



Grad Bijeljina



Opština Bogatić



STUDIJA IZVODLJIVOSTI

O MOGUĆNOSTIMA KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE ZA
POTREBE DOBIJANJA TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE
NA PODRUČJU GRADA BIJELJINA I OPŠTINE BOGATIĆ

NAZIV STUDIJE: STUDIJA IZVODLJIVOSTI O MOGUĆNOSTIMA KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE ZA POTREBE DOBIJANJA TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PODRUČJU GRADA BIJELJINA I OPŠTINE BOGATIĆ

KLIJENT: GRAD BIJELJINA
Trg kralja Petra I Karađorđevića
76300 Bijeljina
Bosna i Hercegovina

UGOVOR: Grad Bijeljina – ENOVA d.o.o. Sarajevo
Ugovor broj 02-404-111/13, 03.10.2013. godine

KONSULTANT:



Podgaj 14
71000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina

Tel: +387 33 279 100
Fax: +387 33 279 108
Email: info@enova.ba
Web: www.enova.ba

AUTORI: Marin Petrović, Dr.Sc, dipl.ing.maš.
Admer Bolić, dipl.ing.arh.
Zlatka Sjenar, dipl.ing.maš.
Mirsad Madeško, dipl.ing.el.
Mahir Kalčo, dipl.ecc.
Arnesa Alomerović, dipl.ing.maš.
Ana Njego, dipl.ing.el.
Anela Rodić, M.A, dipl. politolog
Armin Ademović, dipl.ing.građ.

Sadržaj

1	UVOD	13
1.1	Obnovljivi energetske resursi	13
1.2	Energija Sunca.....	14
1.3	Osnovni principi korištenja solarne energije	16
1.3.1	<i>Pregled tehnologija.....</i>	16
1.3.2	<i>Položaj i usmjerenje solarnih panela.....</i>	17
1.4	Direktive Evropske unije.....	19
1.4.1	<i>Direktiva 2009/28/EZ o promociji korištenja energije iz obnovljivih izvora</i>	20
1.4.2	<i>Direktiva 2010/31/EU o energetske performansama zgrada</i>	20
1.4.3	<i>Direktiva 2005/89/EZ o mjerama sigurnosti snabdjevanja električnom energijom i ulaganjima u infrastrukturu.....</i>	21
1.4.4	<i>Direktiva 2010/75/EU o industrijske emisijama.....</i>	22
1.4.5	<i>Politika i buduće aktivnosti EU.....</i>	22
1.4.6	<i>Energetske plan za 2050. godinu.....</i>	22
1.4.7	<i>Zelena Knjiga</i>	23
1.4.8	<i>Električna energija iz obnovljivih izvora energije.....</i>	23
1.5	Ciljevi i strategija studije izvodljivosti.....	23
2	POTENCIJAL SUNČEVE ENERGIJE U REGIJI.....	25
2.1	Klimatske karakteristike i potencijal solarne energije regiona	25
2.1.1	<i>Klimatske karakteristike Bosne i Hercegovine</i>	25
2.1.2	<i>Klimatske karakteristike Srbije.....</i>	25
2.1.3	<i>Potencijal iskorištenja solarne energije u BiH i Srbiji.....</i>	26
2.2	Potencijal solarne energije za teritorije grada Bijeljine i opštine Bogatić	29
2.3	Potencijal solarne energije u svijetu	31
3	SISTEMI (TEHNOLOGIJE) ZA KORIŠTENJE SOLARNE ENERGIJE	33
3.1	Koncentrisane i fotonaponske tehnologije (aktivna primjena solarne energije)	33
3.1.1	<i>Koncentrisane tehnologije solarne energije (CSP).....</i>	33
3.1.2	<i>Poređenje CSP tehnologija.....</i>	38
3.1.3	<i>Solarne fotonaponske tehnologije (PV).....</i>	43
3.1.4	<i>Poređenje solarnih fotonaponskih tehnologija</i>	48
3.1.5	<i>Aktivno solarno grijanje i hlađenje</i>	51
3.2	Termo-solarne tehnologije (pasivna primjena solarne energije)	54

3.3	Hibridne tehnologije	58
3.4	Inovacije na tržištu.....	62
3.4.1	<i>Minijaturizacija solarnih ćelija</i>	62
3.4.2	<i>Solarni toranj</i>	62
3.4.3	<i>Solarna ostrva</i>	63
3.4.4	<i>Solarne kuće i „Plus-Energy“ dizajn</i>	63
3.4.5	<i>Solarna energija u svemiru</i>	64
3.5	Analiza mogućnosti primjene fotonaponskih (PV) i termo-solarnih (TS) sistema u javnim zgradama	65
3.5.1	<i>Osnovni elementi solarnog sistema u javnim zgradama</i>	65
3.5.2	<i>Moguće opcije primjene solarnih sistema u javnim zgradama</i>	79
3.5.3	<i>Identifikacija najefikasnijih i najčešće primjenjivanih solarnih sistema</i>	84
3.6	Analiza tržišta solarne energije	86
3.6.1	<i>Trenutno stanje</i>	86
3.6.2	<i>Finansiranje obnovljivih izvora</i>	87
3.6.3	<i>Podsticajne cijene</i>	94
3.6.4	<i>Solarni paneli na tržištu BiH i Srbije</i>	96
3.6.5	<i>SWOT analiza</i>	96
3.7	Analiza proizvodnje dijelova i sklopova	97
4	PRAVNI STATUS ENERGETIKE U REGIONU	101
4.1	Institucionalni okvir Bosne i Hercegovine i Republike Srpske	101
4.2	Zakonodavni okvir Bosne i Hercegovine i Republike Srpske	103
4.3	Institucionalni okvir Republike Srbije	112
4.4	Pravni okvir u Republici Srbiji	114
5	ANALIZA MOGUĆNOSTI I OPRAVDANOSTI PRIMJENE PV I TS SISTEMA NA JAVNIM OBJEKTIMA	125
5.1	Izbor objekata	125
5.1.1	<i>Objekti na teritoriji grada Bijeljina</i>	125
5.1.2	<i>Objekti na teritoriji opštine Bogatić</i>	129
5.2	Analiza prostornih, lokacijskih i infrastrukturnih uslova i arhitektonsko-građevinske mogućnosti postavljanja solarnih sistema	134
5.2.1	<i>Dvorana Gimnazije „Filip Višnjić“ Bijeljina</i>	135
5.2.2	<i>Osnovna škola „Knez Ivo od Semberije“ Bijeljina</i>	138
5.2.3	<i>Osnovna škola „Dvorovi“ sa sportskom dvoranom</i>	141
5.2.4	<i>Osnovna škola „Janko Veselinović“ Crna Bara</i>	143

5.2.5	<i>Osnovna škola „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski.....</i>	146
5.2.6	<i>Osnovna škola „Nikola Tesla“ Dublje.....</i>	147
5.3	Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije	150
5.3.1	<i>Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije prema varijanti I.....</i>	150
5.3.2	<i>Priključak PV sistema na mrežu.....</i>	151
5.3.3	<i>Tehnički uslovi za priključenje PV sistema na mrežu.....</i>	153
5.3.4	<i>Uticaj PV sistema na distribucijsku mrežu.....</i>	154
5.3.5	<i>Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za Gimnazijsku dvoranu - Bijeljina.....</i>	155
5.3.6	<i>Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ Knez Ivo od Semberije - Bijeljina.....</i>	158
5.3.7	<i>Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ i sportsku salu Dvorovi - Bijeljina.....</i>	162
5.3.8	<i>Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara.....</i>	163
5.3.9	<i>Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski.....</i>	164
5.3.10	<i>Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje - Bogatić.....</i>	165
5.4	Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije.....	166
5.4.1	<i>Pločasti solarni kolektori.....</i>	166
5.4.2	<i>Cijevni vakuumski solarni kolektori.....</i>	168
5.4.3	<i>Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za Gimnazijsku dvoranu u Bijeljini.....</i>	171
5.4.4	<i>Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ Knez Ivo od Semberije u Bijeljini.....</i>	176
5.4.5	<i>Analiza mogućeg tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ i sportsku salu Dvorovi.....</i>	181
5.4.6	<i>Analiza mogućeg tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara.....</i>	184
5.4.7	<i>Analiza mogućeg tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski.....</i>	186
5.4.8	<i>Analiza mogućeg tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje.....</i>	188
5.5	Proračun očekivane proizvedene električne energije	191

5.5.1	<i>Uvod i osnovni parametri</i>	191
5.5.2	<i>Fotonaponski geografski informacijski sistem</i>	193
5.5.3	<i>Proračun očekivane proizvedene električne energije za dvoranu Gimnazije "Filip Višnjić"</i>	197
5.5.4	<i>Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Knez Ivo od Semberije“</i>	199
5.5.5	<i>Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Dvorovi“ sa sportskom salom</i>	201
5.5.6	<i>Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara</i>	202
5.5.7	<i>Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski</i>	203
5.5.8	<i>Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje</i>	204
5.6	<i>Proračun očekivane proizvedene toplotne energije</i>	206
5.6.1	<i>Određivanje toplotnih karakteristika kolektora solarnog zračenja</i>	207
5.6.2	<i>Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za dvoranu Gimnazije</i>	208
5.6.3	<i>Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ „Knez Ivo od Semberije“</i>	210
5.6.4	<i>Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ „Dvorovi“</i>	211
5.6.5	<i>Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara</i>	212
5.6.6	<i>Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski</i>	213
5.6.7	<i>Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje</i>	214
5.6.8	<i>Rekapitulacija načina izbora tehničko-tehnološkog rješenja za proizvodnju toplotne energije</i>	215
5.7	<i>Razmatranje najpovoljnijeg tehničko-tehnološkog rješenja</i>	217
5.8	<i>Utjecaj na okolinu i proračun smanjenja emisije CO₂</i>	218
5.8.1	<i>Utjecaj na okolinu</i>	218
5.8.2	<i>Domaći i međunarodni standardi i propisi vezani za zaštitu vazduha</i>	221
5.8.3	<i>Proračun smanjenja emisije CO₂</i>	222
5.9	<i>Osnovni ekonomski parametri</i>	227
5.10	<i>Scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije</i>	230
5.10.1	<i>Investicioni troškovi</i>	230
5.10.2	<i>Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama</i>	235
5.10.3	<i>Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda s potrošnjom električne energije</i>	243
5.10.4	<i>Ocjena isplativosti investicije po razmatranim objektima</i>	250

5.11	Scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije	252
	5.11.1 <i>Investicioni troškovi</i>	252
	5.11.2 <i>Procjena ostvarenih ušteda nastalih korišćenjem toplotnih sistema (TS) u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju</i>	255
5.12	Zaključne napomene finansijske analize.....	256
6	POTENCIJALNI DOMAĆI I INOSTRANI IZVORI FINANSIRANJA	258
6.1	Budžetska sredstva.....	258
6.2	Transferi između budžetskih jedinica različitih nivoa vlasti	258
6.3	Kreditni izvori	258
6.4	Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetska efikasnost dostupne u Bosni i Hercegovini i Srbiji	260
6.5	Sredstva Fonda za zaštitu životne sredine i energetska efikasnost Republike Srpske	260
6.6	Sredstva Fond za zaštitu životne sredine i Agencija za energetska efikasnost Republike Srbije.....	261
6.7	Javno-privatno partnerstvo	261
6.8	IPA fondovi - Instrumenti za pretpristupnu pomoć	262
7	ZAKLJUČAK.....	264

Popis slika

Slika 1.	Korištenje obnovljivih izvora energije	13
Slika 2.	Sunce	14
Slika 3.	Raspodjela toplote koja na Zemlju dolazi sa Sunca.....	15
Slika 4.	Intenzitet normalnog sunčevog zračenja u zavisnosti od talasne dužine.....	17
Slika 5.	Solarni doprinos u zavisnosti od položaja solarnih panela	18
Slika 6.	Moguće izvedbe postavljanja solarnih panela	18
Slika 7.	Primjeri postavljanja solarnih panela.....	19
Slika 8.	Shematski prikaz Acquis Communautaire-a Energetske zajednice	20
Slika 9.	Prosječne dnevne vrijednosti insolacije za srednju Evropu.....	26
Slika 10.	Solarni potencijal Bosne i Hercegovine.....	27
Slika 11.	Solarni potencijal Srbije	28
Slika 12.	Karta opštine Bijeljina s prikazom naseljenih mjesta.....	29
Slika 13.	Karta opštine Bogatić s prikazom naseljenih mjesta	30
Slika 14.	Solarni potencijal u zemljama Evrope	32
Slika 15.	Parabolični kolektor.....	34
Slika 16.	Linearni Fresnel kolektor	35
Slika 17.	Solarni toranj.....	36
Slika 18.	Solarni tanjir	38
Slika 19.	CSP tehnologije.....	39
Slika 20.	Fotonaponska ćelija	44
Slika 21.	Koncentrisani PV sistem.....	46
Slika 22.	Praktična primjena solarnog grijanja	51
Slika 23.	Direktno grijanje prostorija primjenom pasivne solarne arhitekture	55
Slika 24.	Trombeov (masivni) zid za indirektno grijanje prostorije sunčevom energijom	56
Slika 25.	Vodeni zid kao apsorber i skladište toplote.....	56
Slika 26.	Zahvat solarne energije krovnim plitkim bazenima	56
Slika 27.	Ostakljena veranda („staklenik“) kao pasivni sistem za grijanje sunčevom energijom	57
Slika 28.	Osnovna struktura tekućeg PV/T kolektora: tekući ostakljeni kolektor (lijevo) i tekući neostakljeni kolektor (desno)	59
Slika 29.	Solarni toranj.....	63
Slika 30.	Solarna ostrva	63
Slika 31.	Heliotrop, Frajburg, Njemačka	64
Slika 32.	Solarna kuća Mejn.....	64
Slika 33.	Ekvivalentna shema PV ćelije.....	66
Slika 34.	Solarni modul Schuco MPE 204 PS 09.....	67
Slika 35.	DC/AC inverter Schuco WR SGI 25k Home.....	67
Slika 36.	Data logger Schuco Sunalyzer Web PR	68
Slika 37.	Pridruživanje Data logger-a DC/AC invertoru.....	68
Slika 38.	Spajanje kablova fotonaponskih modula.....	69
Slika 39.	Dijelovi nosača za montažu solarnih modula	70
Slika 40.	Primjer montaže solarnih modula.....	70
Slika 41.	Kontrolor punjenja.....	71
Slika 42.	Solarna baterija	71

Slika 43. Dijelovi ravnog pločastog kolektora	72
Slika 44. Ravni pločasti kolektor sa dvije pokrivke.....	73
Slika 45. Kućište panela	74
Slika 46. Izgled ravnog pločastog kolektora CPK 7210N Alu	74
Slika 47. Dijelovi kolektora sa vakumskim cijevima.....	75
Slika 48. Izgled kolektora sa vakumskim cijevima CVSKC-10.....	76
Slika 49. Trobrzinska niskoenergetska pumpa.....	77
Slika 50. Spojevi cijevnog razvoda s tehnikom spajanja	77
Slika 51. Toplotna izolacija cijevnog razvoda.....	78
Slika 52. Ekspanziona posuda	78
Slika 53. Samostalni (autonomni) PV sistemi za istosmjerna i izmjenična trošila.....	79
Slika 54. Pasivni mrežni PV sistemi	80
Slika 55. Aktivni mrežni PV sistemi	80
Slika 56. Hibridni PV sistemi.....	81
Slika 57. Princip rada termosifonskog solarnog sistema za pripremu PTV.....	82
Slika 58. Princip rada dvokružnog solarnog sistema sa spremnikom tople vode i dodatnim izvorom toplote	83
Slika 59. Kriva efikasnosti kolektora	85
Slika 60. Pregled namjene sredstava fondova za OE i EE u regionu zapadnog Balkana.....	89
Slika 61. Historijski razvoj globalnih kumulativnih kapaciteta u svijetu	99
Slika 62. Ukupni evropski kapaciteti povezani s distributivnom mrežom	99
Slika 63. Postupak za ostvarivanje prava na podsticaj u RS	110
Slika 64. Postupak davanja koncesije	115
Slika 65. Postupak za ostvarivanje prava na podsticaj u Republici Srbiji.....	119
Slika 66. Mapa uže lokacije OŠ Knez Ivo od Semberije	125
Slika 67. Izgled objekata OŠ Knez Ivo od Semberije	126
Slika 68. Mapa uže lokacije dvorane gimnazije Filip Višnjić.....	127
Slika 69. Izgled gimnazijske dvorane.....	127
Slika 70. Mapa uže lokacije OŠ Dvorovi	128
Slika 71. Izgled dvorane i zgrade škole u Dvorovima	128
Slika 72. Mapa uže lokacije OŠ Janko Veselinović.....	129
Slika 73. Izgled objekata u sklopu OŠ Janko Veselinović.....	130
Slika 74. Mapa uže lokacije OŠ Laza Lazarević	131
Slika 75. Izgled objekta OŠ Laza Lazarević.....	131
Slika 76. Mapa uže lokacije OŠ Nikola Tesla	132
Slika 77. Izgled OŠ Nikola Tesla.....	133
Slika 78. Prostorni raspored naselja u općinama Bijeljina (BiH) i Bogatić (Srbija) s lokacijama objekata koji su predmet studije	134
Slika 79. Jugozapadna i jugoistočna fasada sale.....	136
Slika 80. Krovna konstrukcija sale	136
Slika 81. Tlocrt krova – varijanta a) s maksimalnim iskorištenjem krova uz nužnu sanaciju i ojačanje.....	137
Slika 82. Tlocrt krova – varijanta b) s realnim iskorištenjem krova u sadašnjem stanju	138
Slika 83. Mogućnost instaliranja solarnog sistema na južni fasadni zid	138
Slika 84. Južne fasade škole i sale	139

Slika 85. Tlocrt krova – varijanta a) s maksimalnim iskorištenjem krova uz nužnu sanaciju i ojačanje.....	140
Slika 86. Tlocrt krova – varijanta b) s iskorištenjem krova u postojećem stanju.....	141
Slika 87. Jugoistočna fasada škole (lijevo) i sale (desno)	142
Slika 88. Krovna konstrukcija sale	142
Slika 89. Tlocrt krova sa iskorištenjem krova u postojećem stanju.....	143
Slika 90. Južna fasada (lijevo) i istočna fasada (desno) škole „Janko Veselinović“ Crna Bara	144
Slika 91. Tlocrt krova sa iskorištenjem krova uz rekonstrukciju	145
Slika 92. Južna fasada škole „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski.....	146
Slika 93. Tlocrt krova sa iskorištenjem uz rekonstrukciju krova starog dijela objekta OŠ „Laza Lazarević“	147
Slika 94. Zgrada škole „Nikola Tesla“ (lijevo) i dograđenog objekta (desno)	147
Slika 95. Tlocrt krova sa iskorištenjem uz rekonstrukciju	148
Slika 96. Osnovna škola „Nikola Tesla“ Dublje – presjeci.....	149
Slika 97. Izgled solarnog modula	151
Slika 98. Blok shema priključenja PV sistema na mrežu.....	153
Slika 99. Pločasti kolektor	168
Slika 100. Vakuumski kolektor – dimenzije/geometrija (lijevo), oznake i presjek (desno)	169
Slika 101. Prostor dvorane s prikazanim ogrjevnim tijelima (radijatori i kaloriferi).....	175
Slika 102. Instalacije kotlovnice	175
Slika 103. Dispozicija kotlovnice i sportske sale.....	175
Slika 104. Kotlovi i oprema u kotlovnici.....	181
Slika 105. Dispozicija kotlovnice i sportske sale.....	181
Slika 106. Dispozicija i izgled kotlovnice.....	183
Slika 107. Instalacije kotlovnice	184
Slika 108. Objekat kotlovnice i instalacije	186
Slika 109. Dispozicija objekta kotlovnice.....	186
Slika 110. Dispozicija objekta kotlovnice i izgled kotla	188
Slika 111. Instalacije kotlovnice s dispozicijom objekta.....	190
Slika 112. Ulazni grafički interfejs.....	194
Slika 113. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije za obje varijante.....	198
Slika 114. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije za obje varijante.....	200
Slika 115. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije.....	202
Slika 116. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije.....	203
Slika 117. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije.....	204
Slika 118. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije.....	205
Slika 119. Toplinski gubici kolektora, analogija s električnim strujnim krugom	206
Slika 120. Efikasnost različitih tipova kolektora u funkciji temperaturne razlike	208

Popis tabela

Tabela 1. Podaci o solarnom potencijalu Bijeljine i Bogatića	31
Tabela 2. Ukupna godišnja suma solarne iradijacije za Bijeljinu i Bogatić.....	31
Tabela 3. Poređenje različitih CSP tehnologija	41
Tabela 4. Pregled i poređenje glavnih PV tehnologija.....	49
Tabela 5. Pregled prednosti različitih PV/T tehnologija	59
Tabela 6. Tržišni segmenti PV/T tehnologija: Buduća tržišta: +++, specijalizovani segmenti tržišta: ++ i +.....	60
Tabela 7. Efikasnost postavljenih kolektora u odnosu na stranu svijeta i nagib:	85
Tabela 8. Najčešća područja primjene PV sistema	86
Tabela 9. Pregled fondova, odnosno instrumenata za finansijsku podršku dostupnih za obnovljivu energiju i energetske efikasnost u regionu zapadnog Balkana	88
Tabela 10. Pregled i struktura regionalnih fondova dostupnih za obnovljivu energiju i energetske efikasnost u regionu zapadnog Balkana	89
Tabela 11. Pregled visine kamatnih stopa i drugih uslova za kreditiranje za obnovljivu energiju i energetske efikasnost u regionu zapadnog Balkana	90
Tabela 12. Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetske efikasnost dostupne u BiH, po kategorijama korisnika	90
Tabela 13. Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energ. efikasnost dostupni u Srbiji iz fondova EU	92
Tabela 14. Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetske efikasnost dostupni u Srbiji preko kreditnih linija	93
Tabela 15. Pregled cijena iz važeće odluke i prijedloga novih cijena koje će biti na snazi od 01.01.2014. u Republici Srpskoj.....	94
Tabela 16. SWOT matrica	96
Tabela 17. Analiza proizvodnje dijelova i sklopova.....	97
Tabela 18. Glavni akteri u sektoru električne energije RS.....	101
Tabela 19. Podzkonski akti predviđeni Zakonom o obnovljivim izvorima energije i efikasnoj kogeneraciji (Službeni glasnik RS broj 39/13)	108
Tabela 20. Glavni akteri u sektoru električne energije Republike Srbije	112
Tabela 21. Tehničke karakteristike solarnog modula.....	151
Tabela 22. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante a)	155
Tabela 23. Tehničke karakteristike DC/AC invertora	156
Tabela 24. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b).....	157
Tabela 25. Tehničke karakteristike DC/AC invertora	158
Tabela 26. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b).....	159
Tabela 27. Tehničke karakteristike DC/AC invertora	160
Tabela 28. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b).....	160
Tabela 29. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja	162
Tabela 30. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja	163
Tabela 31. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja	164
Tabela 32. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja	165
Tabela 33. Tehničke karakteristike pločastog kolektora.....	170
Tabela 34. Tehničke karakteristike cijevnog kolektora.....	170

Tabela 35. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante a)	171
Tabela 36. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b).....	173
Tabela 37. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante a).....	177
Tabela 38. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b)	179
Tabela 39. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja.....	182
Tabela 40. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja.....	184
Tabela 41. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja.....	187
Tabela 42. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja.....	189
Tabela 43. Podaci o Sunčevom zračenju na području razmatranih objekata u Bijeljini	195
Tabela 44. Podaci o Sunčevom zračenju za OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara	195
Tabela 45. Podaci o Sunčevom zračenju za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski.....	196
Tabela 46. Podaci o Sunčevom zračenju za OŠ "Nikola Tesla" Dublje.....	196
Tabela 47. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem dvorane Gimnazije "Filip Višnjic - varijanta a)	197
Tabela 48. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem dvorane Gimnazije "Filip Višnjic - varijanta b).....	198
Tabela 49. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Knez Ivo od Semberije“ - varijanta a).....	199
Tabela 50. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Knez Ivo od Semberije“ - varijanta b)	200
Tabela 51. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ i sportsku salu „Dvorovi“	201
Tabela 52. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara	202
Tabela 53. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski	204
Tabela 54. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Nikola Tesla“ Dublje	205
Tabela 55. Mogućnost smanjenja koncentracije CO ₂	219
Tabela 56. Tipične vrijednosti emisije iz tradicionalnih elektrana.....	223
Tabela 57. Tipične vrijednosti emisije za odvojene sisteme toplovodnih i parnih kotlova	223
Tabela 58. Smanjenje emisije CO ₂ u slučaju izgradnje TS sistema	225
Tabela 59. Smanjenje emisije CO ₂ u slučaju izgradnje PV sistema	226
Tabela 60. Investicioni troškovi korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije	231
Tabela 61. Vrijednost građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema na dvorani Gimnazije „Filip Višnjic“	232
Tabela 62. Vrijednost građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema na OŠ „Knez Ivo od Semberije“	232
Tabela 63. Vrijednost građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema na OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara	233
Tabela 64. Vrijednost radova prije postavljanja solarnih sistema na OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski	233
Tabela 65. Vrijednost građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema na OŠ "Nikola Tesla" Dublje.....	233
Tabela 66. Rekapitulacija troškova građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema po objektima	234

Tabela 67. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 15. godine prema varijanti „a“ i varijanti „b“ za dvoranu Gimnazije „Filip Višnjić“	236
Tabela 68. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 15. godine prema varijanti „a“ i varijanti „b“ za OŠ „Knez Ivo od Semberije“	237
Tabela 69. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 15. godine prema varijanti „b“ za OŠ „Dvorovi“	238
Tabela 70. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 12. godine prema varijanti „a“ za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara	239
Tabela 71. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 12. godine prema varijanti „a“ za OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski.....	240
Tabela 72. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 12. godine prema varijanti „a“ za OŠ „Nikola Tesla“ Dublje	241
Tabela 73. Rekapitulacija procijenjenih prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama po razmatranim objektima.....	242
Tabela 74. Potrošnja električne energije za 2012. godinu za razmatrane objekte	243
Tabela 75. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za dvoranu Gimnazije "Filip Višnjić"	244
Tabela 76. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Knez Ivo od Semberije“	245
Tabela 77. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Dvorovi“	246
Tabela 78. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara	247
Tabela 79. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski.....	248
Tabela 80. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Nikola Tesla“ Dublje.....	249
Tabela 81. Finansijski indikatori po razmatranim objektima	251
Tabela 82. Investicioni troškovi korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije	252
Tabela 83. Investicioni troškovi tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima	253
Tabela 84. Procjena ostvarenih ušteda nastalih korišćenjem TS sistema u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju po razmatranim objektima.....	255
Tabela 85. Procjena potencijala zaduživanja Grada Bijeljina	259
Tabela 86. Procjena potencijala zaduživanja Opštine Bogatić.....	260

1 UVOD

1.1 Obnovljivi energetske resursi

Klima je primarni energetske resurs čijim dejstvom su nastali i fosilni resursi uglj i nafta. Aktuelno ispoljavanje klime kao resursa predstavljaju solarna i eolska energija, kao i energija biomase. Današnje čovječanstvo uglavnom energiju proizvodi sagorijevanjem uglja, gradnjom velikih brana ili iz nuklearnih centrala i na taj način troši neobnovljive resurse, zagađuje okoliš i živi u stalnom strahu od mogućih novih nuklearnih katastrofa. Globalno posmatrano, možemo reći da je u "svojoj energetske istoriji" svijet došao do kraja jedne epohe kada neobnovljivi izvori energije ne mogu biti osnova za planiranje budućeg razvoja i kada se postavlja pitanje – šta dalje?

Odgovor možemo potražiti u obnovljivim izvorima energije. Karakteristika obnovljivih izvora energije je da se tokom korištenja njihove zalihe ne smanjuju kao kod fosilnih goriva, ima ih u ogromnim količinama i, što je veoma važno, ne zagađuju okoliš. Energija vjetrova i Sunca spadaju u najviše korištene obnovljive energije danas u svijetu. Pored toga što se radi o ekološki čistim energijama, bitan faktor za značajnu ekspanziju je i činjenica da je eksploatacija izvora obnovljive energije postala i ekonomski konkurentna. Posljednjih godina je u čitavom svijetu, a naročito u Evropskoj uniji došlo do naglog porasta primjene svih oblika obnovljive energije. Direktno korištenje izvora obnovljive energije nije jedini put ka poboljšanju energetske situacije. Sve veći značaj u novije vrijeme dobiva i unapređivanje energetske efikasnosti sa osloncem na strategiju racionalnog korištenja energije. Principijelno, radi se o korištenju priliva solarne energije i istovremenom smanjivanju gubitaka energije.

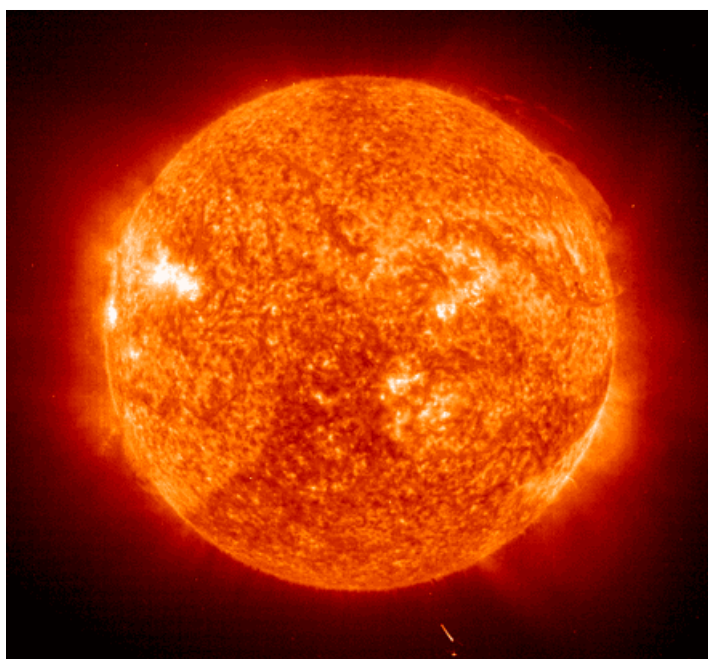


Slika 1. Korištenje obnovljivih izvora energije

Mogućnosti dobivanja energije iz obnovljivih energetske izvora još nisu do kraja ispitane, ali pokušajmo sagledati koliki je taj potencijal. Na pitanje koliko to energije možemo dobiti, kratak odgovor glasi: i više nego što nam je potrebno. Međutim, da bismo pojasnili prisjetimo se koliko energije trošimo i koliko nam različitih energetske izvora stoji na raspolaganju. U svim rijekama svijeta ima upravo toliko energetskeg potencijala kolike su naše trenutne potrebe. Energetske potencijal okeanskih talasa, nastalih uticajem plime i oseke, dovoljan je da proizvede duplo više energije nego što nam je potrebno. Geotermalni potencijal je pet puta veći, dok je svjetske potencijal biomase oko dvadeset puta veći od naših potreba. Dvjesto puta veći je potencijal vjetrova, a potencijal Sunčeve energije na našoj planeti je 2850 puta veći od trenutnih godišnjih energetske potreba.

1.2 Energija Sunca

Sunce ima obim sfere prečnika oko 1.400.000 km. Masa Sunca je oko 330.000 puta veća od Zemljine i iznosi oko 99% mase našeg planetarnog sistema. Oko 75% mase Sunca je vodonik, 24% helijum, a ostatak čine ostali poznati elementi. Površina Sunca koja se vidi sa Zemlje naziva se fotosfera i ima prosječnu temperaturu 6.000°C i pritisak od 0,01 bar, a debljine je nekoliko stotina kilometara. Sa spoljne strane fotosfere je hromosfera, debljine 3.000 do 10.000 km, a sastoji se od užarenog vodonika. Iznad hromosfere je korona, razvučen omotač od gasova male gustine, čiji sloj varira od više stotina hiljada do preko milion kilometara. U dubini sunčeve mase odvijaju se brojne termonuklearne reakcije. Temperatura od 15×10^6 K, sa pritiskom od 70×10^9 atmosferskog pritiska omogućava fuziju lakih čestica (jezgro vodonika) i stvaranje tečnih čestica (jezgra helijuma). Fuzijom se smatra proces u kome se čestice atoma vodonika spajaju formirajući jedan atom helijuma uz gubitak manje količine mase, koja se pojavljuje u drugoj formi prema Ajnštajnovoj relaciji $E = mc^2$.



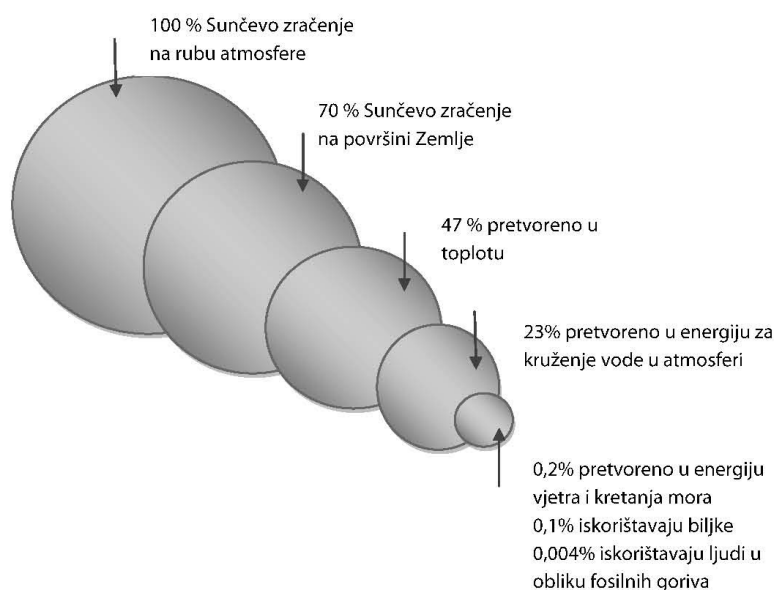
Slika 2. Sunce

Sunce je zajednički izvor svih obnovljivih izvora energije čiji kapacitet možemo smatrati neograničenim. Sunčeva energija je resurs koji je, zavisno od klimatskog područja, u većoj ili manjoj mjeri dostupan svim ljudima. Snaga Sunca koju prima Zemlja iznosi oko $1,8 \times 10^{11}$ MW što višestruko prevazilazi sve energetske potrebe. Ova energija se može koristiti kako za proizvodnju električne, tako i toplotne energije. Većina oblika energije na Zemlji nastala je i nastaje djelovanjem Sunčevog zračenja. Korištenjem Sunčeve energije smanjuje se potreba za fosilnim gorivima te se smanjuje i onečišćenje okoliša prouzrokovano njihovim izgaranjem. Sunčeva energija ne proizvodi stakleničke plinove koji uzrokuju globalno zatopljenje i radioaktivni otpad.

Sunčeva svjetlost izaziva temperaturne promjene koje pokreću vjetrove i okeanske struje, opstanak biljnog i životinjskog svijeta i neophodna je za održavanje vodenog ciklusa rijeka i mora. Bez Sunca, naša planeta ne samo da ne bi mogla održavati živi svijet, već ne bi ni bila dovoljno topla da održava geotermalne izvore pod zemljom. Čak i fosilna goriva koje ekolozi nekada zovu još i "starom biomasom" akumulirala su energiju Sunca. Važnost Sunca u našoj svakodnevici je,

također, vrlo značajna. Zbog Sunca nam nisu potrebne baterijske lampe po cijeli dan, niti moramo da grijemo svoje domove tokom određenih godišnjih doba, možemo sušiti veš napolju, očuvati hranu bez potrebe za hemikalijama, možemo ići na godišnji odmor na toplija odredišta kako bismo uživali u Suncu i njegovoj toploti itd.

Toplota koja zračenjem sa Sunca dolazi na Zemlju općenito je najveći izvor energije i njen godišnji teoretski potencijal iznosi $5,6 \times 10^6$ EJ, pri čemu čovjek putem fosilnih goriva raspolaže sa samo vrlo malim dijelom te energije (Slika 3). Zanimljivo je pri tome kako od Sunčeve energije, ustvari, potječe većina drugih izvora energije, kao što su naprimjer energija fosilnih goriva, vodenih tokova, vjetra, itd.



Slika 3. Raspodjela toplote koja na Zemlju dolazi sa Sunca

Savremena naučna dostignuća i stečena iskustva na polju tehnologije korištenja Sunčeve energije pokazala su da se solarna energija može koristiti u transformisanom obliku koji može uspješno zamijeniti korištenje klasičnih oblika energije. Iz faze eksperimentalnog korištenja solarne energije mnoge privredno razvijene zemlje u svijetu su prešle na masovno korištenje solarne energije (aktivno i pasivno), naročito u zadovoljenju potreba stanovništva i privrede kod zagrijavanja, klimatizacije i osvjetljavanja stambenih i poslovnih prostorija. Pored toga, veoma je izražen trend projektovanja energetski efikasnih zgrada.

Konverzija sunčeve energije se vrši pomoću termalnih solarnih kolektora i pomoću fotonaponskih ćelija. Termalni solarni kolektori služe za dobivanje tople vode i zagrijavanje prostora, a fotonaponske ćelije se koriste za direktno dobivanje električne struje od sunčeve energije. Ekspanzija fotonaponskih ćelija omogućena je značajnim tehnološkim napretkom u toku posljednje decenije. Koeficijent korisnog dejstva je udvostručen, sa oko 7% na 15%.

Pomoću solarnih panela sunčeva energija se može koristiti kao neiscrpni izvor energije. Sunčevo zračenje bilo da je direktno ili indirektno čak i u maglovitim danima dopire do površine kolektora i izvor je solarne energije. Može se uštedjeti na dragocjenom gorivu i time sniziti troškovi, ali i emisije štetnih sastojaka u okolinu. Kod površine kolektora od samo 6m^2 izbjegava se oslobađanje do 1000kg CO_2 godišnje. Korištenjem solarne tehnike pružaju se velike mogućnosti, bez obzira da li se

planira proizvodnja električne energije ili želi povećati vrijednost instalacije grijanja, da li se želi samo pripremati topla voda ili provesti i podrška sistemu grijanja.

1.3 Osnovni principi korištenja solarne energije

1.3.1 Pregled tehnologija

Potreba za energijom, naročito električnom u svijetu se stalno povećava. Na godišnjem nivou, trend rasta potreba za električnom energijom iznosi 2,8%. Primarni izvori električne energije koriste uglavnom neobnovljive izvore energije. Kada bi pratili taj trend rasta došlo bi do pretjeranog zagađivanja okoline i iscrpljivanja postojećih rezervi. Ovi uslovi proizvodnje i potrošnje električne energije prouzrokuju stalno povećanje cijena električne energije.

Uključivanje obnovljivih izvora energije i globalne strategije razvoja energetike postalo je ekološki i ekonomski opravdano, i visoko razvijene zemlje ulažu ogroman kapital i angažuju veliki broj stručnjaka u razvoj sistema za korištenje obnovljivih izvora energije.

Energetika budućnosti u potpunosti bi se trebala okrenuti prema obnovljivim izvorima energije čime će prestati svako nerazumno i nepovratno „spaljivanje“ neobnovljivih fosilnih goriva koje je upravo sunčeva energija stvarala milionima godina. Neobnovljive izvore energije, kao što su ugljik, nafta, plin i nuklearna energija, do kraja 21. vijeka gotovo će sigurno zamijeniti novi, obnovljivi, ekološki čisti, prirodni izvori energije kao što su Sunce, vjetar, vodeni tokovi i biomasa.

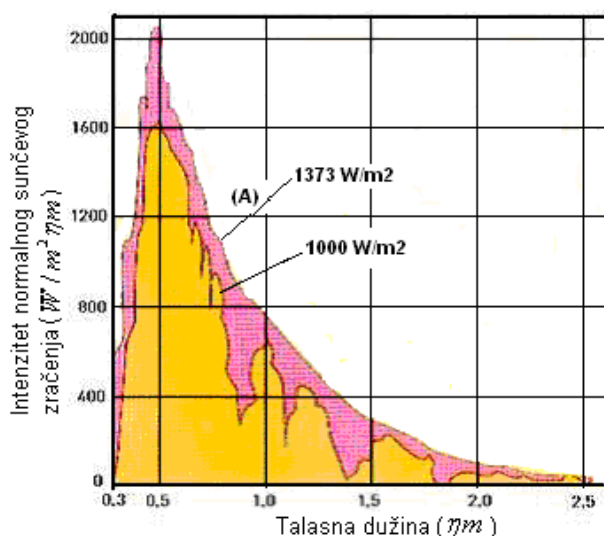
Pod pojmom iskorištenja sunčeve energije u užem smislu se misli samo na njeno neposredno iskorištavanje, u izvornom obliku, tj. ne kao naprimjer, energija vjetra ili fosilnih goriva. Sunčeva energija se pri tome može iskorištavati aktivno ili pasivno. Aktivna primjena sunčeve energije podrazumijeva njeno direktno pretvaranje u toplotnu ili električnu energiju. Pri tome se toplotna energija od sunčeve dobija pomoću solarnih kolektora, a električna pomoću fotonaponskih (solarnih) ćelija. Pasivna primjena sunčeve energije znači direktno iskorištavanje sunčeve toplote odgovarajućom izvedbom građevina (smještajem u prostoru, primjenom odgovarajućih materijala, prikladnim rasporedom prostorija i ostakljenih ploha, itd).

Najčešće primjenjivana tehnologija za korištenje sunčevog zračenja bazirana je na principu toplotnog dejstva sunčevog zračenja, pri čemu se energija sunčevog zračenja transformiše u toplotnu na apsorberu prijelnika sunčeve energije (toplotni kolektori). Kod ovih tipova kolektora ostvaruje se stepen efikasnosti transformacije dozračene sunčeve energije u korisno odvedenu toplotu od 35 do 55%. U poređenju sa dobijanjem energije iz fotonaponskih ćelija ili vjetrogeneratora upotreba solarnih kolektora je neekonomičnija u sadašnjem trenutku i može se primjenjivati od individualnih korisnika do većih sistema. Siromašne zemlje bi morale da učine napor da krenu u razvoj proizvodnje onoga što je najpogodnije umjesto da skupo plaćaju uvozne energente i tu moraju da nađu određenu računicu.

Drugi način korištenja sunčeve energije je proizvodnja električne energije. Električna energija se proizvodi iz energije sunca na dva različita načina: posredno preko toplotnog kružnog procesa u solarnim energanama i direktno korištenjem fotoefekta u solarnim panelima. Prvi je pristup znatno ekonomičniji, ali za drugi pristup postoji veće interesovanje i brže se razvija. Razlog se ogleda u činjenici da je tehnologija bešumna, ekološki čista i da nema habanja pokretnih mehaničkih dijelova koji zahtjevanju česta servisiranja.

1.3.2 Položaj i usmjerenje solarnih panela

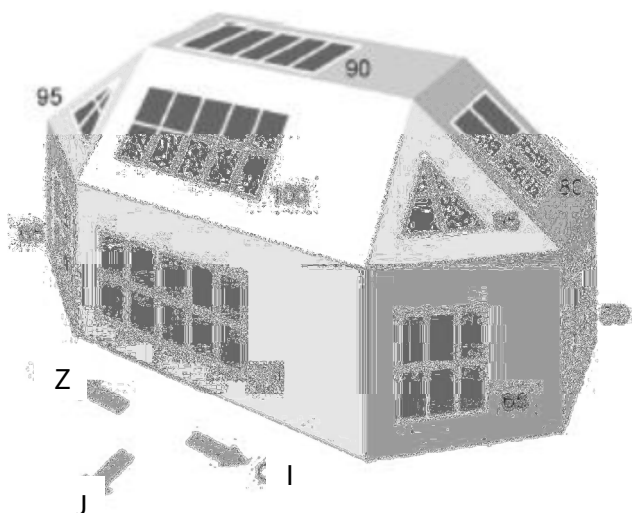
Gotovo sva energije od sunca koja dolazi na zemljinu površinu nalazi se u području talasnih dužina od 0,3 μm do 2,5 μm . Maksimalni intenzitet sunčevog zračenja od 2207 $\text{W}/\text{m}^2 \mu\text{m}$ nose zranci talasne dužine od 0,48 μm . Predmeti na zemljinoj površini apsorbiraju tu energiju i reemituju je u infracrvenom području, tj. u području talasnih dužina od približno 2 μm do oko 30 μm . Činjenica da se spektar Sunca i spektar panela preklapaju u vrlo uskom području talasnih dužina iskorištava se za dobivanje selektivnih apsorbera. Optičke osobine apsorbera, opisane pomoću apsorpcijskog i transmisijskog faktora, jako utiču na rad i efikasnost panela. Idealni selektivni apsorber trebao bi gotovo potpuno apsorbirati upadno sunčevo zračenje, a minimalno emitovati toplotno (infracrveno zračenje).



Slika 4. Intenzitet normalnog sunčevog zračenja u zavisnosti od talasne dužine

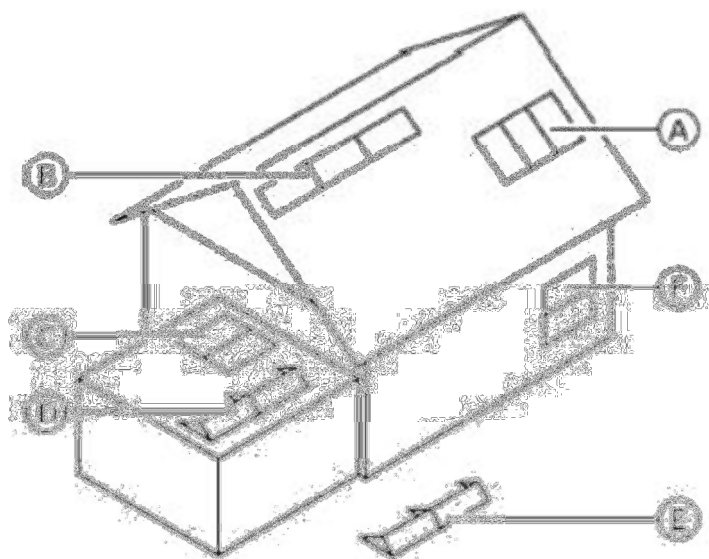
Jačina sunčevog zračenja normalnog na površinu spoljne granice Zemljine atmosfere, pri srednjoj udaljenosti Sunca, naziva se solarna konstanta. Srednja vrijednost solarne konstante iznosi 1.373 W/m^2 i odgovara površini ispod krive A na prethodnoj slici. Međutim, na promjenu intenziteta tokom godine utiče i odstojanje Sunca, a ono se mijenja zbog blago eliptične putanje Zemlje. Najveća vrijednost ukupnog sunčevog zračenja je 1.417 W/m^2 pri najbližem položaju Zemlje u odnosu na Sunce, a najslabija kada je Zemlja najudaljenija od Sunca i iznosi 1.328 W/m^2 .

U zavisnosti kako i gdje su postavljeni kolektori (usmjerenje, nagib, zasjenjenje i vrsta montaže) mijenja se i solarni doprinos solarnog sistema. Najveći doprinos donose solarni paneli postavljeni na kosi krov s južne strane objekta. Paneli s istočne ili zapadne strane objekta doprinose samo oko 80 %, dok paneli postavljeni na fasadu daju samo oko 70%.



Slika 5. Solarni doprinos u zavisnosti od položaja solarnih panela

Također sjena smanjuje dobitak energije, pa se panelno polje treba postaviti i dimenzionisati tako da ostane mali uticaj sjena okolnih zgrada, drveća itd. Kod montaže na fasade ili u ležećem položaju na ravne krovove preporuka je da se uveća dimenzionisana površina panela za 20 do 30%.



Slika 6. Moguće izvedbe postavljanja solarnih panela

Postoje različite mogućnosti izvedbe i postavljanja solarnih panela. Mogu se postaviti na kosi krov, ugraditi (integrirati) u krov, ugraditi u fasadu, postaviti na ravni krov ili slobodno montirati (Slika 6). Pritom se moraju držati minimalni razmaci prema ivici krova. Izvan tog područja može doći do vidljivo povišenih turbulencija vjetra. Osim toga, otežan je i pristup instalaciji za radove održavanja i kontrole. Paneli se mogu pričvrstiti i na čvrsto montiranoj potkonstrukciji ili na betonskoj ploči. Kod montaže na betonske ploče paneli se moraju osigurati od klizanja i podizanja preko dodatnih utega pri čemu je potreban statički proračun. Klizanjem može doći do pomicanja panela na površini krova pod uticajem vjetra, uslovljeno nedovoljnim statičkim trenjem između površine krova i pričvrstnog sistema panela.

Primjeri položaja A, B i D su dati na sljedećim fotografijama.



Slika 7. Primjeri postavljanja solarnih panela

Obično se u našim geografskim širinama odabire nagib panela od 35° do 45° i tako čini kompromis kojim se postiže da od proljeća do jeseni panel prima sunčevo svjetlo prosječno 7 do 8 sati dnevno. Želimo li da panel bude efikasniji zimi, a manje efikasan ljeti, trebamo ga postaviti strmije. Čak i okomito postavljen panel (npr. na južni zid zgrade) može zimi dobro djelovati. Ipak je najbolje prema zadanim uslovima proračunati optimalan nagib panela. Pri izboru vrste panela ne smije se zaboraviti ekonomičnost pa je potrebno naći kompromis između efikasnosti i cijene kolektora. Pritom je potrebno posmatrati ne samo cijenu panela nego i cijenu čitavog sistema.

1.4 Direktive Evropske unije

Rastuća zabrinutost oko globalnog zagrijavanja i energetske ovisnosti prisiljavaju Evropsku uniju (EU) da modernizira pristup proizvodnji i potrošnji energije i to bez odgađanja. Lokalno dostupni obnovljivi izvori energije mogu znatno pomoći kod tog problema i to sa malim ili niskim nivoima emisija CO₂. 2005. godine obnovljivi izvori energije činili su 8,5% od ukupne potrošnje energije u državama članicama Evropske unije. Do godine 2020. cilj je povećati taj udio obnovljivih izvora energije na 20%.

U svjetlu predanosti Kyoto protokola, povećana upotreba električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije predstavlja najbolje moguće sredstvo u borbi protiv klimatskih promjena. Stavljanje naglaskom na obnovljive izvore može se također doprinijeti i ruralnom razvoju. To omogućava razvoj malih lokalnih preduzeća i proširenje tržišta na regionalnom nivou.

Kako bi se potaknuo razvoj obnovljivih izvora energije i povećala primjena istih, Evropska unija donijela je direktive državama članicama, kojima ih obavezuje na korištenje obnovljivih resursa energije shodno njihovim potencijalima. Proces približavanja Evropskoj uniji zahtjeva od Bosne i Hercegovine i od Srbije da usklade njihove energetske politike sa energetskom politikom i Direktivama EU, i kroz to da postignu ciljeve vezane za udio korištenja obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji struje.

Direktiva 2005/89/EZ o mjerama sigurnosti snabdijevanja električnom energijom i ulaganjima u infrastrukturu, kao i direktive 2009/28/EZ o promociji korištenja energije iz obnovljivih izvora i 2010/31/EU¹ o energetskoj performansi zgrada, dio su *acquis communautaire*-a Energetske

¹ Nakon stupanja na snagu Lisabonskog ugovora 01.12.2009. godine sve direktive koje su usvojene od strane Evropske Unije imaju kao oznaku EU, a ne više EZ, budući da Evropska Zajednica Lisabonskim ugovorom nestaje i kao pravni pojam

zajednice. Bosna i Hercegovina i Srbija kao ugovorne strane Energetske zajednice, trebale bi provoditi pravni okvir Evropske Unije. Ugovor o osnivanju Energetske zajednice zahtijeva od ugovornih strana, ne samo da provedu važne dijelove EU zakonodavstva u oblasti električne energije, prirodnog plina, obnovljivih izvora energije, okoliša i konkurencije, nego i da donesu mjere podsticanja razvoja energetske efikasnosti, uzimajući u obzir njegove prednosti za sigurnost snabdijevanja, zaštitu okoliša, socijalne kohezije i regionalnog razvoja (čl. 2.1 (d) i 35 Ugovora o osnivanju Energetske zajednice). Navedene direktive bi trebale biti provedene u zakonodavstva Bosne i Hercegovine i Srbije kako bi bile ispunjene obaveze prema Energetskoj zajednici².



Slika 8. Shematski prikaz Acquis Communautaire-a Energetske zajednice

1.4.1 Direktiva 2009/28/EZ o promociji korištenja energije iz obnovljivih izvora

Svrha Direktive 2009/28/EZ je uspostava zajedničkog okvira za podsticanje korištenja energije iz obnovljivih izvora. Ovdje navedene preporuke obvezujuće su za države članice s ciljem povećanja udjela potrošnje energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji energije, kao i u njihovoj međusobnoj trgovini energijom. Direktiva propisuje obavezne ciljeve koji se trebaju postići u EU-27 kroz promoviranje korištenja obnovljivih izvora energije u električnoj energiji, grijanju i hlađenju, te u sektoru transporta kako bi se osiguralo da energija iz obnovljivih izvora čini najmanje 20% ukupne potrošnje energije u EU do 2020. Države članice EU imaju različite potencijale obnovljivih izvora energije, pa stoga imaju i različite modele podsticanja i korištenja obnovljivih izvora na nacionalnim nivoima. Isto tako, članice EU samostalno donose modele i način podsticanja korištenja energije iz obnovljivih izvora, ali kod donošenja istih dužne su uzeti u obzir i primijeniti preporuke iz ove Direktive. Direktive 2009/28/EZ je stavila van snage Direktivu 2001/77/EZ o promociji električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije na unutrašnjem tržištu električne energije i Direktivu 2003/30/EZ o promociji upotrebe biogoriva ili drugih obnovljivih goriva za prijevoz³.

1.4.2 Direktiva 2010/31/EU o energetske performansama zgrada

Zbog velikog, neiskorištenog potencijala energetske ušteda u zgradama, objavljen je i prijedlog nove, doradene Direktive o energetske svojstvima zgrada. Prijedlog nove Direktive je uvođenje još strožih zahtjeva vezanih za energetske sisteme zgrada, uzimajući u obzir vanjske klimatske i lokalne uslove te zahtjeve unutrašnje klime i troškovnu efikasnost. Upozorava se na potrebu donošenja konkretnih akcija s ciljem iskorištavanja velikog potencijala energetske ušteda u

² Ugovor o osnivanju Energetske zajednice Jugoistočne Evrope, 2005

³ Direktiva 2009/28/EZ o promociji korištenja energije iz obnovljivih izvora, 2009.

zgradama. Također se upozorava i na nedovoljno korištenje obnovljivih i alternativnih energetske sistema u zgradama te se traži njihovo obavezno razmatranje za sve nove zgrade bez obzira na veličinu, kao i za postojeće zgrade pri većim rekonstrukcijama. Od zemalja članica se traži da pripreme nacionalne planove za povećanje broja skoro nul-energetskih zgrada, te redovno izvještavanje Evropskoj komisiji. Predlaže se više finansijskih mehanizama podsticanja energetske efikasnosti na nacionalnom i evropskom nivou. Sektor zgrada javne namjene mora preuzeti vodeću ulogu u području povećanja energetske efikasnosti u zgradama i zacrtati ambicioznije ciljeve za zgrade javne namjene⁴.

Države članice obavezne su primijeniti metodologiju za izračunavanje energetske efikasnosti u zgradama na temelju općeg okvira koji se nalazi u Aneksu I ove Direktive. Među aspektima po kojima će biti utvrđena metodologija nalazi se i pasivni solarni sistemi i zaštita od sunca, a i aktivni solarni sistemi ukoliko su relevantni za izračun.

Osim ove metodologije u Direktivi je određeno da se države članice moraju pobrinuti da se prije početka izgradnje novih zgrada razmotri i uzme u obzir tehnička, ekološka i ekonomska izvodljivost alternativnih sistema, kao što su:

- decentralizirani sistemi snabdijevanja energijom koji koriste obnovljive izvore,
- kogeneracija,
- daljinsko ili blokovsko grijanje ili hlađenje, osobito kada se baziraju u cijelosti ili djelomično na energiju iz obnovljivih izvora,
- toplotne pumpe⁵.

1.4.3 Direktiva 2005/89/EZ o mjerama sigurnosti snabdijevanja električnom energijom i ulaganjima u infrastrukturu

Direktiva 2005/89/EZ o mjerama sigurnosti snabdijevanja električnom energijom i ulaganjima u infrastrukturu usvojena je 18. januara 2006. godine. Jedinstveno tržište električne energije u EU zahtijeva transparentnu i nediskriminirajuću politiku u pogledu sigurnosti snabdijevanja električnom energijom. Potrebno je uskladiti pravila između država članica i dodijeliti prava i odgovornosti pojedinim subjektima u elektroenergetskom sektoru. Prilikom promocije obnovljivih izvora energije potrebno je osigurati raspoloživost rezervnih kapaciteta kako bi se osigurao pouzdan i siguran rad mreže. Za razvoj tržišta osobito je bitna saradnja između operatora prijenosnih sistema u pogledu sigurnosti sistema, razmjene i pružanja informacija, modeliranja mreže i definicije raspoloživih prijenosnih moći. Stoga Direktiva utvrđuje mjere u cilju postizanja sigurnosti snabdijevanja i ispravnog rada tržišta koje trebaju osigurati odgovarajući nivo proizvodnih kapaciteta, odgovarajuću ravnotežu između ponude i potražnje te odgovarajući nivo povezanosti sistema interkonekcijskim vodovima radi razvoja tržišta.

Sigurnost snabdijevanja električnom energijom definira se kao sposobnost elektroenergetskog sistema da snabdije krajnje kupce električnom energijom. Prilikom primjene spomenutih mjera, države članice moraju voditi računa o:

- važnosti stalnosti snabdijevanja električnom energijom,
- važnosti transparentnog i stabilnog zakonskog okvira,
- unutaršnjem tržištu i mogućnostima prekogranične saradnje u vezi sa sigurnosti snabdijevanja električnom energijom,

⁴ Direktiva 2010/31/EU o energetske performansi zgrada, 2010.

⁵ Direktiva 2005/89/EZ o mjerama sigurnosti snabdijevanja električnom energijom i ulaganjima u infrastrukturu, 2005.

- potrebi redovitog održavanja i po potrebi obnovi prijenosne i distribucijske mreže kako bi se održao potreban nivo kvaliteta rada mreže,
- važnosti postizanja ciljeva promocije i razvoja obnovljivih izvora energije i kogeneracije u skladu s Direktivom 2001/77/EZ o promociji električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na unutarnjem tržištu električne energije i Direktivom 2004/8/EZ o unapređenju kogeneracije na temelju potrošnje korisne energije na unutrašnjem tržištu energije u onom dijelu u kojem se to odnosi na sigurnost snabdijevanja električnom energijom,
- potrebi osiguranja dovoljnih prijenosnih i rezervnih proizvodnih kapaciteta za stabilan pogon sistema,
- važnosti podsticanja uspostave likvidnog veleprodajnog tržišta.

Osim navedenih Direktiva koje bi trebale biti implementirane u zakonodavstva Bosne i Hercegovine i Srbije, postoji još jedna direktiva koju je bitno spomenuti budući da je indirektno vezana za obnovljive izvore energije: Direktiva 2010/75/EU o industrijskim emisijama.

1.4.4 Direktiva 2010/75/EU o industrijskim emisijama

Direktiva 2010/75/EU Evropskog Parlamenta i Vijeća o industrijskim emisijama mijenja: IPPC direktivu, Direktivu o spaljivanju otpada (2000/76/EC), Direktivu o velikim postrojenjima za sagorijevanje - LCP direktiva (2001/80/EC), Direktivu o hlapljivim organskim spojevima nastalim upotrebom organskih otapala - VOC Solvents direktiva (1999/13/EC) i Direktiva o titan-dioksidu. Navedene Direktive stavljaju se izvan snage s efektom od 7. januara 2014. ne dovodeći u pitanje obaveze država članica u vezi s vremenskim ograničenjima za njihov prijenos u nacionalno zakonodavstvo. Direktivom propisuju pravila o integriranom sprečavanju i kontroli onečišćenja nastalog zbog industrijskih aktivnosti. Također se propisuju pravila namijenjena sprečavanju ili, gdje to nije izvedivo, smanjenju emisija u zrak, vodu i zemlju te sprečavanju nastajanja otpada, kako bi se postigla visoka razina zaštite okoliša u cijelosti. U Direktivi se nalaze obaveze pojedinačnog i/ili kontinuiranog praćenja emisija uz osigurane visoko standardizirane tehnike mjerenja u cilju osiguranja valjane ocjene izmjerenih emisija onečišćujućih tvari i poštivanje propisanih graničnih vrijednosti emisija.

1.4.5 Politika i buduće aktivnosti EU

Evropska Komisija u svojoj komunikaciji iz juna 2012. godine Obnovljiva energija: glavni akter na evropskom energetsom tržištu (COM(2012) 0271) određuje područja u kojima je u periodu od 2012. godine pa do 2020. godine potrebno uložiti dodatani napor kako bi proizvodnja energije iz obnovljivih izvora nastavila rasti do i nakon 2030. godine. Cilj ove politike je postizanje jeftinije, konkurentnije i tržišno usmjerene energije iz obnovljivih izvora (s programima potpora posvećenim samo slabije razvijenim tehnologijama), te za podsticanje ulaganja u energiju iz obnovljivih izvora (postupnim ukidanjem subvencija za fosilna goriva, djelotvornim tržištem ugljika i pravilno uspostavljenim porezima na energiju). Osim ovoga navedeno je i poboljšanje zakonodavnog okvira za trgovinu energijom iz obnovljivih izvora i saradnje sa trećim zemljama.

1.4.6 Energetski plan za 2050. godinu

U Direktivi 2009/28/EZ o promociji korištenja energije iz obnovljivih izvora određeno je da se 2018. osnuje plan za razdoblje nakon 2020. Evropska unija već radi na stvaranju okvira za energiju do 2050. godine nazvanog Energy Roadmap 2050 (Energetski plan za 2050) (COM(2011) 0885/2). Prvi dokumenti su već izrađeni, a rasprava i usvajanje na tijelima EU tek predstoji.

Energija iz obnovljivih izvora ima ključnu ulogu u ovoj navedenoj dugoročnoj strategiji Komisije. Prema scenarijima za dekarbonizaciju energetskeg sektora predstavljenima u komunikaciji, udio energije iz obnovljivih izvora bi do 2030. godine trebao iznositi najmanje 30%. Međutim, u planu se također predviđa da će rast energije iz obnovljivih izvora nakon 2020. godine oslabiti ukoliko se ne donesu daljnje mjere.

1.4.7 Zelena Knjiga

Objavlivanjem Zelene Knjige u Martu 2013. godine Okvir klimatske i energetske politike do 2030. godine (COM(2013)0169) Komisija je započela široko javno savjetovanje o ciljevima koje bi EU trebala postaviti za 2030. godinu a koji su vezani za emisije stakleničkih plinova, energiju iz obnovljivih izvora i energetske efikasnost, te trebaju li ti ciljevi biti obavezujući i na kojem bi se nivou (EU-a, država članica, sektorskom ili podsektorskom) trebali primjenjivati.

1.4.8 Električna energija iz obnovljivih izvora energije

Pripremanje električne infrastrukture za opsežnu upotrebu energije iz obnovljivih izvora jedan je od glavnih ciljeva strategije Energija 2020. Evropska strategija za održivu, konkurentnu i sigurnu energiju COM(2010) 639 final te se nalazi u Energetskom planu za 2050. (COM(2011) 0885/2) kao i u Paketu o energetskej infrastrukturi (Uredba (EU) br. 347/2013 o smjernicama za transevropsku energetskej infrastrukturu). U tom kontekstu sljedeći projekti smatraju se prioritetima: sjevernomorska priobalna mreža koja neposredno povezuje električnu infrastrukturu s potrošačima u sjevernoj i središnjoj Evropi te s hidroelektranama u Alpama i skandinavskim državama; mreže u jugozapadnoj Evropi pomoću kojih se prenosi energija proizvedena od vjetra, sunca i vode u ostale dijelove kontinenta; bolje veze u srednjoj, istočnoj i jugoistočnoj Evropi koje podupiru uključivanje energije iz obnovljivih izvora. Promocija i razvoj nove generacije tehnologija obnovljivih izvora također je jedan od ključnih elemenata Evropskog strateškog plana za energetske tehnologije (COM(2007) 723).

1.5 Ciljevi i strategija studije izvodljivosti

Glavni cilj izrade ove Studije je, na osnovu postojeće energetske infrastrukture, dosadašnjih iskustava korištenja obnovljivih izvora energije te određivanja potencijala obnovljivih izvora energije na području grada Bijeljine i opštine Bogatić, podsticanje pripreme konkretnih planova korištenja raspoloživih energetskej potencijala i povećanje udjela korištenje obnovljivih izvora energije.

Konkretne aktivnosti na izradi Studije obuhvataju:

- Analizu energetske infrastrukture;
- Prikupljanje podataka i analizu dosadašnjih iskustava korištenja solarne energije;
- Pregled strateških dokumenta i zakonskog okvira koji regulišu područje korištenja obnovljivih izvora energije na nivou Evropske unije, Bosne i Hercegovine, Republike Srpske, Republike Srbije, grada Bijeljine i opštine Bogatić;
- Procjenu potencijala solarne energije;
- Analizu finansijskih mehanizama za pokretanje i realizaciju projekata korištenja solarne energije u javnim objektima.

Dugoročne koristi od prihvatanja i provedbe Studije su:

- Ekonomski razvoj grada Bijeljine i opštine Bogatić;
- Povećanje energetske nezavisnosti izabranih javnih objekata grada Bijeljine i opštine Bogatić koji sami odlučuju u kojem će smjeru ići njihov daljnji energetski razvoj;
- Smanjenje emisija onečišćujućih tvari u atmosferu i zdravijim životnim okruženjem.

2 POTENCIJAL SUNČEVE ENERGIJE U REGIJI

2.1 Klimatske karakteristike i potencijal solarne energije regiona

2.1.1 Klimatske karakteristike Bosne i Hercegovine

Bosna i Hercegovina je smještena na zapadnom Balkanu, a graniči s Hrvatskom na sjeveru, sjeverozapadu i jugu, sa Srbijom na istoku i sa Crnom Gorom na jugoistoku. Bosna i Hercegovina se sastoji od dvije geografske i historijske cjeline: većeg bosanskog dijela na sjeveru (oko 40.000 km²) i manjeg hercegovačkog na jugu. Bosna je mahom planinska zemlja, a isto se odnosi i na Hercegovinu, s tom razlikom da je riječ o različitim karakterima tla.

Na sjeveru se planinsko područje spušta u lagano-brežuljkasto područje Posavine, odnosno dalje pretvara u Panonsku niziju. Dinarski dijelovi Bosne prostiru se od zapada prema istoku. Hercegovinu čine planinska (visoka) i jadranska (niska) Hercegovina, koja užim pojasom između Neuma i poluostrva Klek izbija i na Jadransko more. Značajna su i polja, odnosno zaravni, koje se pružaju duž najvećih bosanskih rijeka (Una, Vrbas, Bosna, Drina), od juga prema sjeveru, odnosno u slučaju Neretve od sjevera prema jugu, a posebni oblik u krajoliku čine prostrana kraška polja na jugozapadu, jugu i jugoistoku zemlje (Livanjsko polje, Duvanjsko polje, Popovo polje). 13,6% površine Bosne i Hercegovine čini plodna zemlja, a samo 2,96% zemlje se upotrebljava za poljoprivredu, dok je 83,44% zemlje poljoprivredno gotovo neiskorišteno.

Klimu Bosne i Hercegovine uslovljavaju osnovni klimatski faktori: geografski položaj, geološka podloga, reljef, pokrivenost terena biljnim zajednicama i blizina Mediterana. Pored osnovnih faktora javljaju se i ekstremni faktori koji u znatnoj mjeri utiču na cjelokupnu klimatsku sliku Bosne i Hercegovine. U prvom redu tu su struje suptropskog pojasa, visokog vazdušnog pritiska i subpolarnog pojasa, niskog vazdušnog pritiska, što ima za posljedicu smjenu polarnih i tropskih vazdušnih masa. Zatim dolaze vazdušne mase polarnog porijekla, struje sa Atlantika, cikloni sa Sredozemnog i Jadranskog mora i anticikloni koji dolaze i iz kontinentalnog dijela Azije. Navedeni faktori su uzrok da je na teritoriji Bosne i Hercegovine zastupljeno nekoliko tipova klime. U sjevernom dijelu BiH klima je umjereno-kontinentalna, u centralnom planinska, dok je u južnom dijelu klima mediteranska. Najslabije je naseljen brdsko-planinski prostor. Sela na tom prostoru "razbacana" su po strmim padinama, a gradovi su smješteni u dolinama i zavalama. U nizinskom prostoru naseljenost je slaba zbog povremenih poplava. U Hercegovini su naselja smještena pokraj kraških polja.

2.1.2 Klimatske karakteristike Srbije

Srbija je kontinentalna država u jugoistočnoj, djelomično u srednjoj Europi. Površinom spada među zemlje srednje veličine. Na sjeveru graniči s Mađarskom, na zapadu s Hrvatskom, Bosnom i Hercegovinom i Crnom Gorom, na istoku s Rumunijom i Bugarskom te na jugu s Makedonijom.

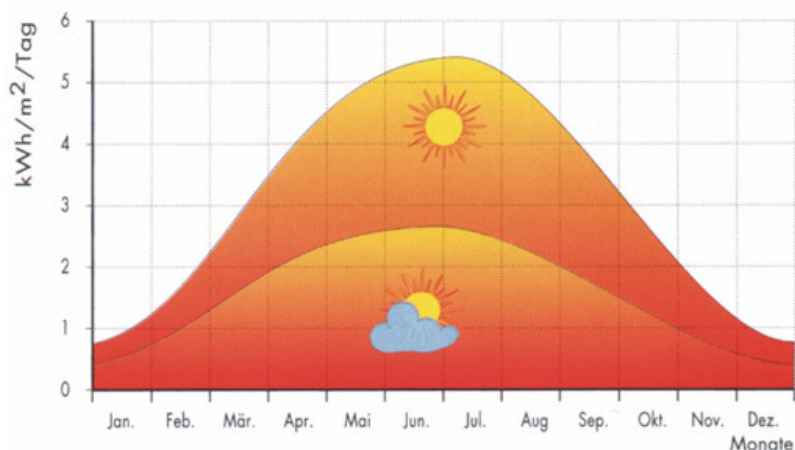
Srbiju čine tri velike geografske cjeline: Panonska nizija, brežuljkasti predjeli s nižim planinama i nizinskim proširenjima, te planinsko-kotlinsko područje. Panonska nizija zauzima 29% teritorije, a u njoj preovladavaju nizije s aluvijalnim naplavinama uz vodene tokove i praporne visoravni, te dva brdovita uzvišenja: Fruška gora (538 m) i Vršacke planine (639 m). Južno od Save i Dunava preovladava brežuljkasto područje s visinama do 500 m i niže planinsko područje s visinama do 1000 m. To područje zauzima oko dvije trećine površine Srbije. U tom području nizija ima tek uz Posavinu, u Pomoravlju i dijelu Timočke krajine. Područja viša od 1000 m zauzimaju desetinu teritorije Srbije. Ta se područja nalaze južno od Zapadne Morave i Nišave, a sastoje se od visoravni i skupina viših planina, od kojih najviše uokviruju Kosovsku i Metohijsku kotlinu.

U Srbiji vlada umjereno kontinentalna klima sa manje ili više izraženim lokalnim karakteristikama, a značajno utiču bliski geografski predjeli kao što su Alpi, Sredozemno more i Đenovski zaliv, Panonska nizija i dolina Morave, Karpati i Rodopske planine. Najveći dio teritorije Srbije pripada klimi umjerenog pojasa, dok se jugozapadni dio nalazi na granici sredozemne suptropske i kontinentalne klime.

Prosječna godišnja temperatura vazduha za područja sa nadmorskom visinom do 300 m iznosi 11°C, u planinskim predjelima preko 1000 m su oko 6°C, a na visinama preko 1500 m oko 3°C. Jesen je toplija od proljeća. Najhladniji mjesec je januar sa srednjom mjesečnom temperaturom u intervalu od -6°C u planinskim predjelima, do oko 0°C u ravničarskim dijelovima zemlje. Najtopliji mjesec je jul sa srednjom mjesečnom temperaturom u intervalu od 11 do 22°C. Najviša temperatura od 44,9°C izmjerena je 2007. godine u Smederevskoj Palanci, a najniža temperatura od -39,5°C izmjerena je 1985. godine na Pešterskoj visoravni. Veći dio Srbije ima kontinentalni režim padavina, sa većim količinama u toplijoj polovini godine, izuzev jugozapadnih krajeva, gdje se najviše padavina izmjeri u jesen. Najkišovitiji je juni, kada u prosjeku padne 12 do 13% od ukupne godišnje sume padavina. Najmanje padavina imaju mjeseci februar i oktobar. Normalna godišnja količina padavina za cijelu zemlju iznosi 896 mm.

2.1.3 Potencijal iskorištenja solarne energije u BiH i Srbiji

Intenzitet sunčevog zračenja na nekoj lokaciji na površini Zemlje često se kraće naziva i insolacija ili iradijacija. Preciznije rečeno, insolacija predstavlja količinu dostupne energije sunčevog zračenja u vremenu prema jedinici površine prijemnika zračenja.



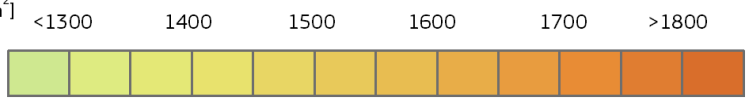
Slika 9. Prosječne dnevne vrijednosti insolacije za srednju Evropu

Potencijal iskorištenja solarne energije na području BiH i Srbije kreće se od 1.240 do 1.800 kWh/m² površine solarnog kolektora. Podaci pokazuju da je prosječno trajanje insolacije 2.071 sat, odnosno oko 270 sunčanih dana, a oko 70% se stvara od aprila do septembra. Kada se uzmu u obzir prosječne vremenske prilike, zagađenje atmosfere i vlaga, na ovim prostorima je stvarna prosječna energija zračenja oko 3,5 kWh/m² na dan. Ovo su vrijednosti koje pouzdano osiguravaju masovno i ekonomično korištenje solarne energije.

Godišnja suma globalne iradijacije na optimalno orijentisanim panelima i godišnja suma solarnog elektriciteta generisanog na optimalno orijentisanom 1kW_p sistemu sa stepenom iskorištenja od 75% za Bosnu i Hercegovinu i Srbiju prikazana je na sljedećima mapama.



Yearly sum of global irradiation
[kWh/m²]



- Urban area
- Water body

Yearly sum of solar electricity generated by 1kW_p
system with performance ratio 0.75
[kWh/kW_{peak}]

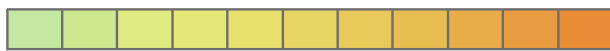
Projection: Lambert Azimutal Equal Area, WGS84, lat 52° lon 10°
Source of ancillary data: CORINE Land Cover
DTM SRTM-30
GISCO database
Geonames
Natural Earth

Slika 10. Solarni potencijal Bosne i Hercegovine




Yearly sum of global irradiation
[kWh/m²]

1200 1300 1400 1500 1600 >1700



900 975 1050 1125 1200 >1275

 Urban area

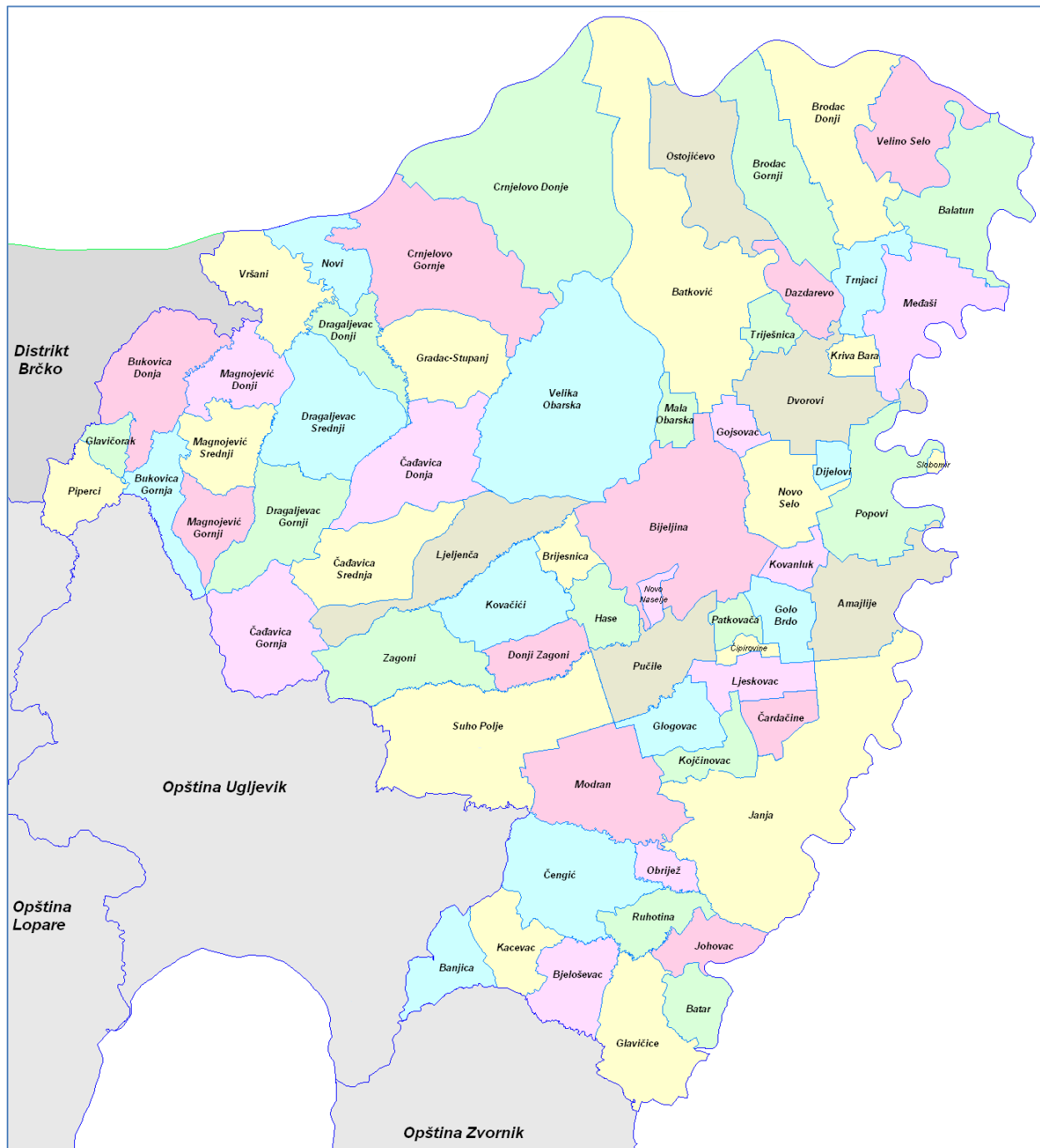
Yearly sum of solar electricity generated by 1kW_p
system with performance ratio 0.75
[kWh/kW_{peak}]

Projection: Lambert Azimutal Equal Area, WGS84, lat 52° lon 10°
Source of ancillary data: CORINE Land Cover
DTM SRTM-30
GISCO database
Geonames
Natural Earth

Slika 11. Solarni potencijal Srbije

2.2 Potencijal solarne energije za teritorije grada Bijeljine i opštine Bogatić

Bijeljina je grad i središte istoimene opštine u sjeveroistočnom dijelu Bosne i Hercegovine. Površina opštine je 734 km², a ukupan broj stanovnika iznosi oko 105.000. Prostire se duž ravnine Semberije, a obuhvata i manji dio planine Majevice u sjeveroistočnom djelu Bosne i Hercegovine. Kao plodan ravničarski grad čini jedan od centara za proizvodnju i trgovinu hranom.



Slika 12. Karta opštine Bijeljina s prikazom naseljenih mjesta

Opština Bogatić je opština u Republici Srbiji. Nalazi se u Srednjoj Srbiji, u blizini Šapca i spada u Mačvanski okrug. Po podacima iz 2004. godine opština zauzima površinu od 384 km² (od čega na poljoprivrednu površinu otpada 306,5 km², a na šumsku 29,5 km²). Po podacima iz 2002. godine u

opštini je živjelo 32.990 stanovnika. Po podacima iz 2004. natalitet je iznosio -6,4‰, dok je broj zaposlenih iznosio 4.689 ljudi. U opštini Bogatić se nalazi 14 osnovnih i 1 srednja škola.



Slika 13. Karta opštine Bogatić s prikazom naseljenih mjesta

Bijeljini i Bogatić zahvata umjereno kontinentalna klima sa godišnjom osunčanošću 1800-1900 sati i umjerenom oblačnošću koja je najveća u januaru, februaru i novembru, a najmanja u junu, julu i septembru. Ljeta su topla, dok su zime većinom umjereno hladne. Jesenje i proljetne temperature su ujednačene. Ljetne apsolutne temperature mogu porasti do 40°C, a zimske apsolutne minimalne mogu pasti i do -35°C. Srednja vrijednost mraznog vazduha iznosi 163 dana i traje od oktobra do aprila. Najviše je padavina u maju i junu, a najmanje u martu i septembru, tako da je prosječni godišnji iznos padavina u periodu 1981-2012. iznosio 785 l/m². U prosjeku snijeg se zadržava 40 dana godišnje. Srednja julska temperatura iznosi 22°C, januarska -1°C, dok je srednja godišnja temperatura 11,7°C. Relativna vlažnost vazduha iznosi 70-80%. Vjetrovi su rijetki i slabi, a kada se pojave pretežno dolaze iz sjevernog i sjeverozapadnog pravca.

Rezultati PVGIS⁶ izračuna prosječnih godišnjih vrijednosti optimalnog nabiga panela, dnevne solarne iradijacije, odnosa difuznog i globalnog solarnog zračenja i prosječnih temperatura za Bijeljini i Bogatić dati su u sljedećoj tabeli.

⁶ PVGIS – Photovoltaic Geographical Information System, 2001-2008, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Tabela 1. Podaci o solarnom potencijalu Bijeljine i Bogatića

Optimalan nagib panela (°)	Solarna iradijacija			Odnos difuznog i globalnog solarnog zračenja	Prosječna dnevna temperatura (°C)	Prosječna temperatura u periodu od 24 sata (°C)
	na horizontalnoj ravni (Wh/m ²)	pri optimalnom nagibu (Wh/m ²)	na vertikalnoj ravni (Wh/m ²)			
34	3560	4040	2690	0,49	13,4	12,1

Podaci o ukupnoj godišnjoj sumi globalne iradijacije po kvadratnom metru površine solarnog panela PV sistema od 1kW za Bijeljinu i Bogatić prikazani su u sljedećoj tabeli.

Tabela 2. Ukupna godišnja suma solarne iradijacije za Bijeljinu i Bogatić

Ukupna godišnja suma globalne iradijacije PV sistema od 1kW fiksiranog pod optimalnim nagibom (kWh/m ²)	Ukupna godišnja suma globalne iradijacije PV sistema od 1kW pod optimalnim nagibom s jednoosnim pomjeranjem (kWh/m ²)	Ukupna godišnja suma globalne iradijacije PV sistema od 1kW pod optimalnim nagibom s dvoosnim pomjeranjem (kWh/m ²)
1480	1890	1930

2.3 Potencijal solarne energije u svijetu

Prosječno sunčevo zračenje u zemljama Balkana je za oko 40% veće od evropskog prosjeka, ali i pored toga korištenje sunčeve energije daleko zaostaje za zemljama Evropske unije. Stvaranje uslova za razvoj i funkcionalnost održivog tržišta solarnih sistema je od velikog značaja za ekonomiju i očuvanje prirodne sredine u BiH i Srbiji.

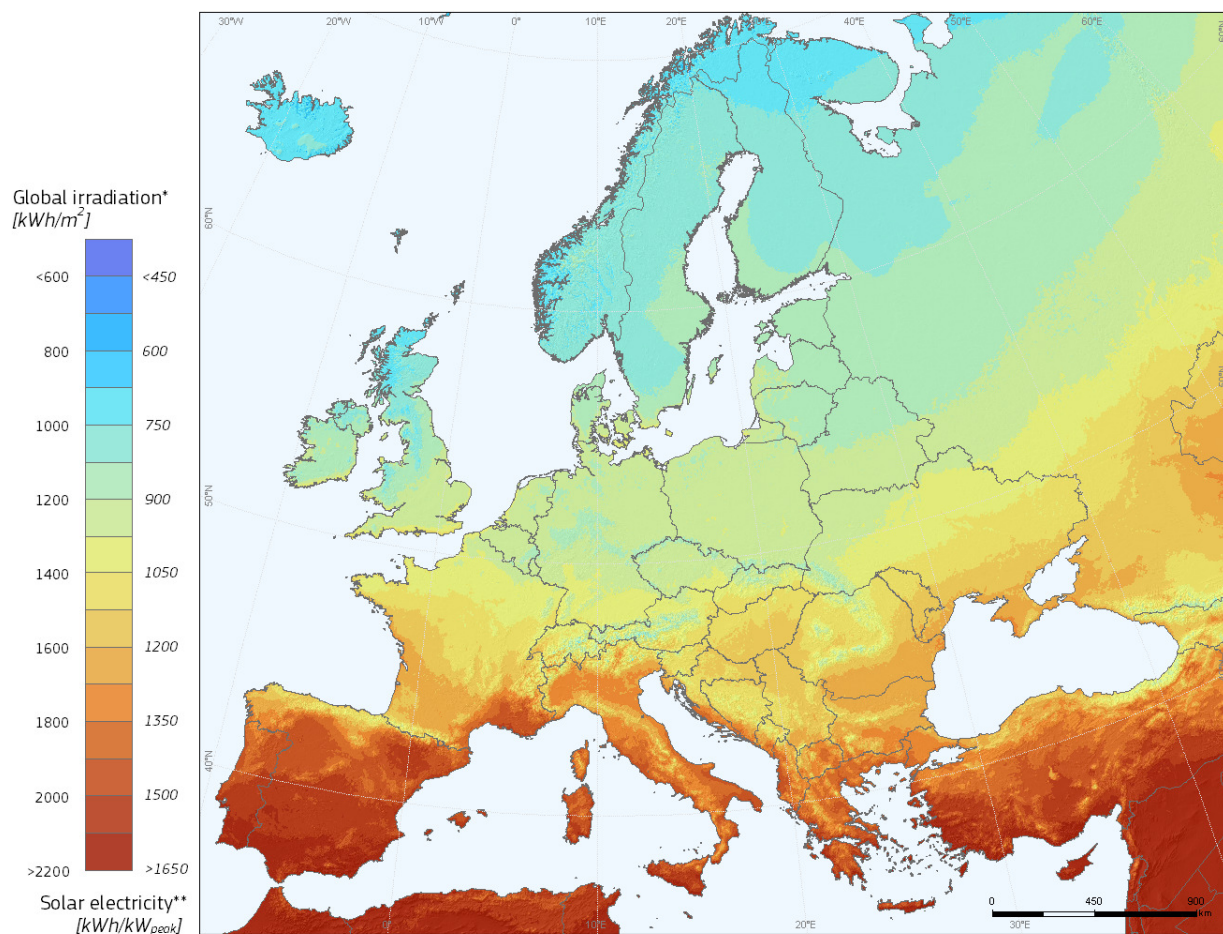
Godišnja suma globalne iradijacije na optimalno orijentisanim panelima i godišnja suma solarnog elektriciteta generisanog na optimalno orijentisanom 1kW_p sistemu sa stepenom iskorištenja od 75% za evropske države prikazana je na Slici 14.

U Njemačkoj je prosječni godišnji potencijal solarne fotonaponske (PV) energije oko 850 kWh/kW_p, što je za 65% manje od zemalja Balkana. Od svih Evropskih zemalja, Njemačka je bila najuspješnija u razvoju ovog sektora. 1999. godine je počeo desetogodišnji program '100.000 krovova' koji podrazumijeva amandman za kompenzaciju za instalirane PV module, ali se završio 2003, kad su dostignuti ciljevi. Elektrodistributivne mreže i kompanije također su imale pogodnosti od kompenzacije, kao i to da se opterećenje smanjuje tokom najveće potražnje. Garancije otplate kompenzacije učvršćuje povjerenje i stvara dobru klimu za investicije. Po ovom mehanizmu, vrijednost je 50,62 euro centa po kWh za električnu energiju proizvedenu PV sistemima. Njemačka trenutno ima najveći broj proizvođača PV modula i upošljava više od 20.000 ljudi.

Austrija ima oko 30% manje potencijala od BiH i Srbije, ali danas predstavlja svjetskog rekordera u površini termalnih kolektora po jednom stanovniku. Devedesetih godina prošlog stoljeća su pokrenuli solarni program '200 kW_p krovni program'. Međutim, odziv tržišta nije bio uspješan kao u Njemačkoj.

Japan je tokom 1990-tih lansirao takozvani 'Sunčani program' koji je inicirao ugradnju PV sistema, od tehnološkog R&D, do podrške za proizvođače i potrošače, a subvencije su nekada bile i do pola troškova instalacije sistema. Program je tekao do 2005, a Japansko tržište je 2004. godine bilo najveće na svijetu sa 256 MW i to uglavnom namijenjeno za izvoz. Trenutno Japanska vlada pokušava da oživi ovaj program i očekuje se da bi neke mjere, uglavnom u vidu subvencija i

poreskih olakšica, znatno smanjile cijenu PV sistema. Novi igrači iz Azije na svjetskom tržištu PV sistema su Tajvan i Kina, koji su otkupili višak silicijumskih blokova iz Japana.



* Yearly sum of global irradiation incident on optimally-inclined south-oriented photovoltaic modules

**Yearly sum of solar electricity generated by optimally-inclined 1kW_p system with a performance ratio of 0.75

© European Union, 2012
 PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
 EC - Joint Research Centre
 In collaboration with: CM SAF, www.cmsaf.eu

Legal notice: Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.

Slika 14. Solarni potencijal u zemljama Evrope

3 SISTEMI (TEHNOLOGIJE) ZA KORIŠTENJE SOLARNE ENERGIJE

Naredna poglavlja razmatraju tehnička pitanja za niz solarnih tehnologija, organizovana u sljedećim kategorijama: aktivna primjena sunčeve energije (fotonaponski sistemi za proizvodnju električne energije i koncentrisane solarne tehnologije proizvodnje energije) i pasivna primjena sunčeve energije (pasivna solarna energija i korištenje dnevnog svjetla).

3.1 Koncentrisane i fotonaponske tehnologije (aktivna primjena solarne energije)

Pod aktivnom primjenom solarne energije se podrazumijevaju koncentrisane tehnologije solarne energije i fotonaponske tehnologije.

3.1.1 Koncentrisane tehnologije solarne energije (CSP)

Koncentrisana solarna energija (CSP) je tehnologija proizvodnje energije koji koristi ogledala ili leće kako bi koncentrisala sunčeve zrake i, u većini današnjih CSP sistema, da zagrije tekućinu i proizvede paru. Para pokreće turbinu i generiše snagu na isti način kao i konvencionalne elektrane. Drugi koncepti se istražuju i buduća CSP postrojenja neće nužno koristiti ciklus na paru.⁷

Inovativni aspekt CSP predstavlja hvatanje i koncentrisanje sunčeve energije za pružanje toplote potrebne za proizvodnju električne energije, umjesto korištenja fosilnih goriva ili nuklearnih reakcija. Druga karakteristika CSP postrojenja je mogućnost opremljenosti s termoakumulacionim sistemom (sistemom za pohranu toplote) koji služi za proizvodnju električne energije, čak i kada je oblačno ili nakon zalaska sunca. To značajno povećava CSP faktor kapaciteta u poređenju sa solarnim fotonaponskim sistemima i, što je još značajnije, omogućava proizvodnju dispečerske električne energije, što može olakšati i integraciju u mrežu i ekonomsku konkurentnost.

Dakle, CSP tehnologije imaju koristi od napretka solarnih koncentratora i tehnologija za pohranu toplote, dok su ostale komponente CSP postrojenja bazirane na zrelim tehnologijama i ne mogu očekivati da će doživjeti brzo smanjenje troškova.

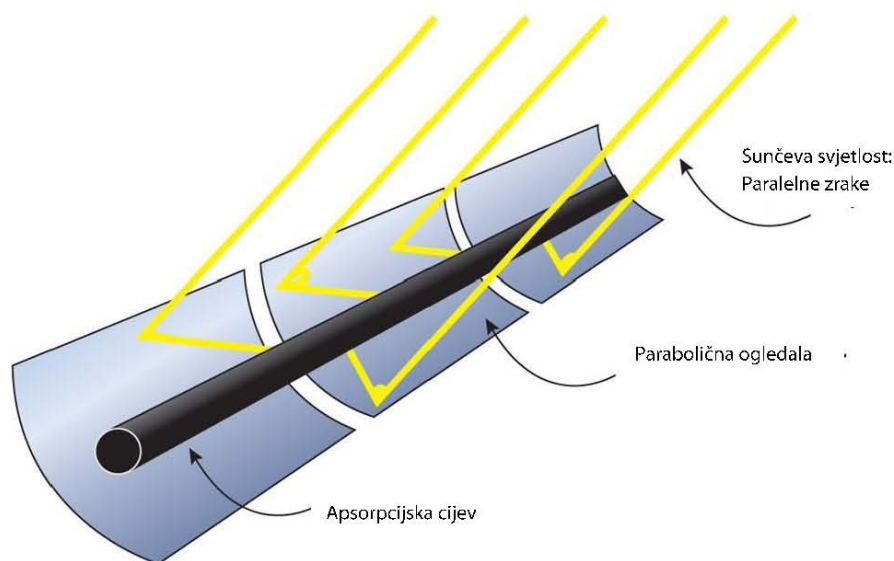
CSP tehnologije trenutno nisu široko rasprostranjene. Ukupno 354 MW kapaciteta je instalirano između 1985. i 1991. godine u Kaliforniji, a radi komercijalno od tada. Nakon pauze u interesu između 1990. i 2000. godine, interes za CSP raste posljednjih godina. Niz novih postrojenja se pojavio od 2006. godine, kao rezultat pada investicionih troškova, kao i nove politike podrške. Španija je trenutno najveći proizvođač CSP električne energije, dok se nekoliko vrlo velikih CSP postrojenja planirana ili već gradi u Sjedinjenim Američkim Državama i Sjevernoj Africi.

CSP postrojenja se mogu podijeliti u dvije grupe, zavisno da li solarni kolektori koncentrišu sunčeve zrake duž srednje (žarišne) linije ili na jednu srednju tačku (žarište) sa znatno većim faktorom koncentracije. Sistemi sa linijskim fokusom (engl. line-focusing systems) uključuju parabolična (engl. parabolic trough) i linearna Fresnelova (engl. linear Fresnel) postrojenja i imaju sistem praćenja po jednoj osi. Sistemi sa tačkastim fokusom (engl. point-focusing systems) uključuju solarne sisteme u obliku tanjira (engl. solar dish systems) i solarne postrojenja u obliku tornja (engl. solar tower plants) i imaju sistem praćenja po dvije ose kako bi koncentrisali snagu Sunca.

⁷ IRENA: Concentrating Solar Power, June 2012

3.1.1.1 Parabolični kolektori (parabolic trough - kanal)

Parabolični kolektori (PTC) se sastoje od solarnih kolektora (ogledala), toplotnih prijemnika i potporne strukture. Parabolično oblikovana ogledala su izgrađena formiranjem ploče od reflektirajućih materijala u parabolični oblik koji koncentriše dolazeću sunčevu svjetlost na središnju prijemnu cijev na središnjoj liniji kolektora. Nizovi ogledala mogu biti dugi 100 metara (m) ili više, sa zakrivljenom aperturom od 5 m do 6 m. Jednoosni mehanizam za praćenje se koristi da se prema suncu orijentišu i solarni kolektori i toplotni prijemnici. Parabolični kolektori obično zauzimaju pravac sjever-jug, i prate sunce kako se kreće s istoka na zapad kako bi se povećalo prikupljanje energije.



Slika 15. Parabolični kolektor

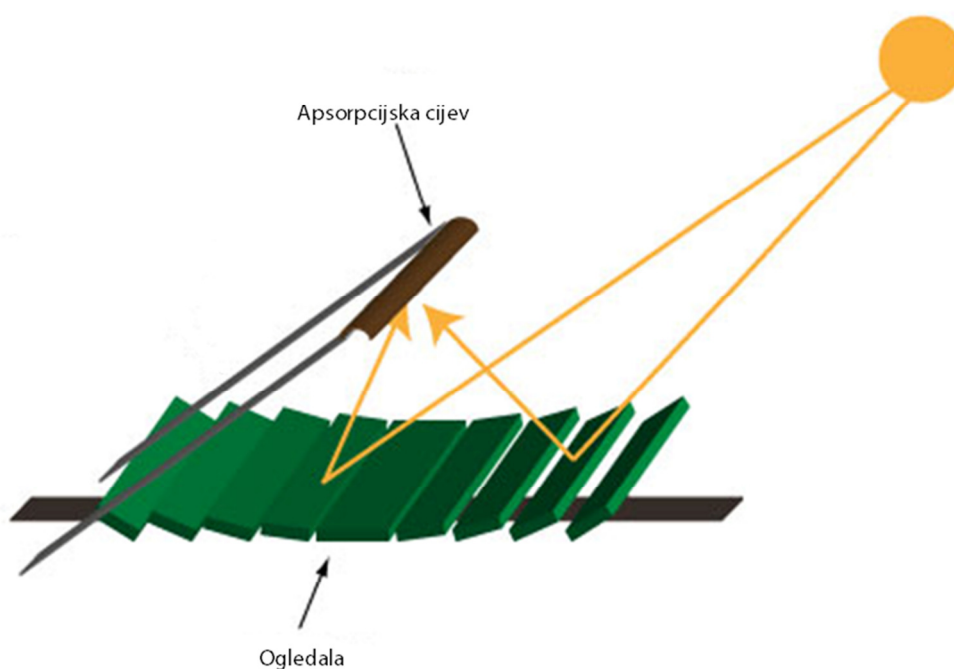
Prijemnik sadrži cijev za apsorpciju (obično metal) unutar vakuumirane staklene ovojnice. Cijev za apsorpciju je obično cijev od nehrđajućeg čelika, sa spektralno selektivnim premazom koji dobro upija solarno (kratki talas) zračenje, ali emituje vrlo malo infracrvenog (dugi talas) zračenja. To pomaže da se smanji gubitak toplote. Vakuumirane staklene cijevi se koriste jer pomažu da se smanji gubitak toplote.

Tekućina za prenos toplote cirkuliše kroz cijevi za apsorpciju kako bi prikupila solarnu energiju i prenijela je do generatora pare ili sistema za pohranu toplote, ako postoji. Većina postojećih paraboličnih kolektora koristi sintetička ulja kao tekućinu za prenos toplote, koja su stabilna i do 400°C. Nova postrojenja koriste otopljene soli na 540°C za prenos toplote i/ili kao medij za pohranu toplote. Visoka temperatura otopljenih soli može značajno poboljšati efikasnost toplotne pohrane.

Na kraju 2010. godine, oko 1220 MW instalisanog CSP kapaciteta koristilo je paraboličnu tehnologiju i činili su gotovo sve današnje instalisane CSP kapacitete. Kao rezultat toga, parabolični kolektori su CSP tehnologija sa najkomercijalnijim operativnim iskustvom.

3.1.1.2 Linearne Fresnelove tehnologije

Linearni Fresnel kolektori (LFC) slični su paraboličkim kolektorima, ali koriste niz dugih ravnih, ili blago zaobljenih, ogledala postavljenih pod različitim uglovima kako bi koncentrisali sunčevu svjetlost na obje strane fiksnog prijemnika (nalazi se nekoliko metara iznad primarnog polja ogledala). Svaki red ogledala je opremljen sa jednoosnim sistemom praćenja te je optimiziran pojedinačno kako bi se osiguralo da je sunčeva svjetlost uvijek koncentrisana na fiksni prijemnik. Prijemnik se sastoji od duge, selektivno-prevučene cijevi za apsorpciju.



Slika 16. Linearni Fresnel kolektor

Za razliku od paraboličnih kolektora, središnja linija Fresnel kolektora je iskrivljena po astigmatizmu. Ovo zahtjeva ogledalo iznad cijevi (sekundarni reflektor) da preusmjerava zrake koje maše cijev, ili nekoliko paralelnih cijevi koje formiraju višecijevni prijemnik koji je dovoljno širok da uhvati većinu fokusirane sunčeve svjetlosti bez sekundarnog reflektora.

Glavne prednosti linearnih Fresnelovih sistema u odnosu na parabolične sisteme su sljedeće:

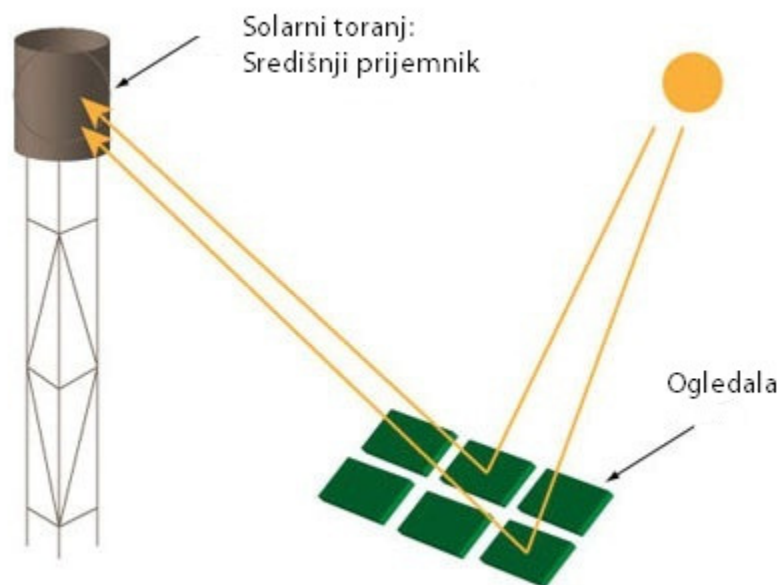
- Linearni Fresnelovi sistemi mogu koristiti jeftinija ravna ogledala koja predstavljaju standardnu masovno proizvedenu robu.
- Linearni Fresnelovi sistemi zahtijevaju manje čelika i betona, kako je metalna potporna struktura lakša. Ovo također čini proces montaže lakšim.
- Opterećenja vjetra na linearnim Fresnelovim sistemima su manja, što rezultira boljom strukturnom stabilnošću, smanjenim optičkim gubicima i rjeđim lomljenjem ogledala.
- Površina ogledala po prijemniku je veća kod linearnih Fresnelovih sistema nego paraboličnih kolektora, što je važno, s obzirom da je prijemnik najskuplja komponenta u oba sistema, paraboličnim kolektorima i linearnim Fresnelovim sistemima.

Ove prednosti trebaju biti uravnotežene u odnosu na činjenicu da je optička efikasnost LFC solarnih polja (koji se odnosi na direktno solarno zračenje na kumulativnoj aperturi ogledala) niža od one PTC solarnih polja zbog geometrijskih svojstva LFC. Problem je u tome što je prijemnik

fiksni i jutarnji i poslijepodnevni kosinusni gubici su viši u poređenju sa PTC. Unatoč tim nedostacima, relativna jednostavnost LFC sistema znači da može biti jeftiniji za proizvodnju i instalaciju od PTC postrojenja. Međutim, ostaje da se vidi da li su troškovi po kWh niži. Pored toga, s obzirom da se obično predlaže da LFC sistemi koriste direktnu generaciju pare, dodavanjem spremnika za pohranu toplotne energije vjerovatno je da će biti skuplji.

3.1.1.3 Tehnologija solarnog tornja

Tehnologija solarnog tornja koristi polje ogledala pozicionirano na tlu (engl. ground-based) kako bi fokusirala direktno solarno zračenje na prijemnik montiran visoko na središnjem tornju gdje svjetlo biva uhvaćeno i pretvoreno u toplotu. Toplota pokreće termo-dinamički ciklus, u većini slučajeva ciklus vodene pare, za generisanje električne energije. Solarno polje se sastoji od velikog broja kompjuterski kontrolisanih ogledala, nazvanih heliostati, koji prate sunce pojedinačno po dvije ose. Ove ogledala reflektiraju sunčevu svjetlost na središnji prijemnik gdje se tekućina zagrijava. Solarni tornjevi mogu postići temperature više od paraboličnih i linearnih Fresnel sistema, jer više sunčeve svjetlosti može biti koncentrisano na jednom prijemu i toplotni gubici u toj tački mogu biti minimalizirani.



Slika 17. Solarni toranj

Postojeći solarni tornjevi koriste vodu/paru, zrak ili otopljene soli za prenos toplote do sistema izmjenjivača toplote/turbine na paru. Ovisno o dizajnu prijmnika i radnoj tekućini, gornje radne temperature mogu varirati od 250°C do možda čak 1000°C u budućim postrojenjima, iako će temperature od oko 600°C predstavljati normu sa trenutnim dizajnom otopljenih soli.

Tipična veličina današnjih solarnih tornjeva varira od 10 MW do 50 MW. Tražena veličina solarnog polja raste sa željenom godišnjom proizvodnjom električne energije, što vodi do veće udaljenosti između prijmnika i vanjskih ogledala solarnog polja. Ovo rezultira povećanjem optičkih gubitaka zbog atmosfarske apsorpcije, neizbježnim devijacijama uglova ogledala zbog nesavršenosti ogledala i slabijih grešaka u praćenju ogledala.

Solarni tornjevi mogu koristiti sintetička ulja ili otopljene soli kao tekućinu za prenos toplote i medij za pohranu termalne energije. Sintetička ulja ograničavaju radnu temperaturu na oko 390°C, ograničavajući efikasnost parnog ciklusa. Otopljena sol podiže potencijalnu radnu temperaturu na između 550 i 650°C, dovoljno da dozvoli efikasnije parne cikluse iako veći investicioni troškovi za ove parne turbine mogu predstavljati ograničenje. Alternativa je direktna proizvodnja pare, što eliminiše potrebu i troškove tekućina za prenos toplote, ali ovo je i dalje u ranoj fazi razvoja i koncepti pohrane za upotrebu sa direktne proizvodnje pare još uvijek moraju biti demonstrirani i usavršeni.

Solarni tornjevi imaju mnogo potencijalnih prednosti, što znači da bi uskoro mogli postati preferirana CSP tehnologija. Glavne prednosti su:

- Više temperature potencijalno mogu dozvoliti veću efikasnost parnog ciklusa i smanjiti upotrebu vode za hlađenje kondenzatora;
- Više temperature također čine upotrebu pohrane termalne energije atraktivnijom kako bi postigla proizvodnju energije;
- Više temperature će također dozvoliti veće temperaturne razlike u sistemu pohrane, smanjenju troškova ili omogućavanju većeg spremnika za istu cijenu.

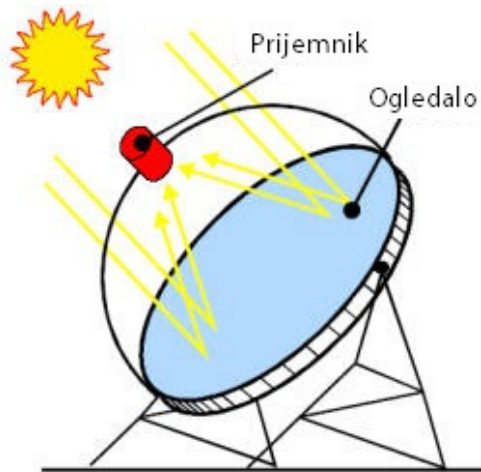
Ključna prednost je mogućnost za upotrebu pohrane termalne energije za podizanje faktora kapaciteta i dozvolu fleksibilne proizvodne strategije za maksimiziranje vrijednosti proizvedene električne energije, kao i za postizanje viših nivoa efikasnosti. Uzimajući u obzir ovu i druge prednosti, ako se troškovi mogu smanjiti i radno iskustvo dobiti, solarni tornjevi bi potencijalno mogli postići značajan udio na tržištu u budućnosti, uprkos dominantnosti koju PTC sistemi imaju na tržištu danas.

Tehnologija solarnih tornjeva se još uvijek testira, sa 50 MW razmjerom postrojenja u pogonu, ali dugoročno bi mogla pružiti jeftiniju struju nego parabolični i antenski sistemi. Ipak, nedostatak komercijalnog iskustva znači da ova tehnologija nije izvjesna i uvođenje solarnih tornjeva danas podrazumijeva značajne tehničke i finansijske rizike.

3.1.1.4 Stirlingov solarni tanjir

Stirlingov sistem tanjira sastoji se od paraboličnog koncentratora u obliku tanjira (poput satelitske antene) koji reflektuje direktno solarno zračenje na prijemnik u srednjoj tački tanjira. Prijemnik može biti Stirlingov motor (engl. dish/engine systems) ili mikroturbina. Stirlingov tanjir zahtjeva praćenje sunca po dvije ose, ali visoka koncentracija energije na jednu jedinu tačku može proizvesti visoke temperature. Stirlingovi sistemi tanjir se tek trebaju razviti na svim nivoima.

Većina istraživanja je trenutno fokusirana na korištenje Stirling motora u kombinaciji sa generatorskom jedinicom, koji se nalazi u središnjoj tački tanjira, da bi pretvorili toplotnu u električnu energiju. Trenutno postoje dvije vrste Stirling motora: kinematski i bez klipa. Kinematski motori rade sa vodikom kao radnom tekućinom i imaju veću efikasnost od motora bez klipa. Motori bez klipa rade sa helijem i ne proizvode trenje tokom rada, što omogućuje smanjenje potrebe za održavanjem.



Slika 18. Solarni tanjir

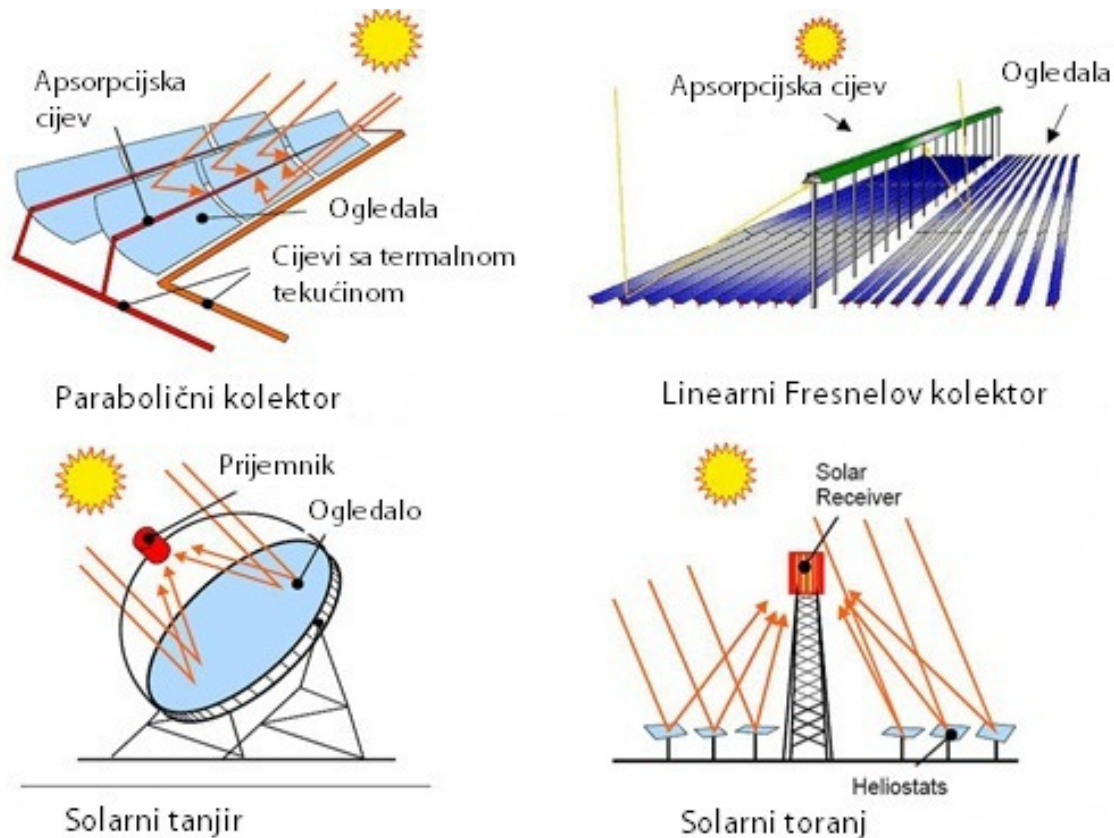
Glavne prednosti Stirling tanjir CSP tehnologije su:

- Položaj generatora – obično, u prijemniku svakog tanjira – pomaže smanjiti toplotne gubitke i znači da je pojedinačni proizvodni kapacitet tanjira mali, iznimno modularan (tipična veličina varira od 5 do 50 kW) i pogodan za distributivnu proizvodnju;
- Tehnologija je u stanju da postigne najveću efikasnost od svih CSP sistema;
- Stirling tanjiri koriste suho hlađenje i ne trebaju velike sisteme hlađenja ili rashladne tornjeve, čime CSP može osigurati električnu energiju u vodom ograničenim regijama;
- Stirling tanjiri, uzevši u obzir činjenicu da su samoodrživi, mogu biti smješteni na padinama ili neravnom terenu, za razliku od naprijed navedenih tehnologija.

Ove prednosti znače da Stirling tanjir tehnologije mogu zadovoljiti ekonomski vrijednu nišu u mnogim regijama, iako će nivelirana cijena električne energije vjerojatno biti veća od drugih CSP tehnologija. Osim troškova, još jedan izazov je da se ovi sistemi ne mogu jednostavno koristiti za pohranu. Stirling tanjir sistemi su još uvijek u testnoj fazi i troškovi masovne proizvodnje sistema ostaju nepoznati. Sa svojim visokim stepenom skalabilnosti i malom veličinom, Stirling tanjir sistemi će biti alternativa solarnim fotonaponskim sistemima u sušnim područjima.

3.1.2 Poređenje CSP tehnologija

Tabela 3. i Slika 19. prikazuju poređenje glavnih karakteristika četiri glavna tipa CSP tehnologija – parabolične i Fresnel, solarnog tornja i paraboličnog tanjira. Ove CSP tehnologije se međusobno značajno razlikuju, ne samo u odnosu na tehničke i ekonomske aspekte, ali također vezano za njihovu pouzdanost, zrelost i radno iskustvo.



Slika 19. CSP tehnologije

Parabolična postrojenja predstavljaju komercijalno najšire razvijena CSP postrojenja, te se očekuju poboljšanja u izvedbi i smanjenje troškova. Gotovo svi postojeći PTC sistemi nemaju spremnik toplotne energije i proizvode električnu energiju samo tokom dana.

Većina CSP projekata trenutno u razvoju bazirana je na paraboličnoj tehnologiji, obzirom da je to najzrelija tehnologija i pokazuje najniži razvojni rizik. Parabolična tehnologija i solarni toranj, u kombinaciji sa spremnikom toplotne energije, mogu zadovoljiti zahtjeve skale korisnosti.

Solarni toranj i linearni Fresnel sistemi se tek počinju razvijati i postoji značajan potencijal za smanjenje njihovih kapitalnih troškova i poboljšanje performanse, posebno uz solarne tornjeve. Međutim, parabolični sistemi, sa svojim dužim operativnim iskustvom, predstavljaju manje fleksibilnu, ali i manje rizičnu opciju danas.

Postoji povećan interes za solarne tornjeve koji rade na visokim temperaturama i koriste otopljene soli ili druge alternative sintetičkom ulju kao tekućinu za prenos toplote i medij za pohranu, zbog potencijala za smanjenje troškova, veću efikasnost i šire mogućnosti pohrane energije.

Čini se da solarni tornjevi koji koriste otopljene soli kao tekućinu za prenos toplote visoke temperature i medij za pohranu (ili drugi medij sa viskom temperaturom) predstavljaju CSP tehnologiju koja najviše obećava u budućnosti. Ovo je bazirano na njihovim niskim troškovima pohrane energije, visokim ostvarivim faktorom kapaciteta, većoj efikasnosti parnog ciklusa i njihovim čvrstim izlaznim mogućnostima.

Dok se nivelisani troškovi električne energije (engl. LCOE - levelised cost of electricity) paraboličnih sistema neće smanjiti sa većim faktorima kapaciteta, nivelisani troškovi električne energije solarnih

tornjeva se smanjuju kako se faktori kapaciteta smanjuju. Ovo je uglavnom zbog značajno nižih specifičnih troškova (do tri puta nižih) energetskeg spremnika sa otopljenom soli u solarnim tornjevima.

CSP tehnologije nude veliku mogućnost za lokalnu proizvodnju, koja može stimulisati lokalni ekonomski razvoj, uključujući i otvaranje novih radnih mjesta. Procjenjuje se da solarni tornjevi mogu pružiti više lokalnih mogućnosti nego parabolični sistemi.

Tabela 3. Poređenje različitih CSP tehnologija

Karakteristike tehnologije	Parabolična	Solarni toranj	Linearna Fresnel	Stirlingov tanjir
Tipični kapacitet (MW)	10-300	10-200	10-200	0,01-0,025
Zrelost tehnologije	Komercijalno potvrđena	Pilot komercijalni projekti	Pilot projekti	Demonstracioni projekti
Glavni pružaoci tehnologije	Abengoa Solar, Solar Millennium, Sener Group, Acciona, Siemens, Next Era, ACS, SAMCA, itd.	Abengoa Solar, Bright Source, Energy, eSolar, Solar Reserve, Torresol	Novatec Solar, Areva	-
Razvojni rizik tehnologije	Nizak	Srednji	Srednji	Srednji
Radna temperatura (°C)	350-550	250-565	390	550-750
Vršna efikasnost postrojenja (%)	14-20	23-35*	18	30
Godišnja efikasnost pretvaranja solarne u električnu energiju (neto) (%)	11-16	7-20	13	12-25
Godišnji faktor kapaciteta (%)	25-28 (bez TES)** 29-43 (7h TES)	55 (10h TES)	22-24	25-28
Koncentracija kolektora	70-80 SU (suns)***	>1.000 SU	>60 SU (zavisno od sekundarnog reflektora)	>1.300 SU
Prijemnik / apsorber	Apsorber pričvršćen na kolektor, kreće se sa kolektorom, složen dizajn	Vanjska površina ili prijemnik, fiksni	Fiksni apsorber, bez vakuumskog sekundarnog reflektora	Apsorber pričvršćen na kolektor, kreće se sa kolektorom
Sistem pohranjivanja	Indirektna dva spremnika sa rastopljenom soli na 380°C (dT=100K) ili Direktna dva spremnika sa rastopljenom soli na 550°C (dT=300K)	Direktna dva spremnika sa rastopljenom soli na 550°C (dT=300K)	Kratkoročni parni spremnik pod pritiskom (<10 min)	Ne postoji spremnik, hemijski spremnik u razvoju

Karakteristike tehnologije	Parabolična	Solarni toranj	Linearna Fresnel	Stirlingov tanjir
Hibridizacija	Da i direktna	Da	Da, direktna (parni kotao)	Nije planirana
Mrežna stabilnost	Srednja ka visokoj (TES ili hibridizacija)	Visoka (veliki TES)	Srednja	Niska
Ciklus	Pregrijani Rankine parni ciklus	Pregrijani Rankine parni ciklus	Pregrijani Rankine parni ciklus	Stirling
Parni uslovi (°C/bar)	380 do 540/100	540/100 do 160	260/50	n.a.
Najveći nagib solarnog polja	<1-2	<2-4	<4	10% ili više
Potreba za vodom (m ³ /MWh)	3 (mokro hlađenje) 0,3 (suho hlađenje)	2-3 (mokro hlađenje) 0,25 (suho hlađenje)	3 (mokro hlađenje) 0,2 (suho hlađenje)	0,05-0,1 (pranje ogledala)
Tip primjene	Priključen na mrežu	Priključen na mrežu	Priključen na mrežu	Priključen na mrežu/isključen s mreže
Pogodnost za hlađenje zrakom	Niska ka dobroj	Dobra	Niska	Najbolja
Spremnik sa rastopljenom soli	Komercijalno dostupan	Komercijalno dostupan	Moguć, ali nije potvrđeno	Moguć, ali nije potvrđeno

Napomena: * gornja granica ako solarni toranj napaja kombinovanu ciklusnu turbinu

** TES – spremanje/akumulacija toplotne energije (eng. Thermal Energy Storage)

*** SU ili suns – jedinica za iradijaciju „jedno sunce“ tj. 1 kWh/m²

3.1.3 Solarne fotonaponske tehnologije (PV)

Fotonaponski (PV) sistemi, također nazvani solarne ćelije, predstavljaju elektroničke uređaje koji pretvaraju sunčevu svjetlost direktno u električnu energiju. Moderni oblik solarne ćelije je izumljen 1954. godine u Bell Telephone Laboratories. Danas, PV je jedna od najbrže rastućih tehnologija obnovljive energije i očekuje se da će igrati glavnu ulogu u budućoj globalnoj proizvodnji električne energije. Solarni PV sistemi su također jedna od najviše „demokratskih“ obnovljivih tehnologija, što se ogleda u tome da njihova modularna veličina znači da su unutar dosega pojedinaca, zadruga i malih preduzeća koja žele pristupiti vlastitoj proizvodnji i stabilnim cijenama električne energije.⁸

Fotonaponska tehnologija pruža brojne i značajne prednosti, uključujući:

- Solarna energija je obnovljivi izvor koji je dostupan svuda u svijetu.
- Solarne PV tehnologije su male i visoko modularne i mogu se koristiti gotovo svuda, za razliku od mnogih drugih tehnologija za proizvodnju električne energije.
- Za razliku od konvencionalnih elektrana na ugalj, naftu ili plin; solarna PV nema troškova za gorivo i ima relativno niske operativne i troškove održavanja. PV, dakle, može ponuditi zaštitu od nestabilnih cijena fosilnih goriva.
- PV, iako varijabilne, ima visoku podudarnost sa vršnim zahtjevima za električnom energijom potaknutu hlađenjem ljeti i tokom godine u toplim zemljama.

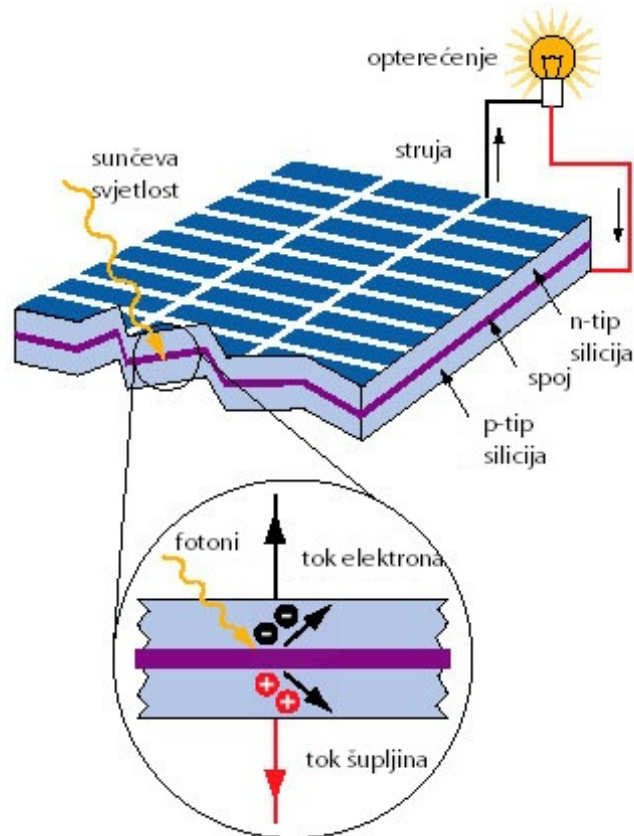
PV sistem se sastoji od PV ćelija koje su grupisane kako bi oformile PV modul, i pomoćnih komponenti (tj. balans sistema), uključujući inverter, nadzor, itd. Postoji širok raspon PV ćelijskih tehnologija na tržištu danas, koje koriste različite vrste materijala, i još veći broj će biti dostupan u budućnosti. PV ćelijske tehnologije su obično podijeljene u tri generacije, u ovisnosti o osnovnom materijalu koji se koristi i nivou komercijalne zrelosti:

- Prva generacija PV sistema (potpuno komercijalna) koristi tehnologiju baziranu na pločama kristalnog silicija (c-Si), ili monokristalnog (sc-Si) ili polikristalnog (mc-Si).
- Druga generacija PV sistema (u ranom razvoju na tržištu) je bazirana na tankoslojnim (engl. thin-film) PV tehnologijama i obično uključuje tri glavne grupe: 1) amorfni (a-Si) i mikromorfni silicij (a-Si/ μ c-Si); 2) kadmij-telurid (CdTe); i 3) bakar-indij-selenid (CIS) i bakar-indij-galij-diselenid (CIGS).
- Treća generacija PV sistema uključuje tehnologije, kao što su koncentrisane PV (CPV) i organske PV ćelije koje se još uvijek testiraju ili još uvijek nisu široko komercijalizovane, kao i nove koncepte koji se tek razvijaju.

Najveći dio fotonaponskih ćelija se zasniva na monokristalnom ili polikristalnom siliciju. Ćelija debljine 0,20 do 0,25 mm oblikuje se od kristala silicija vrlo visoke čistoće tako da joj se jedna strana obogaćuje atomima bora čime nastaje tzv. p strana, dok se s druge strane difuzijom fosfora stvara tzv. n strana pa se takve ćelije nazivaju n-p fotonaponskim ćelijama. Silicij je na Zemlji prisutan u vrlo velikim količinama i prirodni je poluprovodnik kojem je električna provodnost između one za dobre provodnike (npr. bakar) i one za loše provodnike, izolatore (npr. plastika ili guma). Velik električni otpor vrlo čistog kristalnog silicija smanjuje se u proizvodnji tehnološkim procesima

⁸ IRENA: Solar Photovoltaics, June 2012

dopinga i difuzije na potrebnu poluprovodničku vrijednost. Svjetlost koja pada na tako oblikovanu poluprovodničku ćeliju stvara parove negativnih i pozitivnih naboja (elektrona i rupa) koji se odvajaju električnim poljem koje nastaje na granici n-p spoja pa negativni elektroni putuju do n elektrode, a pozitivne rupe do p elektrode.



Slika 20. Fotonaponska ćelija

Spoje li se n i p elektroda provodnikom zanemarivo malog otpora, nastaje tzv. struja kratkog spoja solarne ćelije koja je direktno proporcionalna energiji sunčevog zračenja koja pada na n-stranu te ćelije.

3.1.3.1 Prva generacija PV tehnologija: ćelije kristalnog silicija

Silicij je jedan od najzastupljenijih elemenata u zemljinoj kori. To je poluprovodnički materijal pogodan za PV aplikacije, s energetske zabranjenim pojasom od 1,1eV. Kristalni silicij je materijal koji se najčešće koristi u PV industriji, i ćelije i moduli bazirani na c-Si pločama dominiraju trenutnim tržištem. Ovo je zrela tehnologija koja koristi akumuliranu bazu znanja razvijenu u sklopu elektroničke industrije. Ova vrsta solarne ćelije je u masovnoj proizvodnji i pojedinačne kompanije će je uskoro proizvoditi po stopi od nekoliko stotina MW godišnje, pa čak i na GW-razmjeri. Proizvodni proces pločastih PV silicijskih modula se sastoji od četiri koraka:

1. Polisilicijska proizvodnja,
2. Proizvodnja poluga/ploča,
3. Proizvodnja ćelija i
4. Montaža modula.

Komercijalna proizvodnja c-Si je počela 1963. godine kada je japanska kompanija Sharp počela proizvoditi komercijalne PV module i instalirala 242-vatni (W) PV modul na svjetioniku, najveću svjetsku komercijalnu PV instalaciju u tadašnje vrijeme. Tehnologije sa kristalnim silikonom činile su oko 87% globalne PV prodaje u 2010. godini. Efikasnost kristalnih silikonskih modula varira od 14% do 19% (pogledati Tabela 4). Iako zrela tehnologija, kontinuirana smanjenja troškova su moguća kroz poboljšanja u izboru materijala i proizvodnim procesima, omogućujući pojavu velikog broja proizvođača.

3.1.3.2 *Druga generacija PV ćelija: tankoslojne solarne ćelije*

Nakon više od 20 godina istraživanja i razvoja, tankoslojne solarne ćelije se počinju koristiti u značajnim količinama. Tankoslojne solarne ćelije potencijalno mogu obezbijediti jeftiniju električnu energiju nego c-Si pločasto bazirane solarne ćelije. Međutim, to nije sigurno, kako se niži kapitalni troškovi, zbog slabije proizvodnje i troškova materijala, do određene mjere ravnaju sa nižom efikasnošću i veoma niski troškovi c-Si modula čine ekonomiju još više izazovnom. Tankoslojne solarne ćelije se sastoje od sukcesivnih tankih slojeva, debljine samo 1 do 4 μm , ili su solarne ćelije pohranjene na velike, jeftine supstrate kao što su staklo, polimer ili metal. Kao posljedica, za njihovu proizvodnju se zahtjeva mnogo manje poluprovodničkog materijala kako bi apsorbirali istu količinu sunca (do 99% manje materijala nego kristalne solarne ćelije). Dodatno, tanki slojevi se mogu pakovati u fleksibilne i lagane strukture, koje se mogu lako integrisati u dijelove zgrada (PV integrisane u zgrade). Tri glavne vrste tankoslojnih solarnih ćelija koje su komercijalno razvijene su:

- Amorfni silicij (a-Si i a-Si/ $\mu\text{c-Si}$),
- Kadmij telurid (Cd-TE),
- Bakar-indij-selenid (CIS) i bakar-indij-galij-diselenid (CIGS).

Amorfni silicij solarne ćelije, zajedno sa CdTe PV ćelijama, su najrazvijenije i najpoznatije tankoslojne solarne ćelije. Amorfni silicij može se nanijeti na jeftine i veoma velike supstrate (do 5,7 m stakla) bazirano na tehnikama taloženja, značajno smanjujući troškove proizvodnje. Neke kompanije također razvijaju lagane, fleksibilne a-Si module izvrsno pogodne za ravne i zaobljene površine, kao što su krovovi i fasade. Trenutno, efikasnost amorfni silicij PV modula se kreće od 4% do 8%. Veoma male ćelije na laboratorijskom nivou mogu dostići efikasnost od 12,2%. Glavni nedostatak amorfni silicij solarnih ćelija je da one trpe značajno smanjenje izlazne snage tokom vremena (15% do 35%), jer sunce degradira njihovu performansu. Čak i tanji slojevi bi mogli povećati snagu električnog polja kroz materijal i pružiti bolju stabilnost i manje smanjenje u izlaznoj snazi, ali to smanjuje apsorpciju svjetlosti i tako efikasnost ćelije. Značajna varijanta amorfni silicij solarne ćelije je multispojni tankoslojni silicij (a-Si/ $\mu\text{c-Si}$) koji se sastoji od a-Si ćelije sa dodatnim slojevima a-Si i mikro-kristalnog silicija ($\mu\text{c-Si}$) nanesenog na supstrat. Prednost $\mu\text{c-Si}$ sloja je da apsorbuje više svjetlosti od crvenog i blizu infracrvenog dijela svjetlosnog spektra, tako povećavajući efikasnost do 10%. Debljina $\mu\text{c-Si}$ sloja je reda 3 μm i čini ćeliju debljom i stabilnijom. Trenutne tehnike taloženja omogućavaju proizvodnju višespojnih tankoslojnih do 1,4 m.

Kadmij telurid tankoslojne PV solarne ćelije imaju manje troškove proizvodnje i veću efikasnost ćelije (do 16,7%) od drugih tankoslojnih tehnologija. Ova kombinacija čini CdTe tankoslojne ćelije najekonomičnijom trenutno dostupnom tankoslojnom tehnologijom, sa troškovima ispod 0,75 USD/W postignutim od strane bar jednog proizvođača. Dvije glavne sirovine su kadmij i telurij. Kadmij je popratni proizvod obrade cinka, a telurij obrade bakra. Potencijalni problem je da se

telurij proizvodi u značajno manjim količinama od kadmija i dugoročna ovisnost može ovisiti o tome da li industrija bakra može optimizirati vađenje, preradu i recikliranje prinosa. Kadmij također ima probleme s toksičnošću koji mogu ograničiti upotrebu.

Bakar-indij-selenid (CIS) i bakar-indij-galij-diselenid (CIGS) PV ćelije pružaju najveću efikasnost od svih tankoslojnih PV tehnologija. Proizvodnja CIS solarnih ćelija je uspješno komercijalizirana od strane mnogih firmi u saradnji sa univerzitetima (Würth Solar, Solibro, Miasole, Nanosolar, Avancis, Solar Frontier and Honda Soltec). Trenutne efikasnosti modula se kreću od 7% do 16% ali efikasnosti do 20,3% su postignute u laboratorijama. Sada je počela utrka o povećanju efikasnosti komercijalnih modula. Do 2010. godine, CIGS proizvođač Solar Frontier je dostigao godišnji proizvodni kapacitet od 1 GW.

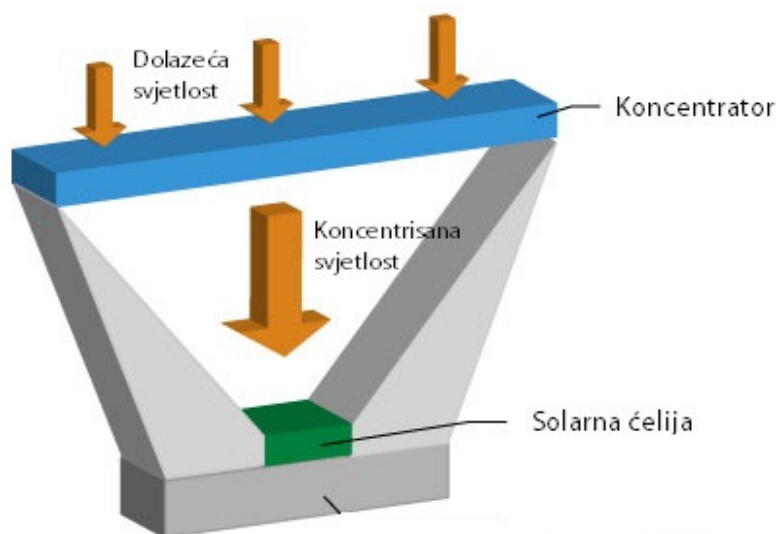
3.1.3.3 Treća generacija PV tehnologija

Treća generacija PV tehnologija je u predkomercijalnoj fazi i zavisi od tehnologija koje se testiraju (tj. višespojne koncentrisane PV ćelije) do novih koncepta kojima je još uvijek potrebno osnovno istraživanje i razvoj (tj. kvantno strukturane PV ćelije). Neke PV tehnologije treće generacije se počinju komercijalizirati, ali ostaje da se vidi koliko će biti uspješne u preuzimanju dijela tržišta od postojećih tehnologija. Postoje četiri vrste PV tehnologija treće generacije:

- Koncentrisane PV (CPV)
- Solarne ćelije osjetljive na boju (DSSC)
- Organske solarne ćelije
- Novi i nastajući koncepti solarnih ćelija

3.1.3.3.1 Koncentrisane PV tehnologije

Koncentrisani PV (CPV) sistemi koriste optičke uređaje, kao što su leće i ogledala, kako bi koncentrisali direktno sunčevo zračenje na veoma male, visoko efikasne višespojne solarne ćelije napravljene od poluprovodničkog materijala.



Slika 21. Koncentrisani PV sistem

Faktori koncentrisanosti sunčeve svjetlosti rangiraju od 2 do 100 SU (niska do srednja koncentracija) do 1000 SU (visoka koncentracija). Kako bi bile efikasne leće moraju biti trajno

okrenute prema suncu, koristeći sistem praćenja po jednoj ili dvije ose za niske i visoke koncentracije, respektivno. Sistemi za hlađenje (aktivni ili pasivni) su potrebni za neke dizajne koncentrisanih PV, dok drugi novi pristupi to mogu zaobići.

Niski do srednji koncentrisani sistemi (do 100 SU) mogu se kombinovati sa silicijskim solarnim ćelijama, ali više temperature će smanjiti njihovu efikasnost, dok su visoko koncentrisani sistemi (iznad 500 SU) obično povezani sa višespojnim solarnim ćelijama sačinjenim od poluprovodničkih tvari iz III i IV grupe periodnog sistema (tj. galij arsenid), koji nudi najveću PV efikasnost pretvorbe. Višespojne (ili „dvostruki“ ili „trostruki“ spoj) solarne ćelije sastoje se od mnoštva slojevitih p-n spojeva, svakog napravljenog od različitog skupa poluprovodnika, sa različitim zabranjenim pojasom i spektralnom apsorpcijom kako bi apsorbivali što je moguće više solarnog spektra.

Najčešće korišteni materijali su Ge (0,67 eV), GaAs ili InGaAs (1,4 eV), i InGaP (1,85 eV). Ćelija sa trostrukim-spojem sa zabranjenim pojasom od 0,74, 1,2 i 1,8 eV bi dostigla teoretsku efikasnost od 59%. Uzevši u obzir njihovu kompleksnost i troškove, višespojni se koriste za solarne ćelije na malim područjima sa visokom koncentracijom sunčeve svjetlosti.

Komercijalni CPV moduli sa pločasto-baziranim ćelijama pružaju efikasnost u rangu od 20% do 25%. CPV bazirane na višespojnim solarnim ćelijama koje koriste poluprovodnike iz III i IV grupe periodnog sistema su postigle laboratorijsku efikasnost iznad 40%. Komercijalni višespojni uređaji proizvedeni od strane kompanija Sharp, Emcore, Spectrolab i Azur imaju efikasnost od 35% - značajno veću od konvencionalnih jedno-spojnih c-Si solarnih ćelija. Kontinuirano istraživanje i razvoj drži obećanje povećanja CPV efikasnosti do 45% ili čak 50%.

Kako bi maksimizirali proizvodnju električne energije, CPV moduli trebaju biti trajno orijentisani prema suncu, koristeći sistem praćenja po jednoj ili dvije ose. Višespojne solarne ćelije, zajedno sa sistemima za praćenje sunca, rezultiraju skupim CPV modulima u poređenju sa konvencionalnim PV. S druge strane, njihova veća efikasnost i manja površina potrebnog aktivnog materijala eventualno može nadoknaditi visoke troškove, ovisno o razvoju troškova i efikasnosti. Kako CPV moduli ovise o direktnoj sunčevoj svjetlosti, trebaju se koristiti u regijama sa vedrim nebom i visokim direktnim sunčevim zračenjem zbog maksimalne performanse.

3.1.3.3.2 Solarne ćelije osjetljive na boju

Solarne ćelije osjetljive na boju koriste foto-elektrohemijske solarne ćelije, koje su bazirane na poluprovodničkim strukturama formiranim između foto-osjetljive anode i elektrolita. U tipičnim solarnim ćelijama osjetljivim na boju, poluprovodnički nanokristali služe kao antene koje skupljaju sunčevu svjetlost (fotone) i molekula boje je odgovorna za razdvajanje naboja (fotostruju). Jedinstvene su jer oponašaju prirodnu fotosintezu. Ove ćelije su atraktivne jer koriste jeftine materijale i jednostavne su za proizvodnju. One oslobađaju elektrone iz, na primjer, titan dioksida prekrivenog pigmentom koji apsorbuje svjetlost. Međutim, njihova performansa se može degradirati s vremenom zbog izloženosti UV svjetlosti i upotreba elektrolita može biti problematična kada postoji rizik od smrzavanja.

Laboratorijska efikasnost od oko 12% je postignuta zahvaljujući razvoju novih širokopojasnih bojila i elektrolita. Međutim, komercijalna efikasnost je niska – obično ispod 4% do 5%. Glavni razlog zašto je efikasnost solarnih ćelija osjetljivih na boju niska je zato što vrlo malo boja može apsorbovati široko spektralno područje. Interesantno područje koje se istražuje je upotreba

nanokristalnih poluprovodnika koji omogućavaju da solarne ćelije osjetljive na boju ima široku pokrivenost spektra. Hiljade organskih boja su bile proučavane i testirane kako bi se dizajnirali, sintetizirali i asemblirali nanostrukturni materijali koji bi omogućili veće efikasnosti pretvorbe energije za solarne ćelije osjetljive na boju.

3.1.3.3.3 Organske solarne ćelije

Organske solarne ćelije se sastoje od organskih ili polimernih materijala (kao što su organski polimeri ili male organske molekule). One su jeftine, ali i neefikasne. Njihov uspjeh posljednjih godina može zahvaliti brojnim značajnim poboljšanjima koja su dovela do veće efikasnosti. Efikasnost organskih PV modula se kreće od 4% do 5% za komercijalne sisteme i 6% do 8% u laboratorijama.

Pored niske efikasnosti, glavni izazov za organske solarne ćelije je njihova nestabilnost sa vremenom. Proizvodnja organskih ćelija koristi proizvodni proces velike brzine i niske temperature i standardne tehnologije printanja. Kao rezultat, organske solarne ćelije mogu se takmičiti sa drugim PV tehnologijama u drugim aplikacijama, jer se proizvodni troškovi nastavljaju smanjivati i očekuje se da do 2020. godine dostignu 0,50 USD/W .

Organske ćelije se mogu nanijeti na plastične folije na način sličan industrijama za printanje i lakiranje, što znači da su organske solarne ćelije lagane i fleksibilne, što ih čini idealnim za izradu mobilnih aplikacija i za ugradnju u razne neravne površine. To ih čini posebno korisnim za prenosne aplikacije, što predstavlja prvu metu na tržištu za ove tehnologije. Potencijalne koristi uključuju baterijske punjače za mobilne telefone, laptope, radijske prijemnike, svjetiljke, igračke i gotovo svaki ručni uređaj koji koristi baterije. Moduli mogu biti fiksirani gotovo bilo gdje i bilo kad, ili mogu biti inkorporirani u kućište uređaja. Također se mogu smotati ili saviti za pohranu kada nisu u upotrebi. Ove karakteristike će učiniti organske PV module atraktivnim za aplikacije integrisane u zgrade jer će proširiti opseg oblika i formi gdje PV sistemi mogu biti primijenjeni. Druga prednost je da tehnologija koristi obilne, neotrovne materijale i bazirana je na veoma prilagodljivom procesu proizvodnje sa visokom produktivnošću.

3.1.3.3.4 Novi i nastajućí koncepti solarnih ćelija

Pored gore navedenih tehnologija treće generacije, postoje brojne nove solarne tehnologije koje se razvijaju, a koje se oslanjaju na upotrebu kvantnih tački, kvantnih jama, ili tehnologija super rešetke. Ove tehnologije će se vjerovatno koristiti u koncentrisanim PV tehnologijama gdje mogu postići vrlo visoku efikasnost prevladavanjem termodinamičkih ograničenja konvencionalnih (kristalnih) ćelija. Međutim, ovi visokoefikasni pristupi su u fazi istraživanja temeljnih materijala. Najdalji od tržišta su novi koncepti, koji često uključuju takve tehnologije kao što je nanotehnologija, koja imaju za cilj mijenjati aktivni sloj kako bi se bolje slagao sa sunčevim spektrom.

3.1.4 Poređenje solarnih fotonaponskih tehnologija

Tabela 4. prikazuje poređenje glavnih karakteristika tri generacije fotonaponskih tehnologija.

Tabela 4. Pregled i poređenje glavnih PV tehnologija

Tehnologija	Jedinice	Prva generacija PV tehnologija		Druga generacija PV tehnologija			Treća generacija PV tehnologija		
		Monokristalni silikon (sc-Si)	Polikristalni silikon (pc-Si)	Amorfni silikon (a-Si)	Bakar-indij-galij-diselenid (CIS/CIGS)	Kadmij-telurid solarne ćelije (CdTe)	Koncentrisane PV ćelije	Solarne ćelije osjetljive na boju	Organske solarne ćelije
Najbolja istraživačka efikasnost solarne ćelije pri AM 1,5*	%	24,7	-	10,4 jednospojni 13,2 dvospojni	20,3	16,5	43,5	11,1	11,1
Potvrđena efikasnost solarne ćelije pri AM 1,5	%	20-24	14-18	6-8	10-12	8-10	36-41	8,8	8,3
Efikasnost komercijalnog PV modula pri AM 1,5	%	15-19	13-15	5-8	7-11	8-11	25-30	1-5	1
Potvrđena maksimalna efikasnost PV modula	%	23	16	7,1/ 10,0	12,1	11,2	25	-	-
Trenutni troškovi PV modula	USD/W	< 1,4	< 1,4	~ 0,8	~ 0,9	~ 0,9	-	-	-
Tržišni udio u 2009. godini	%	83	3	1	13	-	-	-	-
Tržišni udio u 2010. godini	%	87	2	2	9	-	-	-	-

		Prva generacija PV tehnologija		Druga generacija PV tehnologija			Treća generacija PV tehnologija		
Maksimalna izlazna snaga PV modula	W	-	320	300	120	120	120	-	-
Veličina PV modula	m ²	2,0	1,4-2,5	1,4	0,6-1,0	0,72	-	-	-
Potrebna površina po kW	m ²	7	8	15	10	11	-	-	-
Stanje komercijalnosti		Zrela sa proizvodnjom velikih razmjera	Zrela sa proizvodnjom velikih razmjera	Rana faza razvoja, srednji nivo proizvodnje	Rana faza razvoja, srednji nivo proizvodnje	Rana faza razvoja, nizak nivo proizvodnje	Upravo komercijalizovana, nizak nivo proizvodnje	Faza istraživanja i razvoja	Faza istraživanja i razvoja

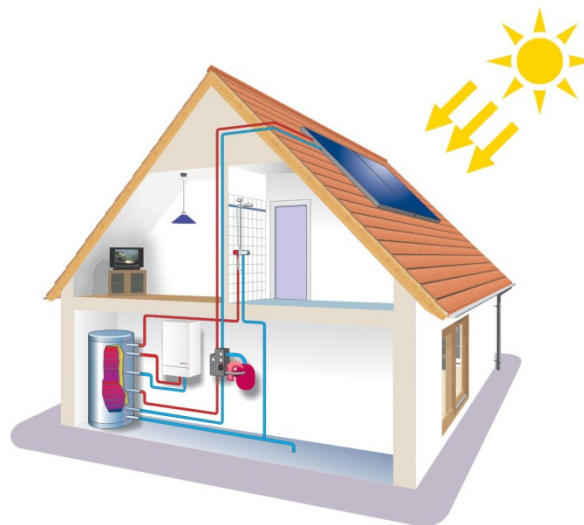
*Napomena: Standardni uslovi testiranja, temperatura 25°C, intenzitet svjetlosti 1000W/m², vazдушna masa 1,5

3.1.5 Aktivno solarno grijanje i hlađenje

Tehnologije aktivnog solarnog grijanja i hlađenja koriste Sunce i mehaničke elemente kako bi obezbijedili ili grijanje ili hlađenje.

3.1.5.1 Solarno grijanje

Solarno grijanje podrazumijeva konverziju sunčevog zračenja u toplotnu energiju u kolektorima gdje se zagrijava određeni fluid i čijim se protokom ostvaruje zagrijavanje prostorija. Pored ovoga u kolektorima se može proizvoditi i zagrijana sanitarna voda. Prijemnici kod kojih se energija sunčevog zračenja direktno transformiše u toplotu su danas tehnički, tehnološki i ekonomski najjednostavniji i najprimjenjiviji za široku upotrebu. U domaćinstvima se najčešće koriste niskotemperaturni prijemnici čija je radna temperatura do 100°C. Kao radni fluid obično se koristi voda.



Slika 22. Praktična primjena solarnog grijanja

U zimskom periodu je ukupno energetske dejstvo sunčevog zračenja manje od ljetnog, ali veoma značajno za korištenje solarnog grijanja kuće kao podrška nekoj drugoj energiji na centralnom sistemu grijanja gdje se može pokriti i do 45% besplatne toplotne energije za grijanje kuća, 70% za grijanje sanitarne i 100% vode za grijanje bazena. Jasno je da se kod sistema centralnog toplovodnog grijanja u periodu najnižih temperatura – zimi, ne mogu u dovoljnoj mjeri koristiti. Međutim, čim su vanjski uslovi povoljniji, mogućnost korištenja toplote iz solarnih kolektora sunčeve energije je veća, što znači da se najbolji efekat korištenja sunčeve energije za solarno grijanje porodičnih kuća i drugih stambeno poslovnih objekata može ostvariti u prelaznim periodima između jeseni i zime i između zime i proljeća, također i u toku zimskog perioda ukoliko ima sunčevog zračenja. I takav doprinos energije je vrlo značajan, a najveći stepen iskorištenosti se postiže kod energetski efikasnih kuća (visoke karakteristike termo izolacije) i energetski efikasnim sistemima grijanja (podno-zidnim sistemima), tj. niskotemperaturnim sistemima grijanja.

3.1.5.2 Solarno hlađenje

Solarno hlađenje je tržište u fazi razvoja sa velikim potencijalom rasta. Vršni zahtjevi za hlađenjem ljeti poklapaju se sa velikom raspoloživošću sunčevog zračenja, što predstavlja odličnu priliku za

iskorištenje solarne energije pomoću toplotom pokretanih rashladnih uređaja. Glavnu prepreku za široku primjenu, pored početnih troškova, predstavlja nedostatak iskustva u projektovanju, kontroli, radu, instalaciji i održavanju ovih sistema.

3.1.5.2.1 Solarni apsorpcijski rashladni uređaji

Kao pogonska energija u solarnim apsorpcijskim rashladnim uređajima koristi se toplota dobijena iz solarnih kolektora djelovanjem sunčevog zračenja. Pritom se kružni proces odvija s parom radnih tvari, od kojih je jedna rashladna tvar, a druga otapalo, tj. apsorberent.

Koriste se dvije vrste solarnih apsorpcijskih rashladnih uređaja:

- Apсорpcijski rashladni uređaji s kontinuiranim pogonom i
- Apсорpcijski rashladni uređaji s periodičnim pogonom.

Solarni apsorpcijski rashladni uređaji s kontinuiranim pogonom

Za solarne klimatizacijske sisteme najprikladniji su uređaji s kontinuiranim pogonom. Toplotnu energiju za pogon mogu dobiti iz solarnih kolektora raznih izvedbi, ravnih ili vakuumskih. Solarni su apsorpcijski rashladni uređaji u načelu slični konvencionalnim apsorpcijskim rashladnim mašinama na plin, odnosno vodenu paru. Pogonska se toplota dobija ili direktno iz solarnog kolektora, ili iz nekog spremnika toplote.

Solarni apsorpcijski rashladni uređaji u povremenom radu

Ovi solarni apsorpcijski rashladni uređaji rade u tačno određenim vremenskim razmacima. Posebna vrsta solarnih apsorpcijskih rashladnih uređaja je u pogonu s ciklusom od 24 sata.

Solarni apsorpcijski rashladni uređaji s otvorenim kružnim tokom

U klimatizaciji vrućih i suhih klima zrak će se samo hladiti, a u područjima s vrućom i vlažnom klimom zraku se najprije oduzima vlaga (npr. pomoću tekućeg ili krutog sredstva za sušenje), a zatim se ohladi. Za klimatizaciju u vrućim i vlažnim klimatskim područjima može se upotrijebiti otopina litijeva hlorida ($\text{LiCl} - \text{H}_2\text{O}$), kalcijeva hlorida ($\text{CaCl} - \text{H}_2\text{O}$) ili tritilenglikol - vode. Proces s tekućim sredstvom za sušenje sastoji se od dijela za oduzimanje vlage zraku u prostoriji pomoću sredstva za sušenje, dijela za hlađenje zraka isparavanjem i dijela za solarno obnavljanje (regeneraciju) sredstva za sušenje. Tekuće sredstvo za sušenje, na primjer tritilenglikol, prima vlagu iz zraka u apsorberu pri niskoj temperaturi. Hlađenje zraka odvija se u isparivačkom hladnjaku. U odvojenoj (separacijskoj) koloni na povišenoj temperaturi sredstvu za sušenje voda se oduzima strujom solarno zagrijanog zraka. U postupku s krutim sredstvom za sušenje zrak se suši prolaskom kroz nasuto zrnato sorpcijsko sredstvo (sorberent) gdje se vlažnost također odvaja pomoću solarno zagrijanog zraka. Isparavanjem vode raspršene u struji zraka, zrak se hladi. Za ponovno korištenje topline i povećanje stepena korisnosti sistema koriste se izmjenjivači toplote (mogu se primijeniti i spremnici od šljunka).

3.1.5.2.2 Solarni adsorpcijski rashladni uređaji

Ovi rashladni uređaji rade s poroznim tvarima (sorcentima), kao na primjer silikagelom, koji mogu apsorbirati velike obime para (adsorbent). Sadržaj pare u čvrstom sorcentu, ovisi o temperaturi para rashladnih tvari i pritisku adsorbenta. To omogućava adsorpciju odnosno desorpciju u adsorbentu promjenom temperature, i temelj je periodičnog sorpcijskog hlađenja.

Rashladni uređaj mora imati visoku entalpiju isparavanja. Koriste se sljedeći parovi radnih tvari: kalcijev klorid (adsorbent) - amonijak (rashladni medij), zeolit - voda, zeolit - etanol i aktivni ugalj - metanol. Najveću djelotvornost s koeficijentom hlađenja od 0,14 ima par radnih tvari aktivni ugalj - metanol.

Zeoliti su alumosilikati s kristalnom strukturom i mikroporama na kojima se mogu apsorbirati polarne molekule. Zeoliti mogu primiti više od 30 % vode, koja se dovođenjem topline opet može izdvojiti na temperaturama oko 100 °C. Na temelju te termičke desorpcije i adsorpcije vode može se napraviti spremnik za solarnu toplotu niskih temperatura.

Par radnih tvari zeolit - voda često se koristi i u dizalicama toplote. Taj par usto dobro djeluje kao spremnik, jer se kružni proces mora prekinuti nakon primanja toplote i nastavlja se koristiti tek kada se traži korisna toplota. Hladnoća (-5°C) i toplota (75°C) mogu se istodobno proizvoditi iskorištavanjem otpadne toplote konvencionalnih rashladnih strojeva. Vodenu paru u kolektoru apsorbira zeolit. Za prespajanje sa dnevnog na noćni način rada služi jedan ventil.

U ukupnom sistemu solarnog hlađenja na solarne rashladne uređaje sa suhim isparavanjem otpada oko 29 %. Za solarne rashladne uređaje sa suhim isparavanjem za adsorpciju se koriste krute tvari kao na primjer: silikagel, zeolit i sol kristala litijeva hlorida (LiCl).

U slučaju da je adsorpcijski materijal litijev hlorid, struktura materijala je celulozna, a temperatura obnavljanja (regeneracije) je ispod 70°C. U slučaju da je adsorpcijski materijal silikagel, tada je keramička struktura materijala, dok je temperatura obnavljanja (regeneracije) ispod 95°C. Kad bi adsorpcijski materijal bio titanijev silikat, tada bi temperatura obnavljanja bila nešto ispod 120°C.

3.1.5.2.3 Fotonaponsko solarno hlađenje

Fotonaponske ćelije mogu dobavljati električnu energiju za pokretanje rashladnih strojeva, neovisno o kompresorima koje isti koriste (mehaničke ili termalne kompresore). Najčešća primjena je za pokretanje sistema za hlađenje na temelju konvencionalnih mehaničkih kompresora, koji su najmanje efikasni.

Tehnologija fotonaponskih ćelija se najčešće primjenjuje za hlađenje prostora gdje je potrebna mala snaga (manja od 5 MW godišnje). Fotonaponski sistemi za napajanje opreme koja koristi električnu energiju pri hlađenju donedavno nisu bili isplativi. Razlog tome je vrlo loša djelotvornost takve opreme. Štoviše, usporedbe fotonaponskih sistema s drugim sistemima koji se koriste u procesima koje nazivamo solarno hlađenje pokazuju njihovu najmanju energetska efikasnost. Korištenjem efikasnije opreme taj odnos se može promijeniti.

3.2 Termo-solarne tehnologije (pasivna primjena solarne energije)

Za razliku od aktivne primjene sunčeve energije za šta služe toplotni i fotonaponski pretvarači sunčeve energije, pasivna primjena sunčeve energije se zasniva na izvedenim građevinskim elementima i materijalima koji trebaju biti optimalno, a ne samo estetski, oblikovani i međusobno funkcionalno povezani. Geometrijski oblik, veličina i visina zgrade, toplotni kapacitet pojedinih zidova i prostorija, toplotna zaštita zgrade i, posebno, njenih pojedinih dijelova, ostakljenost, zaštita od vjetra, kiše, vlage, ali i od sunca ljeti, fizikalna svojstva korištenih građevinskih i konstruktivnih materijala te kvalitet građenja u energetske smislu značajno utječu na udobnost boravka u takvim zgradama, ali i na njihovu ukupnu energetske potrošnju cijele godine, uz ostale vidove potrošnje, uključujući grijanje zimi i hlađenje ljeti.

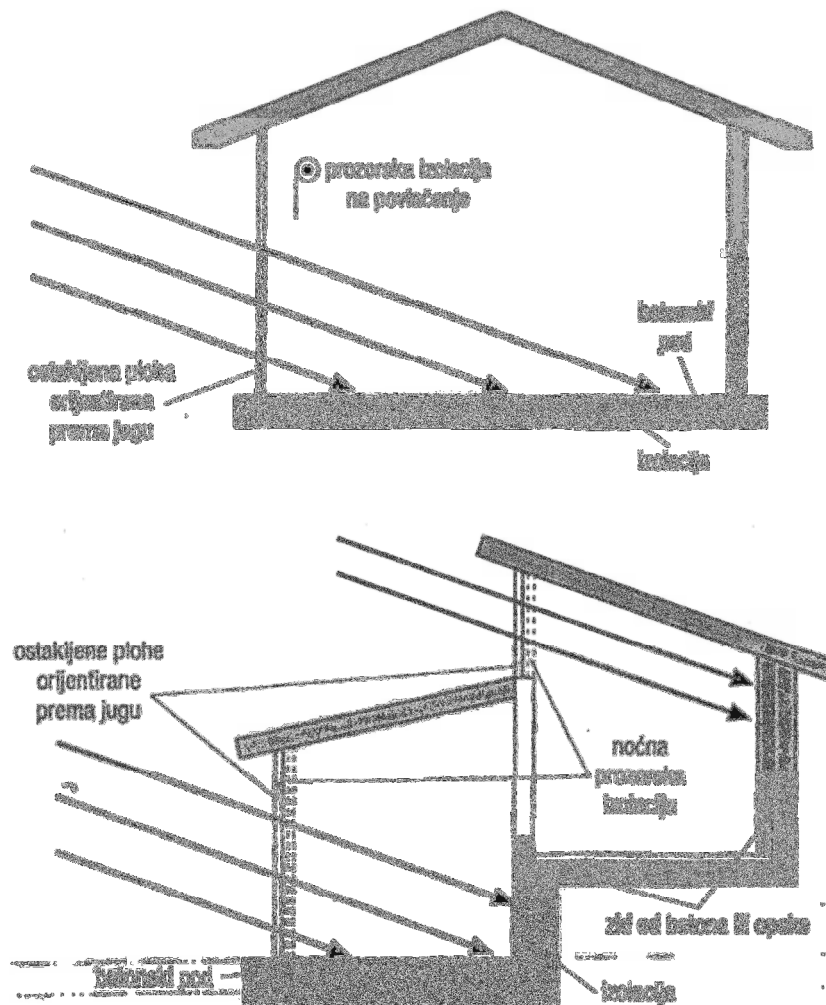
Tehnologije pasivne solarne energije apsorbiraju sunčevu energiju, pohranjuju je i distribuiraju na prirodan način (npr. prirodna ventilacija), bez korištenja mehaničkih elemenata (npr. ventilatori). Pojam „pasivna solarna zgrada“ je kvalitativni pojam koji označava zgradu koja značajno koristi sunčevu energiju kako bi se smanjila potrošnja energije za grijanje na temelju prirodnih energetske tokova zračenja, kondukcije i konvekcije. Pojam „pasivna zgrada“ se često koristi da naglasi upotrebu pasivnih energetske tokova u grijanju i hlađenju, uključujući i preraspodjelu apsorbiranih direktnih solarnih dobiti i noćnog hlađenja.

Tehnologije korištenja dnevnog svjetla su primarno pasivne, uključuju prozore, krovne prozore, zatamnivanje i reflektirajuće uređaje. Svjetski trend, posebno u tehnološki naprednim regijama, je povećan miks pasivnih i aktivnih sistema, kao što je sistem prisilnog zraka koji redistribuiše pasivne solarne dobitke u solarnoj kući ili automatski kontrolisana zatamnjenja koja optimiziraju korištenje dnevnog svjetla u zgradi.⁹

Osnovni elementi pasivnog solarnog dizajna su prozori, konzervatoriji i druga ostakljena mjesta (za korištenje sunčeve energije i korištenje dnevnog svjetla), termalna masa, zaštitni elementi i reflektori. Kombinacijom tih osnovnih elemenata mogu se dobiti različiti sistemi: sistemi sa direktnim dobitkom (npr. korištenje prozora u kombinaciji sa zidovima koji posjeduju mogućnost skladištenja energije, solarnih dimnjaka, kao i hvatači vjetra), sistemi s indirektnim dobitkom (npr. Trombeovi zidovi), sistemi sa mješovitom dobiti (kombinacija sistema sa direktnim i indirektnim dobitkom, kao što su konzervatoriji, osunčane prostorije i staklenici), i sistemi sa izolovanom dobiti. Pasivne tehnologije su integrisane u zgradu i mogu uključivati sljedeće komponente:

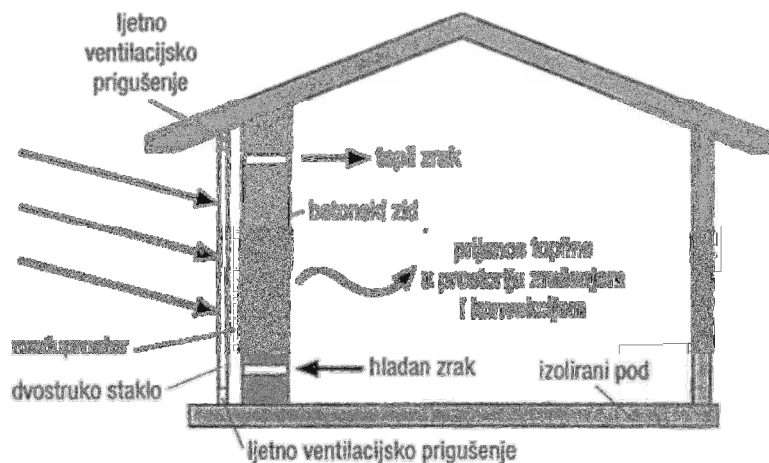
- Prozori s visokim propuštanjem sunčevih zraka i visokom toplotnom otpornošću okrenuti što je više moguće prema ekvatoru mogu se koristiti kako bi se povećala količina direktnih solarnih dobiti u stambenom prostoru, dok smanjuju toplotne gubitke kroz prozore u sezoni grijanja i toplotne dobitke u sezoni hlađenja. Krovni prozori se također često koriste za dobijanje dnevnog svjetla u zgradama i u sunčanim prostorijama. Najjednostavniju mogućnost za pasivnu primjenu solarne energije predstavlja direktan prodor sunčevog zračenja u dnevnu sobu, pri čemu se zagrijavaju masivne površine betonskog poda i sjevernog zida, koji u večernjim satima postepeno otpuštaju toplotu i tako griju unutrašnjost zgrade (Slika 23).

⁹ D.Arvizu et al, 2011: Direct Solar Energy. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA



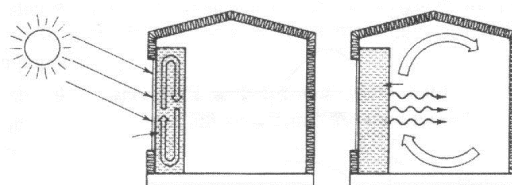
Slika 23. Direktno grijanje prostorija primjenom pasivne solarne arhitekture

- Toplotni spremnik integriran u zgradu, obično nazvan termalna masa, može biti osjetljivi toplotni spremnik od betonskog materijala ili cigle, ili latentni toplotni spremnik od „phase-change“ materijala. Najčešći tip toplotnog spremnika je sistem direktne dobiti u kojem termalna masa na odgovarajući način raspoređena u stambenom prostoru, te apsorbira direktnu solarne dobitke. Spremnik je posebno važan jer obavlja dvije bitne funkcije: pohranjuje apsorbiranu direktnu sunčevu energiju za sporo oslobađanje, i održava zadovoljavajuće uslove toplotne udobnosti ograničavanjem maksimalnog porasta operative sobne temperature. Umjesto toga se može koristiti kolektorski zid za pohranu, poznat kao Trombeov zid, u kojem se termalna masa nalazi neposredno uz staklo, s mogućom cirkulacijom zraka između šupljine zidnog sistema i sobe. Međutim, ovaj sistem nije u potpunosti prihvaćen jer ograničava pogled na vanjsku okolinu kroz dispoziciju prozorskih otvora. Hibridni toplotni spremnik sa aktivnim punjenjem i pasivnim ispuštanjem toplote također se može koristiti u dijelu solarne zgrade gdje se također koristi masa sa direktnim dobitkom. Izolovani toplotni spremnik pasivno spojen na fenestracijski sistem ili sunčanu prostoriju je druga opcija u pasivnom dizajnu.



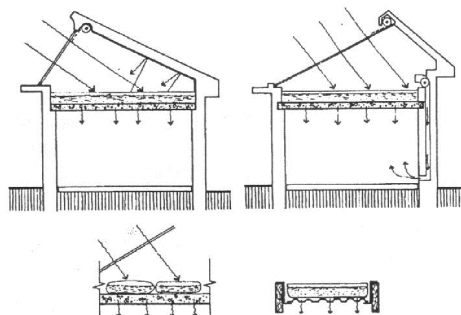
Slika 24. Trombeov (masivni) zid za indirektno grijanje prostorije sunčevom energijom

Umjesto Trombeovog zida u svijetu se sve više pokušava sa korištenjem transparentnog vodenog zida koji je poznat pod nazivom transvol. Voda u toku dana cijelom svojom zapreminom apsorbira sunčevo zračenje, a noću ga zračenjem predaje unutrašnjosti kuće. Arhitektura ovog sistema zahtjeva južnu zastakljenu fasadu otvora, iza kojih bi bili postavljeni vodeni kontejneri različitih oblika (kubasti, pravougaoni, valjkasti, itd). Šematski prikaz ovog arhitektonskog rješenja dat je na Slika 25.¹⁰



Slika 25. Vodeni zid kao apsorber i skladište toplote

- Još jedan koristan sistem pasivnog zahvata solarne energije je preko krovnih površina. Ispod krovne konstrukcije postave se termoakumulativni elementi po principu Trombeovog ili vodenog zida koji akumuliraju toplotnu energiju i zrače je preko tavana u unutrašnjost objekta.



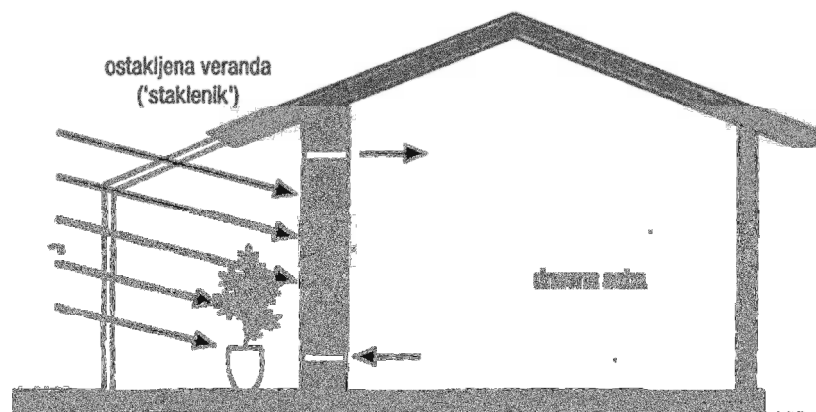
Slika 26. Zahvat solarne energije krovnim plitkim bazenima

¹⁰ Lazar Đokić, Marko Lišanin: Solarna arhitektura kao rješenje za povećanje energetske efikasnosti stambenih objekata

- Tehnologije dnevne svjetlosti i napredni kontrolni solarni sistemi, kao što je automatski kontrolisano zamračivanje (interno, eksterno) i fiksni uređaji za zamračivanje, su posebno pogodni za aplikacije dnevne svjetlosti u radnim prostorijama. Ove tehnologije uključuju elektrohromatske i termohromatske premaze i novije tehnologije kao što su transparentni fotonaponski sistemi, koji, pored funkcije pasivnog prenosa dnevne svjetlosti, također generišu električnu energiju. Dnevna svjetlost je kombinacija čuvanja energije i pasivnog solarnog dizajna. Cilj je postići što je više moguće od prirodne dnevne svjetlosti koja je dostupna. Tradicionalne tehnike uključuju: „shallow-plan“ dizajn, dopuštajući dnevnom svjetlu da proдре u sve prostorije i hodnike; svjetlosne bunare u središtu zgrade; krovna svjetla; visoke prozore, koji omogućavaju svjetlosti da proдре duboko u sobe; rasvjetu direktno iznad radnog mjesta, a ne osvjetljavanje cijelog interijera zgrade; i duboke prozore koji otkrivaju i osvjetljavaju površine soba kako bi smanjiti rizik od odsjaja.
- Solariji, također nazvani i sunčani prostori, su posebna vrsta pasivnog solarnog sistema direktne dobiti, ali sa najviše transparentnih površina, tj. napravljeni od fenestracija. Solariji postaju sve atraktivniji i za prilagođavanje postojećih kuća i kao integralni dijelovi novih zgrada. Glavna pokretačka snaga ovog rasta je razvoj novih naprednih energetski efikasnih ostakljenja.

Za razliku od direktnih solarnih doprinosa u slučaju ostakljenih ploha okrenutih u jedan od mogućih smjerova između jugoistoka ili jugozapada ili indirektnih doprinosa od Trombeovog zida, ostakljena veranda ispred južnog zida zgrade predstavlja kombinaciju oba slučaja. Ona se direktno grije suncem, a unutrašnjost zgrade indirektno zrakom izloženim zimskoj insolaciji (Slika 27). U tom slučaju je nužna noćna toplotna izolacija transparentnih ploha.

Kako bi se spriječilo pregrijavanje ljeti, nužna je dobra bočna ventilacija takvog staklenika, a posebno su važni otvori na obje strane koji moraju biti pri vrhu verande kako bi se odvodio topli zrak.



Slika 27. Ostakljena veranda („staklenik“) kao pasivni sistem za grijanje sunčevom energijom

Neka osnovna pravila za optimizaciju korištenja pasivnog solarnog grijanja u zgradama su: građevine trebaju biti dobro izolovane kako bi smanjili ukupne toplotne gubitke, trebaju imati osjetljiv, efikasan sistem grijanja, trebaju biti okrenute prema ekvatoru, tačnije staklene površine trebaju biti koncentrisane na ekvatorijalnoj strani, kao i glavne dnevne sobe, dok prostorije kao što su kupaonice trebaju biti na suprotnoj strani, treba izbjegavati sjene od strane drugih zgrada u

korist esencijalnog srednjejimskog sunca, a zgrade bi trebale biti „toplotno masivne“ kako bi se izbjeglo pregrijavanje ljeti i tokom određenih sunčanih zimskih dana.

Jasno je da se pasivne tehnologije ne mogu odvojiti od same zgrade. Zato kada procjenjujemo doprinos pasivnih solarnih dobitaka, treba razlikovati sljedeće: 1) zgrade posebno dizajnirane da iskoriste direktne dobiti od sunca pomoću pasivnih sistema, ovdje definisane kao solarne zgrade, i 2) zgrade koje koriste solarne dobitke kroz gotovo ekvatorijalno okrenute prozore, a ovakva orijentacija je više slučajna, nego prema dizajnu.

U većini podneblja, ukoliko se ne koristi efikasna kontrola solarne dobiti, može se javiti potreba za hlađenjem prostora tokom ljeta. Međutim, potreba za mehaničkim hlađenjem često može biti eliminisana projektovanjem pasivnog hlađenja. Tehnike pasivnog hlađenja temelje se na korištenju tehnika toplotne i solarne zaštite, pohrane toplote u termalnoj masi i tehnikama rasipanja toplote. Specifičan doprinos tehnika pasivne solarne i očuvanja energije snažno ovisi o klimi. Kontrola solarnih dobiti je posebno važna tokom pred i post sezona kada se može javiti potreba za grijanjem. Pri usvajanju prostora sa većim prozorima -omogućenih njihovom visokom toplotnom otpornošću – aktivna kontrola solarnih dobiti postaje važna u solarnim zgradama i zbog toplotnih i zbog vizuelnih razloga.

3.3 Hibridne tehnologije

Fotonaponski/termalni hibridni solarni kolektor (skraćeno: PV/T kolektor) predstavlja kombinaciju fotonaponskih (PV) i solarno-termalnih (T) komponenti/sistema koji proizvode oboje, električnu energiju i toplotu, iz jedne integrisane komponente. PV sistemi pretvaraju u prosjeku manje od 20% sunčeve svjetlosti u električnu energiju. Ostatak se pretvara u toplotu. Korištenje ove neiskorištene energije predstavlja generalni koncept hibridnih sistema. Kroz primjenu sistema koji mogu pružiti oboje (toplotnu i električnu energiju), energetski prinos po jedinici površine krova ili fasade može biti znatno povećan. Daljnje prednosti se ogledaju u korištenju prenosa toplote iz PV-modula, poboljšanju efikasnosti pretvaranja solarne ćelije, povećanju električne proizvodnje i slično.¹¹

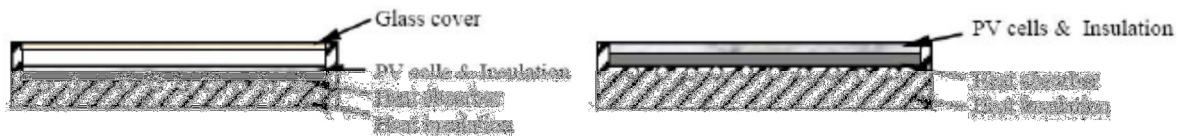
PV/T kolektor, najvažnija komponenta u hibridnom PV/T sistemu, se sastoji od solarne ćelije/modula montiranog na vrhu toplotnog apsorbera. Hibridni sistemi su podijeljeni u dvije grupe:

- Tekući PV/T kolektori koji proizvode oboje, toplu vodu i električnu energiju;
- Zračni PV/T kolektori koji su integrisani u zgradu instaliranjem na fasadu ili krov zgrade kako bi pružili topli ventilacijski zrak, kao i električnu energiju.

U aplikacijama, tekući PV/T kolektor se može podijeliti u dvije kategorije: ostakljeni i neostakljeni PV/T kolektor. Slika 28. prikazuje osnovnu strukturu ostakljenog i neostakljenog PV/T kolektora. Ostakljeni PV/T kolektor sa staklenim pokrovom može proizvesti više toplotne energije ali ima neznatno niži električni prinos, dok neostakljeni PV/T kolektor bez staklenog pokrova proizvodi manje termalne energije, ali više električne energije. Kao što je prikazano na Slika 28, neostakljeni kolektor ima jednostavniju strukturu i sastoji se od solarnih fotonaponskih ćelija ili modula na vrhu i

¹¹ Toh Peng Seng, Jiang Fan, Goh Leag Huab: Solar Photovoltaic/Thermal (PVT) Test-bed, 2012

termalnog apsorbera na dnu. To donosi relativno manje termalne energije zbog više toplotnih gubitaka konvekcijom na prednjoj površini i posjeduje nižu ukupnu efikasnost pretvaranja od ostakljenog kolektora. Glavne prednosti neostakljenog nad ostakljenim PV/T kolektorom su jednostavnija struktura, jednostavnija proizvodnja i niža cijena. Jednostavnost jeftinog neostakljenog PV/T kolektora je uravnotežena sa obično nižom termalnom performansom zbog velike termalne rezistentnosti između tekućine i PV ćelije (slojevi laminata, adhezijska veza, nepravilnosti u ravnini apsorbera, mogući mjehurići zraka ili suhi kontakti, konfiguracija izmjenjivača toplote); dok praznine između PV ćelije u komercijalnim PV modulima rezultiraju smanjenom apsorpcijom sunčevog zračenja u području blendi.



Slika 28. Osnovna struktura tekućeg PV/T kolektora: tekući ostakljeni kolektor (lijevo) i tekući neostakljeni kolektor (desno)

Detaljan pregled komercijalno dostupnih PV/T tehnologija je prikazan u Tabela 5 i Tabela 6.

Tabela 5. Pregled prednosti različitih PV/T tehnologija

	Troškovi modula	Pouzdanost	Tržišni potencijal	Mogućnost integracije u zgrade	Ekonomičnost sistema	Estetika
Tekući ostakljeni moduli			++	+	+	
Tekući neostakljeni moduli		+	+	+	+	+
Zračni ostakljeni moduli	+			+	+	
Zračni neostakljeni moduli	+	++		+	+	+
Ventilirane PV fasade	++	++		+	+	+
PV/T koncentratori	+				+	

Tabela 6. Tržišni segmenti PV/T tehnologija: Buduća tržišta: +++, specijalizovani segmenti tržišta: ++ i +

Tržište	Vrsta aplikacije	Tekući ostakljeni moduli	Tekući neostakljeni moduli	Tekući neostakljeni moduli sa toplotnom pumpom	Zračni ostakljeni moduli	Zračni neostakljeni moduli	Ventilirane PV fasade	PV/T koncentratori
Potrošači	Potrošna topla voda u domaćinstvu	+++						
	Grijanje domaćinstva i topla voda u domaćinstvu	+		+++	+			
	Zajednička topla voda	++						+++
	Zajedničko grijanje prostorija i topla voda	++						+
	Grijanje bazena		+++					
Tercijarno	Zajednička topla voda	++						++
	Zajedničko grijanje prostorija i topla voda	+		+				+
	Grijanje poslovnih prostora	+		++	+++	+++	+++	
	Solarno hlađenje				+	+	++	++
	Javno grijanje bazena	++	++					
Poljoprivreda	Solarno sušenje				+	+		

Tržište	Vrsta aplikacije	Tekući ostakljeni moduli	Tekući neostakljeni moduli	Tekući neostakljeni moduli sa toplotnom pumpom	Zračni ostakljeni moduli	Zračni neostakljeni moduli	Ventilirane PV fasade	PV/T koncentratori
	Topla voda	+	+					
Industrija	Industrijski toplotni proces	+	+					+
	Industrijsko grijanje prostora			+		+	+	
	Solarno hlađenje							+

3.4 Inovacije na tržištu

Posljednjih par decenija sakupljanje i korištenja solarne energije steklo je i širu pažnju javnosti, a proizvodnja tehnologija i njihova komercijalna upotreba je u porastu. Međutim, razvoj tehnologije nije bez izazova i prepreka. U nastavku su navedena neka od istraživanja, inovacija i otkrića koja bi mogla da pokrenu revoluciju u korištenju solarne energije.¹²

3.4.1 Minijaturizacija solarnih ćelija

Istraživanje i razvoj solarnih ćelija prvenstveno su fokusirani na efikasniju konverziju energije. Solarni paneli koji su trenutno u upotrebi ekonomski su pristupačni i isplativi, međutim cilj naučnika i inženjera je da se nivo efikasnosti dovede do 80%. U informatici, moto za dizajn mikročipova „manje je bolje“ (eng. smaller is better) dao je izvanredne rezultate. Istraživači solarnih ćelija smatraju da se isti moto može primijeniti i u ovoj oblasti. „Sprej solarnih ćelija“ (eng. spray on solar cells) i „Silicijumska solarna tinta“ (eng. silicon based solar ink) su izumi koji su dosad postigli zavidne rezultate. Prskanje solarnih ćelija oslanja se na nanomaterijale koji upijaju svjetlost (spoj bakar-indium-galijum-selenid ili CIGS) i 10.000 puta su manje od vlasi kose. Silicijumska tinta se zasniva na istom principu i trenutno je na 18% efikasnosti, međutim očekuje se njeno povećanje.

3.4.2 Solarni toranj

Oslanjajući se na jednostavan fizički princip da „topao vazduh ide gore“ dizajneri su se posvetili prikupljanju sunčeve toplote kako bi podigli temperaturu vazduha. Ovo se postiže pomoću staklenika koji okružuju toranj. Kada zrak postane dovoljno vreo, prostruji kroz turbine, koje se nalaze unutar „dimnjaka“. Enviro Mission, kompanija odgovorna za projekat, predviđa da bi ovakva moderna elektrana mogla da generiše oko 200 MW električne energije. Dva solarna tornja ovoga tipa trebala su biti izgrađena u Arizoni (SAD) i Australiji do 2012. godine, ali izgradnja još uvijek nije završena. S druge strane, Španija je još 2007. godine imala dovršen prototip prvog solarnog tornja, s tom razlikom što je princip rada zasnovan na proizvodnji pare uz pomoć velike toplote, a ne na mehaničkom pokretanju turbina pomoću toplog vazduha.

Jedan od najvećih nedostataka solarnog tornja je taj što bi bilo potrebno da prođe 10 ili više godina prije nego se investicija isplati. Međutim, zahvaljujući činjenici da je projekat povoljan po životnu sredinu (nulta emisija CO₂), uspio je da privuče investitore. Veće pitanje je sama veličina kompleksa i indeks Sunca. Samo države sa velikim nenaseljenim površinama i solidnim indeksom sunca godišnje mogu da najviše dobiju od ove ideje.

¹² <http://logoetika.blogspot.com/2012/12/solarna-energija-inovacije-za-buducnost.html>



Slika 29. Solarni toranj

3.4.3 Solarna ostrva

Koncept „solarna ostrva“ razvila je kompanija CSEM (Švajcarska). Ogromne instalacije (5 km prečnik, 20 m visina) će biti sagrađene u pustinjama ili dizajnirane tako da plove po moru. Cilj ovog projekta je da iskoristi sunčevu svjetlost kako bi vodu pretvarao u paru. Tankeri pod visokim pritiskom usmjeravaju paru u turbine koje će uspjeti da generišu i do 1GW struje.



Slika 30. Solarna ostrva

3.4.4 Solarne kuće i „Plus-Energy“ dizajn

Korištenje solarne energije u kućama i stanovima je u porastu. Kupovina fotonaponskih solarnih panela površine 2-3 m² se dugoročno dosta isplati. U skladu s tim, moguće izgraditi kuću koja bi ne samo sakupljala energiju Sunca, već i proizvodila više energije nego što troši. Takav način izgradnje zove se „Plus Energy design“. Godine 1994. njemački arhitekta Rolf Disch uspio je u ovoj zamisli kada je izgradio „Heliotrop“ (Slika 31). Heliotrop koristi najsavremenija naučna znanja u svrhu zaštite sredine i osnaživanja ekonomije. Energija koju kolektori ugrađeni u kuću skupe, koristi se za struju, grijanje i toplu vodu. Kuća se okreće oko svoje ose kako bi pratila sunce i sakupila što više energije. U zavisnosti

od doba godine, Heliotrop proizvodi od 4-6 puta više energije nego što troši. Do sada su izgrađena 3 Heliotropa i svi se nalaze u Njemačkoj.



Slika 31. Heliotrop, Frajburg, Njemačka

Još jedan dobar primjer ovakvog modela izgradnje je „Solarna kuća Mejn“ koja godišnje uspeva da proizvede preko 4.000 kW/h električne energije. Proizvedena električna energija se preko „feed-in“ tarife prodaje državi ili privatnoj firmi. Ugovor sa državom o „feed-in“ tarifi, gdje država plaća domaćinstvo po kilovat satu proizvedene električne energije, ne postoji u svim zemljama svijeta. Ipak, kako vrijeme odmiče pretpostavlja se da će sve više zemalja ozakoniti ovakav program.



Slika 32. Solarna kuća Mejn

3.4.5 Solarna energija u svemiru

1999. godine NASA je u programu SERT (eng. Space Solar Power Exploratory Research and Technology) zaključila da proizvodnja solarne energije u svemiru može da bude dobra prilika za energetske potrebe čovječanstva. Količina energije koja se da može sakupiti u Zemljinoj orbiti je za 144% veća od količine koja se može sakupiti u biosferi. Još jedna prednost ovakvog načina je ta što

vremenski uslovi ne bi predstavljali problem. Kompanija EADS Astrium planira da lansira prvi test-satelit koji će i konačno potvrditi da li je sakupljanje solarne energije u svemiru isplativo.

3.5 Analiza mogućnosti primjene fotonaponskih (PV) i termo-solarnih (TS) sistema u javnim zgradama

Sunčeva energija u javnim zgradama može se primijeniti na dva načina i to kroz direktno pretvaranje u električnu i toplotnu energiju. Pri tome se električna energija dobiva pomoću PV sistema, a toplotna pomoću TS sistema.

3.5.1 Osnovni elementi solarnog sistema u javnim zgradama

3.5.1.1 Osnovni elementi PV sistema u javnim zgradama

Osnovni elementi PV sistema su:

- Fotonaponski moduli,
- DC-AC invertori,
- Kablovi za spajanje,
- Nosači za fotonaponske module.

Ukoliko se radi o samostalnom (autonomnom) PV sistemu koji za svoj rad ne zahtijevaju spoj na električnu mrežu ili o hibridnom PV sistemu neophodni su:

- Regulator punjenja PV sistema i
- Baterije koje služe kao spremnik električne energije.

Fotonaponski moduli

Fotonaponska ćelija je elektronski element koji Sunčevu energiju koja upada na plohu ćelije pretvara direktno u električnu energiju po principu fotonaponskog efekta. Za ispravan izbor fotonaponskih ćelija u javnim zgradama potrebno je poznavati parametre ćelija od kojih je načinjen. Strujno-naponska (I-U) karakteristika fotonaponske ćelije prolazi kroz tri karakteristične tačke u kojima su definisani osnovni parametri fotonaponske ćelije:

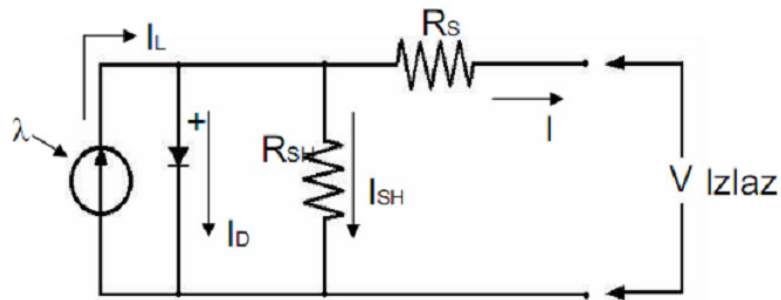
1. Struja kratkog spoja I_{ks} – struja koja teče kad je napon na stezaljkama fotonaponskih ćelija jednak nuli;
2. Napon otvorenog kruga (praznog hoda) U_{ok} – napon koji postoji na stezaljkama fotonaponske ćelije u režimu otvorenog kruga (tj. kada je $I = 0$);
3. Tačka maksimalne snage P_m – tačka u kojoj fotonaponska ćelija daje najveću moguću snagu. Maksimalna snaga P_m odgovara površini najvećeg pravougaonika koji se može ucrtati u I-U karakteristiku. U tački maksimalne snage P_m , vrijednost struje je I_m , a napona U_m .

Osim navedenih parametara, za izbor PV ćelija bitni su i sljedeći parametri:

- karakteristični otpor PV ćelije,

- stepen korisnog dejstva PV ćelije,
- spektralni odziv PV ćelije,
- zavisnost spektralnog odziva od širine zabranjenog pojasa i
- zavisnost navedenih parametara od temperature.

PV ćelija se predstavlja pomoću ekvivalentne sheme:



Slika 33. Ekvivalentna shema PV ćelije

Struja I je jednaka struji I_L koju proizvodi Sunčeva svjetlost umanjena za zanemarivu struju diode I_D i struju šenta I_{SH} . Serijski otpor R_s predstavlja unutrašnji otpor toka struje, a otpor šenta je obrnuto proporcionalan rasipnoj struji prema zemlji.

Prema tehnologiji izrade, PV ćelije se mogu podijeliti u dvije glavne grupe:

- Ćelije bazirane na pločicama kristala silicijuma (monokristalnog i polikristalnog silicijuma),
- Ćelije bazirane na tankoslojnoj tehnologiji, kao što su tankoslojni silicijum, bakar/indijum/galijum-selenid/sulfid, amorfni silicijum i kadmijum-telurid.

Prva komercijalna fotonaponska ćelija od kristala silicijuma izrađena je 50-ih godina prošlog vijeka, a do danas je tehnologija proizvodnje fotonaponskih modula baziranih na kristalima silicijuma ostala u prednosti u odnosu na module izrađene u tankoslojnoj tehnologiji.

Fotonaponske ćelije od kristala silicijuma se izvode u više morfoloških oblika, kao monokristalne i polikristalne. U područjima BiH i Srbije obično se ugrađuju polikristalne ćelije sa visokim stepenom iskorištenosti za kontinentalna područja, te područja pod maglom. Otpor ovih ćelija pri visokim temperaturama je smanjen.

Fotonaponski moduli se sastoje od niza solarnih ćelija koje se povezuju serijski, paralelno ili najčešće kombinacijom oba načina. Time se postiže željena vršna snaga (75, 100, 120 W vršnih itd.) i radni napon modula (npr. 12 ili 24 V).



Slika 34. Solarni modul Schuco MPE 204 PS 09

DC/AC invertori

DC/AC inverter vrši konverziju proizvedene istosmjerne električne energije u naizmjeničnu električnu energiju i upravljanje proizvodnjom, tako da inverter zapravo predstavlja centralnu jedinicu solarnog sistema.



Slika 35. DC/AC inverter Schuco WR SGI 25k Home

Kod PV sistema u javnim zgradama u inverteru je fizički i funkcionalno integrisan glavni prekidač. Glavni prekidač obezbjeđuje isporuku električne energije koja odgovara zahtjevima kvaliteta propisanim u Opštim uslovima za isporuku električne energije i standardu EN 50160. U slučaju promjene napona i frekvencije van dozvoljenih granica, glavni prekidač automatski isključuje proizvodni pogon i odvaja ga od elektrodistributivnog sistema. Glavni prekidač solarne elektrane posjeduje i integrisane funkcije zaštite koje su određene Tehničkim preporukama od strane elektrodistribucija:

- Naponska zaštita: prenaponska zaštita ($U >$) i podnaponska zaštita ($U <$),
- Frekventna zaštita: nadfrekventna zaštita ($f >$) i podfrekventna zaštita ($f <$),
- Prekostrujna zaštita ($I >$).

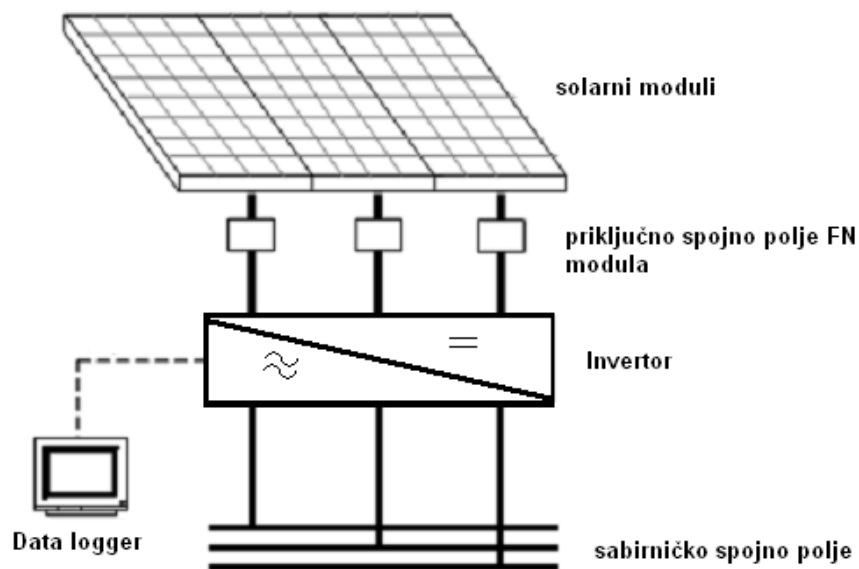
Izlazni napon na inverteru mora biti u granicama $\pm 5\%$ nominalnog napona, frekvencije $50\text{Hz} \pm 0,5\text{Hz}$.

U PV sistemima u javnim zgradama uobičajeno je da se invertoru pridruži i uređaj za nadzor mreže (eng. Data logger).



Slika 36. Data logger Schuco Sunalyzer Web PR

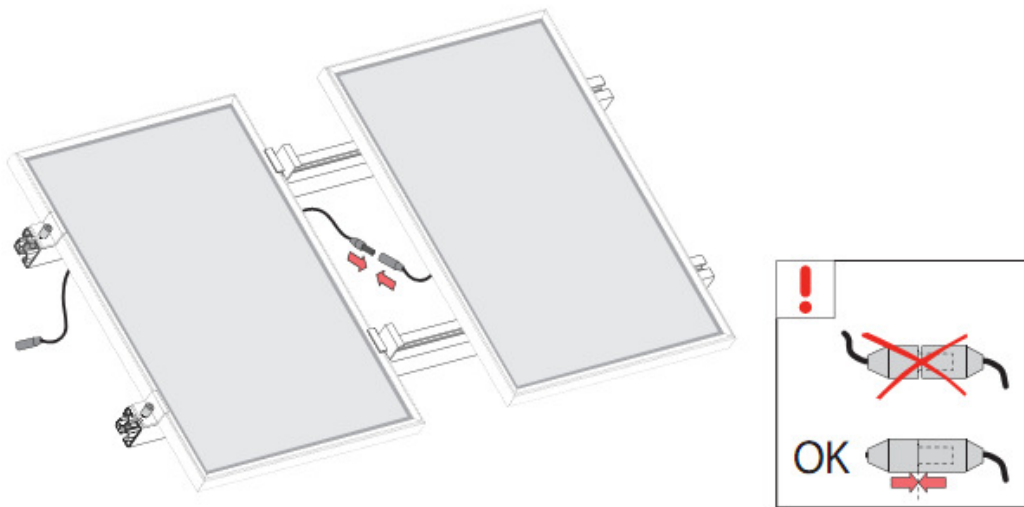
Data logger služi kao povratna veza prema proizvođaču, u koji se pohranjuju sve bitne električne veličine i registruje proizvedena električna energija. Primjer priključenja Data logger-a prikazan je na sljedećoj slici.



Slika 37. Pridruživanje Data logger-a DC/AC invertoru

Kablovi za spajanje

Za međusobno spajanje fotonaponskih modula na javnim zgradama koriste se gumeni kablovi tip H07RN-F (EPN-50), nazivnog napona 450/750 V, zbog atmosferskih uticaja poput kiše, sunčevog zračenja i visoke temperature što je veoma karakteristično za područja BiH i Srbije.



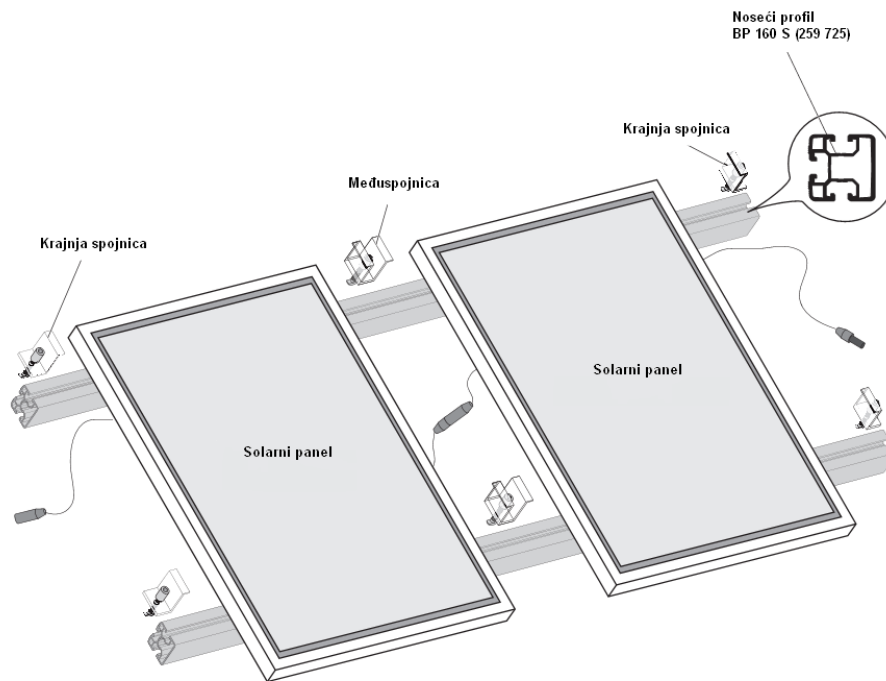
Slika 38. Spajanje kablova fotonaponskih modula

Građa kabla H07RN-F (EPN-50) je od finožičnog (pokositrenog) provodnika s izolacijom od posebne gumene smjese i plaštem od hloroprenske gume. Zahvaljujući izvanrednoj mehaničkoj čvrstoći H07RN-F kabal se koristi pri srednjim i teškim mehaničkim opterećenjima, u suhim i vlažnim uslovima, u uslovima viših temperatura od standardnih i velikom Sunčevom zračenju, u slobodnom prostoru i pogonima gdje postoji opasnost od eksplozija. H07RN-F kabal se obično ugrađuje u javnim zgradama i koristi do napona od 1 kV.

Za vezu između AC ormara i ormara obračunskog mjerenja obično se koristi kabal PP00-Y, koji se polaže u cijev kroz zid pogonske prostorije.

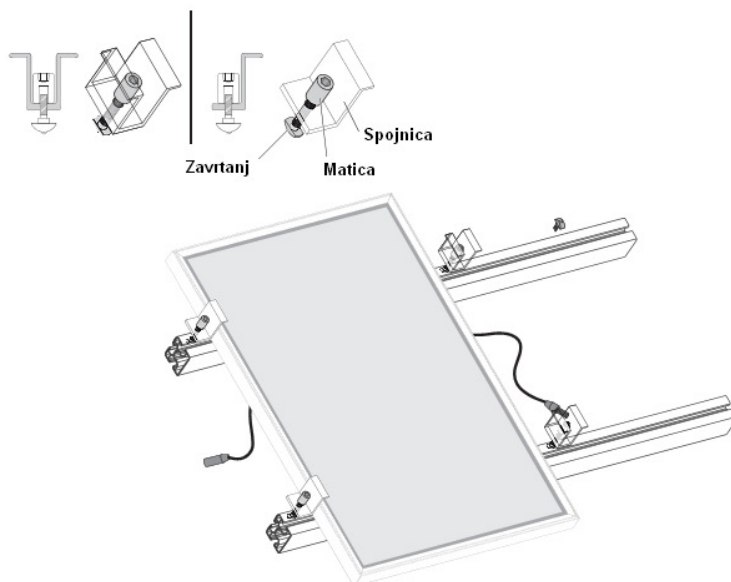
Nosači fotonaponskog modula

Fotonaponski moduli sa podkonstrukcijom od eloksiranog aluminijuma čine solarni modul koji se kao slobodnostojeći postavlja na krov javne zgrade. Dijelovi nosača za montažu solarnih modula prikazani su na sljedećoj slici.



Slika 39. Dijelovi nosača za montažu solarnih modula

Bazni aluminijski profil - podkonstrukcija se fiksira na krovnu oblogu od trapeznog lima fiksira preko tzv. trapezhaltera zavrtnjima sa gumenom spojnicom namijenjenom za trapezne limove, sve prema arhitektonskom dijelu projekta. Primjer montaže solarnog modula prikazan je u nastavku.



Slika 40. Primjer montaže solarnih modula

Kontrolor punjenja

Kontrolor punjenja je elektronski uređaj kojim se reguliše napon punjenja solarnih baterija. Kada napon dostigne 14,4 V isključuje se punjenje, a kada usljed potrošnje opadne na 13,4 V regulator uključuje punjenje.



Slika 41. Kontrolor punjenja

U slučaju velike potrošnje, kada napon akumulatora dođe do kritične tačke od 10,5 V (ispod koje bi došlo do nepovratne hemijske reakcije i do velikog smanjenja kapaciteta), uloga kontrolora je da isključi potrošače.

Solarne baterije

U samostalnim ili hibridnim solarnim električnim sistemima baterije se koriste za skladištenje energije kako bi se koristila noću i u dane smanjene insolacije, a mogu biti:

- Olovne, punjene kiselinom,
- Suhe, nikel-kadmijumske (Ni-Cd).

Olovne i Ni-Cd baterije mogu biti otvorene i zatvorene. Otvorene baterije se moraju održavati, odnosno mora se dodavati destilovana voda u pojedine ćelije, čime se nadoknađuju gubici vode koji nastaju elektrolizom. Zatvorene baterije ne treba održavati i dopunjavati vodom.

Solarne baterije predstavljaju tehnološki usavršen proizvod čije karakteristike omogućavaju sistemu dug radni vijek i prilagođene su stalnom punjenju i pražnjenju. Solarni električni sistemi koji se koriste za obezbjeđivanje električne energije kad trenutno ne postoji električna mreža sadrži baterije.



Slika 42. Solarna baterija

Najčešći nominalni napon baterija je 12V. Ako su baterije nove i istog tipa i veličine možemo ih povezati u cilju dobivanja većeg kapaciteta baterije.

3.5.1.2 Osnovni elementi TS sistema u javnim zgradama

Solarni sistemi koji se koriste za pripremu i potrošnju tople vode kao osnovni izvor energije koriste emitovanu Sunčevu toplotu, odnosno Sunčevu energiju. Solarni sistemi za grijanje u najvećem broju slučajeva se koriste kao dodatni izvori toplote, dok kao osnovni služe gasni ili električni kotlovi. Njihova

upotreba u vidu primarnog energetskog izvora je rijetka i ograničena na područja s dovoljnom količinom Sunčevog zračenja tokom cijele godine, u kojima su istovremeno i klimatski uslovi povoljniji pa je i sezona grijanja kratka. Iz tog razloga takvi solarni sistemi se najviše koriste za pripremu i potrošnju tople vode. Osnovni elementi TS sistema u javnim zgradama za zagrijavanje prostora ili potrošne sanitarne vode sastoji se od:

- receptora Sunčeve energije (solarni kolektor),
- solarnog spremnika,
- pumpe,
- regulacione jedinice solarnog sistema te armature,
- cijevnog razvoda i toplotne izolacije i
- radnog medija.

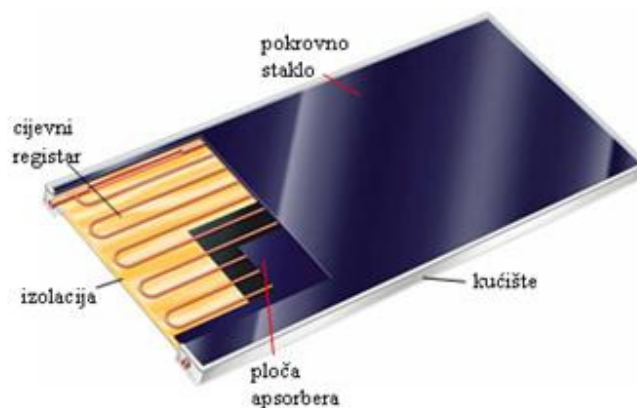
Solarni kolektori

Solarni kolektori apsorbiraju i prikupljaju Sunčevu energiju. Dozračena Sunčeva energija prolazi kroz providnu površinu kolektora, koja propušta zračenje samo u jednom smjeru te se pretvara u toplotu, koja se predaje prikladnom prenosniku toplote (solarna radna tvar). Solarna radna tvar (voda) prenosi toplotu u akumulator toplote (solarni spremnik). Prema temperaturi radnog fluida i oblika prijemnika, razlikuju se:

- ravni pločasti solarni kolektori i
- solarni kolektori s vakuumskim cijevima.

Ravni pločasti kolektori namijenjeni su prvenstveno za sisteme zagrijavanja potrošne tople vode te za sisteme centralnog grijanja s akumulacijom toplote i bazene. Osnovni dijelovi ravnog pločastog kolektora su:

- apsorber,
- pokrivka,
- kućište,
- cijevi,
- termoizolacija solarnog kolektora.



Slika 43. Dijelovi ravnog pločastog kolektora

Apsorber je najvažniji element ravnog kolektora i za potpunu apsorpciju toplotnog (infracrvenog) dijela Sunčevog spektra i njegovo pretvaranje u korisnu toplotu. Sastoji se od cijevi integrisanih u ploču, koja cjelokupnom površinom prima zračenje Sunca. Za dobar apsorber vrijede sljedeći odnosi:

$$\alpha + \varepsilon + \tau = 1,$$

$$\alpha \gg \varepsilon \text{ i } \tau = 0$$

pri čemu su:

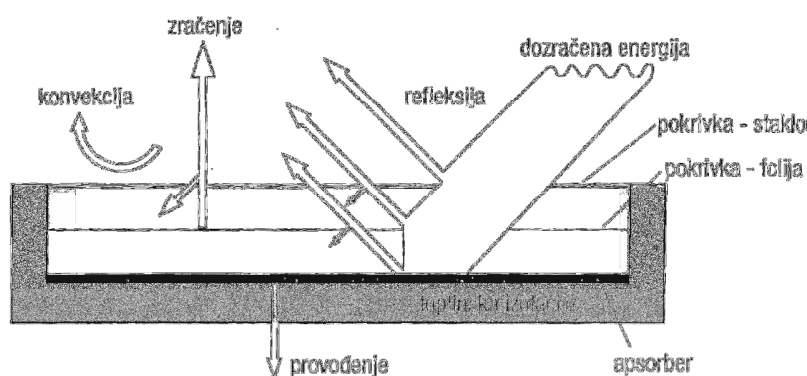
α - koeficijent apsorpcije apsorbera,

ε - koeficijent emisije apsorbera,

τ - koeficijent transmisije apsorbera.

Dobar apsorber ima vrlo mali koeficijent ponovne emisije IC zračenja ($\varepsilon < 0,08$), ali istovremeno veliki odnos α/ε ($\alpha/\varepsilon > 10$). Osim navedenog od presudne važnosti za dobar rad je i ostvarivanje dobrog termičkog kontakta između cijevi i ploče, kako bi otpor provođenju toplote bio što manji. Zbog toga se najčešće izrađuje od bakra i aluminijuma. Obavezno je da bude mat crne boje, sa selektivnim premazima, da bi se apsorbovala što je moguće veća količina zračenja Sunca koje dopijeva do prijemnika. Zračenje reflektovano od površine PSE predstavlja neiskorišteni dio ukupnog dospjelog zračenja.

Pokrivka ima ulogu kao i apsorber - selektivnost u odnosu na pojedine dijelove spektra zračenja. Pokrivka se izrađuje od plastike ili stakla. Treba da obezbijedi maksimalan prolazak energije zračenja Sunca do apsorbera, zadrži dozračenu energiju u prostoru kolektora i da smanji gubitke zračenjem. Istovremeno, mora biti otporna na mehanička opterećenja i treba da štiti apsorber od atmosferskih uticaja. Zbog navedenog, staklena pokrivka je najbolje rešenje, jer ne mijenja providnost tokom vremena. Sa druge strane, plastične pokrivke su jeftinije i manje težine, ali vremenom gube svoje karakteristike, što izaziva smanjenje stepena iskorištenja kolektora. U nekim skupljim varijantama, tzv. visokoefikasnim pločastim kolektorima, radi smanjenja toplotnih gubitaka, postavljaju se dvije pokrivke.



Slika 44. Ravnog pločasti kolektor sa dvije pokrivke

Cijevi ravnog pločastog kolektora najčešće se izvide od bakra s tvrdo lemljenim spojevima. Izolacija cjevovoda je posebne izvedbe namijenjene za visoke temperature.

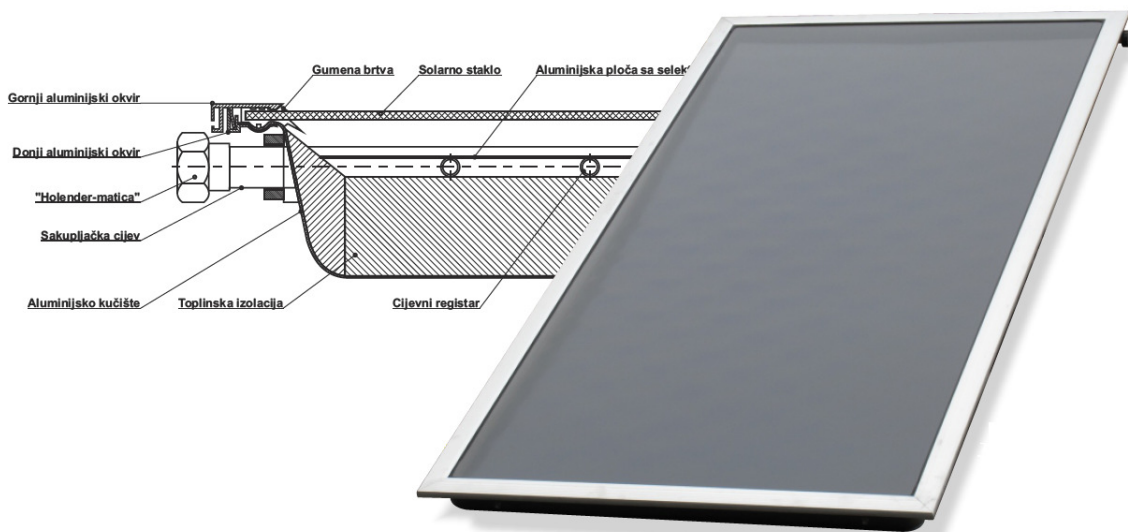
Kućište kolektora se obično izrađuje od aluminijuma, plastike ili u nekim slučajevima od drveta. Funkcija mu je da zaštiti unutrašnje elemente kolektora od mehaničkih opterećenja, toplotnih

gubitaka i vlage i da obezbijedi hermetičnost. Na sljedećoj slici je prikazan drveni okvir i aluminijumski lim što sačinjava kućište panela.



Slika 45. Kućište panela

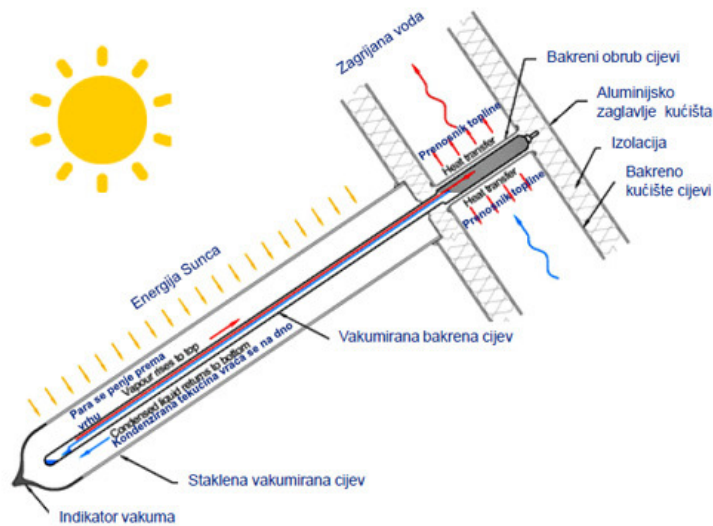
Termoizolacija obuhvata prednji pokrivač, izolaciju bočnih strana i izolaciju zadnje strane apsorbera. Unutrašnja izolacija mora da bude stabilna na temperaturi stagnacije (najviša temperatura, koja se može javiti kad nema odvođenja toplote od kolektora). Obično se izrađuje od staklene vune i izolacione pjene.



Slika 46. Izgled ravnog pločastog kolektora CPK 7210N Alu

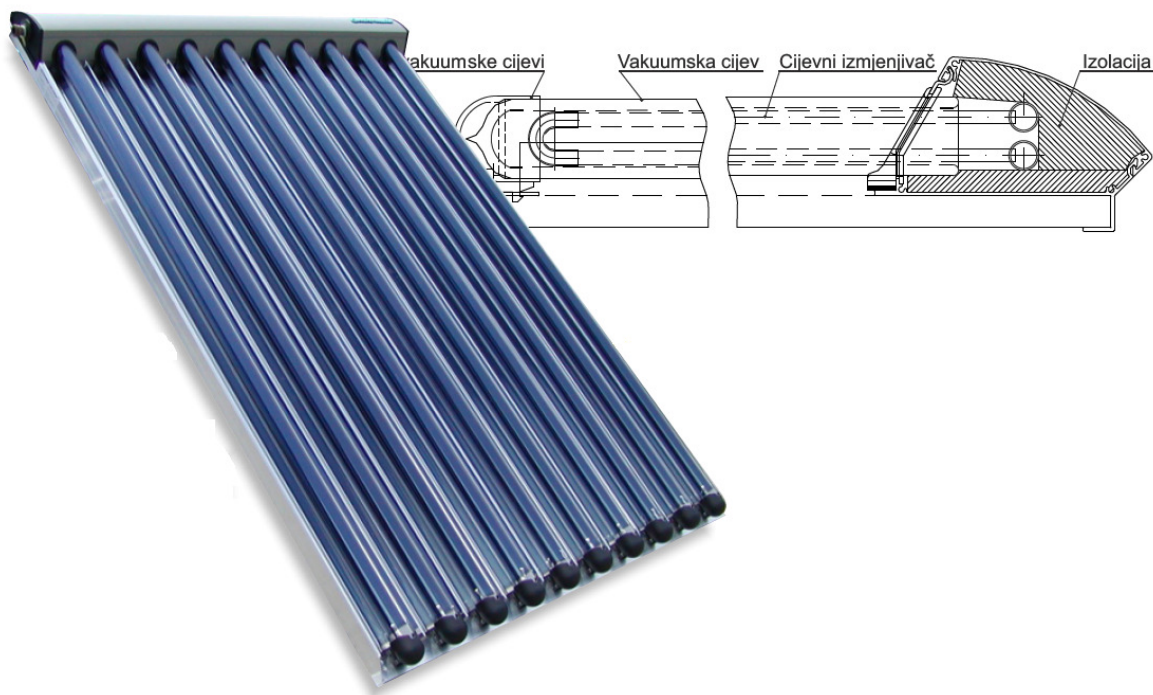
Kolektori sa vakumskim cijevima su znatno efikasniji od ravnih pločastih kolektora. Visok stepen korisnosti zadržavaju i pri radu sa difuznim zračenjem i pri niskim temperaturama okolnog vazduha. Ovi prijemnici sastoje se od niza staklenih cijevi iz kojih je evakuisan vazduh i u kojima se nalaze metalne apsorbujuće cijevi. Cijevi su prevučene selektivnim premazom i mogu biti izrađene od bakra ili izvedene u formi tzv. toplotnih cijevi. Bez obzira na izvedbu, po pravilu se iza cijevi postavljaju konkavna ogledala. Time se gotovo sva dozračena energija, koja bi inače bila propuštena, preusmjerava ka apsorbujućim cijevima. U slučaju bakarnih cijevi, dozračena toplota se direktno predaje radnom fluidu koji struji kroz cijevi. U slučaju toplotne cijevi, toplota se predaje posredno, prvo na primarni fluid koji se nalazi u toplotnoj cijevi, a zatim bez neposrednog kontakta na gornjem

kraju cijevi, sekundarnom radnom fluidu koji dalje prenosi toplotnu energiju za potrebe grijanja. U toplotnoj cijevi, mehanizam razmjene toplote je i do 1000 puta intenzivniji u odnosu na bakarnu cijev istih dimenzija. To je posljedica načina rada toplotne cijevi, koji se zasniva na promjeni agregatnog stanja fluida koji se nalazi u cijevi. Toplotna cijev je hermetički zatvoren cilindar, ispunjen tečnošću na pritisku koji obezbjeđuje faznu promjenu pri temperaturi isparavanja/kondenzacije, sa koje fluid predaje toplotu sekundarnom radnom fluidu.



Slika 47. Dijelovi kolektora sa vakumskim cijevima

Duž cijevi se odvija niz složenih procesa u kojima parna i tečna faza nisu fizički odvojene, već se miješaju. Pojednostavljeno, može se reći da u zoni isparavanja, primarni radni fluid prihvata toplotu zračenja Sunca i počinje proces isparavanja. Nastala para primarnog radnog fluida se kreće kroz toplotnu cijev do zone kondenzacije gdje se kondenzuje predajući toplotu sekundarnom radnom fluidu. Nastali kondenzat primarnog radnog fluida ulazi u kapilarnu strukturu koja se nalazi na zidovima toplotnih cijevi, pomoću koje se vraća u zonu isparavanja. Kapilarna struktura omogućuje povratak kondenzata u zonu isparavanja i u bezgravitacionim uslovima. Toplotna cijev koja ne sadrži kapilarnu strukturu naziva se termosifon. Kondenzat se u ovom slučaju vraća isključivo uz pomoć gravitacije.



Slika 48. Izgled kolektora sa vakumskim cijevima CVSKC-10

Solarni spremnik

Spremnici služe za skladištenje dobivene toplote u kojem se skuplja toplotna energija dobivena iz Sunčeve energije. Mogu se podijeliti u tri grupe:

- Fluidni spremnici kao radni medij koriste vodu ili ulje,
- Kritični spremnici kao medij u pravilu koriste zrak i upotrebljivi su zimi u razmjerno uskom rasponu radnih temperatura: polazne 45°C i povratne 35°C,
- Latentni spremnici koji koriste svojstvo tvari da prelaskom iz krute u tekuću fazu oslobađa, a u obrnutom slučaju pohranjuje toplinsku energiju.

Fluidni spremnici u praksi su najprihvatljiviji i najčešći. Fluidni spremnici se obično izrađuju sa dvije spirale, gornja se vezuje na instalaciju grijanja, a donja na solarne kolektore. U zimskom periodu kotao zagrijava gornju spiralu, a u slučaju pojave Sunca kolektori mogu da predgriju vodu u donjoj zoni. Omotač spremnika je od tvrdog poliuretana i osigurava visoki stepen toplotne izolacije. Veličina solarnog spremnika zavisi od potreba za toplom vodom i vrsti izvora energije.

Pumpa

Solarna pumpa zadužena je za protok toplotnog medija unutar solarnog kruga (slika 49). Protok tečnosti kontrolirše ručni prekidač pričvršćen na zid, a može se postaviti na tri strujna nivoa (ovakve pumpe imaju niske potrebe za energijom).



Slika 49. Trobrzinska niskoenergetska pumpa

Regulacijska jedinica solarnog sistema i armatura

Regulacijska jedinica pomoću temperaturnih senzora omogućava toplotno ekonomičan i siguran rad solarnog sistema, jer reguliše vrijednosti temperature vode u spremniku prema ostalim elementima. Regulator reguliše cjelokupni sistem centralnog solarnog zagrijavanja i zagrijavanje sanitarne potrošne vode. Također uključuje/isključuje solarnu pumpu zavisno od temperature u kolektorima i spremniku toplote. Armatura obuhvata sve elemente cijevnog razvoda koji služe za otvaranje ili zatvaranje, odnosno za namještanje strujanja ogrjevnog medija kroz cijevi. U pravilu se izrađuju od materijala koji su otporni na koroziju. U cijevnu armaturu se ubrajaju ventili, zasuni, slavine, odzračnici itd.

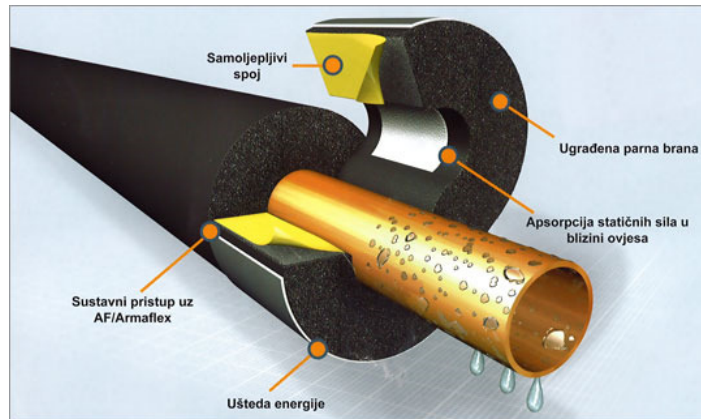
Cijevni razvod i toplotna izolacija

Cijevni razvod je važan dio centralnih sistema solarnog grijanja, koji služi za prenos toplote od izvora do ogrjevnih tijela pomoću prikladnog ogrjevnog medija. Za izvođenje cijevnog razvoda uglavnom se koriste čelične, bakrene ili polimerne cijevi. Spojevi cijevnog razvoda sistema solarnog grijanja mogu biti izvedeni kao nerastavljivi ili rastavljivi. Koriste se različite standardne tehnike spajanja, zavarivanje, lemljenje, presovanje, lijepljenje itd. Izolacija cjevovoda je posebne izvedbe namijenjene za visoke temperature.



Slika 50. Spojevi cijevnog razvoda s tehnikom spajanja

Toplotna izolacija cijevnog razvoda služi za sprječavanje nepotrebnog odvođenja toplote u okoliš, a uz to materijali kojima se oblaže cijevni razvod mogu poslužiti za smanjivanje buke i vibracija.



Slika 51. Toplotna izolacija cijevnog razvoda

Radni medij

Radni medij koji struji (cirkulira kroz sistem služi za prijenos apsorbirane topline od apsorbera do toplinskog spremnika. Kao radni medij najčešće služi voda, razna ulja ili zrak. Pri tome je apsorber istodobno i izmjenjivač topline koji s jedne strane mora osigurati efikasan prijelaz topline na rashladni medij, pa čak i za male temperaturne razlike apsorbera i medija (oko 3°C), a s druge strane uz pomoć inženjerski projektiranih prepreka mora spriječiti provođenje, konvekciju i zračenje topline te osigurati odvođenje proizvodne korisne topline do najbližeg dobro izoliranog spremnika topline uz što manje gubitaka.

Ekspanziona posuda

Ekspanziona posuda akumulira povećanje volumena toplotnog medija, do kojeg dolazi usljed temperaturnog širenja medija. Posuda zahtijeva poseban način izrade i dimenzionisanja.



Slika 52. Ekspanziona posuda

3.5.2 Moguće opcije primjene solarnih sistema u javnim zgradama

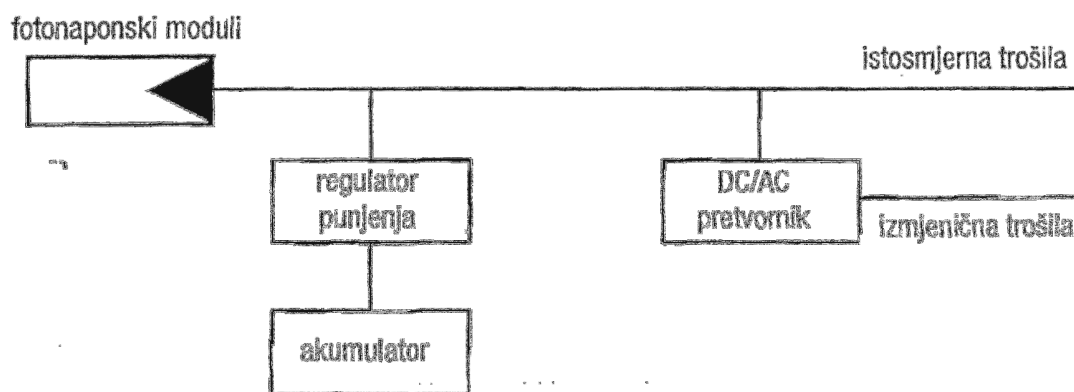
3.5.2.1 Analiza mogućnosti primjene PV sistema u javnim zgradama

Zavisno od načina primjene, PV sistemi u javnim zgradama se koriste kao:

- Samostalni (autonomni), bez priključka na elektroenergetski sistem (električnu mrežu),
- Mrežni, spojeni na električnu mrežu,
- Hibridni, koji su zapravo samostalno povezani s drugim (obnovljivim) izvorima.

Samostalni (autonomni) sistemi za svoj rad ne zahtijevaju spoj na električnu mrežu (slika 53). Kada kod njihove primjene električnu energiju treba isporučivati tokom noći ili u razdobljima s malim intenzitetom Sunčevog zračenja nuophodna je baterija (akumulator). Samostalni PV sistemi su prikladni za osiguravanje potrebnih količina električne energije za udaljene potrošače od električne mreže. To se ponajviše odnosi na pojedinačne javne zgrade, sportsko rekreativne centre, telekomunikacijske repetitore, govornice, javnu rasvjetu kao i drugim zgradama od javnog značaja u ruralnom području koje nemaju priključak na električnu mrežu. Stoga ovakva alternativna rješenja pružaju višestruke prednosti:

- izbjegavaju se troškovi priključka na mrežu,
- izbjegava se trošak plaćanja električne energije,
- osigurava se stalna i pouzdana isporuka električne energije danju i noću i pod svim vremenskim prilikama,
- izbjegavaju se troškovi servisa i održavanja,
- omogućava se korištenje svih standardnih električnih potrošača na izmjeničnom naponu 230V,
- osigurava se vrlo stabilan, potpuno sinusni napon 230 V.

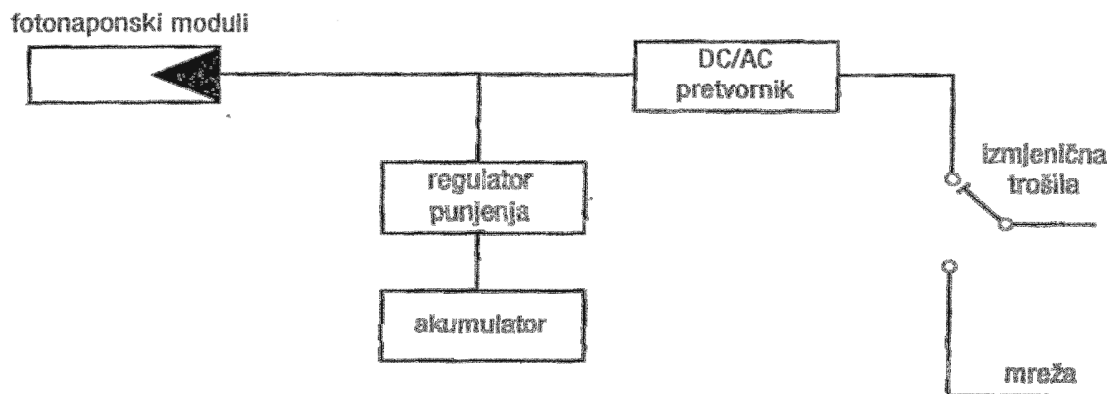


Slika 53. Samostalni (autonomni) PV sistemi za istosmjerna i izmjenična trošila

Za razliku od samostalnih PV sistema, mrežni PV sistemi spojeni su na javnu električnu mrežu i često se razmatraju u mnogim razvijenim zemljama. Mrežni solarni sistemi su direktno povezani s javnom distribucionom mrežom. Pri tome se razlikuju kao:

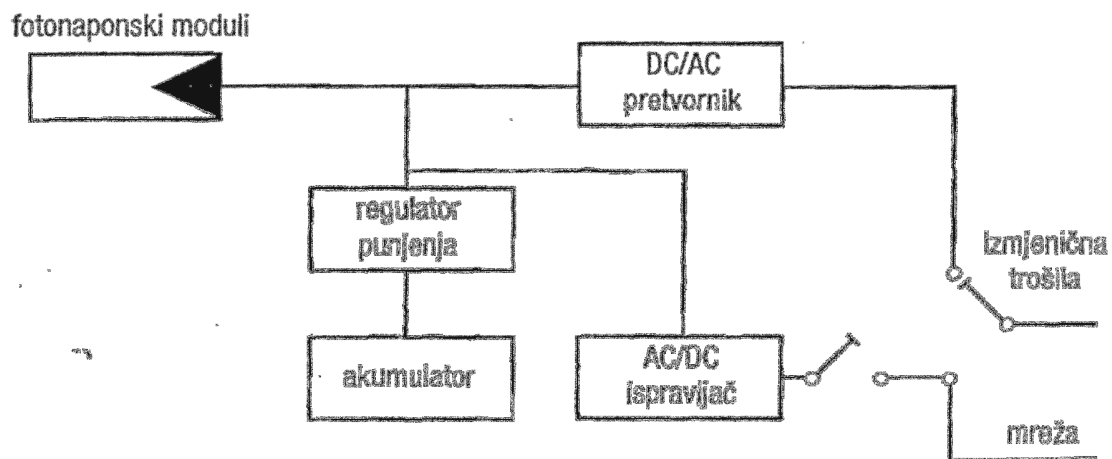
- Pasivni, kod kojih mreža služi (samo) kao rezervni izvor,
- Aktivni (interaktivni), kod kojih mreža može pokrivati manjkove, ali i preuzimati viškove električne energije

Pasivni mrežni PV sistemi električnu mrežu koriste samo uslovno, u razdobljima kada PV moduli ne mogu proizvesti dovoljne količine električne energije, npr. noću kada su istovremeno akumulatori električne energije prazni (slika 54).



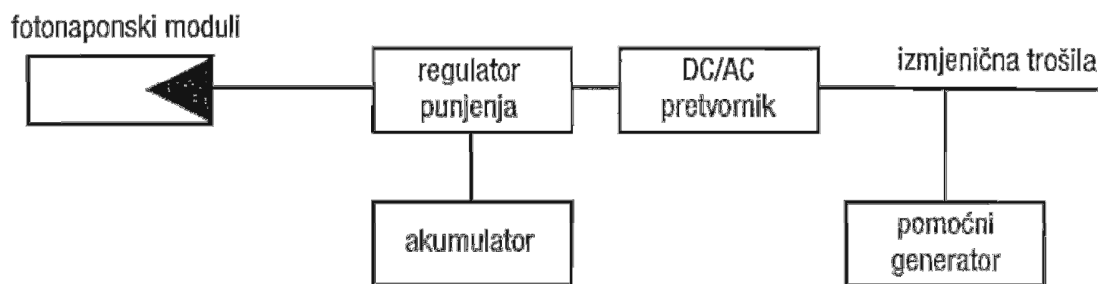
Slika 54. Pasivni mrežni PV sistemi

Aktivni, odnosno interaktivni mrežni PV sistemi mrežu koriste u slučaju većih potreba ili u slučaju viškova. Proizvedena električna energija u PV modulima vraća se u električnu mrežu (slika 55).



Slika 55. Aktivni mrežni PV sistemi

Hibridni PV sistemi nastaju povezivanjem samostalnih s drugim alternativnim izvorima električne energije, kao što su vjetroturbine, hidrogeneratori, pomoćni gasni ili dizel agregati. Takva rješenja daju veću sigurnost i raspoloživost isporuke električne energije te omogućavaju manje kapacitete akumulatora kao spremnika električne energije (slika 56).



Slika 56. Hibridni PV sistemi

Za distribuisanu PV proizvodnju najčešće se koriste javne zgrade koje su okrenute između jugoistoka i jugozapada. Prednosti distribuisane proizvodnje su:

- nije potrebno kupovati zemljište (postavljaju se na objektu od interesa),
- nisu potrebni radovi na pripremi lokacije,
- manji gubici prenosa jer se i proizvodnja i potrošnja najvećim dijelom odvijaju na istom mjestu,
- vrijednost proizvedene električne energije je veća od prodajne cijene operatera.

Osim ovih prednosti postoje i nedostaci:

- veći troškovi izvedbe na pojedinim objektima, posebno zato što neke od površina za smještaj PV sistema treba dodatno prilagoditi novoj namjeni,
- otežano, a najčešće i nemoguće, praćenje dnevnog hoda sunca što produžava vrijeme povrata ulaganja barem za 60%,
- lošiji faktor iskorištenja za manje individualne sisteme, koji se kreće za oko 30%.

I pored navedenih nedostataka koji u prosjeku udvostručuju vrijeme povrata ulaganja, individualni proizvođači u velikoj mjeri uspijevaju nadoknaditi te nedostatke manjim uzimanjem energije iz mreže, naročito kada je tarifa najnepovoljnija. To se posebno odnosi na potrošnju koja najvećim dijelom ipak slijedi dnevni ritam proizvodnje PV modula u skladu s položajem Sunca i u odnosu na stepen privremene i trajne oblačnosti u zadanom trenutku. Ovakav način postavljanja PV sistema najčešće se susreće na ravnim krovovima javnih zgrada.

3.5.2.2 Analiza mogućnosti primjene TS sistema u javnim zgradama

Primjene TS sistema u javnim zgradama mogu se podijeliti na dva osnovna načina:

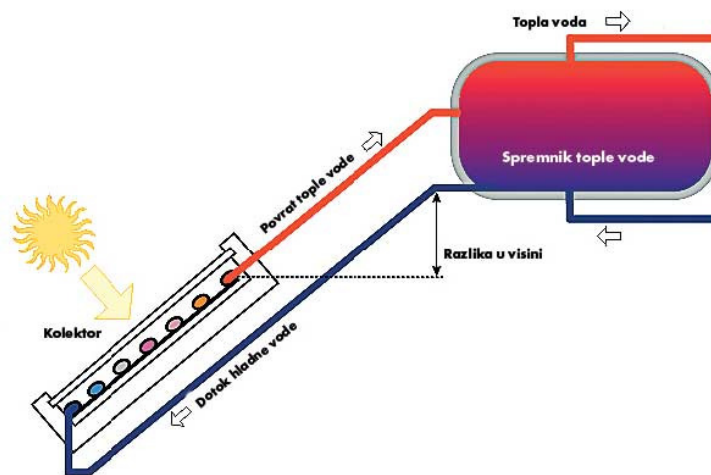
- Solarna priprema potrošne tople vode i
- Solarno grijanje.

Solarna priprema potrošne tople vode

Solarno grijanje i priprema potrošne tople vode opravdano se smatra najčešćom i svakako najbržom isplativom mogućnošću za primjenu sunčeve energije u javnim zgradama (najčešće u sportskim dvoranama, školama, studentskim domovima itd). Pri tome su dva sistema najčešće u upotrebi:

- Termosifonski sistemi i
- Sistemi s prisilnom cirkulacijom radnog medija.

Termosifonski sistemi se smatraju najjednostavnijim sistemima za solarnu pripremu PTV. Sastoje se od solarnog kolektora s oko 100 do 200 litara vode spojenog na hladnu vodu pa nemaju pompe, izmjenjivače toplote, motorne ventile, temperaturne senzore, mjerne pritiska, kao ni bilo kakvu automatiku (slika 57).



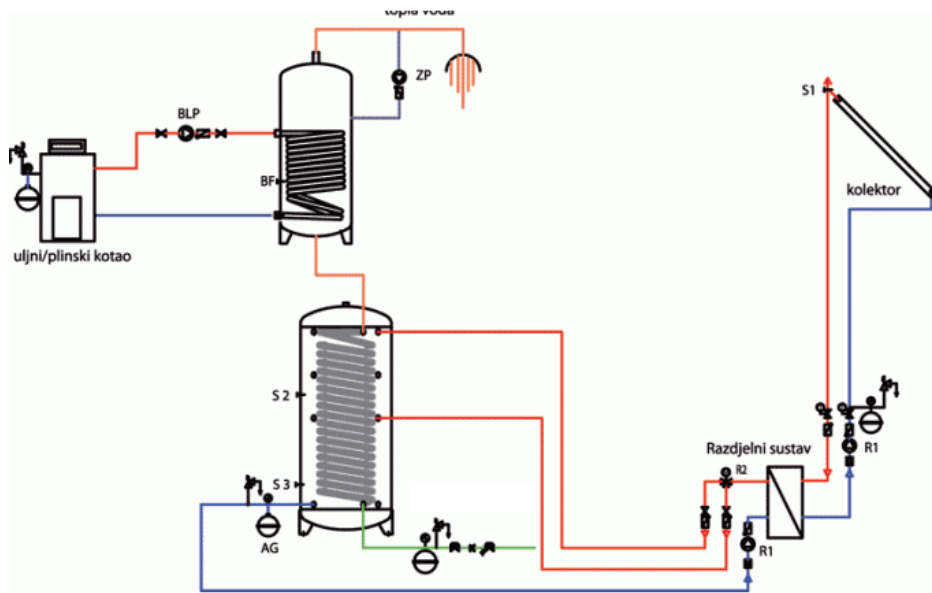
Slika 57. Princip rada termosifonskog solarnog sistema za pripremu PTV

Većina malih termosifonskih sistema koji su pogodni za korištenje u manjim javnim zgradama (npr. ruralnim školama) imaju vodoravne spremnike. Za dane sa smanjenom insolacijom ili kada je uopšte nema, za potrebe PTV sistem je korisno ujutro opremiti električnim grijačem koji se postavlja na oko 5/6 visine spremnika. Kod položenih spremnika grijač nije preporučljiv.

Termosifonski sistemi su jeftiniji od standardnih solarnih sistema i idealni su za manje javne zgrade. Ovakvi sistemi se koriste u većini razvijenih Evropskih država, a najviše na Kipru, u Izraelu i u Grčkoj gdje većina zgrada ima ravne krovove pogodne za smještaj ovakvih uređaja. Na opštinama koje su predmet Studije rijetke zgrade posjeduju ravni krov te postavljanje ovakvih sistema predstavlja praktični i estetski problem. Ovo je glavni razlog zbog čega ovakvi jeftini sistemi neospornog kvaliteta ne mogu biti dio tržišta u navedenim opštinama.

Sistemi s prisilnom cirkulacijom radnog medija preovladavaju na regionalnom, ali i na tržištima drugih evropskih zemalja. Prisilnu cirkulaciju radnog medija osigurava mala cirkulaciona pumpa u primarnom solarnom krugu između kolektora i toplotnog spremnika. Vodi se u pravilu dodaje antifriz, posebno u krajevima gdje postoji mogućnosti smrzavanja zimi (kakav je slučaj i ovdje). Izmjenjivač toplote, najčešće u obliku spiralno savijene bakarne cijevi vanjskog prečnika 10 mm ili manjeg, nalazi se u donjem dijelu okomito postavljenog cilindričnog spremnika, gdje su zbog blizine otvora dolazne hladne vode temperature vode najniže, što pozitivno utiče na efikasnost sistema (slika 58). Bolja efikasnost solarnih sistema postiže se s vanjskim pločastim izmjenjivačima toplote koji višestruko nadmašuju mogućnosti spiralnih, istovremeno uz bitno manju cijenu. Takvi sistemi imaju dva

cirkulaciona kruga i to primarni (od kolektora do primarne strane izmjenjivača toplote) i sekundarni (od sekundarne strane pločastog izmjenjivača toplote do spremnika).



Slika 58. Princip rada dvokružnog solarnog sistema sa spremnikom tople vode i dodatnim izvorom toplote

Prednost dvokružnih cirkulacionih solarnih sistema je to što se kolektori mogu postaviti na krov, dok se kotlovnica može postaviti u podrumu zgrade, odakle kreće razvod tople vode po cijeloj zgradi, čime svi postojeći električni bojleri postaju suvišni. Solarni sistemi za pripremu PTV u pravilu se dimenzionišu na osnovu ljetne potrošnje. Ukoliko je potrošnja tople vode približno na nivou 50% ljetne, tada će ista instalacija i zimi zadovoljavati sve potrebe u zgradi. Međutim ukoliko su i zimi potrebe jednake količine PTV, u danima nedovoljne insolacije potrebno je uključiti električni grijač, protočni bojler na prirodni ili tečni naftni gas ili kotao na lož ulje.

Solarno grijanje

Solarno grijanje u svijetu postaje sve popularnije, dok u našem području predstavlja veliki izazov. Pri tome za upuštanje u ovakav izazov najprije je potrebno zadovoljiti tri osnovna tehnička preduslova.

Prvi uslov koji je ujedno jedan od osnovnih za uspješnu primjenu aktivnih solarnih sistema za grijanje je klimatska zona u kojoj se zgrada nalazi kao i gornja granica ukupnih godišnjih toplotnih gubitaka zgrade. Drugi uslov određuje maksimalnu moguću primjenu pasivne sunčeve energije zimi, što se ostvaruje ugradnjom dobro izolovanih ostakljenih ploha na jugu, jugoistoku i jugozapadu koje ne smiju biti manje od 10% korisne površine koju treba grijati. Pri tome samo između 1% i 2% površine poda može iznositi površina koja na sjevernoj strani zgrade smije biti ostakljena kvalitetnim otvorivim prozorima. Treći uslov je da zgrada prema urbanističkom planu na prostoru između juga i jugo zapada ispred sebe ne može imati drugu zgradu, ako nije ispunjen uslov njihove međusobne udaljenosti:

$$d = \frac{H}{\text{tg}A}$$

gdje je:

d – međusobna udaljenost zgrada,

H – visina zgrade koja se nalazi ispred,

A – visina sunca u decembru u 9:30h po lokalnom vremenu.

Ukoliko su sva tri uslova ispunjena, dobici od pasivne primjene sunčeve energije bi u pravilu bili dovoljni za pokrivanje transmisivskih gubitaka. Ako su ovi uslovi barem donekle zadovoljeni, za svaku stvarnu zgradu treba posebno proračunati transmisionu i ventilacionu gubitke i tek tada se može procijeniti isplativost solarnog grijanja. Ukoliko zgrada nije optimalno izolovana i građena, ako je pasivna primjena sunčeve energije nedovoljna i ako sjene od okolnih zgrada dodatno smanjuju korisne doprinose južnih, jugoistočnih i jugozapadnih prozora, treba očekivati kako će u uslovima zime trebati dodatni toplotni izvor.

3.5.3 Identifikacija najefikasnijih i najčešće primjenjivanih solarnih sistema

Najčešće spominjana karakteristika solarnih panela je njihova efikasnost. Efikasnost solarnih panela opisuje sposobnost iskorištenja solarnog zračenja u svrhu proizvodnje električne energije u standardnim uslovima testa (1000 W/m^2 , 25°C , vazдушna masa $1,5^{13}$). Dvije najčešće korištene tehnologije solarnih panela su monokristal i polikristal. Prosječna efikasnost monokristalnih i polikristalnih solarnih panela trenutno iznosi između 14 i 15%. Veća efikasnost solarnih panela znači da je za jednaku snagu solarne elektrane potrebna manja površina krova. Kod prosječnih solarnih panela s efikasnošću 14-15%, za 1 kW snage potrebno je 6,5 - 7,0 m^2 solarnih panela. Kod solarnih panela, koji imaju efikasnost od 5%, za 1 kW snage potrebno je oko 20,5 m^2 solarnih panela. Količina proizvedene električne energije biće jednaka sa 1 kW solarnih panela najniže efikasnosti ili 1 kW panela najviše efikasnosti. Manje efikasni solarni paneli su jeftiniji na W ili kW, međutim za jednaku snagu elektrane potrebno je više modula, odnosno veća površina. Zbog toga sama efikasnost solarnih panela nije direktno primjeren kriterijum za odluku o izboru solarnih panela, jer veća efikasnost ne utiče na veću proizvodnju električne energije. Na samu efikasnost solarnih panela treba se osloniti kada je prostor ograničen, a želja je instalirati što veću snagu, bez obzira na cijenu.

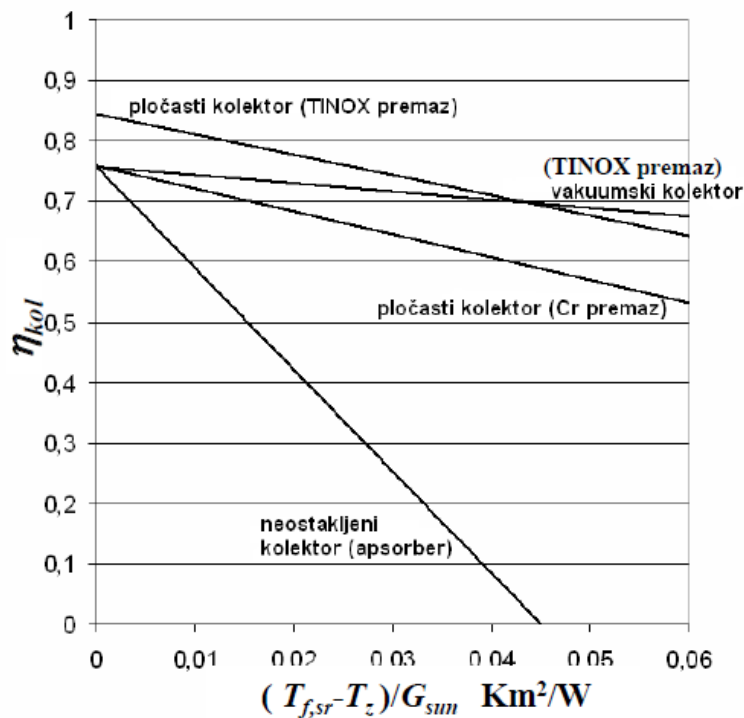
Efikasnost kolektora je definisana kao odnos toplote predate fluidu i toplotnog toka upadnog Sunčevog zračenja. Efikasnost se najčešće određuje eksperimentalno mjerenjem toplote koja je predata fluidu. Efikasnost zavisi također i od postavljanja kolektora u odnosu na stranu svijeta i nagiba kao što je prikazano u sljedećoj tabeli. Pločasti kolektori su efikasniji u ljetnom periodu, dok su vakuumski bolji u zimskom. Srednja godišnja efikasnost kolektora je oko 50 - 60% (oko 500 - 800 kWh/m^2 kolektora godišnje), dok je stepen iskorištenja sistema oko 30-50% za pravilno dimenzionisan sistem.

¹³ Vazдушna masa predstavlja recipročnu vrijednost kosinusa ugla pod kojim se Sunce nalazi u zenitu u odnosu na normalu na Zemljinu površinu ($AM=1/\cos\alpha$)

Tabela 7. Efikasnost postavljenih kolektora u odnosu na stranu svijeta i nagib:

	Ugao postavljanja kolektora				
	15°	30°	45°	60°	90°
Strana svijeta	Iskoristivost				
Jug	84%	96%	100%	99%	90%
Jugoistok, jugozapad	79%	86%	91%	90%	84%
Istok, zapad	86%	72%	75%	75%	68%

Kriva efikasnosti solarnog kolektora je prikazana na sljedećoj slici.



Slika 59. Kriva efikasnosti kolektora

Jedna od najčešćih primjena PV sunčanih ćelija je napajanje električnom energijom uređaja, industrijskih objekata, domaćinstava na mjestima gdje nema električne energije, na lokacijama koje su udaljene od elektroenergetskog sistema. Najčešći tip instalacije fotonaponskih sistema je sa direktnom primjenom na objektu (npr. na kući ili zgradi gdje se ugrađuje), te se koristi u kombinaciji sa električnom strujom iz mreže. Tokom dana, kad je struja skuplja, koristi se fotonaponski sistem, a tokom noći jeftinija struja iz mreže. Ukoliko je proizvodnja fotonaponskog sistema veća od potreba samog objekta, višak struje se može prodati nazad u distributivnu mrežu po povoljnoj tarifi. Na taj se način ostvaruje i dodatna zarada pa se početna investicija brže isplaćuje. Najčešće primjenjivani solarni sistemi u svijetu su paneli do 10kW zbog najvećih postojećih subvencija. Najčešća područja primjene PV sistema su navedena u sljedećoj tabeli.

Tabela 8. Najčešća područja primjene PV sistema

Osvjetljavanje:	saobraćajni znakovi, ploče s informacijama, javna rasvjeta, sigurnosna rasvjeta, vrtovi i staze
Udaljeni objekti:	vikend objekti, udaljene turističke destinacije, udaljeni istraživački centri, punjenje baterija za vozila
Turizam:	električna energija za kamping, brodove i jahte
Stanovanje:	integriranje s javnom mrežom, hibridni sistemi s elektroagregatima i alternativnim izvorima
Pumpe za vodu:	navodnjavanje, dovod vode u selima, upotreba u domaćinstvima, upotreba pri kampovanju i sl.
Mjerenja:	cjevovodi, pogonski senzori, vode, meteorološke stanice, telemetrija
Telekomunikacije:	repetitori, radio veze, telefoni
Signalizacija:	visoki stubovi, navigacija, sirene, željeznički signali
Katodna zaštita:	cjevovodi, rezervoari, mostovi, stubovi

Najčešće primjene TS sistema su:

- upotreba u domaćinstvu za zagrijavanje sanitarne tople vode,
- upotreba u domaćinstvu za zagrijavanje tople vode za potrebe centralnog grijanja,
- hoteli i apartmani koji troše veliku količinu tople vode mogu ostvariti velike uštede putem solarnih sistema,
- škole i javne ustanove koje žele optimizovati mjesečnu potrošnju energenata,
- sportske ustanove (potrošna topla voda za tuširanje),
- poslovne zgrade (grijanje i potrošna topla voda),
- bolnice (grijanje i potrošna topla voda),
- marine,
- generalno svaka ustanova koja ima potrebu za proizvodnjom tople vode.

3.6 Analiza tržišta solarne energije

3.6.1 Trenutno stanje

Obnovljivi izvori energije sve više dobijaju na značaju u svijetu, s obzirom na sve veće globalne potrebe za energijom, te izvjesnošću ograničenosti resursa fosilnih goriva na kojima je danas zasnovana energetska privreda u svijetu. S obzirom na nedovoljno razvijeno tržište i uslove za razvoj obnovljivih izvora energije u Bosni i Hercegovini i Srbiji iznimno je važno istražiti moguće smjerove i opcije za korištenje tržišnog potencijala za efikasnije i veće korištenje obnovljivih izvora energije, odnosno solarne energije.

Bosna i Hercegovina i Srbija posjeduju velike potencijale za iskorištavanje energije iz obnovljivih izvora poput solarne energije. Tehnologije za primjenu solarne energije su odavno poznate i u Bosni i

Hercegovini (Bijeljina) i u Srbiji (Bogatić), ali bez značajnijeg državnog planiranja. Postoji više razloga za to, a ovdje su nabrojani samo osnovni:

- iako postoje Studija energetskeg sektora u BiH, Modul 12 – Upravljanje potrošnjom, štednja energije i obnovljivi izvori energije i Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine, primjena obnovljivih izvora energije nije dovoljno promovisana,
- nedovoljna je istraženost potencijala obnovljivih izvora energije,
- postoje različite barijere za ozbiljnije investicije u energetske sisteme na bazi obnovljivih izvora energije,
- slaba dostupnost informacija na jednom mjestu i potpuno obrađenih (za investitore) o fondovima, uslovima i načinima korištenja sredstava,
- vrlo ograničen kapacitet za zaduživanje u javnom sektoru i na lokalnom i na državnom nivou,
- dostupni su skoro isključivo klasični bankarski proizvodi.

Svi iznad nabrojani razlozi su doveli do toga da na teritoriji opštine Bijeljina (BiH) i opštine Bogatić (Srbija) danas postoji veoma mali broj energetskeg sistema na bazi obnovljivih izvora energije, odnosno solarne energije. Na teritoriji opštine Bijeljina je u određenoj mjeri vršena eksploatacija solarne energije. S tim u vezi, postavljena su dva javna solarna punjača "Strawberry Drvo", koji korisnicima pružaju uslugu punjenja telefona i ostalih uređaja, kao i besplatnog bežičnog interneta. U opštini Bogatić nisu instalisani energetske sistemi na bazi solarne energije.

3.6.2 Finansiranje obnovljivih izvora

U Bosni i Hercegovini i Srbiji prisutno je nekoliko fondova za finansiranje projekata obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti. Zbog poređenja, prvo je dat pregled instrumenata za finansijsku podršku dostupnih za obnovljivu energiju i energetske efikasnost u regionu, odnosno i drugim državama zapadnog Balkana, zatim pregled fondova koji se isključivo odnose na Bosnu i Hercegovinu i Srbiju.

3.6.2.1 Finansiranje obnovljivih izvora u regiji

U regionu zapadnog Balkana, ukupno je prisutno 25 finansijskih fondova za obnovljivu energiju i energetske efikasnost u vrijednosti od 793,81 milion €. Od ukupnog broja finansijskih fondova prisutnih u regionu, 11 su regionalni fondovi sa ukupno 592,85 miliona € ili 74,7% ukupnih sredstava. Od ukupnog broja regionalnih fondova 8 imaju kreditni karakter, a 3 fonda su fondovi za tehničku pomoć. Preostalih 14 fondova su fondovi na nivou pojedinačnih država u vrijednosti od 200,96 miliona € ili 25,3% ukupnih sredstava.

Namjena fondova za obnovljivu energiju i energetske efikasnost u regionu zapadnog Balkana, odnosno njihov karakter, predstavljeni su sljedećom strukturom: 98% svih fondova imaju kreditni karakter, dok preostalih 2% otpada na fondove za tehničku pomoć, grant finansiranje i garantne fondove.

U narednoj tabeli dat je pregled fondova odnosno instrumenata za finansijsku podršku dostupnih za energetske obnovljivu energiju i efikasnost u regionu zapadnog Balkana.

Tabela 9. Pregled fondova, odnosno instrumenata za finansijsku podršku dostupnih za obnovljivu energiju i energetska efikasnost u regionu zapadnog Balkana

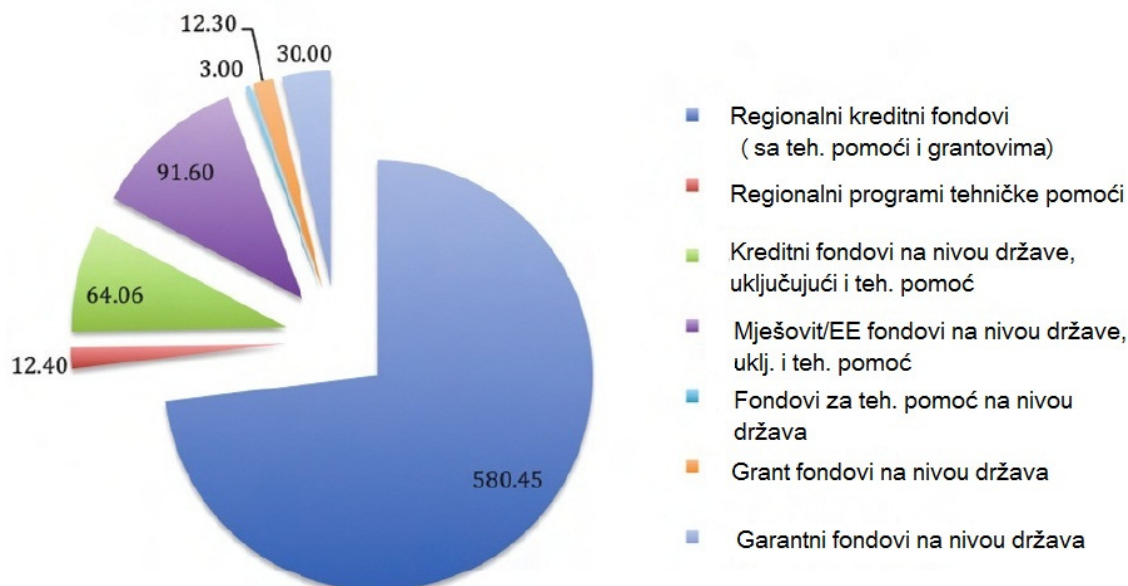
	BROJ	MIL. EUR	% OD UKUPNOG
REGIONALNI UKUPNO	11	592,85	74,68 %
Regionalni kreditni fondovi (sa tehničkom pomoći i grantovima)	8	580,45	73,12%
Regionalni programi tehničke pomoći	3	12,40	1,56%
KREDITNI FONDOVI NA NIVOU DRŽAVA (SA TEHNIČKOM POMOĆI I GRANTOVIMA) – UKUPNO	5	64,06	8,07%
Hrvatska	1	-	nije uključen
Crna Gora	1	7,71	0,97%
Srbija	3	56,35	7,10%
MJEŠOVITI/EE FONDOVI NA NIVOU DRŽAVA - UKUPNO	2	91,60	11,54%
Srbija	2	91,60	11,54%
FONDOVI NA NIVOU DRŽAVA ZA TEHNIČKU POMOĆ – UKUPNO	2	3,00	0,38%
Crna Gora	1	1,50	0,19%
Kosovo	1	1,50	0,19%
GRANT FONDOVI NA NIVOU DRŽAVA – UKUPNO	3	12,30	1,55%
Makedonija	2	12,10	1,52%
Srbija	1	0,20	0,03%
GARANTNI FONDOVI NA NIVOU DRŽAVA – UKUPNO	2	30,00	3,78%
Bosna i Hercegovina	1	15,00	1,89%
Makedonija	1	15,00	1,89%
UKUPNO:	25	793,81	100,00%

Pregled i struktura regionalnih fondova dostupnih za obnovljivu energiju i energetska efikasnost u regionu zapadnog Balkana prikazana je u narednoj tabeli.

Tabela 10. Pregled i struktura regionalnih fondova dostupnih za obnovljivu energiju i energetska efikasnost u regionu zapadnog Balkana

DONOR	NAZIV FONDA	UKUPNA SREDSTVA (MIL. EUR)
EBRD	WeBSEDF	66,00
EBRD	WBPSF-SEEF	50,00
KfW	Banking Facility for Sustainable Energy Finance	119,50
UNEC	Eastern Europe Energy Efficiency Fund/EE21	36,15
USAID/Hellenic AID	SYNERGY	8,00
GIZ	Open Regional Fund	3,00
Italian Gov. i EBRD	CEI Trust Fund	1,40
EC/EBRD	EBRD WeBSECLF	68,30
EC/EIB	EIB	67,50
EC/CEB/KfW	CEB/KfW	38,50
EC/EIB/KfW EBRD	Green for Growth Fund (GGF)	134,50
UKUPNO		592,85

Pregled namjene sredstava fondova za obnovljivu energiju (OE) i energetska efikasnost (EE) u regionu zapadnog Balkana prikazana je na narednom grafiku.



Slika 60. Pregled namjene sredstava fondova za OE i EE u regionu zapadnog Balkana

Najveći dio finansijskih sredstava namijenjen je za privredu, odnosno industriju, mala i srednja preduzeća. Plasman sredstava obavlja se isključivo putem plasmana preko komercijalnih banaka. U narednoj tabeli dat je usporedni prikaz odnosno pregled visine kamatnih stopa i drugih uslova za kreditiranje za obnovljivu energiju i energetska efikasnost u regionu zapadnog Balkana.

Tabela 11. Pregled visine kamatnih stopa i drugih uslova za kreditiranje za obnovljivu energiju i energetska efikasnost u regionu zapadnog Balkana

	DOMAĆINSTVA	PREDUZEĆA	PERIOD KREDITIRANJA	GREJS PERIOD	KOLATERAL
ALBANIJA	11-16%	12-15%	5-12 god.	obično nema	Hipoteka na više od 5 godina
BIH	8,51%	-	do 10 god.	1-3 god.	-
HRVATSKA	7-9%	6,4-9%	2-12 god.	6 mj.-2 god.	do 130% kredita
MAKEDONIJA	-	6,4-9%	5-10 god.	1-3 god.	razne opcije
CRNA GORA	-	6-13,5%	7-12 god.	do 2 god.	razne opcije
SRBIJA	5,9-14%	5-10,27%	2-12 god.	do 2 ili 4 god.	razne opcije
KOSOVO	10,90%	13,20%	do 10 god.	obično nema	razne opcije

3.6.2.2 Finansiranje obnovljivih izvora u Bosni i Hercegovini

Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetska efikasnost dostupne u Bosni i Hercegovini, po kategorijama korisnika prikazani su u narednoj tabeli.

Tabela 12. Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetska efikasnost dostupne u BiH, po kategorijama korisnika

Naziv fonda	Donator	TIP FONDA		NAMJENA FINANSIRANJA PO KATEGORIJAMA				
		Regionalni fondovi	Fondovi za BiH	Domaćinstva	Mala i srednja preduzeća / industrija	ESCO / OIE	Opštine	Javni sektor
WeBSEDF	EBRD	DA	-	-	DA	-	DA	-
WBPSF-SEEF	EBRD	DA	-	-	DA	-	-	-
Banking Facility for Sustainable Energy Finance	KfW	DA	-	DA	DA	-	DA	-
Eastern Europe Energy Efficiency Fund/EE21	UNEC	DA	-	DA	DA	-	DA	-

SYNERGY	USAID / Hellenic AID	DA	-	-	-	-	-	DA
Open Regional Fund	GIZ	DA	-	-	DA	DA	DA	DA
CEI Trust Fund	Italija i EBRD	DA	-	-	-	-	DA	DA
EBRD WeBSECLF	EC/EBRD	DA	-	-	DA	-	-	-
EIB	EC/EIB	-	-	-	DA	-	DA	-
CEB/KfW	EC/CEB/ KfW	DA	-	-	-	-	-	-
Green for Growth Fund (GGF)	EC/EIB/KfW EBRD	DA	DA	DA	DA	DA	-	DA
Development of Credit Facility for EE to BiH	USAID /SIDA	-	-	DA	-	-	DA	-
Institutional capacity building	EBRD	-	-	-	-	-	-	DA

Ostali izvori finansiranja za obnovljivu energiju i energetska efikasnost dostupni u Bosni i Hercegovini predstavljani su kroz donatorske projekte odnosno programe:

- UNDP/MDG-F,
- USAID/3E,
- GIZ/EE,
- EC/DELTER projekat.

3.6.2.3 Finansiranje obnovljivih izvora u Srbiji

Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetska efikasnost dostupne u Srbiji iz fondova EU, prikazani su u narednoj tabeli.

Tabela 13. Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energ. efikasnost dostupni u Srbiji iz fondova EU

IZVORI FINANSIRANJA	KORISNICI I USLOVI
IPA – programi prekogranične saradnje – Mađarska, Rumunija, Bugarska, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Crna Gora, Jadranski program	Opštine, državne institucije, NVO
FP 7	Istraživačko-razvojni programi
EIB, EBRD	Investitori - zajmovi
Delegacija EU u Srbiji	Opštine, državne institucije, NVO
EU Covenant of Mayors	Opštine ili regionalne asocijacije
EU Eco Innovation fund	Mala/srednja preduzeća
Sporazum gradonačelnika EU Covenant of Mayors www.eumayors.eu Cilj: uključivanje lokalnih vlasti u borbu protiv klimatskih promjena	<ul style="list-style-type: none"> • Predstavljanje inicijative Covenant of Mayors gradskom ili opštinskom vijeću • Gradsko / opštinsko vijeće usvaja inicijativu i ovlašćuje gradonačelnika da potpiše pristupni formular i obavještava Evropsku komisiju o odluci • E-mail sa uputstvom o daljim koracima • Smanjenje emisija CO2 od najmanje 20% do 2020. godine • Izrada i usvajanje akcionog plana za održivu energiju u roku od 1 godine – kako postići postavljeni cilj • Izrada izvještaja o implementaciji aktivnosti – svake 2 godine • Organizacija manifestacije «Dani održive energije» • Učešće na godišnjoj konferenciji «EU Conference of Mayors»
<ul style="list-style-type: none"> • 80% ukupne energije se potroši u gradskim sredinama • Oblast djelovanja na lokalnom nivou: • Građevina – posebno izgradnju novih zgrada i većih rekonstrukcija • Lokalna infrastruktura – sistemi daljinskog grijanja, javno osvjetljenje, distributivne mreže i dr. • Korištenje zemljišta i prostorno planiranje • Decentralizovano korištenje obnovljivih izvora energije • Saobraćajna politika na lokalnom nivou • Učešće građana i građanskih inicijativa • Odgovorno energetske ponašanje građana, potrošača i poslovnog sektora 	
Fond za eko inovacije	Mala i srednja preduzeća
EU Eco-innovation fund	Grant do visine 50% vrijednosti projekta
ec.europa.eu/environment/eco-innovation/index_en.htm	Namjena granta: oprema, infrastruktura, nabavka materijala, procesna i tehnička oprema za inovativnu aktivnost
<ul style="list-style-type: none"> • Projekti moraju imati inovativni karakter • Moraju biti u skladu sa politikom zaštite životne sredine EU, uzimajući u obzir ekonomske aspekte • Replikativnost i internacionalna dimenzija projekta • Razvijeni u skladu sa principima tehničkog i projektnog upravljanja • Troškovna efikasnost uz postizanje višeg stepena kvaliteta 	Godišnji poziv za prijavu projekata

Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetska efikasnost dostupne u Srbiji preko kreditnih linija, prikazani su u narednoj tabeli:

Tabela 14. Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetska efikasnost dostupni u Srbiji preko kreditnih linija

FINANSIJSKA INSTITUCIJA	USLOVI
EBRD WEBSEFF (www.webseff.com)	<p>Kreditna linija za mala i srednja preduzeća – za održivu energiju (OIE i EE) – 60 M EUR</p> <p>Kreditni do 2 M EUR – do 5 god – komercijalne banke: Banca Intesa, Societe Generale, UniCredit</p> <p>2-6 M EUR – do 12 god – direktno finansiranje od strane EBRD</p> <p>Bitan uslov za prihvatanje projekta – procijenjeno smanjenje emisija CO₂</p> <p>Podsticaj – 15-20% otpisa kredita u slučaju uspješne realizacije projekta</p> <p>Kamatna stopa – 5,75-7%+EURIBOR 3M</p>
EIB – APEX III	<p>Kreditna linija za mala i srednja preduzeća</p> <p>Kreditni do 12.5 M EUR – do 12 god – komercijalne banke: UniCredit banka, Erste banka, OTP Banka, Čačanska banka, Komercijalna banka, Privredna banka Beograd, Raiffeisen banka, Eurobank EFG</p> <p>Kamatna stopa - (EURIBOR 3M + EIB provizija) + 0.5% NBS + 3% provizija komercijalne banke</p>
KfW	<p>Kreditna linija za OIE i EE</p> <p>Kreditni do 1 M EUR – cilj: ostvarene energetske uštede od najmanje 20% energije – do 7 godina, sa grejs periodom do 3 godine</p> <p>Komercijalne banke – Volksbank, Raiffeisen banka, Čačanska banka i ProCredit Leasing</p>
Italijanska kreditna linija	<p>Kreditni za razvoj malih i srednjih preduzeća</p> <p>Minimum 70% kredita mora biti utrošeno na opremu italijanskog porijekla</p> <p>Kreditni od 50,000 – 1 M EUR – do 8 godina, sa grejs periodom do 2 godine</p> <p>Kamatna stopa – 4.9% + provizija komercijalne banke - komercijalne banke: UniCredit bank, Čačanska banka, Komercijalna banka, Privredna banka Beograd, Banca Intesa</p>
NBS – Revolving krediti	<p>Kreditni za razvoj malih i srednjih preduzeća i preduzetništva</p> <p>Kreditni od 20,000-200,000 EUR – do 5 godina, sa grejs periodom do 1 godine</p> <p>Kamatna stopa: EURIBOR 3M+3.25% - komercijalne banke: Unicredit banka, Erste banka, OTP banka Srbija, Čačanska banka, Komercijalna banka, Privredna banka Beograd, Raiffeisen banka, Moskovska banka, AIK banka, Credy banka</p>

3.6.3 Podsticajne cijene

3.6.3.1 Podsticajne cijene u Republici Srpskoj

Cijene električne energije u Republici Srpskoj za obavezan otkup po garantovanoj otkupnoj cijeni, cijene električne energije za obavezan otkup za stara postrojenja u eksploataciji i visina premije utvrđuju se, u skladu sa metodologijom propisanom Pravilnikom o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji ("Službeni glasnik Republike Srpske" broj 114/13), posebnom odlukom Regulatorne komisije, na koju daje saglasnost Vlada Republike Srpske.

Proizvođači električne energije u novim proizvodnim postrojenjima koji ostvaruju pravo na podsticaj u skladu s odredbama ovog Pravilnika imaju pravo na obavezan otkup električne energije po garantovanoj otkupnoj cijeni ili pravo na premiju u periodu od 15 godina od dana početka ostvarivanja prava na obavezan otkup po garantovanoj otkupnoj cijeni ili prava na premiju.

Regulatorna komisija u skladu sa ovim Pravilnikom najmanje jednom godišnje provjerava nivo garantovanih otkupnih cijena i premija i po potrebi ih koriguje novom odlukom, na koju daje saglasnost Vlada Republike Srpske.

Prilikom zaključenja ugovora o obaveznom otkupu primjenjuju se cijene iz odluke koja je na snazi u vrijeme zaključenja ugovora. Prilikom zaključenja prvog ugovora o isplati premije primjenjuju se cijene iz odluke koja je na snazi u vrijeme zaključenja ugovora pri čemu se visina premije u narednom periodu redovno usklađuje sa odlukom Regulatorne komisije o visini premije, na koju daje saglasnost Vlada Republike Srpske.

Cijene iz ugovora o obaveznom otkupu ne mijenjaju se za period važenja ugovora, osim u slučaju propisanom odredbama ovog Pravilnika. U slučaju većih promjena kursa konvertibilne marke u odnosu na euro u Bosni i Hercegovini, Regulatorna komisija preispituje i po potrebi, uz saglasnost Vlade Republike Srpske, koriguje garantovane otkupne cijene koje su važile u vrijeme zaključenja ugovora o obaveznom otkupu po garantovanoj otkupnoj cijeni.

U narednoj tabeli dat je pregled cijena iz važeće odluke i prijedloga novih cijena koje će biti na snazi od 01.01.2014. godine u Republici Srpskoj.

Tabela 15. Pregled cijena iz važeće odluke i prijedloga novih cijena koje će biti na snazi od 01.01.2014. u Republici Srpskoj

Solarne elektrane sa fotonaponskim ćelijama	Prodaja u obaveznom otkupu po garantovanim otkupnim cijenama			Prodaja na tržištu i potrošnja za vlastite potrebe	
	Garant. otkupna cijena	Referen. cijena	Premija (u garant. cijeni)	Referentna cijena	Premija
	KM/kWh	KM/kWh	KM/kWh	KM/kWh	KM/kWh
Garantovane otkupne cijene i premije od 1. januara 2014. godine					
Na objektima do uključivo 50 kW	0,3398	0,0541	0,2857	0,0851	0,2547
Na objektima preko 50 kW do uključivo 250 kW	0,2947	0,0541	0,2406	0,0851	0,2095
Na objektima preko 250 kW do	0,2358	0,0541	0,1817	0,0851	0,1507

uključivo 1 MW

Na zemlji do uključivo 250 kW	0,2735	0,0541	0,2194	0,0851	0,1883
Na zemlji preko 250 kW do uključivo 1 MW	0,2181	0,0541	0,1640	0,0851	0,1330

U Republici Srpskoj u 2013. godini ukupno je izgrađeno novih 1300 kW instaliranih kapaciteta, što je ogroman pomak gledajući dosadašnje projekte i investicije u ovom polju. Ukupna vrijednost svih investicija u nove solarne elektrane iznosi oko 2 miliona eura.

Ovakvo ponašanje investitora u solarne elektrane je vjerovatno uzrokovano Odlukom o visini garantovanih otkupnih cijena i premija za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora ili u efikasnoj kogeneraciji koja predviđa da će se feed-in tarife u Republici Srpskoj (garantovane otkupne cijene i premije iz tačke II podtačka 1) ove odluke) preispitivati i usklađivati na način i u rokovima propisanim odredbama člana 29, 51. i 52. Pravilnika o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji ("Službeni glasnik Republike Srpske" broj 114/13). Preispitivanjem garantovane otkupne cijene i premije u Republici Srpskoj, Regulatorna komisija za energetiku provjerava napredak u razvoju tehnologija za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora ili u efikasnoj kogeneraciji radi usklađivanja garantovane otkupne cijene s promijenjenim tehnološkim uslovima, imajući u vidu raspoloživi potencijal i planirano sudjelovanje različitih obnovljivih izvora i efikasnosti kogenerativnih postrojenja za proizvodnju električne energije. Također, u slučaju proizvodnje električne energije u kogenerativnim postrojenjima koja kao gorivo koriste prirodni gas, korekcijom garantovane otkupne cijene Regulatorna komisija za energetiku prati kretanje veleprodajne cijene prirodnog gasa u Republici Srpskoj i najmanje jednom godišnje preispituje i po potrebi vrši korekciju garantovane otkupne cijene.

3.6.3.2 Podsticajne cijene u Srbiji

Vlada Srbije je u januaru 2013. godine donijela novu uredbu o podsticajnim cijenama za otkup električne energije iz obnovljivih izvora energije. Počevši od 01.01.2014. godine u Srbiji su na snazi sljedeće feed-in tarife za solarne elektrane propisane Uredbom o mjerama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije:

- Solarne elektrane na objektu do 0,03 MW (20,66 € centi/kWh),
- Solarne elektrane na objektu 0,03 do 0,5 MW (20,941 € centi/kWh),
- Solarne elektrane na tlu (16,25 € centi/kWh).

Ova Uredba predviđa podsticajni period od 12 godina za sve elektrane povlašćenih proizvođača koje su puštene u pogon manje od 12 mjeseci prije potpisivanja ugovora o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije sa javnim snabdjevačem, odnosno podsticajni period od 12 godina umanjen za razliku između godine zaključenja ugovora i godine puštanja u pogon za sve druge elektrane povlašćenih proizvođača. Feed-in-tarifa će se jednom godišnje usklađivati s iznosom inflacije u euro zoni. Isto tako, Uredba predviđa pravo povlašćenog proizvođača koji je prethodno stekao privremeni status povlašćenog proizvođača da prodaje javnom snabdjevaču ukupni iznos proizvedene električne energije tokom podsticajnog perioda po podsticajnoj cijeni koja je važila u trenutku sticanja privremenog statusa povlašćenog proizvođača.

Također, Uredbom je predviđeno besplatno mjesečno obavještanje povlašćenog proizvođača i javnog snabdjevača o očitanoj proizvodnji električne energije u objektu povlašćenog proizvođača od

strane nadležnog operatora sistema tokom podsticajnog perioda, kao i pravo povlašćenog proizvođača da nakon isteka podsticajnog perioda sa javnim snabdjevačem zaključi ugovor o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije po tržišnim uslovima na organizovanom tržištu električne energije u Srbiji.

3.6.4 Solarni paneli na tržištu BiH i Srbije

Prema istraživanju tržišta solarnih panela u Bosni i Hercegovini i Srbiji postoji velik broj dobavljača koji se bave prodajom solarnih panela. Uglavnom se radi o solarnim panelima kineskih proizvođača. Solarni paneli kineskih proizvođača se prodaju po duploj cijeni nego što je na svjetskom tržištu odnosno 0,90 €/W - 1,10 €/W u Bosni i Hercegovini, i 0,80 €/W - 1,00 €/W u Srbiji. Realne cijene panela, s obzirom na sve takse, maržu i troškove prevoza bi trebale biti u rasponu od 0,70 €/W - 0,75 €/W, odnosno 20% manje nego sadašnje.

3.6.5 SWOT analiza

SWOT analiza ukazuje na uticaj vanjskih i unutrašnjih faktora na realizaciju i operativno funkcionisanje biznisa, u ovom slučaju proizvodnje energije iz solarnih elektrana. Vanjski faktori su van kontrole investitora i iskazuju se kao prilike koje podstiču biznis, i prijetnje koje ugrožavaju biznis. Unutrašnji faktori su pod kontrolom investitora i iskazuju se kao snage koje predstavljaju izvor konkurentskih prednosti i slabosti koje predstavljaju izvore konkurentskih nedostataka biznisa. Na bazi izloženog može se definisati SWOT matrica. Njeni osnovni elementi su dati u narednoj tabeli.

Tabela 16. SWOT matrica

Snage	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> • Visoki potencijali • Deklarativna podrška stanovništva i javne uprave • Zainteresovanost ulagača • Rast potrošnje energije 	<ul style="list-style-type: none"> • Slabo tržište • Loša koordinacija institucija zaduženih za OIE • Nedostatak znanja i edukovanosti • Preslaba finansijska podrška • Administrativne prepreke (Neophodnost pribavljanja velikog broja dokumenata i dozvola)
Mogućnosti	Prijetnje
<ul style="list-style-type: none"> • EU fondovi • Stimulativne subvencije 	<ul style="list-style-type: none"> • Uticaj lobija protiv OIE • Finansijska kriza

Iz prikazane matrice i njenog sadržaja može se zaključiti da je projekt izložen uticajima raznovrsnih faktora, koji stvaraju i prilike i prijetnje, kao što izražavaju snage i slabosti. U vođenju biznisa trebalo bi minimizirati uticaje prijetnji, a maksimizirati uticaje prilika. Također, trebalo bi otklanjati slabosti, a dalje razvijati snage investitora. Budući biznis proizvodnje energije iz solarnih elektrana treba biti fokusiran na maxi-maxi opciju, odnosno korištenje sopstvenih snaga u cilju korištenja povoljnih tržišnih prilika.

Treba raditi na prevazilaženju slabosti na način da se angažuju stručni kadrovi koji su jedan od temelja uspjeha. Finansijske slabosti treba prevazilaziti kroz finansijski menadžment i kontrolu, te kroz iznalaženje mogućnosti za partnerstvo u ulaganjima i fazni pristup u investiranju. Opasnosti sa kojima se biznis suočava su sistemske prirode i one negativno utiču na sve poslovne subjekte u ovom biznisu.

Za očekivati je unapređenje situacije u ovoj oblasti kroz izradu državne/entitetske razvojne energetske strategije koja bi promovisala primjenu obnovljivih izvora energije.

3.7 Analiza proizvodnje dijelova i sklopova

Da bi se potencijal proizvodnje PV i TS dijelova i sklopova stavio u odgovarajući kontekst, potrebno je razmotriti stanje ove industrijske grane u Evropskoj uniji. Evropska komisija je 2001. godine postavila cilj zemljama Evropske unije da povećaju korištenje obnovljivih izvora energije, odnosno da udio električne energije iz OIE u ukupnoj potrošnji električne energije u EU bude 22,1% u 2010. godini. Shodno tome, sve zemlje članice su preuzele obavezu povećanja proizvodnje električne energije iz OIE za procenat određen za svaku zemlju posebno. U tom cilju su uspostavljeni odgovarajući podsticajni mehanizmi usmjereni ka investitorima, a time i proizvođačima dijelova i sklopova u formi podsticajnih otkupnih cijena (eng. feed-in tariff). Ista komisija je 2007. godine postavila za cilj da udio OIE u ukupnoj potrošnji energije u EU do 2020. godine bude 20%, dok je svakoj zemlji ostavljen izbor sa kojim vrstama obnovljivih izvora energije će se ostvariti cilj. Između 2003. i 2008. godine instalacije ovih sistema u EU su povećane preko deset puta.

Na osnovu studije Greenpeace-a i EPIA na svaki MW u proizvodnji solarnih uređaja otvara se 10 novih radnih mjesta, dok se 33 radnih mjesta po MW otvara u toku instalacije sistema. Novih 3-4 radnih mjesta se stvara u toku prodaje i indirektno dostave, a 1-2 mjesta se otvara u istraživačkom sektoru. Na osnovu najnovijih podataka broj zaposlenih u evropskoj PV i TS industriji je daleko premašio 100.000 u 2008. godini.

Solarni program je idealan za pokretanje posrnule metaloprerađivačke i plastične industrije u BiH i Srbiji. Program je posebno pogodan jer će se na njegovom ostvarenju zaposliti veliki broj kooperanata (zanatlija i malih preduzeća) što je prioritetni cilj razvoja dvije države.

Tabela 17. Analiza proizvodnje dijelova i sklopova

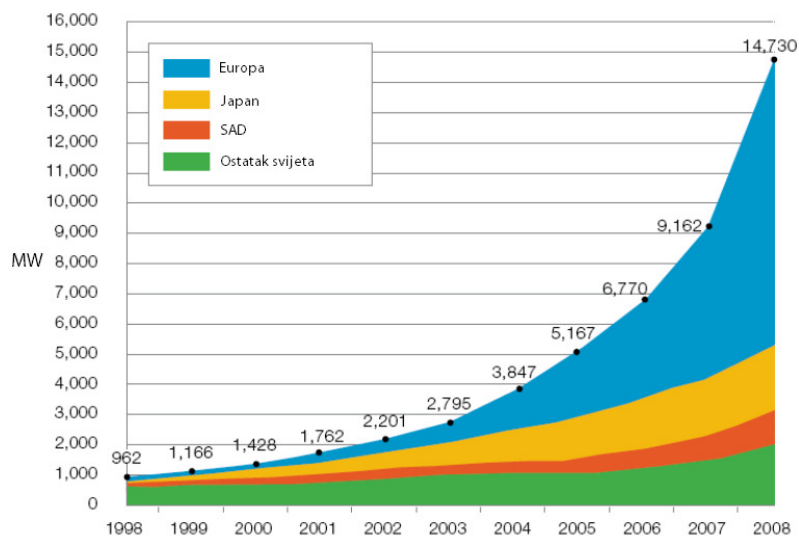
		Trenutno, da li postoji proizvodnja	Troškovi ulaganja za proizvodnju	Konkurentnost na tržištu	Povećanje korištenja obnovljivih izvora	Smanjenje izduvnih gasova proizvodnjom dijelova i sklopova
PV sistemi	Solarne ćelije	NE	Visoki	Loša	DA	DA
	DC/AC invertori	NE	Visoki	Loša	DA	DA
	Kablovi za spajanje	DA	Srednji	Srednja	NE	NE
	Nosači	DA	Niski	Odlična	NE	NE
	Regulatori punjenja	NE	Visoki	Loša	NE	NE
	Baterije	DA	Visoki	Dobra	NE	NE
TS sistemi	Solarni kolektori	NE	Srednji	Loša	DA	DA
	Solarni spremnik	DA	Niski	Dobra	NE	NE

		Trenutno, da li postoji proizvodnja	Troškovi ulaganja za proizvodnju	Konkurentnost na tržištu	Povećanje korištenja obnovljivih izvora	Smanjenje izduvnih gasova proizvodnjom dijelova i sklopova
	Pumpa	NE	Visoki	Loša	DA	NE
	Regulacijska jedinica	NE	Visoki	Loša	DA	NE
	Cijevni razvod	DA	Niski	Veoma dobra	NE	NE
	Radni medij	DA	Niski	Veoma dobra	NE	NE

Proizvodnja dijelova i sklopova pored otvaranja velikog broja radnih mjesta, ima i druge pozitivne uticaje na ekonomiju. Prvo, povećanjem PV i TS instalacija smanjuje se zavisnost od uvoza energenata. PV proizvodnja električne energije je najbolja u uslovima ekstremno visokih temperatura kada je, na primjer, efikasnost hidroelektrana smanjena usljed smanjenog dotoka vode. Ovo se posebno odnosi na zemlje koje izvoze električnu energiju kao što je BiH. Korištenjem TS sistema povećava se energetska efikasnost što znatno utiče na ekonomiju. Povećanjem energetske efikasnosti u državi dolazi do pada potrošnje električne energije čime se znatno povećava ekonomija države time što se izvoze veće količine energije.

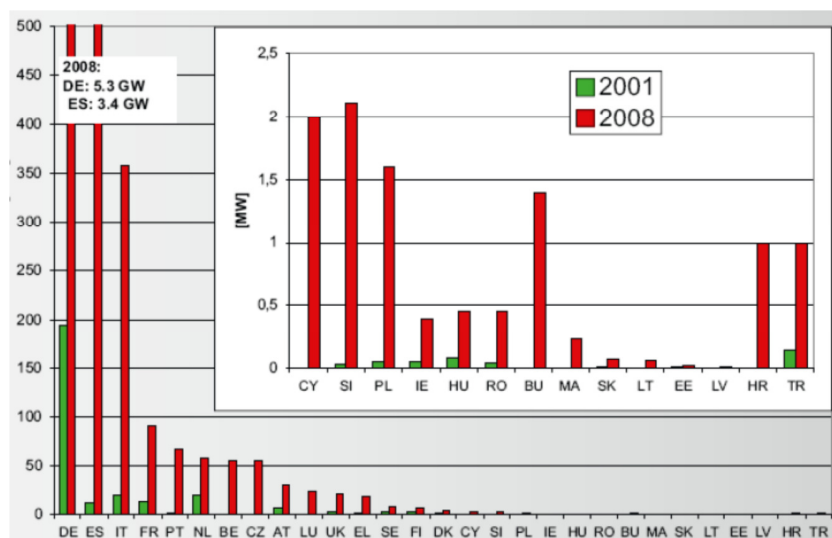
Trenutno u BiH i Srbiji ne postoji nijedna firma koja se bavi proizvodnjom PV sistema, do sada glavni dijelovi i sklopovi u ovim državama su uvezeni. Početak proizvodnje PV sistema (dijelova i sklopova) prema trenutnoj političkoj situaciji i trenutnim ulaganjima u ovu oblast dvaju država vrlo je teško očekivati. Međutim, u BiH i Srbiji već postoje određeni vidovi proizvodnje TS sistema, ali još uvijek nisu doživjeli komercijalnu proizvodnju. U narednom periodu je za očekivati da će države uvesti podsticaje za izradu i postavljanje TS sistema u smislu poboljšanja energetske efikasnosti i smanjenju potrošnje „prljave“ energije.

Sve veći broj kompanija i organizacija aktivno učestvuje u promociji, razvoju i proizvodnji PV i TS sistema. Tržišna vrijednost proizvodnje PV i TS sistema trenutno iznosi više od \$ 5 milijardi godišnje. Na sljedećoj slici prikazan je istorijski razvoj globalnih kumulativnih kapaciteta po svjetskim regionima.



Slika 61. Historijski razvoj globalnih kumulativnih kapaciteta u svijetu

Između 2003. i 2008. godine samo instalacije PV sistema u EU su povećane preko deset puta i dostigle 9,5GW ukupnih kapaciteta na kraju 2008. Od toga je u Njemačkoj instalirano 5,3GW, a u Španiji 3,4GW, što znači da se u Njemačkoj nalazi više od polovine evropskih kapaciteta. Na sljedećoj slici su komparativno prikazani evropski kapaciteti povezani sa distributivnom mrežom u 2001. i 2008. godini.



Slika 62. Ukupni evropski kapaciteti povezani s distributivnom mrežom

Konstantno povećanje proizvodnih kapaciteta solarnih sistema ima veoma važnu ulogu u odnosu na veliko tržište koje za ove proizvode postoji u ruralnim krajevima Azije, Afrike i Južne Amerike, gdje još uvijek oko 2 milijarde ljudi nema pristup električnoj energiji. Od strateškog je značaja za Evropu da osvoji i zadrži ovo tržište, kako zbog mogućnosti otvaranja novih radnih mjesta, tako i da zadrži vodeću poziciju u svijetu u ovoj industriji. Evropski plan kroz Direktivu 2009/28/EZ o promociji korištenja energije iz obnovljivih izvora je da instalacioni kapaciteti do kraja 2020. godine dostignu

20%. Do sada je bilježen samo rast proizvodnih kapaciteta. Međutim, impresivan rast i održivost ovog trenda zavisi od toga u kojoj će mjeri država podsticati i aktivirati sve domaće resurse, kao što su Sunčeva energija i zapošljavanje s ciljem maksimiziranja energetske nezavisnosti od uvoza fosilnih goriva i električne energije te minimiziranja udjela energetskeg troška u svakom pojedinom proizvodu i usluzi, čime domaći proizvodi postaju konkurentniji na svjetskom tržištu. Takva politika direktno dovodi do povećanja stranih i domaćih ulaganja u nove i čiste tehnologije, ali istovremeno i do smanjivanja svih proizvodnih troškova koji se odnose na sprečavanje emisije štetnih tvari i očuvanje okoliša. Procjenjuje se da bi se dobri inicijalni rezultati mogli postići u smislu povećanja proizvodnih kapaciteta ukoliko se politika države okrene sljedećem:

- Smanjenjem PDV-a za svu solarnu opremu. Trenutna stopa je izuzetno štetna jer ne donosi nikakav prihod državi ni od proizvodnje ni od prodaje, jer je pod postojećim uslovima niko ne kupuje;
- Uvođenjem mjera ispravne makroekonomske politike čime se može na vrlo velikoj ekonomskoj skali pokrenuti konkurentna proizvodnja solarne opreme, od čega bi barem u narednih trideset godina oko 50% proizvodnje zahtijevalo vlastito tržište, kojem upravo nedostaju velike količine takvih proizvoda, a drugih 50% bi se moglo izvoziti po vrlo konkurentnim cijenama.

Solarni sistemi danas predstavljaju tehnički usavršen koncept efikasnog korištenja primarne energije te povećanje njenih proizvodnih kapaciteta bi moglo značajno doprinijeti ispunjavanju evropskih energetske i ekološke ciljeve do 2020. godine. Zbog relativno nepovoljnog ekonomskog okvira (izraženog nedovoljno velikom razlikom između cijene električne energije i cijene goriva) aktuelni razvoj solarnih sistema uslovljen je finansijskim potporama. Postojeće subvencije opreme i uvođenje premija na svu proizvedenu energiju u razvijenim zemljama stvaraju pretpostavke za značajnije povećanje proizvodnih kapaciteta. Na tragu očekivanog evropskog razvoja može se i u Bosni i Hercegovini i Srbiji očekivati postepeno uvođenje solarnih sistema u objekte javne i komercijalne namjene kod kojih su tehno-ekonomski parametri veoma povoljniji.

4 PRAVNI STATUS ENERGETIKE U REGIONU

4.1 Institucionalni okvir Bosne i Hercegovine i Republike Srpske

U Bosni i Hercegovini postoji jedna kompleksna politička i organizacijska struktura u sektoru energije budući da država ili entiteti upravljaju i nadgledaju tri elektroenergetske kompanije, jednu rafineriju nafte, prenos prirodnog plina i njegovu distribuciju kao i rudnike uglja, dok sistemi centralnog grijanja spadaju u nadležnost općinske (RS) i kantonalne vlade (FBiH). Ova jedinstvena struktura je nastala kao posljedica složene političke situacije.

Neki od glavnih problema s kojima se suočava energetska sektor u BiH danas su nejasne ovlasti nad energetskim pitanjima, nedostatak energetske politike ili strategije na državnom nivou, kao i nedostatak statistike i zakona.

Disharmonija nadležnosti i kompetencija u energetskom sektoru BiH (Energetski sektor Bosne i Hercegovine nije u nadležnosti države Bosne i Hercegovine nego entiteta, osim funkcije koordinacije u okviru Ministarstva vanjske trgovine i ekonomskih odnosa), s jedne strane, i preuzete međunarodne obaveze BiH u procesu integracija i ispunjenja obaveza, s druge strane, proizvode veliko kašnjenje, objektivno mogućeg bržeg razvoja i korištenja međunarodnih finansijskih izvora i projekata. Kao što je već objašnjeno složenost političke strukture u BiH se prostire i na sektor energije. To se može vidjeti i u tabeli koja slijedi.

Tabela 18. Glavni akteri u sektoru električne energije RS

ENERGETSKA POLITIKA	
Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH	Nadležno je za obavljanje poslova i zadataka iz nadležnosti BiH koji se odnose na definiranje politike, osnovnih principa, koordinaciju djelatnosti i usklađivanje planova entitetskih tijela vlasti i institucija na međunarodnom planu u području energetike i zaštite životne sredine, kao i razvoja i korištenja prirodnih resursa ¹⁴ .
Ministarstvo industrije, energetike i rudarstva Republike Srpske	Mjerama ekonomske i razvojne politike podstiče razvoj resornih privrednih oblasti. Prati uticaj mjera ekonomske politike na kretanje industrijske proizvodnje, proizvodnje u energetici i rudarstvu u cjelini i po pojedinim granama i značajnim preduzećima. Učestvuje u izradi i donošenju tehničkih propisa iz resornih nadležnosti i njihovom usklađivanju sa zakonodavstvom EU (acquis communautaire).
Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju Republike Srpske	Nadležnosti ovog tijela se odnose na prostorno planiranje i razvoj, iskorištavanje prirodnih resursa, zaštitu područja sa izrazitim prirodnim graditeljskim i kulturno-historijskim značajem. Ministarstvo rukovodi integralnom zaštitom kvaliteta životne sredine i njenom unapređenju putem istraživanja, planiranja upravljanja i mjera zaštite, zaštite dobara od opšteg interesa, prirodnih resursa, prirodnog i kulturnog nasljeđa
REGULACIJA	
Državna regulatorna komisija za električnu energiju (DERK)	Nezavisna i neprofitna institucija Bosne i Hercegovine, koju je osnovala Parlamentarna skupština Bosne i Hercegovine ¹⁵ . DERK vrši regulaciju elektroprenosnog sistema u Bosni i Hercegovini te ima nadležnosti i

¹⁴ Zakon o prenosu, regulatoru i operatoru sistema električne energije u BiH (Službeni glasnik BiH, br. 07/02 i 13/03)

¹⁵ Zakon o prenosu, regulatoru i operatoru sistema električne energije u BiH (Službeni glasnik BiH, br. 07/02 i 13/03)

	odgovornosti nad prenosom električne energije, operacijama prenosnog sistema i međunarodnom trgovinom električnom energijom, u skladu s međunarodnim normama i standardima Evropske unije.
Regulatorna komisija za energetiku Republike Srpske (RERS)	Regulatorna komisija za energetiku Republike Srpske je osnovana 2002. godine kao Regulatorna komisija za električnu energiju Republike Srpske, u cilju regulisanja monopolskog ponašanja i obezbjeđenja transparentnog i nediskriminacionog položaja svih učesnika na tržištu električne energije u Republici Srpskoj ¹⁶ . 2007. godine pored nadležnosti, promijenjen i naziv Regulatorne komisije za električnu energiju Republike Srpske u Regulatorna komisija za energetiku Republike Srpske ¹⁷ . Osnovne nadležnosti Regulatorne komisije u sektoru električne energije obuhvataju: nadzor i regulisanje odnosa između proizvodnje, distribucije i kupaca električne energije uključujući i trgovce električnom energijom, propisivanje metodologije i kriterijuma za utvrđivanje cijene korištenja distributivne mreže i cijena snabdijevanja nekvalifikovanih kupaca električnom energijom i metodologije za utvrđivanje naknade za priključenje na distributivnu mrežu, donošenje tarifnog sistema za prodaju električne energije i korištenje distributivne mreže, utvrđivanje tarifnih stavova za korisnike distributivnih sistema i tarifnih stavova za nekvalifikovane kupce, izdavanje ili oduzimanje dozvola za proizvodnju, distribuciju i trgovinu električnom energijom, donošenje opštih uslova za isporuku električne energije, utvrđivanje cijena električne energije na pragu elektrane.
PRENOS	
Nezavisni operator sistema u BiH (NOS) ¹⁸	Razlog osnivanja NOSBIH-a je osiguranje kontinuirane snabdijevanja električnom energijom po definiranim standardima kvalitete za dobrobit građana BiH. Nadležnosti NOS-a su upravljanje sistemom prenosa u cilju osiguranja pouzdanosti, upravljanje sredstvima i uređajima u središnjem kontrolnom centru, upravljanje balansnim tržištem i osiguranje pomoćnih usluga, razvoj i primjena standarda pouzdanosti, razvoj i upravljanje pravilima koja reguliraju upotrebu prenosnog sistema, razvoj i provođenje tržišnih pravila koja se zasnivaju na odredbama vezanim za sistemske i pomoćne usluge u prenosnom sistemu.
Elektroprenos/Elektroprijenos BiH a.d. Banja Luka ¹⁹	Djelatnost Kompanije je prenos električne energije i održavanje, izgradnju i proširenje elektroprenosne mreže u Bosni i Hercegovini. Zadatak kompanije je da svu električnu energiju koja se proizvede u elektranama prenese do elektrodistributivnih područja ili velikih industrijskih potrošača i da poveže elektroenergetski sistem Bosne i Hercegovine sa elektroenergetskim sistemima susjednih zemalja i šire i time omogućiti izvoz, uvoz i tranzit električne energije.

¹⁶ Zakon o električnoj energiji ("Službeni glasnik Republike Srpske" br. 66/02, 29/03 i 86/03)

¹⁷ Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o električnoj energiji ("Službeni glasnik Republike Srpske", br. 60/07)

¹⁸ Osnovala ga je Parlamentarna skupština BiH Zakonom o osnivanju nezavisnog operatora sistema za prenosni sistem u Bosni i Hercegovini (Službeni glasnik BiH broj 35/04).

¹⁹ Osnovan je Zakonom o osnivanju kompanije za prenos električne energije u Bosni i Hercegovini (Službeni glasnik BiH broj 35/04).

DISTRIBUCIJA	
Mješoviti Holding Elektroprivreda Republike Srpske a.d. Trebinje (MH EPRS) ²⁰	MH EPRS, je jedan od tri vertikalno integrirana monopola zadužena za proizvodnju, prenos i distribuciju električne energije u BiH zajedno sa JP Elektroprivreda Bosne i Hercegovine d.d. (EPBiH) i JP Elektroprivreda Hrvatske Zajednice Herceg-Bosna d.d. (EPHZHB). Djelatnost preduzeća je proizvodnja električne energije i eksploatacija uglja, distribucija i snabdijevanje kupaca u Republici Srpskoj električnom energijom, trgovina električnom energijom, optimizacija proizvodnje i obezbjeđivanje tehničko-tehnološkog jedinstva sistema u cilju efikasnijeg i racionalnijeg poslovanja akcionarskih društava s obzirom na poziciju Mješovitog Holdinga kao balansno odgovorne strane prema Tržišnim pravilima i Mrežnom kodeksu, rukovođenje projektima i implementacija projekata u energetsom sektoru Republike Srpske. MH ERS u svom sastavu ima i pet preduzeća za distribuciju električne energije i to: <ul style="list-style-type: none"> • ZP Elektrokrajina a.d. Banja Luka • ZP Elektro Doboj a.d. Doboj • ZP Elektro Bijeljina a.d. Bijeljina • ZP Elektrodistribucija Pale a.d. Pale • ZP Elektrohercegovina a.d. Trebinje

4.2 Zakonodavni okvir Bosne i Hercegovine i Republike Srpske

Kao što je već navedeno u prethodnom dijelu vezanom za institucionalni okvir, kompleksna organizacijska struktura u sektoru energije ima kao efekat i rezultat kompleksnost pravnog okvira, koji se ne usvaja samo na državnom nivou nego i na nivou entiteta. Kao što se moglo vidjeti kroz prethodnu tabelu, važnu ulogu imaju Regulatorne komisije koje svojim propisima regulišu tržište električne energije. Slijedi pregled pravnog okvira u BiH i RS sa posebnim osvrtom na zakonodavno pravnu proceduru za izgradnju PV i TS sistema na teritoriji Republike Srpske.

Zakon o prenosu, regulatoru i operatoru sistema električne energije u Bosni i Hercegovini (Službeni glasnik BiH, br. 07/02 i 13/03)

Svrha ovog Zakona je omogućavanje i ubrzavanje formiranja elektroenergetskog tržišta BiH, kao i integracija u međunarodno elektroenergetsko tržište. Cilj Zakona je stvaranje uslova za neograničenu i slobodnu trgovinu i kontinualno snabdijevanje električnom energijom po definiranom standardu kvalitete za dobrobit građana BiH. Zakon određuje nadležnosti u pogledu elektroprenosnog sistema u BiH te tako utvrđuje da je Državna regulatorna komisija za električnu energiju (u daljnjem tekstu: DERK) odgovorna za regulaciju djelatnosti prenosa električne energije i međunarodne trgovine električnom energijom, Neovisni operator sistema za električnu energiju u BiH (u daljnjem tekstu: NOS BiH) za vođenje sistema, kompanija za upravljanje prenosnom mrežom i pripadnim sredstvima (u daljnjem tekstu: Elektroprenos – Elektroprijenos BiH) i Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa za kreiranje politike u skladu s navedenim zakonom. Prema odredbi člana 4. navedenog Zakona, tržište električnom energijom je jedinstveni ekonomski prostor te će licence izdane od entitetskih regulatornih tijela za trgovinu važiti na teritoriju BiH.

²⁰ Organizovano je shodno Odluci Vlade Republike Srpske broj 02/I-020-60/06 od 30.12.2005. godine

Zakon o osnivanju nezavisnog operatora sistema za prenosni sistem u Bosni i Hercegovini (Službeni glasnik BiH broj 35/04)

Ovim Zakonom se osniva neprofitni, neovisni operator sistema BiH (NOS BiH) te se određuju njegove funkcije, ovlasti, upravljanje i vlasništvo. Cilj Zakona je uspostava nezavisnog operatora sistema i osiguranje kontinualnog snabdijevanja električnom energijom po definiranim standardima kvalitete za dobrobit građana BiH. Zakonom se podupire stvaranje tržišta električne energije u BiH i njegova integracija u regionalno elektroenergetsko tržište i regionalne razvojne aktivnosti u vezi sa energijom²¹.

Zakon o utemeljenju kompanije za prenos u BiH (Službeni glasnik BiH broj 35/04)

Ovim Zakonom osniva se dioničko društvo za prenos električne energije skraćenog naziva "Elektroprenos/Elektroprijenos BiH" te se utvrđuju njegove funkcije, ovlasti, upravljanje i vlasništvo. Svoju djelatnost Elektroprenos/Elektroprijenos BiH obavlja na teritoriji BiH pod uslovom da su te djelatnosti direktno vezane za poboljšavanje djelatnosti prenosa i svih drugih djelatnosti u vezi sa prenosom u Bosni i Hercegovini i susjednim elektroenergetskim sistemima²².

Zakon o električnoj energiji RS (Službeni glasnik RS broj 08/08, 34/09, 92/09 i 01/11)

Zakon o električnoj energiji RS uspostavlja pravila za proizvodnju i distribuciju električne energije na prostoru Republike Srpske i trgovine u ime Republike Srpske te reguliše uspostavljanje i rad elektroenergetskog sistema u Republici Srpskoj. Cilj ovog Zakona je utvrditi uslove potrebne za racionalan i ekonomičan razvoj djelatnosti proizvodnje i distribucije električne energije na prostoru RS te promovisati preduzeća koja će pružati javne usluge i osigurati nesmetano snabdijevanje potrošača električnom energijom.

Osim navedenog, ovim Zakonom se uređuju prava i obaveze proizvođača električne energije te mogućnosti sticanja statusa kvalifikovanog proizvođača električne energije prema uslovima i uz podsticaje koje propisuje RERS. Prema Zakonu, za rad (pogon), upravljanje, održavanje i razvoj distributivnog sistema odgovoran je operator distributivnog sistema (distributer) koji je dužan omogućiti prenos električne energije kroz svoju mrežu i distribuciju električne energije na svom području na osnovu zahtjeva korisnika mreže. Distributer električne energije garantuje pouzdanost rada distributivne mreže i osiguranje parametara kvaliteta električne energije, osigurava usklađeno djelovanje distributivne mreže, daje informacije NOS-u BiH o budućim potrebama za električnom energijom te osigurava trećoj strani pristup mreži. Isti se može uskratiti zbog ograničenih tehničkih ili pogonskih mogućnosti, a predviđena je i mogućnost žalbe RERS-u. Pogon i način vođenja distributivne mreže propisuje se mrežnim pravilima koja izrađuje distributer, a odobrava RERS.

Zakon o energetici (Službeni glasnik RS broj 49/09)

Ovim zakonom se uređuju osnovi energetske politike Republike Srpske, donošenje strategije razvoja energetike, planova, programa i drugih akta za njeno provođenje, osnovna pitanja regulisanja i obavljanja energetske djelatnosti, korištenje obnovljivih izvora energije i uslovi za ostvarivanje energetske efikasnosti.

²¹ Za djelatnosti NOS-a pogledati tabelu br. 18

²² Za djelatnosti Elektroprenosa/Elektroprijenosa BiH pogledati tabelu br. 18

U Zakonu je napisano da je korištenje obnovljivih izvora energije i efikasna kogeneracija od opšteg interesa za Republiku Srpsku jer se na taj način obezbjeđuje smanjenje upotrebe fosilnih goriva i negativnih uticaja na životnu sredinu. Zakonom je predviđen sistem podsticanja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, i način obezbjeđenja i korištenja podsticajnih sredstava koje propisuje Regulatorna komisija, uz saglasnost Vlade.

U Zakonu je dodatno propisano da proizvođač električne energije može, na vlastiti zahtjev, dobiti sertifikat o porijeklu za električnu energiju proizvedenu u proizvodnom postrojenju koje ima važeći sertifikat (deklaraciju) kada dokaže da je u periodu na koji se odnosi sertifikat proizvodno postrojenje radilo tako da ispunjava uslove i zahtjeve propisane za efikasnu kogeneraciju, odnosno za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora. Regulatorna komisija izdaje sertifikat o porijeklu i sertifikat za proizvodno postrojenja i propisuje njihov sadržaj, kao i uslove i procedure izdavanja. Osim toga operateri sistema na čiju su mrežu priključena postrojenja za proizvodnju električne energije za koja se izdaju sertifikati o porijeklu trebaju dostaviti Regulatornoj komisiji sve podatke u vezi sa proizvedenom električnom energijom za koju Regulatorna komisija izdaje sertifikate o porijeklu.

Zakon o obnovljivim izvorima energije i efikasnoj kogeneraciji (Službeni glasnik RS broj 39/13)

Ovim Zakonom uređuju se planiranje i podsticanje proizvodnje i potrošnje energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji, tehnologije za korištenje obnovljivih izvora energije, mjere podsticaja za proizvodnju električne energije korištenjem obnovljivih izvora energije i u efikasnoj kogeneraciji, provođenje sistema podsticanja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora i izgradnja postrojenja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i druga pitanja od značaja za ovu oblast.

Prema ovom Zakonu Sertifikat za proizvodno postrojenje može dobiti proizvođač električne energije za proizvodno postrojenje koje proizvodi električnu energiju iz obnovljivih izvora ili u efikasnoj kogeneraciji, na ekonomski primjeren način, uz zaštitu životne sredine i u kome je obezbijedeno mjerenje svih energetske veličina. Pribavljanje sertifikata za proizvodno postrojenje je neophodan uslov za ostvarivanje prava na podsticaj proizvodnje električne energije iz obnovljivih ili za izdavanje garancije o porijeklu električne energije. Sertifikat za proizvodno postrojenje izdaje se nakon pribavljanja odobrenja za upotrebu koje izdaje nadležni organ u skladu sa propisima o uređenju prostora i građenju. Sertifikat za proizvodno postrojenje izdaje Regulatorna komisija za energetiku Republike Srpske na zahtjev proizvođača. Regulatorna komisija vodi Registar izdatih sertifikata za proizvodna postrojenja. Sertifikat za proizvodno postrojenje izdaje se na period važenja od 15 godina za proizvodno postrojenje koje koristi energiju Sunca.

Zakon uspostavlja i Operatora sistema podsticaja²³ za obavljanje administrativno-finansijskih i drugih operativnih poslova sistema podsticaja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji. Vlada treba da donose odluku kojom će urediti statusna pitanja i organizaciju Operatora sistema podsticaja²⁴. Snabdjevači krajnjih kupaca obavezni su da kupe od Operatora sistema podsticaja udio električne energije proizvedene korištenjem obnovljivih izvora energije.

²³ Radi se o poslovima poput zaključivanja ugovora o podsticaju, kupovini električne energije proizvedene u postrojenjima koja imaju pravo na garantovanu otkupnu cijenu, vršenju obračuna i isplate sredstava za električnu energiju proizvedenu u postrojenjima koja ostvaruju pravo na podsticaj i td.

²⁴ Na osnovu Uredbe o proizvodnji i potrošnji energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji ("Službeni glasnik Republike Srpske", br. 28/11 i 39/11) do uspostavljanja Operatora sistema podsticaja Vlada Republike Srpske će ovlastiti Mješoviti Holding Elektroprivreda Republike Srpske a.d. Trebinje da obavlja administrativno-finansijske i druge operativne poslove sistema podsticaja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji.

Na osnovu ovog Zakona Garancija o porijeklu električne energije izdaje se od strane Regulatorne komisije na zahtjev proizvođača koji električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora energije prodaje na tržištu, a za koju ne ostvaruje pravo na obavezan otkup po garantovanoj otkupnoj cijeni ili premiju. Garancija o porijeklu izdaje se samo jednom za jediničnu količinu proizvedene električne energije od 1 MWh. Garancija o porijeklu može se upotrijebiti u roku od godinu dana od dana izdavanja, a nakon upotrebe ili isteka roka važenja, garancija o porijeklu se poništava.

Proizvođač električne energije iz obnovljivih izvora energije i u efikasnoj kogeneraciji može ostvariti sljedeće vrste podsticaja:

- pogodnosti prilikom priključenja na mrežu,
- prednosti u pristupu mreži,
- pravo na obavezan otkup električne energije,
- pravo na garantovanu otkupnu cijenu (feed-in tarifu) i
- pravo na premiju za potrošnju za vlastite potrebe ili prodaju na tržištu RS.

Proizvođač električne energije za istu količinu električne energije ne može ostvariti pravo na obavezan otkup po garantovanoj otkupnoj cijeni i pravo na premiju. Navedena dva podsticaja se umanjuju ako je u periodu investiranja proizvođač električne energije primao državnu pomoć (svaka direktna ili indirektna pomoć u vidu davanja u novcu, materijalu i opremi, subvencija i poreskih olakšica).

Prema ovom zakonu, proizvođač električne energije koji proizvodi električnu energiju u solarnim elektranama sa fotonaponskim ćelijama snage zaključno sa 1 MW, ukoliko instalirani kapaciteti proizvodnih postrojenja ne prelaze količine za podsticanje definisane Akcionim planom i ukoliko posjeduje sertifikat za proizvodno postrojenje može ostvariti pravo na podsticaj.

Operator sistema podsticaja dužan je da obezbijedi proizvođaču koji ostvaruje pravo na obavezan otkup električne energije po garantovanoj otkupnoj cijeni prednost u pristupu mreži u skladu sa prijavljenim dnevnim rasporedom rada. Proizvođač električne energije iz obnovljivih izvora koji ima pravo na obavezan otkup i garantovanu otkupnu cijenu električne energije proizvedene u postrojenjima čija je snaga manja od 500 kW ne prijavljuje dnevni raspored rada i ne snosi troškove balansiranja, dok u slučaju da je snaga veća od 500 kW proizvođač je dužan da prijavi dnevni raspored rada Operatoru sistema podsticaja i da snese 25% troškova balansiranja. Proizvođač električne energije koji prodaje električnu energiju na tržištu i ostvaruje pravo na premiju sam obezbjeđuje pristup na mrežu i snosi troškove balansiranja.

Ako proizvođač ispunjava kriterije za prava na podsticaj onda ima i pravo na obavezan otkup električne energije u cijelosti ili djelimično po garantovanoj otkupnoj cijeni (Feed-in tarifu) ili na premiju ako električnu energiju koristi za vlastite potrebe ili prodaje na tržištu Republike, u trajanju do 15 godina. Navedeno pravo ostvaruje na osnovu rješenja koje donosi Regulatorna komisija na zahtjev proizvođača. Garantovana cijena i premija, određuju se na osnovu metodologije koju utvrđu je Regulatorna komisija uz saglasnost Vlade. Važno je naglasiti da Regulatorna komisija, najmanje jednom godišnje, provjerava nivo garantovanih otkupnih cijena i premija za naredni period i po potrebi vrši njihove izmjene. Prilikom zaključivanja ugovora o obaveznom otkupu po garantovanoj otkupnoj cijeni primjenjuju se cijene iz odluke koja je na snazi u vrijeme zaključivanja ugovora i ostaje nepromijenjena u periodu važenja ugovora.

Proizvođač može ostvariti preliminarno pravo na podsticaj obaveznog otkupa po garantovanoj otkupnoj cijeni ili pravo na premiju u toku izgradnje postrojenja ako ispunjava kriterije za prava na

podsticaj. U ovom slučaju proizvođač električne energije uz zahtjev za preliminarno pravo obavezno prilaže sljedeće dokumente:

- studiju ekonomske opravdanosti,
- dokaz o upisu projekta u registar projekata,
- odobrenje za građenje izdato od nadležnog organa u skladu sa propisima koji uređuju oblast građenja i
- dokaz da je u toku izgradnja proizvodnog postrojenja.

Regulatorna komisija donosi rješenje o preliminarnom pravu na podsticaj na period koje ne može biti duži od tri godine od dana donošenja rješenja. Na osnovu ovog rješenja, proizvođač električne energije sa Operatorom sistema podsticaja zaključuje ugovor ili predugovor o podsticaju. Proizvođači električne energije u postrojenjima snage veće od 250kW dužni su da prije potpisivanja predugovora o podsticaju prethodno uplate novčani depozit ili dostave bankarsku garanciju Operatoru sistema podsticaja u visini od 2% od vrijednosti investicije.

Sredstva za podsticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora obezbjeđuju se iz naknade za podsticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i efikasnu kogeneraciju. Krajnji kupac električne energije u Republici, obavezan je da plaća naknadu za podsticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i efikasnu kogeneraciju kao dodatak na cijenu električne energije. Regulatorna komisija uz saglasnost Vlade utvrđuje odlukom visinu ove naknade.

Vlada može uvesti i druge podsticajne mjere, al samo u svrhu ispunjavanja obaveza propisanih Akcionim planom:

- subvencije i druge olakšice za domaću proizvodnju i nabavku opreme koja se koristi za potrebe grijanja i hlađenja upotrebom obnovljivih izvora energije (kao na primjer solarni kolektori za pripremu tople vode)
- kreiranje lokalnog tržišta toplotne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije uvođenjem registra garancije porijekla toplotne energije,
- uvođenje obaveze velikim potrošačima toplotne energije (industrijske i gradske toplane) da dio toplotne energije proizvode iz obnovljivih izvora energije i
- druge podsticajne mjere.

Proizvođač električne energije koji ispunjava kriterije za prava na podsticaj i koji je priključen na distributivnu mrežu ima pravo na obavezan otkup električne energije od Operatora distributivnog sistema po cijeni koja je jednaka cijeni utvrđenoj za pokrivanje distributivnih gubitaka na mreži u toku trajanja probnog rada, a najduže 60 dana nakon pribavljanja odobrenja za upotrebu.

Krajnji kupac čiji je objekat priključen na mrežu naponskog nivoa 0,4 kV, sa priključnom snagom koja odgovara glavnom instalacionom osiguraču do najviše 63 A, koji električnu energiju za vlastite potrebe obezbjeđuje i sopstvenom proizvodnjom iz proizvodnih postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije čija instalirana snaga ne prelazi 44 kW, može vršiti preuzimanje električne energije iz distributivne mreže i isporuku u distributivnu mrežu po principu "neto mjerenja" nakon što pribavi rješenje Regulatorne komisije. Neto stanje dvosmjernog brojila aktivne električne energije je osnova za obračun, te plaćanje ili poravnanje između ugovornih strana za preuzetu, odnosno isporučenu električnu energiju. U slučaju da očitavanje dvosmjernog brojila aktivne električne energije u obračunskom periodu pokaže da je krajnji kupac preuzeo više električne energije nego što je predao u mrežu, krajnji kupac plaća razliku između preuzete i predate električne energije u skladu sa ugovorenim cijenom za snabdijevanje. U slučaju da navedeno očitavanje pokaže da je krajnji kupac

predao više električne energije u mrežu nego što je preuzeo, razlika između isporučene i preuzete električne energije se prenosi u naredni obračunski period u korist krajnjeg kupca.

Zakonom je regulisana i izgradnja energetskih postrojenja. Izgradnja energetskih postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije vrši se u skladu sa propisima kojima se uređuje oblast građenja i zaštite životne sredine, a po prethodno pribavljenoj koncesiji koja se dodjeljuje u skladu sa propisima kojima se uređuje oblast koncesija ili u skladu sa propisima kojima se uređuju drugi vidovi javno privatnog partnerstva kada je to uređeno posebnim propisom za određenu energetsku djelatnost. Važno je naglasiti da na osnovu ovog Zakona, izgradnja energetskih postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije, osim solarnih postrojenja sa fotonaponskim ćelijama na objektima i postrojenja instalirane snage zaključno sa 250 kW koja koriste sve vidove obnovljivih izvora energije, vrši se u skladu sa propisima kojima se uređuje oblast građenja i zaštite životne sredine, a po prethodno pribavljenoj koncesiji koja se dodjeljuje u skladu sa propisima kojima se uređuje oblast koncesija ili u skladu sa propisima koji ma se uređuju drugi vidovi javno-privatnog partnerstva kada je to uređeno posebnim propisom za određenu energetsku djelatnost.

Zakonom je propisan i Registar projekata koje uspostavlja i vodi resorno Ministarstvo. Pravno i fizičko lice koje gradi energetsko postrojenje dužno je da prijavi projekat Ministarstvu u roku od 30 dana od dana pribavljanja odobrenja za građenje, odnosno zaključivanja ugovora o koncesiji ili ugovorom o javno-privatnom partnerstvu. Registar projekata sadrži podatke o vlasniku projekta i projektu, postrojenju koje uključuje podatke o lokaciji i tipu postrojenja, tehničko tehnološkim karakteristikama i uslovima korišćenja zavisno od primijenjene tehnologije, instaliranu snagu postrojenja za proizvodnju električne i toplotne energije i planiranu proizvodnju, podsticajima koje ostvaruje, te druge podatke iz zaključenih predugovora i ugovora o podsticaju.

Na osnovu ovog Zakona predviđeno je usvajanje relevantnih podzakonskih akata, a isti se već spominju i imaju svoj pravni osnov u ovom Zakonu, i prikazani su u tabeli koja slijedi. Međutim sve dok se navedeni podzakonski akti ne usvoje, ostat će na snazi postojeći podzakonski akti.

Tabela 19. Podzakonski akti predviđeni Zakonom o obnovljivim izvorima energije i efikasnoj kogeneraciji
(Službeni glasnik RS broj 39/13)

Br.	Pravni osnov	Naziv	Rok za donošenje	Nadležnost
1.	Član 10 (1)	Akcion plan Republike Srpske za korišćenje obnovljivih izvora energije	3 mjeseca (avgust 2013)	Vlada RS
2.	Član 31 (3)	Odluka kojom će se urediti statusna pitanja i organizacija Operatora sistema podsticaja	3 mjeseca (avgust 2013)	Vlada RS
3.	Član 33	Uredba o vrstama, sadržaju, kvalitetu i učešću bio-goriva u transportu	6 mjeseci (novembar 2013)	Vlada RS
4.	Član 40 (2)	Uputstvo o vođenju registra projekata iz obnovljivih izvora energije i u efikasnoj kogeneraciji	4 mjeseca (septembar 2013)	Ministarstvo industrije, energije i rudarstva
5.	Član 9 (2)	Pravilnik o izdavanju sertifikata za proizvodno postrojenje koje proizvodi električnu energiju iz obnovljivih izvora energije ili u efikasnoj kogeneraciji	6 mjeseci (novembar 2013)	Regulatorna komisija
6.	Član 17 (5)	Pravilnik o garanciji porijekla za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora energije	6 mjeseci (novembar 2013)	Regulatorna komisija
7.	Član 29	Pravilnik o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji	6 mjeseci (novembar 2013)	Regulatorna komisija
8.	Član 14 (2)	Pravila rada	4 mjeseca (septembar 2013)	Operator sistema

Važno je naglasiti da u ovom poglavlju se neće analizirati podzakonski okvir vezan za naknade i iznose podsticajnih mjera jer će se navedeni podzakonski akti koristiti u poglavljima vezanim za analizu tržišta i ekonomsku finansijsku analizu.

Pravilnik o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji ("Sl. glasnik RS" Br. 128/11 i 53/12)

Ovim pravilnikom se propisuju vrste podsticaja proizvodnje električne energije korištenjem obnovljivih izvora energije i u efikasnoj kogeneraciji, kriterijumi, uslovi i postupci za ostvarenje prava na podsticaj, operativno sprovođenje sistema podsticaja; metodologija za utvrđivanje garantovane otkupne cijene električne energije, referentne cijene i premije, način utvrđivanja iznosa i korištenja sredstava potrebnih za funkcionisanje sistema podsticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji i način obračuna naknade za obezbjeđenje tih sredstava.

Ovaj pravilnik se primjenjuje u postupku rješavanja zahtjeva proizvođača za utvrđivanje prava na podsticaj proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i efikasne kogeneracije, kao i prilikom utvrđivanja garantovane otkupne cijene i premije i ukupne i jedinične naknade za obezbjeđenje sredstava potrebnih za funkcionisanje sistema podsticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i efikasne kogeneracije.

Da bi ostvario pravo na pogodnosti prilikom priključenja na mrežu proizvođač/investitor prilikom podnošenja zahtjeva za izdavanje elektroenergetske saglasnosti operatoru sistema dostavlja dokaze da planira izgraditi proizvodno postrojenje koje ispunjava uslove za prava na podsticaj²⁵. Operator sistema pribavlja od Operatora sistema podsticanja (OSP) potvrdu za kapacitet kojim se potvrđuje, da u momentu podnošenja zahtjeva ukupni kapaciteti priključenih proizvodnih postrojenja koje koriste obnovljive izvore i/ili efikasnu kogeneraciju i za koje je ostvareno pravo na podsticanje ne premašuju veličine za podsticanje definisane Zakonom²⁶.

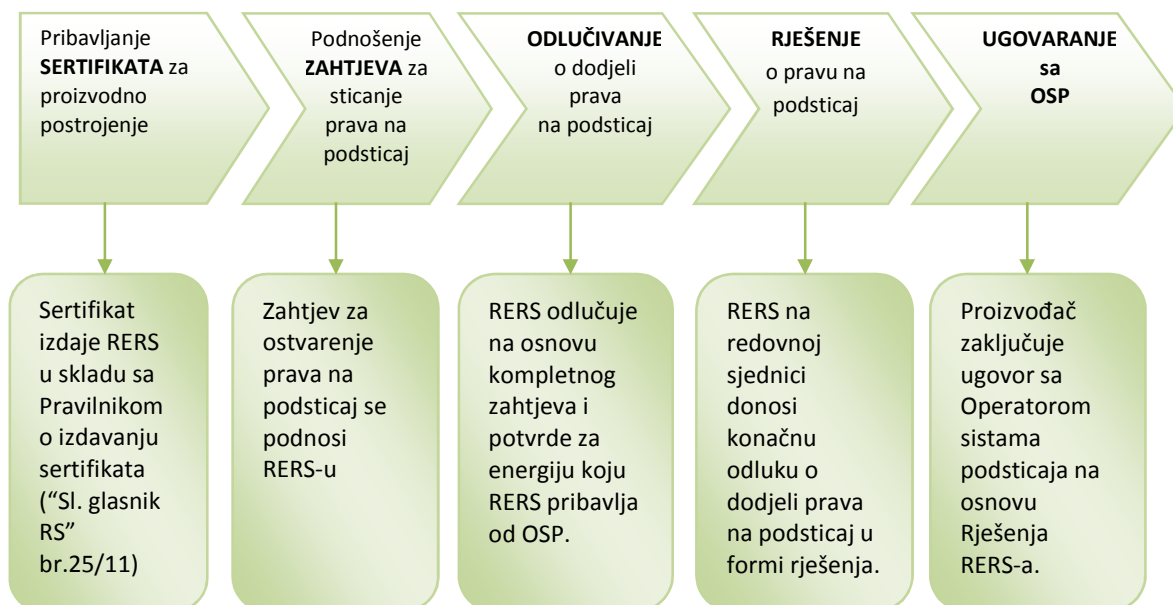
Ako su ispunjeni navedeni uslovi operator prenosnog sistema omogućava proizvođaču/investitoru pogodnosti prilikom priključenja u skladu sa odgovarajućim propisima i priključuje proizvodno postrojenje na svoju mrežu. Za postrojenje za koje je ostvaren podsticaj, na zahtjev operatora sistema, dostavi Sertifikat u roku kojim se određuje u skladu sa planiranim vremenom priključenja iz elektroenergetske saglasnosti ili ugovora o priključenju. Proizvođač koji je ostvario pravo na pogodnosti prilikom priključenja, a nije u roku dostavio Sertifikat dužan je da nadoknadi operatoru sistema troškove nastale zbog obezbjeđenja pogodnosti prilikom priključenja na mrežu.

Operator distributivnog sistema dužan je da svakom novom proizvođaču koji koristi obnovljive izvore energije ili efikasnu kogeneraciju i koji traži priključak dostavi:

- detaljnu analizu mogućnosti i uslova za priključenje, tehničko rješenje potrebnih izmjena na postojećoj mreži radi obezbjeđenja uslova za priključenje elektrane, kao i procjenu troškova priključka elektrane na distributivnu mrežu i
- razuman i precizan vremenski okvir za realizaciju predloženog načina priključenja, u roku u kome je dužan da izda elektroenergetsku saglasnost u skladu sa odredbama Zakona o opštem upravnom postupku.

²⁵ Pogledati analizu *Zakona o obnovljivim izvorima energije i efikasnoj kogeneraciji (Službeni glasnik RS broj 39/13)*

²⁶ Zakon o obnovljivim izvorima energije i efikasnoj kogeneraciji (Službeni glasnik RS broj 39/13)



Slika 63. Postupak za ostvarivanje prava na podsticaj u RS

Operator distributivnog sistema izrađuje o svom trošku navedenu analizu ako proizvođač/investitor dostavi dokaze da planira izgraditi: proizvodno postrojenje za proizvodnju električne energije koristeći obnovljive izvore energije na ekonomski primjeren način i uz zaštitu životne sredine.

Proizvođač snosi stvarne troškove nestandardnog priključka na distributivnu mrežu do mjesta priključenja i stvarne troškove potrebnih izmjena na postojećoj mreži u skladu sa odredbama Pravilnika o metodologiji za utvrđivanje naknade za priključenje na distributivnu mrežu²⁷.

Pravilnik o izdavanju sertifikata za proizvodno postrojenje koje proizvodi električnu energiju koristeći obnovljive izvore energije ili u efikasnoj kogeneraciji ("Sl. glasnik RS" br. 25/11)

Ovim Pravilnikom propisuju se sadržaj sertifikata, procedure i kriterijumi pod kojima proizvođač električne energije u proizvodnom postrojenju koje koristi obnovljive izvore energije na ekonomski primjeren način uz zaštitu životne sredine ili u efikasnom kogeneracijskom postrojenju, može dobiti sertifikat za proizvodno postrojenje.

Na osnovu odredbi ovog Pravilnika proizvođač električne energije, može dobiti sertifikat za proizvodno postrojenje koje koristi obnovljivi izvor energije ili kogenerativno postrojenje pod uslovom da:

- posjeduje dozvolu za obavljanje djelatnosti proizvodnje električne energije u tom proizvodnom postrojenju ili je ispunio kriterijume i podnio zahtjev za izdavanje te dozvole, ukoliko je za takvo proizvodno postrojenje propisana obaveza posjedovanja dozvole,
- proizvodno postrojenje ispunjava uslove zaštite životne sredine prema Zakonu o zaštiti životne sredine i drugim propisima iz oblasti zaštite životne sredine,
- posjeduje vodopravne akte pribavljene u skladu sa propisima o zaštiti i korištenju voda,

²⁷ Pravilnik o metodologiji za utvrđivanje naknade za priključenje na distributivnu mrežu sa Obrascem zahtjeva („Sl. glasnik RS“ br. 123/08)

- posjeduje odobrenje za upotrebu proizvodnog postrojenja u skladu sa propisima o uređenju prostora i građenju,
- je izvršio pravno razdvajanje djelatnosti proizvodnje električne energije od djelatnosti operatora sistema mreže na koju je priključeno njegovo proizvodno postrojenje,
- su u proizvodnom postrojenju instalisani mjerni uređaji sa karakteristikama usklađenim sa propisima iz oblasti mjerenja i sa deklaracijom koja sadrži podatke o veličini koja se mjeri, proizvođaču uređaja, broju serije, opsegu mjerenja, godini ugradnje, baždarenju i kalibrisanju i mjestu ugradnje, a koji služe za:
 - 1) mjerenje i registraciju proizvedene električne energije koja je isporučena u elektroenergetsku mrežu (neto proizvedena električna energija),
 - 2) mjerenje i registraciju proizvedene električne energije na stezaljkama generatora (bruto proizvedena električna energija),
 - 3) mjerenje i registraciju električne energije utrošene za vlastitu potrošnju isključivo za potrebe rada proizvodnog postrojenja,
 - 4) mjerenje i registraciju električne energije utrošene u vlastitim pogonima za druge namjene,
 - 5) mjerenje i registraciju utroška primarne energije, kao i svih energetske veličine koje su neophodne za proračun uštede kogenerativnog postrojenja,
- posjeduje ugovor o priključenju i deklaraciju o priključku na distributivnu mrežu, odnosno ugovor o priključku i odobrenje za priključenje na prenosnu mrežu, za novoizgrađeno proizvodno postrojenje ukoliko je priključeno na elektroenergetsku mrežu,
- ispunjava tehničke i organizacione uslove za efikasan i bezbjedan rad u skladu sa tehničkim propisima.

Važno je naglasiti da je i javnost uključena u proceduru izdavanja ovog sertifikata. Nakon što Regulatorna komisija zaprimi kompletan zahtjev (i nakon eventualnih dopuna) obavještava podnosioca i objavljuje obavještenje za javnost u najmanje jednim dnevnim novinama koje su dostupne na cijeloj teritoriji Republike Srpske, na oglasnoj tabli i internet stranici Regulatorne komisije. Obavještenje za javnost sadrži sažetak zahtjeva za izdavanje sertifikata, način na koji zainteresovana lica mogu dobiti dodatne informacije, mjesto i način stavljanja na raspolaganje dokumentacije, način i rok dostave komentara na zahtjev u pisanoj formi te informacije koje se odnose na sticanje statusa umješača. Regulatorna komisija odlučuje o vrsti, broju i mjestu održavanja rasprava cijeneći prispjele komentare, eventualni zahtjev za sticanje statusa umješača i dokaze koji potkrepljuju takav zahtjev kao i druge informacije o mogućim spornim pitanjima u skladu sa Pravilnikom o javnim raspravama i rješavanju sporova i žalbi. Ukoliko su ispunjeni kriterijumi za izdavanje sertifikata za proizvodno postrojenje, Regulatorna komisija na redovnoj sjednici donosi konačnu odluku o dodjeli sertifikata u formi rješenja, čiji je sastavni dio sertifikat za proizvodno postrojenje. Rješenje o izdavanju sertifikata za proizvodno postrojenje dostavlja se podnosiocu zahtjeva i umješaču. Sertifikat za proizvodno postrojenje sadrži:

- podatke o proizvođaču,
- podatke o proizvodnom postrojenju,
- podatke o izvoru energije,
- registarski broj sertifikata,
- početak važenja i period važenja.

Pravilnik o izdavanju dozvola ("Sl. glasnik RS" br. 39/10 i 65/13)

Pravno ili fizičko lice dužno je da, prije nego što počne obavljati energetska djelatnost, pribavi dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti u skladu sa zakonom kojim se uređuje obavljanje određene energetske djelatnosti i ovim pravilnikom. Pravno ili fizičko lice dužno je da pribavi dozvolu za izgradnju elektroenergetskog objekta od strane Regulatorne komisije prije početka izgradnje ili značajne rekonstrukcije.

U elektroenergetskom sektoru, Regulatorna komisija izdaje:

- dozvolu za obavljanje djelatnosti proizvodnje električne energije u hidroelektranama, termoelektranama, termoelektranama sa integriranim rudnicima i ostalim elektranama, snage preko 1 MW (period važnosti do 30 godina),
- dozvolu za obavljanje djelatnosti distribucije električne energije, u smislu prenošenja električne energije na srednjenaponskoj i niskonaponskoj mreži u svrhu isporuke električne energije kupcima, (period važnosti do 30 godina),
- dozvolu za obavljanje djelatnosti snabdijevanja tarifnih kupaca električnom energijom (period važnosti do 5 godina),
- dozvolu za obavljanje djelatnosti trgovine i snabdijevanja električnom energijom na teritoriji Bosne i Hercegovine (period važnosti do 5 godina),
- dozvolu za izgradnju elektroenergetskog objekta snage preko 1 MW (period važnosti do 6 godina).

Zahtjev za izdavanje dozvole se podnosi na popunjenom obrascu Regulatornoj komisiji, čiji je sastavni dio lista potrebnih dokumenata, koji je dostupan u prostorijama i na internet stranici Regulatorne komisije.

I u ovoj proceduri, kao i u onoj za izdavanje sertifikata za proizvodno postrojenje, je uključena javnost i predviđene su javne rasprave po istoj metodologiji kao što je već objašnjeno za dodjelu sertifikata. Konačnu odluku o izdavanju dozvole Regulatorna komisija donosi na redovnoj sjednici u formi rješenja, čiji su sastavni dijelovi izdata dozvola i uslovi dozvole. Dozvola stupa na snagu na dan određen u rješenju o izdavanju dozvole. Rješenje o izdavanju dozvole dostavlja se podnosiocu zahtjeva i umješaču i objavljuje se na oglasnoj tabli i internet stranici Regulatorne komisije. Dispozitiv rješenja o izdavanju dozvole objavljuje se u "Službenom glasniku Republike Srpske".

4.3 Institucionalni okvir Republike Srbije

Institucionalni okvir u Republici Srbiji nije kompleksan i složen kao onaj u BiH. Ispod se nalazi tabela sa glavnim institucionalnim akterima koji su uključeni u tržište električne energije.

Tabela 20. Glavni akteri u sektoru električne energije Republike Srbije

ENERGETSKA POLITIKA	
Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine Republike Srbije	Ministarstvo energetike, razvoja i životne sredine je podijeljeno na više sektora. U Sektoru za energetska efikasnost i obnovljive izvore energije, obavljaju se poslovi koji se odnose na: energetiku Republike na sistemskom nivou, strateško planiranje i usklađivanje razvoja energetskih sektora na nacionalnom i lokalnom nivou, izradu Energetskog bilansa Republike Srbije, komunalnu energetiku, racionalnu upotrebu energije i energetska efikasnost, obnovljive

	<p>izvore energije, zaštitu životne sredine i klimatske promjene u oblasti energetike, poslovi međunarodne saradnje i drugi poslovi iz djelokruga Sektora. Ovaj sektor je podjeljen na više odsjeka među kojima i Odsjek za obnovljive izvore energije u kojem se obavljaju poslovi koji se odnose na: stvaranje regulatornih i podsticajnih uslova za veće korištenje obnovljivih izvora energije (u daljem tekstu: OIE) u procesu proizvodnje električne i toplotne energije kao i za veće korištenje bio-goriva u transportu; pripremu i realizaciju programa i praćenje efekata mjera za veće korištenje OIE; raspisivanje koncesija za objekte koji koriste OIE, odnosno izdavanje energetske dozvole i izdavanje rješenja o statusu povlašćenog proizvođača električne energije za postrojenja koja koriste OIE; realizaciju projekata koji za cilj imaju veće korištenje OIE i pružanje informacija potencijalnim investitorima; učesće u ostvarivanju međunarodne saradnje u oblasti OIE, normativno-pravni i upravni poslovi za potrebe Odsjeka i druge poslove iz djelokruga Odsjeka</p>
<p>Ministarstvo prirodnih resursa, rudarstva i prostornog planiranja Republike Srbije</p>	<p>Ministarstvo obavlja poslove državne uprave koji se odnose i na prostorno planiranje, odnosno organizaciju, uređenje i korištenje prostora Republike Srbije, kao i druge poslove određene zakonom: poslove koji se odnose na održivi razvoj prirodnih bogatstava, odnosno resursa (vazduha, voda, zemljišta, mineralnih sirovina, šuma, riba, divljih biljnih i životinjskih vrsta), sistem zaštite prirodnih bogatstava, strategiju i politiku razvoja prirodnih resursa, istraživanja koja se odnose na eksploataciju prirodnih resursa, izradu programa istražnih radova u oblasti prirodnih resursa, izradu godišnjih i srednjoročnih programa detaljnih istražnih radova u oblasti prirodnih resursa i obezbjeđivanje materijalnih i drugih uslova za realizaciju tih programa, inspekcijски nadzor u oblasti održivog korištenja prirodnih bogatstava i u drugim oblastima određenim zakonom, izradu bilansa rezervi podzemnih voda, normativa i standarda za izradu geoloških karata, obezbjeđivanje materijalnih i drugih uslova za realizaciju tih programa, kao i druge poslove određene zakonom.</p>
REGULACIJA	
<p>Agencija za energetiku Republike Srbije</p>	<p>Agencija za energetiku je osnovana Zakonom o energetici kao regulatorno tijelo sa nadležnostima u sektorima električne energije, prirodnog gasa, nafte i naftnih derivata i toplotne energije koja se proizvodi u elektranama-toplanama. Njen zadatak je da, kroz obavljanje poslova koji su joj dodeljeni Zakonom, doprinese stvaranju stabilnog regulatornog okvira za razvoj efikasnog i održivog energetskog sektora koji će biti siguran oslonac ekonomskom razvoju zemlje. Agencija je samostalan pravni subjekt i funkcionalno je nezavisna od bilo kog državnog organa, energetskih subjekata i korisnika njihovih proizvoda i usluga, kao i od svih drugih pravnih i fizičkih lica. Agencija obavlja slijedeće grupe poslova: regulaciju cena, licenciranje energetskih subjekata za obavljanje energetskih djelatnosti, odlučivanje po žalbama, nadzor nad tržištem energije i sprovođenje međunarodnih sporazuma.</p>
PRENOS	
<p>Javno preduzeća Elektromreža Srbije</p>	<p>Nadležan za siguran i pouzdan prenos električne energije, efikasno upravljanje prenosnim sistemom povezanog sa elektroenergetskim</p>

	<p>sistemima drugih zemalja, optimalan i održiv razvoj prenosnog sistema u cilju zadovoljenja potreba korisnika i društva u cjelini, obezbjeđivanje funkcionisanja i razvoja tržišta električne energije u Srbiji i njegovo integrisanje u regionalno i evropsko tržište električne energije.</p> <p>Upravljanje prenosnim sistemom obuhvata planske aktivnosti koje se odnose na ugovaranje sistemskih usluga, izradu planova isključenja, izradu planova rada elektroenergetskog sistema, izradu modela i analize sigurnosti, proračun prekograničnih prenosnih kapaciteta, prognozu potrošnje i gubitaka.</p>
DISTRIBUCIJA	
Javno preduzeće „Elektroprivreda Srbije“ Beograd – JP EPS	<p>JP EPS je vertikalno organizovano preduzeće, koje je osnovalo 13 privrednih društava i tri javna preduzeća na Kosovu i Metohiji. Djelatnosti EPS-a su proizvodnja električne energije, distribucija električne energije i upravljanje distributivnim sistemom, trgovina električnom energijom, proizvodnja, prerada i transport uglja, proizvodnja pare i tople vode u kombinovanim procesima, kao i iskorištavanje voda. Poslovi EPS-a su i istraživanje i razvoj, projektovanje, izgradnja i održavanje energetske i rudarske objekata, projektovanje, izgradnja i eksploatacija telekomunikacionih objekata i inženjering.</p> <p>Delatnost distribucije električne energije obavlja se u pet privrednih društava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Elektrovojvodina", d.o.o. Novi Sad • "Elektrodistribucija Beograd", d.o.o. Beograd • "Elektrosrbija", d.o.o. Kraljevo • "Centar", d.o.o. Kragujevac • "Jugoistok", d.o.o. Niš

4.4 Pravni okvir u Republici Srbiji

Da bi se u Republici Srbiji izgradio i koristio bilo koji objekat neophodno je da se ispune sljedeći uslovi:

1. pribavljanje energetske dozvole;
2. pribavljanje lokacijske dozvole;
3. pribavljanje građevinske dozvole;
4. građenje objekta i
5. tehnički pregled objekta i pribavljanje upotrebne dozvole.

U postupku pribavljanja građevinske dozvole, za solarne elektrane ne postoji potreba izrade Studije o procjeni uticaja na životnu sredinu, osim ako se objekat gradi u zaštićenom prirodnom dobru i zaštićenoj životnoj sredini nepokretnog kulturnog dobra, kao i u drugim područjima posebne namjene, kada se može tražiti Studija o procjeni uticaja na životnu sredinu.

Na osnovu *Zakona o planiranju i izgradnji („Sl. glasnik RS“, br. 72/09, 81/09, 24/11 i 121/12)* solarni kolektori i solarne ćelije smatraju se slučajevi za koje se ne izdaje građevinska dozvola. Što se tiče solarnih kolektora prema članu 144. navedenog Zakona radi se o jednostavnim objektima za koje nije potrebno pribavljanje akata nadležnog organa za gradnju (lokacijske dozvole i građevinske dozvole). Radi se o objektima koji se grade se na istoj katastarskoj parceli na kojoj je sagrađen glavni objekat, na način da ne ometaju izgled zgrada, susjedne objekte i pješačke staze. Na osnovu člana 145. ovog

Zakona kada se radi o građenju pomoćnih ili ekonomskih objekata, kao i postavljanje solarnih kolektora i solarnih ćelija, nije potrebno pribavljanje građevinske dozvole, već samo rešenje za izvođenje radova. Ukoliko se fotonaponski sistemi izvode tako da su integrisani ili pridodati omotaču građevinskih objekata (krovovi i fasade), preporučeno je od strane Ministarstva energetike, razvoja i zaštite životne sredine da se tada postupa u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji.

Uz zahtjev za izvođenje radova potrebno je predati i:

- dokaz o pravu svojine,
- idejni, odnosno glavni projekat,
- informaciju o lokaciji za pomoćni objekat,
- dokaz o uređenju plaćanja naknade za gradsko građevinsko zemljište za izgradnju tih objekata

Po završetku postavljanja solarnog kolektora i solarne ćelije, po zahtjevu investitora, nadležni organ može izdati upotrebnu dozvolu. Ako je za predmetni objekat, odnosno izvođenje radova izdata i upotrebna dozvola po zahtjevu investitora, osnov za upis u javnu knjigu predstavlja pravosnažno rješenje kojim se odobrava izvođenje radova i pravosnažno rješenje o upotrebnoj dozvoli.

Zakon o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama („Sl. glasnik RS“, br. 88/11)

Zakonom o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama je utvrđeno da se i koncesijom može steći pravo na komercijalno korištenje prirodnog bogatstva sunčeve energije. Postupak dobijanja koncesije je detaljno uređen Zakonom o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama. U nekim elementima procedure upućuje se na Zakon o javnim nabavkama. Pravni osnov koncesije je ugovor o koncesiji. Zakonom o javno-privatno partnerstvu i koncesijama uređen je postupak davanja koncesija, rok za prijem ponuda (koji iznosi najmanje 60 dana), povjerljivost i tajnost podataka iz dostavljene ponude i sl. Postupak davanja koncesije je prikazan u slici ispod.



Slika 64. Postupak davanja koncesije

Koncesija se može dati najkraće na pet, a najduže na pedeset godina, osim ako nekim drugim zakonom nije drugačije utvrđeno. Ugovorom o koncesiji se uređuju prava i obaveze države kao koncedenta i korisnika koncesije (koncesionara). Ugovorom se obavezno uređuje vrijeme, mjesto i način korištenja koncesije i obaveza plaćanja koncesione naknade. Ugovor o koncesiji zaključuje

nadležni organ jedinice lokalne samouprave u ime i za račun jedinice lokalne samouprave, uz prethodnu pismenu saglasnost Vlade, u skladu sa Zakonom o koncesijama i koncesionim aktom.

Koncesionar, odnosno koncedent je dužan da plaća novčanu naknadu za koncesiju u iznosu i na način kako je to uređeno javnim ugovorom o koncesiji, osim ako plaćanje naknade za koncesiju nije ekonomski opravdano. Koncesiona naknada određuje se u zavisnosti od vrste prirodnog bogatstva, vrste djelatnosti, roka trajanja koncesije, poslovnog rizika i očekivane dobiti, opremljenosti i površini dobra u opštoj upotrebi, odnosno javnog dobra.

Zakon o energetici („Sl. glasnik RS“, br. 57/11, 80/11, 93/12 i 124/12)

Ovim zakonom uređuju se ciljevi energetske politike i način njenog ostvarivanja, uslovi za pouzdanu, sigurnu i kvalitetnu isporuku energije i energenata, i uslovi za sigurno snabdijevanje kupaca, uslovi za izgradnju novih energetskih objekata, uslovi i način obavljanja energetskih djelatnosti, način organizovanja i funkcionisanja tržišta električne energije i prirodnog gasa, prava i obaveze učesnika na tržištu, zaštita kupaca energije i energenata, način, uslovi i podsticaji za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora i kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije, prava i dužnosti državnih organa, položaj, način finansiranja, poslovi i druga pitanja od značaja za rad Agencije za energetiku Republike Srbije.

Na osnovu ovog zakona energetska djelatnost (pod kojom spada i proizvodnja električne energije kao i prenos, distribucija i snabdijevanje električnom energijom) može da obavlja javno preduzeće, privredno društvo, odnosno drugo pravno lice ili poduzetnik koji je upisan u odgovarajući registar i koji ima licencu za obavljanje energetske djelatnosti.

Energetski subjekat može da otpočne sa obavljanjem energetske djelatnosti po dobijanju licence koju izdaje Agencija za energetiku Republike Srbije. Licenca je administrativni akt o ispunjenosti uslova propisanih Zakonom o energetici i Pravilnikom o uslovima u pogledu stručnog kadra i načinu izdavanja i oduzimanja licence za obavljanje energetskih djelatnosti (Sl. glasnik RS br. 117/05, 40/06, 44/06 i 44/10). To je za solarne elektrane jedini pravni akt kojim se stiče pravo na obavljanje energetske djelatnosti. Licenca se izdaje energetskom subjektu za energetski objekat za koji je izdata upotrebna dozvola. Licenca za proizvodnju električne energije izdaje se na period od 30 godina.

Važno je naglasiti da licenca nije potrebna za proizvodnju električne energije isključivo za sopstvene potrebe, kao ni za proizvodnju električne energije u elektranama do 1 MW.

Zakon o energetici propisuje i izdavanje energetske dozvole za energetske objekte koji se grade u skladu sa zakonom kojim se uređuje uslovi i način uređenja prostora, uređivanje i korištenje građevinskog zemljišta i izgradnja objekata, tehničkim i drugim propisima. Energetska dozvola se podnosi uz zahtjev za izdavanje građevinske dozvole.

Važno je naglasiti da, vezano za solarnu energiju, energetska dozvola se pribavlja za izgradnju objekata za proizvodnju električne energije snage 1 MW i više i objekata za prenos i distribuciju električne energije napona 110 kV i više. Za elektrane snage do 1 MW, ne pribavlja se energetska dozvola, što znači da se za ove objekte izdaje građevinska dozvola, bez sprovođenja postupka izdavanja energetske dozvole. Energetsku dozvolu izdaje Ministarstvo nadležno za energetiku.

Ovaj Zakon reguliše i garanciju porijekla. Garancija porijekla je dokument koji ima isključivu funkciju da dokaže krajnjem kupcu da je dati udio ili količina energije proizvedena iz obnovljivih izvora energije, kao i iz kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije sa visokim stepenom iskorištenja primarne energije.

Garanciju porijekla izdaje operator prenosnog sistema na zahtjev:

1. proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora energije,
2. proizvođača energije za grijanje i hlađenje iz obnovljivih izvora energije i
3. proizvođača električne i toplotne energije iz kombinovane proizvodnje sa visokim stepenom iskorištenja primarne energije, na osnovu podataka operatora na čiji sistem je objekat proizvođača priključen, javnog snabdjevača i izjave podnosioca zahtjeva o korištenju investicione podrške.

Garancija porijekla se izdaje za jediničnu količinu proizvedene energije od 1 MWh. Garancija porijekla se za količinu proizvedene energije u određenom periodu izdaje samo jednom. Ova garancija je dokument u elektronskom obliku i važi godinu dana od dana izdavanja i prenosiva je.

Zakonom o energetici je utvrđena kategorija povlašćenih proizvođača električne energije. Energetski subjekti mogu, steći status povlašćenog proizvođača električne energije ako:

1. u procesu proizvodnje električne energije u pojedinačnom proizvodnom objektu koriste obnovljive izvore energije, osim hidroelektrana instalisane snage veće od 30 MW;
2. u pojedinačnom proizvodnom objektu instalisane električne snage do 10 MW istovremeno proizvode električnu i toplotnu energiju sa visokim stepenom iskorištenja primarne energije;
3. su priključeni na prenosni, odnosno distributivni sistem električne energije;
4. imaju posebno mjerno mjesto odvojeno od mjernih mjesta na kojima se mjeri količina električne energije proizvedena u drugim tehnološkim procesima;
5. imaju zaključen ugovor o prodaji toplotne energije za elektrane sa kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije osim ako toplotnu energiju koriste za sopstvene potrebe;
6. je za elektrane koje koriste energiju vjetra i energiju sunca instalisana snaga manja od slobodnog kapaciteta, odnosno da je zahtjev za sticanje statusa povlašćenog proizvođača podnijet za dio instalisane snage koji je manji ili jednak slobodnom kapacitetu.

Status povlašćenog proizvođača utvrđuje Ministarstvo rješenjem koje se donosi u roku od 30 dana od dana podnošenja zahtjeva za sticanje statusa povlašćenog proizvođača, ako su ispunjeni uslovi utvrđeni Zakonom o energetici i njegovim podzakonskim aktima.

Međutim, prije sticanja statusa povlašćenog proizvođača energetski subjekat koji koristi energiju vjetra i energiju sunca može rješenjem Ministarstva, steći privremeni status povlašćenog proizvođača ako je pribavio građevinsku dozvolu, ako ispunjava uslove iz gore navedenih tačaka 1., 2., i 6. i ako je obezbijedio novčani depozit ili bankarsku garanciju u visini od 2% od vrijednosti investicije. Privremeni status povlašćenog proizvođača koji koristi energiju sunca može trajati najviše godinu dana od dana donošenja rješenja. Ukoliko energetski subjekat nije stekao status povlašćenog proizvođača u roku može podnijeti zahtjev za produženje privremenog statusa za najviše godinu dana, pod uslovom da priloži dokaz da je podnio potpun zahtjev za tehnički pregled objekta. Ukoliko energetski subjekat stekne status povlašćenog proizvođača ima pravo na podsticajne mjere koje su važile na dan donošenja rješenja kojim je utvrđen privremeni status povlašćenog proizvođača.

Zakonom o energetici je utvrđeno da povlašćeni proizvođači električne energije imaju pravo na:

1. podsticajne mjere kao što su: obaveza otkupa električne energije od povlašćenog proizvođača, cijene po kojima se ta energija otkupljuje i period važenja obaveze;

2. prvenstvo pri preuzimanju ukupno proizvedene električne energije u prenosni ili distributivni sistem;
3. druga prava u skladu sa Zakonom o energetici i njegovim podzakonskim aktima, kao i drugim zakonima i propisima kojima se uređuju porezi, carine i druge dažbine, odnosno subvencije i druge mjere podsticaja, zaštita životne sredine i energetska efikasnost.

Zakon reguliše i podsticajne mjere za korištenje obnovljivih izvora za proizvodnju električne energije. Navedene mjere obuhvataju obavezu otkupa električne energije od povlašćenog proizvođača, cijene po kojima se ta energija otkupljuje i period važenja obaveze otkupa električne energije i preuzimanje balansne odgovornosti. Javni snabdjevač je dužan da otkupi električnu energiju od povlašćenog proizvođača na osnovu ugovora o otkupu električne energije. Na zahtjev energetskog subjekta koji je stekao privremeni status povlašćenog proizvođača javni snabdjevač je dužan da u roku od 30 dana od dana podnošenja zahtjeva zaključi predugovor o otkupu električne energije. U slučaju da energetski subjekt ne stekne status povlašćenog proizvođača javni snabdjevač nije dužan da zaključi ugovor o otkupu električne energije od povlašćenog proizvođača u skladu sa predugovorom.

Prema Zakonu, sredstva za podsticaj obezbjeđuju krajnji kupci plaćanjem posebne naknade za podsticaj koja se plaća uz račun za pristup prenosnom, odnosno distributivnom sistemu i posebno se iskazuje.

Vlada, na prijedlog Ministarstva, najkasnije do kraja decembra tekuće godine za narednu godinu, utvrđuje visinu naknade koja se objavljuje u "Službenom glasniku Republike Srbije".

Zakon o energetici tretira i priključenje na prenosni, transportni i distributivni sistem. Objekat kupca ili proizvođača električne energije priključuje se na prenosni, transportni ili distributivni sistem na osnovu odobrenja nadležnog operatora sistema. Odobrenje za priključenje objekta izdaje se rješenjem u upravnom postupku na zahtjev pravnog ili fizičkog lica čiji se objekat priključuje. Nadležni operator sistema je dužan da odluči po zahtjevu za priključenje objekta kupca u roku od 30 dana od dana prijema pismenog zahtjeva, odnosno po zahtjevu za priključenje objekta proizvođača u roku od 60 dana od dana prijema pismenog zahtjeva.

Prema Zakonu o energetici odobrenje za priključenje objekta na prenosni, transportni ili distributivni sistem sadrži naročito:

- mjesto priključenja na sistem,
- način i tehničke uslove priključenja,
- odobrenu snagu, odnosno kapacitet,
- mjesto i način mjerenja energije,
- rok za priključenje i
- troškove priključenja.

Visinu troškova utvrđuje operator prenosnog, odnosno transportnog i distributivnog sistema u skladu sa Metodologijom²⁸ za utvrđivanje troškova priključenja koju donosi Agencija za energetiku. Metodologijom su utvrđeni način i bliži kriterijumi za obračun troškova priključka, a u zavisnosti od odobrene instalisane snage, mjesta priključka, potrebe za izvođenjem radova ili potrebe za ugrađivanjem neophodne opreme i drugih objektivnih kriterijuma. Operator sistema, je, na osnovu

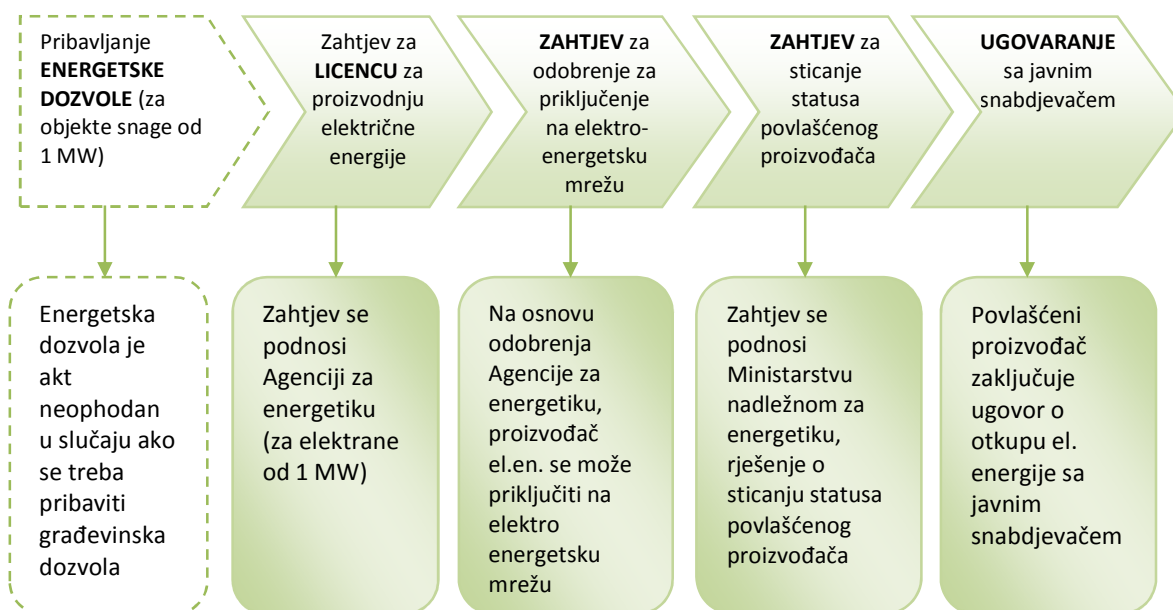
²⁸ Odluka o utvrđivanju metodologije o kriterijumima i načinu određivanja troškova priključka na prenos i distribuciju električne energije („Sl. glasnik RS”, br. 60/06, 79/06 i 114/06).

Metodologije, donio sopstveni akt o visini troškova priključenja, koji dostavlja Agenciji prije početka primjene i on mora biti usklađen sa navedenom metodologijom.

Operator sistema je dužan da priključi objekat proizvođača električne energije na prenosni, transportni odnosno distributivni sistem u roku od 15 dana od dana ispunjenja slijedećih uslova:

1. uslova iz odobrenja za priključenje;
2. da je za objekat pribavljena upotrebna dozvola ili da uređaji i instalacije objekta proizvođača ispunjavaju tehničke i druge propisane uslove;
3. da je za mjesto primopredaje uređena balansna odgovornost i pristup sistemu.

Priključenjem objekta proizvođača električne energije priključak postaje dio sistema na koji je priključen.



Slika 65. Postupak za ostvarivanje prava na podsticaj u Republici Srbiji

Pravilnik o kriterijumima za izdavanje energetske dozvole, sadržini zahtjeva i načinu izdavanja energetske dozvole (Sl. glasnik RS br. 23/06, 113/08 i 50/11)

Ovim pravilnikom propisuju se bliži kriteriji za izdavanje energetske dozvole, sadržaj zahtjeva i način izdavanja energetske dozvole, kao i sadržaj registra izdatih energetskih i dozvola koje su prestale da važe. Kriteriji za izdavanje energetske dozvole određeni su prema vrsti energetskog objekta za čiju izgradnju se energetska dozvola izdaje: proizvodni energetski kapaciteti ili ostalih energetskih objekata. Objekti za proizvodnju električne energije ukupne instalisane snage preko 1 MW smatraju se proizvodnim energetskim objektima.

Zahtjev za izdavanje energetske dozvole sadrži podatke o:

1. podnosiocu zahtjeva;
2. energetskom objektu;
3. vrijednosti investicije;

4. načinu obezbjeđenja finansijskih sredstava;
5. predviđenom eksploatacionom periodu objekta, kao i načinu sanacije lokacije po završetku eksploatacionog perioda objekta;
6. usklađenost sa odgovarajućim planskim dokumentima u skladu sa zakonom kojim se uređuju uslovi i način uređenja prostora, uređivanje i korištenje građevinskog zemljišta i izgradnja objekata;
7. roku završetka gradnje energetske objekta.

U zavisnosti od snage elektrane podnosi se zahtjev za izdavanje energetske dozvole za izgradnju energetske objekta za proizvodnju električne energije i to za nazivne snage od 1 MW do 10 MW – Obrazac O-1, odnosno za nazivne snage preko 10 MW – obrazac O-2.

Energetska dozvola se izdaje na period od tri godine, u roku od trideset dana od dana podnošenja zahtjeva. Ista se može i produžiti na zahtjev imaoa.

Pravilnik o uslovima u pogledu stručnog kadra i načinu izdavanja i oduzimanja licence za obavljanje energetske djelatnosti (Sl. glasnik RS br. 117/05, 40/06, 44/06 i 44/10)

U ovom Pravilniku definisan je zahtjev za izdavanje licence za obavljanje energetske djelatnosti za proizvodnju električne energije. Uslovi za dobijanje licence su:

1. da je podnosilac zahtjeva registrovan za obavljanje energetske djelatnosti za koju se izdaje licenca;
2. da je za energetske objekat izdata upotrebna dozvola;
3. da energetske objekti i ostali uređaji, instalacije ili postrojenja neophodni za obavljanje energetske djelatnosti ispunjavaju uslove i zahtjeve utvrđene tehničkim propisima, propisima o energetske efikasnosti, propisima o zaštiti od požara i eksplozija, kao i propisima o zaštiti životne sredine;
4. da podnosilac zahtjeva ispunjava propisane uslove u pogledu stručnog kadra za obavljanje poslova tehničkog rukovođenja, rukovanja i održavanja energetske objekata, odnosno uslove u pogledu broja i stručne osposobljenosti zaposlenih lica za obavljanje poslova na održavanju energetske objekata, kao i poslova rukovaoca u tim objektima;
5. da podnosilac zahtjeva raspolaže finansijskim sredstvima koja su neophodna za obavljanje energetske djelatnosti;
6. da direktor, odnosno članovi organa upravljanja nisu bili pravnosnažno osuđeni za krivična djela u vezi sa obavljanjem privredne djelatnosti;
7. da podnosiocu zahtjeva nije izrečena mjera zabrane obavljanja djelatnosti ili ako su prestale pravne posljedice izrečene mjere;
8. da podnosilac zahtjeva posjeduje dokaz o pravnom osnovu za korištenje energetske objekta u kojem se obavlja energetske djelatnost;
9. da nad podnosiocem zahtjeva nije pokrenut postupak stečaja ili likvidacije.

Prilikom izdavanja licence plaća se određena taksa Agenciji. Za posjedovanje licence Agenciji se godišnje plaća određena naknada. U slučaju da nosilac licence prestane da ispunjava propisane uslove za dobijanje licence, ili da ne ispunjava bilo koje druge propise vezane za obavljanje energetske djelatnosti, licenca mu se može privremeno ili stalno oduzeti.

Uredba o uslovima i postupku sticanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije (Sl. Glasnik RS br. 8/2013)

Zakonom o energetici utvrđen je postupak podnošenja zahtjeva za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije, kao i obaveza Vlade da donese akte o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije i podsticajnim mjerama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora.

Početakom 2013. godine, stupile su na snagu slijedeće uredbe Vlade:

- 1. Uredba o uslovima i postupku sticanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije (Sl. Glasnik RS br. 8/2013)*
- 2. Uredba o mjerama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije (Sl. Glasnik RS 8/2013)*
- 3. Uredba o načinu obračuna i načinu raspodele prokupljenih sredstava po osnovu naknade za podsticaj povlašćenih proizvođača električne energije (Sl. glasnik RS br. 8/2013)*
- 4. Uredba o visini posebne naknade za podsticaj u 2013. godini (Sl. glasnik RS br. 8/2013)*

U ovom poglavlju se neće analizirati zadnje dvije uredbe budući da su iste vezane za podsticajne cijene i naknade i kao takve obrađene su u poglavlju koji tretira analizu tržišta i troškove za izgradnju PV i TS sistema.

Uredbom o uslovima i postupku sticanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije se propisuju uslovi i postupak sticanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije, sadržaj zahtjeva za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije, dokazi o ispunjavanju uslova za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije, minimalni stepen iskorištenja primarne energije u elektranama sa kombinovanom proizvodnjom u zavisnosti od vrste osnovnog goriva i instalisane snage, maksimalnu ukupnu instalisanu snagu vjetroelektrana i solarnih elektrana za koje se može steći povlašćen, odnosno privremeni povlašćeni status proizvođača električne energije, obaveze povlašćenog proizvođača i način kontrole ispunjavanja propisanih obaveza, kao i sadržinu i način vođenja Registra povlašćenih proizvođača električne energije.

Na osnovu ove Uredbe status povlašćenog proizvođača mogu steći pravna lica i poduzetnici koja obavljaju energetske djelatnosti proizvodnje električne energije u solarnoj elektrani, odnosno elektrani na energiju sunčevog zračenja. Kada su solarne elektrane u pitanju propisano je ograničenje maksimalne ukupne instalisane snage elektrana (koje mogu steći status povlašćenog proizvođača, odnosno privremeni status povlašćenog proizvođača) na 10 MW. Ovo ograničenje je postavljeno prema vrstama solarnih elektrana na slijedeći način:

1. ukupno 2 MW za elektrane na objektima pojedinačne snage do 30 kW;
2. ukupno 2 MW za elektrane na objektima pojedinačne snage od 30 kW do 500 kW; i
3. ukupno 6 MW za elektrane na tlu (zemlji).

Ovom uredbom je utvrđeno da će se, zbog dinamične promjene investicionih troškova u solarne elektrane, maksimalne ukupna instalisana snaga ovih elektrana utvrđivati jednom godišnje.

Privremeni status povlašćenog proizvođača, odnosno status povlašćenog proizvođača može se steći za solarne elektrane ukoliko je slobodni kapacitet (razlika između maksimalne snage za koju se utvrđuju podsticajne mere i zbir instalisanih snaga za istu vrstu elektrana energetske subjekata koji su stekli privremeni status povlašćenog proizvođača), na dan podnošenja zahtjeva, veći ili jednak instalisanoj snazi elektrane za koju se zahtjev podnosi. Ukoliko nema dovoljno slobodnog kapaciteta

za sticanje ovih statusa, isti statusi se mogu steći samo za dio instalisane snage solarne elektrane, koji je jednak slobodnom kapacitetu.

Uredba propisuje i način na koji se dostavlja zahtjev za sticanje statusa povlašćenog proizvođača koji se podnosi Ministarstvu energetike, razvoja i zaštite životne sredine. Uz zahtjev podnosilac dostavlja dokaze o ispunjenosti uslova za sticanje tog statusa, i to:

1. kopiju licence za obavljanje djelatnosti proizvodnje električne energije, ukoliko je elektrana snage veće ili jednake 1 MW;
2. kopiju ugovora o obavljanju djelatnosti proizvodnje električne energije u elektrani koja je predmet zahtjeva između nosioca licence i podnosioca zahtjeva, ukoliko podnosilac zahtjeva nije imalac licence za obavljanje djelatnosti proizvodnje električne energije;
3. upotrebnu dozvolu za elektranu koja je predmet zahtjeva;
4. kopiju akta o priključenju na prenosni odnosno distributivni sistem, sa potvrdom nadležnog operatora da je mjerno mjesto elektrane koja je predmet zahtjeva izvedeno u skladu sa uslovima propisanim Zakonom o energetici i ovom uredbom;
5. podatke o licu odgovornom za rad elektrane (ime, položaj, telefon, faks, i-mail).

Posebna obaveza povlašćenog proizvođača električne energije je da vodi evidenciju o utrošenom primarnom gorivu (osnovnom i dopunskom) u kojoj se bilježi količina i prosječne donje toplotne moći utrošenog goriva. Ova obaveza se ne odnosi na solarne elektrane na objektima. Ministarstvo nadležno za poslove energetike vodi registar povlašćenih proizvođača električne energije.

Uredba o mjerama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije (Sl. Glasnik RS 8/2013)

Ovom uredbom bliže se definišu kategorije povlašćenih proizvođača električne energije, propisuju se mjere podsticaja, uslovi za njihovo ostvarivanje, način određivanja podsticajnog perioda, prava i obaveze koje iz tih mjera proizlaze za povlašćene proizvođače i druge energetske subjekte i uređuje sadržaj ugovora i predugovora o otkupu električne energije od povlašćenog proizvođača.

Mjerama podsticaja smatraju se:

1. podsticajni period od 12 godina za sve elektrane povlašćenih proizvođača koje su puštene u pogon manje od 12 meseci prije potpisivanja ugovora o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije sa javnim snabdjevačem, odnosno podsticajni period od 12 godina umanjen za razliku između godine zaključenja ugovora i godine puštanja u pogon za sve druge elektrane povlašćenih proizvođača;
2. podsticajna otkupna cijena po kojoj povlašćeni proizvođač ima pravo da prodaje javnom snabdjevaču ukupni iznos proizvedene električne energije tokom podsticajnog perioda;
3. pravo povlašćenog proizvođača koji je prethodno stekao privremeni status povlašćenog proizvođača da prodaje javnom snabdjevaču ukupni iznos proizvedene električne energije tokom podsticajnog perioda po podsticajnoj cijeni koja je važila u trenutku sticanja privremenog statusa povlašćenog proizvođača;
4. iznos proizvedene električne energije tokom podsticajnog perioda po podsticajnoj cijeni koja je važila u trenutku sticanja privremenog statusa povlašćenog proizvođača;
5. preuzimanje balansne odgovornosti i troškova balansiranja povlašćenog proizvođača tokom podsticajnog perioda od strane javnog snabdjevača;
6. besplatno mjesečno obavještanje povlašćenog proizvođača i javnog snabdjevača o očitanoj proizvodnji električne energije u objektu povlašćenog proizvođača od strane nadležnog operatora sistema tokom podsticajnog perioda;

7. pravo povlašćenog proizvođača da nakon isteka podsticajnog perioda sa javnim snabdjevačem zaključi ugovor o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije po tržišnim uslovima na organizovanom tržištu električne energije u Republici Srbiji.

Ovom Uredbom je potvrđeno da solarne elektrane spadaju u one objekte koji imaju pravo na korištenje mjera podsticaja, ali da prethodno moraju imati zaključen ugovor o otkupu ukupno proizvedene električne energije tokom podsticajnog perioda. Javni snabdjevač električnom energijom je dužan da na zahtjev proizvođača električne energije iz elektrane koja koristi obnovljive izvore energije, koja nije priključena na sistem, zaključi ugovor o privremenom preuzimanju balansne odgovornosti i privremenom otkupu električne energije, ukoliko je proizvođač prethodno ispunio uslove iz odobrenja za priključenje i pribavio upotrebnu dozvolu, drugi dokaz da uređaji i instalacije elektrane ispunjavaju tehničke i druge propisane uslove ili upotrebnu dozvolu za probni rad. Ovaj privremeni ugovor važi od puštanja elektrane u probni rad do zaključivanja ugovora o otkupu ukupno proizvedene električne energije tokom podsticajnog perioda, a najduže tri mjeseca. Ukoliko ovaj proizvođač pribavi status povlašćenog proizvođača ima pravo na podsticajne mjere:

1. podsticajni period,
2. podsticajnu otkupnu cijenu,
3. preuzimanje balansne odgovornosti.

U slučaju da nije pribavio status povlašćenog proizvođača, proizvođač ima pravo da naplati prodatu električnu energiju od javnog snabdjevača po prosječnoj tržišnoj cijeni i obavezu da plati troškove balansiranja javnom snabdjevaču po cijeni koja je jednaka količniku ukupnih troškova balansiranja balansne grupe javnog snabdjevača i ukupne prodate električne energije javnog snabdjevača.

Lice koje je steklo privremeni status povlašćenog proizvođača ima pravo da sa javnim snabdjevačem zaključi predugovor o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije iz elektrana instalisane snage do 5 MW i preko 5 MW.

Povlašćeni proizvođač, koji je zaključio ugovor o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije sa javnim snabdjevačem, pripada balansnoj grupi javnog snabdjevača. Ukoliko povlašćeni proizvođač ima instalisanu snagu preko 5 MW dužan je da javnom snabdjevaču dostavlja planove rada u skladu sa ugovorom o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije i pravilima rada prenosnog sistema. Povlašćeni proizvođač koji je zaključio ugovor o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije sa javnim snabdjevačem prenosi garancije porijekla na javnog snabdjevača tokom trajanja podsticajnog perioda.

Uredbom o mjerama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije utvrđena je formula po kojoj se vrši redovna godišnja korekcija podsticajnih otkupnih cijena zbog inflacije u euro zoni. Ova korekcija se vrši u februaru svake godina, počevši od 2014. godine. Ovom uredbom je utvrđeno da se navedene podsticajne cijene utvrđuju na svake tri godine i mogu se godišnje preispitivati. I sama uredba važi tri godine - do 31. decembra 2015. godine. Prelaznim odredbama su utvrđena pravila za povlašćene proizvođače koji su već zaključili ugovor o otkupu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora i zaštita njihovih prava.

Obaveze javnog snabdjevača u pogledu obezbjeđivanja podsticajnih mjera u skladu sa Zakonom o energetici i ovom uredbom vršit će Javno preduzeće „Elektroprivreda Srbije“ Beograd do određivanja javnog snabdjevača.

Uredba o uslovima isporuke električne energije (Sl. glasnik RS br. 107/2005)

Ovom uredbom propisuju se detaljnije uslovi isporuke i snabdijevanja električnom energijom, kao i mjere koje se preduzimaju u slučaju da je ugrožena sigurnost isporuke električne energije kupcima uslijed poremećaja u radu energetskeg sistema ili poremećaja na tržištu. Od značaja za svrhe ove Studije posebno se propisuju:

- uslovi i način izdavanja odobrenja za priključenje na sistem i povezivanje sistema, kao i način dokazivanja ispunjenosti uslova za priključenje objekta;
- mjesto mjerenja i mjesto razgraničenja odgovornosti za isporučenu električnu energiju;
- uslovi i način priključenja objekata privremenog karaktera, gradilišta i objekata u probnom radu ili drugih objekata u skladu sa zakonom kojim se uređuje izgradnja objekata;

Odobrenje za priključenje se izdaje sa rokom važenja koji odgovara roku izgradnje objekta, odnosno roku završetka radova na objektu, u skladu sa propisima kojima se uređuje planiranje i izgradnja objekta, a najduže dvije godine od dana donošenja rešenja (ukoliko se objekat gradi). Postupak počinje podnošenjem zahtjeva za izdavanje odobrenja za priključenje koji se podnosi energetskeg subjektu za prenos, odnosno distribuciju električne energije na čiji sistem se priključuje objekat proizvođača.

Uz ovaj zahtjev podnose se podaci o:

1. vlasniku objekta, odnosno nosiocu prava korištenja objekta (za fizičko lice: lično ime i prebivalište, JMBG, a za pravno lice odnosno preduzetnika: poslovno ime odnosno naziv, sjedište, PIB, matični broj, račun i odgovorno lice);
2. objektu za čije se priključenje traži izdavanje odobrenja za priključenje (adresa, vrsta, lokacija objekta i namjena objekta);
3. vremenu kad se predviđa priključenje objekta;
4. ukupnoj instaliranoj snazi objekta, broju i snazi generatorskih jedinica, generatorski napon i blok transformator;
5. očekivanoj godišnjoj i mjesečnoj proizvodnji;
6. uređajima za zaštitu i mjerenje;
7. energetska dozvola i licenca za obavljanje djelatnosti proizvodnje električne energije, za objekte snage veće od 1 MW, (iz ovog proizilazi da se prvo pribavlja licenca za obavljanje djelatnosti, pa tek onda se priključuje energetskeg objekat na mrežu).

Pored navedenog, za izgrađene objekte se podnose i građevinska dozvola, kao i dokaz o pravu svojine na objektu ili pravu korištenja objekta.

Energetskeg subjekt za prenos odnosno distribuciju električne energije, kome je podniet zahtjev za priključenje, dužan je da u roku od 60 dana, od dana prijema pismenog zahtjeva, odluči o zahtjevu za izdavanje odobrenja za priključenje elektrane na elektroenergetskeg mrežu. Kriterijumi prema kojima se odlučuje i koji su navedeni u ovoj Uredbi su određeni Zakonom o energetici i već su se analizirali.

Objekat koji se gradi, odnosno čije je građenje završeno bez građevinske dozvole, ne može biti priključen na elektroenergetskeg mrežu. Zabranjeno je priključivanje objekata na sistem bez odobrenja za priključenje, samovlasno priključivanje objekata, uređaja ili instalacija na prenosni, transportni ili distributivni sistem, kao i puštanje u pogon istih.

Ostale važne odredbe koje su propisane ovom Uredbom propisane su i analizirane u Zakonu o energetici.

5 ANALIZA MOGUĆNOSTI I OPRAVDANOSTI PRIMJENE PV I TS SISTEMA NA JAVNIM OBJEKTIMA

5.1 Izbor objekata

Studija obuhvata analizu mogućnosti korištenja solarne energije za potrebe dobijanja toplotne i električne energije na tri javna objekta na opštini Bijeljina i tri javna objekta na opštini Bogatić. Izbor objekata na kojima se mogu primijeniti elementi studije je izvršen u saradnji sa članovima projektnog tima zaduženog za implementaciju Projekta prekogranične saradnje. Za sve javne zgrade izvršen je pregled situacije i urađena odgovarajuća preliminarna analiza. Prilikom izbora objekata vođeno je računa prvenstveno o njihovoj orijentaciji, sjenkama susjednih objekata i infrastrukturnim uslovima postavljanja solarnih sistema kako njihova instalacija ne bi zahtijevala prevelike i neracionalne troškove, a da se istovremeno može prikupiti što više solarne energije.

5.1.1 Objekti na teritoriji grada Bijeljina

Na teritoriji opštine Bijeljina su izabrani sljedeći objekti:

Objekat	Geografske koordinate	
Osnovna škola „Knez Ivo od Semberije“	N44°45.468'	E019°12.280'
Dvorana gimnazije „Filip Višnjić“	N44°46.206'	E019°13.548'
Osnovna škola „Dvorovi“ sa sportskom dvoranom	N44°48.328'	E019°15.540'

5.1.1.1 Osnovna škola „Knez Ivo od Semberije“



Slika 66. Mapa uže lokacije OŠ Knez Ivo od Semberije



Slika 67. Izgled objekata OŠ Knez Ivo od Semberije

Škola se nalazi u gradu Bijeljina na adresi Neznanih junaka 46. Sastoji se od glavne zgrade (objekat 1) i sportske dvorane (objekat 2). Objekte karakteriše odlična orijentacija i velika površina krova.

Podaci o objektima:

Objekat 1: $P_1 = 1388 \text{ m}^2$, kosi krov, dvovodni, ugao nagiba 7° , lim odstupanje položaja objekta od pravca istok-zapad 0°

Objekat 2: $P_2 = 768 \text{ m}^2$, kosi krov, dvovodni, ugao nagiba 7° , lim odstupanje položaja objekta od pravca istok-zapad 0°

5.1.1.2 Dvorana gimnazije „Filip Višnjić“

Gimnazija „Filip Višnjić“ se nalazi u gradu Bijeljina na adresi Račanska 94. Prve dane svog postojanja gimnazija je obilježila u septembru 1919. godine u zgradi sadašnje Osnovne škole "Sveti Sava". Počela je rad kao niža gimnazija, međutim, sa otvaranjem V razreda 1924. godine ona već nosi naziv realna gimnazija. Nova školska zgrada sagrađena je 1979. godine, a renovirana prije 4 godine, kada su uređene i nove prostorije. Učenici su podijeljeni u 32 odjeljenja i na raspolaganju im stoji 19 učionica, od čega je 9 kabineta specijalno opremljenih za nastavu na odgovarajućim predmetima i jedna multimedijalna učionica. Predloženo je da se za potrebe prikupljanja solarne energije koristi krov gimnazijske dvorane (objekat 1).

Krovna konstrukcija sale se sastoji iz dvije čelične rešetke, raspona 35,6 m, na koje se oslanjaju čelične rešetkaste rožnjače, raspona 12,6 m, i međusobnog razmaka od 2,51 m. Na rožnjače je oslonjen krovni

pokrivač kojeg čini dvostruki aluminijumski trapezasti lim sa termoizolacijom ispunom između limova. Krov je jednovodan, nagiba 12% (7°), izuzev svjetlosnih kupola gdje je nagib 64°.



Slika 68. Mapa uže lokacije dvorane gimnazije Filip Višnjić



Slika 69. Izgled gimnazijske dvorane

Podaci o objektu:

Objekat 1: $P_1 = 1605 \text{ m}^2$,
odstupanje položaja objekta od pravca sjever-jug 0°

5.1.1.3 Osnovna škola „Dvorovi“ sa sportskom dvoranom



Slika 70. Mapa uže lokacije OŠ Dvorovi



Slika 71. Izgled dvorane i zgrade škole u Dvorovima

Osnovna škola „Dvorovi“ se nalazi u mjestu Dvorovi kod Bijeljine na adresi Karađorđeva bb. Sastoji se od glavne zgrade (objekat 2) i sportske dvorane (objekat 1).

Podaci o objektima:

Objekat 1: $P_1 = 878 \text{ m}^2$, kosi krov, dvovodni, ugao nagiba 7° , lim odstupanje položaja objekta od pravca istok-zapad 37°

Objekat 2: $P_1 = 472 \text{ m}^2$, kosi krov, ugao nagiba 25° , crijep odstupanje položaja objekta od pravca sjever-jug 37°

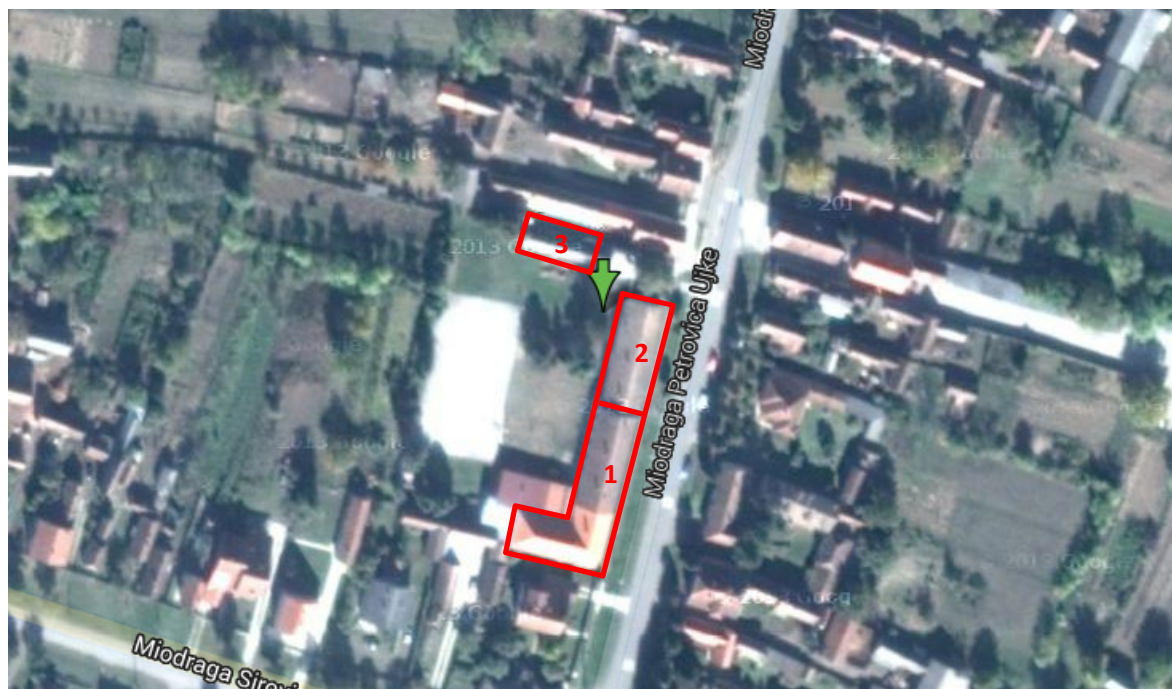
5.1.2 Objekti na teritoriji opštine Bogatić

Na teritoriji opštine Bogatić su izabrani sljedeći objekti:

Objekat	Geografske koordinate	
OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara	N44°52.301'	E019°23.649'
OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski	N44°49.557'	E019°23.559'
OŠ "Nikola Tesla" Dublje	N44°48.077'	E019°30.400'

5.1.2.1 Osnovna škola „Janko Veselinović“ Crna Bara

OŠ „Janko Veselinović“ se nalazi na adresi Miodraga Petrovića Ujke 54 u mjestu Crna Bara pored Bogatića. Sastoji se iz tri objekta koji su prikazani na donjim slikama. Objekti 1 i 2 su namijenjeni za izvođenje nastavnog procesa, dok objekat 3 ima funkciju kotlovnice.



Slika 72. Mapa uže lokacije OŠ Janko Veselinović

Podaci o objektima:

Objekat 1: $P_1 = 550 \text{ m}^2$, kosi krov, dvovodni, ugao nagiba 32° , crijep odstupanje položaja objekta od pravca sjever-jug 15°

Objekat 2: $P_2 = 270 \text{ m}^2$, kosi krov, dvovodni, ugao nagiba 32° , crijep odstupanje položaja objekta od pravca sjever-jug 15°

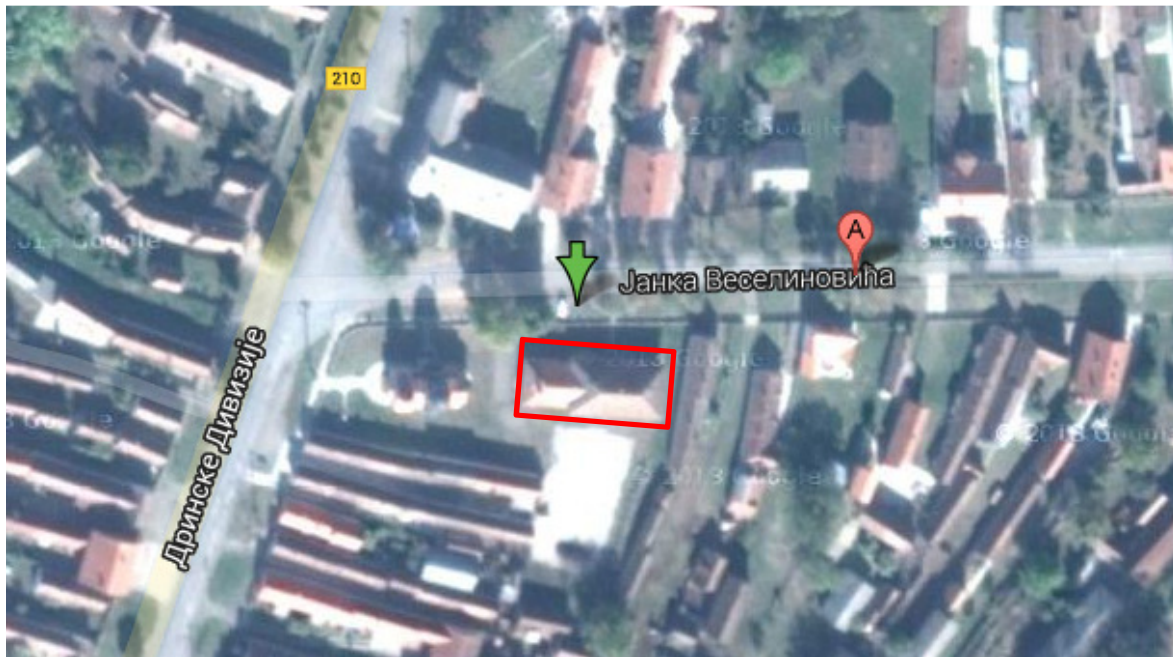
Objekat 3: $P_3 = 80 \text{ m}^2$, kosi krov nagiba prema jugu, ugao nagiba 16° , talasaste ploče odstupanje položaja objekta od pravca istok-zapad 15°



Slika 73. Izgled objekata u sklopu OŠ Janko Veselinović

5.1.2.2 Osnovna škola „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski

OŠ „Laza Lazarević“ se nalazi na adresi Janka Veselinovića 4 u mjestu Salaš Crnobarski pored Bogatića. Mapa uže lokacije škole i izgled škole su prikazani na donjim slikama.



Slika 74. Mapa uže lokacije OŠ Laza Lazarević



Slika 75. Izgled objekta OŠ Laza Lazarević

Podaci o objektu:

Objekat 1: $P_1 = 220 \text{ m}^2$, kosi krov, ugao nagiba 20° , crijep
odstupanje položaja objekta od pravca istok-zapad $4,3^\circ$

5.1.2.3 Osnovna škola „Nikola Tesla“ Dublje

OŠ „Nikola Tesla“ se nalazi na adresi Đenerala Draže Mihajlovića 8 u mjestu Dublje pored Bogatića. Škola je osnovana 1865. godine. Dugi niz godina je radila s jednim kombinovanim odjeljenjem, da bi se postepeno širila i 1951. godine postala osmogodišnja škola. Škola ima zadovoljavajući stručni kadar, dugu tradiciju i izvanredne rezultate učenika iz nastavnih i vannastavnih aktivnosti. Posjeduje 8 učionica, digitalni kabinet s 25 računara, prostoriju za predškolsko obrazovanje (sve u okviru objekta 1), fiskulturnu salu (objekat 2) i sportski poligon.



Slika 76. Mapa uže lokacije OŠ Nikola Tesla

Podaci o objektima:

Objekat 1: $P_1 = 960 \text{ m}^2$, kosi krov, ugao nagiba 25° , crijep
odstupanje položaja objekta od pravca istok-zapad $3,8^\circ$

Objekat 2: $P_2 = 145 \text{ m}^2$, kosi jednovodni krov nagiba prema zapadu, ugao nagiba 5° , lim
odstupanje položaja objekta od pravca sjever-jug $3,8^\circ$

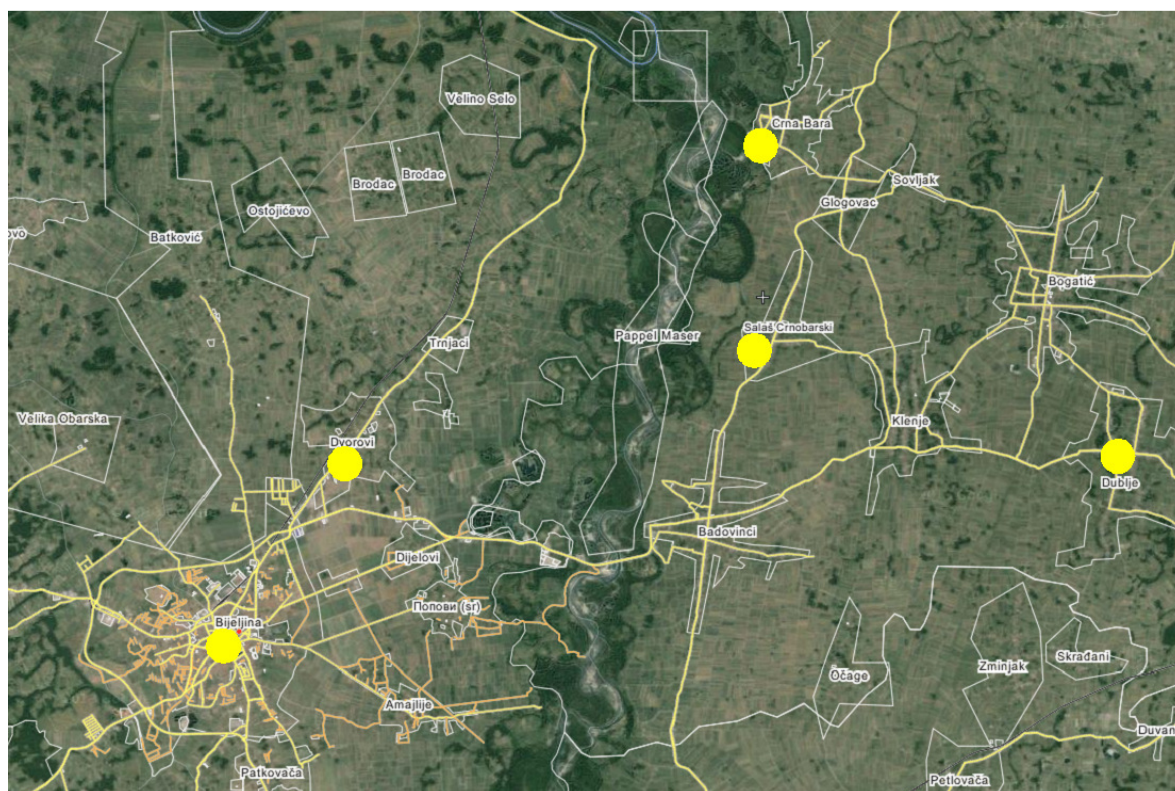


Slika 77. Izgled OŠ Nikola Tesla

5.2 Analiza prostornih, lokacijskih i infrastrukturnih uslova i arhitektonsko-građevinske mogućnosti postavljanja solarnih sistema

Za šest objekata koji su predmet studije, izvršena je analiza prostornih, lokacijskih i infrastrukturnih uslova sa sljedećih aspekata:

- položaj objekata-geografske koordinate,
- kapacitet objekata,
- raspored objekata na parceli i užem okruženju,
- pristup javnim saobraćajnicama,
- način zagrijavanja/hlađenja objekata i stanje infrastrukture,
- uslovi priključenja na elektromrežu.



Slika 78. Prostorni raspored naselja u općinama Bijeljina (BiH) i Bogatić (Srbija) s lokacijama objekata koji su predmet studije

Sagledavanjem stanja na svakom objektu, te analizom postojećih uslova, daju se preporuke o mogućnostima i načinima postavljanja solarnih sistema. Svi objekti su vizuelno pregledani, uključujući krovove i njihove konstrukcije, te su iskustveno procijenjena mjesta, koja bi se trebala koristiti za instaliranje solarnih sistema. Prilikom izrade projekta obavezno je računski provjeriti uticaj novog opterećenja na krovnu konstrukciju.

Analiza postojećih uslova je temeljena na analizi:

- starosti objekata,
- konstruktivnog sistema,
- stanja i očuvanosti konstrukcije,
- stabilnosti konstrukcije i
- mogućih uticaja na konstrukciju pri instaliranju sistema.

Na osnovu navedenih parametara daje se procjena za instaliranje solarnih sistema. Za pojedine objekte date su dvije varijante procjene:

1. Procjena postojećeg stanja krovnih konstrukcija i procjena eventualne sanacije krovova u budućnosti. Pojedini objekti su sa jako lošim stanjem krovnih konstrukcija ili krovnih pokrivača. Neminovna je njihova sanacija te će se u toj varijanti pretpostaviti potrebno ojačanje konstrukcije i dati maksimalne mogućnosti za postavljenje solarnih sistema,
2. Procjena postojećeg stanja konstrukcije krovova i mogućnosti montaže solarnih sistema u sadašnjem stanju krovova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata na krovovima.

Na osnovu navedenog date su preporuke i iskazi mogućih površina za montažu solarnih sistema.

5.2.1 Dvorana Gimnazije „Filip Višnjić“ Bijeljina

Objekat je lociran u Bijeljini u ul. Račanska na parceli k.č. 529/2 K.O. Bijeljina. Dvorana je po dužoj osi orijentisana u pravcu sjever - jug sa krovnim plohamo okrenutim ka istoku i jugu. U užem okruženju na lokaciji su smješteni zgrada gimnazije jugozapadno od dvorane, otvoreni sportski tereni na južnoj i sjevernoj strani, kao i srednja tehnička škola zapadno od dvorane. Dvorana je komunikaciono povezana na Račansku ulicu koja se proteže zapadno od objekta. U neposrednoj blizini dvorane nema većih objekata ili rastinja koje stvara sjenu na objektu. U blizini objekta (cca 150 m) je instalirana trafostanica na koju bi se mogao izvršiti priključak na mrežu ukoliko bi se instalirali fotonaponski paneli.

Objekat dvorane i gimnazije se zagrijavaju iz vlastite kotlovnice na čvrsto gorivo i nemaju izgrađen sistem klimatizacije.

Objekat dvorane je gabarita 44,60x35,95 m. Gradnja objekta je iz osamdesetih godina prošlog vijeka. Dvorana je sagrađena po sistemu skeletne gradnje sa jednovodnim krovom nagiba 7 stepeni u pravcu zapad-istok. Krov je izgrađen kao čelična konstrukcija koja se sastoji od dva glavna prostorna rešetkasta krovna nosača koji su ravnomjerno postavljeni na sredini objekta u pravcu istok-zapad. Ove rešetke dijele krovnu plohu na tri jednaka dijela i preko njih se dobija lantern osvjtljenje objekta. Bočni oslonci su direktno na zidna platna izvedena kao AB skelet. Raspon glavnih nosača je 35,95 m.

Sekundarna krovna konstrukcija koja nosi krovni pokrivač je rađena također od linijskih rešetkastih nosača koji su postavljeni u pravcu sjever-jug, odnosno između vanjskih zidova i dva glavna nosača. Raspon ovih nosača je cca 12,75 m, međusobni razmak je cca 2,50 m.

Krovni pokrov je izveden od sendvič panela lim + termoizolacija + lim.

Stanje krovne konstrukcije se najbolje može sagledati iz izvještaja "Tehnički opis postojećeg stanja krova sportske sale na dan 14.02.2012. godine sa prijedlogom neophodnih mjera" izrađen od JP "Direkcija za izgradnju i razvoj grada Bijeljina". U izvještaju se navodi da je krovni pokrivač jako oštećen, zajedno sa termoizolacijom i opšavima, te se predlaže kompletna zamjena krovnog pokrivača i opšava u hitnom vremenu. Nosiva konstrukcija sa glavnim i sekundarnim čeličnim nosačima je u dobrom stanju, ali moguća su oštećenja usljed neblagovremene sanacije pokrivača.



Slika 79. Jugozapadna i jugoistočna fasada sale



Slika 80. Krovna konstrukcija sale

Instaliranje solarnih sistema je moguće na krovnoj plohi koja ima jugoistočnu orijentaciju sa ukupnom površinom od cca 1400 m². Također postoji mogućnost montaže i zidnog sistema na jugoistočnom fasadnom zidu.

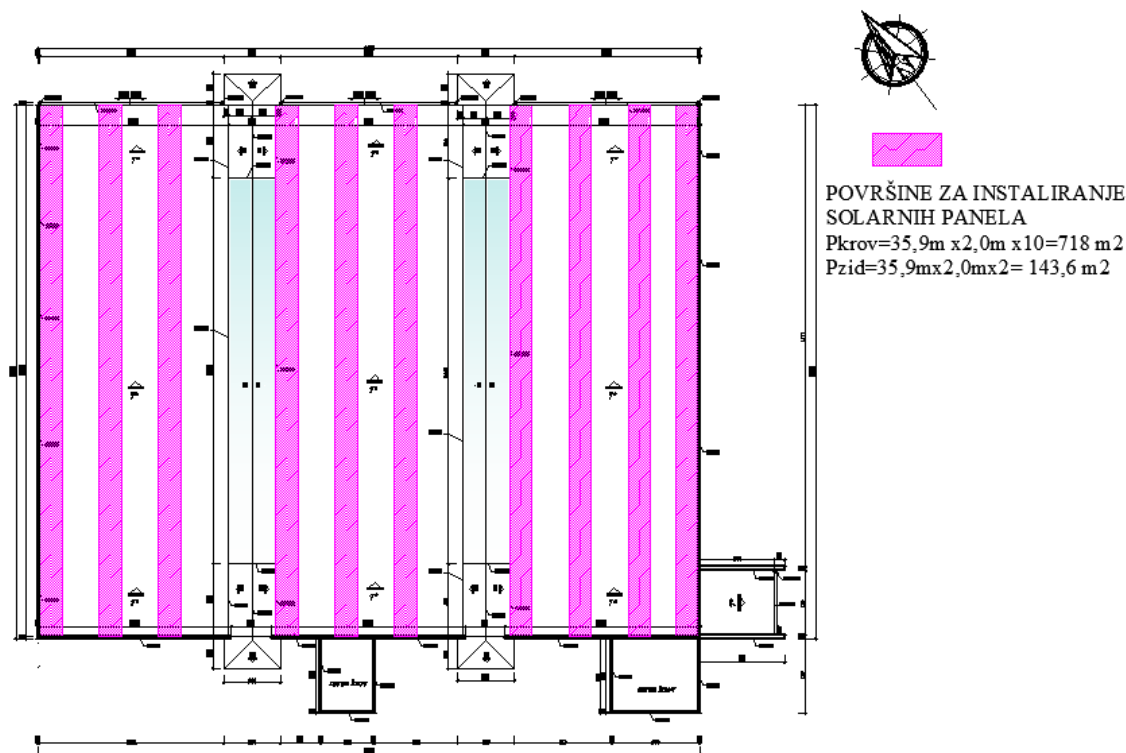
Varijanta a)

Navedeno stanje krova objekta iziskuje hitnu sanaciju i iz tih razloga preporučujemo zamjenu pokrivača sa ojačanjem pokrova ili konstrukcije sa predviđanjem opterećenja od solarnih sistema. Na taj način uz nužnu sanaciju bi se postigao dosta veći efekat i samog instaliranja solarnih sistema.

Na cjelokupnoj krovnoj plohi bi se instalirali solarni sistemi u minimalnom međusobnom razmaku koji bi isključio međusobno zasjenjenje panela. Također dio južnog fasadnog zida bi bio predmet instalacije solarnog sistema te bi se na taj način dobile sljedeće korisne površine:

1. Krovna ploha u 10 redova na krovu prema južnoj strani718,0 m²
2. Zidna površina sa južne strane.....143,6 m²

UKUPNA POVRŠINA:.....861,6 m²



Slika 81. Tlocrt krova – varijanta a) s maksimalnim iskorištenjem krova uz nužnu sanaciju i ojačanje

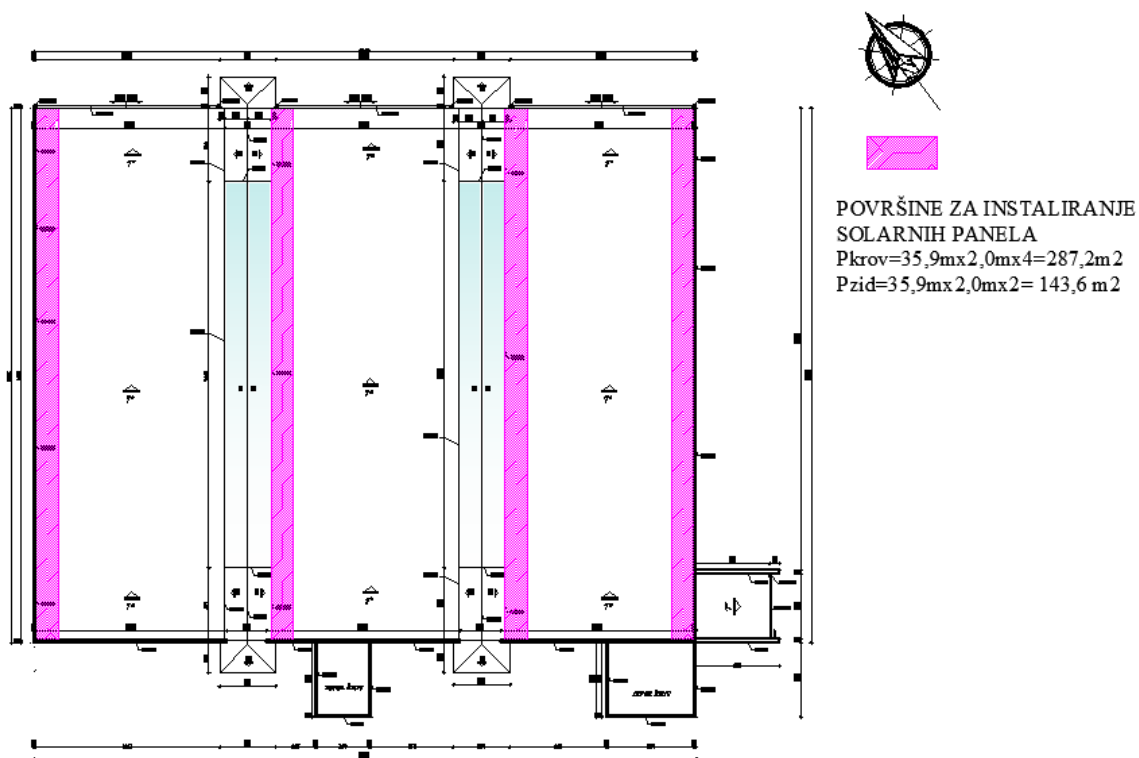
Varijanta b

Ova varijanta tretira faktičko stanje bez dodatnih sanacionih i konstruktivnih zahvata. Zbog jako malog nagiba krovne plohe, dosta velikih raspona konstrukcije (glavnih i sekundarnih nosača), kao i zbog lošeg stanja pokrova predlažemo instaliranje solarnih sistema u zoni oslonaca i glavnih nosača. Na taj način bi se izbjegla dodatna ojačanja krovne konstrukcije i dodatno opterećenje od solarnih sistema lociralo u neposrednu blizinu primarne konstrukcije.

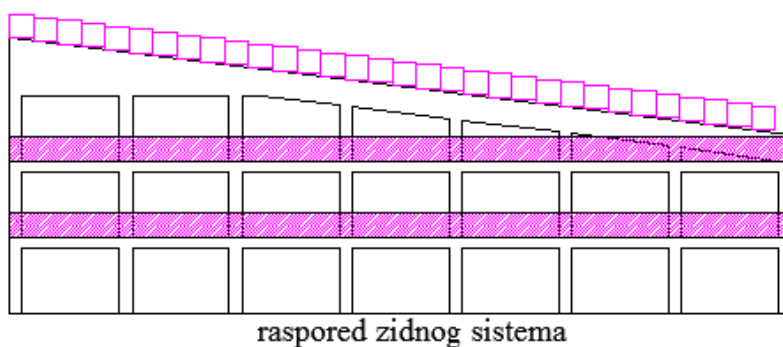
Jako povoljna lokacija za instaliranje solarnog sistema je na južnom fasadnom zidu. Izvedbom ovjesne zidne potkonstrukcije moguće je u dva nivoa instalirati solarne kolektore duž cijele južne fasade.

Analiza površina za instalaciju solarnog sistema:

1. Krovna ploha u 4 reda na zidnim osloncima I do krovnih nosača sa južne strane.....287,2 m²
 2. Zidna površina sa južne strane.....143,6 m²
- UKUPNA POVRŠINA:..... 430,8 m²**



Slika 82. Tlocrt krova – varijanta b) s realnim iskorištenjem krova u sadašnjem stanju



Slika 83. Mogućnost instaliranja solarnog sistema na južni fasadni zid

5.2.2 Osnovna škola „Knez Ivo od Semberije“ Bijeljina

Škola je locirana u ulici Neznanih junaka u Bijeljini. Objekat je lociran sa dužom osom u pravcu istok-zapad, a krovne plohe su orijentisane na sjever i jug. Na lokaciji objekta je smještena školska zgrada i objekat fiskulturne dvorane. Pored navedenog objekta ,sa sjeverne strane se nalaze sportski tereni. U

bližem okruženju nema visokih građevina ni drveća. Lokacija se direktno veže na ulicu Neznanih junaka. U blizini objekta na udaljenosti do 200 m je instalisana trafostanica na koju se može izvršiti priključak fotonaponskih solarnih sistema na mrežu.

Zagrijavanje škole i sportske sale je iz vlastite kotlovnice na čvrsto gorivo. Objekat ne posjeduje sistem klimatizacije.

Objekat je građen 70-80-tih godina prošlog vijeka. Nepravilnog je pravougaonog oblika krajnjih vanjskih gabarita cca 49,5 x 32 m sa sportskom salom gabarita 30,0 x 24,0 m. Objekat škole je sagrađen klasičnim sistemom gradnje sa zidnim platnima koja imaju AB serklaže i AB međuspratnim tavanicama. Krov je dvovodni nagiba oko 10 stepeni sa pokrovom od talasastog salonita. Krovna konstrukcija škole je izvedena od drvenih rešetkastih nosača (binderi) - štafla 8x5 cm na osnom razmaku cca 125 cm.

Sportska sala je izvedena po skeletnom sistemu sa čeličnom konstrukcijom zidova i krova. Pokrivač je sendvič panel od dva trapezna lima i termoizolacione ispune.

Postojeće stanje krova škole iziskuje hitnu zamjenu krovnog pokrivača - salonita i potrebnu sanaciju drvene konstrukcije.



Slika 84. Južne fasade škole i sale

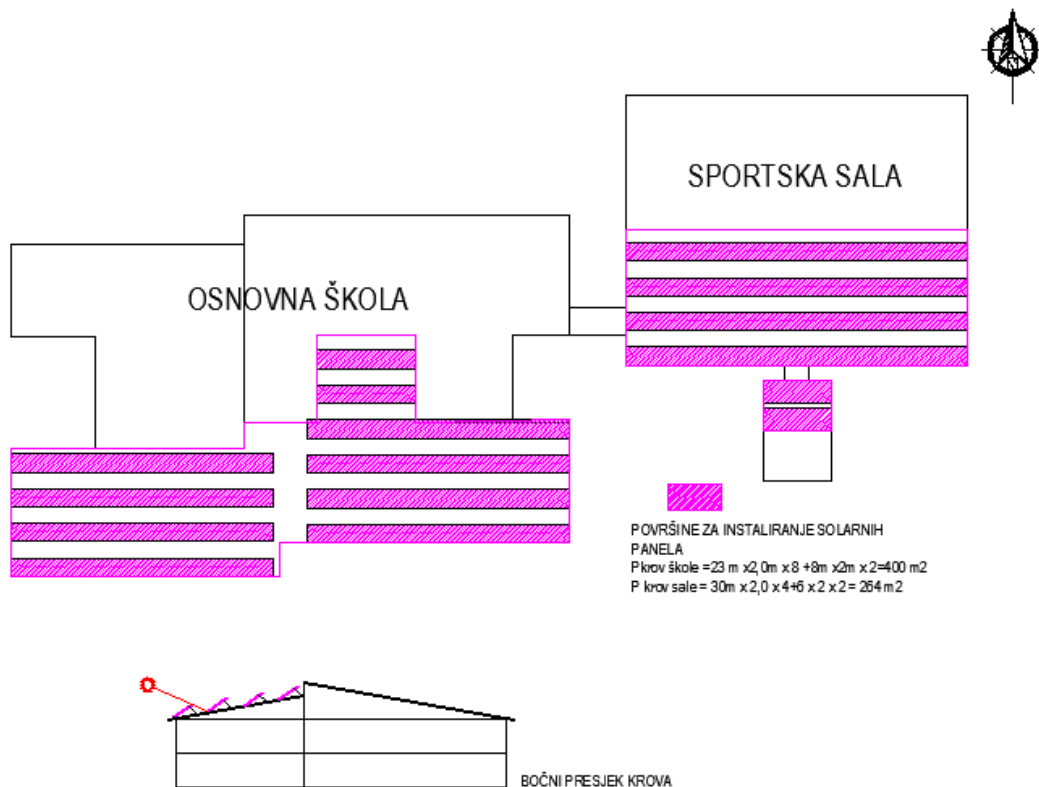
Za instalisanje solarnih sistema objekti posjeduju južne krovne plohe koje daju idealne uslove iskoristivosti. Ukupna površina južne krovne plohe na školi je 620 m², a na sportskoj sali 390 m², što za oba objekta iznosi 1010 m².

Varijanta a)

Zamjenom krovnog pokrivača i sanacijom i potrebnim ojačanjem krovne konstrukcije omogućuju se idealni uslovi za montažu solarnih sistema na cijeloj južnoj plohi krova.

Analiza površina za instalaciju solarnog sistema:

1. Krovna ploha škole u 4+2 reda na južnoj strani 400 m²
 2. Krovna ploha sale sa južne strane..... 264 m²
- UKUPNA POVRŠINA:..... 664 m²**



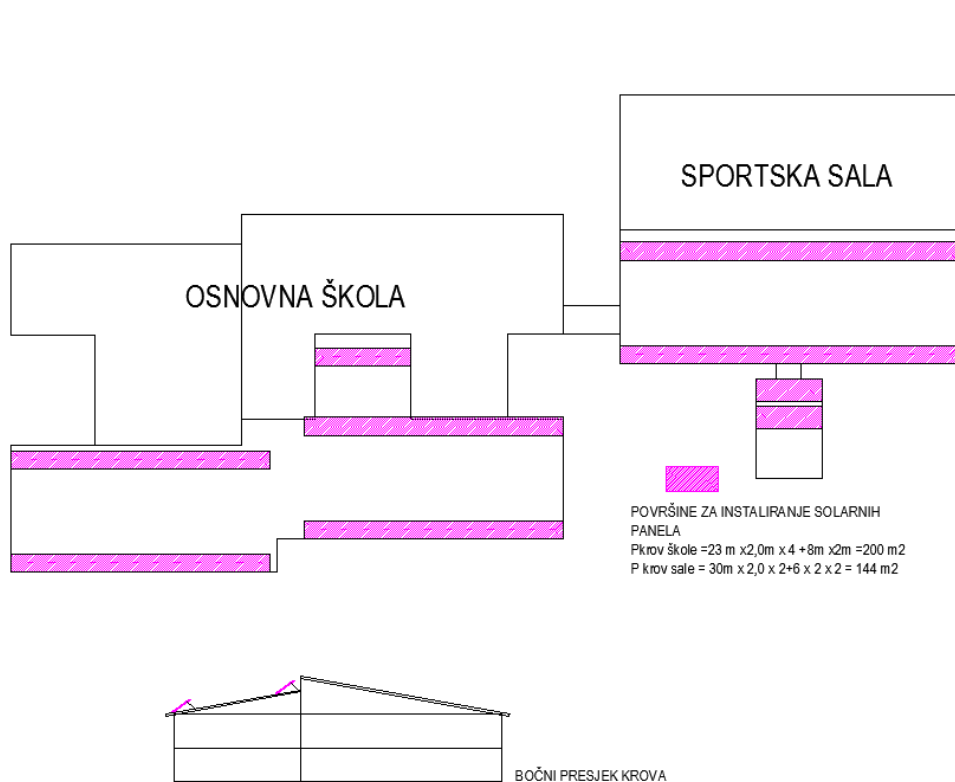
Slika 85. Tlocrt krova – varijanta a) s maksimalnim iskorištenjem krova uz nužnu sanaciju i ojačanje

Varijanta b)

Trenutno stanje krovova bez dodatnih sanacionih i konstruktivnih zahvata daje mogućnost instaliranja solarnih sistema u zoni oslonaca i glavnih nosača. Na taj način bi se omogućila instalacija solarnih sistema u postojećem stanju sa umanjenim kapacitetima.

Analiza površina za instalaciju solarnog sistema u sadašnjem stanju:

1. Krovna ploha škole u 2 reda na zidnim osloncima strehe i sljemena..... 200 m²
 2. Krovna ploha sale sa osloncima na strehi i sljemenu..... 144 m²
- UKUPNA POVRŠINA:..... 344 m²**



Slika 86. Tlocrt krova – varijanta b) s iskorištenjem krova u postojećem stanju

5.2.3 Osnovna škola „Dvorovi“ sa sportskom dvoranom

Škola je locirana naselju Dvorovi, udaljenom 6 km sjeveroistočno od Bijeljine, i povezana na cestovnu komunikaciju Bijeljina-Dvorovi. Na lokaciji su smještene zgrada osnovne škole i sportske sale, sa „L“ tlocrtnom dispozicijom. Škola je postavljena po dužoj osi u pravcu sjeveroistok-jugozapad, a dvorana u pravcu sjeverozapad-jugozastok. Spratnost škole je P+1. U užem okruženju se nalazi otvoreni sportski teren na sjeverozapadu.

Oba objekta se zagrijavaju iz vlastite kotlovnice na čvrsto gorivo, koja je locirana uz objekat škole. Objekti ne posjeduju izgrađen sistem klimatizacije. Na udaljenosti oko 250 m nalazi se trafostanica što daje dobru osnovu za eventualni priključak solarnog fotonaponskog sistema na elektromrežu.

Objekat je dograđen 1999 godine kada je i izvedena krovna konstrukcija iznad cijele školske zgrade. Objekat škole je nepravilnog pravougaonog oblika krajnjih vanjskih gabarita cca 29,5x16 m sa sportskom salom, gabarita 32 x 21 m. Objekat škole je sagrađen klasičnim sistemom gradnje sa zidnim platnima koja imaju AB serklaže i AB međuspratnim tavanicama. Krov je viševodni rađen po sistemu četverovodnog krova nagiba oko 30 stepeni sa pokrovom od crijepa. Krovna konstrukcija škole je izvedena kao klasična drvena konstrukcija.



Slika 87. Jugoistočna fasada škole (lijevo) i sale (desno)

Sportska sala je izvedena po skeletnom sistemu sa AB montažnom konstrukcijom na zidovima i krova. Nagib krova je cca 7 stepeni, a pokrivač je sendvič panel od dva trapezna lima i termoizolacionom ispunom.

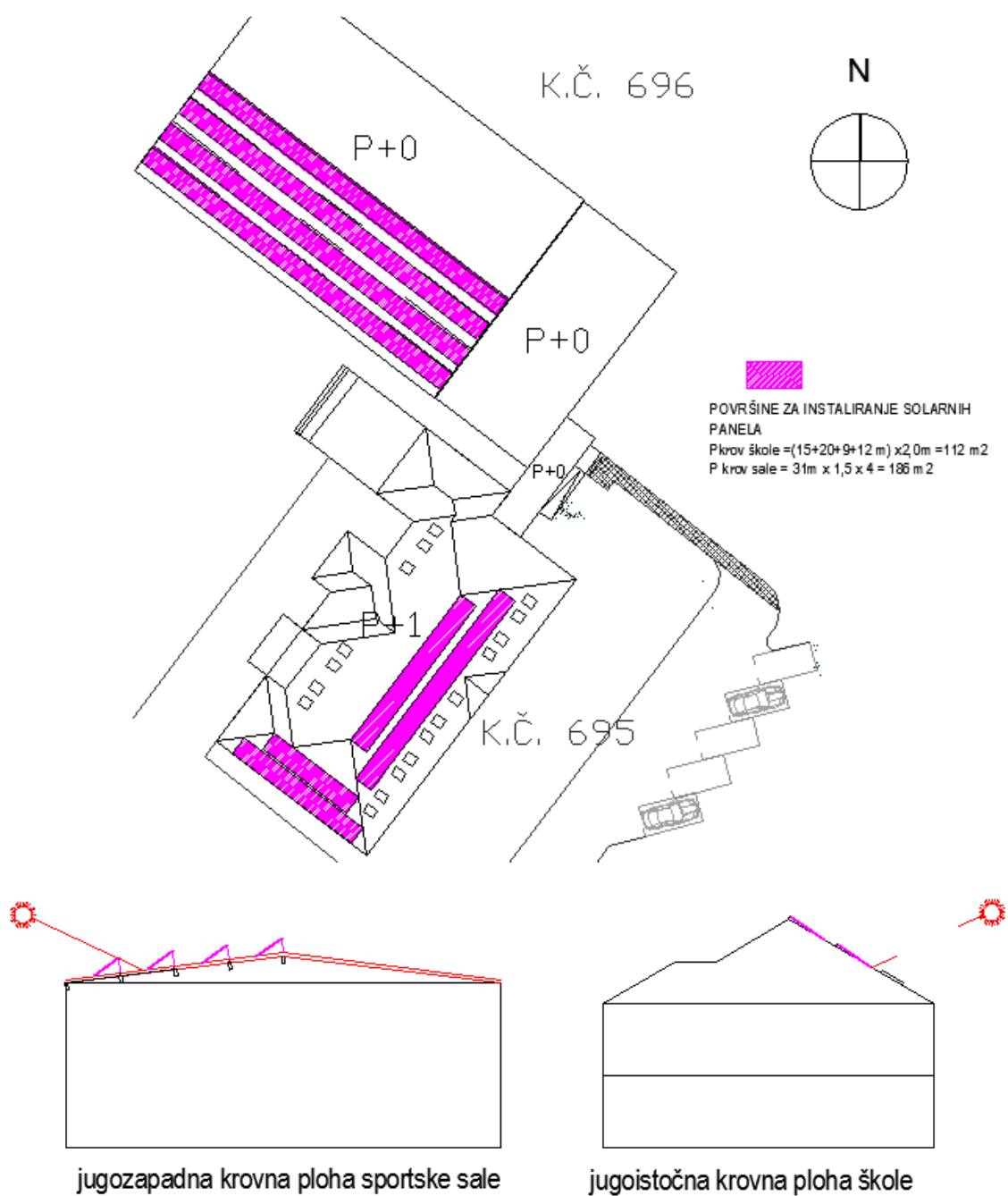


Slika 88. Krovna konstrukcija sale

S obzirom da se radi o objektima koji su u dobrom stanju data je varijanta sa maksimalnim mogućnostima instaliranja solarnih sistema i to na jugozapadnoj i jugoistočnoj strani krova škole koje su površine cca 245 m², te na jugozapadnoj strani sportske sale koja ima površinu oko 340 m².

Analiza površina za instalaciju solarnog sistema u sadašnjem stanju:

1. Krovna ploha škole na jugoistoku i jugozapadu..... 112 m²
 2. Krovna ploha sale sa osloncima na sekundarnim nosačima 248 m²
- UKUPNA POVRŠINA:..... 360 m²**



Slika 89. Tlocrt krova sa iskorištenjem krova u postojećem stanju

5.2.4 Osnovna škola „Janko Veselinović“ Crna Bara

Naselje Crna Bara je locirano oko 8 km sjeverozapadno od Bogatića. Osnovna škola “Janko Veselinović” u Crnoj Bari je locirana u centralnom dijelu naselja, neposredno uz ulicu Miodraga Petrovića Ujke. Objekat škole je klasično građeni objekat prizemnog tipa iz sredine prošlog vijeka. Tlocrtna dispozicija

je „L“ oblika sa dužom osom u pravcu sjever-jug, sa širinom krakova 11 m. Južni krak je dužine 24 m, dok se istočni krak sastoji od dvije povezane zgrade ukupne dužine po 61,5 m. Uz objekat sa sjeverne strane je sagrađena prizemna kotlovnica na čvrsto gorivo iz koje se vrši zagrijavanje škole. Objekat škole je sagrađen klasičnim sistemom gradnje sa masivnim zidovima od cigle. Krov je izveden po sistemu četverovodnog krova, „L“ tlocrta. Krovna konstrukcija je od drveta po sistemu stolice nagiba ploha cca 30 stepeni sa pokrovom od crijepa.

Objekat ne posjeduje klimatizaciju. U blizini objekta na udaljenosti do 200 m je instalisana trafostanica na koju se može izvršiti priključak solarnih sistema na mrežu.

Dio krovnog pokrivača na istočnom krilu je zamijenjen. Inače, generalna ocjena stanja krovne konstrukcije je da je nužna sanacija i zamjena crijepa. Saniranjem i potrebnim ojačanjem drvene krovne konstrukcije daje se mogućnost instaliranja solarnih sistema, pa je za ovu školu rađena procjena mogućnosti uz nužnu sanaciju krova.

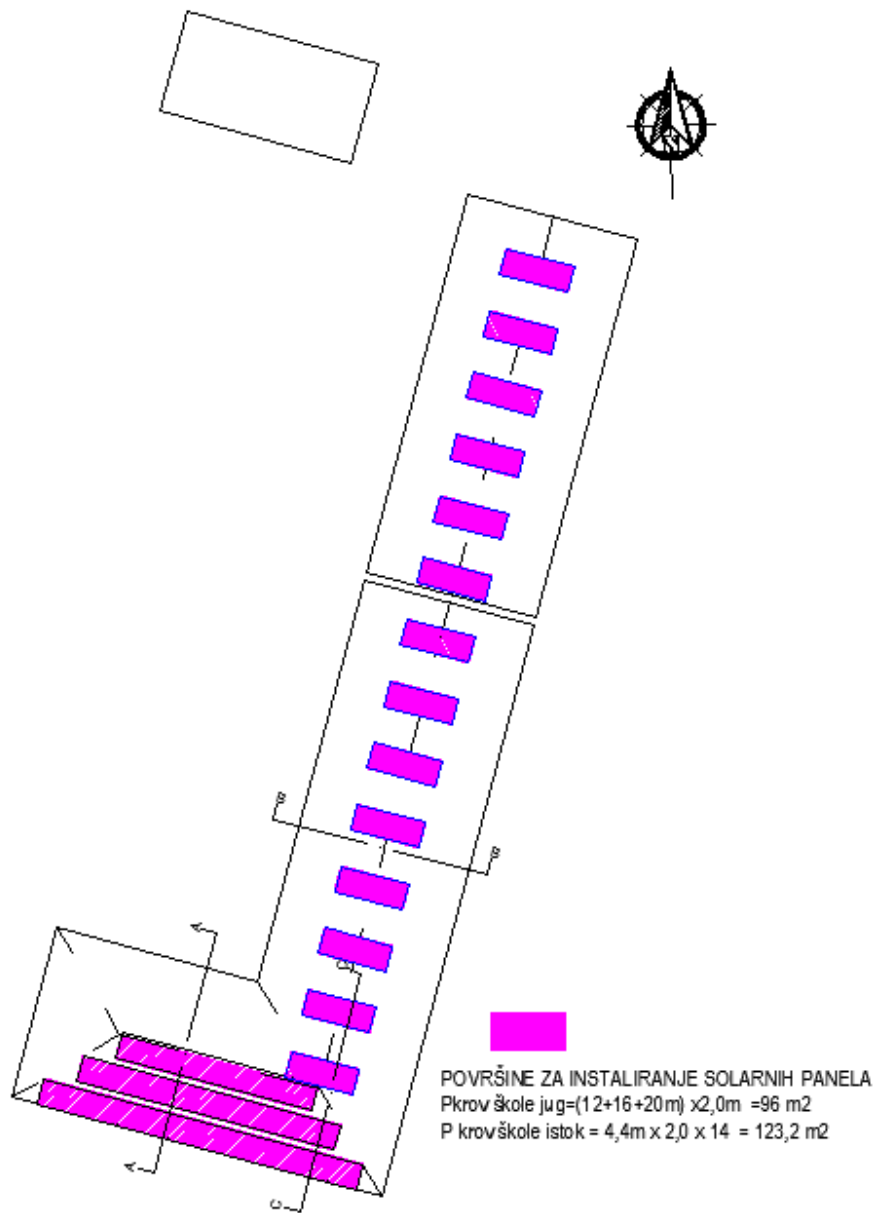


Slika 90. Južna fasada (lijevo) i istočna fasada (desno) škole „Janko Veselinović“ Crna Bara

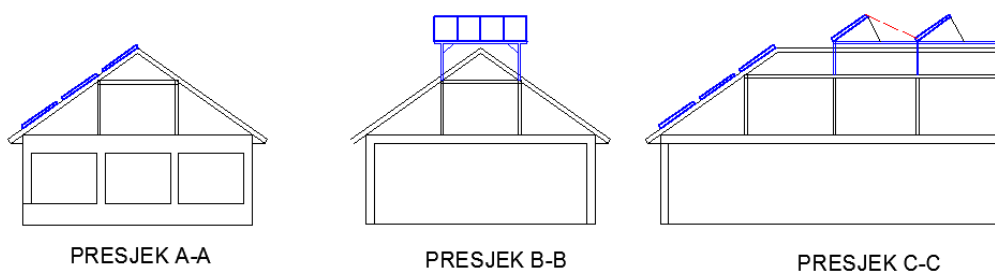
Južna strana krova koja ima površinu od cca 115 m² je predviđena za direktnu montažu solarnih sistema, gdje je i efekat maksimalan. Istočna strana krova površine 375 m² se može koristiti za direktnu montažu ili za izradu nadgradne potkonstrukcije na krovnu stolicu i montažu panela sa orijentacijom na jug. Ova druga varijanta daje veću efikasnost te je i razmatrana u analizi.

Analiza površina za instalaciju solarnog sistema uz obavezno ojačanje i rekonstrukciju krova:

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Krovna ploha jug | 96 m ² |
| 2. Krovna ploha istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom..... | 123,2 m ² |
| UKUPNA POVRŠINA:..... | 219,2 m² |



Osnovna škola "Janko Veselelnovič" C ma Bara



Slika 91. Tlocrt krova sa iskorištenjem krova uz rekonstrukciju

5.2.5 Osnovna škola „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski

Salaš Crnobarski je naselje locirano oko 7 km zapadno od Bogatića. Osnovna škola je smještena u centralnom dijelu naselja i direktno je vezana za ulicu Janka Veselinovića. Objekat je pravougaone osnove sa dužom osom u pravcu istok-zapad, sa krovnim plohamo orijentisanim na jug i sjever. Sastoji se od dvije spojene zgrade gabarita 16,00 x 11,00 m + 6,50 x 8,50 m. Spratnost objekta je P+M. Gradnja škole datira iz sredine prošlog vijeka, a dograđeni dio je novijeg datuma. Objekti su sagrađeni po klasičnom sistemu gradnje sa ciglenim masivnim zidovima koji su uvezani AB serklažima. Krovna konstrukcija je od drvene građe, izvedena po sistemu krovne stolice sa četverovodnim krovom nagiba oko 35 stepeni. Krovni pokrivač je ravni biber crijep, a u novom dijelu je falcovani crijep. Stari dio objekta i krova je u prilično lošem stanju sa potrebom za sanaciju krovne konstrukcije i zamjenom pokrivača. Novi dio objekta ima solidnu krovnu konstrukciju i novi crijep.

Zagrijavanje škole je iz vlastite kotlovnice na čvrsto gorivo. Škola ne posjeduje sistem klimatizacije. Lokacija trafostanice se nalazi oko stotinjak metara od škole.

Za instaliranje solarnih sistema je idealna južna strana krova koja je ujedno i veća krovna ploha površine oko 103 m². Potrebna je sanacija ili ojačanje krovne konstrukcije (krovne stolice i rogova) te zamjena crijepa. Uz te uslove moguće je postići maksimalni efekat iskorištenosti solarnog sistema na objektu.



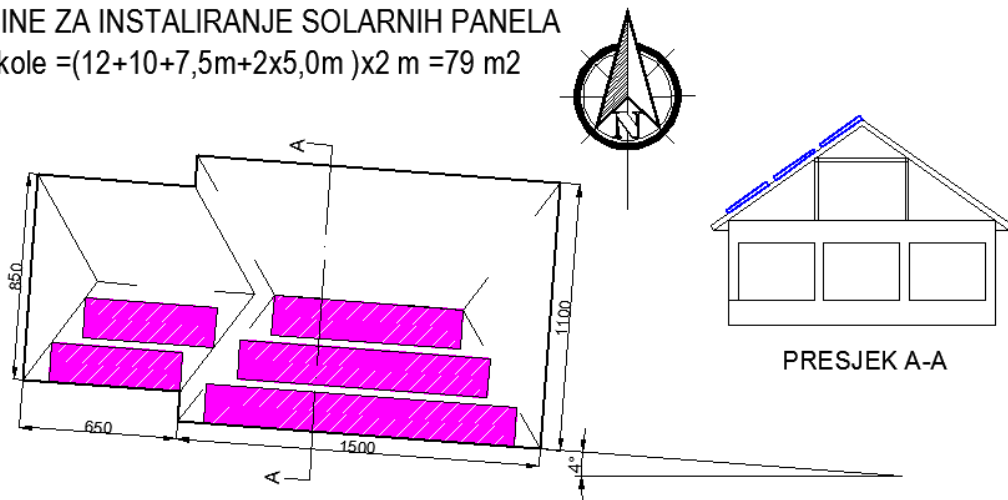
Slika 92. Južna fasada škole „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski

Analiza površina za instalaciju solarnog sistema uz obavezno ojačanje i rekonstrukciju krova:

1. Krovna ploha škole	79 m ²
UKUPNA POVRŠINA:	79 m²

POVRŠINE ZA INSTALIRANJE SOLARNIH PANELOVA

Pkrov škole = $(12+10+7,5\text{m}+2\times 5,0\text{m})\times 2\text{ m} = 79\text{ m}^2$



Slika 93. Tlocrt krova sa iskorištenjem uz rekonstrukciju krova starog dijela objekta OŠ „Laza Lazarević“

5.2.6 Osnovna škola „Nikola Tesla“ Dublje

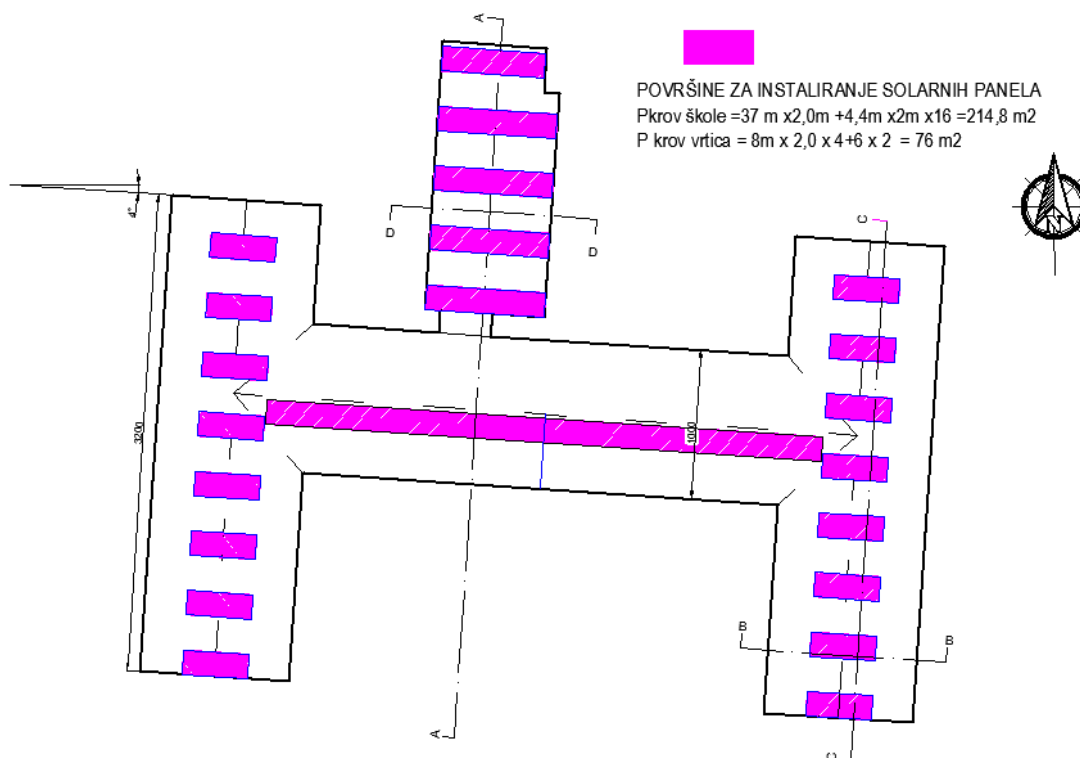
Lokacija škole je uz glavnu gradsku saobraćajnicu u naselju Dublje koje je locirano oko 6 km južno od Bogatića. Objekat je prizemni, građen sredinom prošlog vijeka. Tlocrtna dispozicija je H oblika sa dužom osom u pravcu istok-zapad, sa širinom krakova 10 m. Srednji krak, kao i dva bočna kraka su dužine po 32 m. Uz objekat je sa sjeverne strane sagrađena prizemna zgrada koja se danas koristi za odgoj polaznika u školu, gabarita 18,0x8,0m. Objekat škole je sagrađen klasičnim sistemom gradnje sa masivnim zidovima od cigle. Krov je izveden po sistemu četverovodnog krova, također "H" tlocrta. Krovna konstrukcija je od drveta po sistemu stolice nagiba ploha cca 30 stepeni sa pokrovom od crijepa. Krovna konstrukcija dograđenog objekta je od čeličnih profila, izvedena kao jednovodni krov nagiba 7 stepeni, pokriven trapeznim limom.



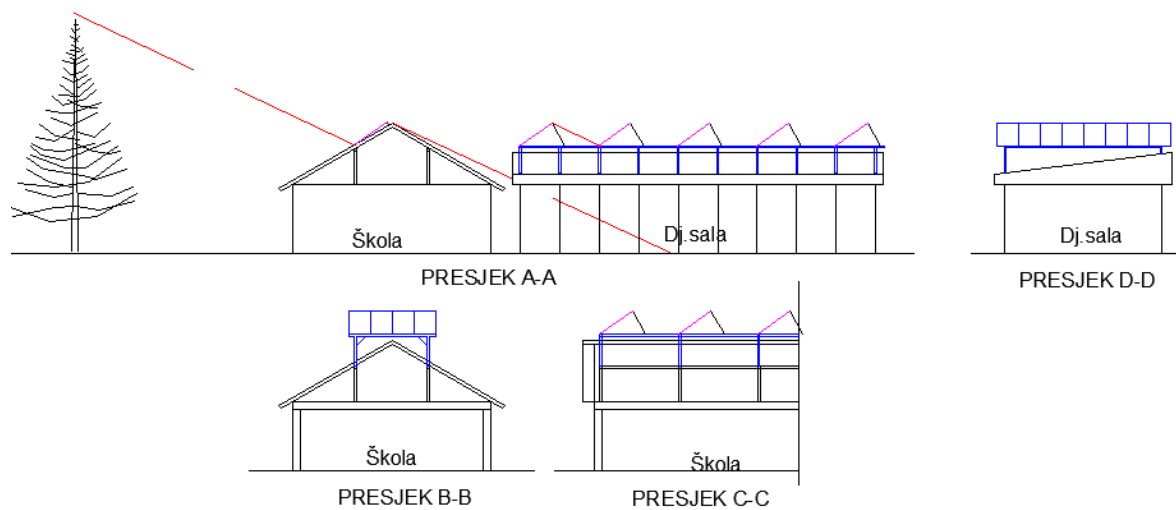
Slika 94. Zgrada škole „Nikola Tesla“ (lijevo) i dograđenog objekta (desno)

Srednji krak škole (ulazni dio) ima idealne uslove za instaliranje solarnih sistema, zbog južne orijentacije i povoljnog nagiba krova. Međutim, drvored i park u školskom dvorištu zasjenjuju donji dio krova i to naročito u zimskom periodu, pa se sa ove plohe može iskoristiti samo prostor u zoni sljemena krova. Dva bočna krila škole imaju istočnu i zapadnu orijentaciju krovnih ploha gdje bi direktno redanje panela na krov dalo umanjen efekat i iskoristivost. Zahvaljujući konstrukciji krovne stolice i njenom položaju može se instalirati potkonstrukcija – nadogradnja krova na kojoj bi se paneli posložili sa orijentisanjem na jug.

Postojeće stanje krovne konstrukcije i pokrivača iziskuje nužnu rekonstrukciju krova. Iz tih razloga data je varijanta instalacije solarnih sistema pod uslovom ojačanja postojeće konstrukcije sa maksimalnim mogućnostima instaliranja na južnoj plohi srednjeg kraka škole i na sljemenim zonama na oba bočna krila. Osim toga daje se mogućnost instalisanja solarnih sistema na dograđenom objektu uz obavezno ojačanje konstrukcije i izradu potkonstrukcije solarnih panela.



Osnovna škola "Nikola Tesla" Dublje
 Slika 95. Tlocrt krova sa iskorištenjem uz rekonstrukciju



Slika 96. Osnovna škola „Nikola Tesla“ Dublje – presjeci

Zagrijavanje škole je iz vlastite kotlovnice na lož ulje. Objekat ne posjeduje sistem klimatizacije. U blizini objekta na udaljenosti do 200 m je instalisana trafostanica na koju se može izvršiti priključak solarnih sistema na mrežu.

Analiza površina za instalaciju solarnog sistema uz obavezno ojačanje i rekonstrukciju krova:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. Krovna ploha škole | 214,8 m ² |
| 2. Krovna ploha dječje sale | 76 m ² |
| UKUPNA POVRŠINA:..... | 290,8 m² |

5.3 Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije

Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije razmatrana je zavisno od načina primjene (priključka) PV sistema i tehnologije praćenja prividnog kretanja sunca u tri varijante:

- Varijanta I – Mrežni PV sistemi, spojeni na električnu mrežu bez praćenja prividnog kretanja sunca,
- Varijanta II – Mrežni PV sistemi, spojeni na električnu mrežu sa praćenjem prividnog kretanja sunca,
- Varijanta III – Samostalni (autonomni) PV sistemi, bez priključka na električnu mrežu.

Nakon analize svih objekata utvrđeno je da su svi razmatrani objekti priključeni na električnu mrežu. Stoga se varijanta III neće razmatrati u Studiji iz prije svega ekonomskih (ugradnjom baterija dodatno se povećava cijena sistema te nema pomoći države putem „feed in“ tarifa), tehničkih (potrebno je dodatno izvršiti optimizaciju sistema) i prostornih (potreba za smještaj baterija) razloga. Arhitektonsko-građevinskom analizom razmatranih objekata utvrđeno je da su potrebne dodatne konstrukcije i ojačanja na krovovima čime se znatno povećava početna investicija. Također je utvrđeno da povećan doprinos sunca, odnosno iradijacija, nije znatno veća kod PV sistema sa praćenjem prividnog sunca u odnosu PV sisteme bez praćenja prividnog sunca. Odnosom uložene investicije za dodatnu opremu koja prati sunce te investicije za arhitektonsko-građevinske radove i razlike u iradijaciji između PV sistema sa praćenjem prividnog sunca i PV sistema bez praćenja prividnog sunca, utvrđeno je da Varijanta II nije isplativa te nije uzeta u razmatranje.

Varijanta I se smatra kao najbolja moguća varijanta, a razmatrana je na osnovu analize arhitektonsko-građevinske mogućnosti postavljanja solarnih modula i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula. Ovom varijantom analizirana su moguća tehničko-tehnološka rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije.

5.3.1 Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije prema varijanti I

U ovom poglavlju izrađena je analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za šest razmatranih objekata. Za analizu je odabran solarni modul i DA/AC inverter. Tehničke karakteristike odabranog solarnog modula date su u tabeli 1. Osim navedenog, analizom je također uzeto u obzir i:

- Priključak PV sistema na mrežu,
- Tehnički uslovi za priključenje PV sistema na mrežu,
- Uticaj PV sistema na distribucijsku mrežu.

Tabela 21. Tehničke karakteristike solarnog modula

Solarni modul	Schuco MPE 240 PS 09	
Snaga:	240 W _p	
Proizvođač:	Shuco	
Tip:	MPE 240 PS 09	
Materijal:	Poly	
Broj ćelija u modulu:	60 (6x10)	
Dužina:	1639 mm	
Širina:	983 mm	
Površina:	1,611 m ²	
Težina:	20,0 kg	
Efikasnost:	14,89 %	
Max. napon sistema:	1000 V	

Slika 97. Izgled solarnog modula

5.3.2 Priključak PV sistema na mrežu

Distribuirana proizvodnja električne energije (eng. DG – distributed generation ili DP – distributed power) je proizvodnja električne energije unutar distribucijske mreže blizu mjesta potrošnje. U skladu s tim distribuirani izvor je svaki onaj koji je priključen na distribucijsku mrežu.

Prilikom rješavanja situacije o priključenju jedinica distribuirane proizvodnje (malih elektrana) na distribuiranu mrežu, dolazi do izražaja potrebna regulativa u obliku definisanih zakona, podzakonskih akata, normi i propisa. Pritom se javljaju pitanja rješavanja tehničkih, pravnih i ekonomskih aspekata priključenja takvih objekata. Norme su potrebne da bi se proizvod mogao tehnički definisati kroz zahtijevane i određene mjerne veličine. Za priključenje elektrana na distribucijsku mrežu potrebni su:

- Zakon o prostornom uređenju i gradnji,
- Zakon ili Uredba o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije,
- Uputstvo o vođenju i ažuriranju registra projekata OIEiK
- Pravilnik za izdavanje licenci,
- Pravilnik o priključenju,
- Tehničke preporuke Elektroprivrednih kompanija.

Svaka mala elektrana za priključak na mrežu mora zadovoljiti sljedeće minimalne tehničke uslove:

- odstupanje frekvencije,
- odstupanje napona,
- talasni oblik napona,

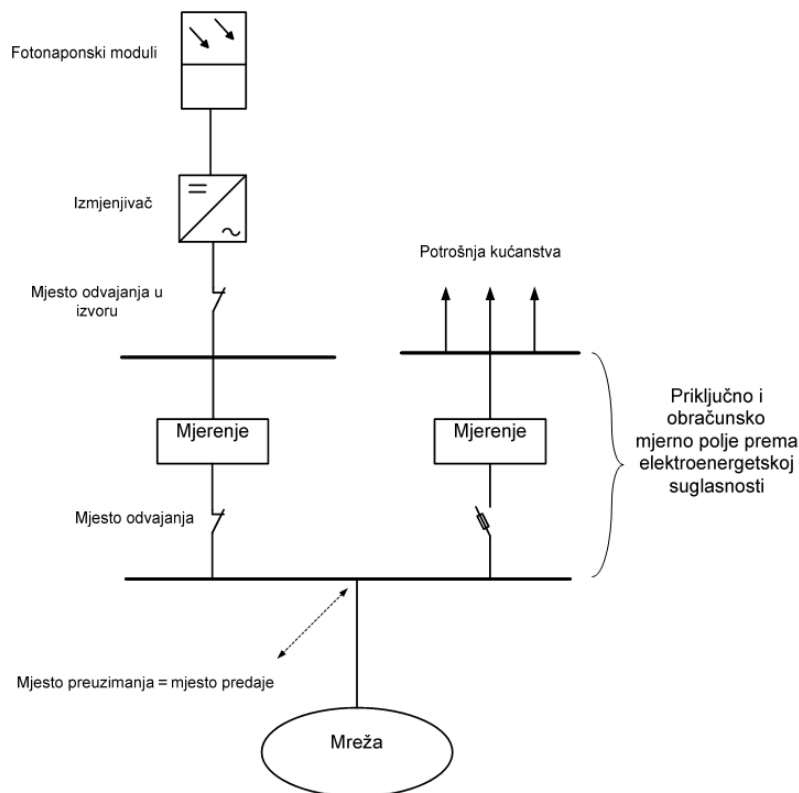
- nesimetriju napona,
- pogonsko i zaštitno uzemljenje,
- nivo kratkog spoja,
- nivo izolacije,
- zaštitu od kvarova i smetnji,
- faktor snage.

Mjesto priključka distribuiranog izvora zavisi od vršne snage elektrane. Kod priključenja PV sistema na mrežu, nije samo riječ o distribuiranoj proizvodnji već i o povlaštenom proizvođaču kojeg treba posmatrati u položaju proizvođača koji isporučuje električnu energiju u mrežu i u položaju kupca koji iz mreže preuzima električnu energiju za vlastite potrebe. S tog stajališta treba vidjeti kakvi će biti tokovi radne i jalove električne energije u posmatranom trenutku. To prvenstveno zavisi od tehničkih karakteristika proizvodnog postrojenja (npr. kod PV sistema ima li izmjenjivač ulazni transformator), od pogonskog stanja proizvodnog postrojenja i priključka na mrežu.

Osnovni podaci o priključku PV sistema na mrežu su:

- nazivni napon mreže: 0,4 kV
- frekvencija: 50 Hz
- mjesto priključka: niskonaponski vod
- vrsta priključka: jednofazni (do 5 kW), trofazni (od 5kW do 150 kW)

Vrsta sklopnog aparata za odvajanje je osigurač-sklopka, ostvarena zaštitna funkcija na mjestu sklopnog aparata je osigurač.



Slika 98. Blok shema priključenja PV sistema na mrežu

Prema propisanim pravilima na priključnoj tački između solarne elektrane i distributivne mreže, ugrađuje se prekidač za odvajanje, koji omogućuje odvajanje postrojenja elektrane iz paralelnog pogona sa distribucijskom mrežom. Upravljanje ovim prekidačem je u isključivoj nadležnosti operatera mreže. Povlašteni proizvođač, osim što je dužan omogućiti operateru mreže pristup priključku proizvodnog postrojenja, dužan je osigurati i pristup obračunskom mjernom mjestu radi uvida u stanje opreme, vođenja pogona i očitavanja stanja brojila.

5.3.3 Tehnički uslovi za priključenje PV sistema na mrežu

Svaka mala elektrana mora zadovoljiti određene tehničke uslove za spajanje na mrežu, pa tako i PV sistem. Osnovni tehnički uslovi koje mora zadovoljavati PV sistem su:

- maksimalna dozvoljena trofazna snaga,
- vrsta priključka na niskonaponsku mrežu,
- način pogona,
- izmjenični pretvarač,
- električna instalacija,
- mjerenje i obračun električne energije,
- ostali mjerni uređaji,
- kućište priključnog mjernog ormara,
- ispitivanje tokom probnog pogona,
- ostali uslovi.

Prvom tačkom tehničkih uslova utvrđuje se područje primjene tehničkih uslova s stajališta maksimalne priključne snage elektrane u slučaju jednofaznog (do 5 kW) i trofaznog priključka (do 150 kW). Zahtjevi kod izmjenjivača određuju se prije svega zahtjevom da izmjenjivač mora ispunjavati norme EU. Također su utvrđeni zahtjevi za zaštitne funkcije i granice podešavanja izmjenjivača:

- prenaponska ($U_n - 1,06 U_n$) i podnaponska zaštita ($0,9 U_n - U_n$),
- nadfrekventna i podfrekventna zaštita (49,5 – 50,5 Hz),
- automatsko isključivanje rada nakon ispada niskonaponske mreže,
- uključivanje u paralelan rad s mrežom nakon prethodnog prekida napajanja (ispada) mreže.

Obračunsko mjerno mjesto se određuje prema naponskom nivou (0,4 kV), vršnoj priključnoj snazi (do 150 kW) i karakteristikama brojila. Karakteristike brojila su: dvosmjerno intervalno, izravno mjerenje, mjerenje vršne snage, daljinsko očitavanje, razred tačnosti na radnu snagu je 1, razred tačnosti za jalovu snagu je 2, jednofazno ili trofazno u zavisnosti od priključka.

Za kvalitet električne energije definisani su zahtjevi za maksimalno dozvoljenu vrijednost faktora ukupnog harmonijskog izobličenja (THD) napona od 2,5 % i maksimalnu dozvoljenu vrijednost indeksa jačine flikera. Vrijednosti indeksa jačine flikera uzrokovanih priključenjem proizvođača i/ili kupca na mjestu preuzimanja i/ili predaje mogu iznositi najviše:

- za kratkotrajne flikere: 0,7,
- za dugotrajne flikere: 0,5.

Tokom probnog pogona potrebno je obaviti određena ispitivanja kao što su:

- ispitivanja propisanih veličina pri uključenju i isključenju elektrane iz paralelnog rada s mrežom te ispitivanja podešavanja i prorade zaštite,
- pregled i provjeru ugovorenih nazivnih vrijednosti elektrane,
- pregled i provjeru protokola tipskih ispitivanja izmjenjivača,
- ispitivanje sistema pogonskih i obračunskih mjerenja.

Navedenim ispitivanjima utvrđuje se prikladnost PV sistema za paralelni pogon s distribucijskom mrežom. Konačni izvještaj o funkcionalnom ispitivanju paralelnog pogona PV sistema mora jednoznačno iskazati spremnost postrojenja za pogon.

5.3.4 Uticaj PV sistema na distribucijsku mrežu

Kod rada PV sistema paralelno sa mrežom, važno je razmotriti uticaj PV sistema na distribucijsku niskonaponsku mrežu. U tu svrhu je potrebno izvesti mjerenja uticaja na kvalitet napona, mjerene strujne i naponske vrijednosti. Paralelni pogon PV sistema s distribucijskom mrežom može uzrokovati određene promjene na mjestu priključka s mrežom koje su neznatne. Iz literature u kojoj su objavljena mjerenja uticaja PV sistema na distribucijsku mrežu, može se reći da strujno-naponske prilike ostaju zadovoljavajuće i nakon priključenja, a snaga trofaznog kratkog spoja neznatno se povećava. Vrijednosti harmonijskog izobličenja napona (THD), uzrokovanog priključenjem PV sistema na mjestu priključenja iznose najviše 2,5%.

Mjerenja kvaliteta električne energije obavljaju se prema normi EN 50160, koja daje kvantitativne karakteristike kvaliteta napona. Pretpostavka je da rad PV sistema reda veličine 150 kW ne utiče negativno na kvalitet električne energije i napon distribucijske mreže.

5.3.5 Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za Gimnazijsku dvoranu - Bijeljina

Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za Gimnazijsku dvoranu u Bijeljini izrađena je na osnovu varijanti koje su date u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Varijanta a) Procjena postojećeg stanja krovnih konstrukcija i procjena eventualne sanacije krovova u budućnosti,
- Varijanta b) Procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih modula prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata.

Varijanta a)

Varijantom a) utvrđena je procjena postojećeg stanja krovne konstrukcije i urađena je procjena eventualne sanacije krova u budućnosti. Analizom arhitektonsko-građevinske mogućnosti dobile su se sljedeće korisne površine za postavljanje solarnih modula:

- Krovna ploha u 10 redova prema južnoj strani: 718,0 m²
- Zidna površina sa južne strane: 143,6 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za Gimnazijsku dvoranu. Tabela 22 prikazuje osnovne proračune tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 22. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante a)

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli:	861,6 m ²
Površina krovne plohe u 10 redova prema južnoj strani:	718,0 m ²
Dužina krovne plohe:	35,9 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe:	36
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni u 10 redova na krovu prema južnoj strani:	360
Površina zidne plohe sa južne strane:	143,6 m ²
Dužina zidne plohe sa južne strane:	35,9 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini zidne plohe sa južne strane:	36

Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na zidnoj plohi sa južne strane:	72
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni na objektu:	432
Ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu:	103,68 kW _p

Na osnovu dobivene snage solarne elektrane i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula (Tabela 21) i tehničkih karakteristika odabranog DC/AC invertora (Tabela 23) za navedenu instalisanu snagu moguće je izraditi tehničko-tehnološko rješenje. Tehničko-tehnološko rješenje sastoji se od pet DC/AC invertora snage 25 kW. Invertor ima tri DC ulaza, a predviđa se povezivanje PV modula na invertor na sljedeći način:

- Na prvi ulaz invertora 1,2,3 i 4 priključuju se dvije grupe sa po 17 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 1,2,3 i 4 priključuju se dvije grupe sa po 17 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 1,2,3 i 4 priključuje se jedna grupa sa po 17 PV modula,
- Na prvi ulaz invertora 5 priključuju se dvije grupe sa po 19 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 5 priključuju se dvije grupe sa po 18 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 5 priključuje se jedna grupa sa po 18 PV modula.

Sveukupno, na sistem PV elektrane priključuje se 432 PV modula kako je i prikazano tehničko-tehnološkim rješenjem u prilogu 1.

Tabela 23. Tehničke karakteristike DC/AC invertora

Proizvođač i tip invertora	Schuco 25k
Ulazni DC podaci	
Snaga:	25,2 kW
Max. napon sistema:	1000 V _{DCc}
Raspon napona:	330 - 600 V _{DCc}
Nazivna struja:	3x27,4 A
Izlazni AC podaci	
Snaga:	25 kVA
Nazivni napon:	230/400 V
Nazivna struja:	39,9 A

Varijanta b)

Varijantom b) utvrđena je procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i utvrđena je mogućnost montaže solarnih modula prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih

zahvata. Analizom arhitektonsko-građevinske mogućnosti dobile su se sljedeće korisne površine za postavljanje solarnih modula:

- Krovna ploha u 4 reda na zidnim osloncima i do krovnih nosača sa južne strane: 287,2 m²
- Zidna površina sa južne strane: 143,6 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za Gimnazijsku dvoranu. Tabela 24 prikazuje osnovne podatke tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 24. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b)

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli:	430,8 m ²
Površina krovne plohe u 4 reda na zidnim osloncima i do krovnih nosača sa južne strane:	287,2 m ²
Dužina krovne plohe:	35,9 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe:	36
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni u 4 reda na zidnim osloncima i do krovnih nosača sa južne strane:	144
Površina zidne plohe sa južne strane:	143,6 m ²
Dužina zidne plohe sa južne strane:	35,9 m
Broj solarnih panela koji mogu biti postavljeni na dužini zidne plohe:	36
Ukupan broj solarnih panela koji mogu biti postavljeni na zidnoj plohi sa južne strane:	72
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni na objektu:	216
Ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu:	51,84 kW _p

Na osnovu dobivene snage solarne elektrane i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula (Tabela 21) i tehničkih karakteristika odabranog DC/AC invertora (Tabela 25) za navedenu instaliranu snagu moguće je izraditi tehničko-tehnološko rješenje. Tehničko-tehnološko rješenje sastoji se od dva DC/AC invertora snage 37,5 kW. Invertor ima tri DC ulaza, a predviđa se povezivanje PV modula na invertor na sljedeći način:

- Na prvi ulaz invertora 1 i 2 priključuju se dvije grupe sa po 18 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 1 i 2 priključuju se dvije grupe sa po 18 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 1 i 2 priključuju se dvije grupe sa po 18 PV modula.

Sveukupno, na sistem PV elektrane priključuje se 216 PV modula kako je i prikazano tehničko-tehnološkim rješenjem u prilogu 2.

Tabela 25. Tehničke karakteristike DC/AC invertora

Proizvođač i tip invertora	Schuco 35k
Ulazni DC podaci	
Snaga:	37,5 kW
Max. napon sistema:	1000 V _{DCc}
Raspon napona:	350 - 800 V _{DCc}
Nazivna struja:	3x34 A
Izlazni AC podaci	
Snaga:	30 kVA
Nazivni napon:	230/400 V
Nazivna struja:	43,5 A

5.3.6 Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ Knez Ivo od Semberije - Bijeljina

Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za Gimnazijsku dvoranu – Bijeljina izrađena je na osnovu varijanti koje su date u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Varijanta a) Zamjena krovnog pokrivača, sanacija i ojačanje krovne konstrukcije,
- Varijanta b) Procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih modula prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata.

Varijanta a)

Varijantom a) utvrđena je zamjena krovnog pokrivača, sanacija i ojačanje krovne konstrukcije. Analizom arhitektonsko-građevinske mogućnosti dobile su se sljedeće korisne površine za postavljanje solarnih modula:

- Krovna ploha škole u 8+2 reda na južnoj strani: 400,0 m²
- Krovna ploha sale sa južne strane: 264,0 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ Knez Ivo od Semberije. Tabela 26 prikazuje osnovne proračune tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 26. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b)

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli	664,0 m ²
Površina krovne plohe u 8 redova na južnoj strani	368,0 m ²
Dužina krovne plohe	23 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe	23
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni u 8 redova na krovu na južnoj strani	184
Površina krovne plohe u 2 reda na južnoj strani	32,0 m ²
Dužina krovne plohe	8 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe	8
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni u 2 reda na krovu na južnoj strani	16
Površina krovne plohe sale u 4 reda na južnoj strani	240,0 m ²
Dužina krovne plohe sale sa južne strane	30 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe sale	30
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na površini krovne plohe sale u 4 reda na južnoj strani	120
Površina krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	24,0 m ²
Dužina krovne plohe sale sa južne strane:	6 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini sale krovne plohe	6
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na površini krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	12
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni na objektu	332
Ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati	79,68 kW _p

Na osnovu dobivene snage solarne elektrane i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula (Tabela 21) i tehničkih karakteristika odabranog DC/AC invertora (Tabela 23 i Tabela 27) za navedenu instalisanu snagu moguće je izraditi tehničko-tehnološko rješenje. Ono se sastoji od tri DC/AC invertora snage 25 kW i jednog DC/AC invertora snage 12,5 kW. Invertor ima tri DC ulaza, a predviđa se povezivanje PV modula na invertore na sljedeći način:

- Na prvi ulaz invertora 1, 2 i 3 priključuju se dvije grupe sa po 19 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 1, 2 i 3 priključuju se dvije grupe sa po 19 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 1, 2 i 3 priključuje se jedna grupa sa po 19 PV modula,
- Na prvi ulaz invertora 4 priključuje se jedna grupa sa po 16 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 4 priključuje se jedna grupa sa po 16 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 4 priključuje se jedna grupa sa po 15 PV modula.

Sveukupno, na sistem PV elektrane priključuje se 332 PV modula kako je i prikazano tehničko-tehnološkim rješenjem u prilogu 3.

Tabela 27. Tehničke karakteristike DC/AC invertora

Proizvođač i tip invertora	Schuco 14k
Ulazni DC podaci	
Snaga:	14,0 kW
Max. napon sistema:	1000 V _{DCc}
Raspon napona:	330 - 800 V _{DCc}
Nazivna struja:	2x18,6 A
Izlazni AC podaci	
Snaga:	12,5 kVA
Nazivni napon:	230/400 V
Nazivna struja:	18,1 A

Varijanta b)

Varijantom b) utvrđena je procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih modula prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata. Analizom arhitektonsko-građevinske mogućnosti dobile su se sljedeće korisne površine za postavljanje solarnih modula:

- Krovna ploha škole sa 4+1 redom na južnoj strani: 200,0 m²
- Krovna ploha sale sa južne strane: 144,0 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ Knez Ivo od Semberije. Tabela 28 prikazuje osnovne proračune tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 28. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b)

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli	344 m ²
Površina krovne plohe u 4 reda na južnoj strani	184,0 m ²
Dužina krovne plohe	23 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe	23

Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni u 4 reda na južnoj strani	92
Površina krovne plohe 1 reda na južnoj strani	16,0 m ²
Dužina krovne plohe	8 m
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni u 1 redu na južnoj strani	8
Površina krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	120,0 m ²
Dužina sale krovne plohe sa južne strane	30 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini sale krovne plohe	30
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na površini krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	60
Površina krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	24,0 m ²
Dužina sale krovne plohe sa južne strane	6 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini sale krovne plohe	6
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na površini krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	12
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni na objektu	172
Ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu	41,28 kW _p

Na osnovu dobivene snage solarne elektrane i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula (Tabela 21) i tehničkih karakteristika odabranog DC/AC invertora (Tabela 23) za navedenu instalisanu snagu moguće je izraditi tehničko-tehnološko rješenje. Ono se sastoji od dva DC/AC invertora snage 25 kW. Invertor ima tri DC ulaza, a predviđa se povezivanje PV modula na invertore na sljedeći način:

- Na prvi ulaz invertora 1 priključuju se dvije grupe sa po 18 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 1 priključuju se dvije grupe sa po 18 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 1 priključuje se jedna grupa sa po 18 PV modula,
- Na prvi ulaz invertora 2 priključuju se dvije grupe sa po 19 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 2 priključuju se dvije grupe sa po 18 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 2 priključuje se jedna grupa sa po 18 PV modula.

Sveukupno, na sistem PV elektrane priključuje se 172 PV modula kako je i prikazano tehničko-tehnološkim rješenjem u prilogu 4.

5.3.7 Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ i sportsku salu Dvorovi - Bijeljina

Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za osnovnu školu i sportsku salu u Dvorovima izrađena je na osnovu utvrđene površine za instalaciju solarnih modula u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Krovna ploha škole na jugoistoku i jugozapadu: 112 m²
- Krovna ploha sale sa osloncima na sekundarnim nosačima: 248 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je jedno moguće tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije. Tabela 29 prikazuje osnovne proračune mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 29. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli	360,0 m ²
Površina krovne plohe na jugoistoku i jugozapadu	112,0 m ²
Dužine krovnih ploha na jugoistoku i jugozapadu	(15+20+9+12) m
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi	55
Površina krovne plohe sale sa osloncima na sekundarnim nosačima u 4 reda	186,0 m ²
Dužina krovne plohe sale sa osloncima na sekundarnim nosačima u 4 reda	31 m
Broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe sale sa osloncima na sekundarnim nosačima u 4 reda	31
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na sale krovne plohe sa osloncima na sekundarnim nosačima u 4 reda	124
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni na objektu	179
Ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati	42,96 kW _p

Na osnovu dobivene snage solarne elektrane i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula (Tabela 21) i tehničkih karakteristika odabranog DC/AC invertora (Tabela 23) za navedenu instalisanu snagu moguće je izraditi tehničko-tehnološko rješenje. Ono se sastoji od dva DC/AC invertora snage 25 kW. Invertor ima tri DC ulaza, a predviđa se povezivanje PV modula na invertore na sljedeći način:

- Na prvi ulaz invertora 1 priključuju se dvije grupe sa po 19 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 1 priključuju se dvije grupe sa po 19 PV modula,

- Na treći ulaz invertora 1 priključuje se jedna grupa sa po 19 PV modula,
- Na prvi ulaz invertora 2 priključuju se dvije grupe sa po 19 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 2 priključuju se dvije grupe sa po 19 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 2 priključuje se jedna grupa sa po 18 PV modula.

Sveukupno, na sistem PV elektrane priključuje se 179 PV modula kako je i prikazano tehničko-tehnološkim rješenjem u prilogu 5.

5.3.8 Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara

Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara na opštini Bogatić izrađena je na osnovu utvrđene površine za instalaciju solarnih modula u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Krovna ploha jug: 96,0 m²
- Krovna ploha istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom: 123,2 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je jedno moguće tehničko-tehnološko rješenje. Tabela 30 prikazuje osnovne proračune mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 30. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli	219,2 m ²
Krovna ploha jug	96,0 m ²
Dužina krovne plohe na jugu	(12+16+20) m
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi jug	48
Površina krovne plohe istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom	123,2 m ²
Dužina krovne plohe istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom	14x4,4 m
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom	56
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni na objektu	104
Ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati	24,96 kW _p

Na osnovu dobivene snage solarne elektrane i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula (Tabela 21) i tehničkih karakteristika odabranog DC/AC invertora (Tabela 23) za navedenu instalisanu snagu moguće je izraditi tehničko-tehnološko rješenje. Ono se sastoji od jednog DC/AC invertora snage 25 kW. Invertor ima tri DC ulaza, a predviđa se povezivanje PV modula na invertore na sljedeći način:

- Na prvi ulaz invertora priključuju se dvije grupe sa po 17 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora priključuju se dvije grupe sa po 17 PV modula,
- Na treći ulaz invertora priključuju se dvije grupe sa po 18 PV modula.

Sveukupno, na sistem PV elektrane priključuje se 104 PV modula kako je i prikazano tehničko-tehnološkim rješenjem u prilogu 6.

5.3.9 Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski

Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski na opštini Bogatić izrađena je na osnovu utvrđene površine za instalaciju solarnih modula u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Krovna ploha škole : 79 m²

Na osnovu dobivene korisne površine izrađeno je moguće tehničko-tehnološko rješenje, pri čemu Tabela 31 prikazuje osnovne proračune ovog tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 31. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli	79,0 m ²
Dužine krovnih ploha na jugoistoku i jugozapadu	(12+10+7,5+2x5) m
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi	39
Ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati	9,36 kW _p

Na osnovu dobivene snage solarne elektrane i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula (Tabela 21) i tehničkih karakteristika odabranog DC/AC invertora (Tabela 27) za navedenu instalisanu snagu moguće je izraditi tehničko-tehnološko rješenje koje se sastoji od dva DC/AC invertora snage 12,5 kW. Invertor ima tri DC ulaza, a predviđa se povezivanje PV modula na invertore na sljedeći način:

- Na prvi ulaz invertora priključuje se jedna grupa sa po 13 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora priključuje se jedna grupa sa po 13 PV modula,
- Na treći ulaz invertora priključuje se jedna grupa sa po 13 PV modula.

Sveukupno, na sistem PV elektrane priključuje se 39 PV modula kako je i prikazano tehničko-tehnološkim rješenjem u prilogu 7.

5.3.10 Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje - Bogatić

Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje na opštini Bogatić izrađena je na osnovu utvrđene površine za instalaciju solarnih modula u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Krovna ploha škole: 214,8 m²
- Krovna ploha dječje sale: 76,0 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je jedno moguće tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije. Tabela 32 prikazuje osnovne proračune mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 32. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli	290,8 m ²
Površina krovne plohe škole	214,8 m ²
Dužine krovnih ploha škole	(37+16x4,4) m
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi škole	101
Površina krovne plohe dječje sale	76,0 m ²
Dužine krovnih ploha dječje sale	(4x8 + 6) m
Ukupan broj solarnih modula koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi dječje sale	38
Ukupan broj modula koji mogu biti postavljeni na objektu	139
Ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati	33,36 kW _p

Na osnovu dobivene snage solarne elektrane i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog modula (Tabela 21) i tehničkih karakteristika odabranog DC/AC invertora (Tabela 25) za navedenu instalisanu snagu moguće je izraditi tehničko-tehnološko rješenje. Tehničko-tehnološko rješenje sastoji se od jednog DC/AC invertora snage 37,5 kW. Invertor ima tri DC ulaza, a predviđa se povezivanje PV modula na invertore na sljedeći način:

- Na prvi ulaz invertora 1 priključuju se dvije grupe sa po 23 PV modula,
- Na drugi ulaz invertora 1 priključuju se dvije grupe sa po 23 PV modula,
- Na treći ulaz invertora 1 priključuje se jedna grupa sa po 23 PV modula i jedna grupa sa po 24 PV modula.

Sveukupno, na sistem PV elektrane priključuje se 139 PV modula kako je i prikazano tehničko-tehnološkim rješenjem u prilogu 8.

5.4 Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije

Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije razmatrana je zavisno od potreba za toplotnom energijom za zagrijavanje samih objekata, kao i za zagrijavanje tople sanitarne vode.

Nakon analize svih objekata utvrđeno je:

- U svim razmatranim objektima instalisan je sistem centralnog grijanja i svi objekti imaju vlastitu kotlovnicu ili kotlovnicu iz koje se zagrijava predmetni objekat i još neki objekat koji nije predmet ovog projekta,
- Sistem grijanja u svim objektima je putem radijatora, osim u prostoru dvorana u kojim postoje instalisani radijatori i kaloriferi,
- Razvod je dvocijevni i projektovana temperatura medija je 90/70°C,
- Ni u jednom predmetnom objektu nema instalisane centralne pripreme sanitarne vode,
- Gorivo koje koriste kotlovi je uglavnom ugalj i drvo, osim osnovne škole „Nikola Tesla“ Dublje gdje se kao energent koristi lako lož ulje.

U daljem tekstu analizirat će se moguća tehničko-tehnološka rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije u svim objektima. Ova analiza zasnovana je na osnovu analize arhitektonsko-građevinske mogućnosti postavljanja solarnih kolektora, na osnovu potreba samog objekta za toplotnom energijom, kao i na osnovu tehničkih karakteristika solarnog kolektora.

Solarni kolektori prema konstrukciji se dijele na:

- pločaste i
- vakuumske.

U daljem tekstu date su karakteristike i pločastih i vakuumskih kolektora, pa će i analiza mogućnosti ugradnje u svih 6 objekata biti provedena za obje varijante.

5.4.1 Pločasti solarni kolektori

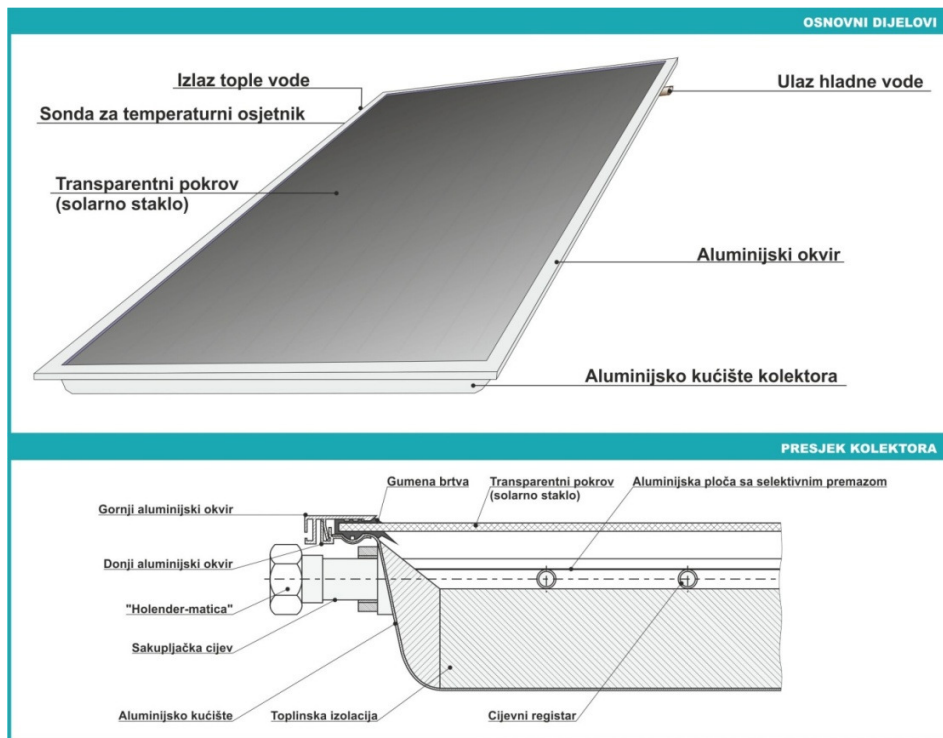
Postoje mnogi proizvođači pločastih solarnih kolektora. Za analizu u predmetnoj studiji odabran je pločasti kolektor tipa CPK 7210N Alu (pločasti), s obzirom da je iskustvo pokazalo da je ova oprema najprodavanija i ima najatraktivnije cijene s obzirom na kvalitet na tržištu zapadnog Balkana.

Pločasti kolektori serije CPK 7210N Alu predstavljaju savremen proizvod visokog kvaliteta i savremenog dizajna. Namijenjeni su prvenstveno za sisteme zagrijavanja potrošne tople vode te za bazene i sisteme centralnog grijanja s akumulacijom toplote. Pločasti kolektori tip CPK 7210N Alu izrađeni su od kvalitetnih materijala što im omogućuje dugi vijek eksploatacije u svim vremenskim uslovima. Upotrebom visokoeffikasnih selektivnih premaza te jedne apsorberske ploče preko cijele površine kolektora postiže se najbolji mogući prenos toplote na osnovi maksimalnog korištenja površine kolektora.

Karakteristike pločastog kolektora CPK 7210N Alu su sljedeće:

- Najmodernijim načinom zavarivanja pomoću lasera registar bakrenih cijevi je pričvršćen za aluminijsku ploču koja je premazana visokoefikasnim selektivnim premazom čime se postiže efekat termičke ploče,
- Aluminijska ploča smještena je preko cijele površine kolektora čime se sprečavaju pojave vazdušnih turbulencija, a time i nepotrebnih gubitaka energije,
- Gornja razvodna cijev je blokirana na polovini svoje dužine čime su ostvarena dva prolaza radnog medija kroz kolektor,
- Kućište kolektora izrađeno je od aluminijuma u obliku korita te je suho zaptiveno presovanjem bez korištenja silikona,
- Solarno staklo debljine 3,2 mm zaptiveno je pomoću gumene zaptivke,
- Zbog dobro promišljenog protočnog sistema, kolektor ima samo dva gornja 1" priključka za spajanje,
- Međusobno spajanje kolektora vrši se pomoću pripremljene "holender" matice,
- Kolektor je pomoću montažnog seta (dodatna oprema) moguće ugraditi na krov i kao slobodno stojeći na posebne nosače,
- Dokazani sistem ugradnje osigurava jednostavnu, sigurnu i kvalitetnu montažu u najkraćem vremenu,
- Kolektor je predviđen za montažu samo u vertikalnom položaju,
- U jednu seriju spaja se maksimalno 6 pločastih kolektora,
- Ugradnjom kolektora u sisteme zagrijavanja potrošne tople vode (na rezervoar STEB), vode za bazene i sisteme centralnog grijanja (na rezervoar CAS-S, -BS) štedi se gorivo potrebno za konvencionalne izvore energije čime se ujedno i manje zagađuje okolina.

Na sljedećoj slici prikazan je pločasti kolektor tip CPK 7210N Alu.



Slika 99. Pločasti kolektor

5.4.2 Cijevni vakuumski solarni kolektori

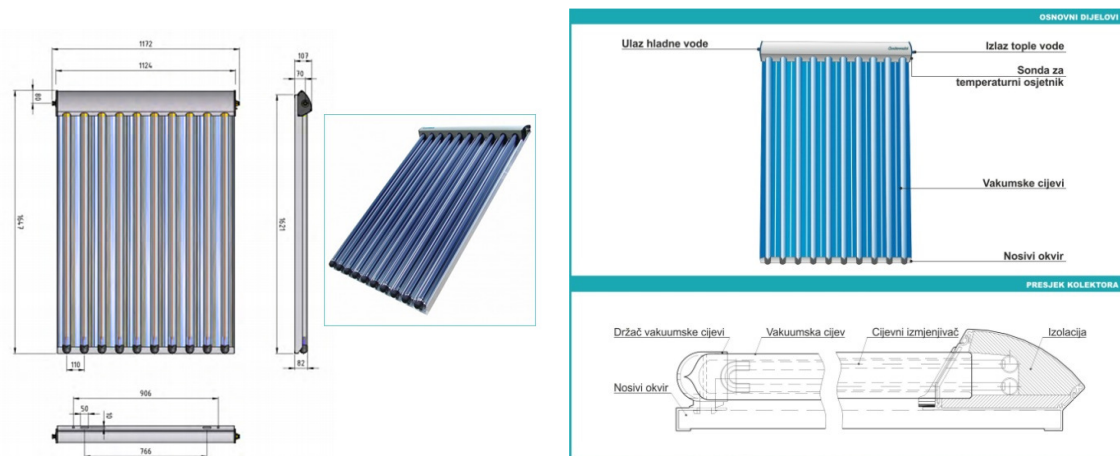
Postoje mnogi proizvođači cijevnih vakuumskih solarnih kolektora. Za analizu u predmetnoj studiji odabran je vakuumski kolektor tipa CVSKC-10 (cijevni vakuumski), također s obzirom na to da je iskustvo pokazalo da je ova oprema najprodavanija i ima najatraktivnije cijene s obzirom na kvalitet na tržištu zapadnog Balkana.

Solarno tržište zahtijeva tehnologiju s visokom efikasnošću i kod manje povoljnih uslova te je zbog toga konstruisan cijevni vakuumski kolektor. Cijevni vakuumski kolektori serije CVSKC-10 pokazuju svoju snagu najviše tamo gdje pločasti kolektori gube svoju efikasnost – kod smanjenog zračenja odnosno kod velikih temperaturnih razlika. Cijevi kolektora vakumirane su čime se sprečava gubitak energije, a ispod cijevi su postavljena reflektujuća parabolna ogledala koja usmjeravaju zračenje na cijelu površinu apsorbera čime se povećava efikasnost kolektora.

Karakteristike vakuumskog kolektora tip CVSKC-10:

- Visokoefikasni cijevni vakuumski kolektor sa 10 cijevi i 1,84 m² bruto površine,
- Vakum se nalazi u staklenoj cijevi s dvostrukim zidom pa nisu potrebne zaptivke koje su bile slabost vakumske tehnologije,
- Apsorberi su premazani visokoefikasnim selektivnim premazom te okružuju bakrene cijevi koje se nalaze u vakumskoj cijevi od borosilikatnog stakla,
- Sakupljačke cijevi nalaze se u vodonepropusnom aluminijumskom kućištu,

- Ispod svake vakumske cijevi nalazi se reflektujuće parabolno ogledalo koje omogućuje korištenje cijele cijevne, odnosno apsorberske površine, što naročito dolazi do izražaja u prelaznim razdobljima kod malih uglova upada sunčevog zračenja,
- Max. temperatura mirovanja kolektora je 286°C,
- Montaža je olakšana zbog već ugrađenog okvira na samom kolektoru,
- Kolektor se montira pomoću montažnog seta (dodatna oprema) na krov ili na samostojeći stalak,
- Ugradnjom kolektora u sisteme zagrijavanja potrošne tople vode (na rezervoar STEB), vode za bazene i sisteme centralnog grijanja (na rezervoar CAS-S, -BS) štedi se gorivo potrebno za konvencionalne izvore energije čime se ujedno i manje zagađuje okolina.



Slika 100. Vakuumski kolektor – dimenzije/geometrija (lijevo), oznake i presjek (desno)

Tehničke karakteristike korištenih solarnih kolektora date su u sljedećim tabelama.

Tabela 33. Tehničke karakteristike pločastog kolektora

pločasti kolektor CPK 7210N Alu		
Bruto površina	(m ²)	2,1
Površina upada svjetlosti	(m ²)	1,8
Površina apsorbera	(m ²)	1,8
Materijal apsorbera	Al lim s selektivnim slojem	
Apsorpcijski koeficijent	(%)	95
Emisijski koeficijent	(%)	5
Optički stupanj djelovanja	(%)	77,9
Koef. gubitaka topline k1	W/(m ² K)	3,914
Koef. gubitaka topline k2	W/(m ² K ²)	0,012
Cijevni registri	(mm)	φ8 x 0,4
Sakupljačke cijevi	(mm)	φ22 x 0,8
Volumen apsorbera	(l)	1,4
Transparentni pokrov	3,2 mm kaljeno staklo	
Transmisija	(%)	90
Broj priključaka		2
Priključci	(R)	1"
Max. radni pretlak	(bar)	10
Temperatura mirovanja	(°C)	199
Izolacija	40mm kamena vuna	
Visina kolektora	(mm)	2032
Širina kolektora	(mm)	1031
Debljina kolektora	(mm)	94
Masa kolektora	(kg)	32
Medij u sustavu	mješavina glikola i vode	

Tabela 34. Tehničke karakteristike cijevnog kolektora

cijevni kolektor CVSKC-10		
Broj cijevi	(kom)	10
Bruto površina	(m ²)	1,84
Površina upada svjetlosti	(m ²)	1,6
Površina apsorbera	(m ²)	1,6
Volumen apsorbera	(l)	1,63
Visina kolektora	(mm)	1645
Širina kolektora	(mm)	1115
Debljina kolektora	(mm)	107
Masa kolektora	(kg)	31
Materijal vakumske cijevi	borosilikatno staklo	
Apsorpcijski koef.	(%)	96 ± 1
Emisijski koef.	(%)	6 ± 1
Optički stupanj djelovanja	(%)	60,5
Koef. gubitaka topline k1	W/(m ² K)	0,850
Koef. gubitaka topline k2	W/(m ² K ²)	0,010
Izolacija apsorbera	vakuum	
Izolacija sakupljača	(mm)	75mm mineralne vune
Bakrene cijevi	(mm)	φ8 x 0,5
Sakupljačke cijevi	(mm)	φ18 x 1
Broj priključaka	(kom)	2
Priključci	(R)	3/4"
Max. radni pretlak	(bar)	10
Temperatura mirovanja	(°C)	286
Refleksija ogledala	(%)	95
Medij u sustavu	mješavina glikola i vode	

Osim navedenog, analizom je obuhvaćena i analiza mogućnosti uvezivanja instalacija solarnog sistema sa postojećom instalacijom grijanja u svakom od objekata, kao i instalacijom pripreme tople sanitarne vode.

U daljem tekstu data je analiza mogućnosti ugradnje solarnih panela na svaki od objekata, kao i analiza postojećeg stanja instalacija grijanja u svakom od objekata i mogućnost prilagođavanja postojećih instalacija za ugradnju instalacija solarnog grijanja za svaki od šest odabranih objekata.

Obzirom da bruto je površina i vakumskih i pločastih solarnih panela približno jednaka, dakle gabariti panela su približnih dimenzija, usvojen je jednak broj i pločastih i vakumskih solarnih kolektora za sve objekte.

5.4.3 Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za Gimnazijsku dvoranu u Bijeljini

Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za dvoranu Gimnazije Filip Višnjić u Bijeljini izrađena je na osnovu varijanti koje su navedene ranije:

- Varijanta a) Procjena postojećeg stanja krovnih konstrukcija i procjena eventualne sanacije krovova u budućnosti,
- Varijanta b) Procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih kolektora prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata.

Varijanta a)

Varijantom a) utvrđena je procjena postojećeg stanja krovne konstrukcije i urađena je procjena eventualne sanacije krova u budućnosti. Analizom arhitektonsko-građevinske mogućnosti dobile su se sljedeće korisne površine za postavljanje solarnih kolektora:

- Krovna ploha u 10 redova prema južnoj strani: 718,0 m²
- Zidna površina sa južne strane: 143,6 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za Gimnazijsku dvoranu. Sljedeća tabela prikazuje osnovne proračune tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 35. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante a)

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni kolektori:	861,6 m ²
Površina krovne plohe u 10 redova prema južnoj strani	718,0 m ²
Dužina krovne plohe	35,9 m

Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe	25
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni u 10 redova na krovu prema južnoj strani	250
Površina zidne plohe sa južne strane	143,6 m ²
Dužina zidne plohe sa južne strane	35,9 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini zidne plohe sa južne strane	25
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na zidnoj plohi sa južne strane	50
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na objektu	300

Iz tabele je vidljivo da na krovu objekta je moguće ugraditi 250 komada solarnih kolektora, dok je na zidu moguće ugraditi 50 komada solarnih kolektora.

Solarni kolektori se ugrađuju tako što se prvo formiraju tzv. solarne baterije, a potom baterije se uvezuju sa ostatkom instalacije. Solarnu bateriju u konkretnom slučaju čini 5 kolektora i u jednom redu (na krovu ili na zidu objekta) je instalirano 5 solarnih baterija. Obzirom da imamo 10 redova na krovu i dva na zidu, ukupan broj instaliranih baterija je $10 \times 5 + 2 \times 5 = 60$ baterija.

Broj baterija je bitan radi određivanja potrebnog broja prateće opreme (zaporne armature), a to su ventili koji služe za spoj baterije sa cjevovodom solarnog grijanja, zatim odzračne armature, kao i ispusne armature. Pored armature broj i dimenzije solarnih baterija su potrebne i radi određivanja ovjesno-spojnog materijala.

Obzirom da je apsorbovana površina pločastog i vakuumskog kolektora različita, u nastavku dokumenta se daju podaci o apsorbovanoj površini instalisanih kolektora u obje verzije.

Varijanta a - pločasti kolektori

Apsorbovana površina pločastih kolektora iznosi:

$P_{apspl} = n \times P_{apspl}$, gdje je
 P_{apspl} - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{apspl} = 1,8 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog pločastog kolektora
 $P_{apspl} = 300 \times 1,8 \text{ m}^2 = 540 \text{ m}^2$.

Dakle, na objektu je moguće ugraditi 300 komada pločastih solarnih kolektora, povezanih u 50 kolektorskih baterija, sa ukupnom apsorbovanom površinom od 540 m².

Varijanta a - vakumski kolektori

Apsorbovana površina vakuumskih kolektora iznosi:

$P_{aps\ vak\ uk} = n \times P_{apsvak}$, gdje je
 $P_{aps\ vak\ uk}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{aps\ vak} = 1,6\ m^2$ - apsorbovana površina jednog vakuumskog kolektora,
 $P_{aps\ pl\ uk} = 300 \times 1,6\ m^2 = 480\ m^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 300 komada vakuumskih solarnih kolektora, povezanih u 50 kolektorskih baterija, sa ukupnom apsorbovanom površinom od 480 m².

Varijanta b)

Varijantom b) utvrđena je procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i utvrđena je mogućnost montaže solarnih kolektora prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata. Analizom arhitektonsko-građevinske mogućnosti dobile su se sljedeće korisne površine za postavljanje solarnih kolektora:

- Krovna ploha u 4 reda na zidnim osloncima i do krovnih nosača sa južne strane: 287,2 m²
- Zidna površina sa južne strane: 143,6 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za Gimnazijsku dvoranu. Sljedeća tabela prikazuje osnovne podatke tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 36. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b)

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli:	430,8 m ²
Površina krovne plohe u 4 reda na zidnim osloncima i do krovnih nosača sa južne strane	287,2 m ²
Dužina krovne plohe	35,9 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe	25
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni u 4 reda na zidnim osloncima i do krovnih nosača sa južne strane	100
Površina zidne plohe sa južne strane	143,6 m ²
Dužina zidne plohe sa južne strane	35,9 m
Broj solarnih panela koji mogu biti postavljeni na dužini zidne plohe	25

Ukupan broj solarnih panela koji mogu biti postavljeni na zidnoj plohi sa južne strane	50
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni na objektu	150

Iz tabele je vidljivo da na krovu objekta je moguće ugraditi 100 komada solarnih kolektora, dok je na zidu moguće ugraditi 50 komada.

Solarnu bateriju u konkretnom slučaju čini 5 kolektora i u jednom redu (na krovu ili na zidu objekta) instalirano je 5 solarnih baterija. Obzirom da su predviđena četiri reda na krovu i dva na zidu, ukupan broj instaliranih baterija je $4 \times 5 + 2 \times 5 = 30$ baterija.

Varijanta b - pločasti kolektori

Apsorbovana površina pločastih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps pl uk}} = n \times P_{\text{apspl}}$, gdje je
 $P_{\text{aps pl uk}}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{apspl}} = 1,8 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog pločastog kolektora
 $P_{\text{aps pl uk}} = 150 \times 1,8 \text{ m}^2 = 270 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 150 komada pločastih solarnih kolektora, povezanih u 30 kolektorskih baterija, sa ukupnom apsorbovanom površinom od 270 m^2 .

Varijanta b - vakumski cijevni kolektori

Apsorbovana površina vakumskih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps vak uk}} = n \times P_{\text{apsvak}}$, gdje je
 $P_{\text{aps vak uk}}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{aps vak}} = 1,6 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog vakumskog kolektora
 $P_{\text{aps pl uk}} = 150 \times 1,6 \text{ m}^2 = 240 \text{ m}^2$.

Dakle, na objektu je moguće ugraditi 150 komada vakuumskih solarnih kolektora, povezanih u 30 kolektorskih baterija, s ukupnom apsorbovanom površinom od 240 m^2 .

Opis postojeće instalacije centralnog grijanja

Instalacije centralnog grijanja koje su instalirane u objektu sastoje se od ogrjevnih tijela i cijevne mreže. Spojene su putem cjevovoda sa instalacijama u kotlovnici. Ogrjevna tijela su pločasti radijatori i kaloriferi. Radijatori su instalirani u donjoj zoni bočnih zidova i namijenjeni su isključivo za grijanje prostora, a kaloriferi su ubačeni u staklene stijene i namijenjeni su za rad sa svježim i optičajnim vazduhom. Ventilacija prostora se ostvaruje putem kalorifera (dovod svježeg vazduha u prostor). I kaloriferi i radijatori su spojeni na jedan cjevovod urađen od crnih čeličnih cijevi, koji se kroz objekat vodi hodnikom ispod plafona, a potom spušta niz bočni zid i prolazi ispod temelja, gdje izlazi van objekta. Cjevovod se dalje kanalom vodi do objekta kotlovnice, koja se nalazi u sklopu objekta Gimnazije Filip Višnjić.

U prostoru kotlovnice smještene su tri toplovodna kotla tipa NEO VULKAN III, ložena čvrstim gorivom (ugalj i drva). Snaga jednog kotla je 250 kW, pa ukupno instalirana snaga iznosi 750 kW. Kotlovnica je namijenjena za zagrijavanje i objekta gimnazije i objekta dvorane. U samoj kotlovnici postoji razdjelnik i sabirnik gdje je instalacija razdvojena za gimnaziju i za dvoranu. Na svaki od cjevovoda postavljene su cirkulacione pumpe sa pratećom armaturom. Na sljedećim slikama prikazano je stanje instalacija grijanja u objektu, kao i instalacija kotlovnice.



Slika 101. Prostor dvorane s prikazanim ogrjevnim tijelima (radijatori i kaloriferi)



Slika 102. Instalacije kotlovnice



Slika 103. Dispozicija kotlovnice i sportske sale

Ukupno instalirana snaga objekta dvorane iznosi 324 kW, a prosječna godišnja potrošnja uglja za zagrijavanje dvorane je 100 t (podatak dobiven na licu mjesta od korisnika instalacije). Instalacija je projektovana da radi u režimu grijanja sistema 90/70°C.

Opis instalacija potrošne tople vode - postojeće stanje

U objektu su izvedene sanitarije u kojima su instalirane tuš kabine - prostori sa tuševima i u objektu ih ima 8. Priprema tople sanitarne vode je centralna u bojleru, sa instaliranim elektrogrijačem snage 12 kW. Bojler nije kombinovani i nije spojen sa sistemom centralnog grijanja.

Opis instalacija solarnog sistema

Da bi se ugradile solarne instalacije koje se sastoje od solarnih kolektora, pogonske grupe solara (cirkulaciona pumpa, ekspanziona posuda, mjerne opreme i armature – ventili i slično), akumulacioni spremnik tople vode, cjevovod i regulaciona oprema, neophodno je uraditi sljedeće:

- Odrediti lokaciju tehničke prostorije u samom objektu,
- Postojeću instalaciju prilagoditi za ugradnju solarnih instalacija i izvršiti prespajanje sa akumulacionim rezervoarima,
- Instalirati akumulacione rezervoare,
- Instalirati solarne kolektore,
- Cjevovodom povezati solarne kolektore sa akumulacionim rezervoarima, ugraditi kompletnu opremu (cirkulacione pumpe, ekspanzionu posudu, mjernu opremu, armaturu),
- Izvršiti sve neophodne radnje kako bi sistem funkcionisao.

5.4.4 Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ Knez Ivo od Semberije u Bijeljini

Analiza mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za sportsku dvoranu Gimnazije Filip Višnjić izrađena je na osnovu varijanti koje su date u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Varijanta a) Zamjena krovnog pokrivača, sanacija i ojačanje krovne konstrukcije,
- Varijanta b) Procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih kolektora prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata.

Varijanta a)

Varijantom a) utvrđena je zamjena krovnog pokrivača, sanacija i ojačanje krovne konstrukcije. Analizom arhitektonsko-građevinske mogućnosti dobile su se sljedeće korisne površine za postavljanje solarnih kolektora:

- Krovna ploha škole u 8 +2 reda na južnoj strani: 400,0 m²
- Krovna ploha sale sa južne strane: 264,0 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ Knez Ivo od Semberije. Sljedeća tabela prikazuje osnovne proračune tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 37. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante a)

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli:	664,0 m ²
Površina krovne plohe u 8 redova na južnoj strani	368,0 m ²
Dužina krovne plohe	23 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe	18
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni u 8 redova na krovu na južnoj strani	144
Površina krovne plohe u 2 reda na južnoj strani	32,0 m ²
Dužina krovne plohe	8 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe	6
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni u 2 reda na krovu na južnoj strani	12
Površina krovne plohe sale u 4 reda na južnoj strani	240,0 m ²
Dužina krovne plohe sale sa južne strane	30 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe sale	24
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na površini krovne plohe sale u 4 reda na južnoj strani	96
Površina krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	24,0 m ²
Dužina krovne plohe sale sa južne strane	6 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini sale krovne plohe	4
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na površini krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	8
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni na objektu	260

Iz tabele i skice je vidljivo da je na krovu objekta škole je moguće ugraditi 240 komada solarnih kolektora, a na krovu dvorane 12 komada.

Solarnu bateriju u konkretnom slučaju čini 6 kolektora i u jednom redu na krovu škole se nalaze 3 baterije. Planirano je 8 takvih redova uz dva reda gdje će biti ugrađene dvije solarne baterije. Na krovu dvorane u dva jednaka reda bit će raspoređene 4 solarne baterije i na malom krovu dvije solarne baterije sa po 4 solarna kolektora koji čine bateriju.

Ukupno su na krovu objekta instalisane $8 \times 3 + 2 \times 1 + 4 \times 4 + 2 \times 1 = 44$ baterije.

Varijanta a - pločasti kolektori

Apsorbovana površina pločastih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps pl uk}} = n \times P_{\text{apspl}}$, gdje je
 $P_{\text{aps pl uk}}$ - ukupna apsorbirana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{apspl}} = 1,8 \text{ m}^2$ - apsorbirana površina jednog pločastog kolektora
 $P_{\text{aps pl uk}} = 260 \times 1,8 \text{ m}^2 = 468 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 260 komada pločastih solarnih kolektora, povezanih u 36 kolektorskih baterija, sa ukupnom apsorbiranom površinom od 468 m^2 .

Varijanta a - vakuumski cijevni kolektori

Apsorbovana površina vakuumskih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps vak uk}} = n \times P_{\text{apsvak}}$, gdje je
 $P_{\text{aps vak uk}}$ - ukupna apsorbirana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{aps vak}} = 1,6 \text{ m}^2$ - apsorbirana površina jednog vakuumskog kolektora
 $P_{\text{aps pl uk}} = 260 \times 1,6 \text{ m}^2 = 416 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 260 komada vakuumskih solarnih kolektora, povezanih u 36 kolektorskih baterija, sa ukupnom apsorbiranom površinom od 416 m^2 .

Varijanta b)

Varijantom b) utvrđena je procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih kolektora prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata. Analizom arhitektonsko-građevinske mogućnosti dobile su se sljedeće korisne površine za postavljanje solarnih kolektora:

- Krovna ploha škole sa 4 + 1 redom na južnoj strani: $200,0 \text{ m}^2$
- Krovna ploha sale sa južne strane: $144,0 \text{ m}^2$

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ Knez Ivo od Semberije. Sljedeća tabela prikazuje osnovne proračune tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 38. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja varijante b)

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli:	344 m ²
Površina krovne plohe u 4 reda na južnoj strani	184,0 m ²
Dužina krovne plohe	23 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe	18
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni u 4 reda na južnoj strani	72
Površina krovne plohe 1 reda na južnoj strani	16,0 m ²
Dužina krovne plohe	8 m
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni u 1 redu na južnoj strani	6
Površina krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	120,0 m ²
Dužina sale krovne plohe sa južne strane	30 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini sale krovne plohe	24
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na površini krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	48
Površina krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	24,0 m ²
Dužina sale krovne plohe sa južne strane	6 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini sale krovne plohe	4
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na površini krovne plohe sale u 2 reda na južnoj strani	8
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni na objektu	134

Iz tabele i ranije prikazane dispozicije solarnih kolektora je vidljivo da je na krovu objekta škole moguće ugraditi 240 komada solarnih kolektora, a na krovu dvorane 12 komada.

Solarnu bateriju u konkretnom slučaju čini 6 kolektora i u jednom redu na krovu škole se nalaze 3 baterije. Planirano je 8 takvih redova uz dva reda gdje će biti ugrađene dvije solarne baterije. Na krovu dvorane u dva jednaka reda će biti raspoređene 4 solarne baterije i na malom krovu dvije solarne baterije sa po 4 solarna kolektora koji čine bateriju.

Ukupno su na krovu objekta instalirane $4 \times 3 + 1 \times 1 + 2 \times 4 + 2 \times 1 = 23$ baterije.

Varijanta b - pločasti kolektori

Apsorbovana površina pločastih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps pl uk}} = n \times P_{\text{apspl}}$, gdje je

$P_{\text{aps pl uk}}$ - ukupna apsorbovana površina,

n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{apspl}} = 1,8 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog pločastog kolektora

$P_{\text{aps pl uk}} = 134 \times 1,8 \text{ m}^2 = 241,2 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 134 komada pločastih solarnih kolektora, povezanih u 23 kolektorskih baterija, sa ukupnom apsorbovanom površinom od 241,2 m².

Varijanta b - vakuumski cjevni kolektori

Apsorbovana površina vakuumskih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps vak uk}} = n \times P_{\text{apsvak}}$, gdje je

$P_{\text{aps vak uk}}$ - ukupna apsorbovana površina,

n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{aps vak}} = 1,6 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog vakuumskog kolektora

$P_{\text{aps pl uk}} = 134 \times 1,6 \text{ m}^2 = 214,4 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 134 komada vakuumskih solarnih kolektora, povezanih u 23 kolektorskih baterija, sa ukupnom apsorbovanom površinom od 214,4 m².

Opis postojeće instalacije centralnog grijanja

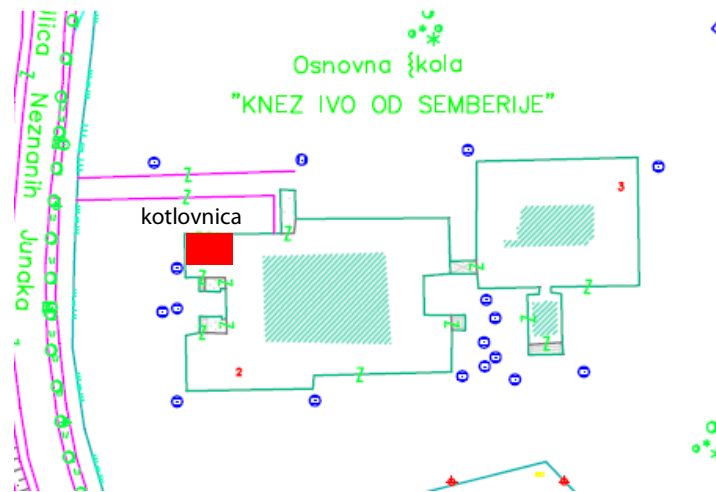
U objektu su instalirane instalacije centralnog grijanja. Prostori škole, kao i prostori školske dvorane griju se putem radijatora. Napajanje radijatora vrši se cjevnom mrežom, urađenom od crnih čeličnih cijevi. Glavni razvod je vođen kroz instalacioni kanal u hodniku, odakle su odvojeni pojedini ogranci.

Zagrijavanje škole i sportske sale je iz vlastite kotlovnice sa instalisanim kotlovima na čvrsto gorivo. Instalirani kotlovi su tipa EKO CKS 380, maksimalne snage jednog kotla 380 kW. Godišnja potrošnja energenata je 120 tona uglja i 20 m³ drva (podatak dobiven na licu mjesta od korisnika instalacije). U prostoru kotlovnice izvršena je zamjena dotrajalih toplovodnih kotlova tipa NEOVULKAN III, sa novim kotlovima. Instalacija je projektovana da radi u režimu grijanja sistema 90/70°C.

Na sljedećim slikama prikazano je stanje instalacija grijanja u objektu, kao i instalacija kotlovnice.



Slika 104. Kotlovi i oprema u kotlovnici



Slika 105. Dispozicija kotlovnice i sportske sale

5.4.5 Analiza mogućeg tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ i sportsku salu Dvorovi

Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ i sportsku salu Dvorovi izrađena je na osnovu utvrđene površine za instalaciju solarnih kolektora u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Krovna ploha škole na jugoistoku i jugozapadu: 112 m²
- Krovna ploha sale sa osloncima na sekundarnim nosačima: 248 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ i sportsku salu Dvorovi. Sljedeća tabela prikazuje osnovne proračune tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 39. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli:	360,0 m ²
Površina krovne plohe na jugoistoku i jugozapadu	112,0 m ²
Dužine krovnih ploha na jugoistoku i jugozapadu	(15+20+9+12) m
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi	46
Površina krovne plohe sale sa osloncima na sekundarnim nosačima u 4 reda	186,0 m ²
Dužina krovne plohe sale sa osloncima na sekundarnim nosačima u 4 reda	31 m
Broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na dužini krovne plohe sale sa osloncima na sekundarnim nosačima u 4 reda	24
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na sale krovne plohe sa osloncima na sekundarnim nosačima u 4 reda	96
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni na objektu	142

Iz tabele i skice je vidljivo da na krovu objekta je škole je moguće ugraditi 46 komada solarnih kolektora, a na krovu dvorane 96 komada.

U konkretnom slučaju imamo na krovu škole postavljene redove različitih dužina, pa su i baterije podijeljene u baterije od 5 i baterije od 6 kolektora. Na krovu škole instalirano je ukupno 6 baterija sa po 6 kolektora i 2 baterije sa po 5 kolektora. Na krovu dvorane svi redovi su isti i baterije su formirane od 6 kolektora. Ukupno je instalirano 16 baterija sa po 6 kolektora.

Na oba krova su ukupno instalirane $6+2+16 = 24$ baterije.

Varijanta - pločasti kolektori

Apsorbovana površina pločastih kolektora iznosi:

$P_{apspl\ uk} = n \times P_{apspl}$, gdje je

$P_{apspl\ uk}$ - ukupna apsorbovana površina,

n - broj instaliranih kolektora.

$P_{apspl} = 1,8\ m^2$ - apsorbovana površina jednog pločastog kolektora

Paps pl uk = $142 \times 1,8 \text{ m}^2 = 255,6 \text{ m}^2$.

Varijanta - vakumski cijevni kolektori

Apsorbovana površina vakumskih kolektora iznosi:

Paps vak uk = $n \times \text{Papsvak}$, gdje je
Paps vak uk - ukupna apsorbirana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

Paps vak = $1,6 \text{ m}^2$ - apsorbirana površina jednog vakumskog kolektora
Paps pl uk = $142 \times 1,6 \text{ m}^2 = 227,2 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 142 komada vakuumskih solarnih kolektora, povezanih u 24 kolektorske baterije, s ukupnom apsorbiranom površinom od $227,2 \text{ m}^2$.

Opis postojeće instalacije centralnog grijanja

Oba objekta se zagrijavaju iz vlastite kotlovnice na čvrsto gorivo, koja je locirana uz objekat škole. U kotlovnici su instalirana dva kotla, i to kotao maksimalne snage 250 kW , proizvod „Stilmetal“ i kotao maksimalne snage $Q = 120 \text{ kW}$, proizvod „Radijator“ Kraljevo, a godišnja potrošnja energenata iznosi 70 tona uglja i 20 m^3 drva (podatak o potrošnji goriva dobiven na licu mjesta). Na sljedećim slikama prikazane su instalacije kotlovnice, kao i dispozicija objekata.



Slika 106. Dispozicija i izgled kotlovnice



Slika 107. Instalacije kotlovnice

Opis instalacija potrošne tople vode - postojeće stanje

U prostorima škole nema centralne pripreme tople vode. Zagrijavanje sanitarne vode je putem malih bojlera zapremine $V = 80$ litara sa elektrogrijačem od po 2 kW.

5.4.6 Analiza mogućeg tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara

Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara izrađena je na osnovu utvrđene površine za instalaciju solarnih kolektora u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Krovna ploha jug: 96,0 m²
- Krovna ploha istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom: 123,2 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je jedno moguće tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara. Sljedeća tabela prikazuje prikazuje osnovne proračune mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 40. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli:	219,2 m ²
Krovna ploha jug	96,0 m ²
Dužina krovne plohe na jugu	(12+16+20) m
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi jug	35
Površina krovne plohe istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom	123,2 m ²

Dužina krovne plohe istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom	14x4,4 m
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi istok - sa nadgradnom potkonstrukcijom	42
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni na objektu	77

Iz tabele i skice je vidljivo da na krovu objekta je škole je moguće ugraditi 77 komada solarnih kolektora.

U konkretnom slučaju se na krovu škole predviđa postavljanje redova različitih dužina, pa su i baterije podijeljene na sljedeći način: 14 baterija sa po 3 kolektora u bateriji, 2 baterije sa po 4 kolektora, 3 baterije sa po 5 kolektora i 2 baterije sa po 6 kolektora.

Ukupno je na krovu objekta instalirana $14+2+3+2 = 21$ baterija.

Varijanta - pločasti kolektori

Apsorbovana površina pločastih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps pl uk}} = n \times P_{\text{apspl}}$, gdje je
 $P_{\text{aps pl uk}}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{apspl}} = 1,8 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog pločastog kolektora
 $P_{\text{aps pl uk}} = 77 \times 1,8 \text{ m}^2 = 138 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 77 komada pločastih solarnih kolektora, povezanih u 21 kolektorsku bateriju, s ukupnom apsorbovanom površinom od 138 m^2 .

Varijanta - vakumski cijevni kolektori

Apsorbovana površina vakumskih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps vak uk}} = n \times P_{\text{apsvak}}$, gdje je
 $P_{\text{aps vak uk}}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{aps vak}} = 1,6 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog vakumskog kolektora
 $P_{\text{aps pl uk}} = 77 \times 1,6 \text{ m}^2 = 123,2 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 142 komada vakuumskih solarnih kolektora, povezanih u 21 kolektorsku bateriju, s ukupnom apsorbovanom površinom od $123,2 \text{ m}^2$.

Opis postojeće instalacije centralnog grijanja

Zagrijavanje škole je iz vlastite kotlovnice na čvrsto gorivo. Instalirana su dva kotla tipa NEO VULKAN snage 250 kW. Godišnja potrošnja uglja je 60 tona (podatak dobiven na licu mjesta). Prostori škole griju se putem radijatora. Napajanje radijatora vrši se cijevnom mrežom, urađenom od crnih čeličnih cijevi. Glavni razvod je vođen kroz hodnik ispod stropa, odakle su odvojeni pojedini ogranci. Instalacije

kotlovnice su smještene u objekt, koji je odvojen od objekta škole. Vanjski razvod od kotlovnice do objekta škole vođen je podzemno. Instalacija je projektovana da radi u režimu grijanja sistema 90/70°C.

Na sljedećim slikama prikazan je objekat kotlovnice, dispozicija objekata i dispozicija kotlova.



Slika 108. Objekat kotlovnice i instalacije



Slika 109. Dispozicija objekta kotlovnice

Opis instalacija potrošne tople vode - postojeće stanje

U prostorima škole nema centralne pripreme tople vode. Zagrijavanje sanitarne vode je putem malih bojlera zapremine $V = 80$ litara sa elektrogrijačem od po 2 kW.

5.4.7 Analiza mogućeg tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski

Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski izrađena je na osnovu utvrđene površine za instalaciju solarnih kolektora u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Krovna ploha škole : 79 m^2

Na osnovu dobivene korisne površine izrađeno je jedno moguće tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski. Sljedeća tabela prikazuje osnovne proračune tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 41. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli	79,0 m ²
Dužine krovnih ploha na jugoistoku i jugozapadu	(12+10+7,5+2x5) m
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi	30

Iz tabele i skice je vidljivo da na krovu objekta je škole je moguće ugraditi 30 komada solarnih kolektora.

U konkretnom slučaju na krovu škole se predviđaju redovi različitih dužina, pa su i baterije podijeljene na sljedeći način: 1 baterija sa po 4 kolektora u bateriji, 4 baterije sa po 4 kolektora i 1 baterija sa 6 kolektora.

Ukupno se na krovu objekta planira instalirati $2+2+1+1 = 6$ baterija.

Varijanta - pločasti kolektori

Apsorbovana površina pločastih kolektora iznosi:

$P_{aps pl uk} = n \times P_{aps pl}$, gdje je
 $P_{aps pl uk}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{aps pl} = 1,8 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog pločastog kolektora
 $P_{aps pl uk} = 30 \times 1,8 \text{ m}^2 = 54 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 30 komada pločastih solarnih kolektora, povezanih u 6 kolektorskih baterija, s ukupnom apsorbovanom površinom od 54 m^2 .

Varijanta - vakumski cijevni kolektori

Apsorbovana površina vakumskih kolektora iznosi:

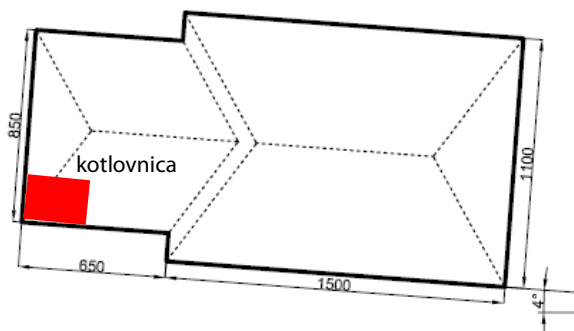
$P_{aps vak uk} = n \times P_{aps vak}$, gdje je
 $P_{aps vak uk}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{aps vak} = 1,6 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog vakumskog kolektora
 $P_{aps pl uk} = 30 \times 1,6 \text{ m}^2 = 48 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 30 komada vakuumskih solarnih kolektora, povezanih u 6 kolektorskih baterija, s ukupnom apsorbovanom površinom od 48 m^2 .

Opis postojeće instalacije centralnog grijanja

Zagrijavanje škole je iz vlastite kotlovnice na čvrsto gorivo. Instalisan je kotao snage 50 kW, proizvođača Radijator Kraljevo. Godišnja potrošnja energenata je 20 tona uglja i 8 m³ drva (podatak dobiven na licu mjesta). Objekat se zagrijava putem radijatora. Cijevna mreža je urađena od crnih čeličnih cijevi. Na sljedećim slikama prikazana je dispozicija objekta kotlovnice i izgled kotla.



Slika 110. Dispozicija objekta kotlovnice i izgled kotla

Opis instalacija potrošne tople vode - postojeće stanje

U prostorima škole nema centralne pripreme tople vode. Zagrijavanje sanitarne vode je putem malih bojlera zapremine $V = 80$ litara sa elektrogrijačem od po 2 kW.

5.4.8 Analiza mogućeg tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje

Analiza mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje izrađena je na osnovu utvrđene površine za instalaciju solarnih kolektora u poglavlju analiza arhitektonsko-građevinske mogućnosti:

- Krovna ploha škole: 214,8 m²
- Krovna ploha dječje sale: 76,0 m²

Na osnovu dobivenih korisnih površina izrađeno je jedno moguće tehničko-tehnološko rješenje korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje. Sljedeća tabela prikazuje osnovne proračune mogućeg tehničko-tehnološkog rješenja.

Tabela 42. Osnovni proračuni tehničko-tehnološkog rješenja

Ukupna površina na kojoj mogu biti postavljeni solarni moduli:	290,8 m ²
Površina krovne plohe škole	214,8 m ²
Dužine krovnih ploha škole	(37+16x4,4) m
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi škole	72
Površina krovne plohe dječje sale	76,0 m ²
Dužine krovnih ploha dječje sale	(4x8 + 6) m
Ukupan broj solarnih kolektora koji mogu biti postavljeni na krovnoj plohi dječje sale	30
Ukupan broj kolektora koji mogu biti postavljeni na objektu	102

Iz tabele i skice je vidljivo da na krovu objekta je škole je moguće ugraditi 72 komada solarnih kolektora, a na krovu dvorane 30 komada.

U konkretnom slučaju na krovu škole se predviđa postavljanje formiranih baterija od po tri kolektora (ukupno 16) i baterije formirane od po 6 kolektora (ukupno 4 komada). Na krovu dvorane postavljeno je 5 baterija sa po 6 kolektora u jednoj bateriji.

Ukupno je na oba krova instalirano $8+8+4+5 = 25$ baterija.

Varijanta - pločasti kolektori

Apsorbovana površina pločastih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps pl uk}} = n \times P_{\text{apspl}}$, gdje je
 $P_{\text{aps pl uk}}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{apspl}} = 1,8 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog pločastog kolektora
 $P_{\text{aps pl uk}} = 102 \times 1,8 \text{ m}^2 = 183,6 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 102 komada pločastih solarnih kolektora, povezanih u 25 kolektorskih baterija, a ukupnom apsorbovanom površinom od $183,6 \text{ m}^2$.

Varijanta - vakumski cijevni kolektori

Apsorbovana površina vakumskih kolektora iznosi:

$P_{\text{aps vak uk}} = n \times P_{\text{apsvak}}$, gdje je
 $P_{\text{aps vak uk}}$ - ukupna apsorbovana površina,
 n - broj instaliranih kolektora.

$P_{\text{aps vak}} = 1,6 \text{ m}^2$ - apsorbovana površina jednog vakumskog kolektora

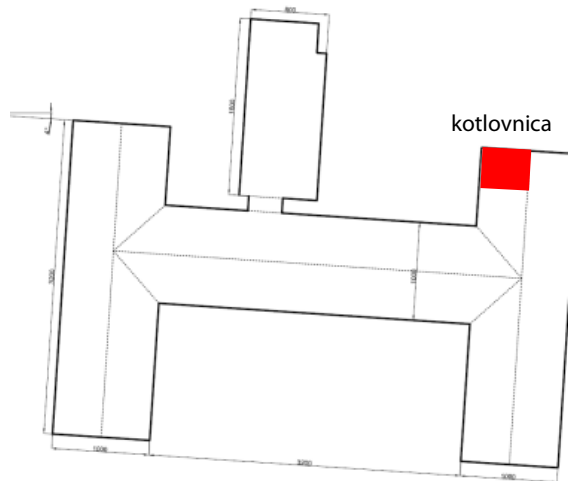
Paps pl uk = $102 \times 1,6 \text{ m}^2 = 163,2 \text{ m}^2$.

Dakle na objektu je moguće ugraditi 102 komada vakuumskih kolektora, povezanih u 25 kolektorskih baterija, s ukupnom apsorbovanom površinom od $163,2 \text{ m}^2$.

Opis postojeće instalacije centralnog grijanja

Zagrijavanje škole je iz vlastite kotlovnice. Instalirani kotlovi su tipa MIP 205, snage 250 kW, ložen tečnim gorivom – lož uljem. Godišnja potrošnja lož ulja je 20 m^3 (podatak dobiven na licu mjesta). Ogrjevna tijela u objektu su radijatori. Cijevna mreža je izrađena od crnih čeličnih cijevi.

Na sljedećim slikama prikazana je dispozicija objekta i instalacije kotlovnice – kotao i plamenik.



Slika 111. Instalacije kotlovnice s dispozicijom objekta

Opis instalacija potrošne tople vode - postojeće stanje

U prostorima škole nema centralne pripreme tople vode. Zagrijavanje sanitarne vode je putem malih bojlera zapremine $V = 80$ litara sa elektrogrijačem od po 2 kW.

5.5 Proračun očekivane proizvedene električne energije

5.5.1 Uvod i osnovni parametri

Projektovanje PV sistema se najčešće vrši na osnovu njihove godišnje proizvedene energije. Za predviđanje godišnje proizvedene energije PV sistema neophodni su pouzdani modeli i metode s obzirom na stohastičku prirodu solarnog zračenja i na veliki broj uticajnih faktora. Da bi se projektovani mrežno povezani PV sistemi moraju se dobro poznavati resursi solarne energije, karakteristike svih elemenata sistema i ambijentalni uslovi. Proračun resursa solarne energije se vrši na osnovu mjerenja i na osnovu proračuna insolacije na površini na kojoj se planira postavljanje modula.

Polazna tačka za određivanje performansi sistema za poznatu ulaznu snagu zračenja je naznačena DC izlazna snaga PV modula pri standardnim uslovima (iradijacija „jedno sunce“ tj. 1 kWh/m², koeficijent vazdušne mase AM 1,5, temperatura ćelije 25 °C, kao i da su moduli potpuno čisti). U realnim eksploatacionim uslovima snaga koju PV sistem predaje mreži P_{AC} je manja od P_{DC} izlazne snage modula pri standardnim uslovima zbog gubitaka odnosno efikasnosti konverzije:

$$P_{AC} = f_z \cdot f_n \cdot f_t \cdot f_{inv} \cdot P_{DC} \quad (1)$$

gdje je:

- f_z - faktor koji definiše smanjenje efikasnosti usljed zaprljanja modula,
- f_n - faktor koji definiše usljed neuparenosti modula,
- f_t faktor povećanja temperature modula u odnosu na standardnu vrijednost 25°C,
- f_{inv} - faktor koji definiše efikasnost invertora.

Pri iradijaciji od „jednog sunca“ rezultat ovih gubitaka može smanjiti izlaznu snagu za 20–40 % u odnosu na PDC. Efikasnost invertora varira u zavisnosti od opterećenja. Mrežno povezani invertori imaju efikasnost preko 90%. Neuparenost modula izaziva smanjenje izlazne snage paralelno vezanih modula zbog toga što strujno-naponske karakteristike modula nisu identične. Da bi efikasnost sistema bila što veća treba težiti da moduli budu što približnijih karakteristika. Da bi se mogla odrediti efikasnost modula pri različitim ambijentalnim uslovima potrebno je proračunati temperaturu modula. Na temperaturu modula dominantno utiče snaga zračenja Sunca i uslovi hlađenja, odnosno vjetar.

Za svaki modul proizvođač definiše temperaturu pri nominalnim uslovima eksploatacije (*NOCT – eng. Nominal Operation Cell Temperature*). NOCT je temperatura modula pri ambijentalnoj temperaturi 20°C, solarnoj iradijaciji 800 W/m² brzini vjetra 1 m/s. Na osnovu podatka NOCT se može procijeniti temperatura ćelije (modula):

$$T_{PV} = T_{amb} + \left(\frac{NOCT - 20}{0,8} \right) \cdot I_{PV} \quad (2)$$

gdje je:

- T_{PV} - temperatura solarnih modula,
- T_{amb} - temperatura ambijenta,
- I_{PV} - solarna iradijacija na površini modula.

Kada su poznati podaci za dnevne, mjesečne ili godišnje prosječne iradijacije (kWh/m²) na mjestu analiziranog PV sistema, tada se može relativno jednostavno procijeniti proizvodnja električne energije. Ako je proračunata dnevna insolacija za neku lokaciju npr. 5,6 kWh/m² dan, u pogledu

produkcije električne energije PV sistema instaliranog na toj lokaciji može se posmatrati kao da 5,6 h/dan postoji iradijacija od "jednog sunca" (1kWh/m²), ili 5,6 h "zenita sunca". Energija na AC priključcima PV sistema pri standardnoj iradijaciji od "jednog sunca" se može izračunati tako što se izračunata iradijacija pomnoži sa brojem sati zenitnog sunca i na taj način se dobiva ukupna očekivana energija proizvodnje:

$$W[\text{kWh/dan}] = I_{av}[\text{kWh/m}^2/\text{dan}] \cdot A[\text{m}^2] \cdot f_{av} \quad (3)$$

gdje je:

- W - energija koju sistem proizvede u toku jednog dana,
- I_{av} - srednja dnevna insolacija na modul,
- A - površina modula,
- f_{av} - prosječna efikasnost sistema u toku dana.

Pri iradijaciji od "jednog sunca", AC snaga PV sistema je:

$$P_{AC}[\text{kW}] = 1[\text{kW/m}^2] \cdot A[\text{m}^2] \cdot f_{1-sunce} \quad (4)$$

gdje je:

- $f_{1-sunce}$ - efikasnost sistema pri iradijaciji od "jednog sunca".

Kombinujući prethodne dvije jednačine dobiva se:

$$W[\text{kWh/dan}] = P_{AC}[\text{kW}] \cdot \frac{I[\text{kWh/m}^2/\text{dan}]}{1[\text{kW/m}^2]} \cdot \frac{f_{av}}{f_{1-sunce}} \quad (5)$$

Ako se pretpostavi da je prosječna efikasnost sistema po danu jednaka efikasnosti kada je iradijacija "jedno sunce", tada je električna energija koja se predaje distributivnom sistemu:

$$W[\text{kWh/dan}] = I_{av}[\text{kWh/m}^2/\text{dan}] \cdot h_z[\text{broj sati "zenita sunca"}] \quad (6)$$

Glavna pretpostavka u prethodnoj jednačini je da efikasnost sistema ostaje konstantna tokom dana. Ova pretpostavka je realna ako PV sistem ima uređaj za optimizaciju radne tačke, odnosno MPPT (eng. *Maximal Power Point Tracking*), koji pri svim uslovima obezbjeđuje da sistem radi u tački maksimalne snage. Pošto je snaga u tački maksimalne snage direktno proporcionalna iradijaciji, efikasnost sistema je obično konstantna.

Uticaj promjene temperature i vazdušne mase također imaju udjela u efikasnosti konverzije, ali su greške uslijed njihove dnevne varijacije relativno male. Efikasnost bi bila za nijansu iznad prosjeka ujutro, kada je hladnije i kada je manja iradijacija ali se ovi uticaji usrednjavanjem u dobroj mjeri kompenzuju. S obzirom da se maksimalna insolacija po pravilu javlja u periodima dana kada je i temperatura maksimalna, u analizama mjesečne proizvodnje električne energije nekog PV sistema treba koristiti srednju vrijednost maksimalnih dnevnih temperatura. Uobičajen i jednostavan način za prikazivanje efikasnosti proizvodnje energije bilo kog sistema za proizvodnju električne energije je prikazivanjem njegove AC energije i faktora kapaciteta. Faktor kapaciteta se obično definiše na godišnjem nivou, ali se može definisati i na dnevnom, sedmičnom i mjesečnom nivou. Sljedeća jednačina daje vezu između dnevne proizvedene električne energije i faktora kapaciteta na dnevnom nivou (*CF* – eng. *Capacity Factor*):

$$W[\text{kWh/dan}] = P_{AC}[\text{kW}] \cdot CF \cdot 24\text{h} \quad (7)$$

Kombinovanjem prethodnih jednačina može se jednostavno definisati faktor kapaciteta za mrežno povezane PV sisteme:

$$CF = \frac{h_z[\text{broj sati "zenita sunca"}]}{24\text{h}} \quad (8)$$

S obzirom na stohastičku prirodu solarnog zračenja na površini zemlje, analiza proizvodnje PV modula se može izvršiti statističkim metodama. Statistička analiza proizvodnje PV modula se može izvršiti na osnovu karakterističnih sezonskih dijagrama snage proizvodnje modula. Dnevni dijagrami snaga proizvodnje PV sistema se mogu dobiti na osnovu izmjerenih vrijednosti iradijacije na PV modulu, površine modula A i ukupne efikasnosti PV sistema f_u :

$$P_{AC}[\text{kW}] = I_{PV}[\text{kW/m}^2] \cdot A[\text{m}^2] f_u \quad (9)$$

Uvažavajući faktore f_z, f_n, f_t, f_{ivn} i efikasnost samih modula f_m , ukupna efikasnost PV sistema f_u , može se izraziti kao:

$$f_u = f_z \cdot f_n \cdot f_t \cdot f_{ivn} \cdot f_m \quad (10)$$

Statističkom obradom dnevnih dijagrama snaga proizvodnje može se odrediti karakterističan sezonski dan, odnosno karakteristični sezonski dijagrami snage proizvodnje sistema. Za sve dane u razmatranom periodu, iz dnevnih dijagrama snaga proizvodnje određuju se karakteristične veličine. Karakteristične veličine su maksimalna dnevna snaga proizvodnje P_{max} i srednja dnevna snaga proizvodnje P_{sr} :

$$P_{max} = \max_i(P_i), i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (11)$$

$$P_{sr} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_i \quad (12)$$

gdje:

m - predstavlja broj mjerenja insolacije u toku dana, odnosno broj vrijednosti koje definišu dnevni dijagram snage proizvodnje PV sistema.

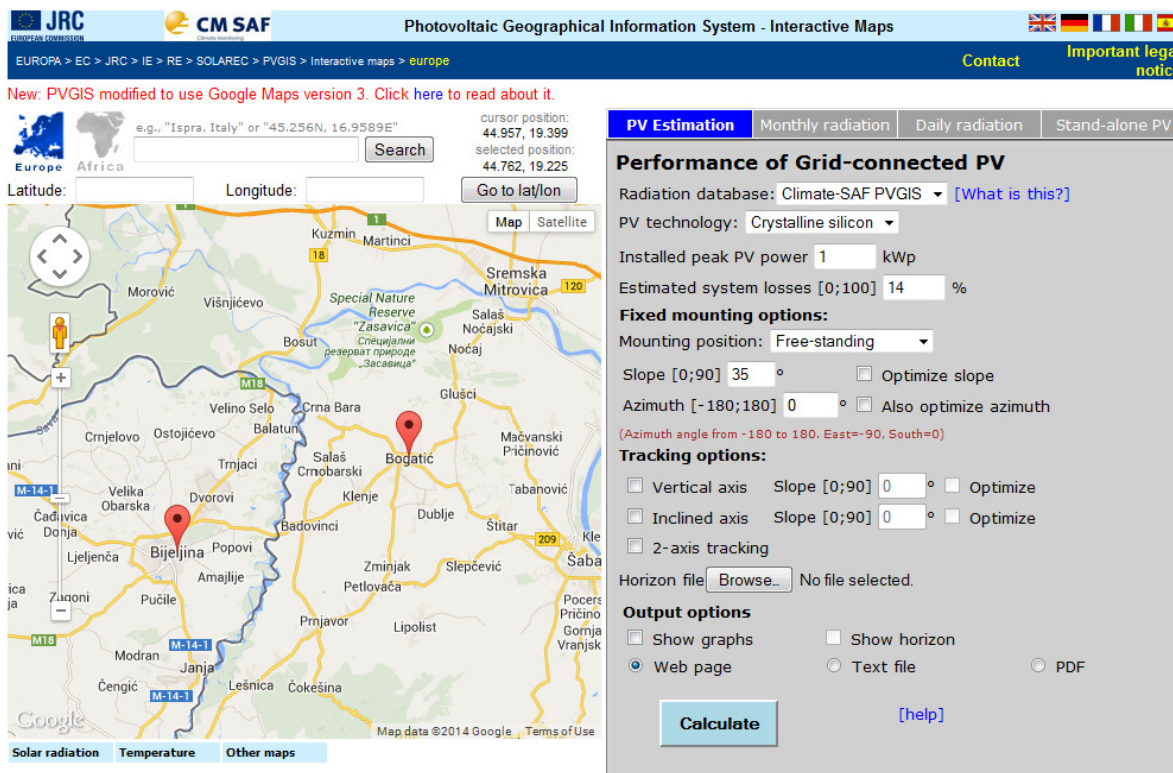
Maksimalne snage određuju termičko opterećenje vodova i transformatora. Srednje dnevne snage bitne su za ocjenu padova napona, faktora snage i stepena kompenzacije reaktivnih snaga. Za sve dane određuju se srednje vrijednosti karakterističnih veličina (matematičko očekivanje) i vjerovatne donje i gornje granične vrijednosti ovih veličina (granice intervala povjerenja).

5.5.2 Fotonaponski geografski informacioni sistem

Za procjenu očekivane proizvodnje osim navedenom statističkom i matematičkom metodom, trenutno prevladava računarska tehnika, odnosno preovladavaju računarski programi koji su svakodnevno sve pristupačniji i jednostavniji većem krugu korisnika, a koji u sebi sadrže prethodno navedene statističke i matematičke relacije. Poznati komercijalni računarski programi koji se koriste za procjenu očekivane proizvodnje električne energije PV sistema su: PVGIS, HOMER, PV SOL, SMA Off-Grid Configurator i mnogi drugi. Za proračun Sunčevog zračenja i proračun očekivane proizvedene električne energije na području na kojem se nalaze razmatrani objekti koristit će se Fotonaponski geografski informacioni sistem (eng. *Photovoltaic Geographical Information System - PVGIS*).

PVGIS pruža popis solarnih energetskih resursa i procjenu proizvodnje električne energije iz PV sistema baziran na geografskoj karti u Evropi, Africi i jugozapadnoj Aziji. On je dio „SOLAREC“ (Solar

Electricity Action) akcije koja doprinosi implementaciji obnovljivih izvora energije u Evropskoj uniji kao održivog i dugoročnog izvora energije.



Slika 112. Ulazni grafički interfejs

Širom Evrope postoji stotine meteoroloških mjernih stanica gdje se direktno ili indirektno mjeri solarno zračenje. Vrste podataka spremljenih u PVGIS bazi podataka za Evropski subkontinent sadrži tri grupe slojeva rezolucije 1km x 1km:

- Geografski podaci: digitalni model visine, administrativne granice, gradovi,
- Prostorno neprekinuti klimatski podaci:
 - dnevna ozračenost horizontalne plohe
 - omjer difuznog i globalnog ozračenja
 - optimalni ugao nagiba PV modula za maksimalizaciju iskorištenja energije
- Regionalni prosjeci za izgrađena područja:
 - godišnja suma ozračenosti (horizontalna, vertikalna i optimalno nagnuta ploha),
 - godišnja suma predviđene proizvodnje električne energije (horizontalna, vertikalna i optimalno nagnuta ploha),
 - optimalni ugao nagiba PV modula za maksimalno iskorištenje energije kroz cijelu godinu.

Softverom PVGIS mogu se dobiti sljedeći podaci (o Sunčevom zračenju za razmatrano područje i proizvodnji električne energije za razmatrani PV sistem):

- H_h - dnevno Sunčevo zračenje na horizontalnu plohu (Wh/m^2),
- H_{opt} - dnevno Sunčevo zračenje na optimalnu kosu plohu (Wh/m^2),

- I_{opt} - mjesečni optimalni ugao ($^{\circ}$),
- E_d - prosječna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema (kWh),
- E_d - prosječna mjesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema (kWh),
- H_d - prosječni dnevni zbir globalnog zračenja po kvadratnom metru dobivena po modulima datog sistema (Wh/m²),
- H_m - suma globalnog zračenja po m² dobivena po modulima datog sistema (Wh/m²).

Podaci o Sunčevom zračenju za razmatrane objekte (dvorana Gimnazije „Filip Višnjić“, OŠ „Knez Ivo od Semberije“ i OŠ i sportska sala „Dvorovi“) u Bijeljini su isti i preuzeti su iz PVGIS baze podataka (Tabela 43).

Tabela 43. Podaci o Sunčevom zračenju na području razmatranih objekata u Bijeljini

Mjesec	H_h (Wh/m ²)	H_{opt} (Wh/m ²)	$H(90^{\circ})$ (Wh/m ²)	I_{opt} ($^{\circ}$)	T_{24h} ($^{\circ}$ C)
Januar	1130	1680	1650	60	0,8
Februar	1950	2740	2500	55	3,1
Mart	3390	4260	3300	45	7,3
April	4710	5210	3200	30	12,2
Maj	5700	5730	2840	17	17,3
Juni	6270	6000	2630	11	20,4
Jul	6320	6200	2820	15	22,2
August	5620	6060	3350	26	22,0
Septembar	3900	4730	3390	40	17,3
Oktobar	2650	3740	3320	54	13,5
Novembar	1500	2360	2380	62	7,5
Decembar	1030	1460	1410	59	1,9
Godišnji prosjek	3690	4190	2730	33	12,1

Podaci o Sunčevom zračenju za razmatrane objekte na opštini Bogatić (OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara, OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski i OŠ „Nikola Tesla“ Dublje) su preuzeti iz PVGIS baze podataka i dati u narednim tabelama.

Tabela 44. Podaci o Sunčevom zračenju za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara

Mjesec	H_h (Wh/m ²)	H_{opt} (Wh/m ²)	$H(90^{\circ})$ (Wh/m ²)	I_{opt} ($^{\circ}$)	T_{24h} ($^{\circ}$ C)
Januar	1160	1750	1720	61	0,7
Februar	2020	2890	2650	56	3,0
Mart	3480	4410	3420	45	7,2
April	4810	5330	3280	30	12,2
Maj	5820	5840	2900	17	17,4
Juni	6340	6050	2670	11	20,5
Jul	6390	6250	2850	15	22,2
August	5660	6100	3380	26	22,0
Septembar	3950	4810	3450	40	17,2
Oktobar	2680	3830	3380	54	13,4

Novembar	1520	2420	2440	62	7,4
Decembar	1120	1570	1500	58	1,8
Godišnji prosjek	3760	4280	2800	34	12,1

Tabela 45. Podaci o Sunčevom zračenju za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski

Mjesec	H_h (Wh/m ²)	H_{opt} (Wh/m ²)	$H(90^\circ)$ (Wh/m ²)	I_{opt} (°)	T_{24h} (°C)
Januar	1150	1720	1690	61	0,7
Februar	2010	2860	2600	56	3,1
Mart	3460	4360	3380	45	7,2
April	4790	5310	3260	30	12,2
Maj	5810	5820	2890	17	17,4
Juni	6320	6030	2660	11	20,5
Jul	6370	6230	2840	15	22,2
August	5660	6090	3370	26	22,0
Septembar	3930	4800	3440	40	17,3
Oktobar	2680	3820	3370	54	13,4
Novembar	1510	2420	2440	63	7,5
Decembar	1080	1520	1450	59	1,9
Godišnji prosjek	3740	4250	2780	34	12,1

Tabela 46. Podaci o Sunčevom zračenju za OŠ "Nikola Tesla" Dublje

Mjesec	H_h (Wh/m ²)	H_{opt} (Wh/m ²)	$H(90^\circ)$ (Wh/m ²)	I_{opt} (°)	T_{24h} (°C)
Januar	1130	1690	1650	61	0,8
Februar	1950	2780	2520	56	3,1
Mart	3400	4280	3310	45	7,2
April	4730	5230	3210	30	12,2
Maj	5760	5760	2860	17	17,4
Juni	6270	5980	2630	11	20,5
Jul	6330	6180	2820	15	22,2
August	5630	6050	3350	26	22,0
Septembar	3920	4780	3420	40	17,3
Oktobar	2660	3800	3360	54	13,4
Novembar	1500	2400	2420	62	7,5
Decembar	986	1420	1370	59	1,9
Godišnji prosjek	3700	4200	2740	34	12,1

5.5.3 Proračun očekivane proizvedene električne energije za dvoranu Gimnazije "Filip Višnjić"

Proračun očekivane proizvedene električne energije za dvoranu Gimnazije „Filip Višnjić“ u Bijeljini izrađena je na osnovu varijanti koje su date u poglavlju Analiza mogućih tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije:

- Varijanta a) Procjena postojećeg stanja krovnih konstrukcija i procjena eventualne sanacije krovova u budućnosti,
- Varijanta b) Procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih modula prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata.

Za proračun očekivane proizvodnje električne energije PV sistema neophodni su podaci o intenzitetu Sunčevog zračenja prikazani u prethodnoj tački.

Dvorana Gimnazije nalazi se na:

- 44,77 sjeverne geografske širine i
- 19,227 istočne geografske dužine.

Varijanta a)

Proračunata ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu iznosi 103,68kW_p. Na osnovu moguće instalirane snage programskim paketom PVGIS izvršena je procjena proizvodnje električne energije za PV sistem postavljen fiksno pod uglom od 33°.

Tabela 47. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem dvorane Gimnazije "Filip Višnjić - varijanta a)

Mjesec	E _d (kWh)	E _m (kWh)	H _d (kWh/m ²)	H _m (kWh/m ²)
Januar	144	4460	1,68	52
Februar	230	6430	2,74	76,8
Mart	344	10700	4,26	132
April	409	12300	5,21	156
Maj	438	13600	5,73	178
Juni	451	13500	6,00	180
Jul	463	14300	6,20	192
August	455	14100	6,06	188
Septembar	366	11000	4,73	142
Oktoibar	298	9230	3,74	116
Novembar	196	5880	2,36	70,8
Decembar	125	3880	1,46	45,3
Mjesečni prosjek	327	9950	4,19	127
UKUPNO		119380		1530

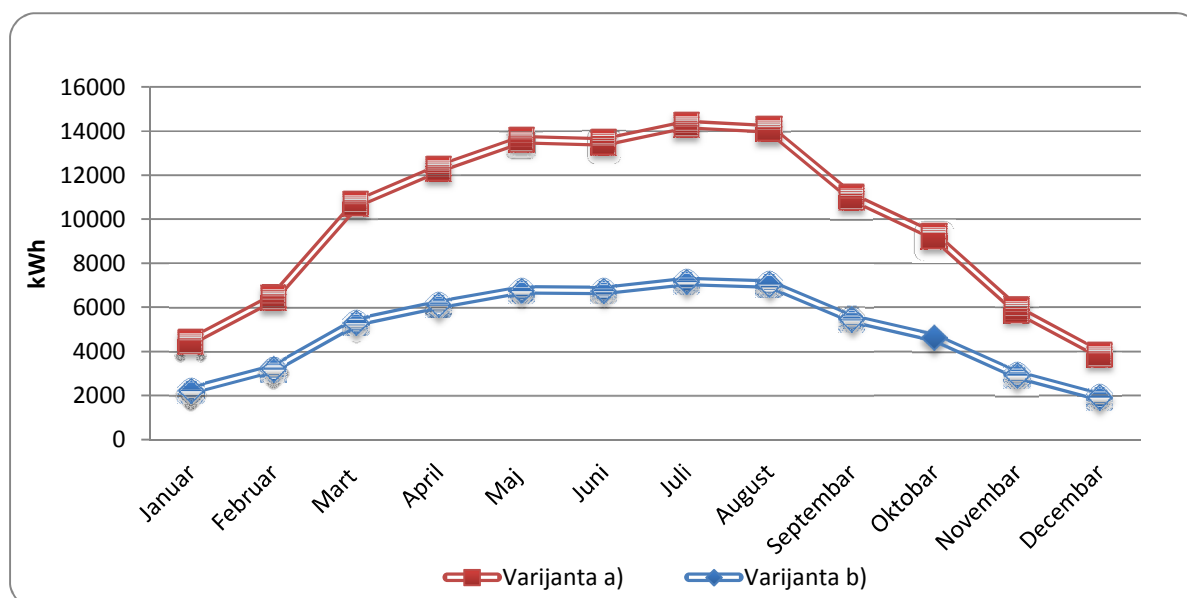
Varijanta b)

Proračunata ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu iznosi 51,84 kW_p. Na osnovu moguće instalirane snage programskim paketom PVGIS izvršena je procjena proizvodnje električne energije za PV sistem postavljen fiksno pod uglom od 33°.

Tabela 48. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem dvorane Gimnazije "Filip Višnjić - varijanta b)

Mjesec	E _d (kWh)	E _m (kWh)	H _d (kWh/m ²)	H _m (kWh/m ²)
Januar	72	2230	1,68	52
Februar	115	3220	2,74	76,8
Mart	172	5330	4,26	132
April	204	6130	5,21	156
Maj	219	6790	5,73	178
Juni	225	6760	6,00	180
Jul	231	7170	6,20	192
August	228	7060	6,06	188
Septembar	183	5490	4,73	142
Oktobar	149	4620	3,74	116
Novembar	98	2940	2,36	70,8
Decembar	62,5	1940	1,46	45,3
Mjesečni prosjek	164	4970	4,19	127
UKUPNO		59680		1530

Na sljedećoj slici dat je prikaz razlike u očekivanoj proizvodnji električne energije između varijante a) i varijante b) nakon dobivenih procjena.



Slika 113. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije za obje varijante

5.5.4 Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Knez Ivo od Semberije“

Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Knez Ivo od Semberije“ u Bijeljini izrađena je na osnovu varijanti koje su date u poglavlju Analiza mogućih tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije:

- Varijanta a) Zamjena krovnog pokrivača, sanacija i ojačanje krovne konstrukcije,
- Varijanta b) Procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih modula prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata.

Za proračun očekivane proizvodnje električne energije PV sistema neophodni su podaci o intenzitetu Sunčevog zračenja koji su prikazani u Tabeli 1.

OŠ Knez Ivo od Semberije nalazi se na:

- 44,758 sjeverne geografske širine i
- 19,205 istočne geografske dužine.

Varijanta a)

Proračunata ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu iznosi 79,68 kW_p. Na osnovu moguće instalirane snage programskim paketom PVGIS izvršena je procjena proizvodnje električne energije za PV sistem postavljen fiksno pod uglom od 34°.

Tabela 49. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Knez Ivo od Semberije“ - varijanta a)

Mjesec	E _d (kWh)	E _m (kWh)	H _d (kWh/m ²)	H _m (kWh/m ²)
Januar	111	3430	1,68	52,0
Februar	177	4960	2,75	77,1
Mart	264	8180	4,25	132
April	314	9410	5,20	156
Maj	337	10400	5,73	178
Juni	348	10400	6,02	181
Jul	356	11000	6,20	192
August	350	10800	6,06	188
Septembar	281	8420	4,72	142
Oktoibar	228	7070	3,73	116
Novembar	150	4490	2,34	70,3
Decembar	96	2980	1,46	45,2
Mjesečni prosjek	251	7640	4,19	127
UKUPNO		91700		1530

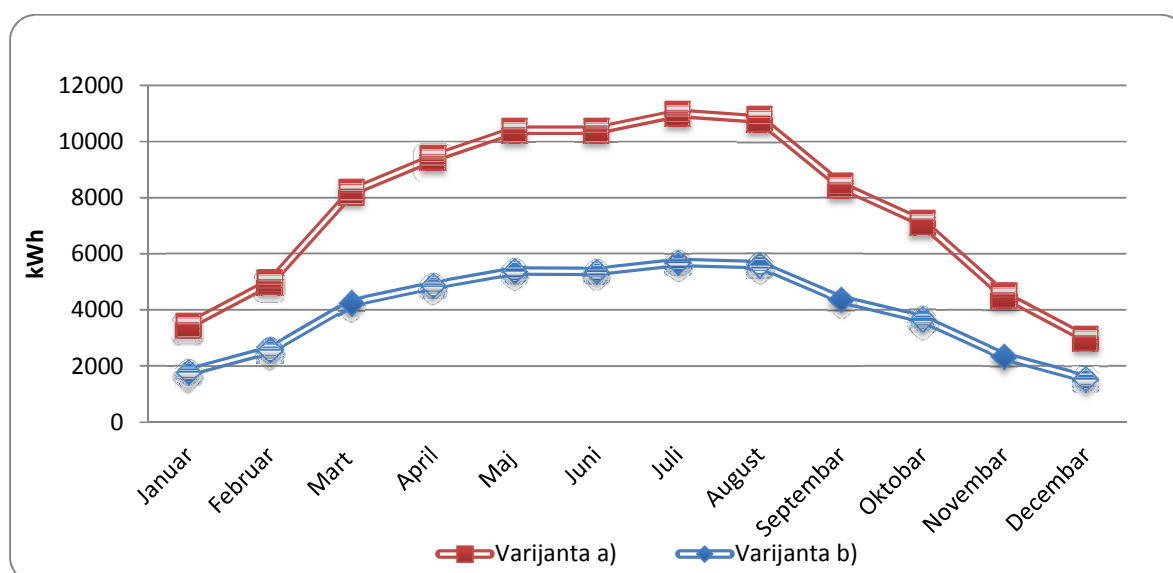
Varijanta b)

Proračunata ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu iznosi 41,28 kW_p. Na osnovu moguće instalirane snage programskim paketom PVGIS izvršena je procjena proizvodnje električne energije za PV sistem postavljen fiksno pod uglom od 34°.

Tabela 50. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Knez Ivo od Semberije“ - varijanta b)

Mjesec	E _d (kWh)	E _m (kWh)	H _d (kWh/m ²)	H _m (kWh/m ²)
Januar	57,3	1780	1,68	52,0
Februar	91,8	2570	2,75	77,1
Mart	137	4240	4,25	132
April	162	4870	5,20	156
Maj	175	5410	5,73	178
Juni	180	5400	6,02	181
Jul	184	5710	6,20	192
August	181	5620	6,06	188
Septembar	145	4360	4,72	142
Oktobar	118	3660	3,73	116
Novembar	77,5	2330	2,34	70,3
Decembar	49,7	1540	1,46	45,2
Mjesečni prosjek	130	3960	4,19	127
UKUPNO		47500		1530

Na sljedećoj slici je dat prikaz razlike u očekivanoj proizvodnji električne energije između varijante a) i varijante b) nakon dobivenih procjena.



Slika 114. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije za obje varijante

5.5.5 Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Dvorovi“ sa sportskom salom

Proračun očekivane proizvedene električne energije za osnovnu školu i sportsku salu „Dvorovi“ izrađena je na osnovu korisne površine na kojim je moguće postaviti solarne module date u poglavlju Analiza mogućih tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije. Za proračun očekivane proizvodnje električne energije PV sistema neophodni su podaci o intenzitetu Sunčevog zračenja prikazani u Tabela 43.

Osnovna škola „Dvorovi“ sa sportskom salom nalazi se na:

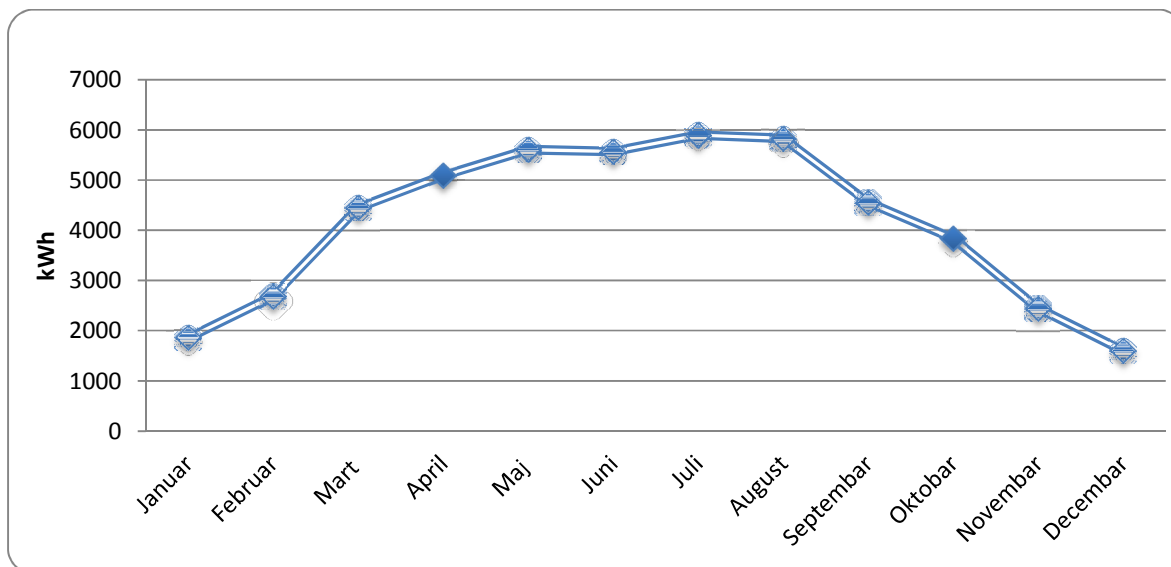
- 44,758 sjeverne geografske širine, φ
- 19,205 istočne geografske dužine, λ

Proračunata ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu iznosi 42,96 kW_p. Na osnovu moguće instalirane snage programskim paketom PVGIS izvršena je procjena proizvodnje električne energije za PV sistem postavljen fiksno pod uglom od 34°.

Tabela 51. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ i sportsku salu „Dvorovi“

Mjesec	E _d (kWh)	E _m (kWh)	H _d (kWh/m ²)	H _m (kWh/m ²)
Januar	59,8	1860	1,68	52,2
Februar	96,2	2690	2,77	77,7
Mart	144	4450	4,28	133
April	170	5090	5,23	157
Maj	181	5610	5,72	177
Juni	186	5570	5,97	179
Jul	190	5900	6,15	191
August	188	5830	6,05	187
Septembar	152	4560	4,74	142
Oktoibar	124	3840	3,75	116
Novembar	81	2450	2,37	71,1
Decembar	51,5	1600	1,45	45
Mjesečni prosjek	135	4120	4,19	127
UKUPNO		49400		1530

Sljedeća slika prikazuje očekivanu proizvodnju električne energije nakon procjena.



Slika 115. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije

5.5.6 Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara

Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara izrađena je na osnovu korisne površine na kojim je moguće postaviti solarne module date u poglavlju Analiza mogućih tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije.

OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara nalazi se na:

- 44,793 sjeverne geografske širine i
- 19,523 istočne geografske dužine.

Za proračun očekivane proizvodnje električne energije PV sistema neophodni su podaci o intenzitetu Sunčevog zračenja, koji su za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara preuzeti su iz PVGIS baze podataka i prikazani ranije.

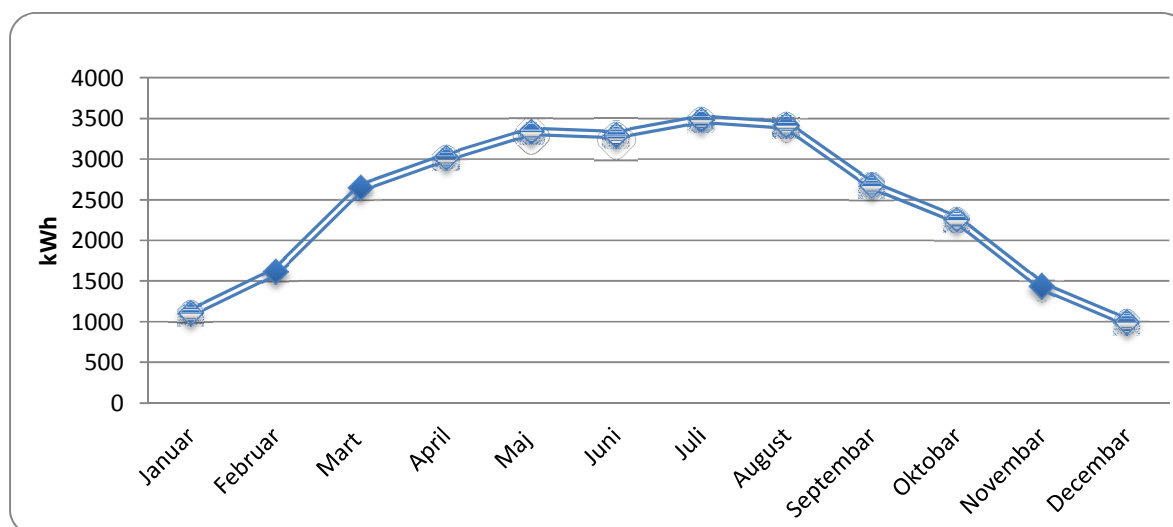
Proračunata ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu iznosi 33,36 kW_p. Na osnovu moguće instalirane snage programskim paketom PVGIS izvršena je procjena proizvodnje električne energije za PV sistem postavljen fiksno pod uglom od 33°.

Tabela 52. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara

Mjesec	E _d (kWh)	E _m (kWh)	H _d (kWh/m ²)	H _m (kWh/m ²)
Januar	35,9	1110	1,74	53,9
Februar	58	1620	2,88	80,6
Mart	85,6	2650	4,40	136
April	101	3020	5,33	160
Maj	108	3340	5,86	182
Juni	110	3300	6,08	182
Jul	113	3490	6,28	195

August	110	3420	6,11	189
Septembar	89,4	2680	4,80	144
Oktoabar	72,9	2260	3,81	118
Novembar	48,1	1440	2,41	72,2
Decembar	32,2	997	1,56	48,4
Mjesečni prosjek	80,4	2450	4,28	130
UKUPNO		29300		1560

Na sljedećoj slici je prikazana očekivana proizvodnja električne energije nakon procjena.



Slika 116. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije

5.5.7 Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski

Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski izrađena je na osnovu korisne površine na kojim je moguće postaviti solarne module date u poglavlju Analiza mogućih tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije.

OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski nalazi se na:

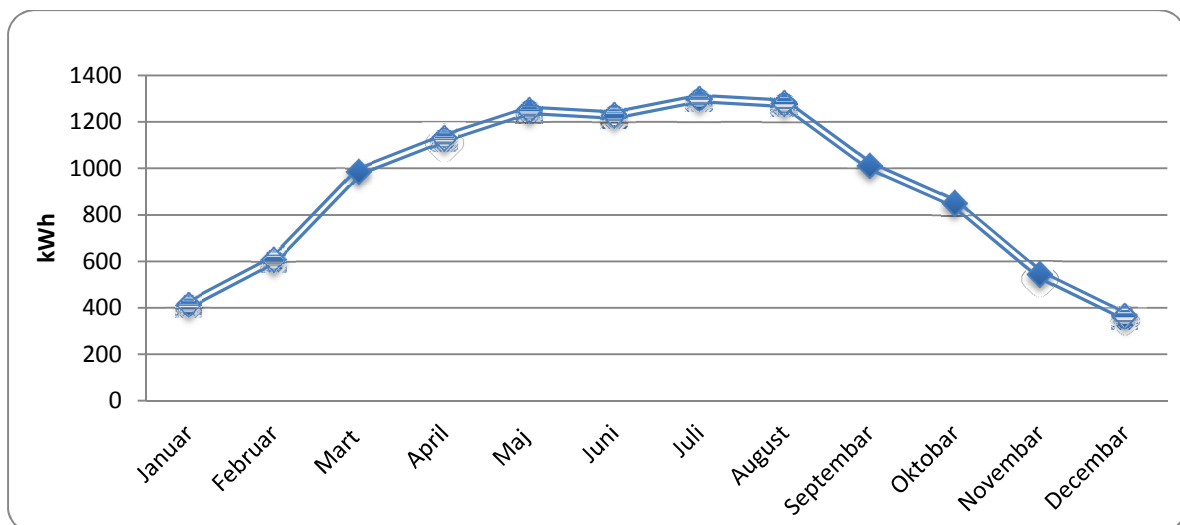
- 44,793 sjeverne geografske širine i
- 19,523 istočne geografske dužine.

Podaci o Sunčevom zračenju za OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski preuzeti su iz PVGIS baze podataka i ranije prezentirani. Proračunata ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu iznosi 9,36 kW_p. Na osnovu moguće instalirane snage programskim paketom PVGIS izvršena je procjena proizvodnje električne energije za PV sistem postavljen fiksno pod uglom od 34°.

Tabela 53. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski

Mjesec	E _d (kWh)	E _m (kWh)	H _d (kWh/m ²)	H _m (kWh/m ²)
Januar	13,2	410	1,71	53,0
Februar	21,5	602	2,84	79,6
Mart	31,8	985	4,35	135
April	37,6	1130	5,32	159
Maj	40,3	1250	5,84	181
Juni	41,1	1230	6,06	182
Jul	42,1	1310	6,25	194
August	41,3	1280	6,10	189
Septembar	33,5	1000	4,79	144
Oktoibar	27,3	846	3,80	118
Novembar	18,0	540	2,40	72,0
Decembar	11,7	362	1,51	46,8
Mjesečni prosjek	30,0	912	4,25	129
UKUPNO		10900		1550

Na sljedećoj slici dat je prikaz očekivane proizvodnje električne energije nakon dobivenih procjena.



Slika 117. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije

5.5.8 Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Nikola Tesla“ Dublje

Proračun očekivane proizvedene električne energije za OŠ „Nikola Tesla“ Dublje izrađen je na osnovu korisne površine na kojim je moguće postaviti solarne module date u poglavlju Analiza mogućih tehničko-tehnološkog rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije.

OŠ „Nikola Tesla“ Dublje nalazi se na:

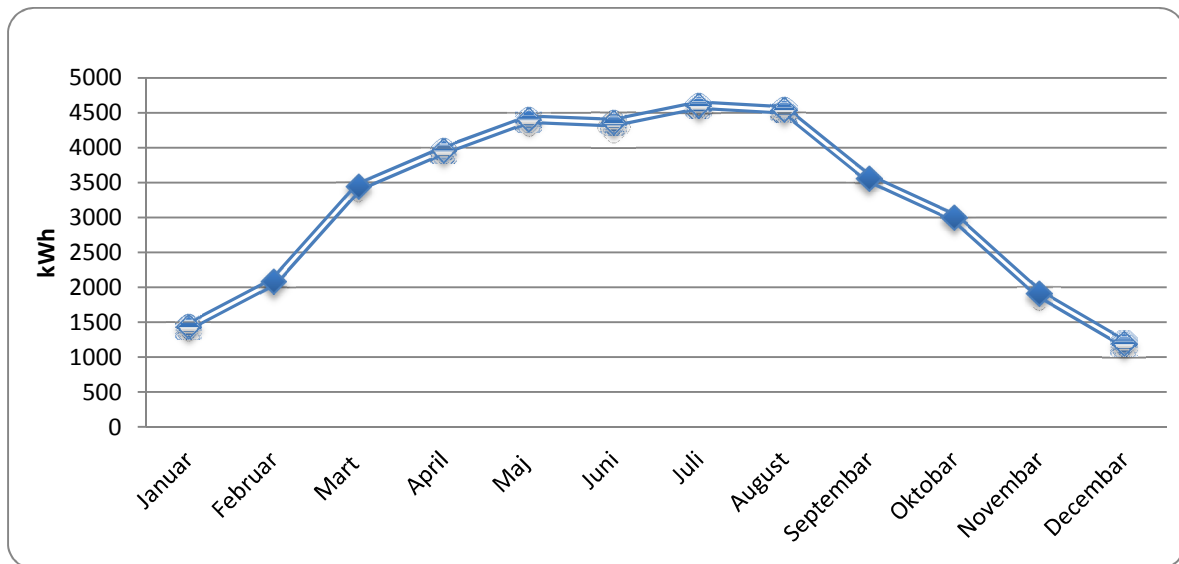
- 44,793 sjeverne geografske širine i
- 19,523 istočne geografske dužine.

Podaci o intenzitetu Sunčevog zračenja za OŠ „Nikola Tesla” Dublje preuzeti su iz PVGIS baze podataka i prezentirani ranije. Proračunata ukupna snaga solarne elektrane koju je moguće instalirati na objektu iznosi 33,36 kW_p. Na osnovu moguće instalirane snage programskim paketom PVGIS izvršena je procjena proizvodnje električne energije za PV sistem postavljen fiksno pod uglom od 33°.

Tabela 54. Podaci o proizvodnji električne energije za PV sistem OŠ „Nikola Tesla” Dublje

Mjesec	E _d (kWh)	E _m (kWh)	H _d (kWh/m ²)	H _m (kWh/m ²)
Januar	46,3	1440	1,69	52,3
Februar	74,3	2080	2,78	77,7
Mart	111	3440	4,28	133
April	132	3960	5,23	157
Maj	142	4410	5,76	179
Juni	145	4360	5,98	179
Jul	149	4610	6,18	192
August	146	4540	6,05	188
Septembar	119	3560	4,78	143
Oktobar	96	3000	3,80	118
Novembar	63	1910	2,40	72,0
Decembar	38,8	1200	1,42	43,9
Mjesečni prosjek	105	3210	4,20	128
UKUPNO		38500		1530

Na sljedećoj slici je dat prikaz očekivane proizvodnje električne energije nakon dobivenih procjena.



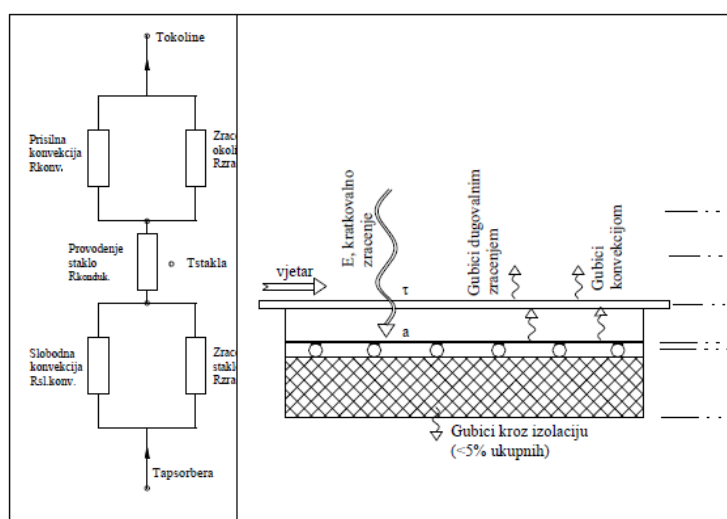
Slika 118. Prikaz očekivane proizvodnje električne energije

5.6 Proračun očekivane proizvedene toplotne energije

Energija sučevog zračenja može se pretvoriti u toplotnu energiju pomoću kolektora sunčeve toplote. Kolektor sunčevog zračenja je uređaj koji služi prijemu dozračene energije Sunca te je predaje nosiocu toplote, koji je potom prenosi do sistema potrošne tople vode i/ili grijanja. Danas su najrašireniji pločasti kolektori, koji se koriste za zagrijavanje potrošne tople vode. Maksimalna temperatura iznosi do 80°C, radna temperatura od 40 do 60°C, a efikasnost od 30 do 60%. Uz pločaste kolektore danas se na tržištu mogu pronaći i vakuumski kolektori. Takvi se kolektori koriste za zagrijavanje potrošne tople vode i za grijanje prostora. Maksimalna temperatura iznosi do 100°C, radna temperatura od 40 do 60°C, a efikasnost od 50 do 60%.

Kod pločastih kolektora, nakon prolaska kroz pokrovno staklo, sunčevo kratkotalasno zračenje se apsorbira u apsorberu – metalnoj ploči (Cu, Al) premazanoj posebnim premazom visokih apsorpcijskih osobina. Apsorbovana toplota se predaje nosiocu toplote (voda ili smjesa vode i propilen-glikola) preko cijevnog registra koji je u dobrom toplotnom kontaktu s pločom apsorbera. Sa zadnje strane kolektor je izoliran (mineralna vuna, poliuretan, armaflex) da bi se smanjili toplotni gubici prema okolini. Toplotni gubici prednje strane mogu se podijeliti na gubitke konvekcijom i zračenjem, te na gubitke zbog refleksije sunčevog zračenja od staklene površine i apsorbera. Ovi gubici iznose obično 20 do 30% ukupno dozračene energije, zavisno od koeficijenta propusnosti stakla ($\tau = 0.85 \div 0.9$), kao i od apsorpcijskih osobina premaza apsorbera ($\alpha = 0.85 \div 0.97$).

Apsorbovana energija se djelimično predaje nosiocu toplote dok se dio toplote gubi zračenjem od ploče apsorbera (temperature do 200°C) na hladniju površinu stakla (temp. do 40°C) te dalje u okoliš. Tu treba napomenuti da je staklo uglavnom nepropusno za dugotalasno zračenje apsorbera (tzv. „efekat staklenika“). Konvektivni gubici su obično znatno veći od gubitaka zračenjem i dijele se na gubitke slobodnom konvekcijom u međuprostoru između apsorbera i stakla, te na gubitke slobodnom ili prisilnom konvekcijom (vjetar) od tako zagrijanog stakla na okolni vazduh. Tome treba pridodati gubitke bočnih i zadnjih stranica kućišta kolektora. Što je temperatura nosioca toplote veća, to su i toplotni gubici kolektora veći.



Slika 119. Toplotni gubici kolektora, analogija s električnim strujnim krugom

Za proračun prelaza toplote služimo se analogijom s električnim strujnim krugom: razlika temperature analogna je razlici potencijala (naponu), toplotna energija analogna je električnoj struji, a toplotni otpor električnom. U skladu s Ohmovim zakonom za strujne krugove prema kojem je $I = U/R$, kod prelaza toplote vrijedi da je toplotna energija jednaka omjeru razlike temperatura i toplotnog otpora. Toplotna energija predata nosiocu toplote u kolektoru jednaka je razlici apsorbirane toplotne energije i toplotnih gubitaka prema okolini:

$$\tau \cdot a \cdot A_k \cdot E - \frac{(T_{aps} - T_{ok})}{R_{gubici}} = \frac{(T_{aps} - T_{voda})}{R_{kontakt}} \quad [W]$$

apsorbirana toplota – gubici prema okolini = toplotna energija predata nosiocu toplote

gdje je τ koeficijent propusnosti stakla, a koeficijent apsorpcije premaza apsorbera, E [W/m²] dozračena sunčeva energija, A_k površina apsorbera, T_{aps} , T_{ok} i T_{vode} [K] temperature apsorbera, okolišnog vazduha i nosioca toplote (mješavine vode i glikola).

5.6.1 Određivanje toplotnih karakteristika kolektora solarnog zračenja

Toplotna snaga kolektora određuje se pomoću izraza:

$$\phi_k = q_m c_p (\vartheta_i - \vartheta_u) \quad [W]$$

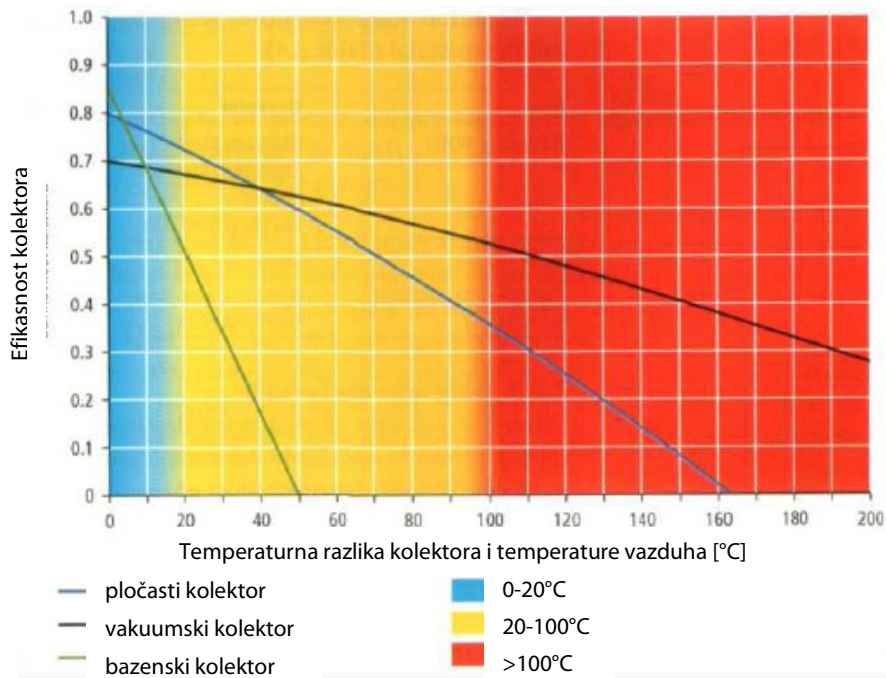
gdje je q_m maseni protok [kg/s], c_p specifični toplotni kapacitet nosioca toplote u kolektoru određen za srednju temperaturu [J/kgK], a ϑ_u i ϑ_i ulazna i izlazna temperatura nosioca topline.

Efikasnost kolektora definisana je kao odnos toplotne snage kolektora i ukupno dozračene energije Sunca, a računa se prema izrazu:

$$\eta = \frac{\phi_k}{\phi_{sun}} = \frac{\phi_k}{EA_k}$$

gdje je ϕ_{sun} [W] ukupno dozračena energija Sunca na cijelu plohu kolektora, E [W/m²] ukupno dozračena energija sunca na 1m² površine plohe kolektora i A_k [m²] površina apsorbera kolektora (pokrovnog stakla). Zavisnost efikasnosti kolektora (η) od temperaturne razlike kolektora i okoline za različite vrste kolektora prikazana je na sljedećem dijagramu.

Poznavanje zavisnosti efikasnosti od radnih parametara omogućuje jednostavan proračun korisne toplote predate fluidu pri bilo kojim radnim i vremenskim uslovima. U cilju efikasnog rada solarnog sistema potrebno je precizno projektovanje i dimenzionisanje sistema, uzimajući u obzir njegove specifičnosti.



Slika 120. Efikasnost različitih tipova kolektora u funkciji temperaturne razlike

Očekivana količina proizvedene toplotne energije za svaki od predmetnih objekata je proračunata zavisno od broja solarnih kolektora koji je moguće postaviti na objekte u odgovarajućoj varijanti, odnosno ukupne apsorbujuće površine kolektora, što je ranije izračunato u poglavlju 5.5. Za proračun su korišteni podaci o intenzitetu Sunčevog zračenja koji su prikazani u tabelama o Sunčevom zračenju (Tabele 33-36).

5.6.2 Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za dvoranu Gimnazije

Varijanta a)

Na objektu je moguće ugraditi 300 komada pločastih solarnih kolektora povezanih u 50 kolektorskih baterija sa ukupnom apsorbujućom površinom od 540 m², odnosno 300 komada vakuumskih solarnih kolektora povezanih u 50 kolektorskih baterija sa ukupnom apsorbujućom površinom od 480 m².

Ukupna dozračena energija kolektora iznosi:

- Pločasti kolektor 540 m² cca 688.500 kWh/god
- Vakumski kolektor 480 m² cca 816.000 kWh/god

Potrebna energija za grijanje objekta iznosi 281.573,05 kWh/god.

Varijanta b)

Na objektu je moguće ugraditi 150 komada pločastih kolektora povezanih u 30 kolektorskih baterija s ukupnom apsorbujućom površinom od 270 m², odnosno 150 komada vakuumskih kolektora povezanih u 30 kolektorskih baterija s ukupnom apsorbujućom površinom od 240 m².

Ukupna dozračena energija kolektora iznosi:

- Pločasti kolektor 270 m² cca 344.250 kWh/god
- Vakumski kolektor 240 m² cca 408.000 kWh/god

Potrebna energija za grijanje objekta iznosi 281.573,05 kWh/god.

Analiza mogućnosti ugradnje solarne instalacije

Analiziranjem dobivenih podataka vidimo da je dozračena energija veća od potreba objekta. Međutim, da bi se iskoristila dozračena energija neophodno je izvršiti njenu akumulaciju putem akumulacionih rezervoara.

Da bi se akumulirala potrebna energija za zagrijavanje objekta ($Q = 324 \text{ kW}$, potrebno bi bilo instalirati akumulacioni rezervoar zapremine 4665,63 litara, uz uslov da je akumulirana količina toplote po kg (voda) 250 kJ/kg), i prema uslovima ugradnje istih, potrebna je ugradnja tri akumulaciona rezervoara zapremine 2000 litara.

Za navedene rezervoare potrebno je ugraditi 90 vakuumskih kolektora uvezanih u 18 kolektorskih baterija od po 5 kolektora. Ukupna apsorbovana površina iznosi 144 m².

Ako se posmatra mogućnost ugradnje vakuumskih kolektora čija površina iznosi u varijanti a) 480 m², a u varijanti b) 240 m², i predviđenu ugradnju kolektora od 144 m², može se zaključiti da je na krovu objekta moguće ugraditi predviđeni broj kolektora. Dozračena energija istih na godišnjem nivou iznosi 244.800 kWh/god.

Proračun potreba sanitarne tople vode i odabir solarne instalacije

Broj učenika i uposlenika	996 osoba
Potrošnja tople vode po osobi prema iskustvenim podacima za objekte „škole s tuševima“	8-10 litara/dan
Za slučaj 8 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 996 \times 8 = 7968 \text{ litara/dan}$
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $7968 / 12 = 664 \text{ litara/h}$, odnosno 0,1844 litara/sekundi	
Za slučaj 10 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 996 \times 10 = 9960 \text{ litara/dan}$
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $9960 / 12 = 830 \text{ litara/h}$, odnosno 0,2305 litara/sekundi	

Obzirom da se voda troši najvećim dijelom za vrijeme pauza i školskih odmora potrebno je obezbjediti akumulaciju tople vode tj. potrebno je usvojiti rezervoar sanitarne tople vode. Da bi se obezbjedio kapacitet rezervoara u obzir potrebno je uzeti podatak da se voda u bojleru grije do temperature od 60°C, a potrebnih 35°C se dobiva miješanjem sa hladnom vodom, čija temperatura iznosi oko 10°C.

Na bazi proračuna i preporuka proizvođača rezervoara - bojlera sanitarne tople vode usvaja se rezervoar sanitarne tople vode kapaciteta $V = 500$ litara sa dva izmjenjivača - grijača tople vode. U donjoj zoni instaliran je solarni grijač, a u gornjoj toplovodni grijač.

S obzirom na namjenu razmatranih objekata, realno je očekivati da instalisanje ovog sistema neće dovesti ni do povećanja ni do smanjenja utroška vode. Potrebne količine tople vode za potrebe kuhinje i sanitarne potrebe učenika i osoblja se trenutno obezbjeđuju pomoću električnih bojlera i neće se mijenjati ni uvođenjem drugačijeg sistema njene pripreme.

5.6.3 Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ „Knez Ivo od Semberije“

Varijanta a)

Na objektu je moguće ugraditi 260 pločastih solarnih kolektora povezanih u 36 kolektorskih baterija s ukupnom apsorbujućom površinom od 468 m² ili 260 vakuumskih solarnih kolektora povezanih u 36 kolektorskih baterija s ukupnom apsorbujućom površinom od 416 m².

Ukupna dozračena energija kolektora iznosi:

- Pločasti kolektor 468 m² cca 344.250 kWh/god
- Vakumski kolektor 416 m² cca 408.000 kWh/god

Potrebna energija za grijanje objekta (potrebe objekta 550 kW) iznosi 477.978,95 kWh/god.

Varijanta b)

Na objektu je moguće ugraditi 134 komada pločastih kolektora povezanih u 23 kolektorske baterije s ukupnom apsorbujućom površinom od 241,2 m² ili 134 komada vakuumskih solarnih kolektora povezanih u 23 kolektorske baterije s ukupnom apsorbujućom površinom od 214,4 m².

Ukupna dozračena energija kolektora iznosi:

- Pločasti kolektor 241,0 m² cca 307.275 kWh/god
- Vakumski kolektor 214,4 m² cca 363.800 kWh/god

Potrebna energija za grijanje objekta (potrebe objekta 550 kW) iznosi 477.978,95 kWh/god.

Analiza mogućnosti ugradnje solarne instalacije

Da bi se akumulirala potrebna energija za zagrijavanje objekta ($Q = 550$ kW, potrebno bi bilo instalirati akumulacioni rezervoar zapremine 7920 litara, uz uslov da je akumulirana količina toplote po kg (voda)

250 kJ/kg), i prema uslovima ugradnje istih potrebna je ugradnja 4 akumulaciona rezervoara zapremine 2000 litara.

Za navedene rezervoare potrebno je ugraditi 120 vakumskih kolektora uvezanih u 24 kolektorskih baterija od po 5 kolektora. Ukupna apsorbovana površina iznosi 192 m².

Ako se posmatraju mogućnosti ugradnje vakumskih kolektora (u varijanti a) 416 m², a u varijanti b) 214,4 m²), i predviđena ugradnja kolektora od 192 m², zaključuje se da je na krovu objekta moguće ugraditi predviđeni broj kolektora. Dozračena energija istih na godišnjem nivou iznosi 326.400 kWh/god.

Proračun potreba sanitarne tople vode i odabir solarne instalacije

Škola ima kapacitet 1650-1700 učenika, što uz nastavno i pomoćno osoblje čini oko 1850 korisnika, odnosno korisnu površinu od 1388 m ² i dvoranu od 768 m ²	
Potrošnja tople vode po osobi prema iskustvenim podacima za objekte „škole s tuševima“	8-10 litara/dan
Za slučaj 8 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 1850 \times 8 = 14800$ litara/dan
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi 14800 / 12 = 1233 litara/h, odnosno 0,342 litara/sekundi	
Za slučaj 10 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 1850 \times 10 = 18500$ litara/dan
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi 18500 / 12 = 1541 litara/h, odnosno 0,428 litara/sekundi	

Na bazi proračuna i preporuka proizvođača rezervoara - bojlera sanitarne tople vode usvaja se rezervoar sanitarne tople vode kapaciteta V = 500 litara sa dva izmjenjivača - grijača tople vode. U donjoj zoni instaliran je solarni grijač, a u gornjoj toplovodni grijač.

5.6.4 Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ „Dvorovi“

Na objektu je moguće ugraditi 142 komada pločastih kolektora povezanih u 24 kolektorske baterije s ukupnom apsorbujućom površinom od 255,6 m² ili 142 komada vakumskih kolektora povezanih u 24 kolektorske baterije s ukupnom apsorbujućom površinom od 227,2 m².

Ukupna dozračena energija kolektora iznosi:

- Pločasti kolektor 255 m² cca 325.125 kWh/god
- Vakumski kolektor 227 m² cca 385.900 kWh/god

Potrebna energija za grijanje objekta (potrebe objekta 370 kW) iznosi 321.549,47 kWh/god.

Analiza mogućnosti ugradnje solarne instalacije

Da bi se akumulirala potrebna energija za zagrijavanje objekta ($Q = 370 \text{ kW}$, potrebno bi bilo instalirati akumulacioni rezervoar zapremine 5328 litara, uz uslov da je akumulirana količina toplote po kg (voda) 250 kJ/kg), i prema uslovima ugradnje istih potrebna je ugradnja 3 akumulaciona rezervoara zapremine 2000 litara.

Za navedene rezervoare potrebno je ugraditi 90 vakumskih kolektora uvezanih u 18 kolektorskih baterija od po 5 kolektora. Ukupna apsorbovana površina iznosi 144 m^2 .

Ako se uporedi teoretski moguća površina ugradnje vakumskih kolektora na krovu objekta koja iznosi 227 m^2 i predviđena ugradnja kolektora od 144 m^2 , zaključuje se da je na krovu objekta moguće ugraditi predviđeni broj kolektora. Dozračena energija istih na godišnjem nivou iznosi 244800 kWh/god .

Proračun potreba sanitarne tople vode i odabir solarne instalacije

Broj učenika i uposlenika	600 osoba
Potrošnja tople vode po osobi prema iskustvenim podacima za objekte „škole s tuševima“	8-10 litara/dan
Za slučaj 8 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 630 \times 8 = 5040 \text{ litara/dan}$
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $5040 / 12 = 420 \text{ litara/h}$, odnosno $0,116 \text{ litara/sekundi}$	
Za slučaj 10 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 630 \times 10 = 6300 \text{ litara/dan}$
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $6300 / 12 = 525 \text{ litara/h}$, odnosno $0,146 \text{ litara/sekundi}$	

Na bazi proračuna i preporuka proizvođača rezervoara - bojlera sanitarne tople vode usvaja se rezervoar sanitarne tople vode kapaciteta $V = 300 \text{ litara}$ sa dva izmjenjivača - grijača tople vode. U donjoj zoni instaliran je solarni grijač, a u gornjoj toplovodni grijač.

5.6.5 Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara

Na objektu je moguće ugraditi 77 komada pločastih kolektora povezanih u 21 kolektorsku bateriju s ukupnom apsorbujućom površinom od 138 m^2 ili 142 komada vakuumskih kolektora povezanih u 21 kolektorsku bateriju s ukupnom apsorbujućom površinom od $123,2 \text{ m}^2$.

Ukupna dozračena energija kolektora iznosi:

- Pločasti kolektor 138 m^2 cca 177.192 kWh/god
- Vakumski kolektor 123 m^2 cca 210.576 kWh/god

Potrebna energija za grijanje objekta (potrebe objekta 220 kW) iznosi $191.191,58 \text{ kWh/god}$.

Analiza mogućnosti ugradnje solarne instalacije

Da bi se akumulirala potrebna energija za zagrijavanje objekta ($Q = 220 \text{ kW}$, potrebno bi bilo instalirati akumulacioni rezervoar zapremine 3168 litara, uz uslov da je akumulirana količina toplote po kg (voda) 250 kJ/kg), i prema uslovima ugradnje istih potrebna je ugradnja 2 akumulaciona rezervoara zapremine 2000 litara.

Za navedene rezervoare potrebno je ugraditi 60 vakumskih kolektora uvezanih u 2 kolektorske baterije od po 6 kolektora, 3 baterije od po 5 kolektora, 2 baterije od po 4 kolektora, 8 baterija od po 3 kolektora i 1 baterija s 1 kolektorom, uz bateriju od 2 komada pločastih kolektora za zagrijavanje sanitarne vode.

Ako se upoređi teoretski moguća površina ugradnje vakumskih kolektora na krovu objekta koja iznosi 123 m^2 i predviđena ugradnja kolektora od 96 m^2 , zaključuje se da je na krovu objekta moguće ugraditi predviđeni broj kolektora. Dozračena energija istih na godišnjem nivou iznosi 164.352 kWh/god .

Proračun potreba sanitarne tople vode i odabir solarne instalacije

Broj učenika i uposlenika	300 osoba
Potrošnja tople vode po osobi prema iskustvenim podacima za objekte „škole s tuševima“	8-10 litara/dan
Za slučaj 8 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 300 \times 8 = 2400 \text{ litara/dan}$
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $2400 / 12 = 200 \text{ litara/h}$, odnosno $0,056 \text{ litara/sekundi}$	
Za slučaj 10 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 300 \times 10 = 3000 \text{ litara/dan}$
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $3000 / 12 = 250 \text{ litara/h}$, odnosno $0,069 \text{ litara/sekundi}$	

Na bazi proračuna i preporuka proizvođača rezervoara - bojlera sanitarne tople vode usvaja se rezervoar sanitarne tople vode kapaciteta $V = 200 \text{ litara}$ sa dva izmjenjivača - grijača tople vode. U donjoj zoni instaliran je solarni grijač, a u gornjoj toplovodni grijač.

5.6.6 Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski

Na objektu je moguće ugraditi 30 komada pločastih kolektora povezanih u 6 kolektorskih baterija sa ukupnom apsorbujućom površinom od 54 m^2 ili 30 komada vakuumskih kolektora povezanih u 6 kolektorskih baterija sa ukupnom apsorbujućom površinom od 48 m^2 .

Ukupna dozračena energija kolektora iznosi:

- Pločasti kolektor 54 m^2 cca 68.850 kWh/god
- Vakumski kolektor 48 m^2 cca 81.600 kWh/god

Potrebna energija za grijanje objekta (potrebe objekta 50 kW) iznosi 43.452,63 kWh/god.

Analiza mogućnosti ugradnje solarne instalacije

Da bi se akumulirala potrebna energija za zagrijavanje objekta ($Q = 50$ kW, potrebno bi bilo instalirati akumulacioni rezervoar zapremine 720 litara, uz uslov da je akumulirana količina toplote po kg (voda) 250 kJ/kg), i prema uslovima ugradnje istih potrebna je ugradnja jednog akumulacionog rezervoara zapremine 1000 litara.

Za navedene rezervoare potrebno je ugraditi 15 vakumskih kolektora uvezanih u 3 kolektorske baterije od po 4 kolektora i 1 bateriju od 3 kolektora, uz bateriju od 2 komada pločastih kolektora za zagrijavanje sanitarne vode.

Ako se uporedi teoretski moguća površina ugradnje vakumskih kolektora na krovu objekta koja iznosi 48 m² i predviđena ugradnja kolektora od 24 m², zaključuje se da je na krovu objekta moguće ugraditi predviđeni broj kolektora. Dozračena energija istih na godišnjem nivou iznosi 40.800 kWh/god.

Proračun potreba sanitarne tople vode i odabir solarne instalacije

Broj učenika i uposlenika	270 osoba
Potrošnja tople vode po osobi prema iskustvenim podacima za objekte „škole s tuševima“	8-10 litara/dan
Za slučaj 8 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 270 \times 8 = 2160$ litara/dan
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $2160 / 12 = 180$ litara/h, odnosno 0,05 litara/sekundi	
Za slučaj 10 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 270 \times 10 = 2700$ litara/dan
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $2700 / 12 = 225$ litara/h, odnosno 0,0625 litara/sekundi	

Na bazi proračuna i preporuka proizvođača rezervoara - bojlera sanitarne tople vode usvaja se rezervoar sanitarne tople vode kapaciteta $V = 200$ litara sa dva izmjenjivača - grijača tople vode. U donjoj zoni instaliran je solarni grijač, a u gornjoj toplovodni grijač.

5.6.7 Proračun očekivane proizvedene toplotne energije za OŠ "Nikola Tesla" Dublje

Na objektu je moguće ugraditi 102 komada pločastih kolektora povezanih u 25 kolektorskih baterija s ukupnom apsorbujućom površinom od 183,6 m² ili 102 komada vakuumskih kolektora povezanih u 25 kolektorskih baterija s ukupnom apsorbujućom površinom od 163,2 m².

Ukupna dozračena energija kolektora iznosi:

- Pločasti kolektor 183 m² cca 230.580 kWh/god

- Vakumski kolektor 163 m² cca 273.840 kWh/god

Potrebna energija za grijanje objekta (potrebe objekta 250 kW - lož ulje) iznosi 206.400 kWh/god.

Analiza mogućnosti ugradnje solarne instalacije

Da bi se akumulirala potrebna energija za zagrijavanje objekta (Q = 250 kW, potrebno bi bilo instalirati akumulacioni rezervoar zapremine 3600 litara, uz uslov da je akumulirana količina toplote po kg (voda) 250 kJ/kg), i prema uslovima ugradnje istih potrebna je ugradnja 2 akumulaciona rezervoara zapremine 2000 litara.

Za navedene rezervoare potrebno je ugraditi 60 vakuumskih kolektora uvezanih u 9 kolektorskih baterija od po 6 kolektora, 2 kolektorske baterije od po 3 solara, uz bateriju od 2 komada pločastih kolektora za zagrijavanje sanitarne vode.

Ako se uporedi teoretski moguća površina ugradnje vakuumskih kolektora na krovu objekta koja iznosi 163 m² i predviđena ugradnja kolektora od 96 m², zaključuje se da je na krovu objekta moguće ugraditi predviđeni broj kolektora. Dozračena energija istih na godišnjem nivou iznosi 161.280 kWh/god.

Proračun potreba sanitarne tople vode i odabir solarne instalacije

Broj učenika i uposlenika	250 osoba
Potrošnja tople vode po osobi prema iskustvenim podacima za objekte „škole s tuševima“	8-10 litara/dan
Za slučaj 8 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 250 \times 8 = 2000$ litara/dan
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $2000 / 12 = 166$ litara/h, odnosno 0,046 litara/sekundi	
Za slučaj 10 litara/dan, temperature 35°C	$G = n \times G_{dn} = 250 \times 10 = 2500$ litara/dan
Voda se troši 12 sati u toku dana, pa potrebna količina tople vode iznosi $2500 / 12 = 208$ litara/h, odnosno 0,058 litara/sekundi	

Na bazi proračuna i preporuka proizvođača rezervoara - bojlera sanitarne tople vode usvaja se rezervoar sanitarne tople vode kapaciteta V = 200 litara sa dva izmjenjivača - grijača tople vode. U donjoj zoni instaliran je solarni grijač, a u gornjoj toplovodni grijač.

5.6.8 Rekapitulacija načina izbora tehničko-tehnološkog rješenja za proizvodnju toplotne energije

Solarna instalacija se sastoji od:

- solarnih kolektora,

- pogonske grupe solara (cirkulaciona pumpa, ekspanziona posuda, mjerna oprema i armatura – ventili i slično),
- akumulacionog rezervoara tople vode,
- regulaciona oprema.

Na osnovu proračuna, preporuka proizvođača, kao i iskustvenih podataka za instalacije grijanja usvojeni su cijevni vakumski solarni kolektori, a za instalaciju zagrijavanja tople sanitarne vode usvojeni su pločasti solarni kolektori. Vakuumske kolektori su pogodniji za hladne klime s manjom insolacijom i skuplji su od pločastih kolektora. Njihov nedostatak je da su osjetljivi na gubitak vakuuma.

Usvojen je akumulacioni rezervoar tople vode sa cijevnim izmjenjivačem za spajanje solarnih kolektora zapremine 1000 i 2000 litara sa jednom spiralom u donjoj zoni rezervoara, a za zagrijavanje tople sanitarne vode usvojeni su rezervoari namijenjeni za tu vrstu instalacije.

Solarni kolektori se spajaju u baterije, koje čine dva, tri, četiri, pet ili šest solarnih kolektora. Baterije se dalje spajaju sa cjevovodom, a sve se uvezuje sa grijačem (izmjenjivačem) u akumulacionom rezervoaru. Na cjevovodu se montiraju tzv. pogonske grupe solara, sigurnosna i mjerna oprema, kao i prateća armatura. Cjevovod je izrađen od Cu cijevi – tvrdi bakar, koji je potrebno zavarivati tvrdim lemom. Kompletan cjevovod solara se izoluje paronepropusnim materijalom otpornim na visoke temperature. Predviđena je ugradnja regulacije temperature dotične vode u zavisnosti od vanjske temperature. Ugradnja regulacije omogućuje da sistem funkcioniše nesmetano.

Zimi, kada je vani hladno i kada trebamo grijanje, dobivamo puno manje energije od Sunca nego ljeti kada nam grijanje ne treba. Iz tog razloga solarni sistemi dogrijavanja grijanja trebaju imati ugrađen veći broj kolektora i veće akumulacione rezervoare nego sistemi koji se koriste samo za zagrijavanje sanitarne vode. U ljetnom periodu putem solarnih kolektora namijenjenih za sistem grijanja, dobiva se energija koja se ne koristi, tzv. višak energije.

Kako su solarni sistemi niskotemperaturni, najbolje će se iskoristiti u kombinaciji sa niskotemperaturnim sistemima grijanja (podno, zidno grijanje...) dok u klasičnim radijatorskim sistemima (80°C/60°C) solarno dogrijavanje dolazi do izražaja u prelaznom periodu jesen i proljeće. Pa se kao ukupna energija dobivena od solarnih kolektora iskorištena za grijanje objekta smatra količina od 35 % od ukupne dozračene energije.

5.7 Razmatranje najpovoljnijeg tehničko-tehnološkog rješenja

U dosadašnjoj analizi je obrađeno nekoliko opcija mogućnosti korištenja solarne energije za potrebe dobijanja električne i toplotne energije u razmatраних šest objekata na teritoriji opština Bijeljina i Bogatić. Razmotrene su po dvije opcije ugradnje PV i TS sistema: varijanta s dodatnim ojačanjem krovne konstrukcije u cilju postavljanja maksimalnog mogućeg broja modula, kao i varijanta bez ojačavanja s odgovarajućim brojem modula koje je trenutno moguće (ako je uopšte moguće) postaviti s obzirom na statičku nosivost konstrukcije.

Opcija postavljanja oba sistema na objektu (i PV i TS sistema u određenom omjeru) nije razmatrana s obzirom na to da je za takvu opciju potrebna dupla instalacija, odnosno prateća oprema i jednog i drugog sistema, što je neracionalno za izvođenje jer dosta poskupljuje investiciju.

Tehničko-tehnološka rješenja s PV sistemima bi omogućila znatno veći profit od prodaje električne energije u odnosu na TS sisteme gdje bi se uštede postigle u smislu manjih potrebnih količina energenata tokom sezone grijanja. Varijanta s više PV modula podrazumijeva znatno veću investiciju koja uključuje rekonstrukciju krovova i duže vrijeme otplate investicije, ali su u ovom slučaju i veći prihodi. Također bi došlo do većih ušteda u emisijama CO₂ u odnosu na varijantu s manje modula i manjim ulaganjima.

TS sistemi pružaju veće uštede u emisijama CO₂ u odnosu na varijantu postavljanja PV modula bez dodatnog ojačanja krovnih konstrukcija. Međutim kad su u pitanju TS sistemi, važno je imati na umu da se daleko veća količina toplotne energije od Sunca dobija u ljetnom periodu kad se objekti ne griju i tako dobijena toplotna energija je neiskoristiva. U zimskom periodu, kad postoji potreba za grijanjem objekata, dostupna solarna energija je znatno manja. Također, instalisanjem TS sistema, povećava se komfor u objektima u pogledu posjedovanja sanitarne vode za vlastite potrebe, što trenutno nije slučaj.

Vrlo je nezahvalno preporučiti najbolju varijantu, jer svaka od obrađenih opcija ima svoje prednosti i nedostatke. Izbor opcije također zavisi i od spremnosti i mogućnosti investiranja ugovornog organa. Detaljan pregled potrebne visine investicija, vremena povrata investicije i postignutih ušteda, odnosno profita, kao i proračun smanjenja emisija CO₂ za svaki od objekata, dat je u nastavku Studije.

Na osnovu svega navedenog, predlaže se investitoru da se izbor najpovoljnijeg tehničko-tehnološkog rješenja ostavi za naredni period i sljedeću fazu izrade investiciono-tehničke dokumentacije.

5.8 Uticaj na okolinu i proračun smanjenja emisije CO₂

5.8.1 Uticaj na okolinu

Svjedoci smo da su se posljednjih dvadesetak godina desile nagle klimatske promjene, o čemu svjedoče i oficijelni podaci. Naime, prema podacima Svjetske meteorološke organizacije (SMO) 2013. godina je bila među prvih deset najtoplijih godina u većini zemalja, od kada se službeno bilježe podaci. Sve najtoplije do sada zabilježene godine bile su poslije 1998. I najhladnije godine od 1998. toplije su od najtoplijih prije 1998. U navedenom periodu je prosječna temperatura na Zemlji porasla za 0,6 stepeni što predstavlja najveći porast temperature u posljednjih hiljadu godina. Nagle oscilacije temperatura dovode do smjene sušnih i izrazito kišnih perioda na područjima koja nikada nisu imala tropsku ili suptropsku klimu, nivo mora se diže po prosječnoj stopi od oko 3,2 milimetra godišnje (mm/god), s međugodišnjom varijabilnosti, jer su visinska satelitska mjerenja započela 1993. To je u neposrednoj blizini posmatrane stope od oko 3 mm/god u posljednjoj deceniji (2001-2010) i dvostruko je veća od izmjenjenog trenda 1,6 mm/god iz 20. vijeka.

Nivo mora nastaviti će rasti zbog topljenja ledenjaka i ledenih kapa. Okean apsorbira više od 90% dodatne toplote koja se stvara zbog stakleničkih gasova, što će posljedično dovesti do daljnjeg zatopljenja i širenja okeana tokom par sljedećih stotina godina. Čovjek je primarni uzročnik ovakvih klimatskih poremećaja. Globalizacija, postindustrijalizacija i hiperprodukcija u čijoj osnovi prvenstveno leži želja za profitom je dovela do zagađivanja životne sredine – vode, zemlje i vazduha. Najveći problem predstavljaju gasovi kao što su ugljen dioksid, metan te azotni dioksid, gasovi koji izazivaju efekat staklenika. Njihova koncentracija u atmosferi se u zadnjih stotinu godina naglo povećala, u rasponu od 39% (CO₂) do više od 100% (metan). Ako se nastavi ovakav trend rasta stakleničkih gasova, posljedice po našu planetu i nas same će biti katastrofalne. Procjenjuje se, da će u tom slučaju, temperatura Zemlje porasti za četiri do pet stepeni u sljedećih stotinu godina. Česte su poplave i suše, nagla zahlađenja, olujni vjetrovi i kao posljedica veća smrtnost ljudi, promjena ekosistema, izumiranje biljnih i životinjskih vrsta, nedostatak obradivih površina i pitke vode. Izvjesne su i pojave različitih zaraznih bolesti kao i bolesti uzrokovanih zagađenjem vazduha i zemljišta. Potrebno je utvrditi koliki je udio pojedinih gasova u ukupnoj količini, kao i njihov pojedinačni „doprinos“ ukupnom zagađenju. Mora se više pažnje posvetiti mjerama za njihovo smanjivanje ili eliminisanje. Razvijene zemlje ubrzano rade na razvoju različitih tehnika i tehnologija eliminisanja stakleničkih gasova. Smanjivanje je vezano za različite (politički i ekonomski motivisane) mjere kao što su prelazak sa fosilnih goriva na različite oblike obnovljivih izvora, kao i smanjivanje trenutne potrošnje električne energije odnosno primjena postupaka za efikasnije korištenje tradicionalnih izvora energije. Sljedeća tabela (Izvor: Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group III, Third Assessment Report iz 2001. godine) prikazuje prilično optimistične pretpostavke o mogućnostima smanjivanja koncentracije stakleničkih gasova do 2020. godine po različitim sektorima. Navedene pretpostavke se baziraju na obavezi smanjivanja emisije CO₂ za 30 % (umjesto ranije utvrđenih 20%) u zemljama Evropske unije, uz pretpostavku da će njihov primjer slijediti i drugi, najveći svjetski emitenti²⁹.

²⁹ Prošle godine je emisija stakleničkih gasova u zemljama EU bila manja za 11,6% u odnosu na prethodnu godinu

Tabela 55. Mogućnost smanjenja koncentracije CO₂

Sektor	Stanje u 1990. Godini (u milionima tona ekvivalenata CO ₂)	Moguće smanjenje do 2020. godine (u milionima tona ekvivalenata CO ₂)
Zgrade sa uređajima	1.646	1.000 - 1.100
Saobraćaj	1.078	300 - 700
Industrija: bolje iskorištenje energije, bolje korištenje repromaterijala	2.293	700-900 600
Poljoprivreda	1.360 - 3.040	350 - 750
Otklanjanje otpada	240	200
Proizvodnja električne energije	1.620	350-700

Podaci u tabeli su iskazani u tzv. ekvivalentima ugljen dioksida koji predstavlja jedinicu mjere za izražavanje djelovanja stakleničkih gasova. Sama jedinica mjere upućuje na činjenicu da od svih stakleničkih gasova, ugljen dioksid u najvećoj mjeri doprinosi zagađenju naše planete.

Od sedamdesetih godina prošlog vijeka u zemljinu atmosferu je emitovano više od 150 milijardi tona ugljeničkih gasova. Pri tome je 76,8% od navedene količine nastalo sagorijevanjem čvrstih i tečnih goriva, 19,3% je podsticalo od korištenja gasa, a oko 3,5% od proizvodnje cementa. Javna potrošnja tj. proizvodnja i korištenje električne energije je obuhvatala 37% emisija ugljen dioksida. Iako su donedavno najveći emitenti ugljen dioksida bili SAD i EU, sve veći udio u globalnom zagađivanju imaju Kina, Indija i Rusija, pojedinačno.³⁰ Prema podacima DIW za 2005. godinu najveći emitenti su bili SAD (21,9% ukupne emisije), Kina (17,4%), EU (15%), Rusija (5,75%), Japan (4,7%) i Indija (4,1%). Dvije godine kasnije Kina je ispustila 1,8 milijardi tona CO₂, SAD 1,59 milijardi tona, Rusija 432 miliona a Indija 430 miliona tona. Ukupna svjetska emisija CO₂ je iznosila 10 milijardi tona. Ugljen dioksid je odgovoran za 82% emisije stakleničkih gasova u EU, iza kojeg slijede metan, dinitrogen monoksid te fosfori gasovi.³¹

Iako su zemlje EU i veći broj zemalja potpisnica Protokola iz Kyota uspjele smanjiti emisiju pojedinih stakleničkih gasova, ukupno smanjenje na globalnom nivou nije postignuto „zahvaljujući“ ubrzanju industrijalizaciji Kine i Indije, prvenstveno. Svijetli primjer predstavljaju zemlje EU koje su, obavezavši se na smanjivanje emisije za 30% do 2020. godine, 2009. godine uspjele smanjiti stakleničke gasove, i to prvenstveno CO₂ za 11,2%. Navedeno smanjenje je rezultat primjene tzv. Plana EU za trgovinu emisijama (EU ETS), koji predstavlja sistem trgovanja dozvolama za emisiju stakleničkih gasova. Naime, kao i što industrijski pogoni mogu prodati neiskorištene certifikate za emisiju koju nisu ostvarili, takvu

³⁰ Navedene zemlje, kao i zemlje u razvoju (koje nisu bile potpisnice protokola iz Kyota) su 2005. godine, u odnosu na 1990. godinu, povećali emisiju CO₂ za cijelih 73,8%. Kina je povećala emisiju za cijelih 108%! Rezultat navedenog tempa rasta je činjenica da je Kina u 2007. godini pretekla SAD i ispustila najveće količine CO₂, a Indija se približila Rusiji koja je treći najveći zagađivač

³¹ European Environment Agency, Annual EC greenhouse gas inventory 1990-2005, www.eea.europa.eu

moгуćnost imaju i pojedine zemlje.³² Rusija je prije par godina stvorila zakonske preduslove za širu primjenu navedenog koncepta. U BiH i Srbiji je razvoj navedenog koncepta tek u začetku.³³

Svakako, značajan doprinos smanjenju emisije CO₂ kao i ostalih stakleničkih gasova predstavlja korištenje alternativnih, obnovljivih izvora energije. U svijetu se intenzivno radi na što efikasnijem iskorištenju energije vjetrova i vode, sunčeve energije, biomase te atomske energije.

Prema podacima BMU, 2004. godine je u svijetu proizvedeno više od 800 GW električne energije iz obnovljivih izvora. Najveći dio se odnosio na proizvodnju iz velikih hidroelektrana (720 GW), a zatim malih hidroelektrana (61 GW). Slijede proizvodnja iz energije vjetrova (48 GW), biomase (39 GW), geotermalnih izvora 8,9 GW, sunčeve energije 4,4 GW te energije dobivene iz mora 0,3 GW. Atomska energija je pokrivala 16% ukupne svjetske proizvodnje energije.

Nakon nuklearne katastrofe u Japanu pokrenuto je niz dilema o sigurnosti te latentnoj opasnosti vezanoj za korištenje atomske energije. Sve glasnjiji su zahtjevi, i to više ne samo udruženja i pokreta za zaštitu okoliša, nego i šire javnosti u razvijenim zemljama za ograničavanjem korištenja, pa i potpunim eliminisanjem ovog vida energije.

Efikasno korištenje obnovljivih energija dobiva sve više na značaju. Kada je riječ o ovim vidovima energije, u 2010. godini je udio obnovljivih izvora u novoizrađenim elektroenergetskim kapacitetima iznosio preko 40%. Dominirali su novoinstalirani gasni kapaciteti. U ukupnom iznosu, gas je predstavljao 51% ukupnih novoizgrađenih kapaciteta, solarna energija 21,7%, 17% energija vjetrova, a termoelektrane na uglj 7,3%.

BiH i Srbija posjeduju značajne potencijale kada je riječ o korištenju obnovljivih izvora energije. Prema kalkulacijama Energetske zajednice Jugoistočne Evrope³⁴, BiH ima realnu mogućnost da poveća udio obnovljivih izvora u ukupnom energetskom potencijalu sa 26,5 %, koliko je bilo 2005. godine, na 33 % do 2020. godine, a Srbija sa 12,9 % koliko je bilo 2005. godine na 19 % do 2020. godine. Korištenjem biomase BiH bi godišnje mogla proizvesti 18 TWh, a korištenjem geotermalnih izvora 40,5 GWh električne energije. Hidro-potencijal iznosi 6,8 GW, vjetro-potencijal 2 GW, a potencijal solarne energije 33 MW. Što se Srbije tiče, mogla bi proizvesti 19 TWh električne energije korištenjem biomase, 50 MW korištenjem geotermalnih izvora, a 4,6 GW iskorištenjem hidropotencijala. Vjetro-potencijal iznosi 2,3 TWh, a potencijal solarne energije 33 MW.⁶

Trenutna proizvodnja električne energije u BiH iznosi 13.491 GWh, pri tome, 54 % proizvodnje se ostvaruje u termoelektranama a 45 % u hidroelektranama, 1% proizvodnje otpada na proizvodnju u mini-hidrocentralama i ostalim alternativnim izvorima energije³⁵. U Srbiji se ukupno proizvede cca. 40 TWh električne energije od čega je oko 30 TWh proizvedeno u termoelektranama, uključujući i

³² Navedeni koncept pretpostavlja učešće više zemalja; naime, kompanije mogu alocirati svoj proizvodni pogon u drugu zemlju te provodeći mjere zaštite životne sredine i vazduha, „zaraditi“ dodatne certifikate za emisiju

³³ Zbog toga je i Vijeće stranih investitora u našoj zemlji apelovalo na što brže formiranje državne agencije tj. Nacionalnog vijeća za prikupljanje aplikacija kompanija za razvoj obnovljivih izvora energije

³⁴ Energy Community, Study of the Implementation of the New EU Renewables Directive in the Energy Community

³⁵ Navedeni podaci se odnose na domaće izvore energije i oni čine 62% ukupnih izvora

kogeneracijska postrojenja, a ostalih 10 u hidroelektranama. Nema tačnih podataka koliko se energije dobija iz obnovljivih izvora.

Dakle, u proizvodnji primarne energije dominiraju hidroelektrane i termoelektrane. Ako se u obzir uzme primarno i sekundarno korištenje energenata, onda BiH i Srbija, prema raspoloživim podacima, dominantno koriste najveće zagađivače - fosilna goriva.³⁶ Korištenje fosilnih goriva, posebno uglja, je usko vezano za dugogodišnju tradiciju eksploatacije ovog značajnog energenta. Značajne rezerve mrkog uglja i lignita će uticati na njihovo dalje dominantno korištenje u budućnosti. Dok se u praksi značajan napredak ostvario u iskorištenju hidro-potencijala, korištenje drugih oblika obnovljivih izvora energije je, na žalost, u „drugom planu“. Razlog leži u nedostatku adekvatne regulative, neodgovornosti u implementaciji preuzetih međunarodnih obveza koje poprimaju i političku dimenziju, nedostatku koordinacije između državnog i nižih nivoa te nepostojanju adekvatnih „zelenih“ programa.

5.8.2 Domaći i međunarodni standardi i propisi vezani za zaštitu vazduha

Prilikom razmatranja ponuđenih rješenja u obzir je uzet i uticaj na životnu sredinu i odgovarajuća regulativa, kao što su Zakon o zaštiti vazduha RS i Srbije. Osim domaće regulative uvažena je i EU regulativa.

U Republici Srpskoj zakon i pravilnici koji regulišu problematiku zaštite vazduha, monitoringa i graničnih vrijednosti kvaliteta vazduha su:

- Zakon o zaštiti vazduha Republike Srpske (Sl. glasnik Republike Srpske broj 53/02),
- Zakon o zaštiti vazduha Republike Srbije (Sl. glasnik Republike Srbije broj 36/2009),
- Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05),
- Pravilnik o monitoringu kvaliteta vazduha (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05),
- Pravilnik o monitoringu emisija zagađujućih materija u vazduh (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05).

Zakon o zaštiti vazduha uređuje zaštitu vazduha od zagađivanja radi zaštite zdravlja ljudi, klime i životne sredine od štetnog uticaja zagađenog vazduha, smanjivanje emisija u vazduh, planiranje zaštite kvaliteta vazduha, registar emisija, kvalitet vazduha, nadzor i kazne za prekršaje.

Pravilnikom o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha utvrđene su granične vrijednosti kvaliteta vazduha i ciljne vrijednosti kvaliteta vazduha, kao indikatori planiranja kvaliteta vazduha u prostoru, te pragovi upozorenja i pragovi uzbune za pravovremeno djelovanje u slučaju kratkotrajnih pojava prekograničnog zagađenja vazduha.

Kao potpisnice niza međunarodnih sporazuma i konvencija vezanih za zaštitu životne sredine i obnovljive izvore (Ugovora o Energetskoj zajednici Jugoistočne Evrope, Okvirne konvencije o klimatskim promjenama, Kyoto protokola, Espoo konvencije i sl.) te samog Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju, Bosna i Hercegovina i Srbija su se obvezale na poštivanje istih.

³⁶ Struktura potrošnje u BiH je kako slijedi: 58% ugalj i koks, 26% nafta, 5% prirodni gas, a 12% ostali energenti

EU Direktiva 2009/28/EC - Članice Energetske zajednice su se obavezale na primjenu niza direktiva EU, između ostalih i direktiva 2001/77/EC, 2003/30/EC te 2009/28/EC. Navedene direktive se odnose na obaveze članica EU odnosno potpisnica da će raditi na razvoju i široj primjeni različitih obnovljivih izvora energije u energetske sektoru i transportu. Posebno Direktiva 2009/28/EC daje okvir za harmonizaciju aktivnosti i legislative vezane za primjenu zelenih tehnologija.³⁷ Pridržavanje odredbi Direktive 2009 bi za ove zemlje značilo da će se udio obnovljivih izvora povećati za 2% u sljedeće dvije godine, odnosno za cca. 6% u 2020. godini (na 33%, odnosno 19% za Srbiju). Samim potpisivanjem Ugovora o zajedničkom energetske tržištu Jugoistočne Evrope članice su se obavezale na preuzimanje evropske pravne stečevine u oblasti energetike i zaštite životne sredine. Cilj formiranja Zajednice, pored stvaranja jedinstvenog energetske tržišta, je bilo i povećanje energetske efikasnosti i stepena korištenja obnovljivih izvora energije.

Okvirna konvencija UN o klimatskim promjenama (UNFCCC) – BiH je ratifikovala Konvenciju 2000, a Srbija 2001. godine. Pošto ni BiH ni Srbija nisu razvijene zemlje (ne pripadaju Aneksu I), nemaju striktnu obvezu smanjivanja stakleničkih gasova ali imaju opšte obveze koje se odnose na izračunavanje godišnjih emisija stakleničkih gasova, provedbu mjera za regulisanje antropogenih emisija i mjera za adaptaciju na klimatske promjene, prihvatanje i razvoj tehnologija koje ograničavaju i smanjuju stakleničke gasove. Isto tako, moraju saradivati u pripremi zaštitnih mjera u oblasti vodnih resursa te područja pogođenih sušama i poplavama. Moraju sistematski pratiti klimu i klimatske promjene, izvještavati o tome te uključivati navedene procjene u različite ekonomske i razvojne strategije.³⁸

Potpisivanjem *Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju* sa Evropskom unijom BiH i Srbija su se obavezale na implementaciju niza direktiva vezanih za održivi razvoj i zaštitu životne sredine, odnosno za prihvatanje okolinske politike EU. Dokument Evropsko partnerstvo sa BiH eksplicitno navodi sve pojedinačne obveze koje BiH mora ispuniti - od usvajanja državnog zakona o zaštiti životne sredine do ratifikacije i provedbe niza međunarodnih konvencija vezanih za zaštitu životne sredine (*Espoo konvencija, Konvencija iz Aarhusa* i sl). Isto tako, BiH je potpisnica i *Kyoto protokola* te dokumenata *UN Komiteta za održivu energiju*. No, implementacija navedenih protokola, konvencija i direktiva nailazi na značajne poteškoće zbog nedostatka adekvatnog institucionalnog i legislativnog okvira.

5.8.3 Proračun smanjenja emisije CO₂

Najveći problem predstavljaju gasovi kao što su ugljen dioksid, metan te azotni dioksid, gasovi koji izazivaju efekat staklenika. Njihova koncentracija u atmosferi se u zadnjih stotinu godina naglo povećala, u rasponu od 39 % (CO₂) do više od 100 % (metan). Ako se nastavi ovakav trend rasta stakleničkih gasova, posljedice po našu planetu i nas same će biti katastrofalne. Prema zvaničnim podacima 2011. godine je u svijetu proizvedeno 4,4 GW električne energije korištenjem sunčeve energije. BiH i Srbija bi godišnje mogle proizvesti 33 MW električne energije, korištenjem solarne

³⁷ Energy Community, Study of the Implementation of the New EU Renewables Directive in the Energy Community, www.energy-community.org

³⁸ INC: Prvi nacionalni izvještaj BiH u skladu sa Okvirnom konvencijom UN o klimatskim promjenama, avgust 2009, Banja Luka

energije i na taj način direktno smanjiti emisiju CO₂. U narednim tabelama su prikazani tipični nivoi emisija za različite pogone.

Tabela 56. Tipične vrijednosti emisije iz tradicionalnih elektrana

Sistem	Gorivo	$\eta_{ee}[\%]$	Specifične emisije [gr/kwh _e]					
			CO ₂	CO	NO _x	HC	SO _x	Čestice
Parne turbine (stara)	Ugalj 3%S	34	1.034,12	0,18	3,13	0,05	19,87	1,41
	Lož-ulje 1%S	31	887	0,18	3,18	0,05	4,76	0,23
	Prirodni gas	31	651,74	0,19	3,04	0,18	≈0	0,05
Parne turbine (nova)	Ugalj	31	1.134,20	0,18	2,50	0,05	6,00	0,14
	Lož-ulje sa niskim sadrž. sumpora	31	887,06	0,18	1,36	0,05	3,63	0,14
Gasne turbine	Dizel	34	759,86	0,55	2,40	0,18	0,14	0,18
	Prirodni gas	34	594,24	0,55	1,95	≈0	≈0	0,05
Gasne turbine sa niskim NO _x	Prirodni gas	38	531,68	0,30	0,50	≈0	≈0	0,04

Tabela 57. Tipične vrijednosti emisije za odvojene sisteme toplovodnih i parnih kotlova ($\eta_t=80\%$)

Sistem	Gorivo	Specifične emisije [gr/kwh _e]					
		CO ₂	CO	NO _x	HC	SO _x	Čestice
Toplotni kotao	Prirodni gas	252,55	0,03	0,19	0,02	≈0	0,02
	Dizel 0,2 % S	322,94	0,06	0,25	0,02	0,37	0,03
Parni kotao	Ugalj	439,50	0,08	1,36	0,02	2,32	0,20
	Lož-ulje	343,73	0,06	0,57	0,02	1,55	0,20
	Prirodni gas	252,55	0,03	0,39	≈0	≈0	0,02
Industrijski parni kotao	Ugalj 2% S	439,50	0,16	1,12	0,08	5,65	0,98
	Lož-ulje 1%	343,73	0,06	0,78	0,02	2,03	0,30
	Prirodni gas	252,55	0,03	0,33	≈0	≈0	0,03

5.8.3.1 Metode proračuna emisije CO₂

Za potrebe proračuna emisija CO₂ i ostalih antropogenih stakleničkih gasova razvijena je IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) metodologija u okviru Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC). IPCC metodologijom određuju se antropogene emisije iz izvora i uklanjanje u ponorima. Dominantan izvor antropogene emisije stakleničkih plinova je izgaranje fosilnih izvora energije u energetskim postrojenjima. Zavisno od mjesta nastanka razlikuju se direktne i indirektno emisije. Direktne emisije nastaju na lokaciji neposredne potrošnje energije (npr. stambene i nestambene zgrade), kao posljedica sagorijevanja fosilnih izvora energije u stacionarnim energetskim postrojenjima (npr. kotlovi). S druge strane, u slučaju korištenja električne energije i/ili toplote iz javnih toplana ili kotlovnica do emisije ne dolazi na lokaciji neposredne potrošnje energije, pa je potrebno izračunati indirektnu emisiju koja nastaje pri proizvodnji električne ili toplotne energije.

Direktne emisije CO₂

Tokom sagorijevanja većina ugljenika iz goriva oksidira i emituje se u atmosferu u obliku CO₂. Dio ugljenika koji se oslobađa kao CO, CH₄ ili NMVOC, također oksidira u CO₂ u atmosferi u razdoblju od nekoliko dana do oko 12 godina. Ugljenik iz goriva koji ne oksidira, već se veže u česticama, šljaci ili pepelu se isključuje iz proračuna. Udio oksidirajućeg ugljenika za tekuća fosilna goriva i prirodni plin je vrlo dobro određen i iznosi 99 % za tekuće gorivo, a 99,5 % za prirodni gas (IPCC metodologijom preporučene vrijednosti). Međutim, oksidacioni faktor za ugalj zavisi od uslova sagorijevanja i može varirati nekoliko procenata. Ukoliko oksidacijski faktor za ugalj nije moguće odrediti i elaborirati, koristi se u IPCC priručniku predloženi faktor (98 %).

Generalno, za proračun emisije CO₂ zbog sagorijevanja fosilnih goriva primjenjuje se sljedeća formula:

$$EM = FE_c \times H_d \times O_c \times \frac{44}{12} \times B$$

EM – emisija CO₂ [kg]

FE_c – faktor emisije ugljenika [kgC/GJ]

H_d – donja ogrjevna vrijednost goriva [MJ/kg ili MJ/m³]

O_c – udio oksidirajućeg ugljenika [%]

44/12 – stehiometrijski odnos CO₂ i C

B – količina sagorenog goriva [t ili 10³ m³]

Za korištenje formule potrebno je znati faktor emisije ugljenika, donju toplotnu moć goriva, udio oksidirajućeg ugljika i količinu sagorjelog goriva. Ukoliko nisu poznati faktori emisije ugljenika preporučuje se korištenje faktora predloženih u okviru IPCC metodologije.

U slučaju ugradnje TC sistema smanjenje emisija CO₂ se računa putem direktne metode, jer se energija troši na mjestu njenog nastanka.

Indirektne emisije CO₂

Za potrebe proračuna emisije CO₂ uslijed potrošnje električne i/ili toplotne energije sagledava se indirektna emisija koja nastaje na lokaciji proizvodnje energije. Pri računanju indirektnih emisija CO₂ koristi se sljedeća formula:

$$EM = AD \cdot EF$$

gdje su:

EM – emisija CO₂ [kg]

AD – količina potrošene električne/toplotne energije [kWh]

EF – specifični faktor emisije CO₂ za električnu ili toplotnu energiju [kgCO₂/kWh]

U slučaju ugradnje PV sistema, smanjenje emisija CO₂ se računa po formuli za indirektnu emisiju CO₂, zbog toga što emisije nastaju na mjestu sagorijevanja uglja koje je dislocirano od mjesta korištenja električne energije.

5.8.3.2 Smanjenje emisije CO₂ u slučaju ugradnje TS sistema

Posmatrani objekti se snabdijevaju električnom energijom proizvedenom u termoelektranama, gdje se za proizvodnju energije koristi mrki ugalj. Pri zagrijavanju predmetnih objekata se također koristi mrki ugalj, dok se u jednom kotlu sagorijeva lož ulje.

Za računanje smanjenja emisije CO₂ koristiti se ranije navedena formula:

$$EM = FE_c \times H_d \times O_c \times \frac{44}{12} \times B$$

EM – emisija CO₂ [kg]

FE_c – faktor emisije ugljenika [kgC/GJ]

H_d – donja ogrjevna vrijednost goriva [MJ/kg ili MJ/m³]

O_c – udio oksidirajućeg ugljenika [%]

44/12 – stehiometrijski odnos CO₂ i C

B – količina sagorenog goriva [t ili 10³ m³]

Za objekte za čije zagrijavanje se koristi ugalj u proračunu smanjenja emisija CO₂ su korišteni sljedeći podaci:

$$FE_c \times O_c \times \frac{44}{12} = 122 \text{ kg CO}_2/\text{GJ}$$

$$H_{d \text{ ugalja}} = 18,616 \text{ MJ/kg}$$

Za objekte za čije zagrijavanje se koristi lož ulje u proračunu smanjenja emisija CO₂ su korišteni sljedeći podaci:

$$FE_c \times O_c \times \frac{44}{12} = 95,48 \text{ kg CO}_2/\text{GJ}$$

$$H_{d \text{ lož ulje}} = 42,696 \text{ MJ/kg}$$

U narednoj tabeli su prikazane izračunate vrijednosti mogućeg smanjenja emisije ugljen dioksida instalacijom solarnih sistema u razmatranim objektima.

Tabela 58. Smanjenje emisije CO₂ u slučaju izgradnje TS sistema

Grad	Bijeljina			Bogatić		
Objekat	Dvorana Gimnazije „Filip Višnjić“	OŠ „Knez Ivo od Semberije“	OŠ „Dvorovi“	OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara	OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski	OŠ „Nikola Tesla“ Dublje
Smanjenje emisije CO ₂ [kg]	72.369,12	68.922,88	53.070,69	44.537,74	11.056,42	21.558,77
Ukupno smanjenje emisije CO ₂ [kg]	194.362,7			77.152,93		

5.8.3.3 Smanjenje emisije CO₂ u slučaju ugradnje PV sistema

Kako je već navedeno, smanjenje emisije CO₂ se računa po formuli:

$$EM = AD \cdot EF$$

pri čemu je:

AD [kWh] – izračunati potencijal električne energije dobijene preko solarnih panela,

EF – specifični faktor emisije CO₂ [kgCO₂/kWh], *EF* = 1.034,12 gr/kWh = 1,034 kg/kWh

U nastavku je tabelarno prikazano moguće smanjenje emisija CO₂ u slučaju izgradnje PV sistema.

Tabela 59. Smanjenje emisije CO₂ u slučaju izgradnje PV sistema

Objekat	Bijeljina			Bogatić		
	Dvorana Gimnazije „Filip Višnjić“	OŠ „Knez Ivo od Semberije“	OŠ „Dvorovi“	OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara	OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski	OŠ „Nikola Tesla“ Dublje
Smanjenje emisije CO ₂ [kg] Varijanta „a“	123.046,00	94.817,80	51.079,60	30.296,20	11.270,60	39.809,00
Ukupno smanjenje emisije CO ₂ [kg] Varijanta „b“	61.729,80	49.115,00	-	-	-	-

Ukupno smanjenje emisija CO₂ sa područja Bijeljine iznosilo bi **268.943,4** kg u slučaju da se realizuje varijanta „a“, odnosno **161.924,4** kg u slučaju da dođe do realizacije varijante „b“. Ukupno smanjenje emisija CO₂ sa područja Bogatića bi iznosilo **81.375,8** kg.

5.9 Osnovni ekonomski parametri

Tehničko-tehnološka rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne i toplotne energije za sve razmatrane objekte potrebno je uklopiti u granice finansijske opravdanosti, te definisati osnovne finansijske parametre vezane za sisteme u cjelini. Finansijska analiza se bazira na dijelu Studije koji se odnosi na tehničko-tehnološka rješenja i proračun očekivane proizvedene električne i toplotne energije, kao i analizi arhitektonsko-građevinskih mogućnosti za korištenje solarne energije za proizvodnju električne i toplotne energije na razmatranim objektima. U tu svrhu primijenjen je model koji uključuje sve potrebne parametre i uvodi niz kriterija kako bi se donijela odluka o tome da li je projekat opravdan ili ne. Sa ciljem da se osigura što bolji uvid u potencijalne okolnosti za razvoj projekta, finansijska analiza uzima u obzir scenarije razmatranih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije i scenarije tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima.

Scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije na razmatranim objektima uzima u obzir Varijantu I – mrežni PV sistemi, spojeni na električnu mrežu bez praćenja prividnog kretanja Sunca na predviđenim objektima i proračun očekivane proizvedene električne energije prema ovoj varijanti, obrađenih u dijelu Studije koji se odnosi na analizu mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije. Također, scenarij uzima u obzir i arhitektonsko-građevinske mogućnosti, odnosno preporuke koje je potrebno uraditi prije postavljanja solarnih sistema, odnosno varijante sa sanacijom krovova (varijanta „a“ - zamjena krovnog pokrivača, sanacija i ojačanje krovne konstrukcije) i bez sanacije krovova (varijanta „b“ - procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih modula prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata) obrađenih u dijelu Studije koji se odnosi na analizu arhitektonsko-građevinskih mogućnosti postavljanja solarnih sistema.

S tim u vezi kreirana su dva izvještaja o novčanom toku. Prvi izvještaj odnosi se na izvještaj o novčanim tokovima kada se posmatraju sa gledišta vlasnika projekta, dok se drugi izvještaj odnosi na novčane tokove kada se posmatraju sa gledišta investitora ili finansijske institucije.

Prvi izvještaj o novčanim tokovima daje indikatore finansijske opravdanosti projekta koji će uticati na donošenje odluke o pokretanju projekta sa aspekta vlasnika projekta. Ovi indikatori su:

- Neto sadašnja vrijednost - Net present value (NPV),
- Interna stopa rentabilnosti - Internal rate of return (IRR) i
- Rok povrata.

Neto sadašnja vrijednost se definiše kao razlika između sadašnje vrijednosti novčanih primitaka i sadašnje vrijednosti novčanih izdataka i pri tome se sadašnja vrijednost novčanih primitaka i novčanih izdataka računa diskontovanjem procijenjenih novčanih tokova. Interna stopa povrata je ona diskontna stopa kod koje je neto sadašnja vrijednost jednaka nuli, odnosno, interna stopa povrata je diskontna stopa koja izjednačava sadašnju vrijednost očekivanih novčanih izdataka (troškova investicije) sa sadašnjom vrijednosti očekivanih novčanih primitaka od investicije. Finansijska analiza u ovom slučaju kao indikator finansijske opravdanosti uzima u obzir i ostvarene uštede nastale

korištenjem ovih sistema u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju. Rok povrata uloženog kapitala označava vrijeme tokom kojeg se iz čistih primitaka ekonomskog toka vraća ukupno uloženi novac u realizaciju investicije.

Drugi izvještaj o novčanim tokovima daje niz važnih indikatora koji će uticati na donošenje odluke o finansiranju projekta od strane finansijske institucije. Ovi indikatori su:

- Indikator pokrivenosti duga – Annual Debt Service Coverage Ratio (ADSCR) i
- Indikator sposobnosti zaduživanja - Debt Service Capacity Ratio (DSCR).

Indikator pokrivenosti duga – Annual Debt Service Coverage Ratio (ADSCR) pokazuje da li je projekat u mogućnosti da servisira svoj vlastiti dug od samog početka novčanih tokova. ADSCR je odnos stvarnog godišnjeg toka novca i stvarne godišnje otplate duga. ADSCR se računa za period dokle god postoji dug. Kriterij korišten za ocjenu mogućnosti projekta da otplati svoj vlastiti dug je sljedeći: ako je $ADSCR > 1$ onda je projekat sposoban da sam otplaćuje obaveze prema finansijskoj instituciji; ako je $ADSCR < 1$ projekat za to neće biti sposoban, već će mu biti potrebni dodatni izvori finansiranja kako bi odgovorio na zahtjeve.

Indikator sposobnosti zaduživanja - Debt Service Capacity Ratio (DSCR) daje indicaciju da li postoji dovoljno novčanih sredstava za premoštavanje pojedinih godina u kojim postoje nedovoljni novčani tokovi kako bi se otplatio dug. DSCR predstavlja odnos sadašnje vrijednosti novčanih tokova i sadašnje vrijednosti visine otplate duga.

Ako je $DSCR > 1$ projekat se kvalifikuje za bridge financing (premoštavanje), a ako je $DSCR < 1$ neophodno je poduzeti korektivne mjere da bi se poboljšao status projekta.

Finansijska analiza provodi se na godišnjoj osnovi. Za ovakvu vrstu projekata finansijska analiza se radi za projektovani vijek projekta. Projektovani vijek solarnih sistema u oba scenarija je 25 godina. Osnovna valuta ove analize je evro (EUR). Finansijska analiza projekta ne uključuje PDV. Porez na dobit je uzet u obzir prilikom proračuna, i za razmatrane objekte u Bijeljini iznosi 10%³⁹, dok za razmatrane objekte u Bogatiću iznosi 15%⁴⁰. Za proračun amortizacije korištena je linearna metoda. Jedna od bitnih pretpostavki finansijske analize je finansiranje ulaganja. S obzirom da finansijska konstrukcija nije određena, bilo je neophodno izvršiti analizu za pretpostavljene uslove finansiranja projekta da bi se odredila granica isplativosti projekta. Pri tome se koristio tradicionalni instrument-kreditno zaduženje sa uslovima koji trenutno dominiraju na tržištima finansijskog kapitala u Bosni i Hercegovini i Republici Srbiji. Pretpostavka je da će se cjelokupni projekat finansirati iz eksternih izvora u vidu kredita sa sljedećim uslovima: kamatna stopa 4,00% godišnje i rok otplate od 15 godina za razmatrane objekte u gradu Bijeljina i 12 godina za razmatrane objekte u opštini Bogatić.

U skladu sa standardima analize investicija, ukoliko se u finansiranju projekta u potpunosti koriste eksterni izvori u vidu kredita, onda se kamatna stopa koja se može dobiti za taj kredit na tržištu na kojem se projekat realizuje uzima kao diskontna stopa.

³⁹Zakon o porezu na dobit („Službeni glasnik Republike Srpske“ 129/06, 110/07, 114/07, 62/08, 9/09, 122/10, 73/11 i 17/13)

⁴⁰Zakon o porezu na dobit pravnih lica („Sl. glasnik Republike Srbije“, br. 25/2001, 80/2002, 80/2002, 43/2003, 84/2004, 18/2010, 101/2011, 119/2012, 47/2013 i 108/2013)

Operativni troškovi obuhvataju troškove održavanja i troškove osiguranja. Troškovi održavanja procijenjeni su na 0,50% od vrijednosti investicije, sa godišnjim rastom od 0,20%. Troškovi osiguranja također su procijenjeni na 0,50% bez godišnjeg rasta.

Scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima uzima u obzir varijantu korišćenja solarne energije za grijanje razmatranih objekata putem vakuumskih kolektora i varijantu korišćenja solarne energije za grijanje tople sanitarne vode u razmatranim objektima putem pločastih kolektora. U tu svrhu pripremljena je procjena ostvarenih ušteda nastalih korišćenjem TS sistema u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju, na osnovu proračuna ušteda energenta u toku sezone grijanja, obrađenih u dijelu Studije koji se odnosi na analizu mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije. Također, scenarij uzima u obzir arhitektonsko-građevinske mogućnosti i preporuke koje je potrebno uraditi prije postavljanja solarnih sistema, odnosno varijante sa sanacijom krovova (varijanta „a“ - zamjena krovnog pokrivača, sanacija i ojačanje krovne konstrukcije) i bez sanacije krovova (varijanta „b“ - procjena postojećeg stanja konstrukcije krova i mogućnosti montaže solarnih modula prema sadašnjem stanju krova bez dodatnih konstruktivnih i sanacionih zahvata) obrađenih u dijelu Studije koji se odnosi na analizu arhitektonsko-građevinskih mogućnosti postavljanja solarnih sistema.

Također, pretpostavka je da će montaža solarnih sistema na razmatranim objektima biti po principu „ključ u ruke“. Investicija se u oba scenarija može realizovati u toku jedne godine.

5.10 Scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije

5.10.1 Investicioni troškovi

Investicioni troškovi korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije obuhvataju ulaganja u opremu (FN moduli, inverteri, konstrukcija za postavljanje panela, elektro oprema - DC, AC kablovi, ormari, zaštita i uzemljenje), montažu, neophodne građevinske radove prema varijanti „a“, te ostale troškove koji podrazumijevaju priključak na mrežu⁴¹, izradu tehničke dokumentacije i nepredvidive troškove. Nepredvidivi troškovi procijenjeni su na 5,00% od vrijednosti opreme.

Investicioni troškovi korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije na razmatranim objektima iznose:

- prema varijanti „a“ 707.750,93 €,
- prema varijanti „b“ 294.368,20 €.

Investicioni troškovi korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije na razmatranim objektima koji se nalaze u Bijeljini iznose:

- prema varijanti „a“ 537.299,44 €,
- prema varijanti „b“ 294.368,20 €.

Investicioni troškovi korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije na razmatranim objektima koji se nalaze na opštini Bogatić iznose:

- prema varijanti „a“ 170.451,49 €.

Investicioni troškovi za objekat Osnovne škole i sportske sale „Dvorovi“ su uzeti u obzir u ukupnom iznosu u obje varijante zbog toga što je na tom objektu moguće postavljanje solarnih sistema bez potrebnih građevinskih radova, dok je za sve objekte na opštini Bogatić to moguće samo u slučaju varijante „a“.

⁴¹ Pravilnik o metodologiji za utvrđivanje naknada za priključenje na distributivnu mrežu - Elektroprivreda RS i Pravila o radu distributivnog sistema EPS

Tabela 60. Investicioni troškovi korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije

OPIS	DVORANA GIMNAZIJE "FILIP VIŠNJIĆ", BIJELJINA		OŠ "KNEZ IVO OD SEMBERIJE", BIJELJINA		OŠ I SPORTSKA SALA "DVOROVI", BIJELJINA	OŠ "JANKO VESELINOVIĆ" CRNA BARA, BOGATIĆ	OŠ "LAZA LAZAREVIĆ" SALAŠ CRNOBARSKI, BOGATIĆ	OŠ "NIKOLA TESLA" DUBLJE, BOGATIĆ
	Varijanta A	Varijanta B	Varijanta A	Varijanta B	Varijanta B	Varijanta A	Varijanta A	Varijanta A
FN Moduli	81.150,34 €	40.575,17 €	62.365,54 €	32.309,86 €	33.624,79 €	19.536,19 €	7.326,07 €	26.110,87 €
Inverteri	52.250,16 €	26.125,08 €	40.155,21 €	20.803,30 €	21.649,95 €	12.578,74 €	4.717,03 €	16.811,97 €
Konstrukcija	35.034,20 €	17.517,10 €	26.924,43 €	13.948,80 €	14.516,48 €	8.434,16 €	3.162,81 €	11.272,58 €
Elektro oprema (DC, AC kabel, ormari, zaštita, uzemljenje...)	9.892,32 €	4.946,16 €	7.602,43 €	3.938,61 €	4.098,90 €	2.381,48 €	893,06 €	3.182,94 €
Ukupno oprema	178.327,01 €	89.163,50 €	137.047,61 €	71.000,57 €	73.890,13 €	42.930,58 €	16.098,97 €	57.378,37 €
Montaža	17.832,70 €	8.916,35 €	13.704,76 €	7.100,06 €	7.389,01 €	4.293,06 €	1.609,90 €	5.737,84 €
Građevinski radovi	21.678,78 €	- €	30.103,20 €	- €	- €	7.995,17 €	2.721,40 €	10.237,47 €
Ukupno montaža i građevinski radovi	39.511,48 €	8.916,35 €	43.807,97 €	7.100,06 €	7.389,01 €	12.288,23 €	4.331,30 €	15.975,31 €
Priključak na mrežu	12.192,47 €	6.096,24 €	9.370,14 €	4.854,41 €	5.051,97 €	2.935,22 €	1.100,71 €	3.923,04 €
Dokumentacija i priprema	4.090,34 €	3.067,75 €	4.090,34 €	3.067,75 €	3.067,75 €	2.556,46 €	2.556,46 €	2.556,46 €
Nepredviđeni troškovi	8.916,35 €	4.458,18 €	6.852,38 €	3.550,03 €	3.694,51 €	2.146,53 €	804,95 €	2.868,92 €
Ukupno ostali i nepredviđeni troškovi	25.199,16 €	13.622,16 €	20.312,85 €	11.472,19 €	11.814,23 €	7.638,21 €	4.462,12 €	9.348,42 €
UKUPNO INVESTICIJSKI TROŠKOVI PO RAZMATRANIM OBJEKTIMA	243.037,64 €	111.702,02 €	201.168,43 €	89.572,81 €	93.093,37 €	62.857,02 €	24.892,38 €	82.702,09 €

Vrijednosti građevinskih radova u varijanti „a“, odnosno preporuke koje je potrebno uraditi prije postavljanja solarnih sistema prema analizi arhitektonsko-građevinske mogućnosti na razmatranim objektima prikazani su u narednim tabelama.

Tabela 61. Vrijednost građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema na dvorani Gimnazije „Filip Višnjić“

Redni broj	Dvorana gimnazije "Filip Višnjić", Bijeljina	Jed. mjere	Kol.	Jed. cijena	Cijena
1.	Postavka pokretne i fiksne fasadne skele i radi pristupa čeličnoj nosivoj konstrukciji	m ²	1600	1,28 €	2.045,17 €
2.	Ojačanje primarne i sekundarne čelične krovne konstrukcije na postojećem krovu sa zavarivanjem ili montažom čeličnih profila na osnovu prethodno izvedene statičke analize i proračuna. Prosječna potrošnja cca 8 kg/m ² krovne plohe	kg	12800	1,53 €	19.633,61 €
	UKUPNO DVORANA GIMNAZIJE "FILIP VIŠNJIĆ", BIJELJINA				21.678,78 €

Tabela 62. Vrijednost građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema OŠ „Knez Ivo od Semberije“

Redni broj	Osnovna škola "Knez Ivo od Semberije", Bijeljina	Jed. mjere	Kol.	Jed. cijena	Cijena
	ZGRADA ŠKOLE (Sanacija južne krovne plohe)				
1.	Demontaža postojećeg pokrivača-salonita sa zbrinjavanjem otpada. Obračun po m ² kose projekcije	m ²	618	2,05 €	1.263,10 €
2.	Ojačanje postojeće krovne konstrukcije sa obostranim platovanjem gornjih nosača, dodavanjem ojačanja na stubovima i kosnicima bindera	m ²	618	15,34 €	9.473,22 €
3.	Ojačanje krovne letve sa letvanjem između postojećih rastera i ojačanjima na mjestima montaže solarnih sistema. Izvedba od j/s letve 8x5 cm	m ²	618	1,79 €	1.105,21 €
4.	Nabavka materijala i izrada novog krovnog pokrivača od čeličnog pocinčanog plastificiranog trapeznog lima LTP 40 d 0,55 mm sa izradom prodora na mjestu ventilacija i potkonstrukcije solarnih sistema	m ²	618	10,23 €	6.315,48 €
5.	Nabavka materijala, izrada i montaža limarskih opšava i galanterije od istog lima kao pokrivač	m	142	7,67 €	1.086,37 €
	UKUPNO ZGRADA ŠKOLE				19.243,36 €
	ZGRADA SPORTSKE SALE (Sanacija konstrukcije)				
1.	Demontaža postojećeg pokrivača-salonita sa zbrinjavanjem otpada. Obračun po m ² kose projekcije	m ²	720	2,05 €	1.472,52 €
2.	Ojačanje postojeće krovne konstrukcije sa obostranim platovanjem gornjih nosača, dodavanjem ojačanja na stubovima i kosnicima bindera	kg	6120	1,53 €	9.387,32 €
	UKUPNO ZGRADA SPORTSKE SALE				10.859,84 €
	OSNOVNA ŠKOLA "KNEZ IVO OD SEMBERIJE"				30.103,20 €

Tabela 63. Vrijednost građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema na OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara

Redni broj	Osnovna škola "Janko Veselinović" Crna Bara, Bogatić	Jed. mjere	Kol.	Jed. cijena	Cijena
	Ojačanje stolice na istočnom krilu i stolice i rogova na južnom krilu				
1.	Ojačanje postojeće krovne konstrukcije sa obostranim platovanjem konstrukcije stolice i dodavanjem ojačanja na rogovima - platovanje daskom u zonama montaže solarnih sistema	m ²	488	15,34 €	7.491,45 €
2.	Nabavka materijala, izrada i montaža limarskih opšava i galanterije od pocinčang lima na mjestima prodora podkonstrukcije panela kroz krov	m	164	3,07 €	503,72 €
	UKUPNO OSNOVNA ŠKOLA "JANKO VESELINOVIĆ" CRNA BARA, BOGATIĆ				7.995,17 €

Tabela 64. Vrijednost radova prije postavljanja solarnih sistema na OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski

Redni broj	Osnovna škola "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski, Bogatić	Jed. mjere	Kol.	Jed. cijena	Cijena
	Ojačanje stolice i rogova na istočnom dijelu zgrade				
1.	Ojačanje postojeće krovne konstrukcije sa obostranim platovanjem konstrukcije stolice i dodavanjem ojačanja na rogovima - platovanje daskom u zonama montaže solarnih sistema	m ²	165	15,34 €	2.530,89 €
2.	Nabavka materijala, izrada i montaža limarskih opšava i galanterije od pocinčang lima na mjestima prodora podkonstrukcije panela kroz krov	m	62,1	3,07 €	190,51 €
	UKUPNO OSNOVNA ŠKOLA "LAZA LAZAREVIĆ" SALAŠ CRNOBARSKI, BOGATIĆ				2.721,40 €

Tabela 65. Vrijednost građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema na OŠ "Nikola Tesla" Dublje

Redni broj	Osnovna škola "Nikola Tesla" Dublje, Bogatić	Jed. mjere	Kol.	Jed. cijena	Cijena
	ZGRADA ŠKOLE (Ojačanje stolice na istočnom i zapadnom krilu i ojačanje stolice i rogova na južnom krilu)				
1.	Ojačanje postojeće krovne konstrukcije sa obostranim platovanjem konstrukcije stolice i dodavanjem ojačanja na rogovima-platovanje daskom u zonama montaže solarnih sistema	m ²	466	15,34 €	7.154,00 €
2.	Nabavka materijala, izrada i montaža limarskih opšava i galanterije od pocinčanog lima na mjestima prodora potkonstrukcije panela kroz krov	m	212	3,07 €	650,36 €
	UKUPNO ZGRADA ŠKOLE				7.804,36 €
	ZGRADA DJEČJE IGRAONE (Ojačanje čelične krovne konstrukcije)				

Redni broj	Osnovna škola "Nikola Tesla" Dublje, Bogatić	Jed. mjere	Kol.	Jed. cijena	Cijena
1.	Postavka fasadne skele i demontaža plafonske obloge sa potkonstrukcijom radi pristupa čeličnoj nosivoj konstrukciji. Demontirani plafon se ponovo ugrađuje nakon ojačanja čelične krovne konstrukcije	m ²	141	2,05 €	288,37 €
2.	Ojačanje primarne i sekundarne čelične krovne konstrukcije na postojećem krovu sa zavarivanjem ili montažom čeličnih profila na osnovu prethodno izvedene statičke analize i proračuna. Prosječna potrošnja cca 8,5 kg/m ² krovne plohe	kg	1199	1,79 €	2.144,74 €
	UKUPNO ZGRADA DJEČJE IGRAONE				2.433,11 €
	UKUPNO OSNOVNA ŠKOLA "NIKOLA TESLA" DUBLJE, BOGATIĆ				10.237,47 €

Ukupni troškovi potrebnih građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistem po razmatranim objektima iznose 72.736,03 EUR. Od ovog iznosa 71,19% se odnosi na objekte u Bijeljini, a 28,81% u Bogatiću. Rekapitulacija troškova građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema, odnosno pregled po razmatranim objektima dat je u narednoj tabeli.

Tabela 66. Rekapitulacija troškova građevinskih radova prije postavljanja solarnih sistema po objektima

REKAPITULACIJA TROŠKOVA GRAĐEVINSKIH RADOVA	IZNOS	%
Dvorana gimnazije "Filip Višnjić", Bijeljina	21.678,78 €	41,87%
OŠ "Knez Ivo od Semberije", Bijeljina	30.103,20 €	58,13%
OŠ i sportska sala "Dvorovi", Bijeljina	- €	0,00%
BIJELJINA	51.781,98 €	71,19%
OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara, Bogatić	7.995,17 €	
OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski, Bogatić	2.721,40 €	12,99%
OŠ "Nikola Tesla" Dublje, Bogatić	10.237,47 €	48,86%
BOGATIĆ	20.954,05 €	28,81%
UKUPNO TROŠKOVI GRAĐEVINSKIH RADOVA	72.736,03 €	100,00%

5.10.2 Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama

Procjena prihoda urađena je na osnovu feed-in tarifa za solarne sisteme propisane Pravilnikom o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji⁴² i Odlukom o visini garantovanih otkupnih cijena i premija za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora ili u efikasnoj kogeneraciji u Republici Srpskoj i Uredbom o mjerama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije u Republici Srbiji, uz pretpostavku zaključenja ugovora o garantovanom otkupnu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na 15 godina za razmatrane objekte u gradu Bijeljina i 12 godina za razmatrane objekte u opštini Bogatić.

Za razmatrane objekte u opštini Bogatić u obzir je uzeto preispitivanje garantovane otkupne cijene prema odredbama člana 14. Uredbe o mjerama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije u Republici Srbiji. Također, u obzir je uzet i godišnji faktor rasta cijena električne energije od 4,00% i faktor degradacije panela na godišnjem nivou od 0,50%.

Prema Uredbi o mjerama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije u Republici Srbiji redovna godišnja korekcija podsticajnih otkupnih cijena vrši se na osnovu inflacije u evro zoni u februaru svake godine⁴³. Godišnja stopa inflacije u evrozoni u januaru 2014. godine procijenjena je u visini 0,70%⁴⁴. Prema članu 29. Pravilnika o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji ("Službeni glasnik Republike Srpske" broj 114/13) prilikom zaključivanja ugovora o obaveznom otkupu po garantovanim otkupnim cijenama primjenjuju se cijene iz odluke koja je na snazi u vrijeme zaključenja ugovora, osim u slučaju većih promjena kursa konvertibilne marke u odnosu na kurs evra u BiH.

Faktor rasta cijena električne energije od 4,00% dobiven je na bazi rasta cijena električne energije u Bosni i Hercegovini i Republici Srbiji u proteklom periodu i rasta cijena električne energije u Evropskoj uniji. Rast cijena električne energije u Bosni i Hercegovini u 2011. godini bio je 3,8%⁴⁵, u Republici Srbiji u 2008. godini 4,60% i 2013. godini 10,90%, dok je rast cijena električne energije u Evropskoj uniji u periodu od 2008. godine do 2012. godine iznosio 4,00% godišnje⁴⁶.

Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama za vrijeme zaključenja ugovora o garantovanom otkupu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na 15 godina za razmatrane objekte u gradu Bijeljina i 12 godina za razmatrane objekte u opštini Bogatić, i tržišnim cijenama nakon toga perioda i mogućim varijantama data je u nastavku.

⁴² Službeni glasnik Republike Srpske, broj 128/11 i 53/12

⁴³ Uredba o mjerama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije, član 14.

⁴⁴ Eurostat

⁴⁵ Bosna i Hercegovina, Vijeće Ministara, Direkcija za ekonomsko planiranje „Bosna i Hercegovina, Ekonomski trendovi“ Godišnji izvještaj 2011, str. 25, April 2012. godine.

⁴⁶ European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Energy prices and costs in Europe, str. 4.

Tabela 67. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 15. godine prema varijanti „a“ i varijanti „b“ za dvoranu Gimnazije „Filip Višnjić“

Varijanta a				Varijanta b			
Otkupna cijena, godišnja proizvodnja i bruto prihod				Otkupna cijena, godišnja proizvodnja i bruto prihod			
Godina	€/MWh	Godišnja proizvodnja MWh	Ukupni prihod €	Godina	€/MWh	Godišnja proizvodnja MWh	Ukupni prihod €
1	150,60 €	91,7	13.810,02 €	1	173,70 €	47,5	8.250,75 €
2	150,60 €	91,2	13.740,97 €	2	173,70 €	47,3	8.209,50 €
3	150,60 €	90,8	13.672,27 €	3	173,70 €	47,0	8.168,45 €
4	150,60 €	90,3	13.603,90 €	4	173,70 €	46,8	8.127,61 €
5	150,60 €	89,9	13.535,88 €	5	173,70 €	46,6	8.086,97 €
6	150,60 €	89,4	13.468,20 €	6	173,70 €	46,3	8.046,53 €
7	150,60 €	89,0	13.400,86 €	7	173,70 €	46,1	8.006,30 €
8	150,60 €	88,5	13.333,86 €	8	173,70 €	45,9	7.966,27 €
9	150,60 €	88,1	13.267,19 €	9	173,70 €	45,6	7.926,44 €
10	150,60 €	87,7	13.200,85 €	10	173,70 €	45,4	7.886,81 €
11	150,60 €	87,2	13.134,85 €	11	173,70 €	45,2	7.847,37 €
12	150,60 €	86,8	13.069,18 €	12	173,70 €	45,0	7.808,14 €
13	150,60 €	86,3	13.003,83 €	13	173,70 €	44,7	7.769,09 €
14	150,60 €	85,9	12.938,81 €	14	173,70 €	44,5	7.730,25 €
15	150,60 €	85,5	12.874,12 €	15	173,70 €	44,3	7.691,60 €
16	271,22 €	85,1	23.069,63 €	16	312,82 €	44,1	13.782,87 €
17	282,07 €	84,6	23.872,45 €	17	325,34 €	43,8	14.262,52 €
18	293,35 €	84,2	24.703,21 €	18	338,35 €	43,6	14.758,85 €
19	305,09 €	83,8	25.562,89 €	19	351,88 €	43,4	15.272,46 €
20	317,29 €	83,4	26.452,47 €	20	365,96 €	43,2	15.803,94 €
21	329,98 €	83,0	27.373,02 €	21	380,60 €	43,0	16.353,92 €
22	343,18 €	82,5	28.325,60 €	22	395,82 €	42,8	16.923,03 €
23	356,91 €	82,1	29.311,33 €	23	411,65 €	42,5	17.511,96 €
24	371,19 €	81,7	30.331,37 €	24	428,12 €	42,3	18.121,37 €
25	386,03 €	81,3	31.386,90 €	25	445,25 €	42,1	18.752,00 €
Ukupno			470.443,67€	Ukupno			281.064,99 €

Tabela 68. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 15. godine prema varijanti „a“ i varijanti „b“ za OŠ „Knez Ivo od Semberije“

Varijanta a				Varijanta b			
Otkupna cijena, godišnja proizvodnja i bruto prihod				Otkupna cijena, godišnja proizvodnja i bruto prihod			
Godina	€/MWh	Godišnja proizvodnja MWh	Ukupni prihod €	Godina	€/MWh	Godišnja proizvodnja MWh	Ukupni prihod €
1	150,60 €	91,7	13.810,02 €	1	173,70 €	47,5	8.250,75 €
2	150,60 €	91,2	13.740,97 €	2	173,70 €	47,3	8.209,50 €
3	150,60 €	90,8	13.672,27 €	3	173,70 €	47,0	8.168,45 €
4	150,60 €	90,3	13.603,90 €	4	173,70 €	46,8	8.127,61 €
5	150,60 €	89,9	13.535,88 €	5	173,70 €	46,6	8.086,97 €
6	150,60 €	89,4	13.468,20 €	6	173,70 €	46,3	8.046,53 €
7	150,60 €	89,0	13.400,86 €	7	173,70 €	46,1	8.006,30 €
8	150,60 €	88,5	13.333,86 €	8	173,70 €	45,9	7.966,27 €
9	150,60 €	88,1	13.267,19 €	9	173,70 €	45,6	7.926,44 €
10	150,60 €	87,7	13.200,85 €	10	173,70 €	45,4	7.886,81 €
11	150,60 €	87,2	13.134,85 €	11	173,70 €	45,2	7.847,37 €
12	150,60 €	86,8	13.069,18 €	12	173,70 €	45,0	7.808,14 €
13	150,60 €	86,3	13.003,83 €	13	173,70 €	44,7	7.769,09 €
14	150,60 €	85,9	12.938,81 €	14	173,70 €	44,5	7.730,25 €
15	150,60 €	85,5	12.874,12 €	15	173,70 €	44,3	7.691,60 €
16	271,22 €	85,1	23.069,63 €	16	312,82 €	44,1	13.782,87 €
17	282,07 €	84,6	23.872,45 €	17	325,34 €	43,8	14.262,52 €
18	293,35 €	84,2	24.703,21 €	18	338,35 €	43,6	14.758,85 €
19	305,09 €	83,8	25.562,89 €	19	351,88 €	43,4	15.272,46 €
20	317,29 €	83,4	26.452,47 €	20	365,96 €	43,2	15.803,94 €
21	329,98 €	83,0	27.373,02 €	21	380,60 €	43,0	16.353,92 €
22	343,18 €	82,5	28.325,60 €	22	395,82 €	42,8	16.923,03 €
23	356,91 €	82,1	29.311,33 €	23	411,65 €	42,5	17.511,96 €
24	371,19 €	81,7	30.331,37 €	24	428,12 €	42,3	18.121,37 €
25	386,03 €	81,3	31.386,90 €	25	445,25 €	42,1	18.752,00 €
Ukupno			470.443,67€	Ukupno			281.064,99 €

Tabela 69. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 15. godine prema varijanti „b“ za OŠ „Dvorovi“

Varijanta b			
Otkupna cijena, godišnja proizvodnja i bruto prihod			
Godina	€/MWh	Godišnja proizvodnja MWh	Ukupni prihod €
1	173,70 €	49,4	8.580,78 €
2	173,70 €	49,2	8.537,88 €
3	173,70 €	48,9	8.495,19 €
4	173,70 €	48,7	8.452,71 €
5	173,70 €	48,4	8.410,45 €
6	173,70 €	48,2	8.368,39 €
7	173,70 €	47,9	8.326,55 €
8	173,70 €	47,7	8.284,92 €
9	173,70 €	47,5	8.243,50 €
10	173,70 €	47,2	8.202,28 €
11	173,70 €	47,0	8.161,27 €
12	173,70 €	46,7	8.120,46 €
13	173,70 €	46,5	8.079,86 €
14	173,70 €	46,3	8.039,46 €
15	173,70 €	46,1	7.999,26 €
16	312,82 €	45,8	14.334,19 €
17	325,34 €	45,6	14.833,02 €
18	338,35 €	45,4	15.349,21 €
19	351,88 €	45,1	15.883,36 €
20	365,96 €	44,9	16.436,10 €
21	380,60 €	44,7	17.008,08 €
22	395,82 €	44,5	17.599,96 €
23	411,65 €	44,2	18.212,43 €
24	428,12 €	44,0	18.846,23 €
25	445,25 €	43,8	19.502,08 €
Ukupno			292.307,59€

Tabela 70. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 12. godine prema varijanti „a“ za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara

Varijanta a			
Otkupna cijena, godišnja proizvodnja i bruto prihod			
Godina	€/MWh	Godišnja proizvodnja MWh	Ukupni prihod €
1	206,60 €	29,3	6.053,38 €
2	208,05 €	29,2	6.065,27 €
3	209,50 €	29,0	6.077,19 €
4	210,97 €	28,9	6.089,13 €
5	212,45 €	28,7	6.101,10 €
6	213,93 €	28,6	6.113,09 €
7	215,43 €	28,4	6.125,10 €
8	216,94 €	28,3	6.137,14 €
9	218,46 €	28,1	6.149,20 €
10	219,99 €	28,0	6.161,28 €
11	221,53 €	27,9	6.173,39 €
12	223,08 €	27,7	6.185,52 €
13	372,07 €	27,6	10.265,38 €
14	386,96 €	27,5	10.622,61 €
15	402,44 €	27,3	10.992,28 €
16	418,53 €	27,2	11.374,81 €
17	435,28 €	27,0	11.770,66 €
18	452,69 €	26,9	12.180,28 €
19	470,79 €	26,8	12.604,15 €
20	489,63 €	26,6	13.042,77 €
21	509,21 €	26,5	13.496,66 €
22	529,58 €	26,4	13.966,35 €
23	550,76 €	26,2	14.452,37 €
24	572,79 €	26,1	14.955,32 €
25	595,70 €	26,0	15.475,76 €
Ukupno			238.630,19€

Tabela 71. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 12. godine prema varijanti „a“ za OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski

Varijanta a			
Otkupna cijena, godišnja proizvodnja i bruto prihod			
Godina	€/MWh	Godišnja proizvodnja MWh	Ukupni prihod €
1	206,60 €	10,9	2.251,94 €
2	208,05 €	10,8	2.256,37 €
3	209,50 €	10,8	2.260,80 €
4	210,97 €	10,7	2.265,24 €
5	212,45 €	10,7	2.269,69 €
6	213,93 €	10,6	2.274,15 €
7	215,43 €	10,6	2.278,62 €
8	216,94 €	10,5	2.283,10 €
9	218,46 €	10,5	2.287,58 €
10	219,99 €	10,4	2.292,08 €
11	221,53 €	10,4	2.296,58 €
12	223,08 €	10,3	2.301,10 €
13	372,07 €	10,3	3.818,86 €
14	386,96 €	10,2	3.951,76 €
15	402,44 €	10,2	4.089,28 €
16	418,53 €	10,1	4.231,59 €
17	435,28 €	10,1	4.378,84 €
18	452,69 €	10,0	4.531,23 €
19	470,79 €	10,0	4.688,92 €
20	489,63 €	9,9	4.852,09 €
21	509,21 €	9,9	5.020,94 €
22	529,58 €	9,8	5.195,67 €
23	550,76 €	9,8	5.376,48 €
24	572,79 €	9,7	5.563,58 €
25	595,70 €	9,7	5.757,19 €
Ukupno			88.773,69€

Tabela 72. Procjena prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 12. godine prema varijanti „a“ za OŠ „Nikola Tesla“ Dublje

Varijanta a			
Otkupna cijena, godišnja proizvodnja i bruto prihod			
Godina	€/MWh	Godišnja proizvodnja MWh	Ukupni prihod €
1	209,41 €	38,5	8.062,29 €
2	210,88 €	38,3	8.078,13 €
3	212,35 €	38,1	8.094,00 €
4	213,84 €	37,9	8.109,91 €
5	215,34 €	37,7	8.125,84 €
6	216,84 €	37,5	8.141,81 €
7	218,36 €	37,4	8.157,81 €
8	219,89 €	37,2	8.173,84 €
9	221,43 €	37,0	8.189,90 €
10	222,98 €	36,8	8.205,99 €
11	224,54 €	36,6	8.222,12 €
12	226,11 €	36,4	8.238,27 €
13	377,14 €	36,3	13.672,10 €
14	392,22 €	36,1	14.147,89 €
15	407,91 €	35,9	14.640,23 €
16	424,23 €	35,7	15.149,72 €
17	441,20 €	35,5	15.676,93 €
18	458,84 €	35,4	16.222,48 €
19	477,20 €	35,2	16.787,02 €
20	496,28 €	35,0	17.371,21 €
21	516,14 €	34,8	17.975,73 €
22	536,78 €	34,7	18.601,29 €
23	558,25 €	34,5	19.248,61 €
24	580,58 €	34,3	19.918,46 €
25	603,81 €	34,1	20.611,63 €
Ukupno			317.823,20 €

Ukupni procijenjeni prihodi ostvareni na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama za vrijeme zaključenja ugovora o garantovanom otkupnu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na 15 godina za razmatrane objekte u gradu Bijeljina i 12 godina za razmatrane objekte u opštini Bogatić i tržišnim cijenama nakon tog perioda, prema varijanti „a“ iznose 2.018.477,74 EUR, dok prema varijanti „b“ iznose 879.648,33 EUR. Prihodi za objekat Osnovne škole i sportske sale „Dvorovi“ uzeti su u obzir u ukupnom iznosu u obje varijante zbog toga što je na tom objektu moguće postavljanje solarnih sistema i ostvarivanje prihoda bez potrebnih građevinskih radova, dok je za sve objekte na opštini Bogatić to moguće samo u slučaju varijante „a“.

Rekapitulacija procijenjenih prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama za vrijeme zaključenja ugovora o garantovanom otkupnu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na 15 godina za razmatrane objekte u gradu Bijeljina i 12 godina za razmatrane objekte u opštini Bogatić i tržišnim cijenama nakon tog perioda, kao i mogućim varijantama data je u narednoj tabeli.

Tabela 73. Rekapitulacija procijenjenih prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama po razmatranim objektima

REKAPITULACIJA PRIHODA	VARIJANTA A	VARIJANTA B	VARIJANTA A (%)	VARIJANTA B (%)
Dvorana gimnazije "Filip Višnjić", Bijeljina	610.499,41 €	306.275,76 €	44,46%	34,82%
OŠ "Knez Ivo od Semberije", Bijeljina	470.443,67 €	281.064,99 €	34,26%	31,95%
OŠ i sportska sala "Dvorovi", Bijeljina	292.307,59 €	292.307,59 €	21,29%	33,23%
GRAD BIJELJINA	1.373.250,67 €	879.648,33 €	68,03%	100,00%
OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara, Bogatić	238.630,19 €	- €	36,98%	0,00%
OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski, Bogatić	88.773,69 €	- €	13,76%	0,00%
OŠ "Nikola Tesla" Dublje, Bogatić	317.823,20 €	- €	49,26%	0,00%
OPŠTINA BOGATIĆ	645.227,07 €	- €	31,97%	0,00%
UKUPNO	2.018.477,74 €	879.648,33 €	100,00%	100,00%

5.10.3 Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda s potrošnjom električne energije

Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije prema razmatranim objektima urađeno je na osnovu procijenjenih prihoda ostvarenih na osnovu prodaje električne energije po feed-in tarifama za vrijeme zaključenja ugovora o garantovanom otkupu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na 15 godina za razmatrane objekte u gradu Bijeljina i 12 godina za razmatrane objekte u opštini Bogatić, tržišnih cijena nakon tog perioda i potrošnje električne energije za 2012. godinu.

Potrošnja električne energije za 2012. godinu prikazana je u narednoj tabeli (prema podacima dobijenim od menadžmenta objekata).

Tabela 74. Potrošnja električne energije za 2012. godinu za razmatrane objekte

	Dvorana gimnazije "Filip Višnjić"	OŠ "Knez Ivo od Semberije"	OŠ i sportska sala "Dvorovi"	OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara	OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski	OŠ "Nikola Tesla" Dublje
Potrošnja električne energije (kWh)	56.760	64.750	35.000	19.320	3.553	4.4400
Troškovi za električnu energiju (€)	6.415,69	6.394,88	2.453,18	1.666,39	306,48	2.943,15

Pregled poređenja godišnje proizvodnje električne energije i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije prema razmatranim objektima prikazani su u narednim tabelama.

Tabela 75. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za dvoranu Gimnazije "Filip Višnjić"

Varijanta a						
Godišnja proizvodnja i bruto prihod			Potrošnja električne energije		Razlika	
God	MWh	€	MWh	€	MWh	€
1	119,0	17.921,40 €	56,8	6.415,69 €	62,2	11.505,71 €
2	118,4	17.831,79 €	56,8	6.415,69 €	61,6	11.416,10 €
3	117,8	17.742,63 €	56,8	6.415,69 €	61,1	11.326,94 €
4	117,2	17.653,92 €	56,8	6.415,69 €	60,5	11.238,23 €
5	116,6	17.565,65 €	56,8	6.415,69 €	59,9	11.149,96 €
6	116,1	17.477,82 €	56,8	6.415,69 €	59,3	11.062,13 €
7	115,5	17.390,43 €	56,8	6.415,69 €	58,7	10.974,74 €
8	114,9	17.303,48 €	56,8	6.415,69 €	58,1	10.887,79 €
9	114,3	17.216,96 €	56,8	6.415,69 €	57,6	10.801,27 €
10	113,8	17.130,88 €	56,8	6.415,69 €	57,0	10.715,19 €
11	113,2	17.045,23 €	56,8	6.415,69 €	56,4	10.629,53 €
12	112,6	16.960,00 €	56,8	6.415,69 €	55,9	10.544,31 €
13	112,1	16.875,20 €	56,8	6.415,69 €	55,3	10.459,51 €
14	111,5	16.790,82 €	56,8	6.415,69 €	54,7	10.375,13 €
15	110,9	16.706,87 €	56,8	6.415,69 €	54,2	10.291,18 €
16	110,4	29.937,69 €	56,8	6.415,69 €	53,6	23.522,00 €
17	109,8	30.979,52 €	56,8	6.415,69 €	53,1	24.563,83 €
18	109,3	32.057,61 €	56,8	6.415,69 €	52,5	25.641,91 €
19	108,7	33.173,21 €	56,8	6.415,69 €	52,0	26.757,52 €
20	108,2	34.327,64 €	56,8	6.415,69 €	51,4	27.911,95 €
21	107,6	35.522,24 €	56,8	6.415,69 €	50,9	29.106,55 €
22	107,1	36.758,41 €	56,8	6.415,69 €	50,4	30.342,72 €
23	106,6	38.037,61 €	56,8	6.415,69 €	49,8	31.621,92 €
24	106,0	39.361,31 €	56,8	6.415,69 €	49,3	32.945,62 €
25	105,5	40.731,09 €	56,8	6.415,69 €	48,8	34.315,40 €
Ukupno		610.499,41 €		160.392,26 €		450.107,15 €

Varijanta b						
Godišnja proizvodnja i bruto prihod			Potrošnja električne energije		Razlika	
God	MWh	€	MWh	€	MWh	€
1	59,7	8.990,82 €	56,8	6.415,69 €	2,9	2.575,13 €
2	59,4	8.945,87 €	56,8	6.415,69 €	2,6	2.530,18 €
3	59,1	8.901,14 €	56,8	6.415,69 €	2,3	2.485,45 €
4	58,8	8.856,63 €	56,8	6.415,69 €	2,0	2.440,94 €
5	58,5	8.812,35 €	56,8	6.415,69 €	1,7	2.396,66 €
6	58,2	8.768,29 €	56,8	6.415,69 €	1,4	2.352,60 €
7	57,9	8.724,44 €	56,8	6.415,69 €	1,1	2.308,75 €
8	57,6	8.680,82 €	56,8	6.415,69 €	0,8	2.265,13 €
9	57,4	8.637,42 €	56,8	6.415,69 €	0,6	2.221,73 €
10	57,1	8.594,23 €	56,8	6.415,69 €	0,3	2.178,54 €
11	56,8	8.551,26 €	56,8	6.415,69 €	0,0	2.135,57 €
12	56,5	8.508,50 €	56,8	6.415,69 €	-0,3	2.092,81 €
13	56,2	8.465,96 €	56,8	6.415,69 €	-0,6	2.050,27 €
14	55,9	8.423,63 €	56,8	6.415,69 €	-0,9	2.007,94 €
15	55,7	8.381,51 €	56,8	6.415,69 €	-1,1	1.965,82 €
16	55,4	15.019,16 €	56,8	6.415,69 €	-1,4	8.603,47 €
17	55,1	15.541,83 €	56,8	6.415,69 €	-1,7	9.126,14 €
18	54,8	16.082,68 €	56,8	6.415,69 €	-2,0	9.666,99 €
19	54,5	16.642,36 €	56,8	6.415,69 €	-2,3	10.226,67 €
20	54,3	17.221,51 €	56,8	6.415,69 €	-2,5	10.805,82 €
21	54,0	17.820,82 €	56,8	6.415,69 €	-2,8	11.405,13 €
22	53,7	18.440,99 €	56,8	6.415,69 €	-3,1	12.025,30 €
23	53,5	19.082,73 €	56,8	6.415,69 €	-3,3	12.667,04 €
24	53,2	19.746,81 €	56,8	6.415,69 €	-3,6	13.331,12 €
25	52,9	20.434,00 €	56,8	6.415,69 €	-3,9	14.018,31 €
Ukupno		306.275,76 €		160.392,26 €		145.883,50 €

Tabela 76. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Knez Ivo od Semberije“

Varijanta a						
Godišnja proizvodnja i bruto prihod			Potrošnja električne energije		Razlika	
God	MWh	€	MWh	€	MWh	€
1	91,7	13.810,02 €	64,75	6.394,88 €	27,0	7.415,14 €
2	91,2	13.740,97 €	64,75	6.394,88 €	26,5	7.346,09 €
3	90,8	13.672,27 €	64,75	6.394,88 €	26,1	7.277,39 €
4	90,3	13.603,90 €	64,75	6.394,88 €	25,6	7.209,02 €
5	89,9	13.535,88 €	64,75	6.394,88 €	25,2	7.141,00 €
6	89,4	13.468,20 €	64,75	6.394,88 €	24,7	7.073,32 €
7	89,0	13.400,86 €	64,75	6.394,88 €	24,3	7.005,98 €
8	88,5	13.333,86 €	64,75	6.394,88 €	23,8	6.938,98 €
9	88,1	13.267,19 €	64,75	6.394,88 €	23,4	6.872,31 €
10	87,7	13.200,85 €	64,75	6.394,88 €	23,0	6.805,97 €
11	87,2	13.134,85 €	64,75	6.394,88 €	22,5	6.739,97 €
12	86,8	13.069,18 €	64,75	6.394,88 €	22,1	6.674,30 €
13	86,3	13.003,83 €	64,75	6.394,88 €	21,6	6.608,95 €
14	85,9	12.938,81 €	64,75	6.394,88 €	21,2	6.543,93 €
15	85,5	12.874,12 €	64,75	6.394,88 €	20,8	6.479,24 €
16	85,1	23.069,63 €	64,75	6.394,88 €	20,4	16.674,75 €
17	84,6	23.872,45 €	64,75	6.394,88 €	19,9	17.477,57 €
18	84,2	24.703,21 €	64,75	6.394,88 €	19,5	18.308,33 €
19	83,8	25.562,89 €	64,75	6.394,88 €	19,1	19.168,01 €
20	83,4	26.452,47 €	64,75	6.394,88 €	18,7	20.057,59 €
21	83,0	27.373,02 €	64,75	6.394,88 €	18,3	20.978,14 €
22	82,5	28.325,60 €	64,75	6.394,88 €	17,8	21.930,72 €
23	82,1	29.311,33 €	64,75	6.394,88 €	17,4	22.916,45 €
24	81,7	30.331,37 €	64,75	6.394,88 €	17,0	23.936,49 €
25	81,3	31.386,90 €	64,75	6.394,88 €	16,6	24.992,02 €
Ukupno		470.443,66 €		159.871,90 €		310.571,76 €

Varijanta b						
Godišnja proizvodnja i bruto prihod			Potrošnja električne energije		Razlika	
God	MWh	€	MWh	€	MWh	€
1	47,5	8.250,75 €	64,75	6.394,88 €	-17,3	1.855,87 €
2	47,3	8.209,50 €	64,75	6.394,88 €	-17,5	1.814,62 €
3	47,0	8.168,45 €	64,75	6.394,88 €	-17,8	1.773,57 €
4	46,8	8.127,61 €	64,75	6.394,88 €	-18,0	1.732,73 €
5	46,6	8.086,97 €	64,75	6.394,88 €	-18,2	1.692,09 €
6	46,3	8.046,53 €	64,75	6.394,88 €	-18,5	1.651,65 €
7	46,1	8.006,30 €	64,75	6.394,88 €	-18,7	1.611,42 €
8	45,9	7.966,27 €	64,75	6.394,88 €	-18,9	1.571,39 €
9	45,6	7.926,44 €	64,75	6.394,88 €	-19,2	1.531,56 €
10	45,4	7.886,81 €	64,75	6.394,88 €	-19,4	1.491,93 €
11	45,2	7.847,37 €	64,75	6.394,88 €	-19,6	1.452,49 €
12	45,0	7.808,14 €	64,75	6.394,88 €	-19,8	1.413,26 €
13	44,7	7.769,09 €	64,75	6.394,88 €	-20,1	1.374,21 €
14	44,5	7.730,25 €	64,75	6.394,88 €	-20,3	1.335,37 €
15	44,3	7.691,60 €	64,75	6.394,88 €	-20,5	1.296,72 €
16	44,1	13.782,87 €	64,75	6.394,88 €	-20,7	7.387,99 €
17	43,8	14.262,52 €	64,75	6.394,88 €	-21,0	7.867,64 €
18	43,6	14.758,85 €	64,75	6.394,88 €	-21,2	8.363,97 €
19	43,4	15.272,46 €	64,75	6.394,88 €	-21,4	8.877,58 €
20	43,2	15.803,94 €	64,75	6.394,88 €	-21,6	9.409,06 €
21	43,0	16.353,92 €	64,75	6.394,88 €	-21,8	9.959,04 €
22	42,8	16.923,03 €	64,75	6.394,88 €	-22,0	10.528,15 €
23	42,5	17.511,96 €	64,75	6.394,88 €	-22,3	11.117,08 €
24	42,3	18.121,37 €	64,75	6.394,88 €	-22,5	11.726,49 €
25	42,1	18.752,00 €	64,75	6.394,88 €	-22,7	12.357,12 €
Ukupno		306.275,76 €		159.871,90 €		121.193,10 €

Tabela 77. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Dvorovi“

Varijanta b						
Godišnja proizvodnja i bruto prihod			Potrošnja električne energije		Razlika	
God	MWh	€	MWh	€	MWh	€
1	49,4	8.580,78 €	35,00	2.453,18 €	14,4	6.127,60 €
2	49,2	8.537,88 €	35,00	2.453,18 €	14,2	6.084,70 €
3	48,9	8.495,19 €	35,00	2.453,18 €	13,9	6.042,01 €
4	48,7	8.452,71 €	35,00	2.453,18 €	13,7	5.999,53 €
5	48,4	8.410,45 €	35,00	2.453,18 €	13,4	5.957,27 €
6	48,2	8.368,39 €	35,00	2.453,18 €	13,2	5.915,21 €
7	47,9	8.326,55 €	35,00	2.453,18 €	12,9	5.873,37 €
8	47,7	8.284,92 €	35,00	2.453,18 €	12,7	5.831,74 €
9	47,5	8.243,50 €	35,00	2.453,18 €	12,5	5.790,32 €
10	47,2	8.202,28 €	35,00	2.453,18 €	12,2	5.749,10 €
11	47,0	8.161,27 €	35,00	2.453,18 €	12,0	5.708,09 €
12	46,7	8.120,46 €	35,00	2.453,18 €	11,7	5.667,28 €
13	46,5	8.079,86 €	35,00	2.453,18 €	11,5	5.626,68 €
14	46,3	8.039,46 €	35,00	2.453,18 €	11,3	5.586,28 €
15	46,1	7.999,26 €	35,00	2.453,18 €	11,1	5.546,08 €
16	45,8	14.334,19 €	35,00	2.453,18 €	10,8	11.881,01 €
17	45,6	14.833,02 €	35,00	2.453,18 €	10,6	12.379,84 €
18	45,4	15.349,21 €	35,00	2.453,18 €	10,4	12.896,03 €
19	45,1	15.883,36 €	35,00	2.453,18 €	10,1	13.430,18 €
20	44,9	16.436,10 €	35,00	2.453,18 €	9,9	13.982,92 €
21	44,7	17.008,08 €	35,00	2.453,18 €	9,7	14.554,90 €
22	44,5	17.599,96 €	35,00	2.453,18 €	9,5	15.146,78 €
23	44,2	18.212,43 €	35,00	2.453,18 €	9,2	15.759,25 €
24	44,0	18.846,23 €	35,00	2.453,18 €	9,0	16.393,05 €
25	43,8	19.502,08 €	35,00	2.453,18 €	8,8	17.048,90 €
Ukupno		292.307,62 €		61.329,46 €		230.978,16 €

Tabela 78. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Janko Veselinović“ Crna Bara

Varijanta a						
Godišnja proizvodnja i bruto prihod			Potrošnja električne energije		Razlika	
God	MWh	€	MWh	€	MWh	€
1	29,3	6.053,38 €	19,32	1.666,39 €	10,0	4.386,99 €
2	29,2	6.065,27 €	19,32	1.666,39 €	9,9	4.398,88 €
3	29,0	6.077,19 €	19,32	1.666,39 €	9,7	4.410,80 €
4	28,9	6.089,13 €	19,32	1.666,39 €	9,6	4.422,74 €
5	28,7	6.101,10 €	19,32	1.666,39 €	9,4	4.434,71 €
6	28,6	6.113,09 €	19,32	1.666,39 €	9,3	4.446,70 €
7	28,4	6.125,10 €	19,32	1.666,39 €	9,1	4.458,71 €
8	28,3	6.137,14 €	19,32	1.666,39 €	9,0	4.470,75 €
9	28,1	6.149,20 €	19,32	1.666,39 €	8,8	4.482,81 €
10	28,0	6.161,28 €	19,32	1.666,39 €	8,7	4.494,89 €
11	27,9	6.173,39 €	19,32	1.666,39 €	8,6	4.507,00 €
12	27,7	6.185,52 €	19,32	1.666,39 €	8,4	4.519,13 €
13	27,6	10.265,38 €	19,32	1.666,39 €	8,3	8.598,99 €
14	27,5	10.622,61 €	19,32	1.666,39 €	8,2	8.956,22 €
15	27,3	10.992,28 €	19,32	1.666,39 €	8,0	9.325,89 €
16	27,2	11.374,81 €	19,32	1.666,39 €	7,9	9.708,42 €
17	27,0	11.770,66 €	19,32	1.666,39 €	7,7	10.104,27 €
18	26,9	12.180,28 €	19,32	1.666,39 €	7,6	10.513,89 €
19	26,8	12.604,15 €	19,32	1.666,39 €	7,5	10.937,76 €
20	26,6	13.042,77 €	19,32	1.666,39 €	7,3	11.376,38 €
21	26,5	13.496,66 €	19,32	1.666,39 €	7,2	11.830,27 €
22	26,4	13.966,35 €	19,32	1.666,39 €	7,1	12.299,96 €
23	26,2	14.452,37 €	19,32	1.666,39 €	6,9	12.785,98 €
24	26,1	14.955,32 €	19,32	1.666,39 €	6,8	13.288,93 €
25	26,0	15.475,76 €	19,32	1.666,39 €	6,7	13.809,37 €
Ukupno		238.630,19 €		41.659,75 €		196.970,44 €

Tabela 79. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski

Varijanta a						
Godišnja proizvodnja i bruto prihod			Potrošnja električne energije		Razlika	
God	MWh	€	MWh	€	MWh	€
1	10,9	2.251,94 €	3,6	306,48 €	7,3	1.945,46 €
2	10,8	2.256,37 €	3,6	306,48 €	7,2	1.949,89 €
3	10,8	2.260,80 €	3,6	306,48 €	7,2	1.954,32 €
4	10,7	2.265,24 €	3,6	306,48 €	7,1	1.958,76 €
5	10,7	2.269,69 €	3,6	306,48 €	7,1	1.963,21 €
6	10,6	2.274,15 €	3,6	306,48 €	7,0	1.967,67 €
7	10,6	2.278,62 €	3,6	306,48 €	7,0	1.972,14 €
8	10,5	2.283,10 €	3,6	306,48 €	6,9	1.976,62 €
9	10,5	2.287,58 €	3,6	306,48 €	6,9	1.981,10 €
10	10,4	2.292,08 €	3,6	306,48 €	6,8	1.985,60 €
11	10,4	2.296,58 €	3,6	306,48 €	6,8	1.990,10 €
12	10,3	2.301,10 €	3,6	306,48 €	6,7	1.994,62 €
13	10,3	3.818,86 €	3,6	306,48 €	6,7	3.512,38 €
14	10,2	3.951,76 €	3,6	306,48 €	6,6	3.645,28 €
15	10,2	4.089,28 €	3,6	306,48 €	6,6	3.782,80 €
16	10,1	4.231,59 €	3,6	306,48 €	6,5	3.925,11 €
17	10,1	4.378,84 €	3,6	306,48 €	6,5	4.072,36 €
18	10,0	4.531,23 €	3,6	306,48 €	6,4	4.224,75 €
19	10,0	4.688,92 €	3,6	306,48 €	6,4	4.382,44 €
20	9,9	4.852,09 €	3,6	306,48 €	6,3	4.545,61 €
21	9,9	5.020,94 €	3,6	306,48 €	6,3	4.714,46 €
22	9,8	5.195,67 €	3,6	306,48 €	6,2	4.889,19 €
23	9,8	5.376,48 €	3,6	306,48 €	6,2	5.070,00 €
24	9,7	5.563,58 €	3,6	306,48 €	6,1	5.257,10 €
25	9,7	5.757,19 €	3,6	306,48 €	6,1	5.450,71 €
Ukupno		88.773,68 €		7.662,00 €		81.111,68 €

Tabela 80. Poređenje godišnje proizvodnje i bruto prihoda sa potrošnjom električne energije za OŠ „Nikola Tesla“ Dublje

Varijanta a						
Godišnja proizvodnja i bruto prihod			Potrošnja električne energije		Razlika	
God	MWh	€	MWh	€	MWh	€
1	38,5	8.062,29 €	44,4	2.943,15 €	-5,9	5.119,14 €
2	38,3	8.078,13 €	44,4	2.943,15 €	-6,1	5.134,98 €
3	38,1	8.094,00 €	44,4	2.943,15 €	-6,3	5.150,85 €
4	37,9	8.109,91 €	44,4	2.943,15 €	-6,5	5.166,76 €
5	37,7	8.125,84 €	44,4	2.943,15 €	-6,7	5.182,69 €
6	37,5	8.141,81 €	44,4	2.943,15 €	-6,9	5.198,66 €
7	37,4	8.157,81 €	44,4	2.943,15 €	-7,0	5.214,66 €
8	37,2	8.173,84 €	44,4	2.943,15 €	-7,2	5.230,69 €
9	37,0	8.189,90 €	44,4	2.943,15 €	-7,4	5.246,75 €
10	36,8	8.205,99 €	44,4	2.943,15 €	-7,6	5.262,84 €
11	36,6	8.222,12 €	44,4	2.943,15 €	-7,8	5.278,97 €
12	36,4	8.238,27 €	44,4	2.943,15 €	-8,0	5.295,12 €
13	36,3	13.672,10 €	44,4	2.943,15 €	-8,1	10.728,95 €
14	36,1	14.147,89 €	44,4	2.943,15 €	-8,3	11.204,74 €
15	35,9	14.640,23 €	44,4	2.943,15 €	-8,5	11.697,08 €
16	35,7	15.149,72 €	44,4	2.943,15 €	-8,7	12.206,57 €
17	35,5	15.676,93 €	44,4	2.943,15 €	-8,9	12.733,78 €
18	35,4	16.222,48 €	44,4	2.943,15 €	-9,0	13.279,33 €
19	35,2	16.787,02 €	44,4	2.943,15 €	-9,2	13.843,87 €
20	35,0	17.371,21 €	44,4	2.943,15 €	-9,4	14.428,06 €
21	34,8	17.975,73 €	44,4	2.943,15 €	-9,6	15.032,58 €
22	34,7	18.601,29 €	44,4	2.943,15 €	-9,7	15.658,14 €
23	34,5	19.248,61 €	44,4	2.943,15 €	-9,9	16.305,46 €
24	34,3	19.918,46 €	44,4	2.943,15 €	-10,1	16.975,31 €
25	34,1	20.611,63 €	44,4	2.943,15 €	-10,3	17.668,48 €
Ukupno		317.823,21 €		73.578,75 €		244.244,46 €

Iz prethodnih tabela je vidljivo da je za sve objekte, osim za objekat dvorane Gimnazije „Filip Višnjić“ u varijanti „b“, OŠ „Knez Ivo od Semberije“ u varijanti „b“ i objekat OŠ „Nikola Tesla“ Dublje, moguće ostvariti višak proizvedene i utrošene električne energije, te ti objekti mogu podmiriti svoje potrebe za električnom energijom. Ukoliko se posmatraju razlika cijena električne energije po feed-in tarifama za vrijeme zaključenja ugovora o garantovanom otkupu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na 15 godina za razmatrane objekte u gradu Bijeljina i 12 godina za razmatrane objekte u opštini Bogatić, tržišne cijene nakon tog perioda i cijene potrošnje električne energije za 2012. godinu, za razmatrane objekte se u svim godinama ostvaruje pozitivna razlika.

5.10.4 Ocjena isplativosti investicije po razmatranim objektima

Na osnovu prethodnih parametara i projekcija urađena je projekcija novčanih tokova kao razlika između pozitivnih i negativnih novčanih tokova u vijeku efektuiranja projekta. Pozitivni novčani tokovi predstavljaju prihode koji se očekuju godišnje za cijeli vijek projekta, odnosno prihodi od prodaje električne energije po feed-in tarifama i tržišnim cijenama nakon 12. godine, dok su negativni novčani tokovi sve kategorije rashoda (troškovi kamata i otplate kredita, te troškovi održavanja i osiguranja) koje se očekuju u vijeku projekta.

Također, na osnovu istih parametara i projekcija, izvršena je analiza projekta po osnovnim metodama ocjene investicionih projekata utvrđenim na osnovu izvještaja o novčanim tokovima kada se posmatraju sa gledišta vlasnika projekta (IRR, NPV, rok povrata) i izvještaja koji se odnosi na novčane tokove kada se posmatraju sa gledišta investitora ili finansijske institucije (ADSCR i DSCR).

Posmatrajući sa aspekta vlasnika projekta, s obzirom da je IRR veća od diskontne stope za sve razmatrane objekte, NPV je pozitivna, osim za OŠ „Laza Lazarević“ Salaš Crnobarski. U skladu sa tim, projekat će biti u mogućnosti da pokrije troškove poslovanja, troškove novca od 4%, te imati i porast vrijednosti u vijeku efektuiranja projekta. Veoma je važno napomenuti da su sve analize rađene sa uračunatim troškovima amortizacije, što podrazumijeva da će na kraju vijeka efektuiranja projekta biti akumulisana dovoljna finansijska sredstva za nabavku nove opreme za nastavak rada odnosno investiranje. Rok povrata investicija se kreće od 17 do 23 godine.

Međutim, posmatrajući sa aspekta investitora ili finansijske institucije osnovni zaključak ove analize je da projekat ne generiše dovoljno novca u periodu prvih 12, odnosno 15 godina za koje traje otplate kredita da pokrije troškove novca od 4% (troškove kamata) i otplate kredita, jer su finansijski pokazatelji ADSCR i DSCR manji od 1. ADSCR i DSCR vrijednosti pokazuju da se u svim slučajevima projekat susreće s poteškoćama u svih 12, odnosno 15 godina otplatnog perioda, jer su tada ADSCR vrijednosti ispod 1. DSCR vrijednosti također pokazuju da se projekat neće moći kvalifikovati za *bridge financing* (finansijsko premoštavanje).

Tabela 81. Finansijski indikatori po razmatranim objektima

Finansijski indikatori	DVORANA GIMNAZIJE "FILIP VIŠNJIĆ", BIJE LJINA		OŠ "KNEZ IVO OD SEMBERIJE", BIJE LJINA		OŠ I SPORTSKA SALA "DVOROVI", BIJE LJINA	OŠ "JANKO VESELINOVIĆ" CRNA BARA, BOGATIĆ	OŠ "LAZA LAZAREVIĆ" SALAŠ CRNOBARSKI, BOGATIĆ	OŠ "NIKOLA TESLA" DUBLJE, BOGATIĆ
	Varijanta a	Varijanta b	Varijanta a	Varijanta b	Varijanta b	Varijanta a	Varijanta a	Varijanta a
Neto sadašnja vrijednost (NPV)	54.869,18 €	20.246,84 €	20.841,78 €	27.635,46 €	30.185,26 €	27.544,27 €	-11.770,91 €	48.568,94 €
Interna stopa povrata (IRR)	8,30%	7,19%	5,87%	9,56%	9,92%	9,79%	-	12,36%
Vrijeme povrata (godina)	21	22	23	21	20	19	-	17
Indikator pokrivenosti duga (ADSCR)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)
Indikator sposobnosti zaduživanja (DSCR)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)	<1 (u svim godinama)

5.11 Scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije

5.11.1 Investicioni troškovi

Investicioni troškovi korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije obuhvataju ulaganja u opremu za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima koju čine vakuumski solarni kolektor, komplet sa potrebnom potkonstrukcijom i pločasti solarni kolektor, komplet sa potrebnom pod konstrukcijom, te ulaganja u potrebnu prateću opremu i potrebne montažne radove.

Scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima uzima u obzir i građevinske radove, odnosno preporuke koje je potrebno uraditi prije postavljanja solarnih sistema prema analizi arhitektonsko-građevinske mogućnosti na razmatranim objektima. Obzirom da su vrijednosti građevinskih radova na razmatranim objektima prikazani u scenariju tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju električne energije na razmatranim objektima u ovom dijelu neće biti posebno prikazivani. Ukupni investicioni troškovi korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima prikazani su u sljedećoj tabeli.

Tabela 82. Investicioni troškovi korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije

	VARIJANTA A		VARIJANTA B	
	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda
REKAPITULACIJA INVESTICIONI TROŠKOVA				
Dvorana gimnazije "Filip Višnjić", Bijeljina	115.986,56 €	30.062,68 €	94.307,79 €	8.383,91 €
OŠ "Knez Ivo od Semberije", Bijeljina	152.675,21 €	38.487,11 €	122.572,00 €	8.383,91 €
OŠ i sportska sala "Dvorovi", Bijeljina	92.932,41 €	6.133,46 €	92.932,41 €	6.133,46 €
GRAD BIJELJINA	361.594,18 €	74.683,25 €	309.812,20 €	22.901,27 €
OŠ "Janko Veselinović" Crna Bara, Bogatić	36.635,19 €	13.347,89 €	- €	- €
OŠ "Laza Lazarević" Salaš Crnobarski, Bogatić	22.884,20 €	8.074,12 €	- €	- €
OŠ "Nikola Tesla" Dublje, Bogatić	72.290,41 €	15.590,18 €	- €	- €
OPŠTINA BOGATIĆ	131.809,79 €	37.012,19 €	- €	- €
UKUPNO INVESTICIONI TROŠKOVI	493.403,98 €	111.695,44 €	309.812,20 €	22.901,27 €

Investicioni troškovi za objekat Osnovne škole i sportske sale „Dvorovi“ su uzeti u obzir u ukupnom iznosu u obje varijante zbog toga što je na tom objektu moguće postavljanje solarnih sistema bez potrebnih građevinskih radova, dok je za sve objekte na opštini Bogatić to moguće samo u slučaju varijante „a“.

Investicioni troškovi tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima (bez troškova građevinskih radova) prikazani su u sljedećoj tabeli.

Tabela 83. Investicioni troškovi tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima (bez troškova građevinskih radova)

OPIS	DVRANA GIMNAZIJE "FILIP VIŠNJIĆ", BIJELJINA		OSNOVNA ŠKOLA „KNEZ IVO OD SEMBERIJE“, BIJELJINA		OSNOVNA ŠKOLA I SPORTSKA SALA „DVOROVI“, BIJELJINA		OSNOVNA ŠKOLA "NIKOLA TESLA" DUBLJE, BOGATIĆ		OSNOVNA ŠKOLA "JANKO VESELINOVIĆ" CRNA BARA, BOGATIĆ		OSNOVNA ŠKOLA "LAZA LAZAREVIĆ" SALAŠ CRNOBARSKI, BOGATIĆ	
	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda
Vakumski solarni kolektor komplet sa potrebnom podkonstrukcijom/Pločasti solarni kolektor komplet sa potrebnom podkonstrukcijom	55.219,52 €	2.045,17 €	73.626,03 €	2.045,17 €	55.219,52 €	1.227,10 €	36.813,02 €	1.227,10 €	3.681,30 €	1.227,10 €	9.203,25 €	1.227,10 €
Pogonska grupa solara, koja se sastoji od: cirkulaciona pumpa solara, zatvorene membranska ekspanzione posude, sigurnosni ventil, oprema u polju za automatsku regulaciju kruga solarnog grijanje.	6.135,50 €	1.508,31 €	8.180,67 €	1.508,31 €	6.135,50 €	1.278,23 €	4.090,34 €	818,07 €	4.090,34 €	818,07 €	1.278,23 €	818,07 €
Potrebna armatura za nesmetan rad instalacije, kao: - kuglasti ventil sa navojnim spojem - hvatač nečistoće sa navojnim spojem - nepovratni ventil sa navojnim spojem - armatura za punjnje solarne instalacije - alavina za pražnjenje - mjerna armatura (manometri, termometri i sl) - komplet za odzračivanje instalacije	766,94 €	255,65 €	1.022,58 €	255,65 €	766,94 €	255,65 €	562,42 €	230,08 €	562,42 €	230,08 €	460,16 €	230,08 €

OPIS	DVORANA GIMNAZIJE "FILIP VIŠNJIĆ", BIJELJINA		OSNOVNA ŠKOLA „KNEZ IVO OD SEMBERIJE“, BIJELJINA		OSNOVNA ŠKOLA I SPORTSKA SALA „DVOROVI“, BIJELJINA		OSNOVNA ŠKOLA "NIKOLA TESLA" DUBLJE, BOGATIĆ		OSNOVNA ŠKOLA "JANKO VESELINOVIĆ" CRNA BARA, BOGATIĆ		OSNOVNA ŠKOLA "LAZA LAZAREVIĆ" SALAŠ CRNOBARSKI, BOGATIĆ	
	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda	Grijanje objekta	Sanitarna topla voda
Cijevna mreža , urađena od Cu cijevi (tvrdi bakar), izolovana paro nepropusnom izolacijam iz vulkanizirane sintetičke gume, otpornom na visoke temperature	4.857,27 €	766,94 €	6.391,15 €	766,94 €	4.601,63 €	639,11 €	3.118,88 €	613,55 €	3.118,88 €	613,55 €	1.431,62 €	613,55 €
Akumulacioni rezervoar tople vode sa cijevnim izmjenjivačem (ugrađena spirala (grijač) u donjoj zoni bojlera) za spajanje solarnih kolektora sa svom potrebnom armaturom za uvezivanje u sistem i nesmetan rad	5.368,56 €	1.073,71 €	7.158,09 €	1.073,71 €	5.368,56 €	797,62 €	3.579,04 €	715,81 €	3.579,04 €	715,81 €	1.124,84 €	715,81 €
100 %-tnog ethilen-glycola, za pripravljanje nosioca toplote u solarnom sistemu	766,94 €	306,78 €	869,20 €	306,78 €	715,81 €	230,08 €	460,16 €	194,29 €	434,60 €	194,29 €	255,65 €	194,29 €
Montažni radovi koji obuhvataju montažu navedene opreme i punjnje instalacije, puštanje solarnog postrojenja u rad kod povoljnih vremenskih uslova, gruba i fina regulacija, obilježavanje opreme i cjevovoda	10.967,21 €	893,48 €	14.587,16 €	893,48 €	10.921,19 €	683,09 €	7.293,58 €	531,23 €	7.293,58 €	531,23 €	2.063,06 €	531,23 €
Radovi na prilagođavanju postojeće instalacije za uvezivanje u sistem sa instalacijama solarnog grijanja	10.225,84 €	1.533,88 €	10.737,13 €	1.533,88 €	9.203,25 €	1.022,58 €	6.135,50 €	1.022,58 €	5.879,86 €	1.022,58 €	4.345,98 €	1.022,58 €
Ukupno	94.307,79 €	8.383,91 €	122.572,00 €	8.383,91 €	92.932,41 €	6.133,46 €	62.052,94 €	5.352,71 €	28.640,01 €	5.352,71 €	20.162,80 €	5.352,71 €

5.11.2 Procjena ostvarenih ušteda nastalih korišćenjem toplotnih sistema (TS) u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju

Procjena ostvarenih ušteda nastalih korišćenjem TS sistema u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju urađena je na osnovu trenutne tržišne cijene sa uračunatim troškovima transporta od 80,00 evra po toni. U obzir je uzet i godišnji rast cijene ovog energenta od 3%. Također, procjena ostvarenih ušteda nastalih korišćenjem TS sistema u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju uzima u obzir proračun ušteda energenta u toku sezone grijanja, obrađenog u dijelu Studije koji se odnosi na analizu mogućih tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije po razmatranim objektima⁴⁷.

Tabela 84. Procjena ostvarenih ušteda nastalih korišćenjem TS sistema u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju po razmatranim objektima

GODINA	DVORANA GIMNAZIJE "FILIP VIŠNJIC"	OSNOVNA ŠKOLA „KNEZ IVO OD SEMBERIJE“	OSNOVNA ŠKOLA I SPORTSKA SALA „DVOROVI“	OSNOVNA ŠKOLA "JANKO VESELINOVIĆ" CRNA BARA	OSNOVNA ŠKOLA "LAZA LAZAREVIĆ" SALAŠ CRNOBARSKI	OSNOVNA ŠKOLA "NIKOLA TESLA" DUBLJE
1	2.549,16 €	2.427,77 €	1.869,38 €	1.568,82 €	389,46 €	423,07 €
2	2.625,63 €	2.500,60 €	1.925,47 €	1.615,88 €	401,14 €	435,76 €
3	2.704,40 €	2.575,62 €	1.983,23 €	1.664,36 €	413,17 €	448,84 €
4	2.785,54 €	2.652,89 €	2.042,73 €	1.714,29 €	425,57 €	462,30 €
5	2.869,10 €	2.732,47 €	2.104,01 €	1.765,72 €	438,34 €	476,17 €
6	2.955,18 €	2.814,45 €	2.167,13 €	1.818,69 €	451,49 €	490,46 €
7	3.043,83 €	2.898,88 €	2.232,14 €	1.873,25 €	465,03 €	505,17 €
8	3.135,15 €	2.985,85 €	2.299,11 €	1.929,45 €	478,98 €	520,33 €
9	3.229,20 €	3.075,42 €	2.368,08 €	1.987,33 €	493,35 €	535,93 €
10	3.326,08 €	3.167,69 €	2.439,12 €	2.046,95 €	508,15 €	552,01 €
11	3.425,86 €	3.262,72 €	2.512,30 €	2.108,36 €	523,40 €	568,57 €
12	3.528,63 €	3.360,60 €	2.587,66 €	2.171,61 €	539,10 €	585,63 €
13	3.634,49 €	3.461,42 €	2.665,29 €	2.236,76 €	555,27 €	603,20 €
14	3.743,53 €	3.565,26 €	2.745,25 €	2.303,86 €	571,93 €	621,30 €
15	3.855,83 €	3.672,22 €	2.827,61 €	2.372,97 €	589,09 €	639,93 €
16	3.971,51 €	3.782,38 €	2.912,44 €	2.444,16 €	606,76 €	659,13 €
17	4.090,65 €	3.895,85 €	2.999,81 €	2.517,49 €	624,96 €	678,91 €
18	4.213,37 €	4.012,73 €	3.089,81 €	2.593,01 €	643,71 €	699,27 €
19	4.339,77 €	4.133,11 €	3.182,50 €	2.670,80 €	663,02 €	720,25 €
20	4.469,97 €	4.257,11 €	3.277,98 €	2.750,93 €	682,91 €	741,86 €
21	4.604,07 €	4.384,82 €	3.376,32 €	2.833,46 €	703,40 €	764,12 €
22	4.742,19 €	4.516,36 €	3.477,60 €	2.918,46 €	724,50 €	787,04 €
23	4.884,45 €	4.651,85 €	3.581,93 €	3.006,01 €	746,24 €	810,65 €
24	5.030,99 €	4.791,41 €	3.689,39 €	3.096,19 €	768,63 €	834,97 €
25	5.181,92 €	4.935,15 €	3.800,07 €	3.189,08 €	791,68 €	860,02 €
Ukupno	92.940,50 €	88.514,64 €	68.156,37 €	57.197,88 €	14.199,28 €	15.424,89 €

⁴⁷ Obzirom da OŠ "Nikola Tesla" Dublje koristi lož ulje, urađen je preračun ušteda na bazi uglja

Kao što se vidi iz prethodne tabele, ukupno ostvarene uštede ne mogu pokriti investicioni troškovi tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije na razmatranim objektima, pa čak i bez troškova građevinskih radova i operativnih troškova.

5.12 Zaključne napomene finansijske analize

Ukoliko posmatramo scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju električne energije, projekat ne generiše dovoljno novca u periodu prvih 12, odnosno 15 godina za koje traje otplata kredita. Međutim, to ne bi predstavljalo veći problem ukoliko bi Grad Bijeljina i Opština Bogatić subvencionisali potrebni dio sredstava u toku prvih dvanaest godina. Nakon ovog perioda profit od prodaje električne energije ostvaruje pozitivne vrijednosti i premašuje otplate kredita i eventualna posuđena sredstva iz ovih godina, tako da likvidnost ukupnog projekta ne bi bila dovedena u pitanje.

Ukoliko bi se neophodni građevinski radovi finansirali iz drugih izvora ili uradili prije realizacije ovog projekta, bez „opterećivanja“ investicije u predloženim scenarijima, scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju električne energije je finansijski isplativiji pa bi projekat imao poboljšane osnovne finansijske performanse u pogledu interne stope rentabilnosti (IRR), u pogledu neto sadašnje vrijednosti projekta (NPV) i u pogledu roka povrata investicije. U tom slučaju ostvarene uštede u scenariju tehničko-tehnoloških rješenja korištenja solarne energije za proizvodnju toplotne energije ne mogu da generišu dovoljno novca da bi se izvršio povrat investicije u periodu od 25 godina.

Projekat je izložen relativno visokim rizicima realizacije. Oni se odnose na makroekonomske rizike koji su vezani za cijenu kapitala, odnosno dostupnost kredita po povoljnim uslovima ili nisku raspoloživost kredita za ove namjene s jedne strane, dok su s druge strane prisutni makroekonomski rizici koji su vezani za cijenu građevinskih materijala koji mogu poskupiti investiciju ukoliko se neophodni građevinski radovi budu izvršili u sklopu ovog projekta.

Uzimajući u obzir činjenicu da se u oba scenarija radi o javnim objektima od društvenog značaja, pored vidljivih (računovodstvenih) finansijskih efekata potrebno je uzeti u obzir i druge, društveno-ekonomske efekte projekta. S tim u vezi, procjena društveno-ekonomske efikasnosti, odnosno društveno-ekonomskih efekata (mjerljivih i nemjerljivih) ovog projekta nije uključivana u proračun, ali je potrebno imati u vidu da ti efekti dalje unapređuju društveno-ekonomsku efikasnost projekta i daju dodatnu argumentaciju za njegovu realizaciju.

Pozitivni društveno-ekonomski efekti odnose se na:

- a) doprinos ekonomskom rastu kroz multiplikatore investiranja,
- b) smanjenje emisije CO₂,
- c) poboljšanje imidža grada Bijeljine i opštine Bogatić,
- d) poboljšanje zdravlja građana i zaštita životne sredine.

Kao pozitivan društveno-ekonomski efekat jeste da po isteku vijeka od 25 godina, projekat zadržava rezidualnu vrijednost (vrijednost na kraju vijeka projekta), obzirom da se radi i o ulaganjima u građevinske objekte (sanaciju krovova).

Negativni efekti projekta odnose se na potencijal izgubljenih prihoda Grada Bijeljine i Opštine Bogatić u vidu kamata i na finansijske gubitke koji se očekuju u prvih dvanaest godina eksploatacije projekta, u slučaju scenarija tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju električne energije.

Iznalaženjem povoljnih izvora finansiranja projekta (iz budžeta ili IPA fondova) scenarij tehničko-tehnoloških rješenja korišćenja solarne energije za proizvodnju električne energije u potpunosti ima finansijsku i društveno-ekonomsku opravdanost.

6 POTENCIJALNI DOMAĆI I INOSTRANI IZVORI FINANSIRANJA

S obzirom na ukupno procijenjena investiciona ulaganja u zavisnosti od razmatranog objekta i tehničko-tehnološkog rješenja, moguće je identifikovati nekoliko potencijalnih izvora finansiranja, domaćih i inostranih, koji se mogu koristiti za finansiranje ove investicije i to budžetska sredstva Grada Bijeljine i Opštine Bogatić, transferi između budžetskih jedinica različitih nivoa vlasti, kreditna sredstva, fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetska efikasnost dostupne u Bosni i Hercegovini i Srbiji, sredstva Fonda za zaštitu životne sredine i energetska efikasnost Republike Srpske i Fonda za zaštitu životne sredine i Agencije za energetska efikasnost Republike Srbije, te partnerstvo sa privatnim sektorom i IPA fondovi kao mogući izvori finansiranja ovog Projekta.

6.1 Budžetska sredstva

Uzevši u obzir činjenicu da je u aktuelnoj globalnoj recesiji/krizi došlo do pada budžetskih prihoda Grada Bijeljine i Opštine Bogatić, ne postoji prostor za značajna ulaganja iz budžeta. Dakle, uvažavajući fiskalni kapacitet Grada Bijeljine i Opštine Bogatić, odnosno budžete Grada Bijeljine i Opštine Bogatić nije identificirana budžetska stavka iz koje bi se mogla obezbijediti finansijska sredstva za kofinansiranje ove investicije.

6.2 Transferi između budžetskih jedinica različitih nivoa vlasti

S obzirom da je iznos transfera koji se Gradu Bijeljini i Opštini Bogatić, prosljeđuje po različitim osnovama u proteklim godinama znatno manji zbog toga što aktuelna ekonomska kriza zbog koje Vlada Republike Srpske i Republike Srbije značajno smanjuje sva svoja davanja svim kategorijama, posebno u segmentu transfera, nije realno očekivati podršku za ovaj Projekat u smislu kofinansiranja sa ciljem ostvarivanja društvenih efekata i koristi kao što su racionalizacija, redistribucija dohotka, zapošljavanje, efikasnost i sl.

6.3 Kreditni izvori

Prema Zakonu o zaduživanju, dugu i garancijama Republike Srpske ("Službeni glasnik Republike Srpske", broj 25/11), lokalne vlasti (opštine/gradovi) se mogu zadužiti samo ako u periodu stvaranja duga ukupan iznos koji dospijeva za otplatu, po predloženom dugu i cjelokupnom neizmirenom postojećem dugu, u bilo kojoj narednoj godini ne prelazi 18% iznosa njenih redovnih prihoda ostvarenih u prethodnoj fiskalnoj godini. Ukupna izloženost lokalne vlasti po izdatim garancijama ne smije prelaziti 30% iznosa redovnih prihoda ostvarenih u prethodnoj fiskalnoj godini.

Lokalne vlasti u Republici Srpskoj se mogu zadužiti:

1. kratkoročno za privremeno finansiranje deficita proizašlog iz gotovinskog toka i za finansiranje prenesenih obaveza. Kratkoročni dug se otplaćuje u roku od dvanaest mjeseci od dana nastajanja zaduženja i ne može prelaziti 5% redovnih prihoda ostvarenih u prethodnoj fiskalnoj godini;
2. dugoročno za finansiranje kapitalnih investicija i za refinansiranje neisplaćenog dugoročnog duga koji je nastao u skladu sa finansiranjem kapitalnih investicija.

Lokalne vlasti mogu da se zaduže ili izdaju garanciju isključivo na osnovu odluke skupštine opštine ili skupštine grada. Dug lokalne vlasti može nastati putem kreditnog sporazuma ili emisijom hartija od vrijednosti. Lokalne vlasti se ne mogu zadužiti, niti izdati garanciju bez odobrenja Ministarstva finansija Republike Srpske ukoliko je dug ili garancija u stranoj valuti, dug nastao ili garancija izdata za refinansiranje postojećeg duga, kašnjenje lokalne vlasti u izmirenju duga ili garancija godinu dana i više, dug nastao ili garancija izdata za finansiranje prenesenih obaveza, iznos novog zaduženja ima za posljedicu da buduće godišnje otplate po ukupnom zaduženju prelaze 10% redovnih godišnjih prihoda lokalne vlasti u bilo kojoj fiskalnoj godini. Dug lokalne vlasti ne predstavlja obavezu Republike Srpske osim ako Ministarstvo finansija nije izričito izdalo garanciju u vezi s njim.

U skladu sa prethodno navedenim principima i ograničenjima zaduženja lokalne vlasti u Republici Srpskoj moguće je procijeniti potencijale zaduživanja Grada Bijeljine. Navedena procjena data je u narednoj tabeli.

Tabela 85. Procjena potencijala zaduživanja Grada Bijeljina

Opis	Iznos
Iznos prihoda za obračun potencijala prema Zakonu o zaduživanju, dugu i garancijama ⁴⁸	45.366.909,00 KM
Kratkoročno zaduženje	2.268.345,45 KM
Dugoročno zaduženje	8.166.043,62 KM

Respektujući prethodno navedeno, kao i budžetski kapacitet Grada Bijeljine od oko 45 miliona KM za 2014. godinu, može se zaključiti da je kapacitet dugoročnog zaduženja Grada Bijeljine maksimalno cca. 8 miliona KM (18% od 45 miliona KM) odnosno 4,1 miliona EUR.

Prema Zakonu o javnom dugu Republike Srbije ("Službeni glasnik Republike Srbije", br. 61/2005, 107/2009 i 78/2011) lokalne vlasti imaju ovlašćenje za zaduživanje. Odluku o zaduživanju lokalne vlasti donosi nadležni organ lokalne vlasti, po prethodno pribavljenom mišljenju Ministarstva finansija. Lokalne vlasti se mogu zaduživati u zemlji i inostranstvu, odnosno na domaćem i inostranom tržištu, u domaćoj i stranoj valuti. Lokalne vlasti ne mogu davati garancije.

Lokalne vlasti u republici Srbiji se mogu zadužiti:

1. za finansiranje deficita tekuće likvidnosti koji nastaje usljed neuravnoteženosti kretanja u javnim приходima i javnim rashodima. Ukupan iznos zaduživanja za finansiranje deficita tekuće likvidnosti mora se vratiti prije kraja budžetske godine u kojoj je ugovoreno i ne može se refinansirati ili prenijeti u narednu budžetsku godinu. U toku budžetske godine zaduživanje za finansiranje deficita tekuće likvidnosti ne smije preći 5% ukupno ostvarenih prihoda budžeta lokalne vlasti u prethodnoj godini;
2. dugoročno zaduživanje lokalne vlasti. Lokalne vlasti ne mogu se dugoročno zaduživati, osim u dijelu zaduživanja radi finansiranja ili refinansiranja kapitalnih investicionih rashoda predviđenih u budžetu lokalne vlasti.

Iznos neizmirenog dugoročnog zaduženja za kapitalne investicione rashode ne može biti veći od 50% ukupno ostvarenih tekućih prihoda budžeta lokalne vlasti u prethodnoj godini. Izuzetno, iznos

⁴⁸ Prema Budžetu Grada Bijeljina za 2014. godinu

neizmirenog dugoročnog zaduženja za kapitalne investicione rashode može biti veći od 50% ukupno ostvarenih tekućih prihoda budžeta lokalne vlasti u prethodnoj godini u slučajevima kada se radi o dugoročnom zaduživanju čiji je rok otplate, ne računajući period mirovanja, najmanje pet godina.

Iznos glavnice i kamate koji dospijeva u svakoj godini na sva neizmirena dugoročna zaduživanja za finansiranje kapitalnih investicionih rashoda, ne može biti veći od 15% ukupno ostvarenih tekućih prihoda budžeta lokalne vlasti u prethodnoj godini. Izuzetno, za dugoročna zaduživanja, iznos glavnice i kamate koji dospijeva u svakoj godini na sva neizmirena dugoročna zaduživanja može da bude veći od 15% ako dvije trećine tekućeg suficita u odnosu na ukupno ostvarene tekuće prihode čini udio veći od 15%.

U skladu sa prethodno navedenim principima i ograničenjima zaduženja lokalnih vlasti u Republici Srbiji moguće je procijeniti potencijale zaduživanja Opštine Bogatić. Navedena procjena data je u narednoj tabeli.

Tabela 86. Procjena potencijala zaduživanja Opštine Bogatić

Opis	Iznos
Iznos prihoda za obračun potencijala prema Zakonu o javnom dugu ⁴⁹	642.700.000,00 RSD
Kratkoročno zaduženje	32.135.000,00 RSD
Dugoročno zaduženje	96.405.000,00 RSD

Respektujući prethodno navedeno, kao i budžetski kapacitet Opštine Bogatić od oko 642.700.000 RSD za 2014. godinu, može se zaključiti da je kapacitet dugoročnog zaduženja Opštine Bogatić maksimalno cca. 32 miliona RSD (18% od 642,7 miliona RSD) odnosno 276.119,00 EUR.

6.4 Fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetske efikasnost dostupne u Bosni i Hercegovini i Srbiji

Realna mogućnost jeste da Grad Bijeljina i Opština Bogatić apliciraju na neki od fondova i finansijskih linija za obnovljivu energiju i energetske efikasnost koji su dostupni u Bosni i Hercegovini i Srbiji u potrebnom iznosu. Obzirom da su fondovi i finansijske linije za obnovljivu energiju i energetske efikasnost koji su dostupni u Bosni i Hercegovini i Srbiji obrađeni u dijelu Studije koji se odnosi na analizu tržišta solarne energije, u ovom dijelu neće biti posebno obrađivani.

6.5 Sredstva Fonda za zaštitu životne sredine i energetske efikasnost Republike Srpske

Obzirom da je prema Zakonu o Fondu i finansiranju zaštite životne sredine Republike Srpske ("Službeni glasnik Republike Srpske", broj 117/11), Statutom Fonda i drugim propisima Fonda za zaštitu životne sredine i energetske efikasnost Republike Srpske predviđeno da se sredstva Fonda koriste za finansiranje zaštite životne sredine, energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije, posebno za podsticanje korištenja i istraživanja obnovljivih izvora energije i njihovog korištenja u svrhu povećanja energetske efikasnosti realno je očekivati podršku od Fonda za ovaj Projekat u smislu kofinansiranja.

⁴⁹ Prema Budžetu Opštine Bogatić za 2014. godinu

Fond svojim sredstvima, u obavljanju svoje djelatnosti, osigurava finansijsku podršku za ostvarivanje ciljeva i načela zaštite životne sredine i unapređenja energetske efikasnosti i korištenja obnovljivih izvora energije, definisanih republičkim strateškim dokumentima i lokalnim ekološkim akcijskim planovima jedinica lokalne samouprave, radi podizanja kvaliteta sistemskog i cjelovitog očuvanja životne sredine, očuvanja prirodnih zajednica i racionalnog korištenja prirodnih dobara i energije, kao osnovnih uslova održivog razvoja, te ostvarivanja prava čovjeka na zdrav okoliš.

Sredstva Fonda dodjeljuju se korisnicima radi finansiranja programa, projekata i studija utvrđenih Zakonom o Fondu, posredstvom podsticajnih sredstava, donacija, bespovratnih sredstava i pomoći. Način korištenja sredstava Fonda utvrđuje se opštim aktima Fonda prema Zakonu o Fondu.

6.6 Sredstva Fond za zaštitu životne sredine i Agencija za energetske efikasnost Republike Srbije

Fond za zaštitu životne sredine Republike Srbije obavlja poslove u vezi s finansiranjem pripreme, provođenja i razvoja programa, projekata i drugih aktivnosti u području očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unapređivanja životne sredine, kao i u oblasti korišćenja obnovljivih izvora energije.

Obzirom da Fond obavlja poslove za iniciranje, finansiranje i kontrolu realizacije projekata iz djelokruga rada Fonda, posredovanje u vezi s finansiranjem zaštite životne sredine i obnovljivih izvora energije iz sredstava stranih država, međunarodnih finansijskih institucija i tijela, kao i domaćih i stranih pravnih i fizičkih osoba, podsticanje, uspostavljanje i ostvarivanje saradnje s međunarodnim i domaćim finansijskim institucijama i drugim pravnim i fizičkim osobama radi finansiranja zaštite životne sredine, obnovljivih izvora energije u skladu s Nacionalnim programom zaštite životne sredine, drugim strateškim dokumentima, akcijskim i sanacijskim planovima i drugim planovima i programima, kao i međunarodnim ugovorima, realno je očekivati podršku Fonda za ovaj Projekat u smislu kofinansiranja.

Također, s obzirom da Agencija za energetske efikasnost Republike Srbije obavlja poslove koji se odnose na pripremu prijedloga za sprovođenje energetske efikasnosti, iskorišćavanja obnovljivih izvora energije i zaštite životne sredine, te pružanje finansijske i tehničke podrške u pripremi i realizaciji prioritarnih projekata energetske efikasnosti, realno je očekivati podršku i ove Agencije za ovaj Projekat u smislu kofinansiranja.

6.7 Javno-privatno partnerstvo

U posljednje vrijeme model javno-privatnog partnerstva (JPP) postaje sve češća praksa u realizaciji mnogih javnih investicija koje imaju mogućnost komercijalizacije. U tom smislu, bitno je da se i ova opcija posebno analizira kao identifikovani potencijalni izvor finansiranja.

„Javno-privatno partnerstvo je dogovor između vladinog subjekta (centralno ili sub-nacionalno) i privatnog subjekta koji je osnovan u svrhu pružanja bitnih usluga javnosti. Cilj ovog aranžmana je pružiti usluge ili efikasnija postrojenja i po nižoj cijeni za krajnjeg korisnika nego što bi bilo koji subjekat mogao pružiti sam. Aranžman će pokušati izdvojiti rizik poduhvata pravedno između

privatnih i državnih subjekata, na temelju svake sposobnosti subjekata za upravljanje tim rizicima te osigurati nagrade za svaku stranu prema rizicima koje su preuzele”.⁵⁰

Krajnji cilj JPP-a je osiguranje više „vrijednosti za novac“ nego što bi to omogućila tradicionalna opcija javnih nabavki. Uopšteno, JPP generiše poboljšanja gdje god postiže sljedeće prednosti:

- smanjeni troškovi životnog vijeka;
- efikasnija alokacija rizika;
- brža implementacija;
- poboljšan kvalitet usluga i
- dodatne pogodnosti.

JPP može biti privlačan i za javni i za privatni sektor. Za javni, privatno finansiranje može podržati povećane investicije u infrastrukturi bez kredita i dugova koje bi imao i može biti izvor prihoda. Istovremeno, bolji sistemi upravljanja u privatnom sektoru, i njihovi kapaciteti koji vode ka inovativnosti, mogu dovesti do povećane efikasnosti. Ovo na kraju vodi ka kombinaciji boljeg kvaliteta i nižih troškova usluga. Za privatni sektor, JPP predstavlja poslovne prilike u područjima iz kojih su u mnogim slučajevima bile isključene.

Prema Zakonu o javno-privatnom partnerstvu u Republici Srpskoj („Službeni Glasnik Republike Srpske“ br. 59/09 i 63/11) i Zakonu o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama („Službeni glasnik Republike Srbije“, br. 88/2011), JPP je oblik saradnje javnog i privatnog sektora koja se realizuje udruživanjem resursa, kapitala i stručnih znanja, radi zadovoljavanja javnih potreba. Ova vrsta saradnje se ostvaruje radi osiguranja finansiranja u cilju izgradnje, sanacije, rekonstrukcije, upravljanja ili održavanja infrastrukture, pružanja usluga i izgradnje objekata, a u svrhu zadovoljavanja javnih potreba.

Prema ovim zakonima ugovori iz područja saradnje javnog i privatnog sektora mogu biti u dva osnovna oblika:

- ugovorni oblik javno-privatnog partnerstva u kojem se partnerstvo između javnog i privatnog partnera zasniva isključivo na ugovornim vezama;
- institucionalni oblik javno-privatnog partnerstva u kojem partnerstvo javnog i privatnog sektora uključuje saradnju u tu svrhu formiranog privrednog subjekta.

6.8 IPA fondovi - Instrumenti za pretpristupnu pomoć

Obzirom da je Bosna i Hercegovina zemlja potencijalni kandidat i Republika Srbija kao zemlja kandidat za članstvo u EU, u segmentu inostranih izvora finansiranja kao najrealnija prilika za finansiranje Projekta identificirani su IPA fondovi (Instrumenti za pretpristupnu pomoć). Uzimajući u obzir finansijske potencijale IPA fondova, realna mogućnost jeste da Grad Bijeljina i Opština Bogatić apliciraju na neki od IPA fondova u narednom periodu u potrebnom iznosu.

U skladu sa navedenim, učešće IPA fondova u investiranju bilo bi moguće iskoristiti za ove radove. Međutim, navedeni izvor mogao bi se očekivati ukoliko bi se Projekat široj javnosti prezentovao kao dio većeg projekta koji podrazumijeva prekograničnu saradnju, zaštitu i efikasnije upravljanje životnom sredinom i prirodnim bogatstvima u cilju njihovog očuvanja, odnosno projekat razvoja obnovljivih izvora energije.

⁵⁰ Definicija preuzeta od IFC - International Finance Corporation

IPA sredstva će biti osnovni izvor za podršku razvoju BiH i Republike Srbije iz kojih će se moći osiguravati i sredstva za razvoj ovakvih projekata. Da bi se efikasno moglo konkurisati za njihovo korišćenje, potrebno je razvijati sposobnost Grada Bijeljine i Opštine Bogatić da za njih konkurišu. Tu treba ostvariti potrebnu saradnju s istraživačkim institucijama i međunarodnim razvojnim agencijama. Sticanjem statusa kandidata za EU, BiH će imati još veće mogućnosti korištenja sredstava ispred pristupnih fondova EU.

7 ZAKLJUČAK

Nakon vjekova korištenja energije fosilnih goriva, danas se globalna slika mijenja, a obnovljivi izvori se sve više smatraju jednim od ključnih faktora budućih strategija razvoja. Među ostalim obnovljivim izvorima, u bližoj se budućnosti od energije Sunca očekuje naročito značajan doprinos. Sve relevantne energetske statistike pokazuju nezanemariv udio solarne energije u proizvodnji toplotne i električne energije. Na nivou Evropske unije predviđa se stalan porast korištenja solarne energije, a uz nezanemariv udio u energetskom bilansu prepoznate su i brojne druge posljedice korištenja energije Sunca. Danas se primjena solarne energije podstiče uvažavajući princip održivog razvoja.

Postoje razne procjene potencijala i uloge solarne energije u globalnoj energetskoj politici u budućnosti, ali u svim scenarijima se predviđa njen značajan porast i bitno važnija uloga. Za poređenje može poslužiti podatak kako je 1990. godine potrošnja energije u svijetu iznosila 376,8 EJ, a 2050. godine se prema raznim scenarijima očekuje potrošnja od 586 do 837 EJ. Međunarodno prihvaćena potreba za obuzdavanjem i smanjenjem emisije stakleničkih gasova otvorila je širom vrata za projekte korištenja solarne energije, što je posebno vidljivo iz posljednjeg izvještaja Međuvladine komisije za klimatske promjene (IPCC-Third Assesment Report).

Tehnologije solarne energije koriste sunčevu energiju i svjetlo da proizvedu toplotu, svjetlost, toplu vodu, električnu energiju, a može se koristiti i za hlađenje domova, kancelarija i industrijskih pogona. Postoji niz tehnologija koje su razvijene sa ciljem iskorišćavanja solarne energije. Najznačajnije od njih su detaljno obrađene u ovoj Studiji. Studija je u tehničkom dijelu obradila sve relevantne parametre potrebne za procjenu podobnosti korišćenja solarne energije kao prirodnog resursa. Pri tome je za šest konkretnih objekata koje su bile predmetom Studije detaljno izračunata količina toplotne, odnosno električne energije koju je moguće proizvesti na godišnjem nivou pomoću odgovarajućih solarnih sistema. Jasno su navedeni benefiti ovakvog načina proizvodnje energije, među kojima je vrlo značajan pozitivan uticaj na životnu sredinu objašnjen kroz proračun smanjenja emisija štetnih sastojaka u atmosferu.

Na osnovu dobivenih količina toplotne i električne energije procijenjene su uštede koje bi se ostvarile implementacijom projekta kroz korištenje toplotnih sistema u odnosu na trenutnu tržišnu situaciju nabavke energenata koji se koriste za zagrijavanje objekata, odnosno prihodi koji bi se ostvarili prodajom električne energije po feed-in tarifama u skladu s važećom zakonskom regulativom u Republici Srpskoj i Republici Srbiji. Kroz detaljnu finansijsku analizu provedene su ocjene isplativosti investicija za svaku predloženu varijantu i izračunati periodi povrata investicije. Finansiranje Projekta je postavljeno na rigoroznim tržišnim uslovima kreditnih aranžmana, bez uključivanja mogućih povoljnih „soft kredita“ za ove namjene. Ekonomski parametri u Studiji pokazuju da se ovdje radi o povoljnom projektu, koji može da podnese rigoroznu ekonomsku analizu i da pokaže zadovoljavajuće efekte. Na osnovu svih ovdje dobivenih rezultata može se jednoznačno zaključiti da je projekat ovakve vrste i više nego atraktivan za implementaciju.

Ovakav projekat također predstavlja podršku istraživanjima, razvoju i promociji novih, čistih i efikasnih energetskih tehnologija i vođenju energetske politike na stručnim i naučnim osnovama. Implementacijom ovog projekta obezbjeđuje se raspoloživa, dostupna i priuštiva energija, kao i značajni pozitivni finansijski (investicije i prihodi), društveni (direktno i zapošljavanje ljudi i

domaćih firmi), pa čak i politički efekti za opštine, regije i širu društveno političku zajednicu i interesne aktere unutar njih, privlačenje novih domaćih i stranih investitora, i podsticanje privrednog rasta i razvoja uopšte.

Studija je zaokružena sveobuhvatnim pregledom zakonske regulative koja je relevantna za ovu oblast, kao i identifikacijom potencijalnih domaćih i inostranih izvora finansiranja ovakvih investicija.