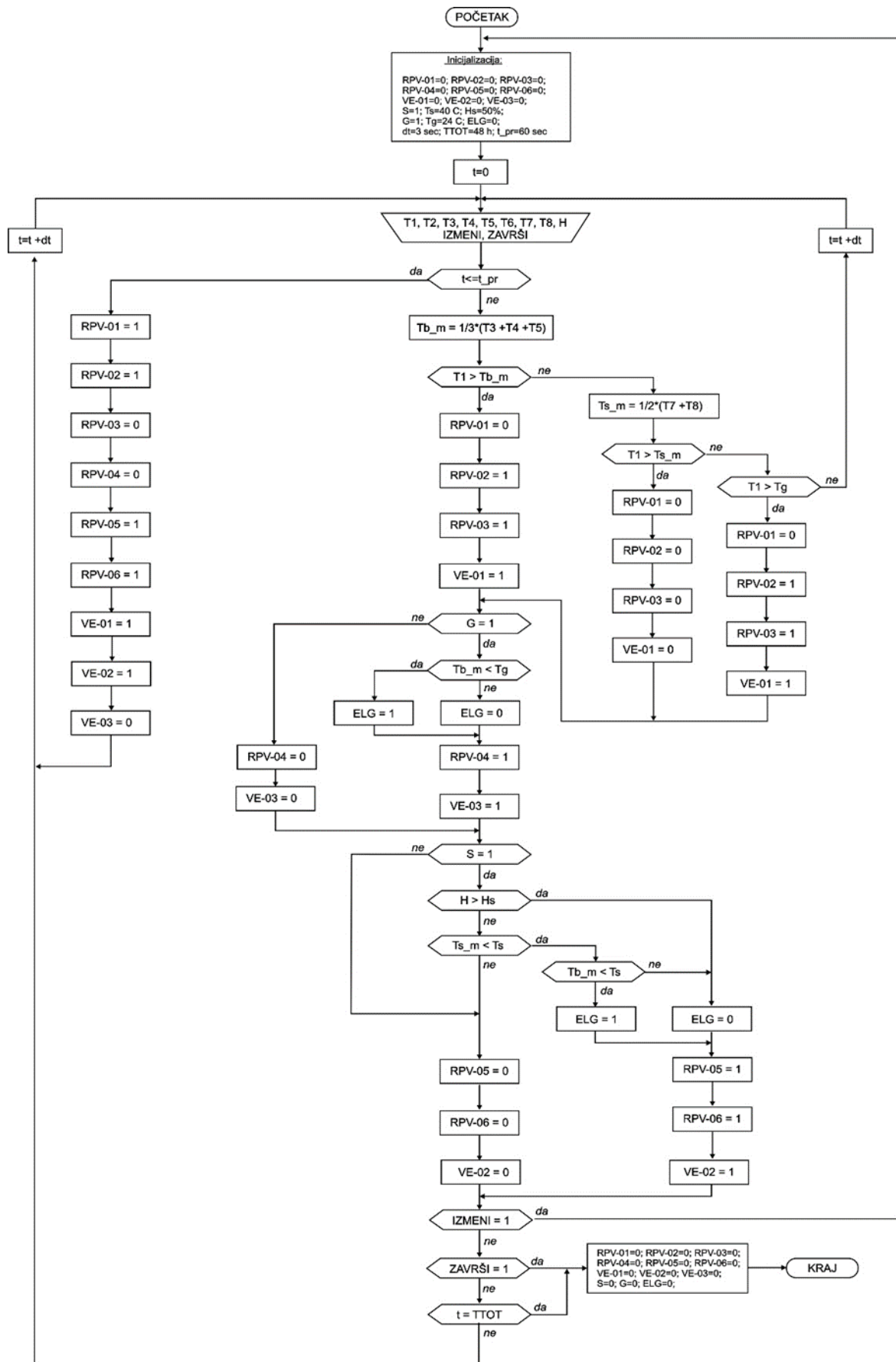
Слика 5. Приказ унутрашњих пресека топлотне коморе на појединим нивоима (етажама)



Слика 6. Дијаграм поступка управљања процесом сушења у дигиталној соларној сушари



Слика 7. Блок-дијаграм алгоритма управљања постројењем соларне сушаре



Слике 8.-12. Фотографије дигиталне соларне сушаре изграђене у Грабовцу (ГО Обреновац) као резултат пројекта који је финансиран од стране Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије





II ПРОИЗВОДЊА И ПОТРОШЊА ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У ПОЉОПРИВРЕДИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

2.1 Обновљиви извори енергије у Републици Србији: Општи преглед

Република Србија у бројним стратешким документима изражава правац развоја, који се заснива на одрживости и примени зелених технологија. Као чланица Енергетске заједнице, а у циљу интеграције енергетског сектора у енергетски систем ЕУ и испуњавања преузетих обавеза у примени европских директива и одлука (о промоцији коришћења енергије из обновљивих извора, промоцији биогорива или других горива произведених из обновљивих извора за саобраћај, као и директива у области енергетске ефикасности), националним стратешким документима предвиђено је ефикасније коришћење енергије и повећање удела обновљивих извора енергије (скр. ОИЕ) у бруто финалној потрошњи енергије (скр. БФПЕ) (МЕРЗЖС, 2013; НСРС, 2015).

Уопштена подела извора енергије је на необновљиве и обновљиве изворе. Чињеница је да се залихе необновљивих извора енергије (угаљ, нафта, гас, нуклеарна енергије, итд.) временом интензивно смањују. Такође, у процесу сагоревања фосилних горива се ослобађају велике количине CO_2 у атмосферу па је нарушавање стања животне средине услед ефекта стаклене баште, веома присутно. Ипак, драстично је већа количина енергије која се ствара употребом конвенционалних извора енергије у односу на алтернативне, односно обновљиве изворе енергије (Субић и сар., 2017).

Обновљиви извори енергије се константно или циклично обнављају, а троше се брзином која је мања од брзине њиховог стварања у природи. Служе за производњу електричне, топлотне, механичке и хемијске енергије. Њихова најбитнија карактеристика, насупрот конвенционалним изворима енергије, је смањена или потпуно изостављена емисија CO_2 у атмосферу. Стога је развој обновљивих извора енергије веома битан јер доприноси заштити животне средине и позитивно утиче на квалитет живота. Повећање удела обновљивих извора енергије повећава енергетску одрживост система и смањује зависност енергетских сировина и електричне енергије од увоза. Може се са сигурношћу очекивати да ће ови видови енергије у будућности постати економски конкурентни конвенционалним изворима енергије (Боројевић и Милошевић, 2016).

У обновљиве изворе енергије спадају: енергија сунца (неакумулирана сунчева енергија), енергија ветра, хидроенергија (енергија водотокова), геотермална енергија, биоенергија (биомаса, биогориво, и биогаз), и друго.

Енергија сунца (соларна енергија) је енергија сунчевог зрачења која се користи са циљем производње топлотне и електричне енергије, и она чини основу за све друге изворе енергије на Земљи.

Укупни расположиви технички потенцијал сунчевог зрачења на подручју Републике Србије за производњу електричне и топлотне енергије су приказани у Табели 1.

Табела 1. Потенцијал енергије сунчевог зрачења у Републици Србији

Енергија сунчевог зрачења	Расположиви технички потенцијал који се користи (Mtoe)	Неискоришћени расположиви технички потенцијал (Mtoe)	Укупни расположиви технички потенцијал (Mtoe)
За производњу електричне енергије	~0	0,046	0,046
За производњу топлотне енергије	~0	0,194	0,194

Извор: НСРС, 2015.

Енергија ветра је претварање кинетичке енергије ваздушних маса у електричну енергију. Република Србија спада у земље које имају просечну ветровитост. Највећи потенцијал ветра се налази у подручју деловања Кошаве, затим на подручју јужног Баната, источне Србије, источне стране Копаоника, подручју Златибора и Пештера, и локалитета планинских превоја на надморским висинама изнад 800 м. Укупни расположиви технички потенцијал енергије ветра за производњу електричне енергије у Србији износи 0,103 Mtoe (НСРС, 2015).

Хидроенергија је конвенционални обновљив извор енергије и условљена је обновљивим циклусом воде у природи. У Србији се овај вид енергије односи у највећој мери на енергију хидротокова. Око 70% хидропотенцијала је концентрисан на неколико водотока са потенцијалом изнад 1.000 GWh/год: Дунав, Дрина, Велика Морава, Лим и Ибар. На осталим рекама (Топлица, Црни Тимок, Расина, Студеница, Велики Рзав, Млава, Лепенац, итд.) хидроенергетски потенцијал ће моћи делимично да се искористи због приоритетности коришћења вода у водоснабдевању, у оквиру регионалних водоводних система. На основу енергије водотокова развијене су хидроелектране као постројења која потенцијалну енергију покретне водене масе претварају у електричну енергију, и оне представљају најстарији обновљиви извор електричне енергије. Технички искористив потенцијал у Републици Србији износи око 19,5 TWh/год, од чега је око 17,7 TWh/год на објектима већим од 10 MW. До сада је изграђено 16 великих хидроелектрана, а оне производе просечно око 10,5 TWh годишње. Укупни технички потенцијал хидроелектрана снаге до 10 MW се процењује на око 1.800 GWh годишње (НСРС, 2015).

Геотермална енергија је топлота Земљине унутрашњости која у самом средишту достиже температуру и до 7.000°C. Геотермални ресурси Републике Србије су сврстани у неколико подгрупа:

- Субгеотермални ресурси температуре до 30°C;
- Геотермални ресурси у ужем смислу, температуре од 30°C до 100°C; и
- Геотермални ресурси температуре преко 100°C
(www.zelenaenergija.pks.rs/ZelenaEnergija.aspx?id=140&p=4&)

Упркос чињеници да је наша земља изузетно богата хидро-геотермалним ресурсима, њихово коришћење је на ниском, заправо почетном нивоу, и углавном се своди на коришћење у области балнеологије, спорта и рекреације, и у туристичким објектима.

Биоенергија се добија из чврстих, течних и гасовитих производа биомасе, шумарске и дрвне индустрије, као и биоразградивих делова комуналног и индустријског отпада. У биоенергију спадају биомаса, биогаз, и биогориво.

Биомаса је данас један од највећих и најзначајнијих обновљивих извора енергије, заједно с енергијом воде и ветра. Биомасу чине остаци и у шумарству и дрвној индустрији, и остаци у

ратарству, сточарству, воћарству, виноградарству и примарној преради воћа. Многе студије показују да би биомаса могла да постане један од најважнијих извора енергије у будућности.

Биомаса се користи најчешће за грејање, кување или загревање воде, али такође и за производњу електричне енергије, производњу биогорива и биоплина. Најпознатији начин грејања на биомасу је грејање на pellet, а у великој је примени због велике енергетске ефикасности и једноставног складиштења.

Неке од главних предности биомасе су да се не може у потпуности потрошити за разлику од фосилних горива; да доприноси очувању животне средине у борби против климатских промена; да је једноставан и широко доступан извор енергије (налази се у неком од својих облика свуда у природи).

Биогориво је гориво које се добија прерадом биомасе. Тренутно, на тржишту биогорива доминирају биодизел и биоетанол.

Биогас се обично састоји од метана CH_4 (приближно 52,5 до 72,5% запреминских) и угљен-диоксида CO_2 , уз присуство и других једињења. Биогас се користи за производњу топлотне енергије, комбиновану производњу електричне и топлотне енергије (у когенеративном постројењу), или комбиновану производњу, електричне, топлотне и расхладне енергије (тригенерација).

Економске користи од примене обновљивих извора енергије су многоструке, попут: смањења увоза скувих фосилних горива; оживљавања и раста запослености домаћих предузећа; очувања животне средине и смањења загађености (Ђукановић, 2010).

2.2. Производња примарне енергије из обновљивих извора

У садашњим условима, производња енергије из обновљивих извора чини процентуално мали део у укупној светској производњи енергије. Укупан капацитет за производњу електричне енергије из свих обновљивих извора у свету износио је 3.064 гигавата у 2021. години, што представља повећање од 9,1% у односу на 2020. годину. У производњи струје из обновљивих извора енергије предњачи југоисточна Азија, са Кином на челу. На другом месту је Северна Америка, у којој навећи удео долази из САД, док су на трећем месту земље Европске уније. Стабилан раст бележи се и у Централној Америци и Африци, али много спорији од глобалног просека. Ово указује на потребу за јачом међународном сарадњом у циљу побољшања тржишта електричне енергије и покретања великих инвестиција у тим регионима.

Хидроенергија чини највећи удео у глобалном капацитету за производњу струје из обновљивих извора, са 40% у укупном износу, а највећи раст капацитета бележе енергија ветра и сунца. Највеће проширење капацитета бележи соларна енергија, са растом од 19%, док је на другом месту по расту енергија ветра са 13%. Заједно, ова два извора чине 55% у укупном глобалном капацитету за производњу електричне енергије из обновљивих извора (<https://novaekonomija.rs>).

Употреба обновљивих извора енергије се интензивно повећава због последица климатских промена, са једне стране, као и због смањења залиха фосилних горива, са друге. У будућности се очекује напредак технологије у њеном коришћењу.

Према подацима Министарства рударства и енергетике Републике Србије (МРЕРС, 2022), билансирање енергије из ОИЕ обухвата производњу и потрошњу:

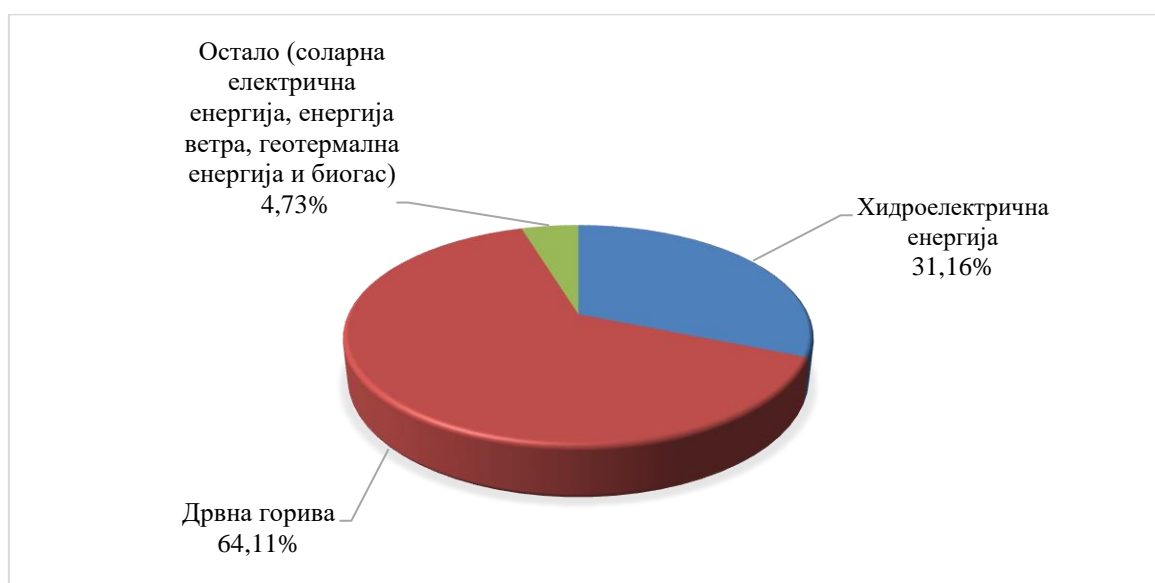
- електричне енергије из великих и малих *водених токова* (хидроелектрична енергија), из *енергије сунца* (соларна електрична енергије), *енергије ветра и биогаса, као и*

- производњу и потрошњу топлотне енергије из **чврсте биомасе** (огревно дрво, пелет и брикет) и **геотермалне енергије**.

Иако је енергетски потенцијал ОИЕ у Србији значајан, учешће ОИЕ у укупној домаћој производњи примарне енергије је ниско, не рачунајући хидроелектричну енергију и огревно дрво. При том, структура енергије добијене из обновљивих извора је веома неповољна (Графикон 1.).

Доминантно учешће у производњи енергије из обновљивих извора има чврста, тачније дрвна биомаса (64,11%), као и хидроелектрична енергија (31,16%), док је у знатно мањем проценту (свега 3,08%) заступљена остала енергија (соларна електрична енергија, енергија ветра, геотермална енергија и биогаз).

Графикон 1. Структура производње енергије из ОИЕ извора у Србији (у 2020, у %)



Извор: РЗС, 2022.

Производња енергије из обновљивих извора бележи благи пад у 2022. години (план) у односу на 2021. годину (Табела 2.). Како се наводи у Енергетском билансу за 2022. годину, и у 2022. години, као и ранијих година „планирано је повећање производње примарне енергије из ветра, биогаза и мање коришћење хидропотенцијала у односу на 2021. годину“.

Према подацима Енергетског биланса Републике Србије за 2022. годину, учешће ОИЕ у структури укупне домаће производње примарне енергије износи око 25%, док је процењена вредност за 2021. годину 26%. У поменутој структури највеће је учешће чврсте биомасе.

Табела 2. Производња примарне енергије из ОИЕ у Србији (период 2020-2022. година)

Године	2020. (процена)	2021. (процена)	2022. (план)
Производња примарне енергије из ОИЕ (у Мтое)	2,069	2,726	2,651

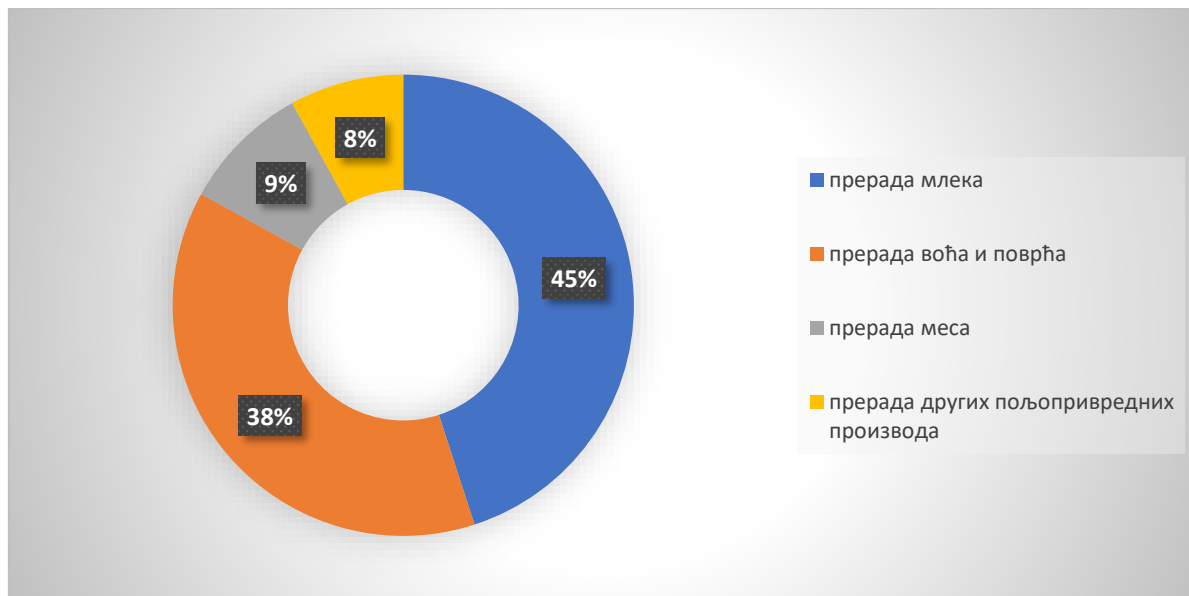
Извор: МРЕРС, 2022.

Важно је указати и на релативно низак удео газдинстава са додатним активностима у производњи енергије из обновљивих извора (Графикон 3.).

Према подацима Анкете о структури пољопривредних газдинстава из 2018. године (РЗС, 2019), у Републици Србији скоро половина пољопривредних газдинстава се бави прерадом млека (45%), док се прерадом воћа и поврћа бави 38% пољопривредних газдинстава. Осим

прераде других пољопривредних производа, као најмање заступљен вид прераде на пољопривредним газдинствима (8%), прерадом меса се бави свега 9% пољопривредних газдинстава (Графикон 2.).

Графикон 2. Учешће газдинстава која се баве прерадом у Републици Србији у укупном броју пољопривредних газдинстава (у %)



Извор: РЗС, 2019.

На основу резултата Пописа пољопривреде из 2012 (РЗС, 2013), у Републици Србији су регистрована само 22 пољопривредна газдинства, која се бави производњом енергије из обновљивих извора (Графикон 3).

Графикон 3. Број пољопривредних газдинстава ангажованих у другим профитабилним активностима у вези са газдинством (Попис пољопривреде 2012. године)



Извор: РЗС, 2013.

У току је Попис пољопривреде који се односи на 2023. годину и очекују се нови подаци из којих ће се видети тренутна ситуација по питању производње енергије из ОИЕ на подручју Србије.

Република Србија је у претходном периоду реализовала велики број пројеката са Немачком управо у области ОИЕ и енергетске ефикасности, где су главни партнери Србији (Министарство рударства и енергетике) били Савезно министарство за економску сарадњу и развој Немачке, Немачка развојна банка и Немачка организација за међународну сарадњу. Финансијска и логистичка подршка Немачке, ЕУ фондова, као и других међународних донатора биће значајна и у наредном периоду, како би Србија остварила напредак, како у сегменту прилагођавања националног законодавства ЕУ, тако и у области веће енергетске ефикасности и повећања потрошње енергије из ОИЕ у бруто финалној потрошњи енергије.

2.3. Анализа стања у области обновљивих извора енергије у сектору пољопривреде Републике Србије

Србија је недвосмислено опредељена приступању Европској Унији, прилагођавању пољопривредне политике Заједничкој пољопривредној политици ЕУ (*eng. EU's Common Agricultural Policy - CAP*) и остваривању циљева одрживог развоја UN (BPC, 2014; UN, 2015; MEIRC, 2022; Бабовић, 2023).

Заједничка пољопривредна политика ЕУ за нови програмски период 2023-2027., изразито је фокусирана на циљеве одрживог развоја у све три димензије (друштвена, еколошка и економска димензија), праксе озелењавања пољопривреде (*eng. green farming practices*) и оснаживање малих фармера (*eng. small scaled farmers*), како у погледу осигурања одрживих прихода ових фармера, тако и у погледу њихове ефикасније интеграције у тржишне токове (EU, 2021). CAP је усмерена ка постизању циљева дефинисаних у Европском зеленом договору (*eng. European Green Deal*), у оквиру кога централни део представља управо одрживи развој пољопривреде и руралних подручја (ЕС, 2019а). Истовремено, ова политика представља кључно средство у достизању циљева и амбиција ЕУ дефинисаних у Стратегији бидиверзитета (ЕС, 2020а) и Стратегији од њиве до трпезе (ЕС, 2020b), које се међусобно допуњују у усмеравању развоја земаља чланица на основама праведности, одрживости, отпорности и еколошке прихватљивости производних и друштвених система. У суштини, у циљу заштите животне средине и очувања биодиверзитета, Комисија ће процењивати и подржавати стратешке планове земаља чланица управо у односу на климатске и еколошке критеријуме, а ови планови би требало да доведу до веће употребе одрживих пољопривредних и пословних пракси (ЕС, 2019а, стр. 12).

Како се истиче у Европском зеленом договору, прелазак на одрживу производњу хране је почео, али у овом сегменту остаје још много тога да се уради, имајући у виду да производња хране троши значајне природне ресурсе, што узрокује велико загађење земљишта, воде и ваздуха, доприноси губитку разноликости и климатским променама (ЕС, 2019а). У складу са овим договором, а имајући у виду процес приступања ЕУ, Србија и све земље Западног Балкана морају убрзати напредак и реформе у области одрживог развоја, већег озелењавања својих економија, кроз усвајање нових зелених конкурентских могућности, за шта све земље имају потенцијала (WB, 2021). У овом контексту, биће важно да пољопривредне политике ових земаља не одступају од декларативног правца приступања ЕУ, да се смање унутрашњи политички притисци, а подршка пољопривреди и руралном развоју достигне већу стабилност, веће износе подршке и већу компатибилност са Заједничком пољопривредном политиком Европске Уније (ЕС, 2019b; Erjavac et al., 2021).

Развој тзв. „зелене“ пољопривреде (*eng. green farming practices*), који осигурава одржив пољопривредни и рурални развој Србије, подразумева испуњавање низа претпоставки, како

оних у надлежности републичке владе, или локалне управе, тако и оних у ингеренцији пољопривредних произвођача, пољопривредних саветодаваца и научно образовних институција. Свакако најважније претпоставке су оне у сегменту напретка Србије у области енергетске ефикасности, веће производње и потрошње ОИЕ, као и јачања еколошке свести пољопривредника и свих становника руралних подручја.

Могућности већег коришћења ОИЕ, односно боље искоришћавање енергије ветра и сунца, заједно са производњом биомасе из пољопривреде, и могућностима производње енергетских усева, наводи се у Стратегији пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период 2014-2024. година, као значајна предност и шанса Србије у области технолошког развоја и заштите животне средине (ВРС, 2014).

У складу са циљевима постављеним у наведеном стратешком документу, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде у протеклом периоду је препознало и подржало неколико пројекта у овој области, у оквиру подстицаја за унапређење система креирања и преноса знања кроз развој техничко-технолошких, примењених, развојних и иновативних пројеката у пољопривреди и руралном развоју:

1) *Техно-економски аспекти примене обновљивих извора енергије и мобилних роботизованих соларних електрогенератора у пољопривреди* (бр. пројекта 401-00-1683/2015-03), носилац пројекта: Институт за економику пољопривреде Београд, у сарадњи са: Институтом Михајло Пупин - Центар за роботiku Београд; ПССС Падинска Сकेла Палилула – Београд и Удружењем повртарa Глогоњ, период реализације 2015. година;

2) *Социо-економски и еколошки аспекти примене обновљивих извора енергије (ОИЕ) у пољопривредној производњи у Републици Србији* (бр. пројекта 680-00-0031/2016-02), носилац пројекта: Институт Михајло Пупин - Центар за роботiku Београд, у сарадњи са Институтом за економику пољопривреде Београд, Пољопривредним факултетом, Универзитета у Новом Саду и ПССС Падинска Сकेла Палилула – Београд, период реализације 2016. година;

3) *Техно и агро-економска анализа примене енергије ветра и сунца за потребе наводњавања у пољопривредном сектору Србије* (бр. пројекта 680-00-00029/2019-02), носилац пројекта: Институт за економику пољопривреде Београд, у сарадњи са Институтом Михајло Пупин - Центар за роботiku Београд и Пољопривредно хемијском школом у Обреновцу, период реализације 2019-2020. година.

Реализацијом ових пројеката учињени су извесни помаци ка упознавању пољопривредника и становника руралних подручја са могућностима и предностима коришћења малих уређаја за производњу енергије из обновљивих извора, и применом тако добијене енергије за различите намене.

У анализи **производње енергије из обновљивих извора у сектору пољопривреде**, важно је истаћи да Србија не располаже званичним подацима о производњи ОИЕ у пољопривредном сектору. У циљу прилагођавања законодавству ЕУ, наша земља има обавезу да успостави показатељ „*Производња енергије из обновљивих извора у секторима пољопривреда и шумарство*“ (у оквиру групе показатеља Животне средине), а за потребе праћења и оцене мера аграрне политике и мера руралног развоја (CAP context indicators, 2019). Овај показатељ се у земљама ЕУ приказује кроз две јединице мере: кТое и процентуално учешће у укупно произведеној енергији из обновљивих извора. Према методологији Европске комисије, обновљива енергија из пољопривреде обухвата производњу (CAP context indicators, 2019):

- ✓ биодизела из уљарица;
- ✓ биоетанола из усева богатих скробом/шећером; и
- ✓ енергије из биогаса (стајњак, енергетски усеви, отпад, остаци, и друго).

Истовремено, она не обухвата друге обновљиве изворе енергије из пољопривреде, као што је на пример, енергија настала из сламе жита и слично.

Када се ради о **потрошњи енергије из обновљивих извора у сектору пољопривреде**, као и у случају производње ОИЕ, и овде недостају званични подаци. Републички завод за статистику обезбеђује само податке о финалној потрошњи геотермалне енергије, дрвних горива (чврста биомаса) и биогаса у сектору пољопривреде, док недостају подаци колико се користи хидроелектрична енергија, енергија сунца и енергија ветра.

Истраживања на терену реализована од стране истраживача Института за економику пољопривреде из Београда, током учешћа на реализацији пројеката у овој области, показују изузетно ниску производњу ОИЕ у сектору пољопривреде, као и ниско коришћење енергије добијене из обновљивих извора за сопствене потребе (потрошњу) на газдинству. Оваква ситуација присутна је, како у сектору породичних пољопривредних газдинстава, тако и у сектору правних лица и предузетника. Пољопривредни произвођачи готово да не користе уређаје за производњу енергије из ОИЕ и нису довољно упознати са овим уређајима (њиховом ценом, понудом на тржишту, могућностима коришћења, и слично).

Генерално, велики број пољопривредника сматра да мали уређаји за производњу енергије из обновљивих извора доприносе уштеди електричне енергије, и да се могу користити у пољопривредној производњи и/или у домаћинству за различите намене, као што су: наводњавање ратарских и повртарских култура; грејање у заштићеним просторима у повртарској производњи (стакленицима и пластеницима); грејање стаја и других врста објеката; и слично. Ипак, већа употреба уређаја за производњу енергије из ОИЕ и коришћење овако добијене електричне енергије за сопствену потрошњу у пољопривреди и руралним подручјима Србије ограничена је бројним факторима, од којих су утињеност поседа и отежан приступ малих фармера финансијском тржишту једни од најважнијих (FAO, 2020). Поред тога, ограничавајући фактори су свакако и: висока цена уређаја и опреме за производњу ОИЕ, недостатак системске подршке државе у овом сегменту, како за произвођаче уређаја и опреме, тако и за пољопривредне произвођаче, али и недовољно развијена еколошка свест пољопривредника и других учесника у руралном развоју.

Могућности веће примене уређаја за производњу ОИЕ за сопствене потребе и раст енергетске ефикасности у пољопривредном сектору Србије у будућности биће превасходно одређене следећим факторима: 1) снижавањем тржишних цена уређаја и опреме за производњу ове врсте енергије, и јачањем финансијске снаге и конкурентности пољопривредних газдинстава; и 2) суфинансирањем инвестиција у овој области, како кроз подршку државе (из националног буџета), тако и кроз програме и јавне позиве које у области одрживог развоја и зеленог климатског фонда расписују ЕУ, УН и различити донатори.

2.4. Значај и аспекти примене соларних сушара у пољопривреди

Сушење усева је техника конзервирања која се традиционално изводи, или коришћењем фосилних горива у процесу вештачког механичког сушења, или стављањем усева под утицај сунчеве топлоте и зрачења (Lingayat et al., 2020; Mustayen et al., 2014; Nukulwar, Tungikar, 2021). Прва метода је скупа и свакако нема позитиван утицај на животну средину и климу, док је друга метода потпуно зависна од временских прилика (Mustayen et al., 2014; Nukulwar, Tungikar, 2021). Поред тога, сушење пољопривредних производа директно на сунцу није погодно за производњу великих размера, производи су изожени бројним спољним оштећењима (напади инсеката, разних штеточина, раст микроорганизама, утицај кише, прашине), а овај метод је и радно и временски интензиван (Tiwari, 2016).

С друге стране, коришћење соларних сушара (сушење у затвореном систему) представља метод који је јефтинији и ефикаснији у односу на прве две поменуте методе (Mustayen et al., 2014). Студија Nukulwar и Tungikar (2021) показује да соларна сушара, не само да штеди фосилно гориво за сушење (и тиме не узрокује негативан утицај на животну средину), већ даје и велику вредност у смислу побољшања хигијене и квалитета сушених производа, посебно у погледу укуса и боје. Група аутора Fudholi et al. (2010) сматра да је сушење пољопривредних и морских производа једна од најатрактивнијих и најисплативијих примена соларне енергије у пословном свету.

Генерално, соларно сушење постаје све популарнија опција за замену механичких сушара, како због високих цена енергије, тако и због растуће еколошке свести, како пољопривредних произвођача, тако и потрошача у свим земљама света (Asnaz, Dolcek, 2021). Ипак, соларне сушаре су капитално интензивније од других комерцијалних сушара и њихова већа комерцијализација и економска одрживост опредељени су факторима, као што су: висока почетна улагања, дуг период отплате инвестиција и повремениост примене (Tiwari, 2016; Udomkun et al., 2020; Nukulwar, Tungikar, 2021).

У земљама у развоју, соларно сушење се све више потенцира као начин да се ефикасно одговори на тражњу за здравом, природном и јефтином храном, и уједно обезбеде одрживи приходи фармера од пољопривреде (Kumar et al., 2016; Udomkun et al., 2020). Развој ефикасне и исплативе соларне сушаре са системом за складиштење топлотне енергије за континуирано сушење пољопривредних прехранбених производа у стабилном стању и умереној температури (40-75°C) постао је потенцијално одржива замена за фосилна горива и у већем броју земаља у развоју (Bal et al., 2010).

У свету су данас у употреби различите врсте и типови соларних сушара, дајући им различите степене техничких перформанси. Тако, сушаре могу радити без електричне мреже или фосилних горива, могу бити индиректне (сунчеву топлоту прво сакупљају соларни колектори, а затим се прослеђује у орман за сушење, где долази до сушења), директне и мешовите/хибридне сушаре, затим активне (са принудном конвекцијом) и пасивне (са природном конвекцијом) соларне сушаре (Fudholi et al., 2010; Mustayen et al., 2014; Kumar et al., 2016; Lingayat et al., 2020; Asnaz, Dolcek, 2021). Соларни колектори на бази ваздуха нису једини доступни системи, колектори на бази воде могу такође се користити, као и њихова комбинација (Fudholi et al., 2010). Складиштење соларне енергије смањује време између снабдевања енергијом и потражње за енергијом, чиме се превазилази неправилност сунчеве светлости и повећава ефикасност рада соларних сушара. Соларни термални резервоари играју тако кључну улогу у очувању енергије, а са складишном јединицом омогућено је и да се пољопривредни производи могу сушити и касно увече, што не би било могуће без система за складиштење енергије (Bal et al., 2010; Nukulwar, Tungikar, 2021).

За процену перформанси соларне сушаре, истраживачи углавном користе параметре као што су смањење влаге и брзина уклањања влаге из производа (Nukulwar, Tungikar, 2021). Најдоминантнији параметри који утичу на брзину сушења у индиректном типу соларних сушара јесу: температура и брзина протока ваздуха, затим сунчево зрачење, врста производа, почетни садржај влаге и укупна маса производа (Lingayat et al., 2020). Стопа сушења третираних намирница у овим сушарама је била висока и квалитет производа је остао непромењен након сушења (Lingayat et al., 2020).

На примеру соларне сушаре и лука као изабраног производа за анализу, Bennamoun и Belhamri (2003) указали су да на резултате самог процеса сушења утиче површина колектора, температура ваздуха, као и карактеристике пољопривредних производа који су у процесу сушења. Такође, на примеру три различите јефтине соларне сушаре (сушара са природном конвекцијом, сушара са принудном конвекцијом и интегрисана сушара са топлотном пумпом)

и танкослојног сушења печурака, Asnaz и Dolcek (2021) указано је који фактор највише утичу на укупан процес сушења. Према овим ауторима то је ваздух коришћен за сушење, који је врућ и задржава мало влаге (Asnaz, Dolcek, 2021). Поред тога, показано је да се брзина сушења повећава са повећањем температуре и брзине протока ваздуха који се користи за сушење (Asnaz, Dolcek, 2021).

Финансијска анализа исплативости улагања у соларне сушаре укључује трошкове сушара (фиксни трошкови), трошкове сушења (оперативни трошкови) и поврат инвестиције (Tiwari, 2016). Инвестиција може бити исплатива, односно економски одржива ако се годишњи трошак додатних улагања у соларну сушару може избалансирати са уштедом горива, или ако се трошкови опреме могу смањити (Tiwari, 2016). За корисника је кључна оптимизација трошкова, достизање енергетске ефикасности, квалитета и цене финалног производа, а већа употреба сушаре (поред сезонске) смањиће додатно трошкове сушења и обезбедити исплативост инвестиција (Tiwari, 2016).

2.5. Литература

1. Asnaz, M., Dolcek, A. (2021). Comparative performance study of different types of solar dryers towards sustainable agriculture. *Energy Reports*, 7:6107-6118, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.08.193>
2. Bal, L., Satya, S., Naik, S. (2010). Solar dryer with thermal energy storage systems for drying agricultural food products: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8):2298-2314, doi:10.1016/j.rser.2010.04.014
3. Bennamoun, L., Belhamri, A. (2003). Design and simulation of a solar dryer for agriculture products. *Journal of food engineering*, 59(2-3):259-266, doi:10.1016/S0260-8774(02)00466-1
4. CAP context indicators (2019). *Common context indicators for rural development programs 2014-2020*. European Commission, Brussels, Belgium, 1st July 2020, dostupno na: https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2022-07/cap-context-indicators-table_2019_en_0_0.pdf
5. EC (2019a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal*. European Commission, Brussels, Belgium, 11.12.2019. COM(2019)640 final.
6. EC (2019b). *Agricultural policy developments and EU approximation process in the Western Balkan countries*. In: Ilić, B., Pavloska Gjorgjieska, D., Ciaian, P. (eds.), Luxembourg, Publications Office of the European Union, doi:10.2760/583399
7. EC (2020a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives*. European Commission, Brussels, Belgium, 20.5.2020. COM(2020)380final.
8. EC (2020b). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. European Commission, Brussels, Belgium, 20.05.2020. COM(2020)381final.
9. Erjavec, E., Volk, T., Rednak, M., Ciaian, P., Lazdinis, M. (2021). Agricultural policies and European Union accession processes in the Western Balkans: Aspirations versus reality. *Eurasian Geography and Economics*, 62(1):46-75.
10. EU (2021). Regulation (EU) 2021/2115 of the European Parliament and of the Council of 2 December 2021 establishing rules on support for strategic plans to be drawn up by Member States under the common agricultural policy (CAP Strategic Plans) and financed by the European Agricultural Guarantee Fund (EAGF) and by the European Agricultural Fund for Rural

- Development (EAFRD) and repealing Regulations (EU) no. 1305/2013 and (EU) no. 1307/2013. Official Journal of the European Union, L 435, 6 December 2021., European Union, Brussels, Belgium.
- 11.FAO (2020). *Empowering Smallholders and Family Farms in Europe and Central Asia. Regional Synthesis Report 2019 based on country studies in eight countries in Europe and Central and Asia.* Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Budapest, Hungary, dostupno na: <https://doi.org/10.4060/ca9586en>
 - 12.Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M., Alghoul, M., Sulaiman, M. (2010). Review of solar dryers for agricultural and marine products. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(1):1-30, doi:10.1016/j.rser.2009.07.032
 - 13.Kumar, M., Sansaniwal, S., Khatak, P. (2016). Progress in solar dryers for drying various commodities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55:346-360, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.158>
 - 14.Lingayat, A., Chandramohan, V., Raju, V., Meda, V. (2020). A review on indirect type solar dryers for agricultural crops: Dryer setup, its performance, energy storage and important highlights. *Applied Energy*, 258:114005, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114005>
 - 15.Mustayen, A., Mekhilef, S., Saidur, R. (2014). Performance study of different solar dryers: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34:463-470, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.020>
 - 16.Nukulwar, M., Tungikar, V. (2021). A review on performance evaluation of solar dryer and its material for drying agricultural products. *Materials Today: Proceedings*, 46:345-349, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.354>
 - 17.Tiwari, A. (2016). A review on solar drying of agricultural produce. *Journal of Food Processing & Technology*, 7(9):1-12, doi:10.4172/2157-7110.1000623
 - 18.Udomkun, P., Romuli, S., Schock, S., Mahayothee, B., Sartas, M., Wossen, T., ..., Müller, J. (2020). Review of solar dryers for agricultural products in Asia and Africa: An innovation landscape approach. *Journal of Environmental management*, 268:110730, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110730>
 - 19.UN (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development.* United Nations (UN), Washington, USA, 21st October 2015, A/RES/70/1, dostupno na: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf?OpenElement>
 - 20.WB (2021). *Greening the Recovery. Western Balkans.* Regular Economic Report no. 20. Fall 2021. International Bank for Reconstruction and Development, World Bank (WB), Washington, USA, dostupno na: www.worldbank.org/en/region/eca/publication/western-balkans-regular-economic-report
 - 21.Бабовић, М. (2023). *Извештај о напретку у остваривању циљева одрживог развоја до 2030. године у Републици Србији.* Републички завод за статистику (РЗС), Београд, Србија, април 2023., доступно на: <https://sdg.indikator.rs/media/1627/progress-report-on-the-implementation-of-sustainable-development-goals-by-2030-in-the-republic-of-serbia-2022.pdf>
 - 22.Боројевић, К., Милошевић, Т. (2016). Менаџмент обновљивим изворима енергије. *Сварог*, бр. 12, стр. 89-102.
 - 23.ВРС (2014). *Стратегија пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период 2014-2024.* Влада Републике Србије (ВРС), Београд, Србија, Службени гласник РС, бр. 85/2014, доступно на: www.minpolj.gov.rs/download/strategija-poljoprivrede-i-ruralnog-razvoja-republike-srbije-za-period-2014-2024-godine/
 - 24.Букановић, С. (2010). Подстицање примене обновљивих извора енергије - Шпанија, Италија, Србија. *Школа бизниса*, бр. 4, стр. 41-50.
 - 25.МЕИРС (2022). *Национални програм за усвајање правних тековина Европске Уније (НПАА) 2022-2025.* Четврта НПАА верзија за период од Q3 2022 до 31. децембра 2025,

- Министарство за европске интеграције Републике Србије, Београд, Србија, доступно на: www.mei.gov.rs/upload/documents/nacionalna_dokumenta/npaа/NPAА_2022-2025.pdf
26. МЕРЗЖС (2013). *Национални акциони план за коришћење обновљивих извора енергије Републике Србије*. Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине (МЕРЗЖС), Београд, Србија, доступно на: www.mre.gov.rs/sites/default/files/2021/03/nacionalni_akcioni_plan_za_koriscenje_obnovljivih_izvora_energije_28_jun_2013.pdf
27. МРЕРС (2022). *Енергетски биланс Републике Србије за 2022. годину*. Министарство рударства и енергетике Републике Србије (МРЕРС), Београд, Србија, доступно на: www.mre.gov.rs/sites/default/files/2022/03/energetski_bilans_rs_za_2022_0.pdf
28. НСРС (2015). *Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијама до 2030. године*. Народна скупштина Републике Србије (НСРС), Службени гласник РС, бр. 101/2015, доступно на: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/ostalo/2015/101/1/r>
29. РЗС (2013). *Попис пољопривреде 2012: Пољопривреда у Републици Србији*. Књига 2, Републички завод за статистику Републике Србије (РЗС), Београд, Србија, доступно на линку: <https://publikacije.stat.gov.rs/G2013/Pdf/G201314003.pdf>
30. РЗС (2019). *Анкета о структури пољопривредних газдинстава 2018: Структура, економска снага и маркетинг производа пољопривредних газдинстава*. Републички завод за статистику (РЗС), Београд, Србија, доступно на: <https://publikacije.stat.gov.rs/G2019/Pdf/G20196002.pdf>
31. РЗС (2022). *Статистички годишњак Републике Србије, 2022*. Републички завод за статистику Републике Србије (РЗС), Београд, Србија.
32. Субић, Ј., Кљајић, Н. Јелочник, М. (2017). *Обновљиви извори енергије и наводњавање у функцији одрживог развоја пољопривреде: Економски аспекти*. Институт за економику пољопривреде, Београд, Србија, доступно на: www.iep.bg.ac.rs/images/stories/dokumenti/Monografije/Mon%20Energija%20i%20navodnjavanje%20%20FINAL.pdf

Интернет извори:

www.zelenaenergija.pks.rs/ZelenaEnergija.aspx?id=140&p=4&

<https://novaekonomija.rs>

III ОЦЕНА ЕКОНОМСКЕ ЕФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИРАЊА У СОЛАРНУ СУШАРУ

Школско огледно добро у Грабовцу је инвестирало у пројекат имплементације соларне сушаре, инвентивни објекат за прераду пољопривредних производа који до данас у оваквом облику није имплементиран на територији Србије (Табела 1.).

Табела 1. Нова улагања у основна средства (у РСД)

Ред. бр.	Елементи	Вредност
I	Објекти и грађевине	576.000,00
1.	Радни простор	576.000,00
II	Опрема	864.000,00
1.	Опрема за рад сушаре	864.000,00
III	Инвестициони радови	790.000,00
1.	Извођење грађевинских и радова монтаже опреме за сушару	790.000,00
IV	Укупно (I + II + III)	2.230.000,00

Укупна вредност инвестиције је подразумевала улагање новчаних средстава у износу од 2,453,000.00 РСД. У структури укупних улагања (Табела 2.) доминирају основна над обртним средствима са скоро 91%. У структури улагања у основна средства у приближно сличном релативном изразу (од око 23,5% до преко 32%) јављају се улагања у производни објекат, опрему И инвестиционе радове на имплементацији система соларне сушаре. Укупна улагања подразумевају И део уложен у трајна обртна средства у висини од око 9% укупних улагања, која су у складу са важећом производном праксом за ову линију прераде пољопривредних производа (10% вредности основних средстава).

Табела 2. Укупна инвестициона улагања у соларну сушару (у РСД)

Ред. бр.	Елементи	Нова улагања	Укупна улагања	Учешће у укупним улагањима (%)
I	Основна средства	2.230.000,00	2.230.000,00	90,91
1.	Објекти и грађевине	576.000,00	576.000,00	23,48
2.	Опрема	864.000,00	864.000,00	35,22
3.	Инвестициони радови	790.000,00	790.000,00	32,21
II	Обртна средства	223.000,00	223.000,00	9,09
Укупно (I+II)		2.453.000,00	2.453.000,00	100,00

Пуна вредност инвестиције се покрива сопственим средствима школе (Табела 3.). У пракси, привредни субјекат се може одлучити И за сервисирање једног дела или комплетног улагања из кредита неке од комерцијалних банка. Треба напоменути да се овакав вид финансијског подухвата тренутно не може покрити из неког од јавно доступних фондова. Иако се инвестиција финансира из сопствених средстава, претпостављена је дисконтна стопа од 5% као тренутна цена капитала за овакве намене на националном тржишту капитала.

Табела 3. Извори финансирања (у РСД)

Ред. бр.	Елементи	Нова улагања	Укупна улагања	Учешће у укупним улагањима (%)
I	Сопствени извори	2.453.000,00	2.453.000,00	100,00
1.	Основна средства	2.230.000,00	2.230.000,00	90,91
2.	Обртна средства	223.000,00	223.000,00	9,09
II	Туђи извори	0,00	0,00	0,00
1.	Основна средства	0,00	0,00	0,00
Укупно (I+II)			2.453.000,00	100,00

Неке од основних премиса агроекономске анализе инвестирања у соларну сушару претпостављају дефинисање сезоне рада сушаре (у пуном капацитету), на период мај –

октобар текуће године (180 радних дана), која се у већем делу преклапа И са сезоном пристизања основних усева који подлежу накнадном сушењу. Овај период карактерише максимална инсолација, односно количина сунчеве енергије која ће се трансформисати у топлотну енергију потребну за сушење одабраних усева. Претпоставка је да је за неометан процес сушења у сваком тренутку потребна генерисана снага од 5 KWh, односно од 120 KW дневно, 840 KW недељно, или 3.600 KW месечно, те 21.600 KW за комплетну сезону. Сам процес сушења је организован шаржно, са улазом од 100 кг свежих пољопривредних производа, уз потребу два дана (48 h) за комплетирање сушења појединачне шарже и на тај начин добијања адекватних осушених прехранбених производа. У плану је континуиран рад соларне сушаре током дефинисане сезоне сушења, уз минималне прекиде рада везане за унос свежих и излаз осушених производа, те санитарно одржавање производног објекта и коришћене опреме. Другим речима, сезоном је претпостављено извођење 90 комплетних циклуса сушења (15 месечно) пољопривредних производа.

Практиковање одређених линија пољопривредне производње у већем обиму на огледном добру и добра утрживост осушених прехранбених производа, условили су сушење примарно воћних и повртарских култура (сортимента погодног за сушење), и то шљиве (без коштице), јабуке (колутова без семене ложе и семенки) и грожђа (без семенки), односно паприке (целог плода) и парадајза (колутови). Свежи производи су резултат производње организоване у пластенику (поврће) и на отвореном (воће и грожђе), чиме се обезбеђује добра покривеност претходно дефинисаног периода рада сушаре. Основна очекивања су да ће продајом прехранбених производа вишег степена прераде, новостворена вредност затно утицати на укупну профитабилност огледног добра школе. Сви исказани резултати везују се за производне циклусе узгоја воћа, поврћа и грожђа током 2022. године.

Процењена вредност свежих производа који улазе у процес сушења представља њихову цену коштања производње на огледном добру. Сушењу се подвргава улазна сировина, односно воће, грожђе и поврће II класе, која је без механичких оштећења, задовољавајућег квалитета и нутритивне вредности, односно која је класирана само сходно величини и облику плода. Готов производ (суво воће, грожђе и поврће) се продаје на газдинству на велико у ринфузу локалним потрошачима, по продајним ценама нешто вишим од уобичајених за дате производе, сходно еко карактеру имплементираног процеса сушења (Табела 4.).

Инвестициона анализа је претпоставила да током процеса сушења долази до калирања унете количине свежих пољопривредних производа, и то у односу од 100 кг : 25 кг за шљиву и грожђе, односно 100 кг : 15 кг за јабуку, парадајз и паприку. Сезона сушења је претпоставила следећу сруктуру сушења пољопривредних производа:

- 1) Током маја би се сушило 7 шаржи паприке и 8 шаржи парадајза;
- 2) Током јуна би се сушиле 3 шарже паприке, 4 шаржи парадајза, 5 шаржи јабуке и 3 шарже шљиве;
- 3) Током јула би се сушиле 6 шаржи јабуке и 9 шаржи шљиве;
- 4) Током августа би се сушиле 10 шаржи шљиве и 5 шаржи јабуке;
- 5) Током септембра би се сушиле 5 шаржи јабуке и 10 шаржи грожђа; и
- 6) Током октобра би се сушиле 5 шаржи грожђа, 4 шаржи паприке и 6 шаржи парадајза.

У преосталом делу године са генерално задовољавајућом инсолацијом (месеци март, април И новембар), процењује се да инсталирана опрема система за генерисање топлотне енергије може ефективно радити у кумулативном изразу 2 пуна месеца. Како тада нема пристиглих пољопривредних плодова, генерисана енергија (7.200 KW) би се користила за догревање производних просторија на огледном добру (стаје И пластеника), И представљала би додатне

приходе за школу проистекле из употребе система соларне сушаре (вид уштеда у непотрошеној, односно плаћеној струји за индустријске кориснике – црвена тарифа), (Табела 4.). Сходно дефинисаној структури сушења за сезону, технолошком односу сировог и осушеног производа, те оствареној продајној цени, добијени приходи газдинства (Табела 4.) би се базирали на производњи 210 кг суве паприке, 270 кг сувог парадајза, 315 кг сушене јабуке, 550 кг сувих шљива, и 375 кг сувог грожђа.

Табела 4. Формирање укупног прихода од употребе соларне сушаре (у РСД)

Р.б.	Приход од продаје / подстицаји	ЈМ	Године пројекта														
			I			II			III			IV			V		
			цена по ЈМ	годишња количина у ЈМ	укупан износ	цена по ЈМ	годишња количина у ЈМ	укупан износ	цена по ЈМ	годишња количина у ЈМ	укупан износ	цена по ЈМ	годишња количина у ЈМ	укупан износ	цена по ЈМ	годишња количина у ЈМ	укупан износ
0	1	2	3	4	5=3x4	6	7	8=6x7	9	10	11=9x10	12	13	14=12x13	15	16	17=15x16
1	Сушена паприка	кг	385,00	210,00	80.850,00	385,00	210,00	80.850,00	385,00	210,00	80.850,00	385,00	210,00	80.850,00	385,00	210,00	80.850,00
2	Сушени парадајз	кг	860,00	270,00	232.200,00	860,00	270,00	232.200,00	860,00	270,00	232.200,00	860,00	270,00	232.200,00	860,00	270,00	232.200,00
3	Сушена јабука	кг	905,00	315,00	285.075,00	905,00	315,00	285.075,00	905,00	315,00	285.075,00	905,00	315,00	285.075,00	905,00	315,00	285.075,00
4	Сушена шљива	кг	415,00	550,00	228.250,00	415,00	550,00	228.250,00	415,00	550,00	228.250,00	415,00	550,00	228.250,00	415,00	550,00	228.250,00
5	Сушено грожђе	кг	265,00	375,00	99.375,00	265,00	375,00	99.375,00	265,00	375,00	99.375,00	265,00	375,00	99.375,00	265,00	375,00	99.375,00
6	Генерисани вишак електричне енергије	KW	22,75	7.200,00	163.800,00	22,75	7.200,00	163.800,00	22,75	7.200,00	163.800,00	22,75	7.200,00	163.800,00	22,75	7.200,00	163.800,00
Укупно					1.089.550,00			1.089.550,00			1.089.550,00			1.089.550,00			1.089.550,00

Структура трошкова сушења воћа и поврћа дата је наредним табелама. Директни трошкови материјала (Табела 5.) представљају вредност свежег воћа и поврћа које улази у процес сушења. Као што је претходно напоменуто, процењена вредност свежих производа који улазе у процес сушења подразумевају њихову цену коштања производње на огледном добру школе. Сходно дефинисаној структури сушења, капацитету сушаре и технолошком односу сировог и осушеног производа, укупне потребе за сировином за сезону сушења износе 1.400 кг паприке, 1.800 кг парадајза, 2.100 кг јабука, 2.200 кг шљива, и 1.500 кг грожђа.

Табела 5. Тошкови директног материјала (у РСД)

Ред. бр.	Елементи	Године пројекта				
		I	II	III	IV	V
1	Свежа паприка	56.000,00	56.000,00	56.000,00	56.000,00	56.000,00
2	Свеж парадајз	72.000,00	72.000,00	72.000,00	72.000,00	72.000,00
3	Свежа јабука	63.000,00	63.000,00	63.000,00	63.000,00	63.000,00
4	Свежа шљива	44.000,00	44.000,00	44.000,00	44.000,00	44.000,00
5	Свеже грожђе	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00
Укупно		272.500,00	272.500,00	272.500,00	272.500,00	272.500,00

Енергетска одрживост инвестиције (соларне сушаре) не захтева коришћење електричне енергије са јавне мреже током њене експлоатације (енергија се црпи из сунчеве енергије). Наравно, предвиђена је могућност приступа система сушаре ка електромрежи, и то током дужих периода без сунчеве инсолације, како би се спречило привремено заустављање процеса производње на огледном добру и негативан утицај на планирану профитабилност. Сходно, реченом, инвестициона анализа је претпоставила нулте трошкове енергије (Табела 6.).

Табела 6. Трошкови енергије (у РСД)

Ред. бр.	Елементи	Године пројекта				
		I	II	III	IV	V
1.	Електрична енергија	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.	Гориво	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Укупно		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Процес експлоатације инвестиције генерише још неке материјалне трошкове (Табела 7.). Коришћење сушаре не захтева посебно одржавање, осим једнократног одржавања хигијене рада (дезинфекција) по сваком појединачном процесу сушења. Трошкови дезинфекције укључују хигијенско брисање производних елемената (унутрашњости сушаре и леса), чиме се умањује ризик присуства патогена и побољшава безбедност добијених прехранбених производа, односно побољшава се квалитет осушеног биљног материјала. Процес одржавања хигијене радног простора укључује третирање свих површина алкохолом, и то у количини од 5 литара алкохола на месечном нивоу (претпостављена је набавна цена алкохола од 200 РСД/л).

Табела 7. Остали материјални трошкови (у РСД)

Ред. бр.	Елементи	Године пројекта				
		I	II	III	IV	V
1.	Дезинфекција	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
2.	Амбалажа	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00
3.	Штампа декларација	1.600,00	1.600,00	1.600,00	1.600,00	1.600,00
4.	Верификација декларација	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
5.	Одржавање система	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00
Укупно		31.700,00	31.700,00	31.700,00	31.700,00	31.700,00

Дистрибуција, транспорт и накнадна продаја готовог производа (сушеног воћа, грожђа и поврћа) захтева употребу адекватне амбалаже, и то пластичних ПВЦ врећица запремине 5 кг (за добијене количине производа током дефинисане сезоне сушења (90 турнуса сушења) потребно је око 400 врећица које се прибављају по цени од 1.5 РСД/врећица). Такође, за потребе транспорта готовог производа прибављају се картонске кутије запремине од 20 кг (сезонске потребе налажу куповину 100 кутија по цени од 60 РСД/кутија). Сав амбалажни материјал се прибавља на локалу.

На врећице са упакованим производом се лепе самолепљиве декларације са захтеваним информацијама о производу. Декларације се штампају код локалног штампара, а трошкови штампе за целу сезону износе око 1.600 РСД. Такође, креирање декларација захтева њихову верификацију из угла нутритивног садржаја производа и потврде да је производ намењен хуманој употреби. Ова активност се спроводи путем услуга локалне филијале завода за јавно здравље.

Додатно, неометан рад сушаре захтева одређена новчана средства за покривање трошкова одржавања процесног система, односно спровођење ситних поправки на објекту и коришћеној опреми.

Неометан рад сушаре захтева ангажман једног екстерног радника (послужиоца). Његова радна задужења обухватају пријем, манипулацију и припрему сировина (биљног материјала) за сушење, и то активности механичког чишћења (прања), одстрањивања коштице (код шљиве и јабуке) и не јестивих делова код појединих биљних сировина, као и адекватно сецкање, одмеравање и накнадно постављање биљног материјала на лесе (10 кг по леси) које се уносе у сушару. По завршетку сушења, радник износи лесе са осушеним прехранбеним производима, надгледа процес хлађења, те спроводи одмеравање и паковање (у ринфуизу) охлађеног осушеног производа у ПВЦ врећице, а врећице у картонске транспортне кутије. Накнадно, радник врши манипулацију и издавање производа купцима, те изводи дезинфекцију објекта и опреме. Трошкови рада једног екстерног радника (у бруто износу) за целу сезону сушења (6 месеци) представљени су наредном табелом (Табела 8.).

Табела 8. Трошкови радне снаге (у РСД)

Ред. бр.	Елемент	Године пројекта				
		I	II	III	IV	V
1.	Рад радника	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00
Укупно		360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00

Трошкови амортизације (Табела 9.) претпостављају трошкове трошења основних средстава током процеса њихове експлоатације, а израчунати су сходно постојећим стандардима коришћеним у националној рачуноводственој пракси. Треба напоменути да се приликом израчунавања амортизације, у обзир узима само основна цена коштања основних средстава, без урачунатог ПДВ.

Табела 9. Амортизација (у РСД)

Врста улагања	Набавна вредност	Век трајања (година)	Стопа амортизације (%)	Годишњи износ амортизације	Године пројекта	Крајња вредност инвестиције
Објекти и грађевине	480.000,00	40	2,50	12.000,00	5	420.000,00
Опрема	720.000,00	10	10,00	72.000,00	5	360.000,00
Инвестициони радови	658.333,33	40	2,50	16.458,33	5	576.041,67
Основна средства	1.858.333,33			100.458,33		1.356.041,67
Обртна средства	223.000,00					223.000,00
Крајња вредност инвестиције						1.579.041,67

Процес сушења прати и генерисање осталих нематеријалних тошкова, који најчешће укључују разна јавна давања правног лица (Табела 10). Са друге стране, Табелом 11. дат је сумаран приказ свих трошкови прераде одабраног воћа, грожђа и поврћа генерисаних током једне сезоне.

Табела 10. Остали нематеријални трошкови (у РСД)

Ред. бр.	Елемент	Године пројекта				
		I	II	III	IV	V
1.	Остали трошкови	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00
Укупно		8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00

Табела 11. Укупни трошкови (у РСД)

Ред. бр.	Назив трошкова	Године пројекта				
		I	II	III	IV	V
I	Материјални трошкови	304.200,00	304.200,00	304.200,00	304.200,00	304.200,00
1.	Директан материјал	272.500,00	272.500,00	272.500,00	272.500,00	272.500,00
2.	Енергија и гориво	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.	Остали материјални трошкови	31.700,00	31.700,00	31.700,00	31.700,00	31.700,00
II	Нематеријални трошкови	468.458,33	468.458,33	468.458,33	468.458,33	468.458,33
1.	Амортизација	100.458,33	100.458,33	100.458,33	100.458,33	100.458,33
2.	Радна снага	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00
3.	Камата по кредиту	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.	Остали нематеријални трошкови	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00
Укупно (I+II)		772.658,33	772.658,33	772.658,33	772.658,33	772.658,33

Детерминацијом свих прихода и трошкова насталих током експлоатације инвестиције (соларне сушаре), у ситуацији смо да израчунамо финансијску успешност вођења поменутог пословног подухвата (Табела 12.). Треба напоменути да стопа пореза на добит у конкретном случају износи 10%.

Табела 12. Биланс успеха (у РСД)

Р.б.	Елемент	Године пројекта				
		I	II	III	IV	V
I	Укупни приходи	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00
1.	Приходи од продаје производа	925.750,00	925.750,00	925.750,00	925.750,00	925.750,00
2.	Генерисани вишак електричне енергије	163.800,00	163.800,00	163.800,00	163.800,00	163.800,00
II	Укупни расходи	772.658,33	772.658,33	772.658,33	772.658,33	772.658,33
1.	Пословни расходи	772.658,33	772.658,33	772.658,33	772.658,33	772.658,33
1.1.	Материјални трошкови	304.200,00	304.200,00	304.200,00	304.200,00	304.200,00
1.2.	Нематеријални трошкови без амортизације и камате по кредиту	368.000,00	368.000,00	368.000,00	368.000,00	368.000,00
1.3.	Амортизација	100.458,33	100.458,33	100.458,33	100.458,33	100.458,33
2.	Финансијски расходи	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1.	Камата по кредиту	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
III	Бруто добит (I-II)	316.891,67	316.891,67	316.891,67	316.891,67	316.891,67
IV	Порез на добит*	31.689,17	31.689,17	31.689,17	31.689,17	31.689,17
V	Нето добит (III-IV)	285.202,50	285.202,50	285.202,50	285.202,50	285.202,50

Сада имамо све елементе за формирање готовинског и економског тока, проистеклих из употребе инвестиције, а који су нам касније потребни за оцену ефеката (Табеле 13. и 14.). Сходно готовинском току приказаном у Табели 13., примећује се да је коришћење инвестиције у свим посматраним годинама ликвидно. Како у приказаном случају

инвестицију финансирамо сопственим средствима, те немамо ануитете проистекле из кредитног аранжмана, то готовински и економски ток имају идентичан изглед.

Табела 13. Готовински ток (у РСД)

Рб	Елемент	Нулта година	Година пројекта				
			I	II	III	IV	V
I	Укупна примања (1+2+3)	2.453.000,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	2.668.591,67
1.	Укупан приход	0,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00
2.	Извори финансирања	2.453.000,00					
	2.1. Сопствени извори	2.453.000,00					
	2.2. Туђи извори	0,00					
3.	Остатак вредности пројекта	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.579.041,67
	3.1. Основна средства	0,00					1.356.041,67
	3.2. Трајна обртна средства	0,00					223.000,00
II	Укупна издавања (4+5+6+7)	2.453.000,00	703.889,17	703.889,17	703.889,17	703.889,17	703.889,17
4.	Вредност инвестиције	2.453.000,00					
	4.1. У основна средства	2.230.000,00					
	4.2. У трајна обртна средства	223.000,00					
5.	Трошкови без амортизације и камате	0,00	672.200,00	672.200,00	672.200,00	672.200,00	672.200,00
6.	Порез на добит	0,00	31.689,17	31.689,17	31.689,17	31.689,17	31.689,17
7.	Ануитети	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
III	Нето примања (I-II)	0,00	385.660,83	385.660,83	385.660,83	385.660,83	1.964.702,50

Табела 14. Економски ток (у РСД)

Рб	Елемент	Нулта година	Година				
			I	II	III	IV	V
I	Укупна примања (1+2)	0,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	2.668.591,67
1.	Укупан приход	0,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00	1.089.550,00
2.	Остатак вредности пројекта	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.579.041,67
	2.1. Основна средства	0,00					1.356.041,67
	2.2. Трајна обртна средства	0,00					223.000,00
II	Укупна издавања (3+4)	2.453.000,00	703.889,17	703.889,17	703.889,17	703.889,17	703.889,17
3.	Вредност инвестиције	2.453.000,00					
	3.1. У основна средства	2.230.000,00					
	3.2. У трајна обртна средства	223.000,00					
4.	Трошкови без амортизације и камате по кредиту	0,00	672.200,00	672.200,00	672.200,00	672.200,00	672.200,00
5.	Порез на добит	0,00	31.689,17	31.689,17	31.689,17	31.689,17	31.689,17
III	Нето примања (I-II)	-	385.660,83	385.660,83	385.660,83	385.660,83	1.964.702,50

По формирању економског тока расположиви су сви елементи неопходни за извођење статичке и динамичке оцене економске ефективности уложених средстава у соларну сушару (Табеле 15-24.).

3.1. Статичка оцена пројекта

За сваку годину анализираног периода израчунава се вредност одабраног индикатора статичке оцене инвестиционог улагања, при чему се једна од година проглашава репрезентативном (година у којој се према процени инвестиција експлоатише у пуном капацитету, што је у пракси најчешће пета година експлоатације). Како се у овом случају инвестиција од иницијалне године експлоатише у пуном капацитету, то се свака година може сматрати репрезентативном. Статичка оцена укључује израчунавање вредности следећих индикатора: економичности производње, акумулативности производње, рентабилности инвестиције и статичког рока повраћаја извршених улагања (Табеле 15-18.).

а) Економичност производње (Коефицијент економичности $K_E = УП / УР > 1$)

Инвестиција ће се сматрати економичном, а њена реализација економски оправданом, уколико је однос вредности прихода и расхода (вредност коефицијента економичности производње) произишлих из њене експлоатације већи од један (Табела 15.).

Табела 15. Коефицијент економичности производње (у РСД)

Године	УП (укупни приходи од продаје производа)	УР (укупни расходи)	$K_E = УП / УР$
0	1	2	3 = 1/2
I	925.750,00	772.658,33	1,20
II	925.750,00	772.658,33	1,20
III	925.750,00	772.658,33	1,20
IV	925.750,00	772.658,33	1,20
V*	925.750,00	772.658,33	1,20

б) Акумулативност (рентабилност) производње (стопа акумулативности $C_A = Д / УП \times 100 > i$)

Стопа акумулативности производње (Табела 16.) показује да ли привредни субјект експлоатацијом инвестиције ствара довољно прихода да покрије трошкове извора финансирања, и преко тога оствари одређен ниво зараде. Инвестиција ће се сматрати економски оправданом уколико је стопа акумулативности у репрезентативној години виша од претходно дефинисане пондерисане цене капитала (дисконтне стопе - i), у нашем случају уколико је виша од 5%.

Табела 16. Стопа акумулативности (у РСД)

Године	Д (добит)	УП (укупни приходи)	$C_A = Д / УП \times 100$
0	1	2	3 = 1/2*100
I	285.202,50	925.750,00	30,81
II	285.202,50	925.750,00	30,81
III	285.202,50	925.750,00	30,81
IV	285.202,50	925.750,00	30,81
V*	285.202,50	925.750,00	30,81

в) Рентабилност инвестиције (предрачунске вредности инвестиције), (стопа рентабилности $C_p = Д / ПВИ \times 100 > i$)

Слично претходном индикатору, стопа рентабилности инвестиције (Табела 17.) показује да ли привредни субјект експлоатацијом инвестиције ствара довољно прихода да покрије трошкове извора финансирања и накнадно оствари зараду. Инвестиција у соларну сушару ће се сматрати економски оправданим уколико је остварена стопа рентабилности виша од претходно дефинисане пондерисане цене капитала (дисконтне стопе - i), у нашем случају уколико је виша од 5%.

Табела 17. Стопа рентабилности (у РСД)

Године	Д (добит)	ПВИ	$C_p = Д / ПВИ \times 100$
I	285.202,50	2.453.000,00	11,63
II	285.202,50	2.453.000,00	11,63
III	285.202,50	2.453.000,00	11,63
IV	285.202,50	2.453.000,00	11,63
V*	285.202,50	2.453.000,00	11,63

г) Време повраћаја инвестиције (статичко), ($T < n$)

По израчунавању статичког рока повраћаја инвестираних средстава, примећује се сразмерно висок ниво исплативости инвестиције у соларну сушару, с обзиром да се иницијално улагање враћа за 4,46 године, односно за 4 године и 5,52 месеца (0,46 x 12 месеци), што је краће од посматраног периода експлоатације.

Табела 18. Време повраћаја инвестиције (у РСД)

Године	Нето примања из економског тока	Кумулативна нето примања
0	-2.453.000,00	-2.453.000,00
I	385.660,83	-2.067.339,17
II	385.660,83	-1.681.678,33
III	385.660,83	-1.296.017,50
IV	385.660,83	-910.356,67
V	1.964.702,50	1.054.345,83

3.2. Динамичка оцена пројекта

а) Нето садашња вредност (НСВ) и интерна стопа рентабилности (ИСР)

Табела 19. Нето садашња вредност и интерна стопа рентабилности, (у РСД)

Р.б.	Елемент	Нулта година	Године					Кумулативно
			I	II	III	IV	V	
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Нето примања из економског тока (колона 3 до колона 7)	-2.453.000,00	385.660,83	385.660,83	385.660,83	385.660,83	1.964.702,50	3.507.345,83
2.	Дисконтна стопа (%)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
3.	Дисконтни фактор $(1+i)^{-n}$ или $1/(1+i)^n$, где је i = дисконтна стопа; n = године пројекта	1,0000	0,9524	0,9070	0,8638	0,8227	0,7835	
4.	Садашња вредност нето примања (колона 3 до колона 7)	-2.453.000,00	367.296,03	349.805,74	333.148,33	317.284,12	1.539.395,82	2.906.930,04
5.	Нето садашња вредност пројекта (колона 2 до колона 7)		453.930,04					
6.	Релативна нето садашња вредност пројекта [(колона 2 до колона 7) / колона 2] > i		0,19					
7.	Интерна стопа рентабилности (ИСР > i)		9,87%					

Расположива финансијска средства привредном субјекту имају вишу вредност данас него у будућем периоду. Из овог разлога, инвестициона анализа се усаглашава са принципом вредности новца у времену, уводећи у прорачун вредности индикатора динамичке оцене, и то: нето садашње вредности (НСВ), интерне стопе рентабилности (ИСР) и динамичког рока повраћаја улагања (Табеле 19-20.).

Сагледавши добијене резултате (Табела 19.) очекује се да ће огледно добро експлоатацијом инвестиције током следећих пет година иницирати раст добити (сведено на иницијални моменат и уз претпостављену дисконтну стопу од 5%) за 453.930,04 РСД. Такође, у складу са вредношћу индикатора интерне стопе рентабилности инвестиција се сматра економски оправданом за огледно добро школе, како је њена вредност изнад вредност претпостављене дисконтне стопе ($9,87\% > 5\%$).

Из угла динамичког повраћаја инвестираних средстава у соларну сушару (Табела 20.), може се очекивати да ће се инвестиција исплатити за 4.71 годину, односно за 4 године и 8.52 месеца ($0,71 \times 12$ месеци), што је краћи временски период од посматраног времена експлоатације инвестиције.

Табела 20. Време повраћаја инвестиције (у РСД)

Године	Садашња вредност нето примања	Кумулативна нето примања
0	-2.453.000,00	-2.453.000,00
I	367.296,03	-2.085.703,97
II	349.805,74	-1.735.898,22
III	333.148,33	-1.402.749,90
IV	317.284,12	-1.085.465,77
V	1.539.395,82	453.930,04

3.3. Доња тачка рентабилности

Пословање у доста неизвесном и ризичном пословном амбијенту, намеће потребу спровођења додатне економске оцене оправданости инвестирања у соларну сушару, базиране на израчунавању доње тачке рентабилности (Табеле 21-23.).

Табела 21. Доња тачка рентабилности (у РСД)

Р.б.	Елемент	Године				
		I	II	III	IV	V
1.	Приход од продаје (П)	925.750,00	925.750,00	925.750,00	925.750,00	925.750,00
2.	Варијабилни трошкови (ВТ)	664.200,00	664.200,00	664.200,00	664.200,00	664.200,00
3.	Фиксни трошкови (ФТ)	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00
4.	Маргинални резултат (МР=П-ВТ)	261.550,00	261.550,00	261.550,00	261.550,00	261.550,00
5.	Преломна тачка рентабилности (ПТР=(ФТ/МР) x 100), у %	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06
6.	Преломна тачка вредносно (ПТВ = (П x ПТР) / 100)	28.315,81	28.315,81	28.315,81	28.315,81	28.315,81
7.	Степен сигурности (СС = ((1 - (ПТВ / П)) x 100), у %	96,94	96,94	96,94	96,94	96,94
8.	Степен сигурности вредносно (СС*П/100)	897.434,19	897.434,19	897.434,19	897.434,19	897.434,19

Добијени резултати упућују на закључак да ће инвестиција бити оправдана и у ситуацији када би током једне производне године обим продаје сувог поврћа, воћа и грочја пао на 3,06%, односно уколико се ниво прихода од продаје одржи изнад 28,315.81 РСД.

Табела 22. Варијабилни трошкови (у РСД)

Р.б.	Елемент	Године				
		I	II	III	IV	V
1.	Варијабилни трошкови (BT = MT + PC)	664.200,00	664.200,00	664.200,00	664.200,00	664.200,00
2.	Материјални трошкови (MT)	304.200,00	304.200,00	304.200,00	304.200,00	304.200,00
3.	Радна снага (PC)	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00

Табела 23. Фиксни трошкови (у РСД)

Р.б.	Елемент	Године				
		I	II	III	IV	V
1.	Фиксни трошкови (ФТ= НМТ - РС)	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00
2.	Нематеријални трошкови (НМТ), без амортизације и камате на кредит	368.000,00	368.000,00	368.000,00	368.000,00	368.000,00
3.	Радна снага (PC)	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00	360.000,00

3.4. Резиме пројекта

Брз преглед претпостављених елемената употребе инвестиције (соларне сушаре) и индикатори оцене економске ефективности инвестирања дати су наредном табелом (Табела 24.). Сходно добијеним вредностима индикатора оцене, може се предпоставити да би улагање у експлоатацију соларне сушаре била добра пословна одлука за огледно добро школе.

Табела 24. Резиме пројекта

Р.б.	Опис	
1.	Предрачунска вредност инвестиције (РСД)	
1.1.	Укупна улагања	2.453.000,00
1.2.	Улагања у основна средства	2.230.000,00
1.3.	Улагања у обртна средства	223.000,00
2.	Извори финансирања	
2.1.	Укупни извори	2.453.000,00
2.2.	Сопствени извори	2.453.000,00
2.3.	Други извори	0,00
3.	Предмет инвестирања	
3.1.	Намена инвестиције	Улагања у изградњу соларне сушаре
3.2.	Почетак инвестирања	У току 2022. године
3.3.	Завршетак инвестирања	У току 2023. године
3.4.	Економски век пројекта	5 (пет) година
3.5.	Тржиште продаје	Домаће
4.	Очекивани ефекти пројекта	
4.1.	<i>Статичка оцена пројекта</i>	
4.1.1.	Економичност	1,20
4.1.2.	Акумулативност	30,81
4.1.3.	Рентабилност	11,63
4.1.4.	Време повраћаја инвестиције	4 године и 5,52 месеца
4.2.	<i>Динамичка оцена пројекта</i>	
4.2.1.	Нето садашња вредност	453.930,04
4.2.2.	Интерна стопа рентабилности	9,87%
4.2.3.	Време повраћаја инвестиције	4 године и 8,52 месеца
4.3.	<i>Доња тачка рентабилности</i>	
4.3.1.	Преломна тачка рентабилности (%)	3,06
4.3.2.	Степен сигурности (%)	96,94
5.	Валута	1 ЕУР = 117,5 РСД

Сходно дужини века експлоатације (40 година) и значаја за унапређење конкурентности пољопривредне производње на националном нивоу, како из угла употребе „зелене технологије“ у производњи хране, изражене енергетске ефикасности понуђеног решења, тако и подршци заснивања производње са додатом вредношћу производа (прерада), претпоставка је да ће се у догледном периоду инвестирање у овакав тип соларне сушаре јавно подржати одређеним видом субвенција. Уколико би у инвестициону анализу унели могућност да ће се 50% иницијално потребних финансијских средстава за опрему (без ПДВ) суфинансирати из јавних извора, генерисаће се доста боља вредност неких од индикатора оцене економске ефикасности инвестирања (примарно НСВ, ИСР и рока повраћаја инвестиционих улагања), који су збирно дати наредном табелом (Табела 25.). На овај начин би се додатно утицало на популаризацију примене ОИЕ у пољопривреди, односно постоји велика вероватноћа да би описани пословни подухват привукао значајно више нових корисника.

Табела 25. Резиме пројекта (имплементација соларне сушаре уз субвенционисање 50% иницијалне вредности инвестиционих улагања у опрему)

Р.б.	Опис	
1.	Предрачунска вредност инвестиције (РСД)	
1.1.	Укупна улагања	2.453.000,00
1.2.	Улагања у основна средства	2.230.000,00
1.3.	Улагања у обртна средства	223.000,00
2.	Извори финансирања	
2.1.	Укупни извори	2.453.000,00
2.2.	Сопствени извори	2.093.000,00
2.3.	Други извори (субвенције 50% вредности инвестиције без ПДВ)	360.000,00
3.	Предмет инвестирања	
3.1.	Намена инвестиције	Улагања у изградњу соларне сушаре
3.2.	Почетак инвестирања	У току 2022. године
3.3.	Завршетак инвестирања	У току 2023. године
3.4.	Економски век пројекта	5 (пет) година
3.5.	Тржиште продаје производа	Домаће
4.	Очекивани ефекти пројекта	
4.1.	<i>Статичка оцена пројекта</i>	
4.1.1.	Економичност	1,20
4.1.2.	Акумулативност	30,81
4.1.3.	Рентабилност	11,63
4.1.4.	Време повраћаја инвестиције	4 године и 3,58 месеци
4.2.	<i>Динамичка оцена пројекта</i>	
4.2.1.	Нето садашња вредност	762.501,47
4.2.2.	Интерна стопа рентабилности	13,65%
4.2.3.	Време повраћаја инвестиције	4 године и 6,06 месеци
4.3.	<i>Доња тачка рентабилности</i>	
4.3.1.	Преломна тачка рентабилности (%)	3,06
4.3.2.	Степен сигурности (%)	96,94
5.	Валута	1 ЕУР = 117,5 РСД

Такође, треба напоменути да је на националном тржишту већ присутан одређен број алтернативних решења сушара сличног, или већег капацитета сушења биљних производа (сушење од 100-300 кг свежег воћа, поврћа, грожђа, печурака и другог). У односу на пројектом понуђено решење, упркос иницијално нижу цене имплементације, њихови недостаци су садржани у израженом еколошком отиску (примарно сушаре на чврста горива, гас или електричну струју), нижем нивоу енергетске ефикасности, монтажном типу објекта, мањој дуговечности експлоатације уграђене опреме (иницијална употреба до 10, максимално до 20 година), немогућности употребе вишка генерисане топлотне

енергије током процеса сушења, или ван сезоне сушења, за неке друге намене (попут загревања производних објеката), и другог.