

111

ПИТАЊА И ОДГОВОРА О СОЛАРНОЈ ЕНЕРГИЈИ

О СОЛАРНОЈ ЕНЕРГИЈИ
ПОТЕНЦИЈАЛ СОЛАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ У СРБИЈИ
ОД ИДЕЈЕ ДО РЕАЛИЗАЦИЈЕ

ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ



klimatski**forum**

111 ПИТАЊА И ОДГОВОРА О СОЛАРНОЈ ЕНЕРГИЈИ

**О СОЛАРНОЈ ЕНЕРГИЈИ
ПОТЕНЦИЈАЛ СОЛАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ У СРБИЈИ
ОД ИДЕЈЕ ДО РЕАЛИЗАЦИЈЕ**

ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ

111 ПИТАЊА И ОДГОВОРА О СОЛАРНОЈ ЕНЕРГИЈИ

Издавач: Центар за унапређење животне средине

За издавача: Ивана Јовчић

Уредници: Тијана Јаковљевић, Никола Младеновић

Аутори: Тијана Јаковљевић, Никола Младеновић,
Душица Јовановић, Ирена Благајац, Милица Станковић,
Урош Дурлевић, Владимир Ђурић

Лектура и коректура: Маријана Милошевић

Дизајн и припрема публикације: АДВ Студио

Штампарија: Sapient Graphics

Место штампања: Београд

Тираж: 400

ИСБН 978-86-82252-02-3

Београд, децембар 2021. године

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

620.91

621.311.243

СТО једанаест питања

111 питања и одговора о соларној енергији : о соларној енергији, потенцијал соларне енергије у Србији од идеје до реализације : примери добре праксе / [Тијана Јаковљевић ... [и др.]]. - Београд : Центар за унапређење животне средине, 2021 (Београд : Sapient Graphics). - 48 стр. : илустр. ; 30 cm

Подаци о ауторима преузети из колофона. - Тираж 400. -

Библиографија: стр.47.

ISBN 978-86-82252-02-3

1. Јаковљевић, Тијана, 1993- [аутор]

а) Сунчева енергија - Коришћење б) Сунчеве ћелије

COBISS.SR-ID 53049097

САДРЖАЈ

1. Шта су аутори желели да поруче уместо предговора?	6
--	---

О СОЛАРНОЈ ЕНЕРГИЈИ

2. Шта је соларна енергија?	8
3. Колико енергије доспе са Сунца на Земљину површину?	8
4. Због чега сунчева енергија није равномерно распоређена током целе године?	8
5. Када су људи препознали потенцијал соларне енергије?	9
6. Од чега зависи употреба соларне енергије?	9
7. Шта је пасиван начин коришћења соларне енергије?	9
8. Шта је активни начин коришћења соларне енергије?	9
9. Шта је комбинован начин коришћења соларне енергије?	9
10. На које начине се може примењивати сунчева енергија?	10
11. Из чега се састоје фотонапонски системи?	10
12. Од којих материјала се израђује фотонапонска соларна ћелија?	11
13. Каква је структура фотонапонске ћелије?	11
14. Шта је потребно од пратеће опреме уз фотонапонске соларне панеле да би се обезбедило правилно функционисање система?	11
15. Који типови конфигурација фотонапонских система се примењују?	12
16. Да ли соларни системи могу утицати на уштеду материјала?	12
17. Који је највећи недостатак употребе соларних система?	12
18. Како се најчешће користи енергија добијена из соларних система?	13
19. Зашто је важно користити соларне системе?	13
20. Које су предности и недостаци употребе соларних система?	14
21. Каква је будућност примене соларне енергије?	15

ПОТЕНЦИЈАЛ СОЛАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ У СРБИЈИ

22. Зашто је важно познавање сунчевог зрачења?	16
23. Какав је значај локација за постављање соларних панела?	16
24. Шта су сунчани сати?	16
25. Колико је довољно сунчаних сати за соларне панеле?	16
26. Од чега зависи број сунчаних сати?	17
27. Колико Европа има сунчаних сати годишње?	17
28. Колико Србија има сунчаних сати?	19
29. Која места у Србији су најосунчанија?	19
30. Колика је разлика у енергетском потенцијалу сунчевог зрачења Европе и Србије?	19
31. Које земље су лидери у коришћењу соларне енергије?	19
32. Који показатељи потенцијала соларне енергије се највише користе?	20
33. Колико је глобално хоризонтално зрачење под оптималним углом у Србији?	20
34. Који делови Србије примају највише зрачења?	20
35. Који природни и антропогени фактори могу утицати на избор локације за изградњу соларне електране?	20
36. Које локације у Србији су најпогодније за изградњу соларне електране?	23
37. Како се добија карта погодности локације за изградњу соларне електране?	23
38. Како употребити ГИС за развој соларних система?	23

39. Који од наведених фактора је најважнији?	24
40. Зашто је експозиција терена важна у одабиру локације за соларну електрану?	24
41. Зашто је нагиб терена важан у одабиру локације за соларну електрану?	24
42. Зашто је намена земљишта као критеријум укључена у анализу?	24
43. Због чега је битно да соларна електрана буде довољно, али не и превише удаљена од саобраћајница?	24
44. Због чега је битно да соларна електрана буде близу насеља?	25
45. Због чега је битно да соларна електрана буде довољно удаљена од шума?	25
46. Зашто су подаци о температури и падавинама важни за оцену погодности простора за изградњу соларне електране?	25
47. Како би добијени резултати могли бити унапређени?	25

ОД ИДЕЈЕ ДО РЕАЛИЗАЦИЈЕ

48. Да ли је кров куће погодан за постављање соларних система?	26
49. Како проценити да ли је кров довољно стабилан да поднесе терет соларних система?	26
50. Да ли је кров довољно осунчан?	26
51. Како одредити окренутост крова према одређеној страни света помоћу компаса?	27
52. Како одредити окренутост крова према одређеној страни света помоћу <i>Google Earth</i> програма?	27
53. Како засена може утицати на рад соларних система?	28
54. Колико соларних панела је потребно да задовољи потребе за електричном енергијом домаћинства?	28
55. Где набавити панеле/коллекторе?	29
56. Која је цена соларних система?	29
57. Како инсталирати соларне системе?	30
58. Да ли постоје субвенције за примену соларне енергије?	32
59. Колики је радни век соларних панела?	33
60. Како се одлажу нефункционални панели?	33
61. Који закони уређују коришћење соларних система у Србији?	33

ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ

СОЛАРНА ЕЛЕКТРАНА НА ХЛАДЊАЧИ АБД ПРОМ У ЈЕВРЕМОВЦУ	34
62. Која је снага соларног система?	35
63. Где су постављени соларни панели?	35
64. Где су панели набављени и колики је њихов рок трајања?	35
65. Да ли соларни панели задовољавају потребе хладњаче за електричном енергијом?	35
66. Да ли вишак струје можете да вратите у мрежу?	35
67. Шта је Вас инспирисало да поставите панеле?	36
68. Колико је IPARD програм захтеван?	36
69. Колико времена је било потребно да се прикупи сва документација?	36
70. Колико дуго сте чекали одговор?	36
71. Да ли је сва опрема увезена директно из иностранства?	37
72. Да ли је сва опрема субвенционисана преко IPARD програма?	37
73. Да ли је пре пројекта постојала нека врста трафостанице у хладњачи?	37
74. Који проценат инвестиције је покрио IPARD програм?	37
75. За колико очекујете поврат уложених средстава?	38
76. Зашто је важно да систем буде повезан на мрежу?	38
77. Да ли бисте овакав пројекат препоручили другим власницима хладњача?	38
78. Да ли постоји гаранција и како је организовано одржавање система?	38

СОЛАРНА ЕЛЕКТРАНА У ГОРИЧАНИМА	39
79. Које су основне карактеристике локације на којој се налази соларна електрана?	39
80. Да ли сте на почетку знали да ће то бити баш та локација?	39
81. Да ли је електродистрибутивна мрежа била у близини парцеле пре изградње електране?	40
82. Да ли је постојало неко ограничење у капацитету електране која може да се прикључи на нисконапонски вод?	40
83. Шта значи прикључење електране на трафостаницу?	40
84. Колика је снага електране?	40
85. Да ли можете да нам укратко опишете пут који сте прошли од идеје до производње првог kWh?	40
86. Да ли иста процедура важи и за постављање соларних панела на кров куће?	41
87. Да ли је целокупна опрема набављена из сопствених средстава?	41
88. Да ли сте сами реализовали пројекат?	41
89. Колико времена за реализацију пројекта је било потребно?	41
90. Да ли је количина генерисане енергије очекивана?	41
91. Ко је радио пројекције очекиване производње струје?	42
92. Да ли сте основали фирму како бисте управљали електраном?	42
93. Који је пословни модел електране?	42
94. Шта је гаранција порекла?	42
95. Да ли купци гаранције порекла имају одређене олакшице због коришћења електричне енергије добијене на чист начин?	43
96. Зашто фирме у државама ЕУ купују гаранције о пореклу?	43
97. Да ли се око цене струје може преговарати?	43
98. Да ли је потребно чишћење соларних панела?	43
99. Да ли постоји гаранција на панеле и електрану?	43
100. Колики је рок трајања панела?	44
СОЛАРНИ ПАНЕЛИ НА КРОВУ ВИКЕНДИЦЕ НА ГОЧУ	44
101. Где су постављени фотонапонски соларни панели?	44
102. Који су све уређаји уграђени?	44
103. Колика је снага соларног система?	44
104. Чему служи контролер?	45
105. Колико енергије батерија може да складишти?	45
106. Чему служи инвертор/инвертер?	45
107. Да ли систем задовољава потребе викендице?	45
108. Како систем функционише у зависности од временских услова?	46
109. Да ли су овакви системи у Србији исплативи?	46
110. Да ли је у Вашем случају систем био исплатив?	46
111. Да ли постоји субвенционисање оваквих система?	46
ЛИТЕРАТУРА	47
СПИСАК СЛИКА	48
СПИСАК ТАБЕЛА И ГРАФИКОНА	48
СПИСАК КАРАТА	48

1.

**Шта су аутори
желели
да поруче
уместо
предговора?**

Климатске промене су највећи изазов 21. века. У то су нас увериле бројне поплаве, суше, топлотни таласи, урагани и пожари. Озбиљност проблема су препознала деца, млади, студенти, активисти, научна заједница, доносиоци одлука и највећи светски лидери. Након потписивања Париског споразума свет је интензивније започео битку против климатских промена с циљем да глобално загревање заустави на 2°C, односно 1,5°C у односу на преиндустријски период. Да би се то постигло, емисија гасова са ефектом стаклене баште због сагоревања фосилних горива мора се што пре зауставити. Обновљиви извори енергије су препознати као кључно решење, а међу њима су се, због практичности примене, соларни системи посебно издвојили.

Циљ студије која је пред вама је да пружи практичне информације о примени соларних система. У првом поглављу су приказани основни подаци о соларној енергији и технологијама које се највише користе. У другом поглављу је представљен потенцијал соларне енергије у Србији. Да би се он оценио урађено је посебно истраживање које је подразумевало примену отворених сателитских и геопросторних података и њихову обраду у географским информативним системима. Треће поглавље представља кратак приказ неопходних корака у процесу инсталације соларних система. У четвртом поглављу су приказани примери успешних пројеката примене соларних система у Србији. Захваљујемо свима који су нам помогли у прикупљању неопходних информација, омогућили да пројекат Климатски форум буде реализован у оквиру програма Екосистем. Посебно захваљујемо: Александру Јаковљевићу, Ђорђу Самарџији и Алекси Савићу, који су у интервјуима поделили своја искуства у примени соларних система.

Аутори

О СОЛАРНОЈ ЕНЕРГИЈИ

2. Шта је соларна енергија?

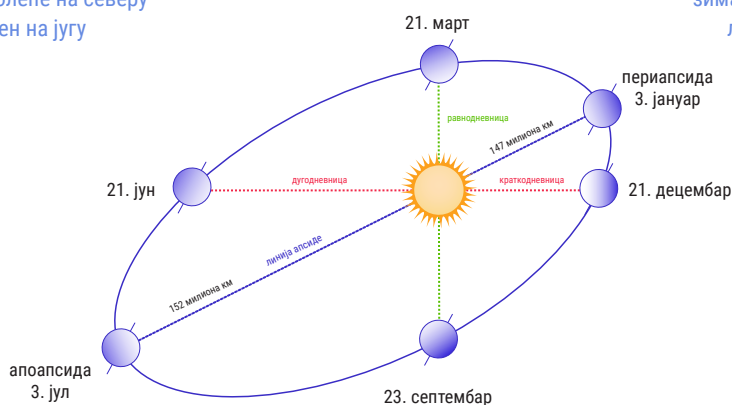
Соларна енергија представља енергију Сунца која је резултат скоро вечите нуклеарне реакције којом се у облику магнетног зрачења ослобађа $2,1 \cdot 10^{15}$ kWh/dan [1]. Због тога се сматра обновљивим и сталним извором енергије [2]. Сви биолошки процеси су директно или индиректно повезани са сунчевим зрачењем и оно представља условни ресурс живота на Земљи [3].

3. Колико енергије доспе са Сунца на Земљину површину?

Количина сунчеве енергије која доспе до Земље у току само једног сата је једнака количини енергије коју људи потроше током целе године [4]. Нажалост, постојећа технологија није у могућности да искористи сву ту енергију. Соларна енергија пада на површину Земље брзином од 120 petawatts, ($1 \text{ petawatt} = 10^{15} \text{ watts}$), а то значи да сва енергија од Сунца која је добијена у једном дану може задовољити светске потребе за више од 20 година [5]. Такође, сматра се да 1% доступне соларне енергије може да обезбеди растуће потребе за енергијом у 21. веку [6]. Међутим, постојећи соларни системи су у могућности да претворе само један део ове енергије у топлотну и електричну енергију која је људима најпотребнија. Научници вредно трагају за ефикаснијим системима.

4. Због чега сунчева енергија није равномерно распоређена током целе године?

пролеће на северу
јесен на југу



лето на северу
зима на југу

зима на северу
лето на југу

Слика 1: Положај планете Земље у односу на Сунце

Оса Земље је нагнута под углом од $23,45^\circ$ у односу на Земљину елиптичну путању око Сунца [1]. Због те нагнутости, али и промене удаљености Земље од Сунца, током године мења се и интензитет зрачења на Земљи [7]. То узрокује променљивост дневно-сезонског интензитета зрачења Сунца на локалном нивоу, у зависности од географског положаја посматране локације

[8]. Неравномерна расподељеност инсолације током дана и ноћи, зиме и лета, узрокује проблеме приликом експлоатације соларне енергије. Због тога соларна енергија или електрична и топлотна које су из ње добијене мора да се прикупља, складишти, а на крају и транспортује до крајњих корисника [4].

5. Када су људи препознали потенцијал соларне енергије?

Људи су у прошлости користили соларну енергију као један од примарних извора. Међутим, када је наступила индустријска револуција у другој половини 18. века, главни извор енергије постају фосилна горива. До данас она остају доминантан извор. Њихов негативан утицај на животну средину и климу је велики. Поред тога брзина њиховог обнављања је толико мала да се сматрају необновљивим извором енергије. У моментима нафтних криза њихова ограниченост је долазила до изражаја. Тако је 70-их година 20. века као последица несташице ресурса, цена фосилних горива толико порасла да су људи нагло почели да трагају за алтернативним изворима енергије. Тада је препознат потенцијал енергије Сунца и започет је поновни развој употребе соларне енергије [9]. Данас, индустрије и предузећа која се баве производњом соларних система све су заступљенија и представљају најбрже растући сектор економије [10].

6. Од чега зависи употреба соларне енергије?

Ефикасност соларних система зависи од географских параметара, односно осунчаности, облачности, сенке објеката, конфигурације терена и загађености ваздуха, али зависи и од друштвено-политичке ситуације на локалном и националном нивоу, као и од економских и социјалних карактеристика друштва [8]. Друштвено-политичка ситуација може да подстакне развој соларних система. Висока еколошка свест становништва о негативном утицају фосилних горива на животну средину и климу подстиче доносиоце одлука да се усмере ка обновљивим изворима енергије, одрживом развоју, енергетској ефикасности и чистим технологијама. С друге стране, ниска еколошка свест и недефинисана државна политика утичу на већа улагања у необновљиве изворе енергије. Примена соларних система у домаћинствима је условљена не само свешћу о важности њихове примене већ и економским стандардом.

7. Шта је пасиван начин коришћења соларне енергије?

Соларна енергија може да се користи пасивно, активно и комбиновано. Пасивно коришћење подразумева правилно и ефикасно пројектовање и изградњу објеката у простору, тако да осунчаност просторија буде најповољнија за боравак људи (нпр. на хладним географским ширинама осунчаност просторија у којима људи највише бораве треба да буде највећа). [1]

8. Шта је активни начин коришћења соларне енергије?

Активно коришћење соларне енергије је претварање соларне енергије у друге видове енергије употребом соларних система (нпр. коришћењем фотонапонских ћелија соларна енергија се претвара у електричну). [1]

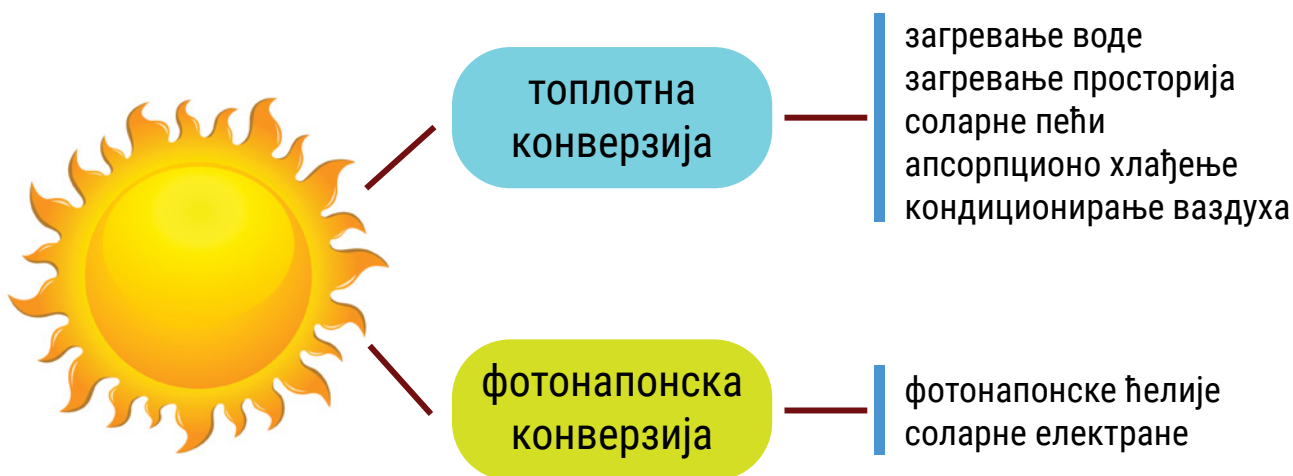
9. Шта је комбинован начин коришћења соларне енергије?

Комбиновано коришћење соларне енергије подразумева постављање соларних система и уређаја на објекте који су изграђени као пасивни пријемници соларне енергије [1].

Занимљивост!

У месту Вајлербах (*Weilerbach*) у Немачкој, 2001. године реализован је пројекат „Села нулте емисије“, а становници користе само обновљиве изворе енергије. У месту је постављено преко сто соларних колектора. Након овог насеља, концепт се проширио широм Немачке [2].

10. На које начине се може примењивати сунчева енергија?



Слика 2: Начини примене соларне енергије

Соларна енергија се може применити на два начина [11]:

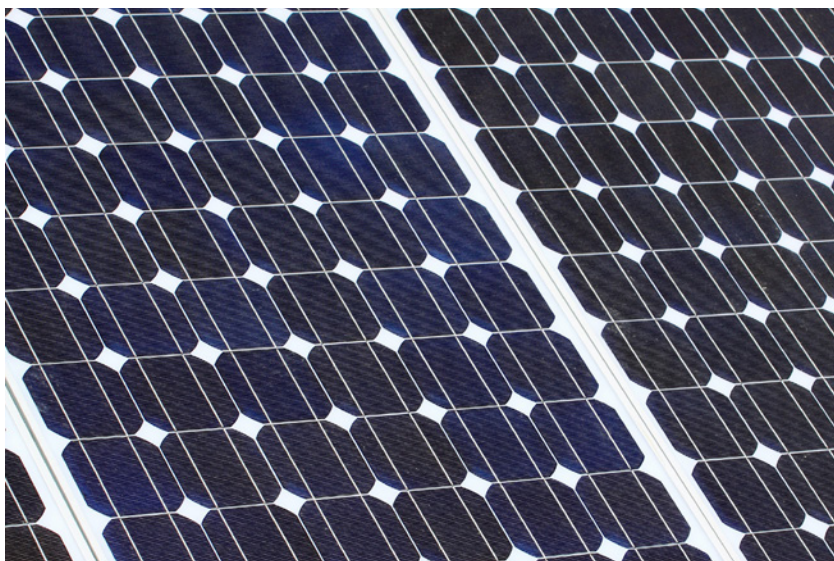
- претварањем сунчеве енергије у топлотну (термичку);
- претварањем сунчевог зрачења у електричну енергију;

Соларни термички системи користе се за добијање топлотне енергије помоћу које се врши загревање воде, грејање објеката и сушење. Ипак, примарна грана индустрије соларних панела представља производњу фотонапонских панела чија је технологија у све бржем развоју [11].

11. Из чега се састоје фотонапонски системи?

Соларне ћелије најчешће представљају основни елемент фотонапонског система. Својом конверзијом из сунчеве у топлотну енергију фотонапонска ћелија успе да произведе око 1–2 W [12]. Ћелије се спајају у модуле, тиме се повећава њихова излазна снага, јер се самостално ретко кад примењују. Површине модула варирају од 0,5 m² до 2 m² [12]. Спајањем модула формирају се соларни панели који заједно даље формирају фотонапонски систем. Спајање ћелија може бити редно и паралелно. [12]. Првим начином повећава се напон, а у случају постизања веће струје ћелије се повезују редно. Најбоље оптимално решење се показало комбиновањем оба начина повезивања истовремено.

У односу на положај Сунца фотонапонски системи могу бити фиксирани или се прилагођавати правцу сунчевих зрака [12]. Уколико систем има уграђен механизам за праћење положаја Сунца, повећање ефикасности може бити и до 40% [23].



Слика 3: Фотонапонски системи

12. Од којих материјала се израђује фотонапонска соларна ћелија?

Фотонапонска ћелија се израђује од силицијума који у себи има додатке брома и фосфора [13] у циљу побољшања карактеристика. У зависности од ефикасности и цене варира примена одређеног материјала за израду соларне ћелије. Општи критеријуми који се разматрају приликом одабира материјала су: кристалност, апсорпција сунчевог зрачења, погодност и једноставност производње различитих форми (нпр. танки слојеви) [14].

У употреби су ови материјали [13]:

- монокристални силицијум;
- поликристални силицијум;
- аморфни силицијум;
- кадмијум-телурид;
- бакар идијум-селенид.

13. Каква је структура фотонапонске ћелије?

Први слој провидног полупроводника има функцију заштите ћелије од спољашњих утицаја и израђен је од силицијум-диоксида (SiO_2) [12]. Значајну улогу у повећању степена искоришћености има наредни антирефлектујући слој. Његова функција је смањење рефлексије које доводи до постизања веће енергије полупроводника [12]. Други битан фактор који утиче на повећање степена искоришћења је облик соларне ћелије који је пирамидални или у облику обрнуте пирамиде. Због повећане површине долази до вишеструког удара зрака, а самим се тиме постиже више енергије [23]. У наредном слоју, помоћу система транспарентних електрода долази до контакта полупроводника са PN спојем и преко њега се врши сакупљање фотона. На доњој страни се налази задњи контакт [12].

Постоје четири структуре у зависности од начина на који су фотонапонске ћелије сложене [14]:

1. хетерогени спој;
2. хомогени спој;
3. p-i-n и n-i-p кола;
4. вишеспојно коло.

14. Шта је потребно од пратеће опреме уз фотонапонске соларне панеле да би се обезбедило правилно функционисање система?

Поред основних компоненти које сваки фотонапонски систем поседује, за нормално функционисање потребна је и пратећа опрема: батерије, контролер, инвертери (инвертори), регулатори пуњења, носеће конструкције и софтверски програм за праћење процеса [11].

Због варирања интензитета сунчеве енергије, ретки су случајеви у којима соларни панели директно напајају електричне уређаје. Енергија која доспева из соларног панела складишти се у стандардне оловне батерије, стандардног опсега од 12 V [15]. Као и соларне ћелије, више батерија могу се повезивати редно и паралелно за повећање напона и капацитета.

Занимљивост!

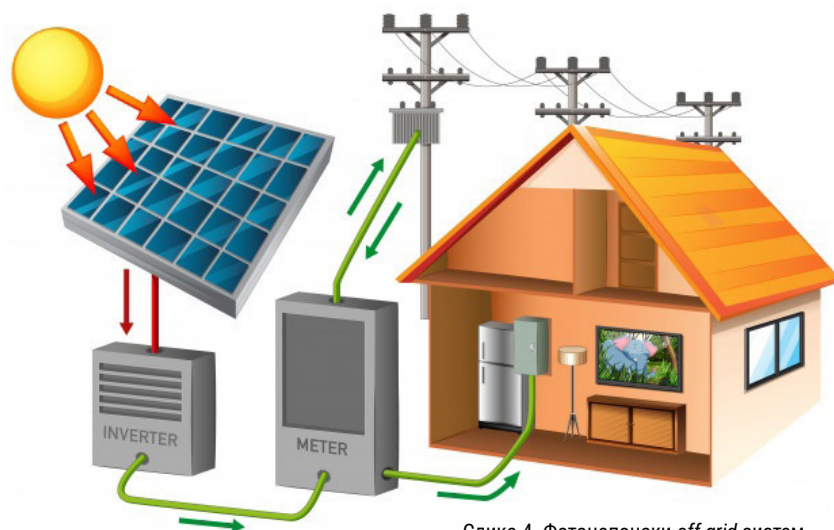
Просечна термоелектрана за годину дана потроши око 2,5 милиона тона угља и произведе осам милиона тона угљеник (IV) оксида, 40 милиона тона сумпор (IV) оксида, шест милиона тона прашине и пола милиона тона летећег пепела [7].

За складиштење енергије код соларних система примењује се више врста батерија с циклусом дубоког пражњења: батерије с течним електролитом, GEL или AGM батерије [16]. Струја која се произведе у соларној ћелији доспева путем каблова до контролера, чија је функција спречавање прекомерног пуњења батерије [11]. Помоћу контролера регулише се проток електричне енергије у батеријама и из њих [16]. Због производње једносмерне струје у соларној ћелији она се мора претворити у наизменичну. Инвертер обавља функцију претварања из једносмерне у наизменичну струју [11]. Постоје специјални инвертери који се примењују код директно повезаних система на електродистрибутивну мрежу (*on grid* системи), јер омогућавају синхронизован рад соларних фотонапонских система и враћање електричне енергије назад у мрежу. [11].

15. Који типови конфигурација фотонапонских система се примењују?

Примењују се три типа конфигурација фотонапонских система[11]:

1. аутономни систем;
2. систем повезан на дистрибутивну мрежу;
3. хибридни систем.



Слика 4. Фотонапонски *off grid* систем

Први и трећи тип се примењују као независни систем, самостално, уколико локацијски услови не дозвољавају да буду повезани директно на мрежу (*off grid* системи).

С друге стране, повезивање и децентрализација мреже код 2. типа конфигурације има знатне предности, јер представља ефикасан обновљиви енергетски систем [11]. Код оваквих система мрежа представља врсту медијума за преношење енергије. Уколико се сва енергија произведена помоћу соларних панела не искористи, онда се она шаље у јавну електричну мрежу, па се на тај начин врши уштеда електричне енергије.

Соларне електране које се израђују у оквиру домаћинства су од 3 Kw снаге до 8 Kw снаге, што може комплетно задовољити захтеве потрошње електричне енергије у једном домаћинству [17].

16. Да ли соларни системи могу утицати на уштеду материјала?

Системи повезани на дистрибутивну мрежу ће у будућности смањити потребу преносних и дистрибутивних водова од термоелектрана, нуклеарних или великих хидроелектрана [11].

17. Који је највећи недостатак употребе соларних система?

Енергија из соларних система најчешће не може задовољити целокупне потребе за енергијом једног домаћинства, већ је неопходно користити је комбиновано с другим изворима енергије. Међутим, даљим научним истраживањима и технолошким развојем соларних система може се очекивати да они буду толико унапређени да сами могу обезбедити потребе за енергијом једног домаћинства или читавог насеља.

18. Како се најчешће користи енергија добијена из соларних система?

Соларна енергија се ефикасно користи у објектима на удаљеним и тешко приступачним подручјима где је отежано прикључивање на електродистрибутивну мрежу [18]. Енергију из соларних система користе и пољопривредници како би обезбедили загревање просторија и воде за животиње или како би хладили просторије за чување хране. Такође, соларна енергија има примену и у индустријским погонима у којима је потребно загревати воду за технолошке процесе, обезбедити грејање просторија за раднике или обезбедити осветљеност просторија. Соларна енергија има широку примену у сушарама. Употреба сунчеве енергије има потенцијал примене и у градским парковима, на улицама и трговима где се панелима ствара струја која се користи за улично осветљење или за постављање пунктова за пуњење електричних уређаја. Такође, енергија Сунца може да се употребљава за снабдевање објеката и насеља електричном енергијом [6].

19. Зашто је важно користити соларне системе?

А) СМАЊЕЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЗАВИСНОСТИ...

... домаћинства:

Корист од уградње соларних панела у домаћинствима огледа се у смањењу трошкова електричне енергије и смањењу зависности од електродистрибутивне мреже [18]. У току ванредних ситуација (ратова, рестрикција, непогода итд.) најлакше је уочити зависност домаћинства од снабдевања комуналним услугама и енергијом. Многа домаћинства потпуно изгубе функционалност у моменту губитка електричне енергије. Због тога је сопствени извор енергије непроцењива вредност. И поред тога што соларни панели у редовним условима неће произвести довољно струје за све потребе домаћинства, у моменту ванредних околности може снабдети електричном енергијом најбитније уређаје (пумпу за воду, фрижидер, шпорет, бојлер и сл.).

... држава:

Државе широм света користе више електричне, топлотне и енергије за транспорт од оне које су у стању да произведу у границама своје територије. Због тога енергенте или потребну енергију увозе из суседних, а веома често и веома удаљених држава. У тим околностима оне су енергетски зависне од државе из које увозе, а готово да немају утицај на цене енергената на тржишту. Применом соларних система државе могу смањити ову зависност или се у потпуности осамосталити.

Б) СМАЊЕЊЕ НЕГАТИВНОГ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Предност употребе соларних система је минималан утицај на животну средину за време њиховог рада. При раду не стварају буку и вибрације и не испуштају токсичне материје и честице [1]. Соларни системи постављени на кровове не угрожавају додатно животиње и њихова станишта. Употребом соларних система смањује се убрзан развој климатских промена и њихових последица. Може се очекивати да резерве необновљивих извора енергије ускоро буду исцрпљене, а већом применом соларних система се одлаже моменат у коме ће се то десити. Соларни системи могу представљати добар начин поновне употребе деградиране територије (нпр. постављање панела у затвореним рудницима и депонијама). Осим тога, соларне електране могу остварити профит и бити конкурентне на тржишту енергије. Држава

Занимљивости!

Тренутно највећи произвођачи фотонапонских ћелија су Јапан (*Sharp, Kyocera*), Европа (*Q-Cells*), Кина и САД [7].

Према подацима из 1976. године Француска је била зависна од увоза енергије из других држава за 76%, док је 2014. године смањила зависност на 43%. С друге стране, Немачка је 1976. године била енергетски зависна за 48%, а 2014. године зависност је порасла на 60%. Русија је 2014. године извезла 83% произведене енергије. Република Србија је енергетски била зависна 28% у 2014. години. (Извор: <https://ourworldindata.org/>)

обезбеђује субвенције за становништво за постављање соларних система у домаћинствима, а на међународном нивоу могуће је обезбедити субвенције за државе како би смањиле карбонски отисак.

В) УБЛАЖАВАЊЕ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Концентрација гасова са ефектом стаклене баште порасла је у последњих 250 година због веће употребе фосилних горива, модерне пољопривреде великих размера и промене начина коришћења земљишта. Тренутне концентрације угљен-диоксида и метана веће су него у било ком тренутку у последњих 650.000 година и за то је крив човек, а пре свега сектор енергетике. Иако су фосилна горива и даље доступна, опасност од глобалног загревања натерала је многе да истраже прелазак на алтернативне, обновљиве изворе енергије [7], [19].

Климатске промене узрокују смањење биодиверзитета, глобално загревање, топљење ледника и раст нивоа мора, као и екстремне временске непогоде. Употреба соларних система смањује производњу гасова са ефектом стаклене баште насталих због коришћења фосилних горива. Климатске промене су глобални политички и научни проблем [20]. Последице климатских промена осећа цела планета, па тако и Србија. Учесталије поплаве, суша и други временски екстремни угрожавају људске животе у Србији и повећавају сиромаштво и глад, а санација последица непогода је скуп и дуготрајан процес [21]. Због тога се тежи смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште и то пре свега кроз транзицију ка обновљивим изворима енергије.

20. Које су предности и недостаци употребе соларних система?

Табела 1. Предности и недостаци употребе соларне енергије

Предности	Недостаци
Конкурентна цена соларне енергије из соларних електрана	Релативно велика почетна улагања у изградњу
Минималан утицај на животну средину у току рада соларних система	Мала ефикасност система што доводи до немогућности испуњавања свих енергетских потреба у домаћинству
Соларни системи на крововима не угрожавају животиње и њихова станишта	Осцилације у нивоу инсолације узрокују да соларна енергија није увек доступна и да се мора складиштити
Соларни системи могу бити постављени и на воденим и на копненим површинама	Естетско нарушавање предела и заузимање великих површина у случају соларних електрана
Употребом соларних система смањује се убрзан развој климатских промена	Измене микроклиме предела
Соларни системи могу бити постављени на деградираним територијама	Загађење због експлоатације материјала неопходних за функционисање соларних система
Енергија добијена из соларних система штеди необновљиве изворе енергије	Велика количина електронског отпада
Држава обезбеђује субвенције за становништво, а на међународном нивоу могуће је обезбедити субвенције за државе	Утицај на животну средину при производњи соларних система

21. Каква је будућност примене соларне енергије?

Снабдевање енергијом на чист и одржив начин један је од главних научно-техничких изазова 21. века. Уколико се настави овакав раст потребе за енергијом претпоставља се да ће се глобална потрошња енергије повећати најмање два пута до средине 21. века у односу на почетак века, а то је последица раста становништва и његових потреба [4]. Очување ресурса и употреба обновљивих извора енергије смањују ризик од настанка кризе енергије коју би пратиле и глад, хладноћа, мрак и обустава индустрије и саобраћаја [7]. Енергетска криза би обуставила све људске активности, изазвала би депресију становништва и довела до ратног стања у борби за ресурсе.

Научно-технолошке могућности крећу се у смеру унапређења ефикасности соларне енергије, како је прикупљати, претварати, складиштити и користити, уз што мање трошкове и отпад [22]. Потребе за енергијом расту, а индустрија соларне енергије је једна од најперспективнијих и процењује се да ће у будућности бити најраспрострањенија на тржишту [5]. Сматра се да ће техничко-технолошки напредак у будућности обезбедити да свако домаћинство има доступност соларним системима [2].

Занимљивости!

Према подацима из 2019. године просечан становник Републике Србије трошио је 21.482 kW/h енергије. Потрошња у САД је износила 78.897 kW/h по становнику, а у Канади 105.540 kW/h, док је у Нигери потрошња по становнику била само 473 kW/h. (Извор: <https://ourworldindata.org/>)

Канада је произвела 4,39 TWh соларне енергије у 2020. години, а САД су произвеле 132,62 TWh. Производња у Аустралији је износила 18,6 TWh, а у Белгији 4,6 TWh. Србија је у 2020. години произвела 0,01 TWh енергије из соларних система. (Извор: <https://ourworldindata.org/>)



ПОТЕНЦИЈАЛ СОЛАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ У СРБИЈИ

Нису све локације погодне за постављање соларних система. Број сунчаних сати у току године је само један од бројних фактора који утичу на исплативост соларних система и он је директно условљен географском ширином и експозицијом (окренутост ка одређеној страни света). И поред тога што је број сунчаних сати у одређеном подручју велики, то не значи да је локација погодна за постављање соларних система. У овом поглављу је анализирано више фактора који утичу на погодност терена за постављање соларних система, а резултат је приказан на прегледним картама.

22. Зашто је важно познавање сунчевог зрачења?

Познавање сунчевог зрачења које стиже на површину Земље важно је за различита поља истраживања. Метеоролошке и климатолошке студије ослањају се на познавање сунчевог зрачења на великим површинама, краткорочно и дугорочно. За планирање соларних енергетских система потребни су подаци о сунчевом зрачењу на месту где ће систем бити инсталиран. Познавање локалног интензитета сунчевог зрачења такође се може искористити у различитим областима као што су географска и енергетска истраживања и архитектура [24].

23. Какав је значај локација за постављање соларних панела?

Локација и оријентација соларних панела је подједнако важна колико тип и квалитет соларних панела који се користи. Када се изабере адекватна локација и одреди се одговарајућа оријентација соларних панела, тада они генеришу највише електричне енергије [25]. На северној хемисфери (где се налази и Србија) опште правило је да соларне панеле треба оријентисати ка југу или поставити на падине с јужном експозицијом, које су највише осунчане. На јужној хемисфери, соларни панели се постављају на северним странама.

24. Шта су сунчани сати?

Сунчани сати или трајање сунчеве светлости је период током којег је површина тла озрачена директним сунчевим зрачењем, односно сунчевом светлошћу која директно од Сунца допире до површине Земље. То је општи показатељ облачности локације и по томе се разликује од инсолације (осунчаности) која мери укупну енергију коју испоручује сунчева светлост током одређеног периода. Сунчани сати се изражавају у сатима годишње или у сатима по дану.

Сунчани сати или трајање сунчеве светлости је период током којег је површина тла озрачена директним сунчевим зрачењем, односно сунчевом светлошћу која директно од Сунца допире до површине Земље.

25. Колико је довољно сунчаних сати за соларне панеле?

У најбољем случају потребно је да соларни панел буде изложен од четири до пет сати директном сунчевом зрачењу. Конкретно, сунчева светлост треба да допре до соларних панела између 10 и 15 часова, јер је у том

периоду Сунце на највишој позицији и сунчеви зраци имају директан утицај на подлогу, у овом случају на површину соларних панела [26].

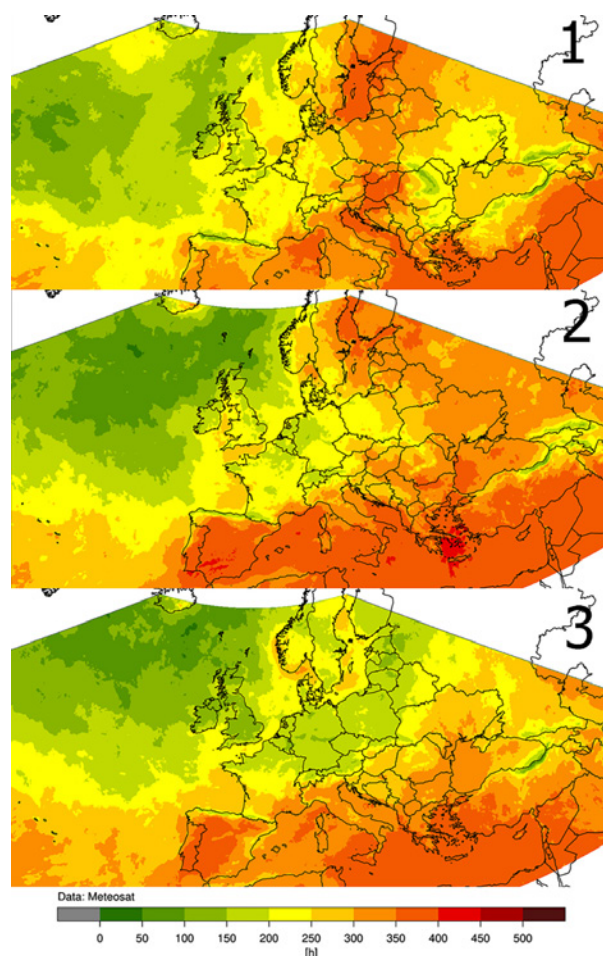
26. Од чега зависи број сунчаних сати?

Број сунчаних сати зависи од географске ширине и начина на који Земља кружи око Сунца. Земљина оса ротације је нагнута од своје орбиталне равни и увек је усмерена ка Северњачи. Зато се оријентација Земљине осе према Сунцу мења током године док Земља ротира око Сунца. Како се ова оријентација мења током године тако се мења и дистрибуција сунчеве светлости на површини Земље на било којој географској ширини [27]. Такође, облачност је у директној корелацији с трајањем сунчеве светлости, јер су најосунчанији предели без присуства облака или с најмањом облачношћу [28].

27. Колико Европа има сунчаних сати годишње?

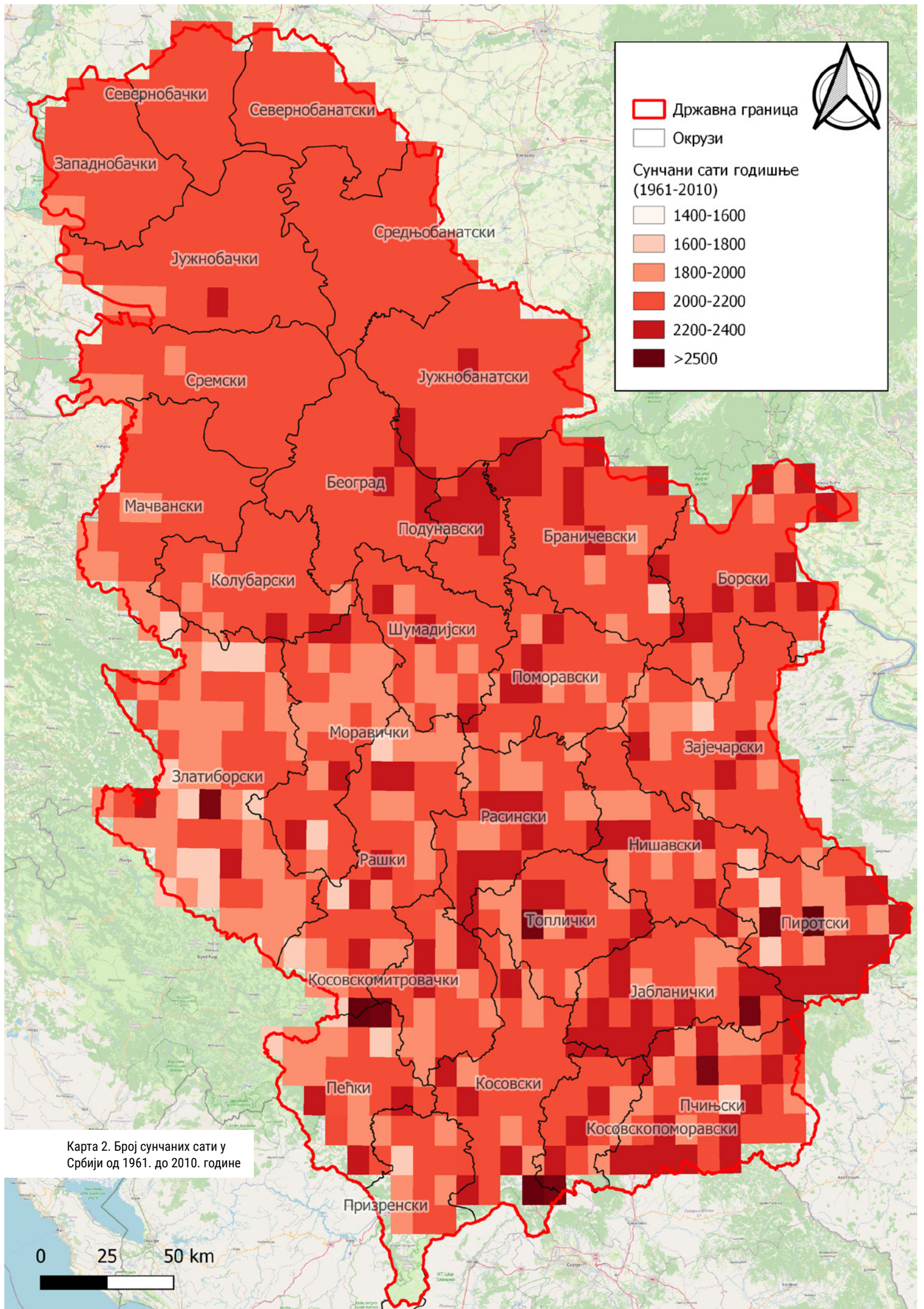
На упоредној карти 1 [29] приказано је трајање сунчевих сати за јун, јул и август 2021. године на простору Европе. Може се приметити како се трајање сунчаних сати мења по регионима, а што директно зависи од географске ширине, дужине и облачности. Такође, дата је табела [30] с подацима о сунчаним сатима у појединим европским градовима. Подаци представљају просечно трајање сунчаних сати на годишњем нивоу у последњих двадесет година.

Карта 1. Трајање сунчаних сати за: 1) јун, 2) јул, 3) август 2021. године [29]



Табела 2. Број сунчаних сати у главним градовима појединих европских земаља (период мерења од 2000. до 2020. године) [30]

Редни број	Држава	Град	Број сунчаних сати годишње
1	Немачка	Берлин	1.681,1
2	Шпанија	Мадрид	2.796,4
3	Босна и Херцеговина	Сарајево	1.269,4
4	Бугарска	Софија	2.258,9
5	Пољска	Варшава	1.997,6
6	Велика Британија	Лондон	1.103,5
7	Грчка	Атина	2.657,6
8	Мађарска	Будимпешта	2.168,3
9	Чешка Република	Праг	1.764,4



Карта 2. Број сунчаних сати у Србији од 1961. до 2010. године

28. Колико Србија има сунчаних сати?

Обрадом геопросторних података који су објављени на сајту carpatclim-eu.org [31] у периоду осматрања од 1961. до 2010. године број сунчаних сати у Србији кретао се од 1.400 сати годишње до преко 2.500 сати годишње на појединим локацијама на југу земље. У просеку, за дати период мерења Србија има 2.082 сунчана сата годишње. У периоду од 2000. године до 2020. године Београд у просеку годишње има 1.910,6 сунчаних сати.

29. Која места у Србији су најосунчанија?

На карти 2 приказан је број сунчаних сати у Републици Србији по окрузима. Северни део Републике Србије спада у област са 2.000 до 2.200 сунчаних сати. У централном делу, с обзиром на висинске разлике и издиференциран рељеф, присутне су мање површине са 1.600 до 1.800 сунчаних сати годишње, али поред тога и површине са 2.200 до 2.400 сунчаних сати годишње. На самом југу и југоистоку израженије је присуство површина које имају од 2.200 до 2.400, али и површина које имају и преко 2.500 сати сунчевог зрачења. Разлог непокривености пограничних делова Србије и степен генерализације на карти је квалитет улазних података који су јавно доступни.

Табела 3. Број сунчаних сати појединих градова у Србији од 2000. до 2020. године [30]

Редни број	Град	Број сунчаних сати годишње
1	Београд	1.910,6
2	Ниш	1.893,3
3	Лесковац	1.958,1
4	Крушевац	1.964,0
5	Димитровград	1.989,8
6	Краљево	1.907,5
7	Банатски Карловци	2.155,0
8	Црни врх	1.993,4
9	Ђуприја	2.026,5
10	Кикинда	2.193,6
11	Копаноник	1.570,7
12	Лозница	1.982,9
13	Сјеница	1.792,2
14	Сомбор	2.101,1
15	Сремска Митровица	2.048,4
16	Сурчин	1.874,9
17	Ваљево	1.991,2
18	Велико Градиште	2.088,1
19	Врање	2.075,6

30. Колика је разлика у енергетском потенцијалу сунчевог зрачења Европе и Србије?

Коришћење соларне енергије у Републици Србији је још увек на почетку. Енергетски потенцијал сунчевог зрачења у Србији је већи за 30% у поређењу с централном Европом, где већ постоје бројне соларне електране [32]. Иако су бројке на страни наше земље, стање на терену је мало другачије.

У периоду осматрања од 1961. до 2010. године број сунчаних сати у Србији кретао се од 1.400 сати годишње до преко 2.500 сати годишње на појединим локацијама на југу земље.

Енергетски потенцијал сунчевог зрачења у Србији је већи за 30% у поређењу с централном Европом, где већ постоје бројне соларне електране [34].

31. Које земље су лидери у коришћењу соларне енергије?

Соларна енергија игра све већу улогу у производњи електричне енергије у многим земљама света. Лидери у коришћењу соларне енергије за фотонапонске (PV) системе су: Немачка и Италија, САД, Кина итд. Брз развој соларне енергије омогућен је различитим видовима подршке, као што су загарантоване тарифе за испоруче-

ну енергију, повраћај, пореске олакшице итд. Европска унија подржава употребу обновљиве енергије (укључујући соларну енергију) својом повећеношћу да повећа удео обновљивих извора енергије у укупној електричној енергији коју производе државе чланице ЕУ [32].

32. Који показатељи потенцијала соларне енергије се највише користе?

У примени соларне енергије најчешће се користе следећи показатељи:

1. Директно нормално зрачење (DNI) које је део сунчевог зрачења које директно допре до површине Земље. Директно нормално зрачење је компонента која је укључена у термалну (CSP) и фотонапонску технологију (CPV).
2. Глобално хоризонтално зрачење (GHI) је збир директног и дифузног зрачења које доспе на хоризонталну површину.
3. Глобално зрачење под оптималним углом (GTI) је највећа количина сунчевог зрачења која може доспети на тло под оптималним углом. Овај параметар је збир дифузног, директног и рефлектованог зрачења [33].

Годишњи просек глобалног хоризонталног зрачења под оптималним углом за целу територију Републике Србије износи 1.384,6 kWh/m².

На територији Пећког округа се налази место које прима максимално зрачење од 1.718,4 kWh/m².

33. Колико је глобално хоризонтално зрачење под оптималним углом у Србији?

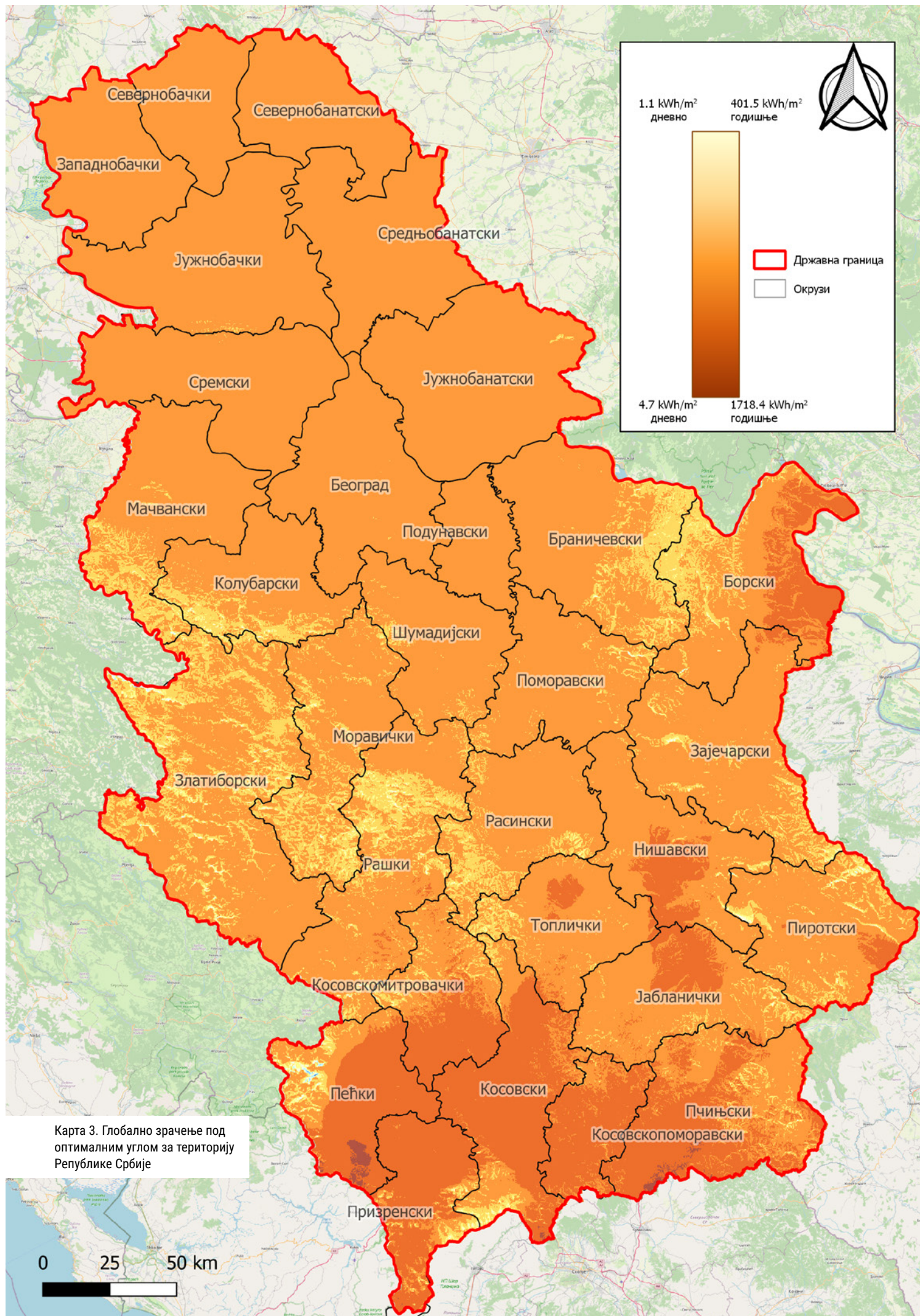
Обрадом геопросторних података [34] у софтверу QGIS издвојени су подаци за територију Републике Србије и картографски приказани (карта 3). На западу и на истоку су истакнути предели где допире мање глобалног зрачења под оптималним углом. Најмања вредност износи 401,5 kWh/m². Северни и централни део територије Републике Србије прима од 1.000 до 1.200 kWh/m² годишње. Док је годишњи просек за целу територију Републике Србије 1.384,6 kWh/m².

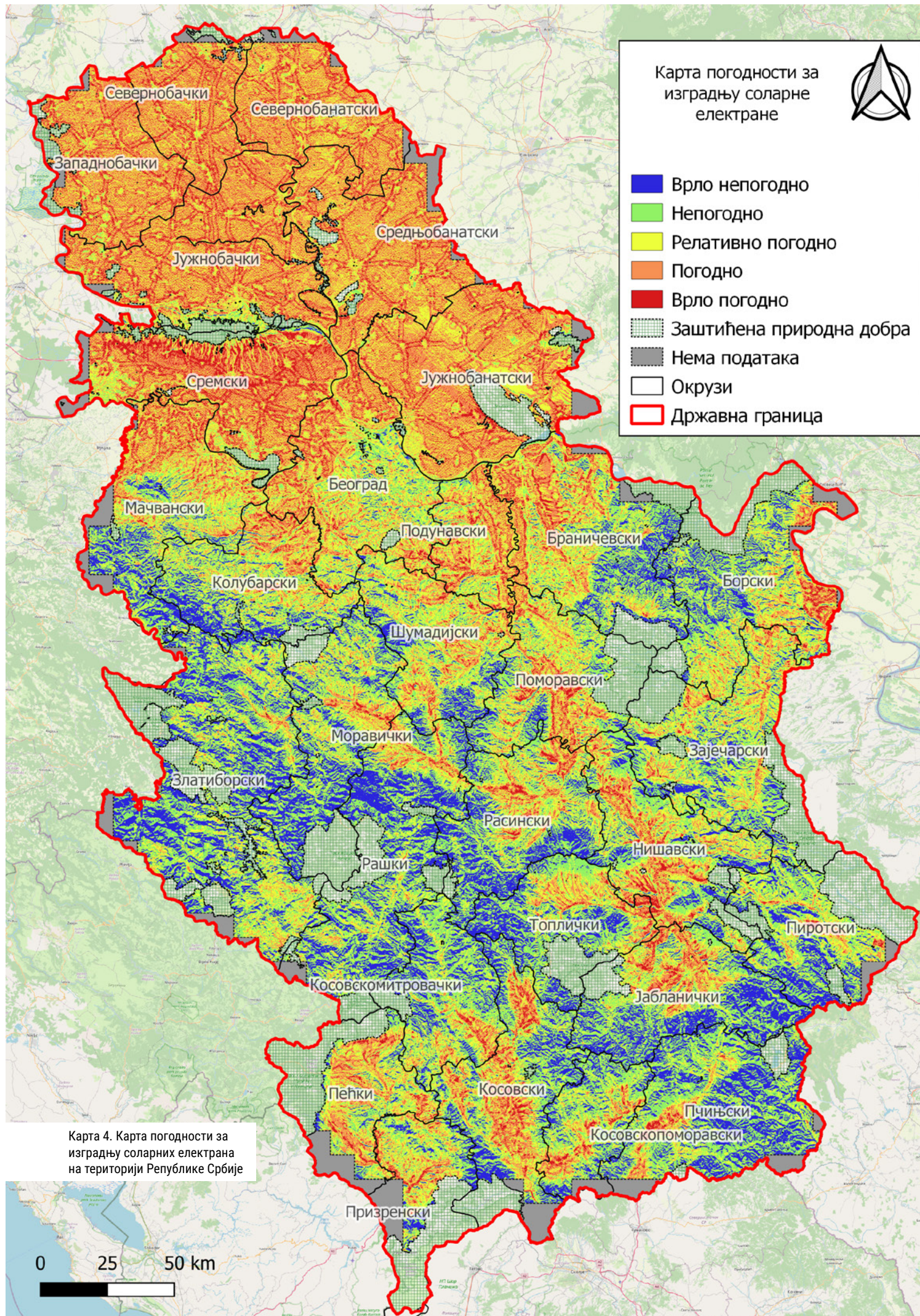
34. Који делови Србије примају највише зрачења?

Највише зрачења од 1.600 до 1.700 kWh/m² прима источни део Борског округа, затим на југу Нишавски и Јабланички округ и мање површине у централном делу Топличког округа. Затим на крајњем југу Пчињски округ, Косовско-поморавски, Косовски, Призренски и Косовско-митровачки. На територији Пећког округа се налази место које прима максимално зрачење од 1.718,4 kWh/m² на крајњем југу округа, док западни део округа поседује површине које примају најмање глобалног хоризонталног зрачења под оптималним углом.

35. Који природни и антропогени фактори могу утицати на избор локације за изградњу соларне електране?

За одређивање погодне локације за изградњу соларне електране могу се користити различити критеријуми у зависности од доступности података. У овој студији за процену погодности терена за изградњу соларних електрана на територији Републике Србије коришћено је осам различитих фактора, односно критеријума како природних тако и антропогених и то: глобално хоризонтално зрачење (соларна радијација), експозиција терена (која директно утиче на осунчаност), нагиб терена, намена земљишта, удаљеност од саобраћајница, удаљеност од насеља, удаљеност од шума и климатски услови (просечне годишње температуре и просечне годишње падавине). Сви ови критеријуми су методолошки обрађени у географским информационим системима, односно у софтверу QGIS.





Карта 4. Карта погодности за изградњу соларних електрана на територији Републике Србије

36. Које локације у Србији су најпогодније за изградњу соларне електране?

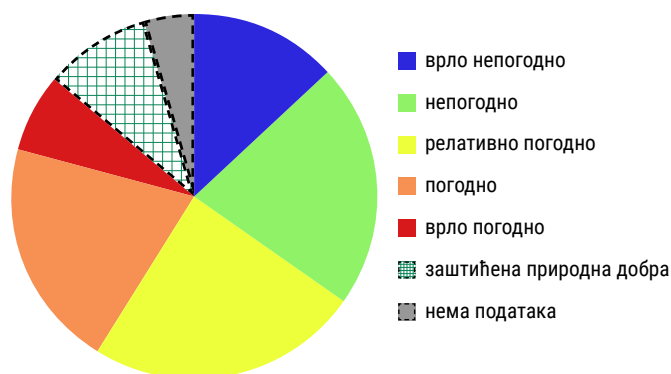
Карта 4 представља резултат просторне анализе која је спроведена и представља карту погодности за изградњу соларне електране на простору Републике Србије. Највише погодних локација се налази на северу Србије у Панонској низији и у долинама великих река и котлина по централној, југоисточној и јужној Србији. Површине у класи „врло погодно“ заузимају 6,87% територије Републике Србије. Те површине су најбоље за изградњу соларних електрана, али поред њих треба обратити пажњу и на површине у класи „погодно“ које заузимају чак 20,43% и које би вероватно уз адекватну припрему и проверу на терену могле да буду довољно добре. Терени у класи „врло непогодно“ заузимају 13,15%, а у класи „непогодно“ је 21,77%, а то су углавном тешко приступачни терени који су превише удаљени од саобраћајница, насеља, близу шуме или на пољопривредним земљиштима итд. Површине које су означене са „нема података“ су терени за које не постоје подаци о клими па самим тим дефинисање њихове погодности није било могуће.

Највише погодних локација за изградњу соларне електране налази се на северу Србије у Панонској низији и у долинама великих река и котлина по централној, југоисточној и јужној Србији.

Табела 4. Класе погодности простора за постављање соларне електране према површинама

класе погодности	површина у km ²
врло непогодно	11.619,71
непогодно	19.236,87
релативно погодно	21.256,47
погодно	18.054,57
врло погодно	6.067,41
заштићена природна добра	8.229,5
нема података	3.896,47
укупно	88.361

Графикон 1. Удео различитих класа погодности у укупној површини Србије



37. Како се добија карта погодности локација за изградњу соларне електране?

Како би се утврдили потенцијали за погодност локација за изградњу соларне електране, извршена је просторна анализа за територију Републике Србије коришћењем геопросторних података, различитих софтвера и метода. Главни метод за одређивање тежинских коефицијената критеријума био је аналитичко-хијерархијски процес који омогућава да сви критеријуми (соларна радијација, експозиција, нагиб, намена земљишта, близина путева, насеља, шума и температура и падавине) хијерархијски буду постављени. Њима су додељени одговарајући тежински коефицијенти у зависности од важности критеријума. Финалним преклапањем свих наведених критеријума добија се резултат који се додатно обради и визуелизује.

38. Како употребити ГИС за развој соларних система?

Географски информациони систем (ГИС) могао би се користити за пројекте обновљиве енергије. ГИС се може употребити за анализу критеријума за одабир оптималне локације и за експозицију соларних система како би се постигла што већа ефикасност. Критеријуми би обухватили географски положај, експозицију, топографске карактеристике, намену земљишта, близину насеља, климатске услове и слично. Одабир погодних локација

за постављање соларних система не укључује само физичке критеријуме, већ и економске, друштвене, политичке и еколошке, а који могу утицати на постављање и ефикасност соларних система [35].

39. Који од наведених фактора је најважнији?

Најважнији фактор за одређивање погодности локације за изградњу соларне електране је глобално хоризонтално зрачење. Bitно је одабрати локацију на којој овај фактор има највеће вредности. Наравно, то није увек пресудно, јер се на самој локацији може наћи нека врста препреке која ће смањити погодност. За потребе анализе у овој студији подаци о глобалном хоризонталном зрачењу су преузети са globalsolaratlas.info [36].

40. Зашто је експозиција терена важна у одабиру локације за соларну електрану?

Од експозиције (окренутост ка одређеној страни света) терена зависи пријем и дужина трајања сунчевог сјаја, температурне суме и њихове амплитуде. Експозиција модификује значај висине Сунца изнад хоризонта тако што присојне стране омогућавају повећање упадног угла његових зрака, а осојне њихово смањивање. На нашим географским ширинама највећу количину топлоте прима јужна експозиција па се на њој јавља јаче загревање топографске површине, али и највеће температурне амплитуде [37]. Нешто слабију количину топлоте примају падине окренуте ка југоистоку и југозападу, као и истоку и западу, док најмању количину топлоте примају северозападне, североисточне и северне стране. За соларну електрану се препоручују пре свега јужне стране као најбоље експонирани, а онда југоисточне и југозападне. Експозиција терена за потребе ове студије добијена је обрадом дигиталног модела терена [38] у резолуцији 100 x 100 метара.

41. Зашто је нагиб терена важан у одабиру локације за соларну електрану?

Градња објеката умногоме зависи од нагиба терена, односно од саме приступачности, а поред тога нагиби утичу и на градњу саобраћајница и отежавају приступ. Када је терен раван, односно без нагиба, тада су геоморфолошки услови бољи, јер нема појаве прекомерне ерозије, клизишта и бојазан од одрона. За анализу нагиба на простору Републике Србије подаци су добијени обрадом дигиталног модела терена у резолуцији 100 x 100 метара. Нагиби од 0° до 2° су најпогоднији за изградњу соларне електране.

42. Зашто је намена земљишта као критеријум укључена у анализу?

Разноврсна намена земљишта доводи до појачане комплексности самог простора па би без овог критеријума врло вероватно дошло до просторних конфликта када је сама градња соларних електрана у питању. Као најпогодније површине за изградњу соларне електране су издвојени површински копови, ненаводњаване пољопривредне површине, ливаде и изгореле површине. За потребе анализе коришћена је база података о намени земљишта *Corine Land Cover 2018* [39] из Коперникусовог мониторинг програма за намену земљишта.

43. Због чега је битно да соларна електрана буде довољно, али не и превише удаљена од саобраћајница?

Довољна удаљеност од саобраћајница смањује трошкове изградње и одржавања соларне електране [40]. Превелика удаљеност отежала би приступачност соларној електрани, а самим тим и повећала трошкове,

посебно у фази изградње. С друге стране, превелика близина главних саобраћајница може довести до одређених ризика као што су оштећења инфраструктуре објекта или да хаварија на соларној електрани угрози саобраћај. Приликом обраде података о саобраћајницама [41] зона од 1 km удаљености је оцењена као најпогоднија.

44. Због чега је битно да соларна електрана буде близу насеља?

Близина насеља и градова је пожељна како би се произведена енергија ефикасно допремала до зграда или неких помоћних објеката и на тај начин се смањила инвестиција у опрему за дистрибуцију енергије [42]. С обзиром на све веће ширење градова, треба водити рачуна и да се соларна електрана не налази у зони која би у будућности могла да постане урбанизована. Такође, с аспекта ризика пожељно је да соларна електрана не буде превише близу насеља. Поново је зона удаљености од 1 km означена као најпогоднија за изградњу соларне електране. Подаци о насељима који су обрађивани за потребу ове студије су преузети из *Corine Land Cover 2018* из Коперникусовог мониторинг програма за намену земљишта.

45. Због чега је битно да соларна електрана буде довољно удаљена од шума?

Близина шума може имати негативан утицај на соларну електрану јер дрвеће ствара засену. Поред тога, шуме су станишта многих животињских врста па присуство соларне електране може утицати на њих. Такође, животиње могу оштетити делове инфраструктуре. Изградња и евентуално гашење соларних електрана имаће утицај на дивље животиње, укључујући ретке и угрожене врсте, и на њихова станишта [43]. Ове активности укључују значајне поремећаје тла и директне (нпр. смртност) и индиректне (нпр. губитак станишта, деградација, модификација) утицаје на дивље животиње и њихова станишта [44]. Соларне електране захтевају велике површине да би се искористила сунчева светлост, односно генерисала електрична енергија. Површине под заштићеним природним добрима у овој студији су означене као елиминаторни фактор, што значи простор у оквиру заштићених подручја није разматран за изградњу соларне електране. Подаци о заштићеним природним добрима су преузети из Светске базе заштићених подручја [45].

46. Зашто су подаци о температури и падавинама важни за оцену погодности простора за изградњу соларне електране?

Повећање температуре може утицати на перформансе фотонапонских ћелија. Оне најефикасније раде на температурама нижим од 25°C. Свако повећање од 1°C ће довести до смањења излазне снаге фотонапонске ћелије од 0,4% до 0,5% [43]. Области с већим падавинама директно подразумевају већу облачност и смањено сунчево зрачење па ће у таквим условима бити трансформисано мање енергије. Подаци који су искоришћени у студији су преузети са carpatclim-eu.org.

47. Како би добијени резултати могли бити унапређени?

Укључивањем додатних критеријума карта погодности терена за изградњу соларне електране могла би бити унапређена. Због недостатака отворених података није било могуће анализирати све критеријуме. На пример, близина електродистрибутивне мреже (вода средњег и високог напона), као и трафостаница је важан фактор у одабиру локације за изградњу соларне електране. Такви подаци би додатно унапредили добијене резултате и олакшали инвеститорима одабир локације за изградњу соларне електране. Такође, коришћење података боље резолуције би крајњи резултат учинило прецизнијим.

ОД ИДЕЈЕ ДО РЕАЛИЗАЦИЈЕ

Инсталирање соларних система није једноставан процес. Очекује се да правно-административна процедура постане једноставнија и тако што више правних и физичких лица буде подстакнуто да инвестира у соларне системе. Осим тога, пре постављања треба одговорити и на бројна техничка питања која се односе на осунчаност и исплативост. У овом поглављу је дефинисан пут од идеје до реализације соларних пројеката, а обухваћени су само основни кораци.

48. Да ли је кров куће погодан за постављање соларних система?

Предуслов за постављање соларних система јесте да је конструкција крова довољно стабилна да може да поднесе додатни терет. Уколико је тако, онда је за ефикасно коришћење соларних система у домаћинствима потребно да осунчаност крова буде одговарајућа, како би се добило што више електричне енергије, али и брже вратио уложен новац.

49. Како проценити да ли је кров довољно стабилан да поднесе терет соларних система?

Уколико је кров већ оштећен, пре постављања соларних система треба га санирати. Осим тога, најбоље је проверити с фирмом која продаје и поставља соларне система да ли је кров довољно стабилан. Тешко је дати универзалан одговор због разноврсности кровова и тежине соларних система.

50. Да ли је кров довољно осунчан?

Подаци из другог поглавља ове студије треба да помогну у давању одговора на ово питање. Осим броја сунчаних сати који се могу прочитати с карте, потребно је да је кров, уколико је кос, окренут присојним странама, односно ка: југу, југоистоку или југозападу [32, 42, 46, 47]. Равни кровови немају окренутост ка одређеној страни света, већ се соларни системи приликом постављања окрећу ка југу и нагињу под одговарајућим углом. Због тога се равни кровови такође сматрају погодним за постављање соларних система. На пример, у Београду кров окренут ка југу који карактерише нагнутост од 33° [49] (која се може постићи и приликом постављања система) у односу на хоризонталну површину је идеална за максимално искоришћење потенцијала Сунца у току целе године. Коси кровови су увек окренути ка одређеној страни света. Позиционираност крова према Сунцу може се једноставно одредити на лицу места путем компаса или обрадом података у географским информационим системима (ГИС).

51. Како одредити окренутост крова према одређеној страни света помоћу компаса?

У одсуству класичног компаса, може се употребити дигитални компас који поседују скоро сви паметни телефони. Посматрач треба да стане испред крова чију окренутост страни света (експозицију) одређује. Може се леђима наслонити на зид куће који је паралелан с правцем пружања крова. Тачно испред себе треба да постави компас и прочита вредности стране света коју компас показује. Уколико је кров окренут ка југу (стрелица ће пока-

зивати S (south), а приказана ће бити вредност од 180° . То је најбоља окренутост за постављање соларних панела, али све вредности од 135° до 225° се сматрају погодним. Вредности које се односе на исток (од 45° до 135°) или запад (од 225° до 315°) су делимично погодне и у неким случајевима могу бити употребљиве (пример хладњаче АБД ПРОМ – четврто поглавље).

Слика 5. Компас који показује правац југа (192°)

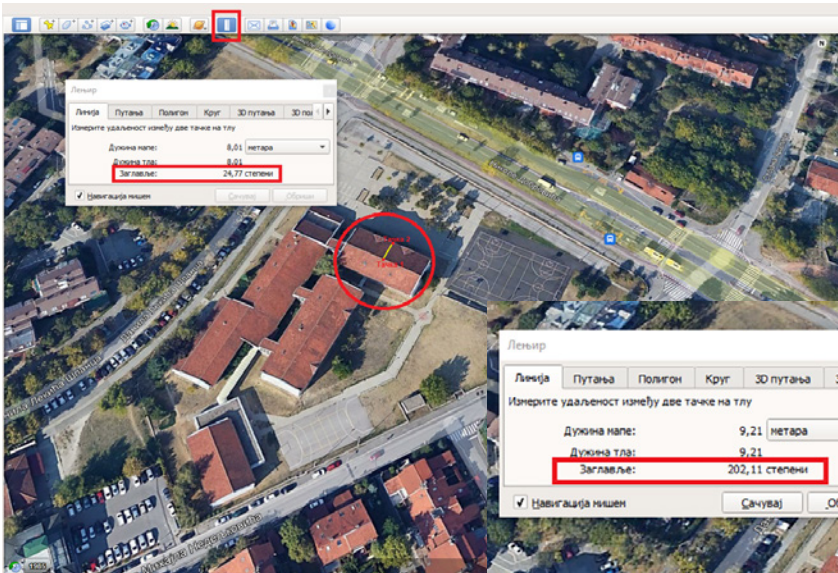


52. Како одредити окренутост крова према одређеној страни света помоћу Google Earth програма?

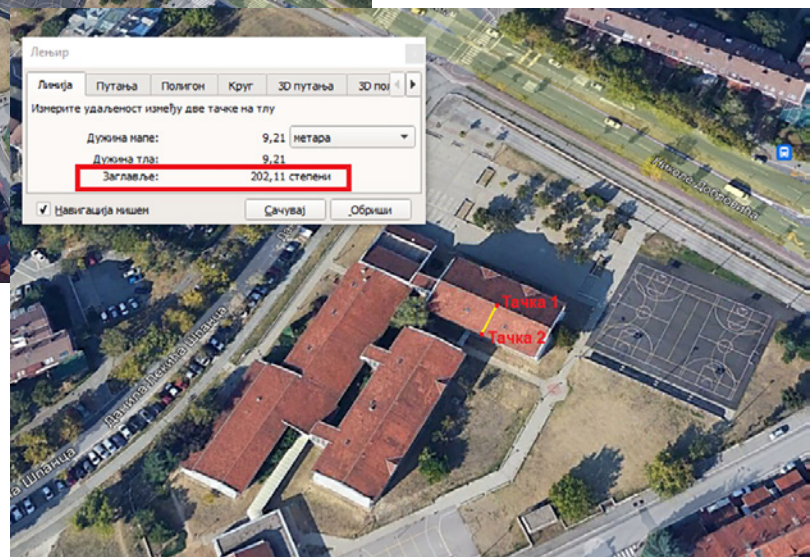
Google Earth програм је доступан на: <https://earth.google.com/web/>

Да би се одредила окренутост крова ка одређеној страни света помоћу Google Earth програма неопходно је знати (из увида на терену) ка којој улици је нагнут кров зграде. Понекада је ту нагнутост могуће прочитати и на самом снимку. На Слици 6 је могуће видети ОШ „Борислав Пекић” и да је једна страна крова окренута ка Улици Николе Добровића, а друга супротно од ње. Потребно је изабрати опцију „лењир” (ruler) и исцртати линију од највише тачке крова (тачка 1) ка најнижој тачки (тачка 2), а онда очитати вредност угла означеног као заглавље (Слика 6). На примеру на слици је вредност угла око 24° , што означава правац северо-североисток. Кров је неповољан за постављање панела, али супротна страна крова има вредност око 202 степена што означава југо-југозапад (Слика 7). Та страна је погодна за постављање соларних система, јер је у распону између 135° до 225° . Треба напоменути да се приликом оваквих мерења јављају мање непрецизности. У случају наведеног примера та непрецизност је 2° , што не може битно утицати на ефикасност соларних панела.

Слика 6. Примена Google Earth програма у одређивању окренутости крова ка странама света



Слика 7. Примена функције „лењир” у Google Earth програму



53. Како засена може утицати на рад соларних система?

Соларни системи ће радити и уколико нису директно изложени сунчевом зрачењу. Међутим, ефикасност рада, количина конвертоване соларне енергије у топлотну или електричну, биће далеко мања у моментима када су соларни системи у сенци. Пре постављања треба проверити да ли је кров у засени током већег дела дана у различитим годишњим добима. Уколико јесте, треба проверити да ли је могуће уклонити објекат који ствара засену. Тај фактор треба укључити у рачуницу о брзини исплативости соларних система. Најчешће се део крова који је под засеном избегава, односно на њега се не постављају соларни системи.

54. Колико соларних панела је потребно да задовољи потребе за електричном енергијом домаћинства?

Енергетске потребе домаћинства могуће је утврдити увидом у рачун за струју из претходног периода, уколико је домаћинство прикључено на електродистрибутивну мрежу. Ако се ради о домаћинству које није прикључено, онда је потребно проценити/израчунати максималне могуће захтеве.

У наставку је на конкретном примеру просечног домаћинства приказано колико соларних панела је потребно да би се задовољиле енергетске потребе.

Првенствено је потребно урадити попис електричних потрошача енергије у склопу домаћинства и одредити њихову снагу, као на примеру у Табели 5.1. Снага уређаја је најчешће отиснута на самом уређају или на спецификацији која се добија приликом куповине. Такође, интернет претрагом модела уређаја могуће је пронаћи податак о његовој снази.

Табела 5. Снага уређаја у домаћинству [52, 54]

УРЕЂАЈИ	СНАГА (W)
бојлер	2.000
фрижидер	300
електрични шпорет – рерна	2.000
електрични шпорет – рингла	1.000
машина за прање веша	2.000
машина за прање судова	1.500
усисивач	1.200
телевизор	100
рачунар	150
сијалица	15

СНАГА СВАКОГ УРЕЂАЈА СЕ МНОЖИ С БРОЈЕМ РАДНИХ САТИ У ТОКУ ДАНА КАДА ЈЕ УРЕЂАЈ УКЉУЧЕН

- Бојлер: **2.000 W x 3 h = 6.000 Wh = 6 kWh**
- Фрижидер: **300 W x 7 h = 2.100 Wh = 2,1 kWh**
(рачуна се ефективно време које је потребно за достизање температуре)
- Електрични шпорет – рерна: **2.000 W x 0,5 h = 1.000 Wh = 1 kWh**
- Електрични шпорет – рингла: **1.000 W x 1 h = 1.000 Wh = 1 kWh**
- Машина за прање веша: **2.000 W x 0,5 h = 1.000 Wh = 1 kWh**
- Машина за прање судова: **1.500 W x 0,5 h = 750 Wh = 0,75 kWh**
- Усисивач: **1.200 W x 0,3 h = 360 Wh = 0,360 kWh**
- Телевизор: **100 W x 6 h = 600 Wh = 0,6 kWh**
- Рачунар: **150 W x 4 h = 600 Wh = 0,6 kWh**
- Сијалица: **15 W x 3h x 10ком = 450 Wh = 0,45 kWh**

КАДА СЕ СВЕ САБЕРЕ, ДОБИЈА СЕ ВРЕДНОСТ УКУПНЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ У КИЛОВАТ ЧАСОВИМА ПО ДАНУ (KWH) ШТО ИЗНОСИ **13,860 KWH**.

Снага соларних панела се разликује у зависности од модела. Стандардни соларни панели који се најчешће примењују на зградама су у распону од 150 W до 370 W, а димензије панела су у опсегу од 3,5 m до 5,4 m [51]. За пример је узет соларни панел снаге од 250 W који ради у опсегу од 4 h до 5 h (број сунчаних сати). Множењем снаге с бројем сати рада панела добија се вредност 1,125 kWh колико износи дневна снага произведена на једном соларном панелу [50].

Када се дневна укупна потрошња домаћинства 13,896 kWh подели са 1,125 kWh добија се да је у овом случају потребно 13 соларних панела. Уз соларне панеле неопходно је инсталирати и пратећу опрему, као што су инвертор и батерије. Инвертор који задовољава потребе система просечног домаћинства износи 5 kW. Примењују се по две соларне батерије од по 100 Ah на један соларни панел [50].

Овакав систем не мора бити прикључен на електродистрибутивну мрежу (*off grid*). Батеријска банка која се састоји из редно или паралелно повезаних акумулатора се преко дана пуни помоћу фотонапонског система, док се преко ноћи из постројења црпи акумулирана енергија [52].

Уколико је систем повезан на електродистрибутивну мрежу у том случају се вишак произведене електричне енергије пребацује у мрежу (принцип негативног бројила – смањење рачуна за струју) или се допуњује помоћу мреже [52]. Оваква врста система подразумева посебне уговоре са агенцијом електродистрибуције, а на тај начин се и знатно убрзава период отплате фотонапонског система.

Цена соларног система и његове уградње је кључни фактор који утиче на исплативост система. Банке су препознале значај оваквих инвестиција, па су у понуде уврстиле разне повољности и кредите.

55. Где набавити панеле/коллекторе?

У Србији је могуће набавити опрему и конструкцију за соларне системе путем веб-сајтова или у седишту компанија које се баве продајом ових система. На пример:

- *Elsol*: <https://elsol.rs/>
- *Sunčica solar*: <https://www.suncica.co.rs/>
- *Conseko*: <http://www.conseko.rs/>
- *Telefon inženjering*: <http://www.telefon-inzenjering.co.rs/>
- *Solarni*: <http://www.solarni.rs/>
- *Netinvest*: <http://www.netinvest.rs/>

При одабиру соларних система и сарадњи с компанијама важно је напоменути колика је просечна месечна потрошња електричне енергије и који објекат је у питању. На пример, уколико је у питању кућа, потребно је нагласити која је оријентација крова и да ли је у питању раван или коси кров.

У Србији не постоји постројење за масовну производњу соларних система, већ се они увозе из Западне Европе.

56. Која је цена соларних система?

Према подацима појединих снабдевача соларних панела [48] могуће је на крову инсталирати малу соларну електрану која би просечном трочланом домаћинству била довољна за енергетску стабилност у већем делу године. За соларну електрану капацитета 10 kW потребно је издвојити 8.700 евра, што би подразумевало сву потребну опрему (36 соларних панела са по 290 W, трофазни мрежни инвентор 10 kW, носач за коси кров), монтажу и заштиту конструкције. Површина крова која би била потребна за соларне панеле износи 58,8 m².

За соларну електрану капацитета 10 kW потребно је издвојити 8.700 евра, што би подразумевало сву потребну опрему (36 соларних панела са по 290 W, трофазни мрежни инвентор 10 kW, носач за коси кров), монтажу и заштиту конструкције.

57. Како инсталирати соларне системе?

Већина фирми која продаје опрему нуди и услугу уградње и инсталирања. Препоручено је обратити се стручним искусним лицима, обученим за руковање таквим системима. Инсталирање панела није нимало лак посао, захтева посебне мере заштите које је потребно спроводити приликом инсталирања. Треба узети у обзир да се ради са струјом, опасним хемикалијама и тешким а ломљивим предметима [53].

Уколико се ипак одлучите да сами поставите ове системе, у наставку су кратки кораци описног карактера, за више детаља потребно је обратити се стручним лицима.

Инсталирање панела није нимало лак посао, захтева посебне мере заштите које је потребно спроводити приликом инсталирања. Треба узети у обзир да се ради са струјом, опасним хемикалијама и тешким а ломљивим предметима.

ФАЗЕ ИНСТАЛИРАЊА [54], [55]

1. КОРАК

Детаљно читање упутства и препорука за најадекватније постављање система
Погрешно постављен систем може проузроковати неправилан рад, смањење трајања соларног система, као и разне врсте кварова система.

2. КОРАК

Припрема места на којем ће се поставити панели
Уколико се постављају на крову високе зграде, најсигурније је подићи скелу. Помоћу ње ће панели бити брже и сигурније постављени на кров.

3. КОРАК

Провера крова и места где кровне греде леже у односу на цреп, да би се омогућило правилно постављање кровних сидара
Сидра се постављају наврх црепа и причвршћују на одређен начин у зависности од врсте црепа и самог сидра. Потребно је извршити проверу да ли су правилно постављена због оквира који се касније монтира и неопходно је да стоји право.

4. КОРАК

Постављање алуминијумских шипки које се „закључавају” у претходно постављеном сидру
Неопходно је проверити да ли су оне паралелне и добро причвршћене, јер од тога највише зависи да ли ће панели бити правилно постављени.

5. КОРАК

Постављање соларних панела у рам

Неопходно је извршити проверу да ли су у равни са ивицом која је најближа њима као и подлози (крову) колико је то могуће. Естетика је још један битан аспект. Панели се могу поставити паралелно или у колони.

6. КОРАК

Повезивање панела на самом крову

У зависности од жељене ампераже, напона и струје у систему, као и других фактора, зависиће повезивање панела. Жице које повезују панеле се на крову причвршћују разним спојницама.

7. КОРАК

Повезивање система панела с контролером

Када се панели правилно поставе, неопходно их је повезати с контролером да би се обезбедило једносмерно (DC) напајање до вашег дома. То се постиже ожичењем које се најчешће усмерава у поткровље испод црепа. Ожичење се ради спречавања оштећења током времена облаже заштитним оловним рукавом.

8. КОРАК

Инсталирање инвертора унутар објекта, као и уградња пратеће опреме

За потребе домаћинства у инвертору се једносмерни напон претвара у двосмерни, а такав уређај се поставља унутар самог објекта ради његове заштите.

9. КОРАК

Провера и пуштање система у рад

Након инсталирања, неопходно је још једном проверити да ли је сваки део система исправно повезан и прочитати приложена упутства. Када се то заврши, следи покретање система. У зависности од самог система могуће да ће бити потребна још нека подешавања, па зато треба пажљиво пратити одговарајуће упутство које се добија уз опрему.

58. Да ли постоје субвенције за примену соларне енергије?

У наредним годинама се очекује више програма субвенционисања соларних система. Локалне самоуправе, Министарство рударства и енергетике и међународни фондови су носиоци оваквих програма.

На пример, Министарство рударства и енергетике је расписало Позив за субвенционисање уградње соларних панела за производњу електричне енергије за сопствене потребе 3. септембра 2021. године у трајању до 1. октобра 2021. године. Позив се расписује за доделу средстава за финансирање програма енергетске санације породичних кућа, који ће чинити појединачни пројекти [49].

Предмет Јавног позива подразумева финансирање за:

- уградњу соларних панела и пратеће инсталације за производњу електричне енергије за сопствене потребе;
- израду неопходне техничке документације и извештаја извођача радова на уградњи соларних панела и пратеће инсталације за производњу електричне енергије који је, у складу са законом, неопходан приликом прикључења на дистрибутивни систем.

Укупно расположива средства подстицаја Министарства за реализацију Програма износе 50.000.000 динара. Удео у финансирању појединачних пројеката енергетске санације породичних кућа, који чине Програм, од стране грађана је минимално 50%, а субвенционисани део средстава подстицаја до 50% покривају јединице локалне самоуправе и Министарство [56].

IPARD програм [57] Европске уније је Инструмент за претприступну помоћ у области руралног развоја за достизање европских стандарда и подизање конкурентности. Програм је одобрила и ЕУ и Република Србија. Програм донација се реализује преко Министарства пољопривреде и заштите животне средине, односно Управе за аграрна плаћања.

У оквиру IPARD програма предвиђена су средства за финансирање пројеката обновљивих извора енергије. Позиви се отварају током године према неколико дефинисаних мера (категирија). Посебно се издвајају:

МЕРА 1 – примарна пољопривредна производња;

МЕРА 3 – прерада пољопривредних производа;

МЕРА 7 – развој туристичких капацитета на пољопривредним газдинствима кроз диверзификацију пословања.

Мера 1: Крајњи корисници су пољопривредни произвођачи или групе произвођача, уписани у Регистар пољопривредних газдинстава, и то физичка лица или правна лица, с мање од 25% јавног капитала или гласачких права у поседу органа јавне власти. На листи прихватљивих трошкова налази се и изградња постројења за производњу енергије из обновљивих извора за коришћење на газдинству или фарми (соларне енергије, ветротурбина, постројења на биомасу, постројења на биогаз) [58].

Мера 3: Корисници могу бити предузетници и правна лица/предузећа с мање од 25% јавног капитала или гласачких права у поседу органа јавне власти, регистровани у Агенцији за привредне регистре и морају бити у активном статусу. На листи прихватљивих инвестиција и трошкова налази се и изградња постројења за производњу енергије из обновљивих извора с максималним капацитетом годишње потрошње енергије пољопривредног предузећа/газдинства (соларне енергије, ветротурбина, постројења на биомасу), укључујући повезивање електрана на дистрибутивну мрежу од постројења до објекта [58].

Мера 7: Право на IPARD подстицаје остварује лице које је уписано у Регистар пољопривредних газдинстава и налази се у активном статусу и то: физичка лица, предузетници, привредна друштва која су разврстана у микро или мало правно лице. На листи прихватљивих инвестиција и трошкова налазе се и инвестиције у вези са изградњом или опремањем постројења за производњу енергије из обновљивих извора: постројење за соларну енергију, ветротурбине, постројење на биомасу, постројење на биогаз, постројење за геотермалну енергију, системи даљинског грејања. Подносилац мора да енергију из обновљивих извора користи за сопствену потрошњу на пољопривредном газдинству у циљу обављања регистроване угоститељске, односно туристичке делатности [58].

Процент повраћаја подстицаја је дефинисан за сваку меру посебно и према додатним критеријумима, а оквирно се креће од 50% до 70% од вредности инвестиције.

Процент повраћаја подстицаја је дефинисан за сваку меру посебно и према додатним критеријумима, а оквирно се креће од 50% до 70% од вредности инвестиције. Подстицаји се дају ретроактивно тј. корисник прво треба да реализује инвестицију па након тога добија новац. Само инвестиције настале након потписивања уговора могу бити плаћене, осим студија изводљивости и других консултантских трошкова везаних за припрему пријаве. Корисник је обавезан да у периоду од пет година након коначне исплате користи инвестицију у сврху за коју је намењена, без суштинских измена, а након тог периода следи контрола тима коју спроводи IPARD програм у Србији [58].

Пример успешног аплицирања за IPARD програм и реализације пројекта је описан у четвртом поглављу (Соларна електрана на крову хладњаче АБД Пром у Јевремовцу).

Ефикасност рада соларних панела може се смањити с временом.

Соларни системи који се повезују на електродистрибутивну мрежу морају имати посебне дозволе од надлежне електродистрибуције како не би нарушили систем.

59. Колики је радни век соларних панела?

Као и сваки производ и соларни панели имају свој рок трајања, који почиње куповином, инсталацијом, употребом и одржавањем, а завршава се одлагањем система. Најдуже фазе циклуса су рад и одржавање, без којег систем губи ефикасност [59].

Просечан век кристалног силицијумског фотонапонског система процењен је на 25–30 година због пропадања жица у систему [60]. Трајање батерија на бази олова које се користе у овим системима зависи од степена коришћења. Најчешће је потребно заменити батерију два до три пута током радног века система. Инвертори и остала инсталирана опрема, уколико се добро одржавају, могу трајати до краја предвиђеног просечног живота [61].

Услуге сервиса соларних система укључују и неке од компанија, али постоје и овлашћени сервиси. Гаранција за соларне панеле варира између 15 и 30 година, а за пратећу опрему између две године и 15 година.

Ефикасност рада соларних панела може се смањити с временом.

60. Како се одлажу нефункционални панели?

Након завршетка радног века соларне панеле уклања власник. Неке компаније сарађују са страним фирмама помоћу којих их шаљу на рециклажу или поправку у Немачку, где постоје постројења за прераду соларних система. Овакав начин пословања је пожељан с обзиром на то да уколико се отпад не би извозио, складиштио би се на депонијама у Србији, јер не постоји постројење за рециклажу соларних система.

Отпад који настаје приликом коришћења соларних система може се поделити у четири групе у односу на фазе у којима настаје: отпад приликом производње панела, отпад који настаје при транспорту, отпад који настаје током инсталације и коришћења и отпад након престанка рада система. Интернационална агенција за обновљиву енергију проценила је да је у 2016. години настало између 43.500 и 250.000 тона отпада у виду соларних панела [62].

61. Који закони уређују коришћење соларних система у Србији?

Област енергетике је уређена Законом о енергетици („Сл. гласник РС” бр. 145/2014, 95/2018 – др. Закон и 40/2021), а област обновљивих извора енергије Законом о коришћењу обновљивих извора енергије. Соларни системи који се повезују на електродистрибутивну мрежу морају имати посебне дозволе од надлежне електродистрибуције како не би нарушили систем. Електродистрибуција дефинише услове који се односе на дозвољену снагу система и трговину електричном енергијом. Може се очекивати да физичким лицима (соларни системи постављени на крововима кућа и домаћинстава) неће бити плаћено уколико у мрежу пласирају више струје од оне коју употребе у току целе године.

ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ

Све је једноставнија употреба соларних система у Србији. Законски оквир који уређује ову област, фирме које увозе и постављају системе, консултантске куће које припремају пројектну документацију и изводе прорачуне исплативости постоје и успешно послују. Конкуренција на тржишту је све већа, па се фирме боре да понуде што боље услове. Међутим, појединци се опредељују да ипак сами прођу кроз цео процес. У овом поглављу су три успешна примера коришћења соларне енергије у Србији. Први се односи на соларне системе инсталиране на крововима хладњаче који су субвенционисани преко IPARD програма, други на соларну електрану чија је конструкција на земљишту, а трећи на приватан пројекат власника викендице.

СОЛАРНА ЕЛЕКТРАНА НА ХЛАДЊАЧИ АБД ПРОМ У ЈЕВРЕМОВЦУ

„Људи треба да се потруде да струју производе помоћу соларних електрана. Ово је за добробит свих људи. Треба спречити свако загађење и омогућити здравији живот. Када се пројектују нови објекти треба планирати искоришћење сунчеве енергије. Оријентација објеката треба да буде таква да омогући производњу што више струје помоћу соларних система. Енергија је нешто што ће увек бити потребно.“ Александар Јаковљевић

У Јевремовцу код Шапца на хладњачи „АБД Пром“ постоји соларна електрана капацитета приближно 600 kW. У наставку је интервју с Александром Јаковљевићем, власником фирме, хладњаче капацитета 4.500 тона, соларне електране и иноватором у сектору воћарства.



Слика 8.
Соларна електрана
на хладњачи
„АБД Пром“
у Јевремовцу

62. Која је снага соларног система?

Према документацији снага соларног система који је изграђен на крову хладњаче је 564 kW. Постављено је 1.978 панела, који су декларисани на 285 W. Они на себи имају ознаке да су јачи за 10 W до 15 W. Што значи да је сваки панел снаге између 295 W и 300 W. Због тога се рачуна да је снага соларне електране приближно 600 kW.

63. Где су постављени соларни панели?

На десет кровова (комора, надстрешница) хладњаче смо уградили панеле. Искључиво на странама које током већег дела дана примају сунчево зрачење. Кровови окренути ка северу нису оптимални за постављање панела. Ефикасност тако постављених панела не би била довољно висока па смо те кровове избегли. Највећи број наших кровова је нагнут ка истоку и западу. Ујутру сунчеви зраци обасипају једну страну, а већ око девет сати падају и на другу страну. Практично су обе стране осунчане од 9 сати ујутру до сунчевог заласка. Показало се да је ефикасност рада панела изузетно добра. Сунчеви зраци падају на кровове који су окренути ка југу током целог дана, а на кровове који су окренути ка северу зраци не падају уопште и те стране кровова нисмо користили. Таквих кровова немамо пуно. Можемо да пратимо каква нам је производња струје на апликацији на телефонима без обзира где се налазимо, само је потребан приступ интернету.

64. Где су панели набављени и колики је њихов рок трајања?

Панели су увезени из фирме „Солар“ из Немачке, али су произведени у Кини. Постоје панели различитог квалитета. Нажалост, ми не можемо много да бирамо. На њиховим декларацијама, односно гаранцији је наведено да је рок трајања 25 година. Ми рачунамо да ће трајати до 20 година. Сматрамо да то није мали период. После неколико година очекујемо мало мању производњу струје. Али не можемо са сигурношћу да дискутујемо о томе, јер смо пионири у овом послу. Време ће показати колико ће заиста изгубити на ефикасности.

65. Да ли соларни панели задовољавају потребе хладњаче за електричном енергијом?

Хладњача захтева електричну енергију током целе године, а посебно током маја месеца када почне берба и смрзавање јагода, током јуна због вишње и малине, у јулу због купина, у августу због шљива и током септембра док се не заврши берба. У тим месецима готово свакодневно је потреба за енергијом пет пута већа у односу на остале месеце када нема замрзавања. Воће које се бере током лета када је температура 30° или 35°, али се замрзава на -20° и на тој температури се чува до максимално три године колики је рок трајања. Хладњача тада троши пет пута више енергије, али баш у тим месецима и производња струје је највећа. Сунце излази веома рано, већ мало после четири сата, а залази после осам. Постоји потенцијално 16 сунчаних сати. Очекујемо да тада покријемо наше потребе или да веома мало струје узимамо из мреже. У овом послу се то изузетно добро поклопило.

66. Да ли вишак струје можете да вратите у мрежу?

Када смо аплицирали за овај пројекат, одмах смо одлучили да вишак струје желимо да враћамо у мрежу. Како је електрана тек пуштена у рад пре три недеље, предлог уговора с ценом за продају вишка произведене струје очекујем у наредним данима. Мени је битно да имам енергију пре свега за потребе хладњаче, јер је струја изузетно скупа. Вишак који продамо ће добро доћи за положај предузећа у будућности.

.....
Хладњача од маја до септембра због замрзавања воћа троши пет пута више енергије него у осталим месецима, али баш у тим месецима и производња струје је највећа.
.....

.....
Узалудно је аплицирати са објектима који немају употребну дозволу. Они не могу добити средства преко IPARD програма.
.....

67. Шта је Вас инспирисало да поставите панеле?

Због послова сам се кретао по државама Европске уније као што су Аустрија и Словенија и имао сам прилике да видим много постављених соларних панела. Био сам сигуран да то није узалудно и да се тако постижу велики резултати. Мој сан је био да једног дана на својим објектима спроведем исто. Када је 2019. године изашла Уредба која регулише подизање соларне електране и аплицирање, одмах сам реаговао и поднео документацију међу првима.

Средства од 72 милиона динара са ПДВ-ом су била неопходна за све послове који укључују панеле, каблове, инвертор и то је субвенционисано преко IPARD програма у вредности од 50%.

68. Колико је IPARD програм захтеван?

Веома сам интензивно прикупљао документацију и морам признати није било лако. Потребна је добра основа да би могло да се аплицира. Узалудно је аплицирати са објектима који немају употребну дозволу. Они не могу добити средства преко IPARD програма. Када сам градио сваки објекат, набављао сам све дозволе, прво грађевинску па употребну. За свих десет објеката сам имао употребну дозволу и када сам желео да аплицирам то ми није одузимало време. И поред тога је било много других докумената који су били услов за добијање дозволе за пуштање струје у мрежу. Да нисмо хтели да вишак струје пласирамо у мрежу, мало докумената би било потребно. На пример дозволе од ЕПС-а не би биле потребне. Овако сам морао да поднесем захтев Електродистрибуцији Шабац која дефинише услове, шаље Краљеву на увид па Београду па враћа прецизиране услове који се морају испоштовати како би се добила бројна одобрења. Да бисмо све то испоштовали било је потребно много времена. Даље, морали смо да поднесемо захтев Секретаријату за урбанизам града Шапца да бисмо добили грађевинску дозволу за постављање панела на постојеће објекте који имају употребну дозволу. Такође, морали смо да добијемо и грађевинску дозволу за проширење трафостанице, односно за измену опреме у трафостаници како бисмо могли да меримо и испоручујемо вишак струје. То све изискује доста документације, времена и пројектовања. За све то је била неопходна пројектна документација коју је радило неколико фирми и био је ангажован један главни консултант који је сарађивао са свим тим фирмама. Посао није био мали.

69. Колико времена је било потребно да се прикупи сва документација?

Ми смо је прикупљали шест месеци и 24. децембра 2019. године смо аплицирали за субвенције преко IPARD програма, а рок за подношење је био крај децембра. Све документацију смо предали Министарству пољопривреде односно Управи за аграрна плаћања, са назнаком за IPARD програм.

70. Колико дуго сте чекали одговор?

Никаких помака није било током 2020. године због епидемије. Интересовао сам се, али сви одговори су били да треба сачекати још. Одговор и решење сам добио у априлу 2021. године. Ту је писало да се градња панела одобрава на тачно дефинисаним крововима и дат је рок годину дана да реализујемо пројекат. Међутим, био сам изузетно нестрпљив јер сам дуго чекао решење и одмах смо у мају започели градњу, односно увоз панела из Немачке. Градња је завршена половином августа и тада је спроведено пробно пуштање у рад. Увоз *Simensove* опреме из Немачке за мерење и пуштање вишка струје у мрежу је каснио. Тако да смо мерење започели 15. октобра 2021. године.



Слика 9.
Соларна електрана
у Јевремовцу

71. Да ли је сва опрема увезена директно из иностранства?

Извођач радова који се односе на соларне панеле и инвертор је био „Телефон инжењеринг” из Београда. Они су урадили набавку и уградњу опреме. Средства од 72 милиона динара са ПДВ-ом су била неопходна за све њихове послове који укључују панеле, каблове, инвертор и то је субвенционисано преко IPARD програма.

72. Да ли је сва опрема субвенционисана преко IPARD програма?

За трафостаницу програм није давао субвенције. Она је рађена у сарадњи с фирмом „Лозница електро”, а фирма „Пупин” из Београда је радила опрему за аутоматско даљинско управљање. Те две услуге су обједињене па је извођач била фирма „Лозница електро”. Тај део пројекта је вредан девет милиона динара и односи се на израду трафостанице са свом потребном опремом, укључујући и опрему за даљинско управљање која омогућава Електродистрибуцији Шабац да управља трафостаницом у сваком тренутку. И поред тога што је инвестиција била наша, трафостаница је прешла у власништво Електродистрибуције, која ће је одржавати и њоме управљати. Употребна дозвола за електрану је добијена и то указује да је све урађено према законским нормама. Тиме је прича заокружена.

73. Да ли је пре пројекта постојала нека врста трафостанице у хладњачи?

Имамо две трафостанице или трафоа, како их ми овде зовемо, од по 630 kW, прву од 2001, другу од 2014. године. Ти трафои нису мењани због пројекта. Поред трафоа постоји високонапонски блок, скинут због пројекта након 20 односно седам година рада. То је морало да се искључи из просторије трафостанице и да се унесе *Siemens* опрема која може да струју произведену помоћу панела, мери и пушта у електромережу Србије. То је та опрема коју IPARD не субвенционише.

74. Који проценат инвестиције је покрио IPARD програм?

Након реализације пројекта с добијеном употребном дозволом сам предао захтев и очекујем повраћај средстава у износу од 50%. Средства која сам досад утрошио су из кредита. Када сам аплицирао, важило је да

се тек након реализације пројекта може добити повраћај средстава. Сада је изашла нова Уредба по којој се средства добијају након успешног аплицирања, а пре реализације пројекта. То је олакшавајућа околност за оног ко спроводи пројекат, а мислим да је донатору свеједно. Веће су шансе да пројекат пропадне уколико се средства исплаћују тек након реализације.

75. За колико очекујете поврат уложених средстава?

Бизнис планом је то предвиђено за четири до пет година. Међутим, струја је у протекла три месеца поскупела скоро три пута. MWh је био 50–60 евра, у зависности од тога да ли је у питању виша или нижа тарифа, а сада је близу 200 евра. С обзиром на то да је то три до четири пута више, инвестиција ће се исплатити доста брже. Тешко је проценити колико брже, али ја мислим да ће то бити за три године. То би значило да ће сва добит након три године бити на нашој страни.

Струја је у протекла три месеца поскупела скоро три пута. Инвестиција ће се исплатити брже него што смо првобитно планирали. Мислим да ће то бити за три године.

Цена електричне енергије расте и овакав пројекат може бити гаранција за опстанак на тржишту.

76. Зашто је важно да систем буде повезан на мрежу?

То је изузетно добро. Сваки kWh који ми не искористимо је користан за мрежу, поготово ако имамо на уму да је у питању енергија из обновљивих извора, због чега нема загађења. Ту се пре свега огледа предност оваквих система.

77. Да ли бисте овакав пројекат препоручили другим власницима хладњача?

Најтоплије бих им препоручио, а када бих могао ја бих им и наредио да то што пре спроведу. Да коригују неке друге трошкове и онда средства усмере у овакав пројекат. Цена електричне енергије расте и овакав пројекат може бити гаранција за опстанак на тржишту. Електрична енергија је у овој делатности погонско гориво. Услови су такви да је производња из соларних система највећа када је хладњачи то најпотребније. Поред тога, нису потребни радници, већ систем функционише сам. Исто бих препоручио и фирмама и домаћинствима.

78. Да ли постоји гаранција и како је организовано одржавање система?

Према условима гаранције наредне две године извођач који је све поставио има обавезу да одржава систем. После тога ћемо сарадњу успоставити с неким лиценцираним сервисом како бисмо на најбољи могући начин одржавали. Постоји и гаранција од произвођача соларних панела на 25 година. Куповали смо панеле са што дужом гаранцијом како бисмо добили што боље и што дугорочније резултате.

СОЛАРНА ЕЛЕКТРАНА У ГОРИЧАНИМА

„Док разговарам с пријатељима или се играм са сином, знам да електрана ради без асистенције човека. Производи зелену електричну енергију, ублажава климатску кризу и доноси приход. Уопште не морам да будем на локацији. Осећај је невероватан.” Ђорђе Самарџија

У селу Горичани између Чачка и Краљева ради соларна електрана капацитета 25,6 kW. У наставку је интервју са Ђорђем Самарџијом, добитником Награде „Climate Smart Innovation Pioneer” Програма Уједињених нација за развој, идејним творцем, инвеститором и власником ове електране.



Слика 10.
Соларна
електрана у
Горичанима

79. Које су основне карактеристике локације на којој се налази соларна електрана?

Електрана се налази у селу Горичани, у близини државног пута између Чачка и Краљева. За потребе изградње електране закупљено је 18 ари земљишта на период од 25 година. Парцела је благо нагнута ка југозападу што је створило услове да се панели окрену директно ка југу, што је оптимална оријентација.

80. Да ли сте на почетку знали да ће то бити баш та локација?

Власник сам једне парцеле у Сремчици, али је реч о падини која је окренута ка североистоку тако да би ефикасност рада соларних панела била мања од оптималне. Првобитна идеја је била да ступим у контакт са општинама, нарочито у Војводини, где има доста погодног земљишта у индустријским зонама које се издају веома повољно. Међутим, када сам контактирао 5–6 општина схватио сам да њима не треба такав пројекат, јер соларни системи заузимају простор, а не нуде стална радна места. Због тога општине нису биле заинтересоване. Како сам имао временско ограничење у коме средства добијена преко награде могу да искористим, кренуо сам сам у потрагу преко свих контаката које имам. Пред истек времена добио сам понуду за земљиште у Чачку. Током две године борбе с папирологијом, било је ситуација када смо се запитали шта нам је ово требало, али смо на крају ипак успели. Локација за овакве пројекте је кључна ствар. У њен избор треба уложити време и новац. Свака информација о локацији, сваки послат захтев и добијен услов за пројектовање и прикључење коштају и времена и новца. Мој савет је да се почне с више локација и да се полако сужава избор и да се не штеди на овој фази. Добро изабрана локација, а притом не мислим само на осунчаност, већ и на локацију места прикључења, квалитет дистрибутивне мреже, путну инфраструктуру, може да инвеститору соларне електране уштеди много времена и новца у процедури пројектовања и исходавања дозвола.

81. Да ли је електродистрибутивна мрежа била у близини парцеле пре изградње електране?

Поред парцеле, дуж пута пролази нисконапонски вод (400 V), којим се напајају све куће у селу. На удаљености од неких 500 м је лоцирана трафостаница од које иде средњонапонски вод (10 kV). То је један од битних разлога зашто смо ту локацију изабрали за постављање електране.

Целокупан пројекат од избора локације преко добијања свих дозвола трајао је две године, а инсталација свега две недеље.

При изградњи соларне електране избор локације је кључна ствар. За њен избор треба уложити време и новац што ће се вишеструко вратити кроз једноставнији и јефтинији поступак изградње и исходавања дозвола.

82. Да ли постоји неко ограничење у капацитету електране која може да се прикључи на нисконапонски вод?

Постоји. Захваљујући новим прописима, дошло је до измена које би требало да целокупну процедуру прикључивања учине једноставнијом. Међутим, када смо ми започели пројекат, а то је 2018. године, ограничење је било да се систем до 50 kW снаге може прикачити на нисконапонску сеоску дистрибутивну мрежу без додатних инсталација и инвестиција. Ако бисмо желели електрану капацитета изнад 50 kW, морали бисмо да се повежемо директно на трафостаницу.

83. Шта значи прикључење електране на трафостаницу?

У нашем случају то би значило додатних 500 метара кабла. У том моменту сваких 100 метара је коштало око 100.000 динара. А била би потребна и инвестиција за опрему у трафостаници. Због свега тога, на овој локацији у том моменту електрана снаге између 50 kW и 250 kW није била исплатива. Инвестиција у прикључак и трафостаницу је била довољно велика да је учини неисплативом. Поред тога, нова опрема у трафостаници у коју бисмо ми инвестирали не би припадала нашој електрани већ ЕПС-у. То је био услов који нисмо желели да прихватимо.

84. Колика је снага електране?

На почетку је наша идеја била да инсталирамо соларни систем снаге 100 kW. Због претходно наведених разлога смо спустили на 50 kW. Међутим, локална електродистрибуција је направила прорачун у односу на квалитет мреже. Њихов одговор је гласио да се на тој локацији на тај конкретан нисконапонски вод може прикључити систем капацитета до 27 kW. Осим тога морали смо да испунимо локацијске услове које општина дефинише за ту конкретну парцелу. Они по службеној дужности питају оператера дистрибутивног система за услове пројектовања и прикључења соларне електране. Електродистрибуција дефинише услове који морају да се испуштују при прикључењу како би се добило решење о прикључењу. То је документ који касније одређује капацитет електране. Капацитет електране у Горичанима износи 25,6 kW.

85. Да ли можете да нам укратко опишете пут који сте прошли од идеје до производње првог kWh?

Електроенергетски систем је јавно добро. Свака електрана мора да функционише у складу с прописима како га не би угрозила. За електране капацитета изнад 50 kW потребна је грађевинска дозвола. Испод тог капацитета је потребно добити решење о одобрењу за изградњу, тј. малу грађевинску дозволу (ово је била важећа

процедура у том моменту, сада би требало да је и овај део једноставнији). Решење о прикључењу издаје локална електродистрибуција. Постоји период тестирања. Тада комисија за технички пријем излази на терен и потврђује да је све реализовано у складу с претходно одобреним пројектом.

После тестирања и одобрења комисије, предаје се захтев за употребну дозволу. Општина издаје употребну дозволу, електрана се уписује у катастар као нови објекат. Затим је потребно добити статус произвођача из обновљивих извора енергије да би се могле добити гаранције порекла. По добијању решења Министарства, Електроуређе Србије отварају рачун на којем се бележе гаранције порекла. Редовно добијам записнике од Електродистрибуције Чачак, која читава бројило и сваки месец обавештава колико је струје електрана произвела. Њихов записник шаљем снабдевачу који ми уплаћује новац на основу произведених киловат часова.

86. Да ли иста процедура важи и за постављање соларних панела на кров куће?

Нека врста дозволе за прикључење треба да се добије. Према новом закону за системе капацитета до 10,8 kW предвиђена је поједностављена процедура. За зграде је то највероватније другачије. Свакако, уколико бисте желели да градите електрану од 10 kW на крову легализоване куће, електродистрибуција би то требало да одобри без неких значајнијих захтева.

87. Да ли је целокупна опрема набављена из сопствених средстава?

Део средстава је добијен кроз пројекат „Локални развој отпоран на климатске промене“ који спроводи Програм Уједињених нација за развој у партнерству с Министарством заштите животне средине и финансијска средства је обезбедио Глобални фонд за животну средину (ГЕФ). Средства за израду Студије изводљивости и Студије о утицају на животну средину обезбеђена су кроз регионални пројекат УНДП-а и Словачког министарства финансија. Остатак сам покрио ја, односно моја фирма, као инвеститор.

88. Да ли сте сами реализовали пројекат?

Главни партнер на реализацији пројекта је била београдска фирма *Netinvest*. Они су били главни извођачи, водили целокупну администрацију око пројекта, прибављали дозволе. Опрема (соларни панели и инвертор) су иностране производње, али су набављени од фирми из Србије. Укупно је инсталирано 80 панела од по 325 W, панели су постављени у два реда. Ту је и један инвертор који претвара једносмерну струју коју генеришу панели у наизменичну која се шаље у мрежу.

89. Колико времена за реализацију пројекта је било потребно?

Занимљива је чињеница да је процедура од избора локације преко добијања свих дозвола трајала више од две године, а инсталација свега две недеље.

90. Да ли је количина генерисане енергије очекивана?

Инвертор поседује функцију даљинског праћења рада електране и могуће је пратити производњу електричне енергије на паметним уређајима. Уколико се нешто поквари, покреће се аларм и добијам обавештење на телефону или компјутеру. Засад је производња нешто већа од почетне процене која на годишњем нивоу износи око 30.000 kWh. То је у складу са очекиваном производњом струје из соларних система у Србији (1.200 kWh

електричне енергије годишње по инсталираном 1 kW). На пример, очекује се да електрана снаге 5 kW произведе око 6.000 kWh. Моја електрана је у октобру произвела укупно 1.815 kWh, а пројектовано је 2.400. То је знатно мање, али зато је у септембру произведено 3.100 kWh (а пројектовано је 2.800). У јулу је произведено значајно више. Тако да осцилације постоје.



Слика 11.
Соларни
панели у
Горичанима

91. Ко је радио пројекције очекиване производње струје?

Постоји на интернету доста калкулатора који се користе у ове сврхе, попут *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)*. Електрана је изграђена у фебруару. Два месеца смо чекали прикључак, тако да је од априла почела с радом. Имамо рачуне и записнике о произведеној електричној енергији, и засад електрана добро функционише. Пошто је реч о малој електрани, облачност може да има велики утицај на тренутну производњу.

92. Да ли сте основали фирму како бисте управљали електраном?

Да, имао сам фирму и раније. Електрана није у мом власништву, као физичког лица.

93. Који је пословни модел електране?

Електрана послује комерцијално на тржишту, без аукција и субвенција. Пројекат је замишљен тако да моја фирма проналази потенцијалне купце електричне енергије из моје електране. То значи да је електрана у Чачку, а купац струје може да буде било где у Србији. Јасно је да се целокупна струја произведена из моје електране потроши у самом селу и не дистрибуира директно до купца у Београду. Због тога постоји механизам који се зове „гаранција порекла”.

94. Шта је гаранција порекла?

За сваки мегават-сат струје који електрана произведе, фирма добије једну „гаранцију порекла”, која је доказ да је тај мегават-сат произведен из соларне енергије, а не из угља. На крају, купац „гаранције порекла” има доказ да користи струју у чијој производњи се не емитују штетни гасови.

95. Да ли купци гаранције порекла имају одређене олакшице због коришћења електричне енергије добијене на чист начин?

Електроенергетски систем је јавно добро. Свака електрана које се прикључује на систем мора да функционише у складу с прописима како би се обезбедило оптимално функционисање система.

У Србији још увек не. То је искључиво њихова корпоративна одговорност или једноставно жеља да подрже производњу енергије из обновљивих извора и на тај начин се укључе у климатску акцију.

96. Зашто фирме у државама ЕУ купују гаранције о пореклу?

За емисију сваке тоне CO₂ у Европи загађивачи плаћају 40–45 евра. Гаранције порекла су јефтиније и фирме их купују да би смањиле своје емисије, а тиме и трошкове. Очекујем да ће у будућности фабрике које послују у Србији морати да воде рачуна о свом угљеничном отиску. Због тога ће свима бити у интересу да купују струју из обновљивих извора енергије.

97. Да ли се око цене струје може преговарати?

Тржиште у Србији функционише по принципу: произвођач, потрошач и снабдевач. Ја као произвођач не могу сваки дан да предвидим колико ће мој клијент да потроши струје. Снабдевач игра улогу балансирања. Он надомешћује недостатак, односно распоређује вишак струје по мрежи. Моја електрана директно продаје струју снабдевачу, а снабдевач даље распоређује. Клијент се с снабдевачем договара око цене. Такође, гаранције порекла струје прослеђујем снабдевачу. Он проследи клијенту. Гаранције порекла се поништавају у централном регистру како се не би искористиле више пута. Снабдевач у сваком моменту откупљује целокупну струју, јер је електрана повезана на мрежу.

98. Да ли је потребно чишћење соларних панела?

Генерално, електрана не захтева интензивно одржавање. Ова локација није у близини индустријске зоне, па није потребно посебно чишћење. Прашина не представља проблем. Савремени панели имају у себи одређене премазе који површину чине глатком, тако да киша спира прашину. За потребе одржавања ангажован је локални тим. Они су на располагању уколико се деси квар, о коме добијамо обавештење преко апликације. На пример, десило се да је ударио гром у близини електране и да је она након тога испала из система. Екипа је отишла на терен и једним кликом поново пустила у рад електрану.

99. Да ли постоји гаранција на панеле и електрану?

Гаранције на изведене радове је две године. Ако се било шта поквари у току те две године, директно се обраћамо фирми која је изградила електрану. На панеле је гаранција 12 година. За панеле је одговорна фирма са којом је склопљен уговор о одржавању. Занимљиво је да сваки панел има серијски број, као име и презиме. Уколико дође до квара панела, произвођач је дужан да га замени. Гаранција за инвертор је пет година, али уз минималне доплате може се продужити на десет година.

100. Колики је рок трајања панела?

Ефикасност панела се смањује са 100% приликом инсталације електране на 80% у 25. години њеног функционисања, али то не значи да следи крај рада електране.

Ефикасност панела се смањује са 100% приликом инсталације електране на 80% у 25. години њеног функционисања, али то не значи да следи крај рада електране.

Соларне електране не захтевају интензивно одржавање.

СОЛАРНИ ПАНЕЛИ НА КРОВУ ВИКЕНДИЦЕ НА ГОЧУ

„Када не постоји прикључак на електродистрибутивну мрежу, соларни системи су најпоузданији извор електричне енергије за већину локација у Србији.” Алекса Савић

Алекса Савић је у својој викендици поставио систем фотонапонских соларних панела. Био је љубазан да нам одговори на неколико питања и на тај начин подели с нама информације које би приближиле примену соларних система читаоцима.



Слика 12. Соларни панели на крову викендице на Гочу

101. Где су постављени фотонапонски соларни панели?

Систем фотонапонских панела је пројектован за викендицу која се налази на Гочу и која није повезана на електродистрибутивну мрежу, односно, не постоји довод струје до викендице. Задатак соларних панела је да обезбеди електричну енергију за основне уређаје неопходне за пријатан боравак у викендици као што су: фрижидер, телевизор, осветљење, циркулациона пумпа котла за грејање, бојлер са измењеним грејачем од 500 W.

102. Који су све уређаји уграђени?

Коришћене су полихроматске фотонапонске плоче, контролер пуњења (некадашњи микроконтролер), батерије за складиштење енергије, инвертор напона и поједини уређаји које је инвеститор желео.

103. Колика је снага соларног система?

Према прорачунима потрошње као и геолокације (број сунчаних сати, углови под којим сунчеви зраци падају у различитим периодима) установљено је да шест плоча од по 150 W задовољава потребе потрошње. Сход-

но томе, на кров се монтирало шест плоча окренутих ка југу са системом ручне промене угла који плоче заклапају са хоризонталном равни. Тај угао је у летњем периоду 32° , а у зимском 64° како би ефикасност рада панела била што већа, односно како би сунчеви зраци падали под правим углом на раван панела. Како у најсунчанијим данима не би долазило до преоптерећења система, уграђена су два прекидача (по три плоче на сваки) помоћу којих се плоче могу искључити. Осим тога, уграђен је контролер који је подешен да не допушта виши напон од 14,1 V како не би дошло до оштећења батерија, као и да не пушта напон ка инвертору ако је он нижи од 10,5 V. То је урађено са циљем да се батерија сачува и буде дуготрајнија.

На кров је монтирано шест плоча окренутих ка југу, са системом ручне промене угла који плоче заклапају са хоризонталном равни.

Највећу опасност у зимском периоду представља снег који покрива плоче и онемогућава сунчевим зрацима да допру до њих.

104. Чему служи контролер?

Контролер се примењује ради управљања протоком електричне енергије (струје) у батеријама и из њих. Уколико дође до прекомерног пуњења батерија може доћи до њиховог оштећења, слично томе, уколико се испразне потпуно, може се јавити квар батерије.

105. Колико енергије батерија може да складишти?

Батерија служи за складиштење електричне енергије. Услед сталне промене интензитета сунчевог зрачења долази и до промене произведене електричне енергије. Пошто електрични уређаји имају константну потребу за напајањем, у батеријама се складишти потребна количина енергије за њихов рад.

Процењен потребан капацитет батерија сходно броју панела је 600 Ah. Како не постоји једна батерија тог капацитета (на 12 V) искоришћене су три батерије од по 200 Ah које су везане паралелно како се не би сабрао напон (како се не би добила једна батерија од 36 V). Напон до плоча долази преко контролера пуњења, а од плоча иде према инвертору такође преко контролера.

106. Чему служи инвертор/инвертер?

Електрична енергија која се добија из соларних панела је једносмерна (DC), док је енергија из мреже високонапонска наизменична (AC). Помоћу инвертора омогућава се претварање AC у DC. Инвертор претвара напон који му долази из батерија са 12 V једносмерне струје на 12 V наизменичне, па са 12 V наизменичне на 230 V наизменичне електричне енергије која иде у инсталације. Искоришћен је инвертор снаге 1,5 kW, а ударне снаге 3 kW и на тај начин се осигурало да један уређај не може да потроши превише енергије, али и да збир свих потрошача не сме да пређе 1,5 kW.

107. Да ли систем задовољава потребе викендице?

Овај систем, према прорачунима има средњу дневну производњу од 5 kWh. Наравно, летња производња је далеко већа. Посебно у условима када се пре подне не користи толико енергије и сва енергија одлази за пуњење батерија. Када се батерије напуне, сва енергија која долази од панела у току дана је вишак и иде директно у потрошњу, док се она у батеријама чува за период без сунчевог сјаја, односно ноћ. На тај начин, одговорним коришћењем, систем задовољава целодневну потрошњу.

108. Како систем функционише у зависности од временских услова?

Највећу опасност у зимском периоду представља снег који покрива плоче и онемогућава сунчевим зрацима да допру до њих. Будући да сви елементи система, посебно инвертор, имају сопствену потрошњу без обзира на потрошаче, то представља опасност по батерије. Уколико се систем изводи у викендицама или објектима где људи не бораве током зиме, неопходно је у данима када нема људи искључити инвертор.

Цена струје ће највероватније расти па ће се и период отплате смањити.

Субвенционисање је неопходан процес који ће морати још ефикасније и боље да функционише.

109. Да ли су овакви системи у Србији исплативи?

Када се говори о исплативости ових система у Србији, потребно је обратити пажњу на неколико чињеница. У Србији цена електричне енергије је најнижа што период отплате система знатно продужава у односу на земље ЕУ (нарочито на Немачку која, иако нема толико добре географске предиспозиције, користи овакве системе). Друга битна ствар је да ли објекат има прикључак на електродистрибутивну мрежу па систем служи само да смањи рачун за струју или као у овом случају нема други извор електричне енергије. Када не постоји прикључак на мрежу, ово је најпоузданији систем за већину локација у Србији, сем за места с пуно ветровитих сати током дана/године, где ветрогенератори могу бити више исплативи.

110. Да ли је у Вашем случају систем био исплатив?

Тренутна цена струје у Србији је до шест динара по kWh у основној тарифи. Овај систем је коштао око 200.000 динара. То значи да је тим новцем могло да се покрије око 33.300 kWh с мреже. Можемо претпоставити да је потрошња у викендици на месечном нивоу до 150 kWh. То значи да је период отплате дужи од 18 година. Међутим, треба имати у виду да је овде то једини извор електричне енергије и да је као такав неопходан. Поред тога, цена струје ће највероватније расти па ће се и овај период отплате смањити.

111. Да ли постоји субвенционисање оваквих система?

Субвенционисање је неопходан процес који ће морати још ефикасније и боље да функционише. Према мојим сазнањима проблем субвенционисања је то што објекат мора бити прикључен на мрежу и што вишак енергије иде у мрежу, а не у батерије. То значи да овакав објекат, као и све викендице и објекти који нису прикључени на мрежу, не могу остварити субвенционисање. Надамо се томе у будућности.

Литература

- [1] Гвозденац Д., Накончић Смарагдакис Б., Гвозденац Урошевић Б. (2011) *Обновљиви извори енергије*. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.
- [2] Arandžević M., Videnković A. (2015) Korišćenje obnovljivih izvora energije u okviru domaćinstava u ruralnim područjima; u monografiji: Đokić V., Lazović Z. Uticaj klimatskih promena na planiranje i projektovanje: Srbija. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet.
- [3] Dehra H. (2013) A Theory of Acoustics in Solar Energy. s.l.: Scientific Research.
- [4] Lewis N., Nocera D. (2006) Powering the planet: Chemical challenges in solar energy utilization. s.l.: PNAS.
- [5] Chu Y., Meisen P. (2011) Review and Comparison of Different Solar Energy Technologies. s.l.: GENI (Global Energy Network Institute).
- [6] Magdalinović, N., Magdalinović Kalinović, M. (2007) Upravljanje prirodnim resursima. s.l.: Inorog, Bor
- [7] Bošković J., Đurić K., Turanjanin D. (2017) Solarni izvori energije u funkciji održivog razvoja. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment.
- [8] Пуцар М., Ненковић Ризнић М. (2009) *Стратегија просторног развоја Републике Србије студијско аналитичка основа: Просторни и еколошки аспекти коришћења обновљивих извора енергије*. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- [9] Camacho E.F., Berenguel M., Rubio F.R., Martinez D. (2012) Control of Solar Energy Systems. s.l.: Springer Verlag.
- [10] Ginley A., Green M., Collins R. (2008) Solar Energy Conversion Toward 1 Terawatt. s.l.: Harnessing Materials for Energy
- [11] Stamenić Lj. (2009) Korišćenje solarne fotonaponske energije u Srbiji - Jefferson institute, Washington
- [12] Ђурић Р. (2020) Соларна енергија и фотонапонски системи. Београд: Електротехнички факултет Универзитета у Београду.
- [13] Jacobson M. Z. (2009) Review of solutions to global warming, air pollution and energy security, Journal Energy & Environmental Science, Issue 2.
- [14] http://vetar-sunce.imsi.rs/tekstovi/Studija_EE704-1052A/P8_FotonaponskiSistemi.pdf
- [15] Voxwell M. (2012) Solar electricity handbook a simple, practical guide to solar energy – how to design and install photovoltaic solar electric systems
- [16] <http://energija-sunca.blogspot.com/2015/01/koje-baterije-sekoriste-u-solarnim.html>
- [17] <http://www.solarna-energija.rs/o-solarnim-sistemima/on-grid-solarni-sistemi>
- [18] <https://www.energetskiportal.rs/obnovljivi-izvori-energije/energija-sunca/>.
- [19] Janke, J. R. (2010) Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado. *Renewable Energy*, 35(10), 2228–2234.
- [20] Миленковић Д., Степановић М. (2017) *Јавне политике Европске уније и Републике Србије у области обновљивих извора енергије и њихова практична примена у Републици Србији, у: зборник Администрација и јавне политике*. s.l.: Институт за политичке студије, Београд
- [21] Арсић, Д., Гледовић, З. (2012) *Медицинска географија*. Београд: Универзитет у Београду, Географски факултет.
- [22] B., Bose (2010) Global warming: Energy, environmental pollution, and the impact of power electronics. s.l.: IEEE.
- [23] <https://sites.google.com/site/tehskolamojaucionica/home/obnovljivi-izvori-energije/tehnologija-fotonaponske-celije?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>
- [24] Huld, T., Müller, R., Gambardella, A. (2012) A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa. *Solar Energy*, 86, 1803–1815.
- [25] Robert F. (2010) PV Array Tilt, Solar Energy, 1st edition. Boca Raton, USA: Taylor and Francis Group, chapter 6/page 143.
- [26] <https://www.paradisesolarenergy.com/blog/does-my-property-get-enough-sun-for-solar-panels>
- [27] <https://wxguys.ssec.wisc.edu/2013/10/28/what-determines-the-amount-of-daylight/>
- [28] Rokonzaman Md, Rahman Maksudur M. (2017) Effect of cloud coverage on sunshine, humidity, rainfall and temperature for different weather stations in Bangladesh: A panel analysis, IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT) e-ISSN: 2319-2402, p-ISSN: 2319-2399. Volume 11, Issue 3 Ver. 1 (Mar. 2017), pp 1–6.
- [29] https://www.dwd.de/EN/Home/home_node.html
- [30] <https://www.weatheronline.co.uk/>
- [31] <http://www.carpatclim-eu.org/danubeclim/>
- [32] Doljak, D., Stanojević, G. (2017) Evaluation of natural conditions for site selection of groundmounted photovoltaic power plants in Serbia. *Energy*, 127, 291–300.
- [33] <https://solargis.com/docs/methodology/solar-radiation-modeling>
- [34] <https://globalsolaratlas.info/download/world>
- [35] Al-Shabeeb, A., Al-Adamat R., Mashagbah A. (2016) AHP with GIS for a Preliminary Site Selection of Wind Turbines in the North West of Jordan. s.l.: Department of Geographic Information Systems and Remote Sensing, Institute of Earth and Environmental Scienc.
- [36] <https://globalsolaratlas.info/download/serbia>
- [37] Драгићевић С., Филиповић Д. (2009) Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора, Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.
- [38] <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1>
- [39] <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018?tab=download>
- [40] Li, D. (2013) Using GIS and Remote Sensing Techniques for Solar Panel Installation Site Selection. Master's Thesis, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada.
- [41] <https://mapcruzin.com/free-serbia-country-city-place-gis-shapefiles.htm>
- [42] Al Garni H. Z., A. A. (2017) Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. *Applied Energy*, 206, 1225–1240.
- [43] Harte J Jassby A (1978) Energy technologies and natural environments: The search for compatibility. *Annual Review of Energy* 3: 101–146.

- [44] Kuvlesky WP Jr Brennan LA Morrison ML Boydston KK Ballard BM Bryant FC . (2007) Wind energy development and wildlife conservation: Challenges and opportunities. *Journal Wildlife Management* 71: 2487–2498.
- [45] <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/wdpa?tab=WDPa>
- [46] Doorga R. S. J., R. V. (2019) Multi-criteria GIS-based modelling technique for identifying potential solar farm sites: A case study in Mauritius. *Renewable Energy*, 133, 1201–1219.
- [47] Ruiz H. S., S. A. B. (2020) GIS-AHP Multi Criteria Decision Analysis for the optimal location of solar energy plants at Indonesia. *Energy Reports*, 6, 3249–3263.
- [48] <https://www.solarni.rs/elektrane.htm>
- [49] Mikulović J., Đurišić Ž. (2013) Određivanje optimalnih nagibnih uglova fotonaponskih panela, INFOTEH-JAHORINA, Vol 12, 243–248.
- [50] <http://energija-sunca.blogspot.com/2015/11/solarni-paneli-prosecno-domacinstvo.html>
- [51] <https://www.suncica.co.rs/blog/solarni-paneli-beograd>
- [52] <https://www.solarnipaneli.org/solarni-paneli-2/>
- [53] Solar Electricity Handbook (2012) A simple, practical guide to solar energy: how to design and install photovoltaic solar electricity systems, Edition: Michael Bohwell
- [54] <https://www.suncica.co.rs/blog/solarni-paneli-uradi-sam>
- [55] <http://pvtrin.eu/assets/media/PDF/Publications/Informational%20Material/Installing%20PV-Practical%20guide/67.pdf>
- [56] https://www.mre.gov.rs/sites/default/files/2021/09/tekst_javnog_poziva_jp3-21objava03092021.pdf
- [57] <https://ipard.co.rs/index.php/ipard2-program/o-ipard>
- [58] <http://envidome.com/solarne-elektrane-ipard/>
- [59] Mgonja C. T., Saidi H. (2017) Effectiveness on Implementation of Maintenance Management System for Off-grid Solar PV Systems in Public Facilities – A Case Study of SSMP1 Project in Tanzania s.l.: International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)
- [60] Granata G., Pagnanelli F., Moscardini E., Havlik T., Toro L. (2014) Recycling of photovoltaic panels by physical operations
- [61] Uppal B., Tamboli A., Wubhayavedantapuram N. (2017) Sustainable recycling technologies for Solar PV off-grid system. Berlin: World Renewable Energy Congress 17
- [62] IRENA. (2016) End-Of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels. s.l.: International Renewable Energy Agency and the International Energy

Списак слика

Слика 1. Положај планете Земље у односу на Сунце (Извор: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seasons1.svg)	8
Слика 2. Начини примене соларне енергије	10
Слика 3. Фотонапонски системи (Извор: https://pixabay.com/photos/alternative-blue-cell-clean-2225/)	10
Слика 4. Фотонапонски <i>off grid</i> систем	12
Слика 5. Компас који показује правац југа (192°)	27
Слика 6. Примена <i>Google Earth</i> програма у одређивању окренутости крова ка странама света	27
Слика 7. Примена функције „лењир“ у <i>Google Earth</i> програму	27
Слика 8. Соларна електрана на хладњачи „АБД Пром“ у Јевремовцу	34
Слика 9. Соларна електрана у Јевремовцу	37
Слика 10. Соларна електрана у Горичанима	39
Слика 11. Соларни панели у Горичанима	42
Слика 12. Соларни панели на крову викендице на Гочу	44

Списак табела и графика

Табела 1. Предности и недостаци употребе соларне енергије	14
Табела 2. Број сунчаних сати у главним градовима појединих европских земаља (период мерења од 2000. до 2020. године) [30]	17
Табела 3. Број сунчаних сати појединих градова у Србији од 2000. до 2020. године [30]	19
Табела 4. Класе погодности простора за постављање соларне електране према површинама	23
Графикон 1. Удео различитих класа погодности у укупној површини Србије	23
Табела 5. Снага уређаја у домаћинству [52, 54]	28

Списак карата

Карта 1. Трајање сунчаних сати за: 1) јун, 2) јул, 3) август 2021. године [29]	17
Карта 2. Број сунчаних сати у Србији од 1961. до 2010. године	18
Карта 3. Глобално зрачење под оптималним углом за територију Републике Србије	21
Карта 4. Карта погодности за изградњу соларних електрана на територији Републике Србије	22



Podrška reformama u životnoj sredini

Овај материјал израђен је у оквиру програма ЕКО-СИСТЕМ:
Подршка реформама у заштити животне средине, који спроводе Млади истраживачи Србије (МИС),
уз подршку Шведске преко Шведске агенције за међународни развој и сарадњу (Сида).
За садржај овог материјала је одговоран искључиво аутор. Млади истраживачи Србије и Сида
не деле нужно ставове и тумачења изречена у овом материјалу.