

ИНСТИТУТ „МИХАЈЛО ПУПИН“ д.о.о. БЕОГРАД
Волгина 15, 11060 Београд

Др Жељко В. Деспотовић, научни саветник

Др Александар Родић, научни саветник

Илија Р. Стевановић, мастер инжењер, истраживач сарадник

**БЕСПРЕКИДНИ ХИБРИДНИ СИСТЕМ НАПАЈАЊА
ЕЛЕКТРИЧНОМ ЕНЕРГИЈОМ СИСТЕМА ЗА НАВОДЊАВАЊЕ
ПОВРТАРСКИХ КУЛТУРА НА ПОЉОПРИВРЕДНОМ ДОБРУ
"Грабовац"-Обреновац**

-Техничко решење –

У Београду, 2020. године

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повтарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

Подаци о техничком решењу

Врста техничког решења	М82
Аутори техничког решења	Др Жељко В.Деспотовић, научни саветник Др Александар Родић, научни саветник Илија Р.Стевановић, истраживач сарадник
Назив техничког решења	БЕСПРЕКИДНИ ХИБРИДНИ СИСТЕМ НАПАЈАЊА ЕЛЕКТРИЧНОМ ЕНЕРГИЈОМ СИСТЕМА ЗА НАВОДЊАВАЊЕ ПОВРТАРСКИХ КУЛТУРА НА ПОЉОПРИВРЕДНОМ ДОБРУ "Грабовац"-Обреновац
За кога је рађено техничко решење?	Институт за Економику Пољопривреде-ИЕП, Београд и Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије
Кључне речи	Обновљиви извори енергије, непрекидно напајање, хибридни системи напајања, ветротурбина, фотонапонски систем, статички прекидач
Ко користи техничко решење?	Огледно пољопривредно добро "Грабовац", Средње пољопривредно-хемијске школе у Обреновцу
Година израде техничког решења	2020.
Година када је почело да се примењује техничко решење и од кога	2020., Средње пољопривредно-хемијске школе у Обреновцу, место Грабовац, општина Обреновац
Ко је прихватио техничко решење?	Институт за Економику Пољопривреде-ИЕП-Београд, Средња пољопривредно-хемијска школа у Обреновцу
Примена резултата	Снабдевање електричном енергијом огледног пластеника у сврху унапређења агротехничких мера наводњавања у пластеницима.
Верификација	(1) Прихваћен Извештај и Студија о реализацији пројекта од стране Министарства Пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, (2) Одржана радионица и презентација резултата пројекта ПРИРОДНИ РЕСУРСИ ВЕТРА И СУНЦА У ЦИЉУ УНАПРЕЂЕЊА АГРОТЕХНИЧКЕ МЕРЕ НАВОДЊАВАЊА: ПРИМЕНА ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ФУНКЦИЈИ ОДРЖИВОГ РУРАЛНОГ РАЗВОЈА СРБИЈЕ у присуству помоћника министра пољопривреде шумарства и водопривреде, (24.09.2020.), (3) Верификација од стране рецензента МНО.

САДРЖАЈ

1. ОБЛАСТ НА КОЈУ СЕ ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ОДНОСИ	4
2. ТЕХНИЧКИ ПРОБЛЕМ	4
3. СТАЊЕ ТЕХНИКЕ	6
4. СУШТИНА И ДЕТАЉНИ ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА	11
4.1. Суштина техничког решења.....	11
4.2. Ситуациони план	12
4.3. Опис концепције.....	14
5. ПРИКАЗ АКТИВНОСТИ И РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ	17
6. ТЕХНО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА	26
7. ЗАКЉУЧАК.....	27
8. ЛИТЕРТУРА	28
9. РАНИЈЕ РЕАЛИЗОВАНА ТЕХНИЧКА РЕШЕЊА АУТОРА	30
10. ПРИЛОЗИ	33

1. ОБЛАСТ НА КОЈУ СЕ ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ОДНОСИ

Техничко решење се односи на област примене и оптималног искоришћења обновљивих извора енергије (сунца и ветра) у комбинацији са мрежним напајањем у циљу унапређења агро-техничких мера наводњавања повртарских култура.

Приказано техничко решење је један од кључних резултата реализације пројекта „Природни ресурси ветра, сунца и воде у циљу унапређења агро-техничке мере наводњавања: примена зелених технологија у функцији одрживог руралног развоја Србије“ (тема 9), у оквиру Програма подстицаја за унапређење система креирања и преноса знања кроз развој техничко-технолошких, примењених, развојних и иновативних пројеката у пољопривреди и руралном развоју у 2019/2020 години. Пројекат број 680-00-00029/2019-02 је финансиран од стране Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије-Управа за аграрна плаћања, Београд (Период реализације 02.10.2019 – 02.10.2020). Студију изводљивости и пројекат бр. 680-00-00029/2019-02 су реализовали:

-Институт за економику пољопривреде, Београд (ИЕП), носилац пројекта и водећи партнер;

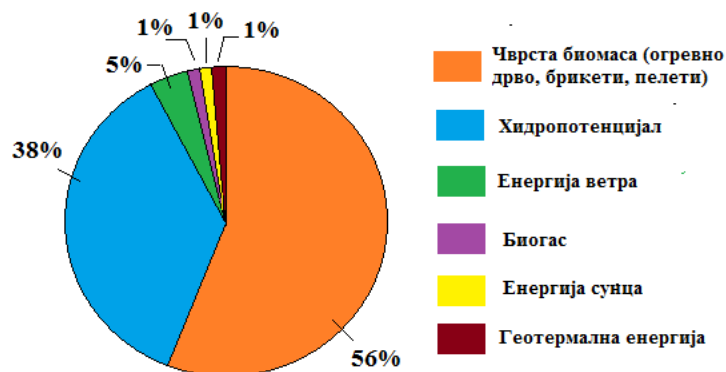
-Институт Михајло Пупин, д.о.о, Београд, Центар за роботiku, партнер на пројекту (израда пројекта за извођење, техничка реализација хибридног постројења);

-Пољопривредно-хемијска школа у Обреновцу, партнер на пројекту.

Техничко решење је реализовано током 2020 године.

2. ТЕХНИЧКИ ПРОБЛЕМ

Коришћење обновљивих извора енергије (ОИЕ) и боље искоришћавање енергије ветра и сунца, заједно са производњом биомасе и могућностима производње енергетских усева, значајна је предност и шанса Србије у области технолошког развоја и заштите животне средине (Стратегија пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период 2014-2024.година).



Графикон 1- Енергетски биланс Србије из 2019 [1]

ПРОИЗВОДЊА ЕНЕРГИЈЕ ИЗ ОИЕ У СРБИЈИ ЈЕ ЈОШ УВЕК ВЕОМА НИСКА. Према подацима Енергетског биланса Републике Србије за 2019. годину [1], учешће ОИЕ у домаћој производњи примарне енергије износи 19.5% (процена за 2018.), односно 18.9% (планирано за 2019.), при чему у структури производње енергије из ОИЕ доминантно учешће има дрвна биомаса и хидроелектрична енергија, док је учешће енергије ветра, биогаса, енергије сунца и геотермалне енергије веома ниско (*Графикон 1*).

Република Србија је чланица Енергетске заједнице, и у циљу интеграције њеног енергетског сектора у енергетски систем ЕУ и испуњавања преузетих обавеза у примени европских директива и одлука, националним стратешким документима предвиђено је ефикасније коришћење енергије и повећање производње и удела енергије из ОИЕ у БРУТО ФИНАЛНОЈ ПОТРОШЊИ ЕНЕРГИЈЕ (БФПЕ).

Техничко решење које је представљено у овом документу се односи на решавање проблематике оптималног и енергетски ефикасног искоришћења енергије сунца и ветра, поузданог и непрекидног напајања система за наводњавање и унапређења агро-техничких мера наводњавања повртарских култура на пољопривредном добру Средње пољопривредно-Хемијске Школе-Обреновац, парцела "Грабовац". Предложени хибридни систем и непрекидни систем напајања у потпуности задовољава захтеве потрошње. У наставку текста је дат опис система потрошача по снагама, као и детаљнији опис сваког од потрошача на поменутој пољопривредној парцели.

Главни енергетски потрошач у систему је потапајућа пумпа протока 10-65 l/min , напора $H=94-35m$, за наводњавање која је потопљена у бунару са подземном водом, на дубини од око 25m. Корисна излазна механичка снага пумпе је $P_2=750W$, док је улазна електрична снага електромотора пумпе $P_1=1300W_{max}$. Коришћени електромотор је монофазни, напона напајања 230V, 50Hz. У оквиру система пластеника, предвиђена је дупла фолија на надувавање, где се уз помоћ компресора који се уграђује унутар пластеника удувава ваздух из пластеника у простор између фолија и на тај начин прави добра топлотна изолација, одличан термички ефекат и добра затегнутост фолија. За рад компресора потребно је обезбедити електричну енергију напона 230V, 50Hz и снагу око 100W. Поред компресора се користи притисна прекидач или опционо временски програматор (тајмер), који регулишу укључивање и искључивање компресора, односно одржавају притисак у међупростору између две фолије. Проветравање пластеника је обезбеђено на две бочне стране ролетнама, при чему се користе одвојени електромоторни погони за обе стране. Ови погони су са релативно великом редукацијом брзине и њихова снага не прелази 200W. На основу претходног, произилази да је инсталирана снага потрошње на овом систему за наводњавање око 1600W. Олакшавајућа околност је та што у систему никада не раде сви потрошачи истовремено, тако да је максимална једновремена снага око 1300W (у пројектним захтевима усвојен је реалан коефицијент једновремености од 0.8)

Примена енергије ветра у комбинацији са соларном енергијом представља један од најефикаснијих хибридних система напајања за различите намене које се односе на примени и унапређењу агро-техничких мера у системима наводњавања. Повољну околност представља и та чињеница да у периодима године када се имају слабије сунчеве инсолације (позна јесен, зима, рано пролеће) природно доминира енергија

ветра. Такође и у летњем периоду (који иначе подразумева доминантну енергију Сунца), нарочито у планинским областима, али не ретко и у равничарским, у ноћним условима када нема сунчеве енергије, енергија ветра постаје доминантна. На овај начин се ове две врсте обновљиве енергије допуњавају, тако да се током целе године има скоро непрекидни систем који може да обезбеди напајање система за наводњавање. Уколико се као додатни извор обезбеди напајање из дистрибутивне мреже 230V, 50Hz, уз обавезно коришћење статичког прекидача, онда се може говорити о непрекидном систему напајања за наводњавање пољопривредних култура. Треба напоменути да је у овим системима потребан батеријски систем за акумулацију енергије ветра и соларну енергију (тзв. „*батеријска банка*“) и он треба да обезбеди напајање система за наводњавање у периодима када нема довољно енергије ветра и (или) енергије сунца.

У случају када је батеријска банка испразњена и није у стању да обезбеди напајање потрошача преко главног АС/DC претварача инвертора, напајање преузима дистрибутивна мрежа 230V, 50Hz.

У техничком решењу је приказана реализација једног оваквог система напајања који је примењен на постројењу за испумпавање воде и заливања повртарских култура по систему „кап по кап“ на школској огледној парцели Средње Техничке Пољопривредно-Хемијске школе из Обреновца, на локацији места Грабовац. Тенденција је да систем наводњавања већином ради у тзв. „*режиму коришћења зелене енергије*“, а само у оним случајевима када је то нужно потребно, систем се аутоматски пребацује на електродистрибутивну мрежу. Поред ових захтева у предложеном техничком решењу је обезбеђена и реализација заштитног уземљења, формирање кабловских траса и полагање свих потребних каблова и остале заштитне опреме (напојни и сигнални кабови, пренапонске заштите и сл.)

3. СТАЊЕ ТЕХНИКЕ

Хибридни системи за напајање електричном енергијом представљају електроенергетске системе који садрже више од једног извора електричне енергије. Уопштено говорећи, хибридни системи напајања снабдевају потрошаче електричном енергијом, која се добија углавном из обновљивих извора [2-7]. Ти системи се најчешће састоје од ветрогенератора, соларних панела, хидро-генератора, а у неким случајевима када се захтева већа аутономија напајања, се у претходној комбинацији користе и дизел-електрични или бензински агрегати [8-10]. Коришћење ових агрегата је скопчано са проблемима уградње, монтаже, проветравања и у крајњем случају значајнијег загађења околног ваздуха. Стога се у специјалним случајевима, као допунски извор може користити и електро-дистрибутивна мрежа, али у том случају је неопходно користити аутоматски статички прекидач. На овај начин поменути хибридни системи напајања постају и непрекидни.

Хибридни системи су јако погодни за напајања система за наводњавање који се налазе у руралним областима и тешко доступним локацијама, где нема могућности напајања са електродистрибутивне мреже или је ово мрежно напајање интермитентног карактера[8-10]. Капацитет хибридних система се креће у опсегу од неколико десетина вати до неколико десетина киловата. Ови системи најчешће могу да складиште

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовоац"-Обреновац

електричну енергију, која је потребна при појави пикова потрошње или када је снага мреже мала. Складиштење се врши у акумулаторским батеријама, помоћу којих се повећава флексибилност и поузданост система. Веома чест случај је да се напајање система за испумпавање воде остварује посредством резервних (тзв. "back-up") система напајања. У овим системима се поред батеријске банке (DC извор) користи други AC извор, односно напојна дистрибутивна мрежа.

Реномирани произвођачи оваквих система (VESTAS, General Electric, SIEMENS...) нуде решења за велике снаге (>10kW) и она су по правилу "On-Grid" системи са синхронизацијом главног инвертора и "круте" дистрибутивне мреже. Ови хибридни системи су базирани на испоруци енергије произведене из сунца и ветра у електродистрибутивну мрежу. Ова решења нису прилагођена за релативно мале потрошаче (потрошаче малих снага), какви се срећу у апликацијама у пољопривреди, односно у системима наводњавања.

На тржишту малих хибридни система (системи са релативно малим захтевима у погледу снаге) се нуде слична техничка решења која се углавном односе на хибридне системе малих снага (до 4kW) базирани на коришћењу ветра и сунца, уз употребу батеријске банке. У већини случајева се остварује комбинација напајања са скупим, бучним и веома загађујућим дизел електричним или бензинским електро агрегатима. Ова решења са дизел или бензинским електро агрегатима, као и решења се коришћењем мрежних прикључака (електро дистрибутивна мрежа), су веома скупа и не укључују осталу инфраструктуру као што су полагање кабловских траса, даљинска комуникација и праћење статуса система напајања, батеријске банке, система за наводњавање, заштита од атмосферских пражњења, пренапонске заштите и сл.

Фирма SOLAR ONLINE из Аустралије:

https://www.solaronline.com.au/solar_wind_hybrid_systems.html, нуди хибридни систем базиран на коришћењу искључиво ветра и сунца без коришћења дизел или бензинског електро агрегата. Постоји могућност доградње са дизел или бензинским електро агрегатом али је то скопчано са релативно великом ценом и са свим претходно поменути манана ових агрегата. Приказ једног таквог хибридног система је дат на Слици 1.



Слика 1- Хибридни систем (сунце-ветар) снаге 1kW производње фирме SOLAR ONLINE[11]

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

Стандардно од ове фирме се нуди следећа опрема и следеће решење:

- 1kW Ветро-турбина са контролером пуњења батерије
- Стуб висине 13m, са сајлама за учвршћење и за монтажу ветротурбине
- Соларни панели
- Рам за монтажу соларних панела, димензионисан за брзине ветра до 40km/h
- MPPT соларни контролер
- LCD дисплеј са логовањем података
- 2kW-4kW соларни инвертор са синусним излазом који у себи опционо може садржавати и батеријски пуњач
- Батеријски пуњач: 85-100A (24VDC), 42-55A (48VDC)
- АС Ауто Transfer Switch са инвертора ка потрошачима
- Соларне батерије са релативно великом дужином празњења
- Батеријски каблови
- Систем за надзор батерије укључујући термо сензоре
- DC развод
- Кабловска инсталација за ветротурбину и соларне панеле
- Заштитна кола
- Пројектовање, монтажа и инсталација опреме
- Систем за праћење сунца (као опција на специјалан захтев)

Овај систем укључује аутономију 3 до 4 часа, при пуној снази потрошње, уз претпоставку да је производња енергије из ветра и сунца редукована. Систем садржи велику батеријску банку. Систем напајања не садржи могућност пребацивања на мрежу.

Пројекција цена једног оваквог хибридног система је дата у Табели I.

Инсталисана снага (W)	Корисна енергија у kWh/ дану	Цена Система	Цена са одговарајућим попустом
2050	7.5	\$38,200.00	\$34,200.00
2575	9.5	\$45,200.00	\$41,200.00
3100	11.5	\$52,750.00	\$48,750.00
3625	13.5	\$59,800.00	\$55,800.00
4150	15.5	\$66,900.00	\$62,900.00

Tabela I- Пројекција цена хибридних система фирме SOLARONLINE-Аустралија

Америчка фирма AGRICULTURE SOLAR нуди слична решења, по систему "кључ у руке" за пољопривредне произвођаче (углавном ратаре и повртаре). Комплетан програм за дату опрему је приказан на линку:

http://www.agriculturesolar.com/3b_wind_&_solar_energy_in_agriculture.html#.X-c7DdThCVM

На Слици 2 је дат приказ хибридног система без интеграције мрежног напајања. Као опција се нуде дизел или бензински електрични агрегати . Такође као опција се нуде и скупии системи за праћење сунчеве путање (тзв . "solar tracking") системи.



Слика 2- Хибридни систем (сунце-ветар) снаге 2kW производње фирме AGRICULTURE SOLAR[12]

Цене оваквих система у производном програму фирме AGRICULTURE SOLAR се крећу у распону 20.000,00-50.000,00USD зависно од апликације и захтева за наводњавањем. Системи не поседују статички прекидач и аутоматско пребацивање на мрежно електродистрибутивно напајање. Системи су наменски прављени за америчко тржиште и прилагођени су захтевима пољопривредних произвођача. Цене за америчке пољопривредне произвођаче су ниже од претходно поменутих уз напомену да су субвенције државе у том случају значајне.

Фирма JAIN DRIP нуди веома интересантно решење интеграције соларних панела и ветро-турбине, које је детаљније приказано са свим техничким детаљима на линку: http://jaindrip.com/Solar/jain_jyot/jain%20jyot%20solar%20wind%20hybrid%20system.htm У овом случају постоји ограничење носивости стуба на коме се монтирају соларни панели и ветро-генератор. Такође у овом случају постоји ограничење у погледу инсталисане снаге, због претходно наведеног ограничења. На Слици 3 је приказан овај тип интеграције хибридних система.



Слика 3- Хибридни систем фирме JAIN DRIP базиран на интеграцији соларних панела и ветротурбине на истом стубу[13]

Хибридни систем приказан на Слици 3 не укључује интеграцију са мрежним напајањем и примењив је на системе релативно мале снаге опсега 500-750W. Цена ових система је у распону 5000.00-8000.00USD и у ову цену нису укључени пратећа инсталациона и

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

заштитна опрема. Обзиром на ограничење инсталисане снаге, специфична цена по вату (киловату) инсталисане снаге је релативно висока.

Шпанска фирма TODENSOLAR нуди решење са вертикалном турбином и припадајућим ветро-генератором, типа *Kliux Geo* (1800W). Детаљнији приказ техничког решења ове фирме је дат на линку : <https://www.todoensolar.com/Solar-wind-hybrid-system>

На Слици 4 је дат приказ хибридног система производње TODENSOLAR базираног на вертикалној ветро-турбини.



Слика 4- Хибридни систем (сунце-ветар) фирме TODENSOLAR базиран на интеграцији соларних панела и вертикалне турбине *Kliux Geo*[14]

Овај систем се састоји од следеће техничке опреме која је у наставку специфицирана по ставкама:

- (1) ВЕТРО-ТУРБИНА са припадајућим компонентама
 - Ротор са вертикалном осом *Kliux Geo* 1800 W
 - Синхрони генератор са перманентним магнетима.
 - Стуб за монтажу, анти-корозивно заштићен одговарајућим премазом
 - Инвертор Mini 2600, 2 kW, 230V, 50 Hz (SANTERNO).
 - GSM комуникациони модул (опција).
 - Мини метеоролошка станица (опција)
- (2) СОЛАРНИ СЕТ
 - Соларни панели, монокристални (4000W instalisano).
 - Соларни инвертор *Sunny Boy* SB4000 TL-20, 4200 W, 230, 50 Hz (SMA).
 - Алуминијумска структура за монтажу соларних панела
- (3) ДИМЕНЗИЈЕ И ТЕЖИНА
 - Генератор са вертикалним ротором и преносом : 237kg
 - Тежина стуба: 232.6 kg.
 - Пречник ротора: 2.36 m.
 - Висина ротора / трансмисије: 3 m / 0.83 m.
 - Висина стуба: до 6 m.

(4) ГЕНЕРАТОР

- Номинална снага генератора: 1.800 W.
- Брзина : 3.5 m / s.
- Аеродинамичка кочница.
- Максимална брзина обртања ротора: 106 об/мин
- Ниво буке на растојању 10m, 32.6 dBA.
- Век трајања: 25 година.

Цена једног оваквог система је око 23.000,00 евра без трошкова транспорта и испоруке. Систем нема интегрисан статички прекидач и могућност интеграције са мрежним напајањем.

На основу прегледа литературе у овој области, као и прегледа комерцијализованих решења, закључак је да су ови хибридни системи реализовани углавном као комбинација коришћења енергије сунца и ветра (опционо дизел или бензински електро агрегат) и да нема баш много доступних стандардних решење по систему "кључ у руке", са интеграцијом мрежног напајања и електронске статичке преклопке. Углавном су системи реализовани у зависности од конкретне ситуације и за конкретну апликацију која зависи од услова наводњавања за дату локацију или пољопривредну парцелу. Цене расположивих комерцијалних хибридних система напајања су релативно високе и нису обично ни технички али и ценовно примерене специфичним пројектним захтевима који се траже у системима за унапређење агро-техничких мера наводњавања. У скоро свим случајевима комерцијалних решења за овакве системе се не нуди варијанта са интеграцијом постојећег напајања са мрежним напајањем 230V, 50Hz и употребом статичке преклопке. Интеграцију са мрежним напајањем и синхронизацију излазног инвертора са мрежом, нуде велике и реномиране фирме (VESTAS, SIEMENS, и ова ON-Grid решења су по правилу за релативно велике снаге (> 100kW). Сходно претходним разлозима, приступило се пројектовању, оптимизацији, реализацији и пуштању у рад новог непрекидног, хибридног система напајања и комплетне електроенергетске и телекомуникационе инсталације, укључујући и систем уземљења и пренапонских заштита. Примењено техничко решење, као једна од битних мера за унапређење напајања на огледној парцели "Грабовац", представља и допринос популаризацији, промоцији и трансферу знања о могућностима коришћења ОИЕ у пољопривредној производњи у Републици Србији.

4. СУШТИНА И ДЕТАЉНИ ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

4.1. Суштина техничког решења

У оквиру овог документа је описано пројектовање и реализација хибридног система напајања који поред коришћења обновљивих извора енергије (ветар и сунце) обезбеђује и непрекидно напајање потрошача у систему наводњавања „кап по кап“ повртарских култура на огледној парцели Средње Техничке Пољопривредно-Хемијске школе из Обреновца, на локацији места Грабовац. У оквиру реализованог система су уграђени ветро-турбина снаге од 500W, систем соларних панела укупне снаге 1100W, батеријска банка 24V=240Ah и припадајућу уређаји енергетске електронике (MPPT пуњачи и излазни инвертор). Додатно је у оквиру система имплементиран електронски

контролисан статички прекидач који обезбеђује релативно брзо пребацивање система напајања из основног примарног режима рада (када се користе обновљиви извори енергије) у секундарни режим када се као извор напајања користи електро-дистрибутивна мрежа 230V, 50Hz. Тенденција је да систем наводњавања већином ради у тзв. „режиму коришћења зелене енергије“, а само у оним случајевима када је то нужно потребно (недостатак ветра или сунца, и у најгорем случају испражњеност батеријске банке) систем се аутоматски пребацује на електро-дистрибутивну мрежу. Систем поседује модул за мониторинг батеријске банке, као и могућност слања статуса како батерије тако и непрекидног хибридног напајања путем GSM/GPRS комуникације.

Главни енергетски потрошач у систему наводњавања је потапајућа пумпа протока 10-65 l/min, напора $H=94-35m$, за наводњавање која је потопљена у бунару са подземном водом, на дубини од око 25m. Корисна излазна механичка снага пумпе је $P_2=750W$, док је улазна електрична снага електромотора пумпе $P_1=1300W_{max}$. Коришћени електромотор је монофазни, напона напајања 230V, 50Hz. У оквиру система пластеника, предвиђена је дупла фолија на надувавање, где уз помоћ компресора који се уграђује унутар пластеника удувава ваздух из пластеника у простор између фолија и на тај начин прави добра топлотну изолација, одличан термички ефекат и добру затегнутост фолија. За рад компресора потребно је обезбедити електричну енергију напона 230V, 50Hz, снаге око 100W. Поред компресора се користи притисна прекидач или опционо временски програматор (тајмер), који регулишу укључивање и искључивање компресора, односно одржавају притисак у међупростору између две фолије. Проветравање пластеника је обезбеђено на две бочне стране ролетнама, при чему се користе одвојени електромоторни погони за обе стране. Ови погони су са релативно великом редукацијом брзине и њихова снага не прелази 200W. На основу претходног произилази да је инсталисана снага потрошње на овом систему за наводњавање око 1600W. Олакшавајућа околност је та што у систему никада не раде сви потрошачи истовремено, тако да је максимална једновремена снага око 1300W (у пројектним захтевима усвојен је разуман коефицијент једновремености од 0.8)

У наставку ће бити представљене основне активности које су претходиле реализацији пројекта и крајњи резултати реализације, док ће на крају бити дата техно-економска анализа исплативости инвестиције.

4.2. Ситуациони план

На Слици 5 је приказана диспозиција објеката и електро-механичке опреме на огледном добру Средње пољопривредно-хемијске школе из Обреновца, које је лоцирано у месту Грабовац.

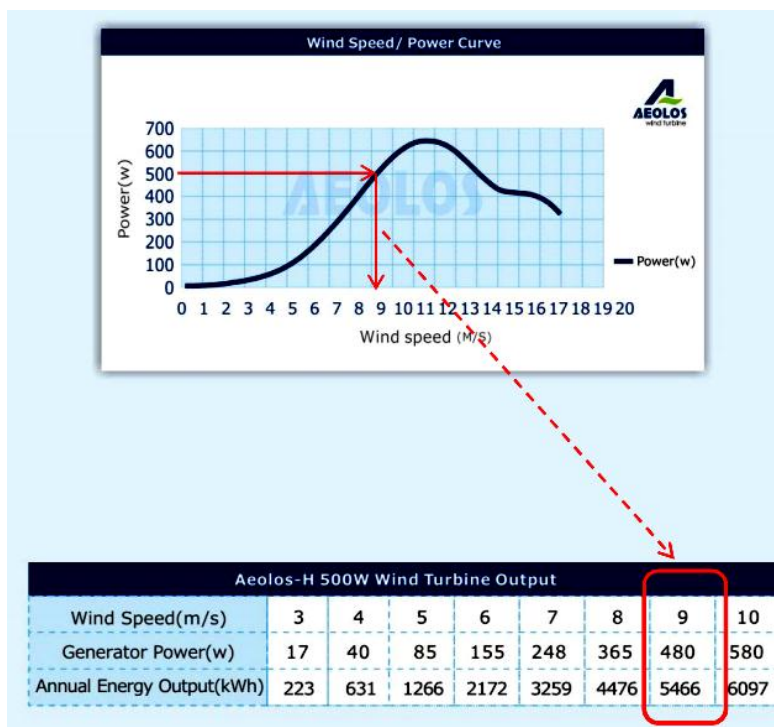
Енергија сунца се обезбеђује из четири соларна панела, сваки максималне снаге 275W, при максималној сунчевој инсолацији од око 1000W/m². Енергија ветра се обезбеђује из ветротурбине чији генератор на свом излазу може да оствари максималну снагу од 500W при брзини ветра од 8-9m/s. Коришћена ветро-турбина у овом систему је АЕОЛОС Н500. Турбина је изведена са три крака, односно лопатице које су начињене од композитног материјала РА66, при чему је ротор пречника 2.7m, ефективне површине пресека кроз који се обрћу лопатице (тзв. "swept area") од 5.7m².

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац



Слика 5- Ситуациони план објекта и опреме на огледном добру "Грабовац"

Номинална брзина обртања ротора ветротурбине је око 480 об/мин. Излазни генератор ветротурбине је трофазни са перманентним магнетима у побуди, номиналног напона 24Vас, излазне учестаности 50Hz (60Hz), и енергетске ефикасности >0.85. На Слици 6 је дата излазна карактеристика снаге коришћене ветротурбине AEOLOS H500. Приказана карактеристика даје зависност излазне електричне снаге ветрогенератора изражене у [kW] у функцији брзине ветра изражене у [m/s].

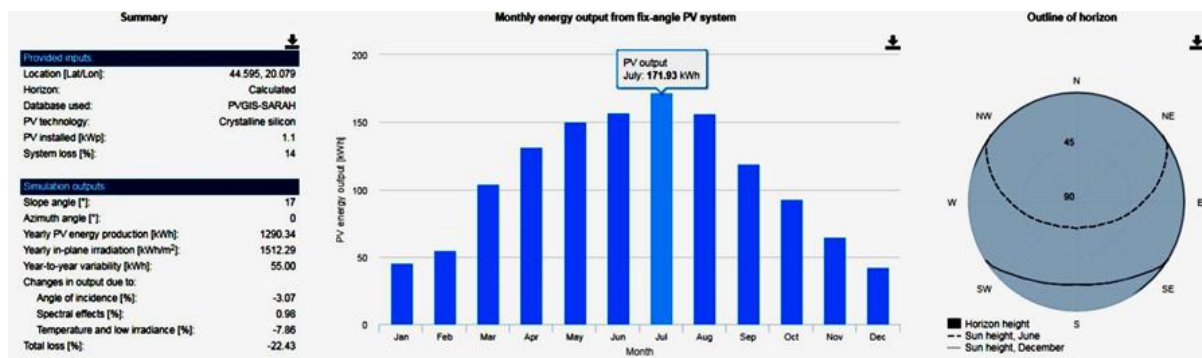


Слика 6- Карактеристика излазне снаге генератора ветротурбине AEOLOS H500

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

Са ове карактеристике се уочава да се при брзини од око 9m/s има на излазу приближно декларисана електрична снаге од 500W. При овим условима је годишња електрична производња од око 5466kWh. Ово је оптимистичка вредност и у процени треба рачунати са средњом годишњом брзином ветра од 5m/s (обзиром на стохастички карактер ове величине), тако да се при том услови може рачунати са средњом годишњом електричном производњом од око 1200kWh.

На Слици 7 је приказана средња годишња производња електричне енергије из четири фотонапонска панела укупне снаге 1100W, на локацији места Грабовац, добијена коришћењем софтвера PVGIS [15]. Највећа средња вредност произведена електричне енергије из соларних панела се има у периоду април-септембар (минимална вредност у септембру од око 120кWh и максимална вредност у јулу од око 170кWh). Са претходног дијаграма се такође може уочити да је укупна средња годишња производња ове групе панела око 1290кWh, што је приближно једнако представљеној средњој годишњој производњи ветротурбине.



Слика 7- Месечне и укупна годишња производња четири соларна панела збирне снаге 1.1kW за локацију места Грабовац

4.3. Опис концепције

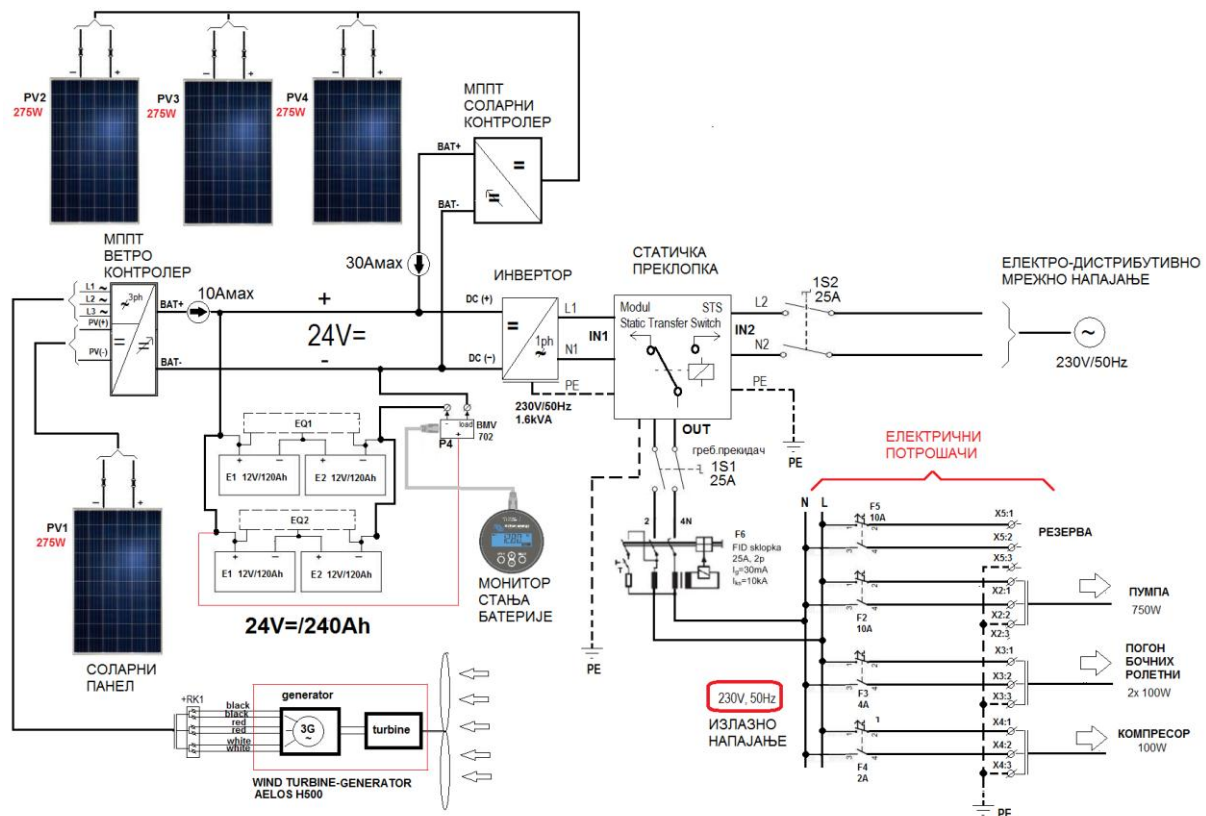
Опис концепције хибридног система напајања је дат у наставку текста, и овај опис се односи на принципску блок шему реализованог хибридног система напајања, која је дата на Слици 8.

Систем обновљивих извора (ветар и сунце) на овој локацији у најбољем случају може да обезбеди максималну снагу од око 1600W. Једносмерни излазни напон паралелно повезаних соларних панела је 18-36Vdc (номинално 24Vdc). Напон ветрогенератора је трофазни, вредности од око 30Vac међуфазно и он се AC/DC претварачем (исправљачем) претвара у једносмерни напон вредности од око 42Vdc, који се доводи на улаз MPPT пуњача (на електричној шеми означен као MPPT ветро-контролер). Максимална струја пуњења батерије из овог склопа је око 10A.

Стабилизација напона и струје из соларног панела и пуњење батеријске банке је остварено DC/DC претварачем (пуњачем) који у себи има имплементиран алгоритам праћења тачке максималне снаге ("Maximum Power Point Tracking"-MPPT). На електричној шеми овај склоп је означен као MPPT соларни контролер. Овим склопом

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

је обезбеђено контролисано и оптимално пуњење батеријске банке максималном струјом од 20А (када је најјача инсолација, односно 1000W/m²). Овај склоп поседује све потребне електричне заштите (напонске и струјне) и обезбеђује максимално искоришћење нелинеарне криве расположиве снаге соларног панела [16-17].



Слика 8- Принципа блок шема хибридног напајања потрошача на огледном добру Грабовац

Паралелно свакој батеријској групи су везани модули за изједначавање напона и струја на батеријама EQ1 и EQ2. На овај начин се постиже равномерно „трошење батерија“ и подиже се животни век батерија, које иначе представљају најскупљи део система. Излазни напон хибридног система напајања је наизменични 230V, 50Hz, тако да је у систему присутан енергетски претварач (инвертор) који претвара једносмерни напон батеријске банке од 24Vdc у напон 230Vac. Овај уређај, обезбеђује напајање свих потрошача у систему, у случају док има довољно енергије из обновљивих извора или батеријске банке. Инвертор даје на свом излазу максималну привидну снагу од 3200VA, односно активну снагу од 2400W, при фактору снаге од 0.8. Ова снага се односи на најнеповољније температурне услове радне околине, односно на околну температуру од +40°C. При нижим температурама околине (типично до +25°C) излазна активна снага која се може остварити је око 2800W. Обзиром да је најкритичније оптерећење пумпа са покретачким монофазним електромотором улазне електричне снаге 1300W, изабран је инвертор који при старту пумпе (најкритичнији режим) даје излазну максимална снагу од око 10kW у краткотрајном временско интервалу од 0.5s. Излазни инвертор садржи све потребне напонске заштите (поднапонска и пренапонска) како на свом једносмерном улазу, тако и на излазним прикључцима 230V, 50Hz. Поред

ових заштита су обезбеђене преко струјне заштите (заштита од преоптерећења и заштита од кратког споја на излазу инвертора).

Напон који обезбеђује ветро-генератор је трофазни, синусни и максималне ефективне вредности од око 30Vac при брзини ветра од око 10m/s, док је при брзини ветра од 9m/s овај напон ефективне вредности од око 24Vac. При овим условима струја по фази је око 6А. Стабилизација напона ветрогенератора је обезбеђена посебним MPPT модулом који је предвиђен за паралелан рад са соларним MPPT контролером (пуњачем). Улазни трофазни напон ветрогенератора се претвара у једносмерни напон посредством улазног исправљача, а овај исправљени напон се затим стабилише и прилагођава батеријском напону. Излазна струја коју обезбеђује овај модул је око 10А при максималној брзини ветра, тако да је укупна струја пуњења батерије, узимајући у обзир и соларне панеле, око 30А при максималним улазним снагама из обновљивих извора енергије (ветра и сунца). Ветро-генераторски MPPT модул има имплементирану додатну функцију механичког кочења ветрогенератора (активирање механичке кочице) у условима јаким (олујних ветрова) када се имају брзине ветра веће од 10m/s. У конкретном случају је механичко кочење ветро-генераторског склопа обезбеђено при брзини ветра од 10m/s. Са карактеристике снаге која је приказана на Слици 6 се управо уочава да се при брзини ветра од 11m/s (што представља критичан случај) има максимална (тзв. "превална" снага од 650W. Рад при овим условима није препоручљив, стога је обезбеђено контролисано механичко кочење генератора када брзина ветра достигне вредност 10 m/s.

Аутономија изведеног система напајања, када се користи поменута батеријска банка је око 2.5h, ако се батерије празне на дубину пражњења од 50%, док је за веће дубине пражњења (око 80-90%) могуће обезбедити електричну енергију у интервалу од 4h. Реални захтев што се тиче времена аутономије, у склопу примена агро-техничких мера наводњавања „кап по кап“ на овом пољопривредном добру, је око 2h. У случају испражњености батеријске банке и редуковане снаге из обновљивих извора (у случају када нема ветра и сунчеве инсолације) предвиђено је аутоматско укључење мрежног напајања 230V, 50Hz, путем аутоматске електронске статичке преклопке (тзв. "Static Trasfer Switch"), који је приказан на електричној принципској шеми на Слици 8, тако да је обезбеђено непрекидно снабдевање система потрошача, односно система за наводњавање, погона компресора пластеника и погона ролетни за проветравање пластеника.

У оквиру батеријске банке је реализован специјалан дигитални електронски склоп који је интегрисан са енергетским струјним шантом (мерним отпорником), осетљивости 1mV/1A, за струјни опсег 0-500A. У оквиру овог модула је такође интегрисано и мерење напона батерије, тако да је у потпуности обезбеђен мониторинг стања батеријске банке (струја пуњења, струја пражњења, напон батерије, стање напуњености –SOC%, дубина пражњења, преостало време аутономије и сл.). На LCD дисплеју овог модула је могуће селективно читавати следеће релевантне величине: струју пуњења/пражњења батерије изражену у [A], напон батерије у [V], тренутну расположиву и процењену енергију батерије до крајње дубине пражњења, изражене у [kWh], дубину испражњености батерија изражене у [%], као и стање напуњености батеријске банке изражене у [%]. Прекострујна заштита свих склопова је изведена аутоматским заштитним прекидачима, док заштита од струјног удара на страни 230V, 50Hz, изведена двополном заштитном склопком за 25A, са диференцијалним дејством

(FID склопка) означена на блок шеми са F6. Струја реаговања диференцијалне заштите је подешена на 30mA.

Потрошачи који се напајају са монофазне сабирнице 230V, 50Hz (погон пумпног агрегата електричне снаге 1300W, погон бочних ролетни пластеника 200W, погон компресора пластеника 100W) су заштићени од превеликих струја (струја преоптерећења и струја кратких спојева), двополним аутоматским заштитним прекидачима. Развод погона бочних ролетни и погона компресора пластеника су изведени са разводног ормарића који је постављен на конструкцији непосредно на улазу у пластеник. У оквиру овог ормарића је предвиђена монофазна сервисна "шуко" утичница за 16A.

Сва поменута опрема и модули енергетске опреме су смештени у енергетском главном разводном орману (ГРО). Разводни орман је предвиђен за монтажу на метални подест. Димензије ГРО су 1000x800x400mm, а сам разводни орман је израђен је од два пута декапираног лима, дебљине 2.5mm, обојен и пластифициран сивом RAL бојом и што је веома битно (обзиром да је изложен спољашњим утицајима) предвиђен је у степену заштите IP66.

Обзиром да је ГРО изложен различитим климатским утицајима вођено је рачуна да опрема у њему буде у приближно стабилним температурним условима и у нормалним условима релативне влажности. У том циљу је предвиђено принудно хлађење ГРО и у њега је постављена група термостат-хигростат заједно са грејачем и вентилатором. На бочним странама ГРО је обезбеђен унис и потис ваздуха за хлађење. У периодима када је релативно висока температура околине (летњи период са температуром околине +40°C), преко термостата се укључује систем за вентилацију ормана, тако да је кроз припадајуће жалужине на горњој страни обезбеђен одвод топлог ваздуха. У периодима када су ниске температуре (зимски период) ради спречавања кондензације у орману укључује се преко групе посебне термостат-хигростат, грејач снаге око 60W, на напону 230V, 50Hz који заједно са вентилатором загрева унутрашњост ормана, исушује унутрашњи простор и спречава појаву кондензације. На бочној страни ормана је постављена прикључна кутија у којој се налази главни прекидач електричног погона пумпе, као и две визуелне светлосне индикације: "рад на обновљиву енергију" (зелена сигнална сијалица) и "рад на електро-дистрибутивном мрежном напајању" 230V, 50Hz, када је укључена црвена сигнална сијалица.

Обзиром да у систему постоји напон 230V, 50Hz, поред поменутих инсталација у систему хибридног напајања је изведено и заштитно уземљење и инсталација за изједначење потенцијала. На овај начин је обезбеђена заштита од струјног удара, и изједначење потенцијала у простору где се потенцијално може наћи руковаоц. Такође су предвиђене додатне мере заштите од електричног удара, као што је речено, уградњом уређаја за диференцијалну заштиту од земљоспоја.

5. ПРИКАЗ АКТИВНОСТИ и РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ

Реализација хибридног система је обухватила следеће активности: (1) монтажа носећег стуба и ветротурбине са електричним генератором, (2) ископ кабловских канала за смештај свих потребних енергетских напојних и сигналних каблова, (3) полагање свих

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

потребних енергетских и сигналних каблова постављених на нивоу у земљи који се налази на 30 cm изнад нивоа цевовода за дистрибуцију техничке воде за наводњавање, (4) постављање кабловске заштите и упозоравајуће траке, (5) постављање система заштитног уземљења постројења (уземљивачких сонди дужине 1.5m и земљовода, односно поцинковане челичне траке приближне дужине око 20m, (6) затрпавање кабловских канала и система уземљења, (7) монтажа главног разводног електроенергетског ормана (ГРО), (8) монтажа четири соларна панела, сваки електричне снаге од 275W, (9) повезивање потрошача са ГРО (потпајајућа пумпа у бунару, електричне снаге 1300W, погон компресора за надувавање дупле фолије, снаге 100W, погон за подизање или спуштање бочних ролетни пластеника снаге 2x100W), (10) функционално тестирање и пуштање целокупног хибридног електроенергетског постројења у експлоатациони рад.

Прва активност која је урађена на локацији огледног добра у Грабовцу је била монтажа стуба ветротурбине са закретним механизмом. Сама конструкција стуба и закретног механизма представљају ново и оригинално техничко решење. Неке од најбитнијих фаза у току ове активности су дате приказом на Слици 9. На Слици 9(а) је дат приказ постављене ветротурбине са генератором, на стубу висине 6m од површине земље. Након постављања је извршено фундаирање стуба са бетонским носачима и одговарајућим контра-теговима.



(a)



(б)



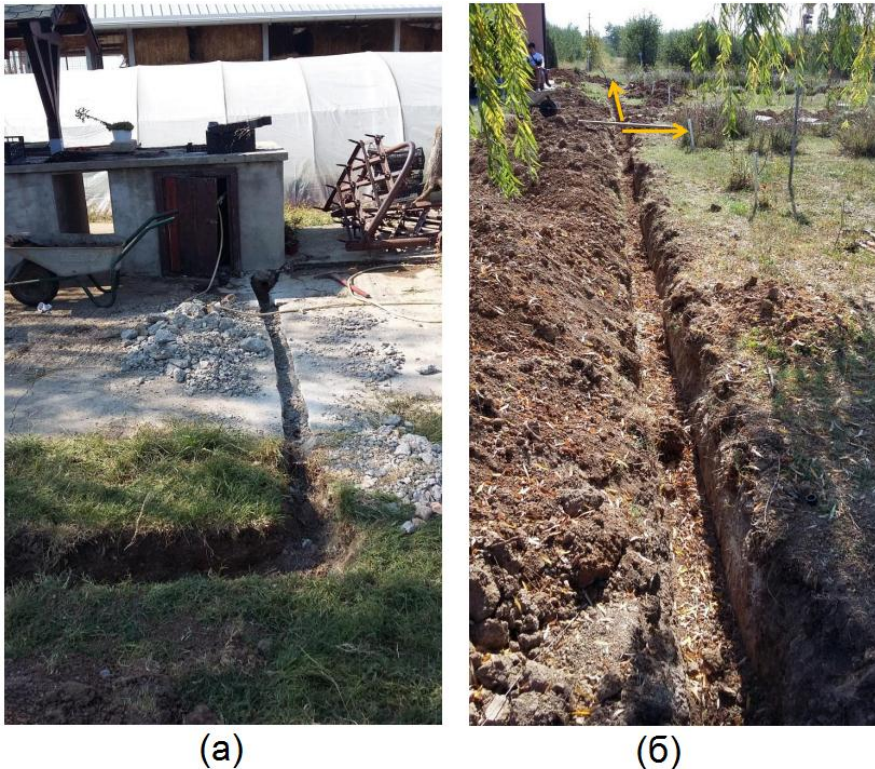
(в)

Слика 9- Монтажа стуба ветротурбине; (а) изглед вертикално постављеног стуба са ветротурбином, (б) стуб постављен у хоризонтални положај ради монтаже генератора и полагања генераторског кабла, (в) обарање стуба у хоризонтални положај

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

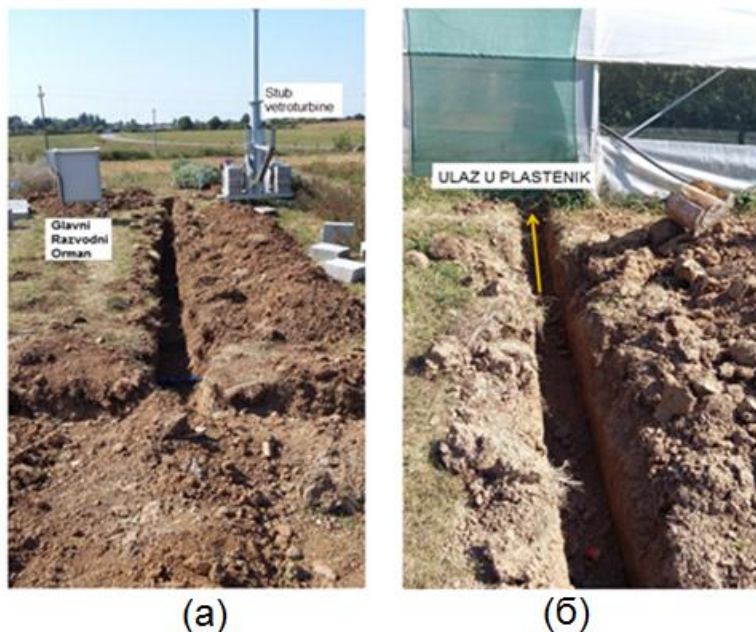
Стуб ветротурбине има могућност закретања и обарања из вертикалног у хоризонтални положај. Хоризонтални положај је уствари сервисни положај и служи када се врше интервенције на самој турбини или електро-генератору. Тако је на Слици 9(б) приказана диспозиција стуба у хоризонталном положају, који је предвиђен за монтажу генератора, постављање напојног кабла електро-генератора и сервисирање самог генератора и његових кључних елемената. Слика 9(б) управо приказује монтажу и полагање генераторског кабла ка ГРО. На Слици 9(в) је дат приказ оборене ветротурбине у хоризонталном положају и постављање механичких граничника и сигурносне механичке опреме.

Друга активност у реализацији овог пројекта се односила на ископ кабловских канала за смештај свих потребних енергетских напојних и сигналних каблова. Треба напоменути да је у исти канал положен цевовод за наводњавање пластеника, на дубини од око 1m, односно 0.5m испод кабловске инсталације. На Слици 10 су приказане два карактеристична дела кабловске трасе-1 која је изведена на потезу *просторија пумпног агрегата-пластеник*. На Слици 10(а) је приказана почетна кабловска траса, односно кабловска траса-1, почев од просторије пумпног агрегата, која је изведена у бетонском каналу (део бетонске плоче кућице пумпног агрегата). На Слици 10(б) је приказан део трасе према пластенику, пре полагања енергетских и сигналних каблова.



Слика 10-Кабловска траса 1 (*просторија пумпног агрегата-пластеник*); (а) почетни део трасе почев од просторије пумпног агрегата; (б) део кабловске трасе према пластенику

На Слици 11 је приказана кабловска траса-2, ка стубу ветротурбине и ГРО. На Слици 11(а) је изведен део поменуте трасе од „Т“ рачвања главног канала ка стубу ветротурбине и ка ГРО. На Слици 11(б) је приказан део трасе према уласку у пластеник.



Слика 11- Кабловска траса 2 (ка стубу ветротурбине и главном разводном орману ГРО); (а) део кабловске трасе од „Т“ рачвања до ГРО и стуба ветротурбине; (б)део кабловске трасе на самом уласку у пластеник

Трећа активност се односила на полагање свих потребних енергетских и сигналних каблова диспозиционо постављених на нивоу у земљи који се налази изнад нивоа цевовода за дистрибуцију техничке воде за наводњавање. Сви каблови (енергетски и сигнални) су типа PP41 и положени су на дубини од 0.5m, и према свим прописима и процедурама за овај тип инсталација. Четврта активност је реализована након полагања каблова, а односила се на додатну заштиту, обележавање и затрпавање кабловских траса. У оквиру ове активности је извршено постављање кабловских PVC штитника, непосредно на растојању 20cm изнад позиције кабла и постављање упозоравајуће траке дуж целе кабловске трасе на растојању од око 20cm изнад пластичних штитника. На овај начин је извршена додатна механичка заштита и обележавање трасе. Ово је било изведено имајући у виду да ће се на том делу огледног добра вршити одговарајући повртарски радови и сађење одређених култура, чиме би постојала потенцијална могућност оштећења каблова.

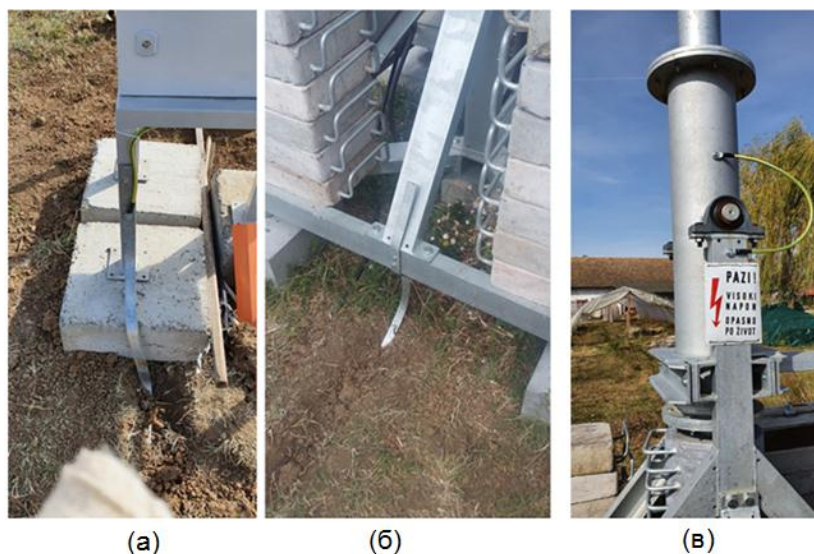
Пета активност се односила на постављање система заштитног уземљења (уземљивачких сонди дужине 1.5m и земљовода, односно поцинковане челичне траке приближне дужине око 20m. На Слици 12 је приказан део заштитног уземљења које је постављено у каналу у непосредној околини стуба ветротурбине и ГРО.



Слика 12- Изглед и начин извођења линијског уземљивача у оквиру система заштитног уземљења хибридног постројења

Уземљивачке сонде дужине 1.5m (3 ком) су постављене на дубини 0.5m, на међусобном растојању од око 6.5m. На овај начин је постигнута хомогена расподела отпора распрострања сваке појединачне сонде, али и комплетног линијског уземљивача. Сонде су међусобно повезане са земљоводом који је изведен поцинкованом челичном траком FeZn 25x4. Прорачунска вредност овако изведеног отпора уземљења, уз усвојени тип тла (мешавина глине 60% и песка 40%) је $R_{uz} \leq 10\Omega$.

На Слици 13 су приказани детаљи изједначења потенцијала и повезивање металних делова носача ГРО и стуба ветротурбине на главни линијски уземљивач.

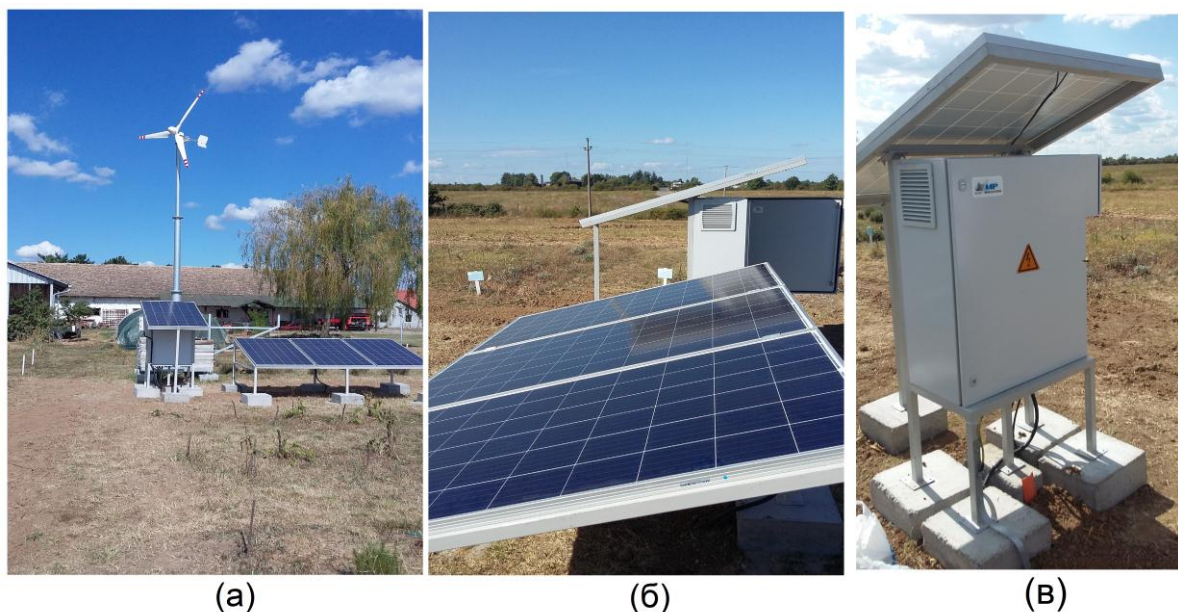


Слика 13- Изједначавање потенцијала и повезивање појединих металних делова постројења на централни линијски уземљивач; (а) спој подеста са уземљивачем, (б) спој стуба ветро-турбине са уземљивачем, (в) спој закретног дела стуба и основе стуба

На Слици 13(а) је приказан спој металног подеста ГРО са централним уземљивачем. У унутрашњости ГРО је извршено спајање између врата и основног дела ГРО са краткоспојником од 16mm² са жуто-зеленом изолацијом. На Слици 13(б) је приказан спој металног стуба ветротурбине са централним уземљивачем. На Слици 13(в) је приказан краткоспојник између закретног и фиксног дела конструкције за монтажу ветротурбине.

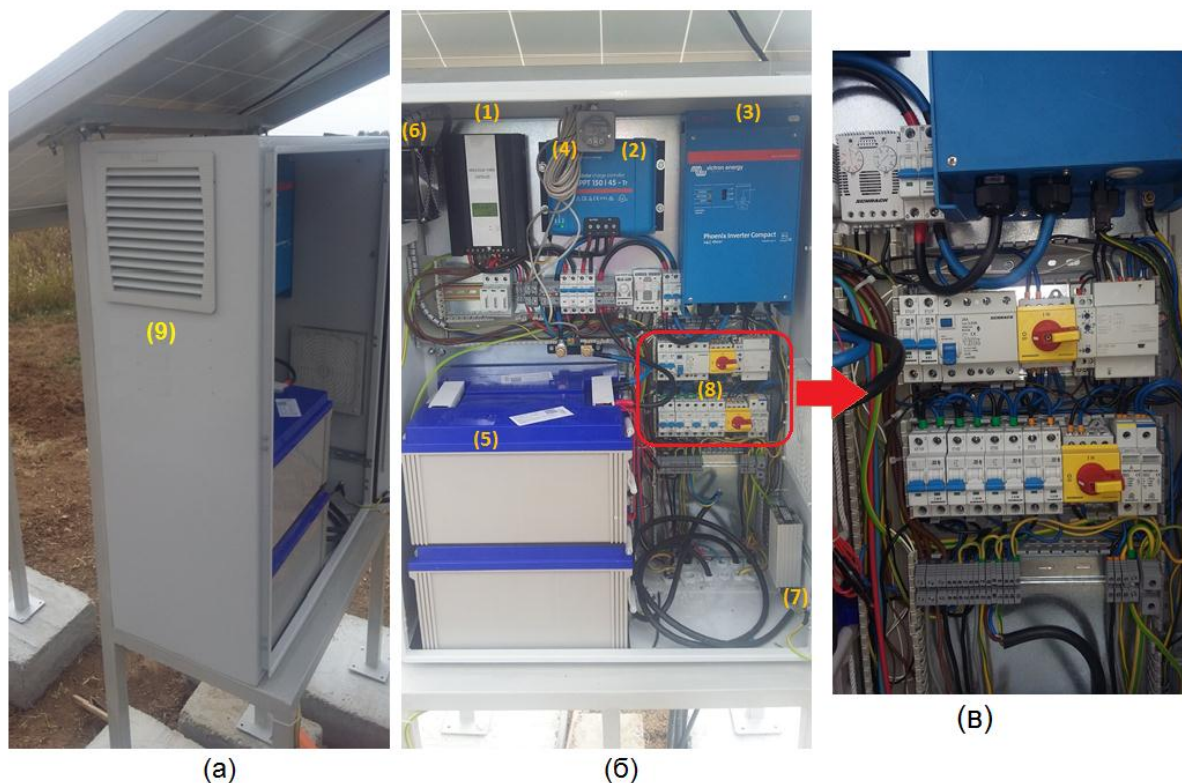
Шеста активност се односила на анти-корозивну изолацију свих спојева у инсталацији уземљивача и затрпавање уземљивачких сонди и поцинковане челичне траке. Након тога је реализована седма активност у циљу монтаже ГРО и припадајућих соларних панела. Приказ резултата ове активности је дат на Слици 14.

На Слици 14(а) је приказан изглед комплетног хибридног постројења које се састоји од ветротурбине на припадајућем стубу висине 6m, система соларних панела (3 панела на подестима на земљи + 1 панел изнад конструкције ГРО) и самог ГРО. На слици 14(б) је приказан систем соларних панела (3+1) ГРО са погледом према ГРО. На слици 14(в) је дат изглед постављеног и фундираног ГРО.



Слика 14- Монтажа ГРО и соларних панела ; (а) изглед постројења након монтаже, (б) изглед носача соларних панела, (в) изглед и фундирање ГРО

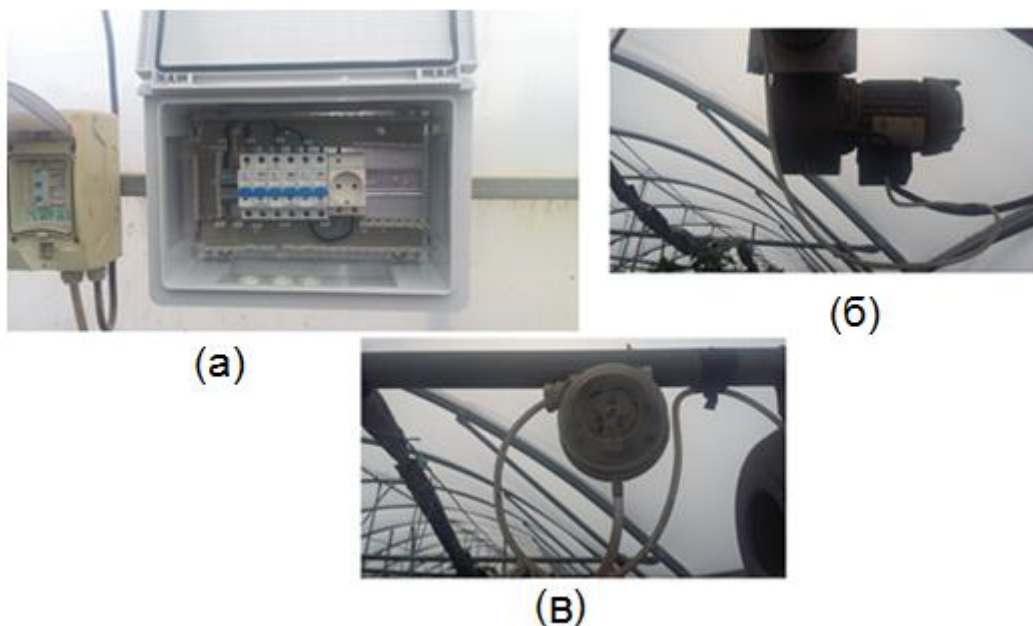
На Слици 15 је дат детаљни приказ монтаже ГРО са закренутиим соларним панелом и приказ унутрашњости ГРО са припадајућом хибридном напајањем и електроенергетском опремом.



Слика 15- ГРО са припадајућом опремом; (а) бочна страна, (б) унутрашњост, (в) аутоматски статички прекидач и остала заштитна и склопна опрема

Као што се види са Сликe 15(б) унутар ГРО је смештена следећа електро-енергетска опрема: (1) MPPT ветро-контролер (DC улаз за 1 соларни панел и три AC улаза са прикључака ветрогенератора, (2) Додатни MPPT соларни контролер за стабилизацију напајања три соларна панела, (3) DC/AC претварач (инвертор) $24V= / 230V, 50Hz$, снаге $3000VA$, (4) Модул за мониторинг стања "батеријске банке" (прикази напон, струја, дубина испражњености и приказ расположиве енергије изражене у kWh), (5) батеријска банка $24V= / 2 \times 120Ah$, (6) вентилатор за хлађење ГРО, (7) грејач снаге $60W$ за грејање ормана у зимском периоду, ради спречавања кондензације (8) аутоматски статички прекидач и остала заштитна и склопна опрема, (9) вентилациони одвод ГРО са жалузинама. На Слици 15(в) је дат детаљни приказ унутрашњости ормана, са акцентом на аутоматски статички прекидач и склопни део кога чине: заштитна FID склопка са диференцијалним дејством и заштитна аутоматска прекострујна опрема, пренапонске заштите и остала склопна опрема (гребенасте склопке и сл.).

У оквиру осме активности је извршена монтажа помоћних разводних ормана и електричних разводних кутија појединих потрошача у систему. На Слици 16 је приказан изглед помоћног разводног ормана (разводног ормарића) који је монтиран у пластенику и из кога се обезбеђује електроенергетски развод погона компресора пластеника и погона подизача бочних ролетни пластеника (чија је монтажа предвиђена у другој фази пројекта. Обезбеђено је напајање резервног потрошача преко монофазне "шучко" утичнице $230V, 50Hz / 16A$.



Слика 16- Детаљни приказ електроенергетске опреме у пластенику; (а) разводни ормарић 230V,50Hz за потрошаче; (б) погон компресора пластеника, (в) пресостат компресора

На Слици 16(а) је приказан разводни ормарић потрошача у пластенику са монтираним заштитним аутоматским прекидачима (монофазним искључивачима) за заштиту од преоптерећења и од кратког споја, укључујући и резервну монофазну утичницу 230V, 50Hz/16A. На Слици 16(б) је приказан електромоторни погон компресора који служи за надувавање двоструке пластичне фолије пластеника, а на Слици 16(в) је приказан пресостат компресора који има задатак да одржава подешени притисак у међупростору пластичне фолије.

У деветој активности је извршено повезивање свих потрошача који се напајају из ГРО и помоћних разводних ормарића и разводних кутија (потпајајућа пумпа у бунару, улазне електричне снаге 1300W и погон компресора у пластенику, снаге 100W).

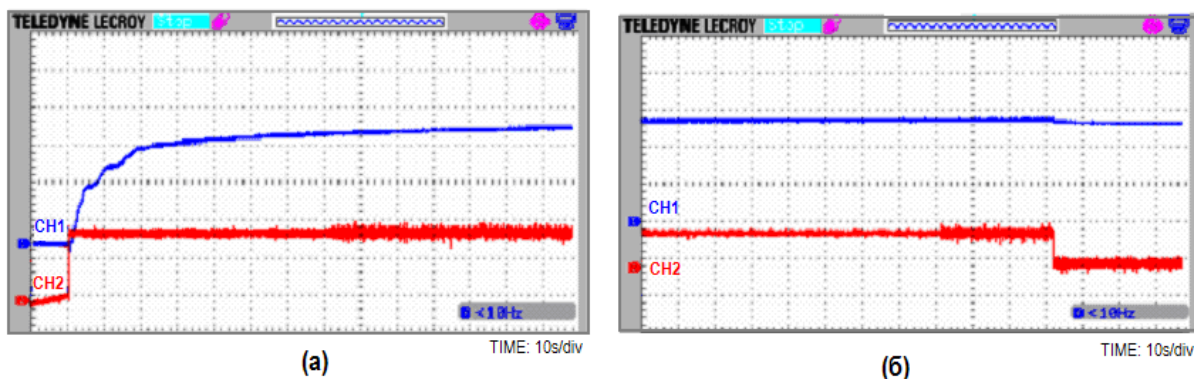
На крају, у десетој активности реализације овог пројекта је извршено комплетно функционално тестирање и пуштање целокупног хибридног електроенергетског постројења у експлоатациони рад.

У наставку ће бити дати неки најбитнији експериментални резултати који су добијени током експлоатационог тестирања и пуштања у рад.

Експериментални резултати

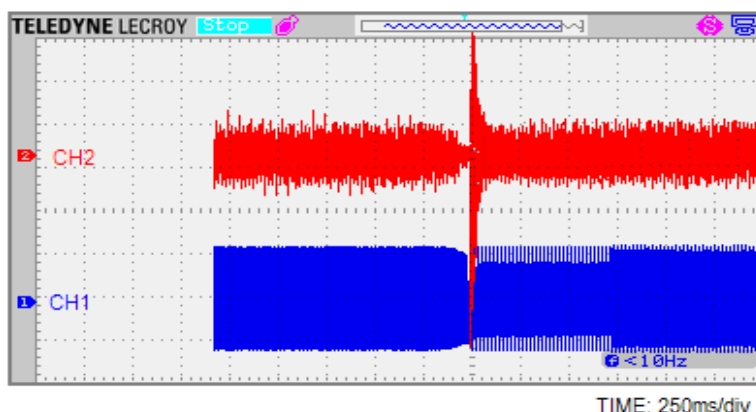
На Слици 17 је дат експериментални снимак режима пуњења батерије преко МРРТ пуњача соларних панела. Када је вршено ово снимање (септембар 2020.) доминантни извор обновљиве енергије је било сунце, тако да се дати снимак односи на соларне панеле. На Слици 17(а) је приказан временски интервал пуњења батерије $24V=/240Ah$ са почетног нивоа напона од 23.5Vdc и при константној струји пуњења од око 18A.

На Слици 17(б) је приказан експериментални снимак временског интервала на крају пуњења при чему је напон батерије износио око 28Vdc, када је батерија била напуњена на SOC=100%. Након достизања SOC=100% струја из MPPT пуњача је редукована на вредност струје „trickle charge“.



Слика 17- Режим пуњења батерије MPPT пуњача соларних панела : (а) временски интервал на почетку пуњења: напон батерије CH1-[1000mV/div] , струја пуњења CH2-[10A/div], (б) временски интервал на крају пуњења: напон батерије CH1-[10V/div], струја пуњења CH2-[20A/div]

На Слици 18 је дат експериментални снимак струје и напона погонског мотора пумпе при његовом преласку са инверторског напајања на мрежно напајање. Са снимка се уочава да се у веома кратком тренутку изврши пребацивање напајања путем електронски контролисане статичке преклопке. Уочава се струјни пик при поновном старту мотора пумпе који одговара његовој полазној струји од око 50А. Такође се уочава да се при овом преласку јавља пропад напона (односно пад напона) у интервалу од око 100ms у току кога се изврши комплетно пребацивање напајања и поновни старт пумпе. Са датог снимак се уочава да је у нормалном раду пумпе, ефективна вредност струје електромотора пумпе износила око 5А, што приближно одговара номиналној струји мотора пумпе чија је улазна електрична снага 1300Wmax.

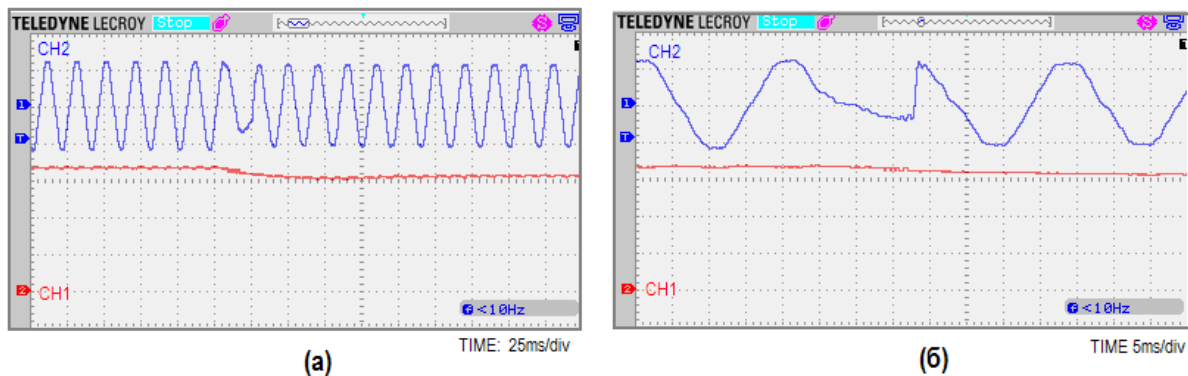


Слика 18- Режим преласка рада пумпе са инверторског напајања 230V, 50Hz на мрежно напајање; CH1-напон мотора пумпе [250V/div], CH2-струја мотора пумпе [15A/div]

На Слици 19 су дати експериментални снимци тестирања статичке преклопке приликом преласка мрежног напајања на инверторско напајање у режиму када су активни

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

потрошачи мањих снага, до 300W, односно погон компресора и погон за подизање ролетни који се налазе у пластенику)



Слика 19- Тестирање статичке преклопке приликом преласка са мрежног напајања на инверторско напајање; CH1-напон батерије [8V/div], CH2-напон потрошача (погон компресора и погон ролетни пластеника) [250V/div]

На Слици 19(а) је дат приказ напона батерије и напона на потрошачима. Са снимка се уочава да се при преласку на инверторско напајање има одређени пад напона на батерији, али да је прелазак на инверторско напајање остварен у релативно кратком интервалу.

Детаљнији приказ овог интервала је дат на снимку на Слици 19(б) где се уочава да је време преласка око 20ms. Ово време је значајно краће у односу када је оптерећење инвертора мотор пумпе, обзиром да се ради о потрошачима значајно мање снаге.

6. ТЕХНО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА

Теоријски посматрано, у хибридном режиму рада ветро-турбина од 500W, плус фотонапонски систем од $4 \times 275W = 1100W$ годишње произведу $1266 + 1290 = 2.566kWh$ електричне енергије, под претпоставком да је средња просечна годишња брзина ветра на локацији Грабовац око 5 m/s. То је значајан енергетски потенцијал, који превазилази потребе наводњавања на Огледном добру Средње пољопривредно-хемијске школе у Грабовцу.

На крају ове кратке анализе даћемо процену рентабилности, односно економске одрживости примене хибридних извора енергије. У ту сврху анализираћемо пример из Грабовца, где су дневне потребе за енергијом око 4 часа при просечној потрошњи око 1200W (уз напомену да се део енергије за потрошаче црпи и из батеријске банке). Ако би са та енергија трошила свакодневно 365 дана по 4 сата (што је песимистичка претпоставка, а реалан интервал је 2-2.5 сати) онда би енергетски конзум био 1752 kWh. Та количина енергије је мања од могуће производње за коју смо рекли да износи 2.166kWh електричне енергије. Значи у оквиру овог система постоји и одређена енергетска резерва.

Да би одредили период повратка инвестиције узећемо претпоставку да се уместо обновљиве енергије користи дизел агрегат који на сат троши око 1 литар горива (бензина или дизела). Ако би свакодневно агрегат радио по 4 сата онда би годишње

потрошио чак 1460 литара горива по цени од 1.25 евра. На основу овога следи да би годишњи трошак за гориво износио 1825 евра односно 215.350,00 динара. Треба напоменути да је дизел или бензински електро агрегат јако непријатан и значајан загађивач еколошког система и да се његовом употребом губи смисао производње тзв. „органичних производа“ на ратарским парцелама. Енергија ветра и сунца је чиста и „зелена енергија“ и као таква не угрожава екосистем.

Цена приказаног реализованог хибридног система је око 10.000евра. На основу ових параметара је могуће одредити период повратка инвестиције само кроз уштеде у гориву. Ако 10.000евра поделимо са 1825евра, добија се да је период повраћаја инвестиције од 5.47 година. Уз подстицаје државе аграрном сектору од 50%, добија се да је период повраћаја инвестиције испод 3 године. Ако се зна да је радни (животни) век система за коришћење обновљивих извора око 25 година, јасно је колике уштеде након треће године овакви хибридни системи могу донети својим корисницима.

На крају још једном треба истаћи да се комбиновањем соларне и ветро енергије могу постићи оптимални резултати, имајући у виду да су сунчева енергија и енергија ветра комплементарне (кад има једне, нема друге, и обратно).

7. ЗАКЉУЧАК

У техничком решењу је приказана реализација једног типа хибридног система напајања који обезбеђује аутономно и свих и непрекидно напајање потрошача у систему наводњавања „кап по кап“ повртарских култура на огледној парцели Средње Техничке Пољопривредно-Хемијске школе из Обреновца, на локацији места Грабовац.

Реализовано хибридно напајање је непрекидно у том смислу, што након редуковане испоруке енергије из ветра и (или) сунца обезбеђује аутономију од око 2.5-3 сата из батеријске банке 24V=240Ah, а након пражњења батерије испод прага 22V, аутоматски се цео систем напајања пребацује са инверторског на мрежно напајање 230V, 50Hz.

Након приказане концепције система хибридног напајања, описане су активности реализације пројекта, дати су неки кључни резултати реализације и приказани су неки од експерименталних резултата. Након тога је дата техно-економска анализа повраћаја инвестиције и извршена је анализа уштеда у поређењу са коришћењем дизел или бензинског агрегата.

На основу представљеног решења и извршене техно-економске анализе следи најбитнији закључак да је реализовани систем напајања је по квалитету и цени конкурентан комерцијалним произвођачима сличних хибридних система.

Овај пројекат је део прве фазе реализације поменутог пројекта, док ће коначни систем бити прилагођен када се поред система наводњавања "кап по кап" уведе систем наводњавања АГРОКАПИЛАРИС, када се предвиђа регулација нивоа воде у воденом танку, који ће бити смештен у пластенику. Такође се планира постављање дигиталне метеоролошке станице, чиме ће бити омогућено праћење климатских параметара на датој локацији у Грабовцу (брзина ветра, сунчева инсолација, температура, притисак, влажност и количина падавина). На овај начин ће бити могуће извршити поређење

постојећег система наводњавања и новог система наводњавања у погледу ефикасности заливања, квалитета плодова, енергетске ефикасности система, утицаја временских услова на процес заливања и сл. Реализовани непрекидни хибридни систем напајања приказан у овом техничком решењу је пројектован да може да подмири потребе свих потрошача који ће бити инсталирани на крају завршне фазе пројекта.

Реализовани систем се може применити и за било који други тип потрошње исте снаге, као што су хибридна напајања телекомуникационих станица, система за дојаву елементарних непогода, метеоролошких станица, у системима хибридних напајања за обавештавање, осматрања и јавног упозоравања (ОиЈУ), као и у свим другим системима који захтевају непрекидно напајање и који поред обновљивих извора енергије (ОИЕ) користе као резервно мрежно напајање из електро-дистрибутивне мреже 230V, 50Hz.

ЗАХВАЛНИЦА

Аутори техничког решења се захваљују сарадницима Александру Миленковићу и Ђорђу Лукићу на техничкој помоћи и учешћу у реализацији овог техничког решења.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Energetski bilans Republike Srbije za 2019. godinu, Službeni glasnik RS br.105/18
- [2] Z.Čorba, V.Katić, V.Porobić, „Hybrid wind-solar power source for remote farms in Vojvodina“, 4th International Conference DEMSEE 2009, Belgrade, 2009, CD ROM, Paper No. P-4.1
- [3] Z. Radaković, N. Paunović, I. Mitev, „Optimalno projektovanje hibridnog sistema za off-grid napajanje električnom energijom“, 17. Telekomunikacioni forum TELFOR 2009, Beograd, 24 – 26 Novembar 2009.
- [4] V. Katić, Z. Čorba, „Korišćenje solarne energije za proizvodnju električne energije“, Forum Solar Therm 2012
- [5] M.Batic, A.Vitorovic, Z.Despotovic, ”The Consideration of Optimal Control Algorithms for Hybrid Renewable Energy Systems”, XVI International Conference YU INFO 2010, Kopaonik, 03-06.03.2010.
- [6] S.Stankov, „Napajanje individualnih potrošača hibridnim sistemima“, Zbornik Međunarodnog kongresa o procesnoj industriji – Procesing, [S.l.], Vol. 27, No. 1, Apr. 2017.
- [7] Ž.Despotović, M.Tajdić, J.Kon, „Hibridno napajanje telekomunikacione opreme daljinskih mernih stanica u sistemima zaštite od poplava“, ENERGIJA, EKONOMIJA, EKOLOGIJA, Vol.35, No1, pp. 350-359, Jun 2020, ISBN 978-86-86199-02-7
- [8] S.S.Durgam, A.B.Musale,S.A.Balki, P.S.Gahane, L.B. Awale, „AC Hybrid Charge Controller“, Int. Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 5, Issue 3, (Part -5) March 2015, pp.5-10

- [9] C.V. Nayar, M. Ashari, W.W.L. Keerthipala, „A grid-interactive photovoltaic uninterruptible power supply system using battery storage and a back up diesel generator”, IEEE Trans. on Energy Conversion, Volume 15, iss. 3, pp. 348 – 353, Sept. 2000.
- [10] M. M. Mahmoud and I. H. Ibrik, „Techno-economic feasibility of energy supply of remote villages in Palestine by PV-systems, diesel generators and electric grid,” Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 10, no. 2, pp. 128–138, 2006.
- [11] https://www.solaronline.com.au/solar_wind_hybrid_systems.html
- [12] http://www.agriculturesolar.com/3b_wind_&_solar_energy_in_agriculture.html#.X-c7DdThCVM
- [13] http://jaindrip.com/Solar/jain_jyot/jain%20jyot%20solar%20wind%20hybrid%20system.htm
- [14] <https://www.todoensolar.com/Solar-wind-hybrid-system>
- [15] PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP
- [16] Chih-Lung Shen, Yong-Xian Ko, „Hybrid-input power supply with PFC (power factor corrector) and MPPT (maximum power point tracking) features for battery charging and HB-LED driving“, Energy, Vol.72, No.1, August 2014, pp.501-509
- [17] M.Majstorović, Ž.V.Despotović, D.Mrščević, B.Đurić, M.Milešević, Z.Stević, "Implementation of MPPT methods with SEPIC converter", 19th International IEEE Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH) 2020, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina;
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9066296>

9. РАНИЈЕ РЕАЛИЗОВАНА ТЕХНИЧКА РЕШЕЊА АУТОРА

Сва раније реализована техничка решења аутора су из 2015. године

9.1. Др Жељко Деспотовић

Александар Родић, Жељко Деспотовић, Милош Јовановић, Илија Стевановић, Свемир Попић, Ђорђе Урукало, Александар Ћосић, Институт Михајло Пупин, Универзитета у Београду, **Експериментални прототип покретног соларног електричног генератора са системом за аутоматско праћење сунца.** Техничко решење је урађено за Институт за економику пољопривреде у Београду у периоду јануар – октобар 2015 год., Техничко решење примењује Удружење повртара - Глогоњ, Београдска 7, 26202 Панчево, село Глогоњ. Техничко решење је резултат пројеката ТР33022, ТР35033. Категорија М85- Ново лабораторијско постројење
ЛИНК:<http://static.pupin.rs/2011/08/Tehnicko-resenje-2015-SOLARNI-GENERATOR.pdf>

Александар Родић, Илија Стевановић, Жељко Деспотовић, Милош Јовановић, Институт Михајло Пупин, Универзитета у Београду, **Експериментално постројење за евалуацију енергетске ефикасности патентираниог концентратора сунчеве енергије и његово даље унапређење.** Техничко решење је урађено за фирму ЕЛЕКТРОМОБИЛИ д.о.о, 21000 Панчево, у периоду март 2015 - октобар 2015 год. Техничко решење је прихваћено и користи се од стране фирме ЕЛЕКТРОМОБИЛИ д.о.о . Техничко решење је резултат пројеката ТР33022, ТР35033. Категорија М85- Ново лабораторијско постројење
ЛИНК:<http://static.pupin.rs/2011/08/Tehnicko-resenje-2015-KONCENTRATOR.pdf>

Петар Мишљен, Жељко Деспотовић, Милан Матијевић, **Регулисани погон резонантног електромагнетног вибрационог дозатора.** Наручилац ФИН – Крагујевац, 2015. Техничко решење је прихваћено и користи се од стране Факултета Инжењерских Наука у Крагујевцу; Техничко решење је резултат пројеката ТР33022
Категорија М85- Ново лабораторијско постројење
ЛИНКОВИ: http://www.mfkg.rs/sajt/Downloads/tehnicka_resenja/TR-85-2015.pdf
http://static.pupin.rs/2011/08/Vibracioni-dozator_Tehnicko-resenje-2015_projekat-TR-33022.pdf

Слободан Вукосавић, Жељко Деспотовић, Младен Терзић, Никола Попов, Никола Лепојевић, Драган Михаић, Електротехнички факултет, Универзитета у Београду, *Институт "Михајло Пупин", Универзитета у Београд, **Експериментално постројење за високонапонско тестирање и хардверску симулацију реалног окружења напојних јединица електростатичких филтара,** Техничко решење урађено за фирму СТЕМП,

Видиковачки венац 25, Београд., Субјект који решење користи: СТЕМП, Београд
Предложено решење је урађено: у периоду јануар 2014 – март 2015. године,
Субјект који је решење прихватио и примењује: СТЕМП, Београд.

Техничко решење је резултат пројеката ТР33022

Категорија М85- Ново лабораторијско постројење

ЛИНК: http://static.pupin.rs/2011/08/ESP_TERET_Hardverski-Simulator-ESP- Tehnicko-resenje-2015_projekat-TR-33022.pdf

Александар Ћосић, Марко Шушић, Душко Катић, Жељко Деспотовић, Институт М.Пупин, **МОБЦОН- Специјализовани софтвер за математичко моделовање мобилних робота**, Техничко решење је реализовано у периоду јануар 2014-октобар 2015. Техничко решење користи Факултет организационих наука-Катедра за софтверско инжењерство, Универзитет у Београду, Јове Илића 154, 11000 Београд.

Техничко решење је резултат пројеката ТР33022, ТР35033.

Категорија М85- Софтвер

ЛИНК: http://static.pupin.rs/2011/08/Softver_MOBCON_2015_projekat-TR-35003.pdf

Ж.В.Деспотовић, А.М.Павловић, Д.Иванић, В.Арсовски, **Индустријски прототипови регулисаних погона вибрационих сита у систему одвојења шљаке и филтарског пепела на ТЕНТ-Б, Обреновац**, (*Уговор бр. 1825 од 10.03.2015, ЈП ЕПС Београд-Привредно друштво "Термоелектране Никола Тесла" д.о.о, Огранак: ТЕНТ-Б, Уиће, Предмет: "Адаптација погона вибросита ТЕНТ-Б"*), Март 2015 године.

Техничко решење је резултат пројеката ТР33022

Категорија М82- Индустијски прототип

ЛИНК: http://static.pupin.rs/2011/08/Vibro-sito-TENT_B_Tehnicko-resenje-2015_projekat-TR-33022.pdf

С.Н.Вукосавић, Ж.В.Деспотовић, Н.Попов, Н.Лепојевић, **Високонапонски високофреквентни (ВНВФ) мулти-резонантни енергетски претварач у системима филтрације димних гасова**, ТЕНТ-А1, Обреновац, октобар 2015. године, Резултат пројекта: ТР33022- *Интегрисани системи за уклањање штетних састојака дима и развој технологија за реализацију термоелектрана и енергана без аерозагађења*,

Категорија М82- Индустијски прототип

ЛИНК: http://static.pupin.rs/2011/08/VNVF-multi-rezonatna-topologija_Tehnicko-resenje-2015_projekat-TR-33022.pdf

9.2. Др Александар Родић

Александар Родић, Жељко Деспотовић, Милош Јовановић, Илија Стевановић, Свемир Попић, Ђорђе Урукало, Александар Ћосић, Институт Михајло Пупин, Универзитета у Београду, **Експериментални прототип покретног соларног електричног генератора са системом за аутоматско праћење сунца.**

Техничко решење је урађено за Институт за економику пољопривреде у Београду у периоду јануар – октобар 2015 год., Техничко решење примењује Удружење повртара - Глогоњ, Београдска 7, 26202 Панчево, село Глогоњ. Техничко решење је резултат пројеката ТР33022, ТР35033.

Категорија М85- Ново лабораторијско постројење

ЛИНК:<http://static.pupin.rs/2011/08/Tehnicky-resenje-2015-SOLARNI-GENERATOR.pdf>

Александар Родић, Илија Стевановић, Жељко Деспотовић, Милош Јовановић, Институт Михајло Пупин, Универзитета у Београду, **Експериментално постројење за евалуацију енергетске ефикасности патентираног концентратора сунчеве енергије и његово даље унапређење.** Техничко решење је урађено за фирму ЕЛЕКТРОМОБИЛИ д.о.о, 21000 Панчево, у периоду март 2015 - октобар 2015 год. Техничко решење је прихваћено и користи се од стране фирме ЕЛЕКТРОМОБИЛИ д.о.о . Техничко решење је резултат пројеката ТР33022, ТР35033.

Категорија М85- Ново лабораторијско постројење

ЛИНК:<http://static.pupin.rs/2011/08/Tehnicky-resenje-2015-KONCENTRATOR.pdf>

9.3. Илија Р.Стевановић

Александар Родић, Жељко Деспотовић, Милош Јовановић, Илија Стевановић, Свемир Попић, Ђорђе Урукало, Александар Ћосић, Институт Михајло Пупин, Универзитета у Београду, **Експериментални прототип покретног соларног електричног генератора са системом за аутоматско праћење сунца.** Техничко решење је урађено за Институт за економику пољопривреде у Београду у периоду јануар – октобар 2015 год., Техничко решење примењује Удружење повртара - Глогоњ, Београдска 7, 26202 Панчево, село Глогоњ. Техничко решење је резултат пројеката ТР33022, ТР35033.

Категорија М85- Ново лабораторијско постројење

ЛИНК:<http://static.pupin.rs/2011/08/Tehnicky-resenje-2015-SOLARNI-GENERATOR.pdf>

Александар Родић, Илија Стевановић, Жељко Деспотовић, Милош Јовановић, Институт Михајло Пупин, Универзитета у Београду, **Експериментално постројење за евалуацију енергетске ефикасности патентираног концентратора сунчеве енергије и његово даље унапређење.** Техничко решење је урађено за фирму ЕЛЕКТРОМОБИЛИ д.о.о, 21000 Панчево, у периоду март 2015 - октобар 2015 год. Техничко решење је прихваћено и користи се од стране фирме ЕЛЕКТРОМОБИЛИ д.о.о . Техничко решење је резултат пројеката ТР33022, ТР35033.

Категорија М85- Ново лабораторијско постројење

ЛИНК:<http://static.pupin.rs/2011/08/Tehnicky-resenje-2015-KONCENTRATOR.pdf>

10. ПРИЛОЗИ

Као прилоге у елаборату овог техничког решења достављамо

- Уговор о пословно-техничкој сарадњи бр.2037/1-19 од 2.08.2019.
- Анекс уговора о пословно-техничкој сарадњи бр. 2037/2-19 од 15.11.2019.
- Студију ТЕХНО И АГРО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ ЕНЕРГИЈЕ ВЕТРА И СУНЦА ЗА ПОТРЕБЕ НАВОДЊАВАЊА У ПОЉОПРИВРЕДНОМ СЕКТОРУ СРБИЈЕ, Институт за економику пољопривреде, Београд, Септембар, 2020. година
**израда Студије подржана је средствима Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије*
- Презентацију пројекта на одржаној радионици на огледној парцели на локацији места "Грабовац," пред представницима Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије и корисницима техничког решења-Средња пољопривредно хемијска школа, Обреновац

10.1. Уговор и Анекс-1 уговора

ИНСТИТУТ МИХАЈЛО ПУПИН д.о.о.
Бр. 2037/1-19
02 AUG 2019 год.
БЕОГРАД

ИНСТИТУТ
ЗА ЕКОНОМИКУ ПОЉОПРИВРЕДЕ
Бр. 27
02.08.2019 год.
БЕОГРАД

**УГОВОР
О ПОСЛОВНОТЕХНИЧКОЈ САРАДЊИ**

Закључен између:

1. Института за економику пољопривреде, 11060 Београд, Ул. Волгина бр. 15, кога заступа директор проф. др Јонел Субић (у даљем тексту: ИЕП), с једне стране

и

2. Института Михајло Пупин – Центар за роботику, 11060 Београд, Ул. Волгина бр.15, кога заступа директор проф. др Сања Вранеш (у даљем тексту: ИМП), с друге стране.

Члан 1.

Овим Уговором уговорне стране се обавезују да ће развијати међусобну сарадњу на реализацији пројектне теме „*Природни ресурси ветра и воде у циљу унапређења агротехничке мере наводњавања: примена зелених технологија у функцији одрживог руралног развоја Србије*“ (у даљем тексту: Пројекат) која је објављена од стране Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије (у даљем тексту: Министарство) у оквиру Конкурса 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 2019. години (у даљем тексту: Конкурс), дана 22.07.2019. године на интернет страници Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије - Управа за аграрна плаћања.

Члан 2.

Предмет овог Уговора је учешће **Института Михајло Пупин – Центар за роботику**, Београд, у тиму за израду Пројекта чији носиоц је **Институт за економику пољопривреде**, Београд.

Члан 3.

Потписници овог Уговора сагласно констатују да је носиоц Пројекта и заједнички представник, који потписује Уговор са Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије и на чији рачун ће Министарство уплатити одобрена средства по Пројекту, **Институт за економику пољопривреде**.

Члан 4.

Институт за економику пољопривреде (ИЕП) се обавезује да:

- активно учествује у изради и реализацији Пројекта и координира са осталим учесницима;
- изврши активности на терену у циљу формирања узорка за истраживање и спровођење истраживања;

- успостави и одржава контакт са примарним и секундарним корисницима Пројекта;
- учествује у припреми и извођењу огледа наводњавања билијних култура уз помоћ енергије добијене из ветро турбине мале снаге, у склопу интегрисаног система са дигиталном метеостаницом.
- учествује у припреми и изради техно и агро-економске анализе предности и недостатака широке примене мале ветро турбине за потребе наводњавања у пољопривредном сектору Србије, у форми Студије;
- учествује у припреми и изради Упутства за коришћење мале ветро турбине, у форми Брошуре;
- учествује у дистрибуцији едукативног материјала;
- учествује у припреми и одржавању промоције о могућностима коришћења малих ветро турбина и представљању резултата Пројекта, на два скупа за најмање 30 учесника;
- уради и достави извештај о извршеним пословима описаним у пројектном задатку руководиоцу Пројекта (проф. др Јонелу Субићу, научном саветнику у ИЕП-у) најкасније 15 дана до дана завршетка Пројекта;
- учествује у изради Извештаја о реализацији свих активности са представљеним резултатима и анализама Пројекта и исти достави МПШВ Републике Србије.
- врши уплату за дефинисане активности у пројектном задатку, а по основу Анекса овог Уговора о исплати за реализоване активности према члановима 2. и 5. овог Уговора.

Члан 5.

Института Михајло Пупин – Центар за роботiku (ИМП) се обавезује да:

- послове из члана 2. и члана 5. овог Уговора изврши стручно и квалитетно у складу са пројектним задатком који је саставни део овог споразума;
- активно учествује у изради и реализацији Пројекта са тимом којим руководи ИЕП;
- изврши активности на терену у циљу формирања узорка за истраживање и спровођење истраживања;
- успостави и одржава контакт са примарним и секундарним корисницима Пројекта;
- учествује у припреми и извођењу огледа наводњавања билијних култура уз помоћ енергије добијене из ветро турбине мале снаге, у склопу интегрисаног система са дигиталном метеостаницом;
- учествује у припреми и изради техно и агро-економске анализе предности и недостатака широке примене мале ветро турбине за потребе наводњавања у пољопривредном сектору Србије, у форми Студије;
- учествује у припреми и изради Упутства за коришћење мале ветро турбине, у форми Брошуре;
- учествује у дистрибуцији едукативног материјала;
- учествује у припреми и одржавању промоције о могућностима коришћења малих ветро турбина и представљању резултата Пројекта, на два скупа за најмање 30 учесника;
- уради и достави извештај о извршеним пословима описаним у пројектном задатку руководиоцу Пројекта (проф. др Јонелу Субићу, научном саветнику у ИЕП-у) најкасније 15 дана до дана завршетка Пројекта;
- учествује у изради Извештаја о реализацији свих активности са представљеним резултатима и анализама Пројекта.

Члан 6.

Уговорне стране су сагласне да ће све информације, податке и документацију која се односи на заједнички посао чувати и да их неће учинити доступним трећим правним и физичким лицима и након престанка важења овог Уговора.

Члан 7.

Све активности везане за реализацију овог Уговора важе само током периода реализације овог Пројекта.

Свака уговорна страна може раскинути уговор уколико друга страна учини тежу повреду уговора, као што су непоштовање одреби овог уговора или кршење добрих пословних обичаја.

Уколико један од потписника жели да откаже Уговор, о својој намери писаним путем мора обавестити другу страну потписницу. У том случају, важи отказни рок у најкраћем трајању од 30 дана, који тече наредног дана од дана пријема обавештења.

Члан 8.

За све што није предвиђено и регулисано овим Уговором, примењиваће се одредбе Закона о облигационим односима.

Члан 9.

Уговорне стране су сагласне да сваки евентуални спор који проистекне из овог Уговора решавају споразумно, а у случају да до споразума не дође, уговара се надлежност Привредног суда у Београду.

Члан 10.

Овај Уговор ступа на снагу даном потписивања од стране обе уговорне стране.

Члан 11.

Овај Уговор је сачињен у 5 (пет) истоветна примерака, од којих свака уговорна страна задржава по 2 (два) примерка, док се један примерак доставља Министарству пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије.


Директор ИМП
Београд
Проф. др Сања Вранеш


Директор ИЕП
Београд
Проф. др Јонел Субић

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

ИНСТИТУТ
ЗА ЕКОНОМИКУ ПОЉОПРИВРЕДЕ
Бр. 3021
15.11. 2019. год.
БЕОГРАД

ИНСТИТУТ МИХАЈЛО ПУПИН ДОО.
Бр. 2037/2-19
15 NOV 2019 год.
БЕОГРАД

На основу Уговора о пословно техничкој сарадњи, број 27 од 02.08.2019. године (у даљем тексту Уговор), закључује се следећи

АНЕКС БР. 1.
УГОВОРА О ПОСЛОВНО ТЕХНИЧКОЈ САРАДЊИ
бр. 27 од 02.08.2019. године

Између:

1. **Институт за економику пољопривреде**, 11060 Београд, Ул. Волгина бр. 15, кога заступа директор проф. др Јонел Субић (у даљем тексту: ИЕП), с једне стране

и

2. **ИНСТИТУТ МИХАЈЛО ПУПИН ДОО БЕОГРАД**, 11060 Београд, Ул. Волгина 15, кога заступа директор Проф. др Сања Вранеш, дипл.инж. (у даљем тексту: ИМП), с друге стране,

у циљу реализације и накнаде трошкова реализације пројектне теме 9 „Природни ресурси ветра и воде у циљу унапређења агротехничке мере наводњавања: примена зелених технологија у функцији одрживог руралног развоја Србије“ (у даљем тексту: Пројекат) по Конкурсу Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде (у даљем тексту МПШВ) 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 2019. години, Уговорне стране су сагласне да закључе овај Анекс бр. 1 уз Уговор о пословно техничкој сарадњи бр. 27 од 02.08.2019. године (у даљем тексту Уговор).

Члан 1.

Овим Анексом бр. 1 (сагласно члану 4. став 12. Уговора), регулише се начин плаћања накнада за активности које на Пројекту реализује ИМП, и одређују конкретна лица и обим послова сваког од тих лица ангажованих од стране ИМП на реализацији Пројекта.

Овим Анексом бр. 1, сагласно члану 5 Уговора, ИМП именује др Александра Родића да узме учешће у поставци експерименталних мерења и организовању и извођењу техничке реализације Пројекта, што обухвата следеће активности:

- извођење огледа са ветро турбином у средњој Пољопривредно хемијској школи у Обреновцу за потребе наводњавања билих култура енергијом ветра;
- мерење, прикупљање и обрада резултата експерименталних мерења и техно анализа предности и недостатака примене малих ветротурбина у процесу наводњавања у пољопривреди Србије;
- учешће у изради Упутства за коришћење ветротурбина у процесу наводњавања у пољопривреди, у форми брошуре на минимум 4 стране;
- учешће у изради брошуре са резултатима Пројекта на минимум 4 стране;
- учешће у изради Студије о техно и агро-економским аспектима предности и недостатака примене малих ветротурбина у процесу наводњавања;

- учешће у успостављању и одржавању контаката са примарним и секундарним корисницима Пројекта, кроз организацију и учешће на две едукативне радионице са по најмање 30 учесника;
- учешће у промоцији и медијском представљању Пројекта;
- учешће у изради Извештаја о реализацији свих активности са представљеним резултатима и анализама и достава Извештаја о извршеним пословима описаним у пројектном задатку руководиоцу Пројекта (проф. др Јонел Субић, научни саветник у ИЕП-у), најкасније 15 дана до дана завршетка пројекта;
- учешће у изради Завршног Извештаја везаног за Пројекат.

Овим Анексом бр. 1, сагласно члану 5 Уговора, ИМП именује др Жељка Деспотовића да узме учешће у поставци експерименталних мерења и организовању и извођењу техничке реализације Пројекта, што обухвата следеће активности:

- извођење огледа са ветро турбином у средњој Пољопривредно хемијској школи у Обреновцу за потребе наводњавања биљних култура енергијом ветра;
- мерење, прикупљање и обрада резултата експерименталних мерења и техно анализу предности и недостатака примене малих ветротурбина у процесу наводњавања у пољопривреди Србије;
- учешће у изради Упутства за коришћење ветротурбина у процесу наводњавања у пољопривреди, у форми брошуре на минимум 4 стране;
- учешће у изради брошуре са резултатима пројекта на минимум 4 стране;
- учешће у изради Студије о техно и агро-економским аспектима предности и недостатака примене малих ветротурбина у процесу наводњавања;
- учешће у успостављању и одржавању контаката са примарним и секундарним корисницима Пројекта, кроз организацију и учешће на две едукативне радионице са по најмање 30 учесника;
- учешће у промоцији и медијском представљању Пројекта;
- учешће у изради Извештаја о реализацији свих активности са представљеним резултатима и анализама и достава Извештаја о извршеним пословима описаним у пројектном задатку руководиоцу Пројекта (проф. др Јонел Субић, научни саветник у ИЕП-у), најкасније 15 дана до дана завршетка пројекта;
- учешће у изради Завршног Извештаја везаног за Пројекат.

Овим Анексом бр. 1, сагласно члану 5 Уговора, ИМП именује др Милоша Јовановића да узме учешће у поставци експерименталних мерења и организовању и извођењу техничке реализације Пројекта, што обухвата следеће активности:

- извођење огледа са ветро турбином у средњој Пољопривредно хемијској школи у Обреновцу за потребе наводњавања биљних култура енергијом ветра;
- мерење, прикупљање и обрада резултата експерименталних мерења и техно анализу предности и недостатака примене малих ветротурбина у процесу наводњавања у пољопривреди Србије;
- учешће у изради Упутства за коришћење ветротурбина у процесу наводњавања у пољопривреди, у форми брошуре на минимум 4 стране;
- учешће у изради брошуре са резултатима Пројекта на минимум 4 стране;
- учешће у изради Студије о техно и агро-економским аспектима предности и недостатака примене малих ветротурбина у процесу наводњавања;
- учешће у успостављању и одржавању контаката са примарним и секундарним корисницима Пројекта, кроз организацију и учешће на две едукативне радионице са по најмање 30 учесника;

- учешће у промоцији и медијском представљању Пројекта;
- учешће у изради Извештаја о реализацији свих активности са представљеним резултатима и анализама и достава Извештаја о извршеним пословима описаним у пројектном задатку руководиоцу Пројекта (проф. др Јонел Субић, научни саветник у ИЕП-у), најкасније 15 дана до дана завршетка пројекта;
- учешће у изради Завршног Извештаја везаног за Пројекат.

Овим Анексом бр. 1, сагласно члану 5 Уговора, ИМП именује Илију Стевановића, мастер, да узме учешће у поставци експерименталних мерења и организовању и извођењу техничке реализације Пројекта, што обухвата следеће активности:

- извођење огледа са ветро турбином у средњој Пољопривредно хемијској школи у Обреновцу за потребе наводњавања бильних култура енергијом ветра;
- мерење, прикупљање и обрада резултата експерименталних мерења и техно анализу предности и недостатака примене малих ветротурбина у процесу наводњавања у пољопривреди Србије;
- учешће у изради Упутства за коришћење ветротурбина у процесу наводњавања у пољопривреди, у форми брошуре на минимум 4 стране;
- учешће у изради брошуре са резултатима Пројекта на минимум 4 стране;
- учешће у изради Студије о техно и агро-економским аспектима предности и недостатака примене малих ветротурбина у процесу наводњавања;
- учешће у успостављању и одржавању контаката са примарним и секундарним корисницима Пројекта, кроз организацију и учешће на две едукативне радионице са по најмање 30 учесника;
- учешће у промоцији и медијском представљању Пројекта;
- учешће у изради Извештаја о реализацији свих активности са представљеним резултатима и анализама и достава Извештаја о извршеним пословима описаним у пројектном задатку руководиоцу Пројекта (проф. др Јонел Субић, научни саветник у ИЕП-у), најкасније 15 дана до дана завршетка пројекта;
- учешће у изради Завршног Извештаја везаног за Пројекат.

Члан 2.

Уговорне стране су сагласне да, на име трошкова ангажовања именованих лица из члана 1 овог Анекса на реализацији Пројекта, ИЕП плати ИМП износ од **425.000,00 динара** на рачун из става 2 члана 4. овог Анекса, најкасније до 31. августа 2020. године, у складу са планираним износима наведеним у Табели 1 пријаве на Конкурс МПШВ 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 2019. години, пројектна тема 9.

Именована лица из члана 1 овог Анекса имају право на награду за свој рад. О условима, висини и начину плаћања ове накнаде именована лица ће се споразумети са ИМП у току трајања Пројекта.

Члан 3.

Овим Анексом бр. 1 ИЕП се обавезује да, у складу са планираним износима наведеним у Табели 1 Пријаве на Конкурс МПШВ 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 2019. години, пројектна

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ- Беспрекидни хибридни систем напајања електричном енергијом система за наводњавање повртарских култура на пољопривредном добру "Грабовац"-Обреновац

тема 9, а на име трошкова набавке опреме, путних трошкова и трошкова постављања, одржавања и праћења огледа, плати ИМП-у износ од **935.000,00 динара бруто** на рачун из става 2 члана 4 овог Анекса, од којег износ од 930.000,00 динара бруто представља накнаду трошкова набавке опреме и трошкова постављања, одржавања и праћења огледа чији је крајњи корисник Пољопривредно-хемијска средња школа у Обреновцу, а износ од 5.000,00 динара бруто је накнада за покриће путних трошкова, а по основу спецификације трошкова и издатих рачуна.

Члан 4.

Овим Анексом бр. 1, сагласно члану 4. став 12. Уговора, регулише се и начин плаћања накнаде режијских трошкова који се не могу одвојено приказати (трошкови струје, воде, комуникација, коришћења просторија и слично).

ИЕП се обавезује да накнаду режијских трошкова плати ИМП-у укупном износу од 50.000,00 динара бруто, а на основу доказа о наменском коришћењу средстава и то најкасније до 31. августа 2020. године, на рачун ИМП-а бр. 160-000000325872-26 код Banca Intesa a.d. Beograd, у складу са планираним износима наведеним у Табели 1 Пријаве на Конкурс МПШВ 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 2019. години (пројектна тема 9).

Члан 5.

ИМП се обавезује да докаже о утрошку уплаћених средстава према предложеном трошковнику архивира и достави по потреби надлежним органима.

Члан 6.

Саставни део овог Анекса је Финансијски план, а по основу Решења МПШВ бр. 680-00-00029/1/2019-02 од 01.10.2019. године и закљученог Уговора МПШВ са ИЕП о регулисању међусобних права и обавеза у погледу коришћења подстицаја за реализацију Пројекта бр. 680-00-00029/2/2019-02 од 02.10.2019.

Члан 7.

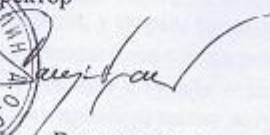
У свему осталом, основни Уговор о пословно техничкој сарадњи остаје на снази.

Члан 8.

Овај Анекс ступа на снагу даном потписивања од стране обе уговорене стране.

Овај Анекс је сачињен у 4 (четири) истоветна примерка, од којих свака уговорна страна задржава по 2 (два) примерка.

За ИМП
Директор
Проф. др Сања Вранеш, дипл.инж.



За ИЕП
Директор
Проф. др Јонел Субић



10.2. Студија



*Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије
Управа за аграрна плаћања, Београд*

Пројекат број 680-00-00029/2019-02

Период реализације 02.10.2019 – 01.10.2020.

**ТЕХНО И АГРО-ЕКОНОМСКА
АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ
ЕНЕРГИЈЕ ВЕТРА И СУНЦА
ЗА ПОТРЕБЕ НАВОДЊАВАЊА
У ПОЉОПРИВРЕДНОМ
СЕКТОРУ СРБИЈЕ**
- *студија** -



**израда Студије подржана је средствима Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије*

Институт за економику пољопривреде, Београд
Септембар, 2020. година



Пројекат реализовали:

- Институт за економику пољопривреде, Београд (ИЕП), носилац пројекта и водећи партнер;
- Институт Михајло Пупин, д.о.о, Београд, Центар за роботику (ИМП), партнер на пројекту;
- Пољопривредно-хемијска школа у Обреновцу, партнер на пројекту.

Локација експерименталних и теренских истраживања: Средња пољопривредно-хемијска школа, Обреновац, огледно имање Грабовац.

Студија је резултат реализације пројекта „Природни ресурси ветра и воде у циљу унапређења агротехничке мере наводњавања: примена зелених технологија у функцији одрживог руралног развоја Србије“ (тема 9), у оквиру Програма подстицаја за унапређење система креирања и преноса знања кроз развој техничко-технолошких, примењених, развојних и иновативних пројеката у пољопривреди и руралном развоју у 2019. години

Пројектни тим:

Институт за економику пољопривреде:

Јонел Субић, проф. др	руководилац пројекта
Марко Јелочник, др	члан пројектног тима
Лана Настић, др	члан пројектног тима
Весна Параушић, др	члан пројектног тима
Светлана Рољевић Николић, др	члан пројектног тима
Велибор Потребић, ма	члан пројектног тима
Владо Ковачевић, др	члан пројектног тима
Биљана Грујић Вучковски, др	члан пројектног тима
Маријана Јовановић Тодоровић, мр	члан пројектног тима

Институт Михајло Пупин, Центар за роботику:

Александар Родић, проф. др	члан пројектног тима
Жељко Деспотовић, др	члан пројектног тима
Илија Стевановић, ма	члан пројектног тима
Александар Миленковић	стручни сарадник

Пољопривредно-хемијска школа, Обреновац:

Драгољуб Златановић	члан пројектног тима
---------------------	----------------------



САДРЖАЈ

Увод.....	4
1. Опис пројекта.....	5
2. Производња и потрошња енергије из обновљивих извора у Србији: анализа стања.....	6
3. Коришћење обновљивих извора енергије у сектору пољопривреде Србије.....	9
4. Могућности оптималног искоришћења енергетских потенцијала ветра и сунца у пољопривреди Србије.....	11
5. Технички аспекти примене ветротурбина мале снаге и енергије сунца у циљу унапређења агротехничке мере наводњавања.....	16
6. Економски и еколошки аспекти примене обновљивих извора енергије у процесу наводњавања усева у пољопривредној производњи.....	30
6.1. Економска оправданост употребе ветро генератора и соларних панела у пластеничкој производњи поврћа.....	31
6.2. Еколошки аспекти примене обновљиве енергије у процесу наводњавања усева.....	44
Закључна разматрања.....	45
Литература.....	48



УВОД

Пројекат „Природни ресурси ветра и воде у циљу унапређења агротехничке мере наводњавања: примена зелених технологија у функцији одрживог руралног развоја Србије“ (тема 9) бави се техно и агро-економском анализом примене обновљивих извора енергије за потребе наводњавања у пољопривредном сектору Србије.

Финансиран је средствима Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије (скр. МПШВ), а реализовао га је Институт за економику пољопривреде, Београд, у сарадњи са партнерским институцијама: Институтом Михајло Пупин, д.о.о, Београд, Центар за роботiku (ИМП) и Пољопривредно-хемијском средњом школом у Обреновцу, у периоду октобар 2019. – октобар 2020. година.

У оквиру пројекта инсталирано је експериментално интегрисано постројење „ветротурбина мале снаге-соларни панел-пумпа за воду“, за потребе наводњавања бильних култура, на огледном пољопривредном добру Грабовац Пољопривредно-хемијске средње школе у Обреновцу. Извршена су експериментална мерења и одговарајуће техничке и економске анализе, у циљу сагледавања предности и недостатака коришћења енергије ветра и сунца у процесу наводњавања повртарских култура у заштићеном простору.

Пројекат представља наставак истраживања могућности веће примене обновљивих извора енергије (скр. ОИЕ) у пољопривреди и руралном развоју Србије, развојем уређаја за производњу ОИЕ и јачањем свести код пољопривредних произвођача и других учесника у руралном развоју о значају и предностима коришћења ових извора енергије.

Значај ових истраживања већ неколико година уназад препознаје и финансира МПШВ, кроз различите пројекте у оквиру мере подршке техничко-технолошким, примењеним, развојним и иновативним пројектима у пољопривреди и руралном развоју.



1. ОПИС ПРОЈЕКТА

Примена енергије ветра у комбинацији са соларном енергијом представља један од најефикаснијих хибридних система напајања енергијом за различите намене.

Повољну околност представља чињеница да у периодима године када се имају слабије сунчеве инсолације (позна јесен, зима, рано пролеће) природно доминира енергија ветра. С друге стране, у периодима године као што су лето и рана јесен доминантно је сунчево зрачење. На овај начин се ове две врсте обновљиве енергије допуњавају, тако да се током целе године има скоро непрекидни систем, који може да обезбеди напајање система за наводњавање. Уколико се као додатни извор обезбеди напајање из дистрибутивне мреже 230V, 50Hz онда се може рећи да се има потпуно непрекидни систем напајања система за наводњавање пољопривредних култура.

Хибридни електро генератор, као један од резултата пројекта, инсталиран је на огледном имању Пољопривредно хемијске школе Обреновац, у Грабовцу, за потребе наводњавања култура у заштићеном простору (Слика 1).

У оквиру развијеног хибридног система користе се два обновљива извора енергије: ветар и сунце. Снага инсталираног ветрогенератора (за кућну примену и коришћење у пољопривреди) је до 5KW, при брзини ветра од 8-9m/s, а соларни панел је максималне снаге 275W, при максималној сунчевој инсолацији од око 1000W/m².

Инсталирано постројење поседује батеријски систем за акумулацију електричне енергије добијене енергијом ветра и сунца (тзв. „батеријска банка“), који треба да обезбеди напајање система за наводњавање у периодима када нема, ни довољно енергије ветра, ни довољно енергије сунца. Поред тога као допунски извор енергије користи се дистрибутивна мрежа 230V, 50Hz, у случајевима када је то баш неопходно (пад производње из обновљивих извора и испражњеност батеријске банке).

Инсталирано постројење је мале снаге и погодно је за коришћење у пољопривреди и руралним подручјима за различите намене, као што су:

- ✓ наводњавање биљних култура (покретање пумпи);
- ✓ електрификација и грејање стакленика и пластеника;
- ✓ производња органске хране;

Слика 1. Пластеник у Пољопривредно-хемијској школи Обреновац, огледно имање у Грабовцу



Извор: ИМП, Београд



- ✓ развој руралног туризма и друге намене.

Циљеви пројекта:

- Трансфер знања о могућностима коришћења ОИЕ у пољопривреди и руралним подручјима Србије;
- Промоција коришћења енергије ветра и зелених технологија у сектору пољопривреде и руралним подручјима Србије;
- Ширење знања о потреби техничко-технолошког унапређења сектора пољопривреде;
- Генерисање научно-стручних радова, који би се публиковали у научним часописима, као наставак истраживања у овој области.

Циљеви пројекта усклађени су са четири стратешка циља у Стратегији пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период 2014-2024, 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; (9) заштита и унапређење животне средине и очување природних ресурса (Службени гласник РС, број 85/14).

Корисници пројектних резултата:

- Пољопривредна газдинства и удружења пољопривредника;
- Ученици и професори средњих пољопривредних школа и друге образовне и научно истраживачке организације;
- Пољопривредно саветодавне службе у Србији, које ће вршити упознавање крајњих корисника (пољопривредних газдинстава) са могућностима добијања енергије из ОИЕ и свим начинима њеног коришћења у процесу пољопривредне производње;
- МПШВ Р. Србије, које добија инпуте за ширу промоцију и афирмацију коришћења ОИЕ у пољопривреди Србије;
- Други заинтересовани корисници пројекта (домаћинства, привредна друштва, предузетници у руралним подручјима и слично), заинтересовани за производњу енергије из обновљивих извора за потребе сопствене (личне) потрошње.

2. ПРОИЗВОДЊА И ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ ИЗ ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА У СРБИЈИ: АНАЛИЗА СТАЊА

Србија у бројним стратешким документима изражава правац развоја, који се заснива на одрживости и зеленим технологијама. 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 ОИЕ у бруто финалној потрошњи енергије (скр.



БФПЕ) (Национални акциони план за коришћење ОИЕ, 2013. године; Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијама до 2030).

Појам обновљивих извора енергије. Обновљиви извори енергије су нефосилни извори енергије, као што су: водотокови, биомаса, ветар, сунце, биогаз, депонијски гас, гас из погона за прераду канализационих вода и извори геотермалне енергије. Према подацима Министарства рударства и енергетике Републике Србије (Енергетски биланс Републике Србије за 2020. годину), 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 биогаза, као и*
- ✓ производњу и потрошњу топлотне енергије из *чврсте биомасе* (огревно дрво, пелет и брикет) и *геотермалне енергије*.

Производња примарне енергије из обновљивих извора. 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. Према подацима Енергетског биланса Р. Србије за 2019. и 2020. годину, учешће ОИЕ у структури укупне домаће производње примарне енергије износи око 20% (за 2020. годину план, за 2019. годину процена), што је раст од свега 0,5% у односу на 2018. годину.

Графикон 1. Структура производње енергије из ОИЕ извора у Србији, 2017, у %



Извор: Статистички годишњак Републике Србије, 2019. РЗС.

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 (59,7%), као и хидроелектрична енергија (38,9%), док је у знатно мањем проценту (свега 1,4%) заступљена остала енергија (соларна електрична енергија, енергија ветра, геотермална енергија и биогаз).



Производња енергије из обновљивих извора бележи благи пад у 2020. години (план) у односу на 2019. и 2018. годину (Табела 1). Како се наводи у Енергетском билансу за 2020. годину, и у 2020. години, као и ранијих година, „планирано је повећање производње примарне енергије из ветра, сунца и биогаса, и мање коришћење хидропотенцијала у односу на 2019. годину“.

Табела 1. Производња примарне енергије из обновљивих извора енергије у Србији, 2018-2020. година

Године	2018 (процена)	2019 (процена)	2020 (план)
Производња примарне енергије из ОИЕ, Мтое	2,069	2,047	2,034

Извор: Енергетски биланс Републике Србије за 2019. и 2020. годину, Министарство рударства и енергетике Републике Србије.

Потрошња енергије из обновљивих извора. Постављени и обавезујући циљеви Србије до 2020. Године (Табела 2) у сегменту учешћа ОИЕ у бруто финалној потрошњи енергије (скр. БФПЕ), укупно (27%) и по секторима, дефинисани су Националном акционим планом за коришћење ОИЕ из 2013. године („Службени гласник РС”, број 53/13) и у складу су са европским директивама и одлукама у овој области (Директива 2009/28/ЕЗ о промоцији коришћења енергије из обновљивих извора и Одлука Министарског савета Енергетске заједнице, Д/2012/04/МС – Ен3).

Циљеви су постављени у односу на базу 2009. годину (када је учешће потрошње енергије из ОИЕ у БФПЕ износило 21,2%) и до 2020. године нису реализовани, нити укупно, нити по секторима. Посебно велики заостатак је у сектору саобраћаја, где су нашој земљи истекли рокови за успостављање правне регулативе и система за контролу и верификацију порекла и квалитета биогорива.

Табела 2. Учесће ОИЕ у БФПЕ¹ за период 2015-2017. година

Учесће ОИЕ у БФПЕ	2015	2016	2017	Постављени циљ, 2020.
Сектор грејање и хлађење	26,8	24,7	24,4	30,0
Сектор електрична енергија	38,8	29,1	28,7	36,6
Сектор саобраћаја	0,0	1,2	1,2	10,0
Укупно ОИЕ у БФПЕ	21,0	21,0	20,6	27,0

¹ БФПЕ из обновљивих извора израчунава се као сума: бруто финалне потрошње електричне енергије из обновљивих извора енергије, бруто финалне потрошње енергије из обновљивих извора за грејање и хлађење и бруто финалне потрошње енергије из обновљивих извора у саобраћају.

Извор: Национални акциони план за коришћење ОИЕ из 2013. године („Службени гласник РС”, број 53/13); Извештај о спровођењу Националног акционог плана за коришћење ОИЕ Републике Србије за 2016. годину; Извештај о спровођењу Националног акционог плана за коришћење ОИЕ Републике Србије за 2018. годину.

За достизање циљева Србије у области учешћа ОИЕ у БФПЕ, од великог значаја биће повећање енергетске ефикасности у свим секторима привреде, уз повећање производње и потрошње енергије из обновљивих извора и већу подршку државе у овој области.



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 обновљивих извора у бруто финалној потрошњи енергије.

3. КОРИШЋЕЊЕ ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У СЕКТОРУ ПОЉОПРИВРЕДЕ СРБИЈЕ

Развој тзв. „зелене“ пољопривреде и непољопривредних активности у сеоским подручјима, који осигурава одржив пољопривредни и рурални развој, подразумева помаке у области енергетске ефикасности, као и већу производњу и потрошњу ОИЕ. Могућности већег коришћења ОИЕ, односно боље искоришћавање енергије ветра и сунца, заједно са производњом биомасе из пољопривреде и могућностима производње енергетских усева, уз подизање свести пољопривредника о значају коришћења ОИЕ, 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.

У складу са циљевима постављеним у наведеном стратешком документу, МПШВ је 2015. и 2016. године подржало два 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* (број пројекта 401-00-1683/2015-03); носилац пројекта: Институт за економику пољопривреде Београд, у сарадњи са: Институтом Михајло Пупин - Центар за роботику Београд; ПССС Падинска Скела Палилула – Београд и Удружењем повртара Глогонь; период реализације 2015. година и

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

Производња енергије из обновљивих извора у сектору пољопривреде. 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. Овај показатељ се у земљама ЕУ приказује кроз две јединице мере: kT_{oe} и процентуално учешће у укупно произведеној енергији из обновљивих извора. Према методологији Европске комисије (Контекст индикатори Европске комисије), обновљива енергија из пољопривреде обухвата производњу:

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

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

Потрошња енергије из обновљивих извора у сектору пољопривреде. Као и у случају производње, тако и у сегменту потрошње енергије из обновљивих извора, недостају званични подаци за сектор пољопривреде. Републички завод за статистику за овај сектор обезбеђује само податке о финалној потрошњи геотермалне енергије, дрвних горива (чврста биомаса) и биогаса, док недостају подаци колико се користи хидроелектрична енергија, енергија сунца и енергија ветра.

Истраживања на терену 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 на сектору породичних пољопривредних газдинстава, тако и у сектору правних лица и предузетника. У оквиру пројекта „Социо-економски и еколошки аспекти примене обновљивих извора енергије у пољопривредној производњи Србије“, финансираног од стране МПШВ током 2016-2017. године, извршено је анкетање одређеног броја пољопривредних произвођача везано за познавање и коришћење ОИЕ у пољопривредној производњи. Резултати анкете указали су да пољопривредни произвођачи не користе уређаје за производњу енергије из ОИЕ и да нису довољно упознати са овим уређајима (њиховом ценом, понудом на тржишту, могућностима коришћења и слично).

Реализацијом пројеката „Техно-економски аспекти примене ОИЕ о мобилних роботизованих соларних електро генератора у пољопривреди“ и „Социо-економски и еколошки аспекти примене обновљивих извора енергије у пољопривредној производњи Србије“, финансираних у протеклом периоду од стране МПШВ, а реализованих од стране „Института Михајло Пупин“ и „Института за економику пољопривреде“, 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.

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. Заинтересованост пољопривредника за ове уређаје је на високом нивоу, и сви анкетирани пољопривредни произвођачи навели су да су корисне радионице и презентације о могућностима коришћења ових уређаја.

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, као што су: висока цена уређаја и опреме за производњу ОИЕ, недостатак финансијских средстава код пољопривредних произвођача за набавку оваквих уређаја, недостатак системске подршке државе у овом сегменту и не увиђање значаја коришћења ОИЕ за одрживи развој и ублажавање негативних ефеката климатских промена код пољопривредних и других произвођача, 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 преваходно 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.

4. МОГУЋНОСТИ ОПТИМАЛНОГ ИСКОРИШЋЕЊА ЕНЕРГЕТСКИХ ПОТЕНЦИЈАЛА ВЕТРА И СУНЦА У ПОЉОПРИВРЕДИ СРБИЈЕ

У природи постоје процеси тока енергије мимо човековог деловања, али итекако са утицајем на његов живот. Настају као директна последица доспеле Сунчеве енергије на Земљу, у већини случајева. Међутим, због свог кретања, облика и нагнутости осе ротације, истовремено површина планете не добија равномерну количину енергије. Томе треба додати и разноликост рељефа чиме се неки ефекти повећавају или ублажавају (различите врсте земљишта и вода различито апсорбују Сунчево зрачење). Због тога се јавља разлика у температури која за последицу има кретање ваздуха-ветар. Иако се свега 3% енергије Сунца доспеле на површину планете претвара у кретање ваздушних маса, снага није занемарљива. Напротив, ради се о огромној количини енергије доступне свуда, више или мање, уз једну погодност да је има на јако неприступачним местима свих 24h. То их је учинило јако атрактивним и инвестиционо привлачним, а земљу богатјом.

Енергија ветра је један од најмоћнијих ОИЕ. Србија се налази не тако удаљена од Карпатског планинског простора, одакле нам углавном долазе снажнији ветрови. Ветра има променљиво и на различитим географским локацијама, а источни делови Србије, Банат и долина Дунава су најветровитије области. Посматрано микро-климатски, ваздушних струјања



има највише у планинским областима, по ободу шума, у долинама река, на превојима, уз канале итд. Све то омогућава да се снага ветра може користити на различитим географским локацијама, с различитим капацитетом.

Према анализама стручњака ово подручје Балкана има капацитет у ветровима од 1300-1500 MW, или око 2.3-2.4 TWh/god. Најперспективније локације за изградњу електрана на ветар су: Миџор на Старој Планини са просечном брзином ветра од 7.66m/s, Сува планина 6.46m/s, Вршачки Брег 6.27m/s, Тупијница 6.25m/s, Крепољин 6.18m/s, Дели Јован 6.13m/s, Јухор и Јастребац. Свакако не треба изоставити и области у долини Дунава, Саве и Мораве.

За тачне податке снаге ветрова и оцене оправданости изградње ветроелектрана потребно је спровести мерења, тако да је Агенција за енергетску ефикасност Републике Србије обавила мерења параметара ветра на висини од 10-50 метара у Неготину, Великом Градишту и Тителу. Према савету Министарства рударства и енергетике да би нека локација била исплатива за улагање у ветроелектране потребно је да се најмања годишња брзина ветра креће у распону од 4.9 – 5.8m/s. Зато је потребно урадити мерење сваке микро-локације, како би се тачно имао увид у будући принос инвестиције. За мање кориснике (домаћинства, пољопривредна газдинства и сл.) такође се препоручује да се пре постављања мини ветротурбине изврше одговарајућа сезонска мерења. То је погодно урадити непосредним постављањем преносивог (мобилног) тест постројења ветротурбине, какав смо за потребе пројекта у Грабовцу развили и инсталирали (Слика 2).

Слика 2. Хибридни систем снабдевања енергијом когенерацијом сунчеве и енергије ветра, огледно добро у Грабовцу, Обреновац



Извор: ИМП & ИЕП., Београд.

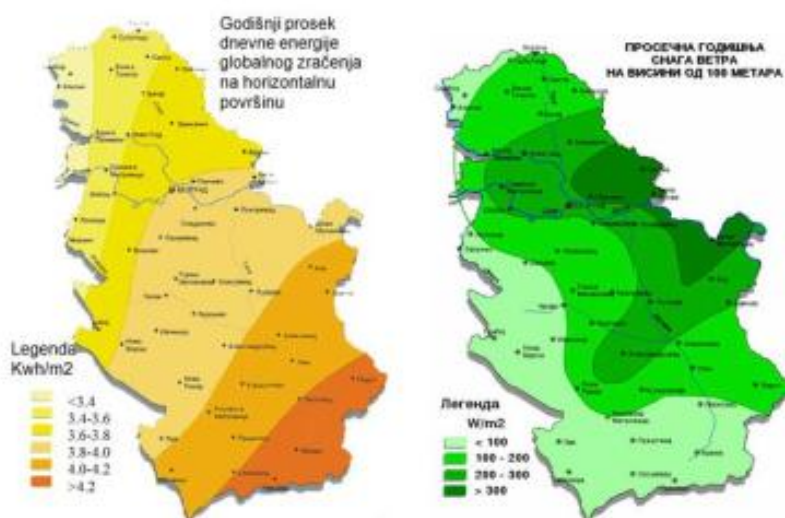


Осим сезонског мерења, ова мини ветротурбина послужиле за производњу енергије за потребе наводњавања пластеника на огледном добру Средње хемијске пољопривредне школе у Обреновцу.

На географској ширини Републике Србије потенцијал сунца и ветра су прилично избалансиран, за разлику рецимо од северних европских држава, где је потенцијал ветра далеко већи од потенцијала солара или јужније, у медитеранским земљама, где сунчева енергија доминира. То нам даје изванредну погодност да комбинујемо ова два вида енергетских извора, с обзиром да су они комплементарни. Кад кажемо комплементарни то значи да у периоду године када је изузетно сунчано и топло доминантан извор енергије је Сунце, док је зими, поготово у Кошавској области, доминантно коришћење енергије ветра. И у току 24 часа, могуће је оптимизовати коришћење и потрошњу енергије, тако што ће се дању више користити светлосна енергија Сунца, а ноћу ваздушно струјање услед разлика у температури, типа вегетације и рељефа. Знајући за ове правилности могуће је оптимизовати производњу и експлоатацију енергије на локалитетима.

Да би се стекао бољи увид у комбиновани потенцијал (сунца и ветра) у Републици Србији треба анализирати мапе потенцијала сунчеве и енергије ветра на територији Србије (Мапа 1).

Мапа 1. Компаративни потенцијал сунчеве енергије и енергије ветра на територији Републике Србије



На мапи 1 уочава се да су најбољи терени за когенеративно коришћење енергије сунца и ветра источна и југо-источна Србија. Међутим, локације дуж река Саве и Дунава су такође добри терени за коришћење оба вида енергије. Ту чињеницу смо узели у обзир када смо кренули с реализацијом пројекта у Грабовцу, где смо испројектовали, поставили и пустили у рад когенеративни, хибридни систем (Слика 2).

5. ТЕХНИЧКИ АСПЕКТИ ПРИМЕНЕ ВЕТРОТУРБИНА МАЛЕ СНАГЕ И ЕНЕРГИЈЕ СУНЦА У ЦИЉУ УНАПРЕЂЕЊА АГРОТЕХНИЧКЕ МЕРЕ НАВОДЊАВАЊА

Инсталирање хибридног система добијања енергије из обновљивих извора (комбиновањем соларне и ветро енергије) обухватило је следеће активности:

- монтажу носећег стуба и ветротурбине са електричним генератором, снаге 500W/24VDC; Техничко решење које је развијено овим пројектом је преносива ветротурбина с преклопним стубом мање снаге, које је спој нових технологија (савремене ветротурбине) и традиције (преклопног преносивог стуба, који подсећа на старински ђерам);
- монтажу соларног панела максималне снаге 275W, при максималној сунчевој инсолацији од око 1000W/м²;
- ископ кабловских канала за смештај свих потребних енергетских напојних и сигналних каблова;
- полагање свих потребних енергетских и сигналних каблова диспозиционо постављених на нивоу у земљи који се налази изнад нивоа цевовода за дистрибуцију техничке воде за наводњавање;
- постављање кабловских PVC штитника, непосредно на растојању 20 цм изнад позиције кабла и постављање упозоравајуће траке дуж целе кабловске трасе на растојању од око 20 цм изнад пластичних штитника;
- постављање система заштитног уземљења (уземљивачких сонди дужине 1,5м и земљовода, односно поцинковане челичне траке приближне дужине око 20м);
- затрпавање кабловских канала и система уземљења;
- монтажу главног разводног електроенергетског ормана (ГРО) заједно са нагнутом под углом над-конструкцијом за смештај соларног панела електричне снаге 275W;
- монтажа помоћних разводних ормарића и електричних разводних кутија;
- повезивање потрошача са ГРО (потпајајућа пумпа у бунару, електричне снаге погонског мотора од 1300W и погон компресора у пластенику снаге 100W);



6. ЕКОНОМСКИ И ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ ПРИМЕНЕ ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У ПРОЦЕСУ НАВОДЊАВАЊА УСЕВА У ПОЉОПРИВРЕДНОЈ ПРОИЗВОДЊИ

Савремена пољопривредна захтева достизање високих и стабилних приноса, са императивом производње здравствено безбедне хране, уз минимални утрошак енергије и радне снаге човека. Сходно томе, последњих деценија наука улаже значајне напоре како би се постигли задати циљеви. Генерално, пољопривредну производњу прати велик број ризика и потенцијалних проблема. На неке, као што су климатске промене се не може утицати, али им се може прилагодити. Наводњавање је једна од мера која може побољшати приносе, смањити рањивост на промене режима падавина и омогућити различите праксе гајења усева (Hartung & Pluschke, 2018).

Бројне вишегодишње анализе су потврдиле позитиван ефекат наводњавања на повећање приноса усева, па у години са просечним метеоролошким условима ова агротехничка мера има потенцијал да повећа приносе за трећину. Повећање приноса резултира повећањем прихода, али крајњи ефекти зависе од врсте усева. Бољи учинци наводњавањем се постижу код воћа и поврћа (услед више цене самих производа), док се код ратарских усева такође постижу добри резултати у повећању приноса, али је њихова цена нижа.

За сигурну и стабилну пољопривредну производњу у Србији, неопходно је повећање удела пољопривредних површина под заливним системима. *Наводњавано пољопривредно земљиште захвата 159.587 ха, што чини свега 4,6% коришћеног пољопривредног земљишта у нашој земљи.*

Просечна површина наводњаваног земљишта по газдинству износи 0,3 ха, али су разлике између правних лица и предузетника (30,7 ха) и породична газдинства (0,2 ха) значајне. Разлике у површини која се наводњава постоје и у зависности од типа производње, при чему газдинства специјализована за повртарство, цвећарство и остале хортикултуре имају највећу просечну наводњавану површину (1,2 ха) у односу на друга газдинства (Анкета о структури пољопривредних газдинстава, 2018.).

Са порастом економске снаге газдинства постепено расте и просечна површина наводњаваног земљишта (Табела 3). Наиме, пољопривредна газдинства веће економске снаге имају далеко више финансијских средстава за набавку система за наводњавање и адекватну примену мере наводњавања у процесу производње (који се одвија било на отвореном пољу, било у заштићеном простору), у односу на газдинства нижих економских класа, којих је у Србији највише.



Табела 3. Просечна површина наводњаваног земљишта газдинстава према класама економске величине у Србији

- ха -

Пољоп. газдинства (ПГ)	Класе економске величине газдинстава, у еприма								
	НПЗ */ ПГ	0 - 1999	2000 -3999	4000 -7999	8000 - 14999	15000 - 24999	25000 - 49999	50000 - 99999	10000 0 и више
ПГ, укупно	0,3	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,3	24,0
Породична ПГ	0,2	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,3	3,2
Правна лица и предузећа	30,7	0,1	0,3	0,4	0,5	1,1	1,5	3,0	84,1

Извор: Анкета о структури пољопривредних газдинстава, 2018.

*НПЗ – наводњавано пољопривредно земљиште

Искусва пољопривредних произвођача који су у условима суше имали системе за наводњавање на производним површинама. „На пољопривредном добру „Ђуро Стругар“ у Кули на површини која је покривена системом за наводњавање постигнут је просечан принос кукуруза од око 13 тона. Са друге стране, на површинама у Инђији, које нису под системом наводњавања и које је суша баш погодила, принос је износио непуне три тоне кукуруза по хектару. Разлика у приносу је 10 тона, а у новцу, 2.200 евра. Ово, конкретно, значи да једна лоша година, практично, може да исплати систем за наводњавање.“ (за „АгроФин“ Миодраг Костић, МК Група, 15.02.2018.).

Произвођачи поврћа нарочито указују на значај наводњавања усева у сушној години: „Да немам системе за наводњавање, који раде без прекида и троше тону дизела месечно, не бих имао шта да продам. Систем за наводњавање са агрегатом кошта око 24.000 евра, инвестиција јесте велика, али у сушној години не само да имам поврће, већ имам добар род и добру цену“ (за „АгроФин“ Милорад Јакшић, породично пољопривредно газдинство, 15.02.2018.).

6.1. Економска оправданост употребе ветро генератора и соларних панела у пластеничкој производњи поврћа

Један од циљева и очекиваних резултата пројекта био је и приказ оцене економске оправданости употребе инсталираног хибридног система (ветро генератора и соларних панела) у покривању потреба за енергијом неопходном за процес наводњавања у пластеничкој производњи поврћа.

Оцена економске оправданости је подразумевала израду аналитичких калкулација на бази варијабилних трошкова (брuto маржи) за производњу четири повртарске културе (парадајза, црвене паприке, зелене салате и лука сребрњака) у пластенику, при чему је у свакој калкулацији спроведена умањење трошкова употребе класичних енергената (бензина, дизела и електричне енергије) њиховом супституцијом са бесплатном „зеленом“ енергијом генерисаном кроз рад ветрогенератора и соларних панела, а коришћеном за потребе наводњавања биљних култура. Другим речима претпостављен је фиксни карактер прихода, док су на трошковној страни процене уштеде настале избацивањем традиционалних енергената коришћених у пољопривреди, ради увођења обновљивих извора енергије. Потпуније изражавање насталих



варијабилних трошкова у производном процесу претпоставило је поред трошкова расада, минералних и органских ђубрива, пестицида, биостимулатора раста, енергента, услуга механизације и рада чланова газдинства.

Добро је познато да пољопривредници немају већи утицај на продајну цену пољопривредног производа, али зато у великој мери контролишу производне трошкове, једним делом и елиминацијом непотребних трошкова. Овде треба напоменути да у случају коришћења енергије из обновљивих извора, бенефит произвођача није само економске природе (умањење или елиминација трошкова коришћења енергента), већ је он садржан и у јачању компоненте еколошке одрживости газдинства и њене ближе околине.

Сходно чињеници да се сумирањем маржи покрића свих линија производње присутних на газдинству добија укупна маржа покрића пословања газдинства, уз претпоставку употребе инсталираног система за наводњавање свих побројаних култура у делу или комплетном производном простору (пластенику) расположивом на неком газдинству, то се елиминација поменутих трошкова сигурно одражава кумулативно на раст нивоа укупног финансијског резултата из пословања газдинства.

Маржа покрића је рачуната по јединици производне површине (1 ару) карактеристичне за организацију производње поврћа у заштићеном простору (накнадно је сведена на хектар). Све новчане вредности су изражене како у националној валути тако и валути ЕУ. Боља прегледност извршене анализе обезбеђена је табеларним приказом свих категорија прихода и трошкова. Маркација потенцијалних уштеда газдинства по супституцији одређеног инпута (у овом случају енергента коришћеног за потребе наводњавања) наметнула је приказ структуре варијабилних трошкова за сваку линију производње поврћа.

Накнадно, за сваку од линија производње извршена је и анализа производних резултата остварених у условима неизвесности (примена метода одређивања критичних вредности производње (критичне цене, критичних приноса и критичних варијабилних трошкова), односно израчунавање вредности при којима се маржа покрића изједначава са нулом).

Иако се карактер економске оцене супституције енергента коришћеног за потребе наводњавања може сматрати хипотетичким, он је у великој мери заснован на релевантним показатељима присутним у произвођачкој пракси, професионалној и научној литератури, и разговорима са лицима укљученим у производњу поврћа на посматраном газдинству (економији). Највећи део преузетих података је директно везана за текућу производну годину (2020), док су неке одраз процене саговорника или научно верификовани стандард у датој линији производње поврћа. У складу са енергетским потребама, претпостављена је употреба у пракси уобичајених агрегата за потребе наводњавања у малим пластеницима (величине до 5 ари), и то дизел агрегата снаге до 3,3 KW, бензинског агрегата снаге до 2,2 KW, електричне пумпе снаге до 1,5 KW.



6.2. Еколошки аспекти примене обновљиве енергије у процесу наводњавања усева

Обновљива енергија мења фосилна горива, штити здравље животне средине и ублажава климатске промене. Коришћењем агрегата на фосилна горива за наводњавање усева троше се значајне количине дизела/бензина (у просеку 600 литара по хектару у сезони) чијим сагоревањем се емитују велике количине угљен диоксида (сагоревањем 1 литра горива ослобађа се приближно 2500 грама угљен-диоксида). На тај начин се повећава емисија гасова са ефектом стаклене баште и створа додатни притисак на животну средину. Са друге стране, коришћењем обновљивих извора енергије за покретање пумпи неопходних у агро-техничкој мери наводњавања директно се доприноси смањивању емисије гасова са ефектом стаклене баште. У реализованом пројекту, енергија потребна за покретање пумпе за заливање усева обезбеђује се коришћењем енергије ветра и сунца.

Ако би се у Србији наводњавала само трећина коришћеног пољопривредног земљишта (око 1,15 хиљада хектара) онда би се годишње из фосилних агрегата у атмосферу емитовало приближно 1,72 милијарде килограма угљен-диоксида. Заменом фосилних агрегата одговарајућим агрегатима на погон ветром, може се значајно смањити количина емисије штетних гасова у атмосферу чиме се непосредно утиче на умањење ефеката стаклене баште и смањење ризика од деградације животне средине. Уз то, одрживим коришћењем земљишта и воде (применом ОИЕ, савремених информационих технологија и научних сазнања из примене агро-техничких мера) може се постићи рационално коришћење и очување природних ресурса.

Обновљива енергија доприноси здравственој безбедности хране. Примена енергије ветра за покретање пумпи за наводњавање је прихватљива и са аспекта безбедности хране, обзиром да нема изливања или просипања фосилних горива, те је погодна за еколошки оријентисане системе производње хране, какав је и органска пољопривреда. Еколошки прихватљиве праксе гајења усева се ослањају на природне циклусе и ефикасну употребу локалних ресурса, те су у том погледу у потпуности комплементарни са обновљивом енергијом у достизању два основна циља: производња здравствено безбедне хране и заштита животне средине, односно ублажавање штетних емисија из сектора пољопривреде.



ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Комбиновањем соларне и ветро енергије могу се постићи оптимални резултати у примени обновљивих извора енергије у процесу наводњавања пољопривредних култура, имајући у виду да су сунчева енергија и енергија ветра комплементарне.

Хибридни електро генератор, као један од резултата пројекта, инсталиран је на огледном имању Пољопривредно хемијске школе Обреновац, у Грабовцу, за потребе наводњавања повртарских култура у заштићеном простору. У оквиру инсталираног постројења за добијање ОИЕ користе се енергија ветра и енергија сунца. Снага инсталираног ветрогенератора (за кућну примену и коришћење у пољопривреди) је до 5KW, при брзини ветра од 8-9m/s, а соларни панел је максималне снаге 275W, при максималној сунчевој инсолацији од око 1000W/m². Инсталирано постројење поседује батеријски систем за акумулацију електричне енергије добијене енергијом ветра и сунца (тзв. „батеријска банка“), који треба да обезбеди напајање система за наводњавање у периодима када нема ни довољно енергије ветра, али ни довољно енергије сунца. Поред тога као допунски извор енергије користи се дистрибутивна мрежа 230V, 50Hz. у случајевима када је то баш неопходно (пад производње из обновљивих извора и испражњеност батеријске банке).

Постројење је погодно за коришћење у пољопривреди и руралним подручјима за различите намене, као што су:

- ✓ наводњавање бильних култура (покретање пумпи);
- ✓ електрификација и грејање стакленика и пластеника;
- ✓ производња органске хране;
- ✓ развој руралног туризма и друге намене

На основу приказаних калкулација, може се закључити да је сама супституција коришћених фосилних горива и електричне енергије у сегменту наводњавања у повртарству, енергијом која потиче из енергетског потенцијала сунца и ветра, економски оправдана за газдинство. Оправданост се спознаје у чињеници да се марже покрића (брuto финансијски резултат) реализоване у посматраним линијама производње поврћа (парадајз, црвена паприка, зелена салата и лук сребрењак) при поменутој супституцији увећавају у распону од 2,1 до 3%. Такође, треба имати на уму да се професионалан приступ пластеничкој производњи заснива на ротацији минимум 2 усева током једне вегетационе сезоне (често и више укључујући целу календарску годину), што кумулативно, за на пример ротацију три усева, увећава уштеде на страни расхода за преко 7%. Такође, потенцијалном диверсификацијом употребе хибридног ОИЕ постројења (постројење карактерише висок степен мобилности, лакоћа руковања, и једноставна и брза (де)монтажа) на остале производне или прерадне активности на газдинству, попут машинске муже стоке, догревања неког производног простора, расвете и другог, укупна маржа покрића везана за све активности газдинства може теоретски бити увећана уштедама и за неколико десетина процената.



Ипак, сходно малим расположивим површинама под пластеницима, релативно ниским уштедама по јединици производне површине, ниској еколошкој свести пољопривредника (она још не надвладава егзистенцијална и економска питања организовања пољопривредне производње), висока цена енергетског (ОИЕ) постројења инвестиционо одбија повртаре.

Ограничење тренутно високе тржишне цене хибридног постројења за производњу енергије из обновљивих извора, у блиској будућности ће сигурно бити ублажено законитошћу технолошког развоја, односно релативно брзом паду цена нових технологија. Додатно, постојање и јачање јавних субвенција и олакшан приступ екстерним „зеленим“ фондовима омогућиће ширу доступност ОИЕ домаћим пољопривредницима, и накнадно раст њихове конкурентности.

С обзиром да је истраживање употребе енергије сунца за потребе наводњавања усева реализовано у претходним пројектима финансираним средствима МПШВ, овде се дају најважније информације ново-развијеног техничког решења „Преносива ветротурбина с преклопним стубом мање снаге типа ћерам“ за потребе примене у процесу наводњавања пољопривредних култура:

- Ветротурбине мале снаге у пољопривреди имају велике могућности коришћења, посебно оне које су адаптивилне и мобилне (које се могу једноставно, лако и брзо поставити, уклонити и прилагодити микролокацији на терену и потребама пољопривредника). Оне не захтевају посебне услове коришћења, лаке су за одржавање, руковање је једноставно и безбедно по кориснике.
- Изградњом малих ветротурбина, на локацијама где има смисла користити енергију ваздушног струјања, добија се најјефтинија енергија.
- Мањи ветрогенератори за кућну примену и коришћење у пољопривреди, снаге до 5KW, при брзини ветра од 8-9m/s, постављају се на стубовима висине од 6 до 10 метара.
- Електрична енергија добијена енергијом ветра, односно из ветротурбине (24V DC једносмерног напона) одводи се до електро ормара и посредством струјног инвентора снаге 1600VA, претвара се у струју наименичног напона, који одговара напону из дистрибутивне мреже и може се користити за покретање монофазне пумпе снаге 750W;
- Инсталирани енергетски систем поседује батеријски систем за акумулацију/складиштење енергије ветра (тзв. „батеријска банка“), који обезбеђује покретање пуме у периодима када нема довољно енергије ветра (2 акумулатора капацитета од 12V);
- У случају потпуног пражњења батеријске банке, предвиђено је аутоматско укључење мрежног напајања из дистрибутивне мреже 230V, 50Hz, тако да је обезбеђен непрекидан рад система за наводњавање пољопривредних култура;
- Систем ветротурбине је за потребе реализације пројекта интегрисан са соларним панелом максималне снаге 275W, при максималној



сунчевој инсолацији од око $1000\text{W}/\text{m}^2$, што му даје широке могућности примене;

- На подручју Србије интензитет ветра је већи у зимском периоду, тако да комбиновање соларних система са ветрогенераторима представља идеално решење снабдевања електричном енергијом. Комбиновањем соларних система и ветрогенератора обезбеђује се континуитет у снабдевању електричном енергијом током читаве године.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анкета о структури пољопривредних газдинстава, 2018., Републички завод за статистику.
2. Енергетски биланс Републике Србије за 2019. годину. Министарство рударства и енергетике Републике Србије.
3. Енергетски биланс Републике Србије за 2020. годину. Министарство рударства и енергетике Републике Србије.
4. Извештај о спровођењу Националног акционог плана за коришћење обновљивих извора енергије Републике Србије за 2016. годину. Министарство рударства и енергетике Републике Србије.
5. Извештај о спровођењу Националног акционог плана за коришћење обновљивих извора енергије Републике Србије за 2018. годину. Министарство рударства и енергетике Републике Србије.
6. Заливање "исплати" сушна година, АгроФин, <https://www.agrofin.rs/magazin/agrotema/zalivanje-isplati-susna-godina/>
7. Контекст индикатори Европске комисије. Индикатори успостављени на основу Регулative ЕК број 834/2014 о утврђивању правила за примену заједничког оквира за праћење и оцену заједничке пољопривредне политике и Регулative ЕК број 808/2014 о утврђивању правила за примену Уредбе (ЕУ) бр. 1305/2013 Европског парламента и Савета о подршци руралном развоју из Европског пољопривредног фонда за рурални развој (EAFRD). Доступно на линку: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/context-indicator-fiches_en.pdf
8. Национални акциони план за коришћење обновљивих извора енергије Републике Србије, 2013. Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине. Службени гласник РС, број 53/13.
9. Статистички годишњак Републике Србије, 2019. Републички завод за статистику.
10. Стратегија пољопривреде и руралног развоја Србије за период 2014-2024. година. Службени гласник РС, број 85/14.
11. Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијама до 2030. Службени гласник РС, број 101/2015.
12. Hartung, H., Pluschke, L. (2018). The benefits and risks of solar-powered irrigation - a global overview. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/3/i9047en/I9047EN.pdf>

10.3. Презентација пројекта (Радионица „Грабовац“-24.09.2020.)

 Република Србија
Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде

Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије

Подстицај за унапређење система креирања и преноса знања кроз развој техничко-технолошких, примењених, развојних и иновативних пројеката у пољопривреди и руралном развоју у 2019. години

ПРОЈЕКАТ:
Природни ресурси ветра и воде у циљу унапређења агротехничке мере наводњавања: примена зелених технологија у функцији одрживог руралног развоја Србије

Реализатори пројекта:
Институт за економику пољопривреде – Београд 
Инститит „Михајло Пупин“ - Београд 

Грабовац, 24. септембар 2020.

Природни ресурси обновљивих извора енергије у Републици Србији

Сунчева енергија



Енергија ветра



Грабовац, географски положај



Тераса изнад Саве, н.в. 109 м, 10 km од реке



Огледно добро Средње пољопривредно-хемијске школе, Обреновац



Грабовац, огледно добро Средње пољопривредно-хемијске школе, Обреновац
ФАЗЕ ИЗГРАДЊЕ ПАРКА ОИЕ (хибридни систем)

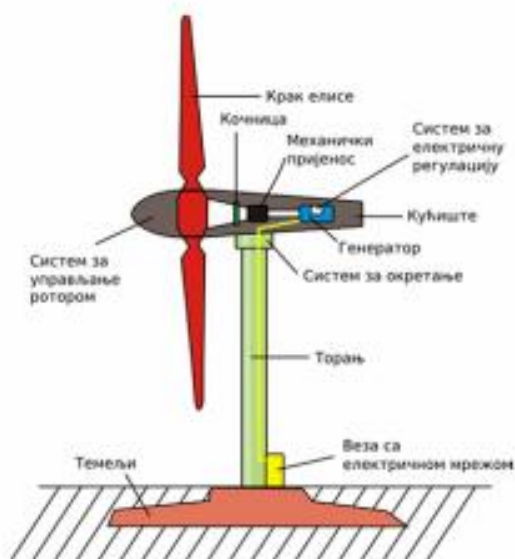


ВЕТРОТУРБИНА-принципски приказ

Ветрогенератор је тако испројектована да кинетичку енергију ветра, уз помоћ електрогенератора, претвара у корисну електричну енергију.

У нашем случају ветрогенератор производи трофазни наизменични напон максималне вредности 30V[~], која се посредством одговарајућег претварача претвара у једносмерни напон који служи за пуњење батеријске банке номиналног напона 24V⁺.

Овај једносмерни напон се посредством електричног једносмерно-наизменичног претварача (електричног инвертора) претвара у наизменични напон 230V, 50Hz, и као такав се користи за потребе наизменичних потрошача (пумпе за наводњавање, погона компресора пластеника, погона подизања бочних ролетни пластеника и сл.)



Снага и искоришћење енергије ветра

Снага која је пренета на ротор ветрогенератора је пропорционална површини коју покрива ротор, густини ваздуха и кубу (трећем степену) брзине ветра.

Теоретска корисна снага турбине је:

$$P = \frac{\pi}{8} \rho v^3 C_p R^2$$

где су:

P = снага у W,

α = фактор искоришћења,

ρ = густина ваздуха у kg/m³,

r = радијус турбине у m,

и

v = брзина ваздуха у m/s.

Пошто ротор (елиса) узима енергију од ваздуха, брзина ваздуха пада. Алберт Бец, немачки научник, је установио 1919. да ветрењача може да искористи највише 59% од теоретске енергије ветра.



Уграђена ветротурбина Aelos-H је максималне снаге 500W



Техничке карактеристике ветротурбине

TURBINE	
Rated power	500 W
Start wind speed	2.0 m/s
Cut-in wind speed	2.2 m/s (4.9 mph)
Cut-out wind speed	18 m/s (40.3 mph)
Survival wind speed	55 m/s (123 mph)
Design lifetime	25 years
Overall weight	27 kg (59.5 lbs) including generator and blades

ROTOR	
Rotor diameter	2.7 m (8.86 ft)
Swept area	5.7 m ² (61.6 ft ²)
Rotor speed	470 rpm
Blade material	PA 66

GENERATOR	
Frequency	50 Hz or 60 Hz (System Output)
Voltage	24 VDC
Type	Three Phase Permanent magnetic generator
Generator efficiency	>0.85

CONTROL & SAFETY SYSTEM	
Safety system	Electronic brake system

Aelos-H 500W Wind Turbine Output								
Wind Speed(m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10
Generator Power(w)	17	40	85	155	248	365	480	580
Annual Energy Output(kWh)	223	631	1266	2172	3259	4476	5466	6097

Класификација брзина ветра-описна скала

Боророва скала је скала за одређивање јачине ветра коју је направио енглески контраадмирал и хидрограф Франкн Бофрор 1805. године. Скала је подељена на 12 степена. Међународно је прихваћена 1874. године.

Степен (Bt)	Јачина	Брзина			Обележје
		m/s	km/h	чвор	
0	тишина	0	0	0	петлуко тина, дим се диже усправно
1	лаког	0,9	3	2	дим се диже погледо усправно
2	поветарцац	2,4	9	5	повремено крете гвошће на дрвету
3	слаб ветар	4,4	16	7	покрете застава на јарболцима и лишће дрвећа у доста непрекидно кретање
4	умерен ветар	6,7	26	9	петрша заставама, помера трамваји
5	јак ветар	9,3	34	14	повија веће гране, постаје непригодан за чува, баци таласе на старини зградама
6	жесток ветар	12,3	44	24	чује се како кује конад кућа и други чврсти предмети, крете тање дрвеће, на старини зградама баци таласе од којих се неки залепуше
7	олујан ветар	15,5	56	30	повија тања стабла, на старини зградама пребацује таласе који се залепуше
8	олуја	18,9	68	37	повија цела јача стабла, ломе гране, оштећује задњава човеча који корача у правцу ветра
9	јака олуја	22,6	82	44	ломн веће и јаче гране, наноси штету крововима
10	жестока олуја	26,4	96	52	обара и ломн дрвеће, обара слабе димњаци, наноси знатне штете зградама
11	анокор	30,5	110	60	тешка разарајуће дејство, рушило кровова на зградама
12	оркан	34,8	125	68	уништавајуће дејство

Ова табела одговара брзини ветра по Боророва скали из 1969. године која је дефинисана по емпиријској формули

$$v = 0,836 v^{10} \text{ m/s}$$

Реализација хибридног постројења напајања електричном енергијом

Реализација хибридног система је обухватила:

- монтажу ветрогенераторског стуба и самог ветрогенератора
- ископ канала за кабловске трасе
- полагање свих потребних енергетских и сигналних (диспозиционо изнад инсталације цевовода)
- постављање кабловских штитника и упозоравајуће траке
- постављање система заштитног уземљења (сонде за уземљење и поцинкована трака)
- затрпавање кабловских канала
- монтажу главног разводног ормана и помоћних разводних ормарића и кутија
- монтажа система соларних панела (3+1)
- повезивање потрошача
- функционално пуштање целокупног система у рад



ДИСПОЗИЦИЈА ОБЈЕКТА И ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧКЕ ОПРЕМЕ НА ОГЛЕДНОМ ДОБРУ- ГРАБОВАЦ



Монтажа ветрогенераторског стуба и полагање кабла ветрогенератора



Реализација кабловских траса



Део кабловске трасе почев од просторије пумпног агрегата



Део кабловске трасе ка рачвању за ГРО и ВГ и у наставку ка пластенику

Реализација система заштитног уземљења



Линијски уземљивач: 3 сонде од 1.5м на растојању од око 6м; поцинкована челична трака FeZn 25x4 укупне дужине од око 20м; тло комбинација глине и песка; Ruzs10Q

Монтажа соларних панела (3+1)



Комплетиран систем соларних панела (4x275W)



Спољашњи и унутрашњи изглед главног разводног ормана (ГРО)



- 1-МППТ ветро Контролер
- 2-МППТ соларни контролер
- 3-инвертор 24V=/230V, 50Hz
- 4-Монитор стања батеријске банке
- 5-Батеријска банка 24V=/240Ah
- 6-вентилатор за хлађење ормана
- 7-грејач за грејање ормана
- 8-Статички прекидач и остала склопна и осигурачка опрема

Електрични развод у потрошача у пластенику



- Разводни ормарић у пластенику; монофазно напајање 230V, 50Hz:
- напајање погона компресора
 - напајање погона бочних ролетни
 - резервна ШУКО утичница



Погон компресора



Пресостат компресора

ТЕХНО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА



Компарација трошкова енергије

Из електромреже

- 4 сата дневно
- 365 дана
- Снага потрошача 1000W
- 1460h радних сати
- Утрошене енергије 1460KWh
- По цени 7,5 din/KWh
- **10.950,00 din**

Бензински/дизел агрегат

- Снага потрошача 1000W
- Снага агрегата 2-3KW
- 4 сата дневно
- 365 дана
- 1460h рада агрегата
- При потрошњи 1,0 lit/h
- 1460 lit/god
- 1,25 Evra/lit
- 1825 Евра ~ **215.350,00 din**

Рентабилност система и период повраћаја инвестиције

- 1290KWh се произведе из сунчеве енергије
- 876KWh се произведе из енергије ветра
- Укупно произведе 2166KWh енергије
- Вредност система 10.000 Евра
- Период отплате инвестиције
 $10.000/1825=5,47$ год
- Уз субвенције 40%, $0.6 \times 10.000/1825=3,29$ год

Еколошки ефекти смањења емисије штетних гасова

- Дизел агрегат за годину дана потроши 1460 литара горива
- 1 литар дизел горива сагоревањем ослобађа 2.500 г угљен-диоксида у атмосферу
- **3650 кг угљен-диоксида** мање емитовано у атмосферу



Сарадници из Института М.Пупин-Београд, на пројекту:

Др Александар Родић, научни саветник

Др Жељко Деспотовић, научни саветник

Илија Стевановић, истраживач сарадник

Александар Миленковић, струч.сарадник



Септембар 2020.