



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: inženir elektroenergetike
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne
instalacije

OBNOVLJIVI VIRI IN VARNOSTNI UKREPI PRI MALIH SONČNIH ELEKTRARNAH

Mentor: dr. Viktor Lovrenčić, univ. dipl. inž. el.
Lektorica: Helena Kolar, predm. učit. slov. in nem. j.

Kandidat: Iztok Štern

Ljubljana, januar 2020

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju dr. Viktorju Lovrenčiču, univ. dipl. inž. el., za strokovno svetovanje, potrpežljivost in spodbudo pri nastajanju diplomskega dela.

Hvala g. Jaki Sojču iz podjetja GEN-I Sonce d. o. o. in g. Marku Pliberšku iz Gasilske brigade Maribor za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici Heleni Kolar, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno uredila.

Zahvalil bi se rad tudi svoji družini, še posebej mami Bredi, očetu Ivanu in sestri Ani, ki so mi omogočili študij in mi z vso ljubeznijo in potrpljenjem pomagali ter stali ob strani v vseh lepih in slabih trenutkih.

Posebno se zahvaljujem svojemu dekletu Alekseji za neskončno razumevanje in potrpežljivost. Hvala, ker si verjela vame v vseh mojih vzponih in padcih, me optimistično spodbujala in mi pomagala.

IZJAVA

Študent Iztok Štern izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Viktorja Lovrenčiča, univ. dipl. inž. el.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne 25. 1. 2020

Podpis: _____

POVZETEK

Slovenija se kot vse države v Evropski uniji zavezuje v sprejetih dokumentih za zmanjšanje toplogrednih plinov in izpusta ogljikovega dioksida v okolje. Pomen obnovljivih virov energije je naveden v vseh razvojnih dokumentih in zastavljeni so cilji, ki jih kot država moramo doseči s presečnimi mejniki v letih 2020, 2030 in 2050. Med obnovljivimi viri je sončna energija tista, ki je v naravi največ, je dostopna vsem in uporabna tako za gospodarstvo kot za življenje posameznikov. Za uporabo sončne energije so v svetu in v Sloveniji v porastu gradnje malih sončnih elektrarn. Pri gradnji in vzdrževanju je pomembno, da so varnostni načrti in ostala dokumentacija v skladu z veljavno zakonodajo. Varnostni ukrepi in požarna varnost so na objektih z vgrajenimi malimi sončnimi elektrarnami pomembni od gradnje do dokončne razgradnje.

KLJUČNE BESEDE

Obnovljivi viri energije, mala sončna elektrarna, varnostni načrt, požarni načrt.

ABSTRACT

Slovenia is like all countries in the European Union committed to reduce greenhouse gases and carbon dioxide emissions into the environment in the adopted documents. The importance of the renewable energy sources is set out in all development documents, and the goals that we, as a country, have to meet with the cross-sectional milestones in 2020, 2030 and 2050 are set. Among the renewables, solar energy is the most abundant in nature, accessible to all and useful for both the economy and the lives of individuals.

For the use of solar energy, construction of small solar power plants is increasing in the world and in Slovenia.

Safety measures and fire safety are important in buildings with small solar power plants from construction to final decommissioning.

KEY WORDS

- renewable energy sources, small solar power plant, security plan, fire plan

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Predpostavke in omejitve	1
1.4	Metode dela	1
2	VAROVANJE OKOLJA	1
3	Varnost in zdrAVje pri delu.....	3
4	Obnovljivi viri energije	3
4.1	Biomasa	6
4.1.1	Vpliv uporabe biomase na okolje	7
4.2	Vodna energija.....	7
4.3	Hidroenergija – izkoriščanje vode.....	8
4.4	Geotermalna energija.....	10
4.5	Sončna energija	10
4.5.2	Sončna elektrarna in okolje.....	12
4.6	Vetrna energija.....	14
4.7	Zadnje ugotovitve.....	16
5	Elektrarne in njihov pomen za človekovo življenje	17
6	Varnostni vidik pri sončni elektrarni	20
6.1	Prednosti in slabosti sončne elektrarne	20
7	POŽAR sončne elektrarne.....	20
7.1	Gašenje požara.....	20
7.1.1	Požarni načrt	21
7.1.2	Ukrepanje ob požaru	21
7.1.3	Dodatne nevarnosti pri požaru na objektu.....	22
8	Splošni primer varnosti pri montaži in sestavi.....	24
8.1	Varnostni načrt za izdelavo sončne elektrarne na stanovanjski hiši	24
8.1.1	Projektna dokumentacija 11 kW sončne elektrarne.....	24
8.1.2	Opis objekta	27
8.2	Vzdrževanje sistema	31
8.3	Intervju s poklicnim gailcem	31
9	ZAKLJUČEK	32
10	LITERATURA IN VIRI	34

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz doseganja ciljev po Akcijskem načrtu za obnovljive vire v Republiki Sloveniji.....	4
Slika 2: Projekcija prispevka posameznega sektorja k uresničevanju ciljev Slovenije	5
Slika 3: Elektrarne v Sloveniji	9
Slika 4: Letno sončno obsevanje v Sloveniji	11
Slika 5: Letno sončno obsevanje na vodoravno površino v Ljubljani 2018.....	12
Slika 6: Letna povprečna temperatura v Slovenski Bistrici.....	12
Slika 7: Streha s sončnimi celicami	13
Slika 8: Povprečna hitrost vetra nad tlemi.....	15
Slika 9: Vetrnica v Dolenji vasi	16
Slika 10: Rast svetovne porabe energije iz različnih virov.....	17
Slika 11: Poraba električne energije na prebivalca v Sloveniji v obdobju 2009 do 2018	18
Slika 12: Neto proizvodnja električne energije, Slovenija, oktober 2019	18
Slika 13: Termoelektrarna Šoštanj.....	19
Slika 14: Oznaka na objektu, kjer je vgrajena sončna elektrarna	21
Slika 15: Oprema gasilca – rokavice	22
Slika 16: Oblačilo za intervencijo	22
Slika 17: Zaščitna čelada gasilca.....	23
Slika 18: Maska gasilca	23
Slika 19: Pravilna namestitve varnostnega pasu	24
Slika 20: Zaščitna očala	25
Slika 21: Zaščitne rokavice.....	25
Slika 22: Dvigalo za dvig oseb za delo na višini.....	26
Slika 23: Objekt in prikaz delov male sončne elektrarne	28
Slika 24: Zaščita pred direktnim udarom strele	28
Slika 25: Konstrukcija, kljuka in profil za namestitev modulov.....	30
Slika 26: Primer vgradnje odvodnika prednapetosti z DPN.....	30

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Obnovljivi viri energije so nujni za ustrezen način življenja naše in bodočih generacij. Razogljíčenje slovenske družbe in uresničevanje zelene preobrazbe do leta 2030 je razvojni cilj v Republiki Sloveniji. Negativni učinki podnebnih sprememb naraščajo. Z zavedanjem le tega se krepi pomen iskanja rešitev za uporabo obnovljivih virov energije. Človek je z razvojem tehnike in tehnologije dvignil način življenja. Zanj potrebuje električno energijo, za ogrevanje toplotno energijo. Poraba energije je povsod po svetu ogromna. Velik del odhodkov družinskega proračuna predstavljajo odhodki za električno in toplotno energijo. Onesnaženost okolja botruje vse večjim ekološkim spremembam in katastrofam, ki smo jim priča iz dneva v dan. Potrebe po električni energiji se povečujejo. Nenehen razvoj tehnike in tehnologije zahteva porabo dodatnih vrst energij.

1.2 CILJI NALOGE

Naloga obsega pregled postopkov in izvedbo varnostnih ukrepov pri izgradnji in montaži sončne elektrarne za samooskrbo. Varno vgrajena in vzdrževana sončna elektrarna je cilj vsakega investitorja. V Sloveniji je bilo do leta 2018 zgrajenih 5.536 sončnih elektrarn, samo v letu 2018 pa 1.303, ko se je povečala gradnja sončnih elektrarn za samooskrbo. V nalogi bomo prikazali pomen varnosti ob izgradnji male sončne elektrarne, ki je namenjena lastni samooskrbi.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Pri izvedbi je potrebno upoštevati Zakon o varnosti in zdravju pri delu, Uredbo o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih in Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme.

1.4 METODE DELA

Izbrali in proučili bomo temo naloge z analizo literature. V nadaljevanju bomo z intervjujem dokazali na študiji primera, da obstajajo pomanjkljivosti požarne varnost na malih sončnih elektrarnah.

2 VAROVANJE OKOLJA

Onesnaženje okolja je velik problem enaindvajsetega stoletja. Največje onesnaženje se je pričelo z razvojem industrije. Kaj povzroča onesnaženost in v kakšni meri vpliva

na človeka, se je človek močno zavedal v drugi polovici 20. stoletja. Takrat in vse do desetletja nazaj je onesnaženost dosegla najvišjo stopnjo. Ljudje so z zavedanjem o pomenu čistega in varnega okolja začeli razvijati čistejšo industrijo, varčnejše stroje, okolju prijazne tehnologije in tehniko. Ko govorimo o onesnaženosti okolja, mislimo na onesnaženost zraka, voda in tal. Dolgo obdobje je bil v Sloveniji onesnažen zrak ena največjih težav, saj je za Slovenijo značilna zelo raznolika geografska lega. V kotlinah in dolinah se onesnaženi zrak zadržuje daljše časovno obdobje kot v drugih predelih pokrajine. Ogljikov dioksid, ki se je proizvajal in sproščal v zrak iz termoelektrarn, iz zgradb, ki so se ogrevale na trdo gorivo, in iz zastarelih proizvodnih linij, je bil ključni dejavnik onesnaževanja zraka. Na onesnaženost zraka vplivajo tudi vetrovi, ki pihajo iz različnih smeri in s seboj prinašajo manjše trde delce in ostale povzročitelje onesnaženosti. Razvoj tehnike in tehnologije je pripeljal do sprememb v uporabi standardnih fosilnih goriv. Goriva z veliko vsebnostjo ogljikovega dioksida so nadomestili drugi energenti.

Termin onesnaženje pa ne govori zgolj o zraku. Onesnažena je tudi voda in zemljine oziroma tla. Razpršenost prebivalstva, kmetijska intenzivna proizvodnja, ki uporablja velike količine pesticidov in ostalih kemijskih izdelkov in polizdelkov, ter nečista proizvodnja so vzroki, ki so pomembno vplivali na stopnjo onesnaženosti tudi v Sloveniji. Zadnje desetletje pa se Slovenci kot tudi ostali prebivalci Evrope in drugih celin zavedamo, da je potrebno povzeti ukrepe za varovanje okolja. Mnogo je študij in razprav o recikliranju odpadkov, ki so ena večjih težav človeštva. Varovanje okolja je tema, ki je na seznamu prioritet v mnogih raziskovalnih ustanovah, v razvitih in nerazvitih državah, tema mnogih političnih in nepolitičnih vrhov. Vsak posameznik lahko vpliva na stopnjo onesnaženosti s svojimi smiselnimi uporabami tehnike, čiste tehnologije, z ustrezno infrastrukturo in ne nazadnje že ob domači proizvodnji hrane.

Prvi, ki so začeli opozarjati v svetu in pri nas o stopnjah in pomenu onesnaženosti, so bile nevladne organizacije. Slednje nimajo moči vladanja, imajo pa glas, ki je slišan. Moč vladanja in zakonodajno moč ima vlada. Vse večji vpliv nevladnih organizacij je čutili ob spremembah zakonov, ob uvedbi novih vrst uporabnih energij. V Sloveniji je aktivnih čez 200 nevladnih organizacij, ki se ukvarjajo s preprečevanjem onesnaževanja okolja.

Trenutna poraba energije se giblje v več kot sto bilijonov kilovatih ur na leto. Raziskave predvidevajo, da se bo poraba električne energije v obdobju 2030 do 2040 podvojila.

Vlada je v Sloveniji sprejela Zakon o varovanju okolja. V njem so zapisane vzpodbude za družbeni razvoj, vzpodbude, ki so pomembne za človekovo zdravje, počutje in kakovost življenja. Cilj zakona je, da se z vzpodbujanjem uporabe neškodljivih ali vsaj manj škodljivih tehnik razvoja doseže čistejša in bolj zdrava okolje. Načelo trajnostnega razvoja po Zakonu o varstvu okolja je, da morajo država in samoupravne

lokalne skupnosti (občine) pri sprejemanju odločitev vzpodbujati takšen gospodarski in socialni razvoj družbe, ki omogoča ohranjanje okolja in razvoj vsem naslednjim rodovom.

3 VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU

Pred vsakim posegom za izgradnjo male sončne elektrarne je potrebno proučiti vse zakonske in podzakonske akte. Tako za pridobivanje soglasij kot za samo izgradnjo je z vidika izvajanja varnosti in zdravja pri delu ob izgradnji male sončne elektrarne, na katero smo se osredotočili, potrebno upoštevati nacionalno in lokalno zakonodajo. Pred začetkom dela na gradbišču mora naročnik ali nadzornik projekta zagotoviti izdelavo varnostnega načrta. Vsebina varnostnega načrta je zakonsko določena. Vanjo morajo biti vključene morebitne spremembe projekta, ki bi lahko vplivale na varnost in zdravje delavcev pri delu na gradbišču. Varnostni načrt je sestavni del projektne dokumentacije, določene s posebnimi predpisi. Osnovna zakonodajna dokumenta sta Zakona o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 43/11) in Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja na začasnih in premičnih gradbiščih z vsemi spremembami in dopolnitvami (Uradni list RS, št. 83/05 in 43/11 – ZVZD-1). V varnostnem načrtu je natančno opredeljen načrt montaže, izdelani statični izračuni za strešne elemente in izdelana vsa organizacija dela.

4 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

Človek je z razvojem in zavedanjem o pomenu uporabe različnih vrst energije za življenje pričel razvijati in uporabljati obnovljive vire. Obnovljivi viri vključujejo vse vire energije iz stalnih naravnih procesov, kot so sončno sevanje, veter, vodni tok v rekah, fotosinteza, zemeljski toplotni tokovi in drugi.

V Evropi si že desetletja prizadevamo za razvoj in uporabo obnovljivih virov. Posebno vlogo ima Evropska unija, saj s svojimi regulativami in finančnimi vzpodbudami usmerja države k učinkovitejši rabi energije. V obdobju do leta 2010 je Slovenija zaostajala za zastavljenimi cilji. Zaradi zaostankov pri razvoju in uporabi obnovljivih virov energije je Evropska unija zavezala vse svoje članice k pripravi akcijskih načrtov. Vanje so države članice zapisale cilje za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov, povečanje energetske učinkovitosti in deleža obnovljivih virov na 25 odstotkov do leta 2020.

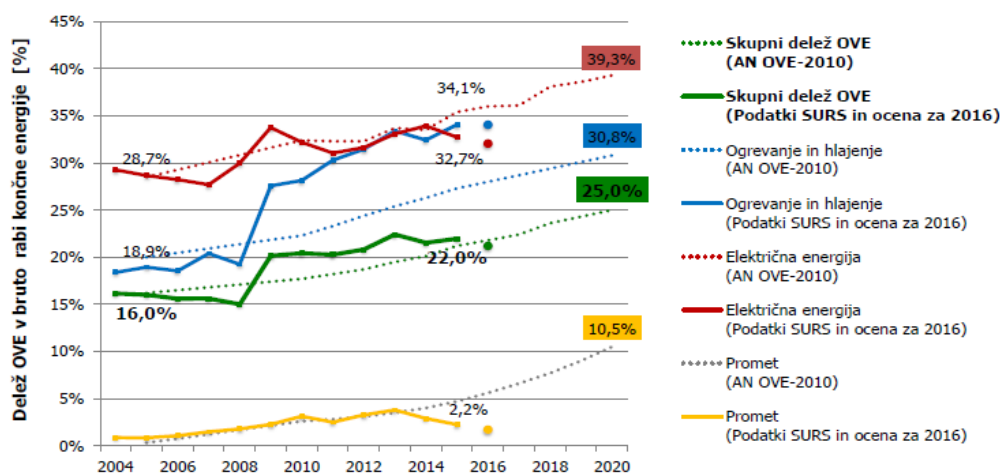
Kot navajata Činkole Kristanova in Rajer (2016), bi lahko dosegli zastavljene cilje do leta 2020, vendar moramo zagotoviti primerno podporno okolje za:

- energetske sanacije stavb, gradnjo aktivnih stavb, ki pomenijo tehnološko najbolj napredne objekte,

- nadomeščanje kurilnega olja za ogrevanje z lesno biomaso in drugimi obnovljivimi viri,
- nadomeščanje električne energije za pripravo sanitarne tople vode s sončno energijo,
- proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije,
- povečanje deleža železniškega in javnega prometa,
- uvajanje biogoriv in drugih obnovljivih virov v prometu in kmetijstvu, uvajanje električnih vozil,
- razvoj distribucijskih omrežij za vključevanje razpršene proizvodnje električne energije.

Za ogrevanje in hlajenje v Sloveniji že od leta 2005 zmeroma narašča uporaba obnovljivih virov energije, vendar manj kot bi bilo možno.

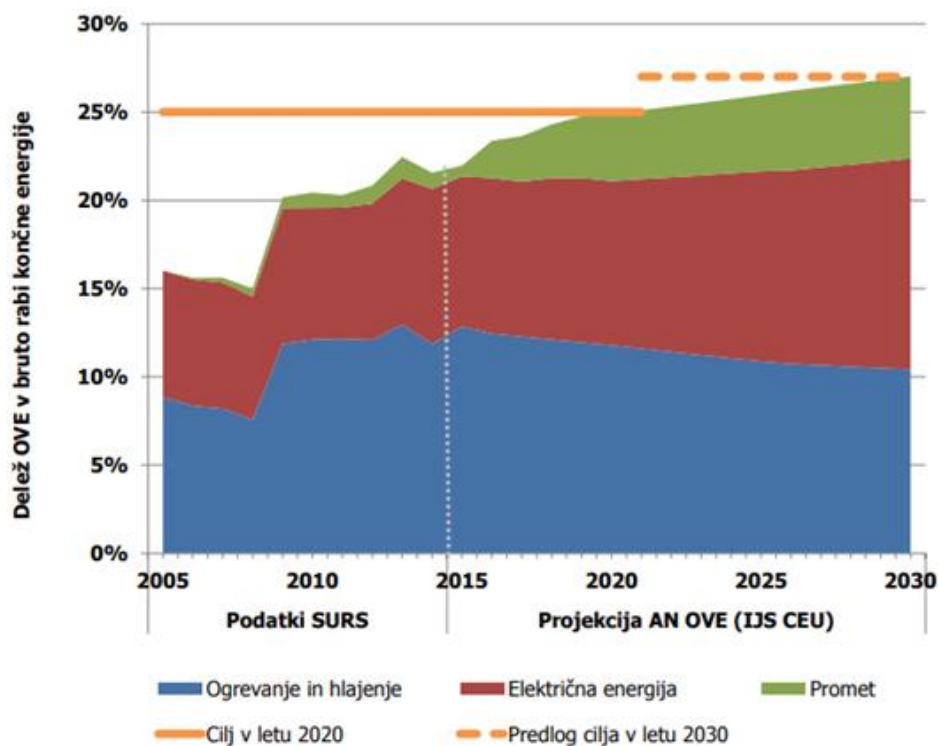
Obnovljivi viri energije, kot so izraba sončne energije, geotermalne energije in biomasa, lahko predstavljajo velik pomen energentov v Sloveniji. Z uporabo tovrstnih virov energije je cilj znižanje emisij ogljikovodika. Koristi od obnovljivih virov so večstranske in prinašajo celo vrsto regionalnih in lokalnih prednosti.



Slika 1: Prikaz doseganja ciljev po Akcijskem načrtu za obnovljive vire v Republiki Sloveniji

(Vir: Akcijski načrt za obnovljive vire (12. 11. 2017))¹

¹ Ministrstvo za infrastrukturo. Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 (AN OVE), posodobljeno 2107. Pridobljeno 11. 12. 2019 z naslova https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/an_ove/posodobitev_2017/predstavitev_belavic.pdf;



Slika 2: Projekcija prispevka posameznega sektorja k uresničevanju ciljev Slovenije (Vir: Akcijski načrt za obnovljive vire (12. 11. 2017)²)

Uporaba obnovljivih virov energije nima le pozitivnega učinka na okolje z vidika zmanjšanja emisij, pomemben pozitiven vpliv ima tudi iz makroekonomskega vidika. Dodatni vir za razvoj lokalnega gospodarstva, decentralizacijo oskrbovalnih centrov, zmanjšanje uvozne odvisnosti, regionalni in nacionalni gospodarski vložek so le nekatere koristi, ki jih izkoriščanje obnovljivih virov energije omogočajo. (Javna predstavitev mnenj; Obnovljivi viri energije, marec 2005, str. 13)

Po statističnih podatkih se v Sloveniji še vedno uporablja nizek odstotek obnovljivih virov energije, med katerimi prevladuje uporaba hidroenergije in izraba lesa.

Kot navaja Hribernik (2010), energijo delimo na razne načine. Glede na vir delimo energijo na sončno, električno, toplotno, kemično in podobno. Tehniki delijo energijo na:

² Ministrstvo za infrastrukturo. Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 (AN OVE), posodobljeno 2107. Pridobljeno 11. 12. 2019 z naslova https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/an_ove/posodobitev_2017/predstavitev_belavic.pdf;

- primarno energijo – je energija shranjena v nosilcih energije (kemična energija, jedrska energija, potencialna in kinetična energija (voda, veter), sevalna energija (sonce), geotermalna energija);
- sekundarno energijo – pridobljena s pretvorbo primarne energije (električna energija);
- končno energijo – energija, ki pride do uporabnika;
- koristno energijo – energija za zadovoljevanje potreb uporabnika (toplota na električni plošči).

S prestrezanjem sončnega sevanja pridobivamo sončno, toplotno in fotovoltaično energijo. Prav tako s pomočjo sončne energije pridobivamo energijo vetra, vode, valov, biomase. Gravitacijske sile med Luno in Zemljo povzročajo plimovanje. Osnova geotermalne energije je toplota, ki se sprošča pri razpadu radioaktivnih izotopov v Zemljini skorji.

4.1 BIOMASA

Slovenija je bogata z gozdovi, kar ji omogoča velike razvojne možnosti na področju izkoriščanja biomase.

Biomasa je sestavljena iz rastlinskih, živalskih in človeških organskih odpadkov. Pridobivanje biomase je odvisno od podnebnih razmer. Najugodnejše so razmere v tropskem pasu severne poloble. Uporabljamo jo lahko neposredno za kurjenje ali pa jo z različnimi tehnološkimi procesi pretvorimo v tekoče ali plinaste ogljikovodike. Države v razvoju uporabljajo biomaso kot primarni vir energije, v skandinavskih državah je njen delež v primarni oskrbi skoraj 20 %, med tem ko je v evropskem povprečju 2-5 odstotkov. (Rožman, R, 2012, str. 101)

Goriva iz biomase pridobivajo po štirih različnih postopkih:

- z biološko pretvorbo, kot so anaerobno vrenje, kompostiranje, fermentacija,
- z gorenjem, pri katerem gorljive snovi v biomasii oksidirajo v ogljikov dioksid in vodno paro ter pri tem oddajo toploto,
- s toplotno kemično pretvorbo (piroliza),
- z utekočinjenjem ali uplinjanjem.

Goriva, ki jih pridobimo iz biomase, delimo na tri skupine: (Medved in Arkar, 2009, str. 11–12)

- trdna biomasa (lesna biomasa, energetske rastline),
- tekoča goriva iz biomase (biodizel, bioetanol),
- plini in biomasa (lesni plin, bioplin)«.

Uporaba biomase zmanjšuje emisije toplogrednih plinov. Omogoča, da lahko organske odpadke uporabimo in s tem prispevamo k boljšemu okolju. Z biomaso je

ogrevanje cenejše. S pepelom moramo ravnati pravilno, ker vsebuje tudi škodljive snovi. Tudi uporaba biodizla zmanjšuje efekte tople grede. V zadnjem času se je začel uporabljati bioplin, ki ga pridobivamo iz ostankov organskih snovi, pri proizvodnji bioplina pa dobimo še visokokakovostna umetna gnojila.

Prednosti uporabe biomase so:

- je obnovljiv vir energije,
- zmanjšuje onesnaževanje,
- zagotavlja razvoj podeželja,
- odpira nova delovna mesta,
- prispeva k nujnemu čiščenju gozdov.

Slabosti so: (Rožman, 2012, str. 143)

- visoka cena tehnologije in strojev,
- ljudje se ne zavedajo pomena obnovljivih virov energije«.

4.1.1 Vpliv uporabe biomase na okolje

Varovanje zraka: plinske emisije so pri normalnem obratovanju vezane le na izpušne pline iz agregata. Izjema je zagon in zaustavitev stroja. Emisijske vrednosti so v dovoljenih mejah.

Varstvo voda: pri normalnem obratovanju ne nastajajo tekoče emisije. Pri zaustavitvi stroja v izpušnem sistemu nastaja kondenzat, ki ga moramo odvesti.

Varstvo pred hrupom: elektrarna je v zvočno izoliranem zabojniku, ki ne tvori hrupa. Ta prostor zdrži pod 70 decibelov hrupa, kar je dovoljena meja za industrijo. Hrup nastane običajno podnevi, ko se delajo sekanci.

Ravnanje z odpadki: pri uplinjanju 1 kg lesa nastane približno 6 gramov pepela. Ta pepel damo v posebno posodo in ga lahko uporabimo za nadaljnjo rabo, recimo za razkisljevanje zemlje. Drugih odpadkov pri normalnem obratovanju ni. (Obnovljivi viri v Sloveniji, str. 85)

4.2 VODNA ENERGIJA

Zemljo imenujemo tudi modri planet, saj je sestavljena kar iz 70 % vode. Padavine, ki padejo na zemljo in ne izhlapijo ali poniknejo, odtečejo v obliki površinskih vodotokov. Tovrstno moč vode so včasih uporabljali za pogon žag in strojev, danes jo uporabljamo za proizvodnjo električne energije. V Sloveniji približno 30 odstotkov električne energije proizvedemo iz vodnih virov.

Prednosti vodnih elektrarn so:

- proizvodnja ne onesnažuje okolja,
- elektrarne imajo dolgo življenjsko dobo,
- za delovanje so značilni nizki obratovalni stroški.

Pomanjkljivosti izkoriščanja vodnih elektrarn so:

- gradnja elektrarne je obsežna in posega v okolje,
- proizvodnja električne energije je odvisna od količine vode v vodotoku (vpliv letnih časov),
- vodne elektrarne so drage. (Sašo Medved, Ciril Arkar, Energija in okolje: obnovljivi viri energije, str. 13)

Voda je eden najpomembnejših obnovljivih virov. Na svetu voda proizvede približno 21,6 odstotkov električne energije. Hidroelektrarne v Sloveniji proizvedejo tretjino elektrike.

Vodne elektrarne delimo na:

- pretočne,
- akumulacijske. (Robert Rožman, Proizvodnja električne energije 2012, str. 63–64)

4.3 HIDROENERGIJA – IZKORIŠČANJE VODE

Hidroenergija v Sloveniji predstavlja velik potencial za rabo obnovljivih virov energije. Kar 30 odstotkov električne energije Slovenija pridobiva iz hidroelektrarn. Slovenska veriga hidroelektrarn na Dravi je bila zgrajena med letoma 1918 in 1978. Največ hidroelektrarn je na Dravi (proizvedejo kar 68 % vse hidroenergije v Sloveniji), sledita Sava in Soča. Nekaj manjših elektrarn je še na manjših rekah (Idrijca, Kokra, ...).

Voda je imela in ima pomembno vlogo za življenje. Naši predniki so gradili hidroelektrarne na rekah z majhnimi spremembami pretoka med letom. Reke, ki imajo še danes velik vodni potencial, so Soča, Sava in Drava. Na ozemlju današnje Slovenije so začeli graditi prvo hidroelektrarno leta 1911, delovati pa je pričela v letu 1915. Danes proizvedejo hidroelektrarne v Sloveniji tretjino potrebne električne energije.

Hidroelektrarne delimo na:

- velike hidroelektrarne,
- male hidroelektrarne,
- mikro hidroelektrarne.

Glede na način izkoriščanja vode, delimo hidroelektrarne na:

- akumulacijske,
- pretočno-akumulacijske
- črpalne.

Akumulacijske hidroelektrarne je značilno, da za svoje delovanje vodo akumulirajo v akumulacijskih jezerih. Jezera so lahko naravna ali umetna. Z gradnjo umetnih akumulacijskih jezer ima poseg v okolje velik vpliv.

Pretočno- akumulacijske hidroelektrarne so v Sloveniji najpogostejše. Zanje je značilno, da so kombinacija pretočnih in akumulacijskih elektrarn in gradnja v verigi več hidroelektrarn takšnega tipa. Na reki Dravi je največja veriga kar osmih elektrarn



Slika 3: Elektrarne v Sloveniji

(Vir: Potencial obnovljivih virov energije v Sloveniji)³

Črpalne hidroelektrarne vodo črpajo iz višje ležečih akumulacijskih jezer.

Pretočne elektrarne sproti zbirajo količino vode, ki priteka po strugi. Voda teče skozi turbine brez zadrževanja. V Sloveniji prevladuje tip rek, kjer se pretok med letom močno spreminja, zato so načrtovalci gradnje elektrarn konstruirali elektrarne z več turbinami.

V Sloveniji je pridobivanje električne energije s pomočjo vode velikega pomena. Reke na katerih so zgrajene hidroelektrarne so Soča, Sava, Drava, Idrijca in Prošček na Koroškem ter manjše hidroelektrarne na Vipavi, Koritnici, Tolminki in še nekaterih manjših rekah.

³ Potencial obnovljivih virov energije v Sloveniji. Pridobljeno s spletne strani: <https://sites.google.com/site/obnovljivsi/slovenija-in-hidroenergija>. Dostopno 26. 12. 2019

Pomemben vir proizvodnje električne energije so male hidroelektrarne - manjši viri proizvodnje elektrike moči do 10 MW. Gradnja le teh je bila v porastu v devetdesetih letih prejšnjega stoletja, v začetku tega pa je gradnja upadla. V Sloveniji so veliki potenciali za gradnjo malih hidroelektrarn. Osnovne karakteristike malih hidroelektrarn so dolga življenjska doba in nizki obratovalni stroški, ne onesnažujejo okolja z emisijami, pripomorejo k razvoju podeželja in če so primerno zasnovane, v prostoru niso moteče.

4.4 GEOTERMALNA ENERGIJA

Geotermalna energija nastane znotraj zemlje. Izkoriščamo jo lahko neposredno z zajemom toplih vod ali vrelic. Ločimo visokotemperaturne in nizkotemperaturne geotermalne vire. Pri visokih je temperatura vode nad 150 °C in jo uporabljamo za proizvodnjo električne energije, pri nizkih temperaturah pa seže pod 150 °C in jo uporabljamo neposredno za ogrevanje. Slovenija izkorišča geotermalno energijo v Panonski nižini, na Krško-Brežiškem polju, na rogaško-celjskem območju, v Ljubljanski kotlini, Slovenski Istri ter v nekaterih območjih zahodne Slovenije. (Sašo Medved, Ciril Arkar, Energija in okolje: obnovljivi viri energije, str. 13)

Geotermalno energijo uporabljamo:

- za proizvodnjo električne energije,
- za ogrevanje,
- za zdravilišča in kopališča.

Geotermalno energijo lahko izkoristimo do 5.000 metrov v globino. Večina geotermalnih vrtin je na globini od 1.000 do 2.000 metrov. V tem območju so temperature od 200 do 350 °C in pritisk 15 barov. (Robert Rožman, Proizvodnja električne energije 2012, str. 92)

4.5 SONČNA ENERGIJA

Sončno energijo so začeli uporabljati daleč v zgodovini. Že Grki in Rimljani so jo uporabljali za ogrevanje. V začetku 18. stoletja se je razvila tehnologija, ki je omogočala koncentracijo sončne energije in njeno izrabo v visokotemperaturnih procesih. Z Lavoisierjevo solarno pečjo so dosegli temperaturo 1.700 °C. Sončna energija je neusahljiv vir obnovljivih virov.

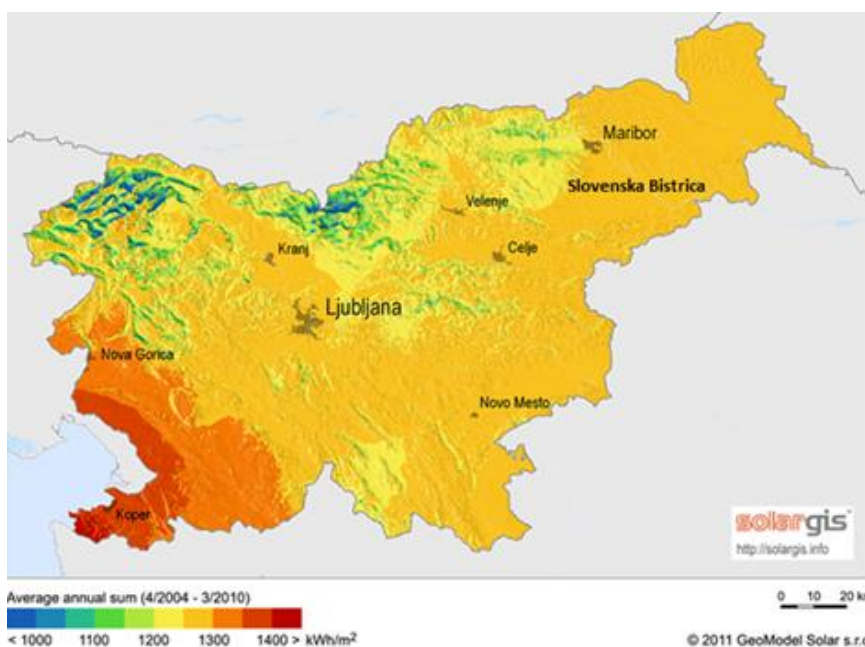
V primerjavi pridobivanje energije iz premoga, proces sončne energije ne povzroča škodljivih emisij ogljikovega dioksida. S se zmanjšuje vpliv na globalno segrevanje ali onesnaževanje ozračja. V statističnem pomenu je ugotovljeno, da 1 kW sončne energije prepreči, da bi v ozračje vstopilo 300 kilogramov ogljikovega dioksida.

Z uporabo sončne energije prihranimo naravni vir vodo. Raziskave kažejo, da s pomočjo sončnih panelov za pridobivanje električne energije prihranimo skoraj 90 odstotkov vode.

Sončna energija se nenehno pretvarja v električno in toplotno energijo. Za naprave, s katerimi te procese izvajamo, je značilno, da imajo zelo majhen vpliv na okolje, zadosten vir energije, ki je na voljo vsem. Ovira pri delovanju naprav za pretvorbo sončne energije v električno in toplotno energijo, je lega in rotacija zemlje v tistem delu, kjer je naprava vgrajena. (Sašo Medved, Ciril Arkar, Energija in okolje: obnovljivi viri energije, str. 10)

Danes ločimo tri načine izkoriščanja sončne energije:

- kot toplotno, uporabljamo pasivno ali aktivno za ogrevanje prostorov,
- kot toploto visoke temperature zbrano v koncentradorjih in uporabljeno za pretvorbo električne energije s pomočjo toplotnih strojev,
- direktna pretvorba sončne energije v električno energijo s pomočjo celic.



*Slika 4: Letno sončno obsevanje v Sloveniji
(Vir: Sončna energija)⁴*

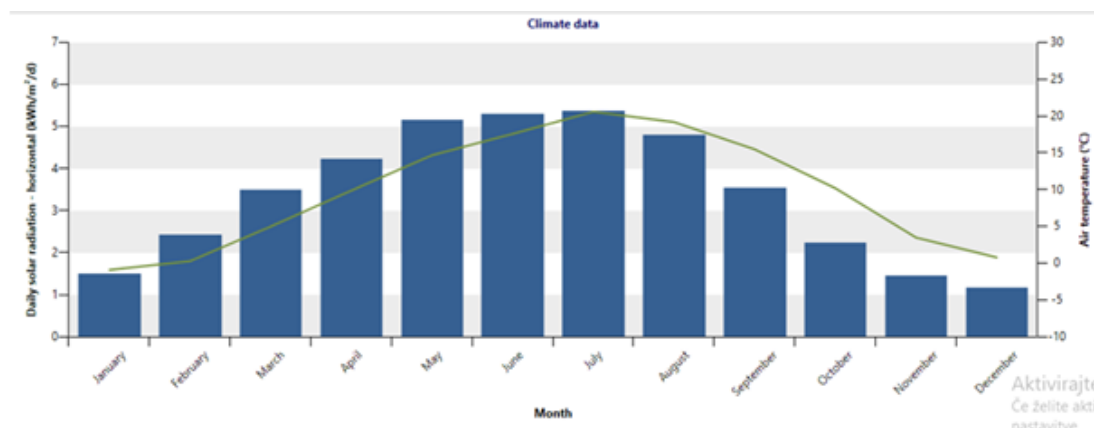
Sončne energije je zelo veliko, vendar je razpršena. Na količino sončne energije vplivajo letni časi in časovni pasovi, ki so posledica vrtenja Zemlje okoli Sonca, ter zemljina os. Na moč sončne energije ima vpliv tudi atmosfera (oblaki, prašni delci, plin ...). (Aleš Hribernik, Obnovljivi viri energije, str. 13)

⁴ https://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna_energija#/media/Slika:SolarGIS-Solar-map-Slovenia-en.png, dostopno 20. 11. 2019

Sonce ima zelo veliki pomen, saj je osrednje nebesno telo našega sončnega sistema. Nastalo je pred približno 4,6 milijarde let. Spada med manjše zvezde, od Zemlje je oddaljeno 149.597.870 km.



Slika 5: Letno sončno obsevanje na vodoravno površino v Ljubljani 2018
(Vir: Pregled fotovoltaičnega trga v Sloveniji)⁵



Slika 6: Letna povprečna temperatura v Slovenski Bistrici
(Vir: lasten)

4.5.2 Sončna elektrarna in okolje

Prve sončne elektrarne v Sloveniji so bile zgrajene za proizvodnjo električne energije v planinskih kočah in za napajanje svetilnikov v Jadranskem morju. Prva sončna elektrarna je bila zgrajena v Sloveniji leta 2001, in sicer v Ljubljani (vir: <https://sites.google.com/site/trajnostnasola/aleternativni-viri/slovenija-se->

⁵ http://pv.fe.uni-lj.si/files/Pregled_fotovoltaičnega_trga_v_Sloveniji_2018.pdf, dostopno 20. 11. 2019

obnavlja/prva-sončna-elektrarna-v-sloveniji, dostopno 10. 11. 2019). Večje število gradenj sončnih elektrarn je bilo zaznati v letu 2009, ko so bili vzpostavljeni zakonodajni pogoji, in po tem obdobju. Vse večji vpliv obnovljivih virov in težnja po zmanjšanju ogljikovega dioksida ovirajo še vedno birokratski postopki in visoki stroški izgradnje. Po izračunih je mogoče ugotoviti, da se investicija v izgradnjo sončne elektrarne povrne v 7–10 letih. Sončno elektrarna je obnovljivi vir.



Slika 7: Streha s sončnimi celicami
(Vir: Sončne elektrarne, 2019)⁶

Prednosti sončne elektrarne so:

- materiali za izdelavo sončnih celic so dostopni,
- majhna teža panelov, ki so vgrajeni na strehe,
- enostavna montaža na objekte,
- ne rabimo dodatnega izvora napajanja,
- poraba in proizvodnja električne energije sta na istem mestu,
- izkoriščanje sončne energije ne onesnažuje okolja,
- proizvodnja električne energije je okolju prijazna.

Med slabosti sončne elektrarne uvrščamo:

- cena električne energije je precej višja glede na tradicionalne vire,
- nizek izkoristek,
- velika površina enot ima moteč vpliv na okolje,
- nerešeno vprašanje glede razgradnje celic. (Robert Rožman, Proizvodnja električne energije 2012, str. 142)

⁶ Sončne elektrarne. Pridobljeno 20. 12. 2019 z naslova <http://www.soncnaelektrarna.net/category/soncne-elektrarne/page/2/>.

SWOT analiza

S (prednosti)	W (slabosti)
<ul style="list-style-type: none"> • materiali za izdelavo sončnih celic so dostopni • majhna teža panelov • enostavna montaža na objekte • ne rabimo dodatnega izvora napajanja • poraba in proizvodnja električne energije sta na istem mestu • fotovoltaika omogoča oskrbo z električno energijo • izkoriščanje sončne energije ne onesnažuje okolja • proizvodnja električne energije je okolju prijazna 	<ul style="list-style-type: none"> • cena električne energije je precej višja glede na tradicionalne vire • nizek izkoristek • velika površina enot ima moteč vpliv na okolje • nerešeno vprašanje glede razgradnje celic
O (priložnosti)	T (nevarnosti)
<ul style="list-style-type: none"> • dvig ekonomske učinkovitosti • možnosti razvoja domače industrije 	<ul style="list-style-type: none"> • napaka pri novih tehnologijah • visoki stroški pridobitve

Sončne elektrarne so najbolj perspektivni energetski vir energije.

Da bi sončne elektrarne prišle v veljavo, moramo izpeljati naslednje ukrepe:

- finančno moramo podpreti razvoj storitev in opreme v Sloveniji,
- odpraviti nepotrebne birokratske in tehnične ovire (priključevanje, pogodbe, plačevanje elektrike),
- v šolah govoriti o pomembnosti sončnih elektrarn in izgradnji le teh,
- spodbuditi interes za investicije za sončno elektrarno. (Javna predstavitev mnenj, Obnovljivi viri energije, marec 2005, str.36)

4.6 VETRNA ENERGIJA

Uporaba energije vetra sega v zgodovino človeštva. Za pogon plovil in mlinov na veter jo uporabljajo že več tisoč let. Razvile so se različne oblike vetrnic za pogon strojev ali proizvodnjo električne energije. Delimo jih glede na to, kako se vrtijo, ali okoli svoje osi ali okoli horizontne osi.

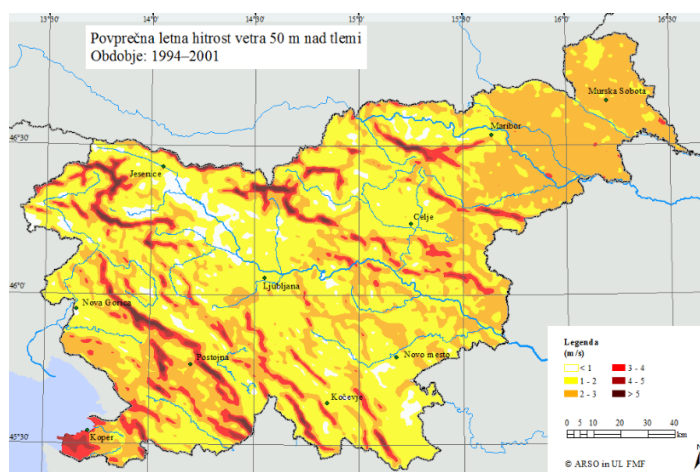
V preteklosti se je energija vetra uporabljala v prometu in transportu (jadrnice), za pogon mlinov na veter in na sušnih območjih za črpanje vode. Dandanes jadrnice uporabljajo le za rekreacijo in šport, mline na veter pa je nadomestila modernejša tehnologija. V omejenem obsegu obstaja le še uporaba vetra za črpanje vode. Na novo pa so se pojavile vetrne elektrarne, ki energijo vetra pretvarjajo v električno

energijo. Te so zelo razširjene predvsem v razvitih državah, in sicer na dobro prevetrenih območjih.

Vetrna energija je posredna oblika sončne energije. Tako kot vodna energija je energija vetra posledica obsevanja Zemljinega površja s sončnimi žarki. Različne dele tako kopnega kot morja Sonce segreva z različno jakostjo. Z dvigovanjem toplejšega ali vlažnejšega zraka se ustvarjajo zračni tokovi ali veter. (Vir: <https://www.esvet.si/drugi-viri-energije/vetrna-energija>, dostopno 21. 11. 2019)

Lokalni vetrovi nastanejo zaradi dveh mehanizmov. Prvi je posledica ogrevanja kopnega in vodnih površin. Drugi mehanizem nastanka lokalnega vetra je posledica razgibane površine Zemlje, predvsem hribov in gora.

Medtem ko je sončna energija predvidljiva in v nekaterih delih celo zanesljiva, pa je vetrna energija z izjemo na redkih pobočjih nestalna. Namestitev vetrnih elektrarn je predvsem v območju z bolj ali manj stabilnim vetrom vedno pomembnejši obnovljivi vir. (Aleš Hribernik, 2010, Obnovljivi viri energije, str. 89–90)



Slika 8: Povprečna hitrost vetra nad tlemi
(Vir: ARSO)⁷

Slovenija je prvo vetrnico umestila v prostor leta 2012. Postopki za umestitve vetrnic so zapleteni, saj je potrebno pridobiti dovoljenja in dokumentacijo za gradnjo vetrnih elektrarn. Zaradi zahtevnosti postopkov je veliko projektov le v fazi načrtovanja. Pričakovati je, da bodo v prihodnjih letih načrtovali in izgradili več malih in srednjih vetrnih elektrarn.

⁷

http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/wind/mean-annual-wind-speed_50-m_94-01.png, dostopno 21. 11. 2019)



Slika 9: Vetrnica v Dolenji vasi
(Vir: Geosite)⁸

Vetrna energija:

- je čisti vir energije,
- primerna za kraje, kjer je veliko vetra,
- pomemben pomen ima k zmanjšanju emisij v ozračje,
- je ena pomembnih panog, ki bo prispevala h gospodarskemu razvoju kraja (Javna predstavitev mnenj. Obnovljivi viri energije, marec 2005, str. 142)

4.7 ZADNJE UGOTOVITVE

Zadnji podatki o deležu energije iz obnovljivih virov v letu 2018 v Sloveniji kažejo, da se počasi, a vztrajno povečuje poraba energije iz obnovljivih virov (v letu 2018 je znašal odstotek porabe 21,14, kar predstavlja za 0,1 odstotne točke več kot v letu 2017). Zanimiva je ugotovitev, da se je delež porabe obnovljivih virov povečal tudi v transportu.

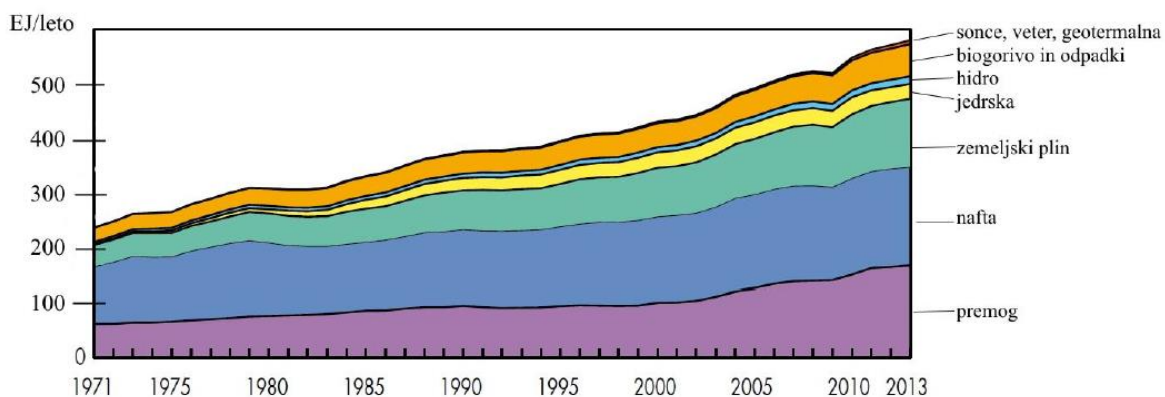
Vseh naštetih obnovljivih virov je v naravi dovolj in z naravnimi procesi jih je mogoče enakomerno in hitro obnovljati. Ob ustreznih postopkih jih je v neomejenih količinah. Na naš planet bo sonce vedno sijalo (sonce pošlje v eni uri več energije, kot je človeštvo porabi celo leto), veter bo pihal, vode ne bo zmanjkalo in rastline bodo vedno rastle.

⁸ (Vir: <https://bfcc64d8-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/obnovljivsi/slovenija-in-vetrna-energija/s17.jpg>, dostopno 23. 11. 2019)

5 ELEKTRARNE IN NJIHOV POMEN ZA ČLOVEKOVO ŽIVLJENJE

Na Zemljo prihaja večina energije s Sonca. Sončna energija je naravna dobrina, ki je potrebna za vse procese v naravi. Industrijska revolucija je človeku prinesla načine uporabe energije za drugačen način življenja in ne zgolj za hrano, ogrevanje in razsvetlavo. S pomočjo fosilnih goriv je človek pričel uporabljati stroje. Potreba po energiji se je povečevala, kar se je še posebej zaznalo po drugi svetovni vojni z razvojem industrije, motorizacijo in povečanjem števila prebivalcev.

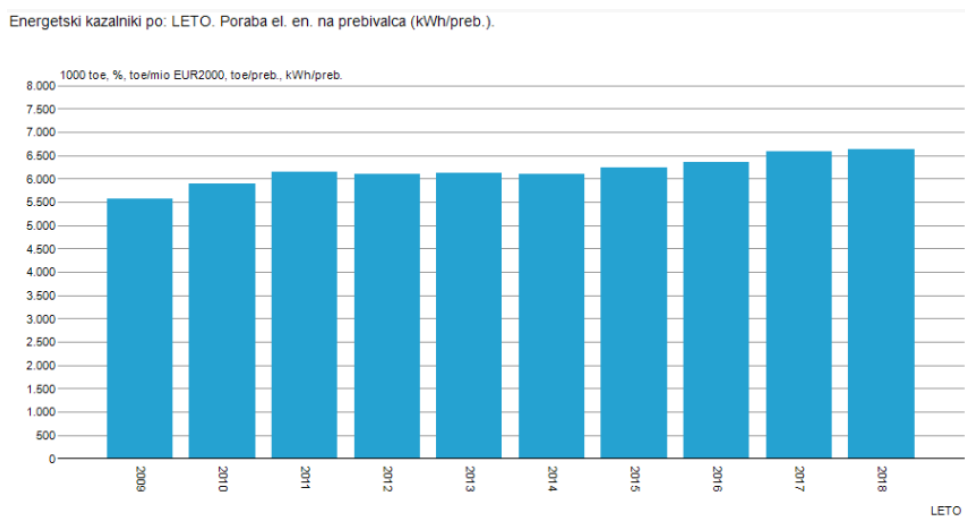
Danes si ni mogoče predstavljati življenja brez električne energije. Izzivi današnjega časa so, kako zagotoviti zadostne količine energije, kako jo pripeljati s čim manjšimi izgubami do potrošnika in pri tem upoštevati še okoljske, ekonomske in družbene pogoje.



Slika 10: Rast svetovne porabe energije iz različnih virov
(Vir: Svet energije)⁹

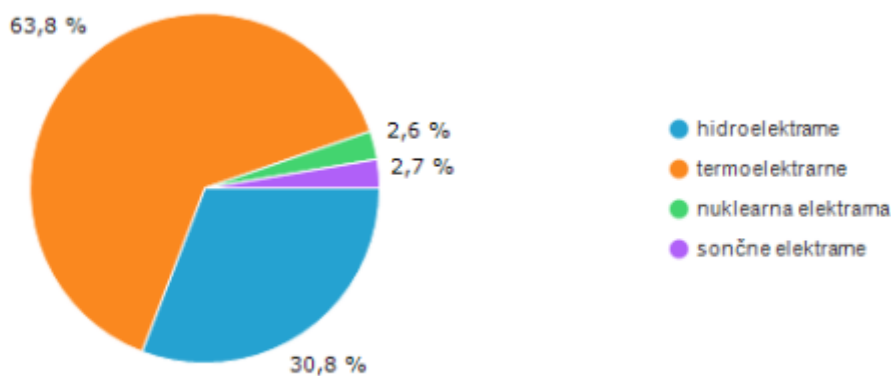
Domača proizvodnja energije je na osnovi različnih virov (premog, zemeljski plin, hidroenergija, nuklearna energija, geotermalna energija, obnovljivi viri energije). Spodnja slika prikazuje, da poraba električne energije na prebivalca v kilovatnih urah iz leta v leto narašča.

⁹ https://www.svetenergije.si/upload/files/energija_in_proizvodnja_elektricne_energije.pdf, dostopno 23. 11. 2019



Slika 11: Poraba električne energije na prebivalca v Sloveniji v obdobju 2009 do 2018

(Vir: Statistični urad Republike Slovenije)¹⁰



Slika 12: Neto proizvodnja električne energije, Slovenija, oktober 2019

(Vir: Statistični urad Republike Slovenije)¹¹

S prikazane slike 10 je mogoče ugotoviti, da proizvodnja elektrike v termoelektrarni v novembru 2019 zaradi remonta v nuklearni elektrarni Krško predstavlja večinski vir pridobivanja električne energije.

¹⁰ statistični urad RS

https://pxweb.stat.si/SiStatDb/pxweb/sl/30_Okolje/30_Okolje__18_energetika__01_18179_bilanca_kazalniki/1817902S.px/chart/chartViewColumn/, dostopno 24. 11. 2019)

¹¹ <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/8522> (SURS), dostopno 23. 11. 2019

Termoelektrarne se uvrščajo v skupino elektrarn, ki izkoriščajo neobnovljive energetske vire – fosilna goriva. Lokacije teh elektrarn so odvisne od dejavnikov, ki so nujno potrebni za proizvodnjo električne energije. V Sloveniji imamo aktivni dve taki elektrarni (Termoelektrarna Šoštanj in Termoelektrarna toplarna Ljubljana).



Slika 13: Termoelektrarna Šoštanj
(Vir: Pro plus d.o.o., 2019)¹²

Po letu 1960 so v Sloveniji gradili še plinske elektrarne, ki pa ne predstavljajo večjega pomena pri proizvodnji električne energije.

V Sloveniji imamo eno jedrsko elektrarno, ki je bila novembra 2019 v remontu, zato je v sliki 10 prikazan le majhen odstotek proizvodnje električne energije. Pri svoji proizvodnji ne sprošča ogljikovega dioksida v okolje. Minimalni vpliv na okolje imajo plinasti izpusti in odpadna toplota. Največji problem predstavljajo radioaktivni odpadki, ki jih je potrebno pravilno odložiti in skladiščiti.

Pomemben vir električne energije v Sloveniji so hidroelektrarne, ki proizvedejo tretjino vse potrebne električne energije. Vodne elektrarne imajo dolgo življenjsko dobo in male obratovalne stroške. Teh elektrarn je v Sloveniji največ. Ne povzročajo izpustov ogljikovega dioksida v okolje, imajo pa velik vpliv na okolje ob gradnji.

Človek si danes brez elektrike ne more predstavljati življenja. Največ energije, kar 80 %, v slovenskih gospodinjstvih uporabimo za ogrevanje in pripravo tople vode, ostalih

¹² Pro plus d.o.o. Pridobljeno 20. 12.2019 z naslova
<https://www.24ur.com/novice/gospodarstvo/sesti-blok-tesa-po-skoraj-treh-tednih-znova-obratuje.html>

20 % porabimo za delovanje malih električnih naprav, delovanje velikih gospodinjski aparatov, kuhanje in razsvetljavo. Po ocenah analitikov bo poraba električne energije še naraščala. Zato je pomembno, iz katerih virov bomo električno energijo pridobivali.

6 VARNOSTNI VIDIK PRI SONČNI ELEKTRARNI

Izgradnja sončnih elektrarn je bila v porastu do leta 2014, nato je nekoliko upadla. Po letu 2018 se statistično ugotavlja, da je izgradnja sončnih elektrarn ponovno v porastu. K temu je pripomogla država Slovenija, saj gospodinjstvom omogoča sofinanciranje izgradnje lastne sončne elektrarne, pripomogel pa je tudi svetovni trg, saj so elementom sončnih elektrarn padle cene (vpliv Kitajske).

6.1 PREDNOSTI IN SLABOSTI SONČNE ELEKTRARNE

Sončna elektrarna potrebuje relativno malo vzdrževanja. Za dobro delovanje je potrebno opravljati redne preglede, saj le tehnično brezhibna sončna elektrarna prinaša maksimalni izkupiček. Zgraditi jo moramo tam, kjer nas senca ne ovira (bloki, visoke zgradbe, hribi, zvoniki ...), v nasprotnem primeru zmanjšamo izkoristek sončnih celic. Prav tako na izkoristek vplivajo zunanji vplivi, kot so lepljiva umazanija ptičjih iztrebkov, smola, cvetni prah. To lahko odstranimo le z ročnim čiščenjem. Med negativne točke lahko štejemo spodnji rob, saj se za njim nabira umazanija.

7 POŽAR SONČNE ELEKTRARNE

7.1 GAŠENJE POŽARA

Gašenje požara hiše s sončno elektrarno zahteva dodatne varnostne ukrepe. Gasilci morajo upoštevati dodatna merila previdnosti pri gašenju požara. Vse dokler je svetlo, je sončna elektrarna pod električno napetostjo. Zato je postopek gašenja nekoliko drugačen kot v stavbah brez sončne elektrarne. Zato je prva obveznost lastnika, da ima izdelan varnostni načrt po pravilniku o požarnem redu. Na podlagi podatkov lastnika sončne elektrarne ga izdelava pooblaščen oseba za izvajanje ukrepov varstva pred požarom v objektu. Pred izdelavo požarnega načrta je za pomoč in nasvete smiselno prositi pristojno gasilsko enoto.

Objekti, kjer so vgrajene sončne elektrarne, so posebej označeni.



Slika 14: Oznaka na objektu, kjer je vgrajena sončna elektrarna
(Vir: lasten)

7.1.1 Požarni načrt

V pravilniku o požarnem redu je natančno opredeljena vsebina. Vsebovati mora grafični prikaz situacije objekta in delov z označenimi nevarnostmi ter sistemi, napravami in sredstvi za preventivno požarno zaščito. Pomen požarnega načrta je zagotoviti učinkovito gašenje, če pride do požara. Prvotno je namenjen gasilcem, reševalcem ali drugim osebam, ki bi pomagale pri gašenju. Na osnovi tega se gasilci lahko organizirajo za čimprejšnjo izvedbo aktivnosti ob požaru v objektih z nameščenimi sončnimi elektrarnami.

7.1.2 Ukrepanje ob požaru

V primeru požara, ko ni mogoče samostojno z obstoječimi sredstvi, ki so na voljo, omejiti požara, čim hitreje poklicati na telefonsko številko 112. Ob tem je potrebna pomoč osebam, da čimprej zapustijo objekt, v katerem je izbruhnil požar. Vsak lastnik stanovanjskega objekta bi moral biti podučen, kako je treba zapustiti objekt. Predvsem je potrebno upoštevati navodila, če je le mogoče, izklopiti glavno stikalo za električno energijo, zapreti dovod plina in vode. Pomembno je, da je izvod požarnega načrta skupaj z načrtom elektrarne hranjen na zunanji strani stavbe na dostopnem mestu, ki je zaščiten pred vremenskimi vplivi.



*Slika 15: Oprema gasilca – rokavice
(Vir: lasten)*



*Slika 16: Oblačilo za intervencijo
(Vir: lasten)*

7.1.3 Dodatne nevarnosti pri požaru na objektu

Kadar so na objektu požara vgrajene sončne celice – mala sončna elektrarna, je vse dokler pada na panele svetloba, zmožna proizvajati električno napetost. To pa pomeni, da lahko ob požaru privede do udara električnega toka.

Ob požaru je povečana tudi nevarnost sproščanja strupenih plinov (veliko je vgrajenih kovin, stekla, silicija, umetnih mas).



Slika 17: Zaščitna čelada gasilca
(Vir: lasten)



Slika 18: Maska gasilca
(Vir: lasten)

V primeru pregretja pritrdilnih elementov sončnih panelov obstaja nevarnost zrušenja sončne elektrarne ter zdrs panelov po strehi navzdol. Zraven vsega naštetega se zaradi dodatnih bremen sončne elektrarne hitreje poruši ostrešje, nevarnost predstavlja širjenje požara, saj nameščeni paneli ovirajo dostop gasilne vode do ostrešja.

8 SPLOŠNI PRIMER VARNOSTI PRI MONTAŽI IN SESTAVI

8.1 VARNOSTNI NAČRT ZA IZDELAVO SONČNE ELEKTRARNE NA STANOVANJSKI HIŠI

8.1.1 Projektna dokumentacija 11 kW sončne elektrarne

Projektna naloga vsebuje varnostni načrt. Varnostni načrt ima opredeljene vse postopke, poti in časovne termine za izvedbo gradnje in zaključne aktivnosti. Projekt se nanaša na izgradnjo sončne elektrarne na stanovanjski hiši za proizvodnjo električne energije. V vsebini je načrt za izgradnjo, načrt električne inštalacije in zaščite s strelovodom.

Vsebina načrta je opis varnosti in zdravje pri delu na gradbišču pri izdelavi sončne elektrarne na stanovanjski hiši.

Vsak načrtu vsebuje natančen popis predvidenih del, kot so organizacija gradbišča, pripravljala dela na gradbišču, izvedba konstrukcije, namestitve sončnih panelov, montaža vertikalnega voda in elektro dela, preizkus in delovanje sončne elektrarne, zaključna dela in meritve.

V varnostnem načrtu natančno opišemo potek izvedb vsake faze del posebej. Natančno se opišejo aktivnosti, ki bodo izvedene, vrste orodja in opreme, ki bo uporabljena in potrebna zaščitna sredstva. Za delo na višini so potrebna dodatna zaščitna sredstva.



*Slika 19: Pravilna namestitve varnostnega pasu
(Vir: lasten)*

Pri izvajanju del je pomembno, da ročna delovna oprema ni poškodovana.



Slika 20: Zaščitna očala
(Vir: lasten)



Slika 21: Zaščitne rokavice
(Vir: lasten)

Vsa varnostna oprema mora biti pregledana, preizkušena in brezhibna, preden gre na gradbišče. Strojne lahko uporabljajo le tisti delavci, ki so usposobljeni v skladu s predpisi in imajo opravljen izpit. Stroji morajo biti preizkušeni in pregledani pred uporabo. Odgovorna oseba mora strokovno pregledati opremo pred prevozom na gradbišče.

Zraven tega se mora uporabljati tudi varnostna čelada. Dela, ki jih opravljajo z avtodvigali, so posebej opredeljena.

Naprava za dvigovanje, prenašanje prosto stoječih bremen in košar s pomožnimi nosilnimi sredstvi mora ustrezati predpisanim zahtevam in biti pregledana (sladno z navodili za varno delo in proizvajalca).



Slika 22: Dvigalo za dvig oseb za delo na višini
(Vir: lasten)

Če upravljalec dvigala ugotovi nevarno okvaro, motnje ali druge nepravilnosti, je dolžan prekiniti uporabo avtodvigala ter vzroke prekinitve sporočiti odgovorni osebi za vzdrževanja le tega.

Upoštevati moramo tudi zmanjšanje stabilnosti dvigala, ko je roka raztegnjena. Pri podpiranju vozila s podpornimi nogami je potrebno upoštevati stabilnost tal. Če se noge kljub dodatnim podlaganjem usedajo, se uporaba avtodvigala prekine. Pri postavitvi avtodvigala moramo biti dovolj oddaljeni od prostih električnih vodov. Upoštevati moramo, da nadzemni vodi v vetru nihajo. Ob minimalni varni oddaljenosti in ukrepih pri stiku z električnimi vodi in napravami je treba upoštevati posebna varnostna navodila.

Nevarno delovno območje avtodvigala je območje, ki ga lahko doseže avtodvigalo z delovno pripravo in do koder lahko pade breme pri prenašanju na največjem dosegu.

Uporaba avtodvigala je prepovedana za katerekoli drug namen, kot je napisano v matični knjigi ali priročniku. Prepovedano je spreminjati nastavitve, ki varujejo avtodvigalo pred preobremenitvijo, prepovedana je preobremenitev avtodvigala. Pri izvedbi krmiljenja s tal se mora avtodvigalo praviloma krmiliti z nasprotne strani, v katero je pri delu obrnjena ročica. Na strani krmiljenja mora biti dovolj neoviranega prostora za odskok v primeru nepredvidene nevarne situacije. Nevarno in prepovedano je prenašanje bremena nad ljudmi. Tudi sunkovita uporaba avtodvigala ni dovoljena. Prepovedano je puščanje visečih naprav in se oddaljiti od delovišča. Če breme ni dvignjeno čisto od tal, se ne sme vklopiti komande za vrtenje roke. Pri uporabi vilic morajo le te objemati celotno breme. Pri uporabi mehaničnih klešč morata konici prijematih vzporedno. Nosilna sredstva, kot so veriga, kovinska vrv, kavelj in drugi pomožni prejemniki, morajo biti brezhibna.

Tovor mora biti naložen varno in zanesljivo. Vozila ne smemo obremeniti s težjim tovorom, kot je nosilnost zapisana v matični knjigi delovnega vozila. Med prevozom mora biti avtodvigalo zloženo in nameščeno na predviden način (začetni položaj), po posebnih zahtevah pa tudi opremljen z opozorilnimi tablamami in signalizacijo. Podporne noge morajo biti dvignjene in zložene. Hidravlična črpalka mora biti izključena. Pri uporabi avtodvigala na območjih javnega prometa je potrebno zagotoviti ukrepe v skladu s predpisi o varnosti cestnega prometa. Upoštevati moramo navodila za varno delo.

V varnostnem načrtu se opišejo nevarnosti in ukrepi ob nastopu nevarnosti pri izvajanju del na gradbišču. Z določitvijo ukrepov zagotovimo varnost in zdravje na delovnem mestu, upoštevajoč dejavnosti na gradbišču in opravljanje posebno nevarnih del. Opredelijo se možne nevarnosti: padec preko previsnega roba strehe, možnost padca skozi strešno kritino, padec iz košare, možnost zrušitve in padca materiala z višine, možnost poškodbe z ročnim orodjem, vreznine pri vgradnji male sončne elektrarne, možnost nezgode zaradi vremenskih vplivov med gradnjo, možnost vbodov v noge, možnost udara električne energije.

Izvajalec mora poskrbeti, da je na gradbišču škatla prve pomoči, na kateri mora biti na zunanji strani narisana rdeči križ in napisana:

- telefonska številka reševalnega centra 112,
- naslov in telefonska številka izvajalca del.

Škatla s prvo pomočjo se mora sprti pregledovati in dopolnjevati z veljavnim materialom. Izvajalec mora vsako poškodbo javiti nadrejenemu in drugemu izvajalcu del, strokovnemu delavcu, ki mu je zaupano opravljanje strokovnih nalog varnosti pri delu, ter koordinatorju v fazi izvajanja projekta. Vsi, ki se nahajajo na gradbišču, morajo biti obveščeni o škatli s prvo pomočjo.

Zavarovati je potrebno objekt, kjer se izvajajo dela. Okolica in objekt morata biti zavarovana s signalno vrvico ali verigo, ki preprečuje približevanje objektu. Pomembno je, da je gradbišče urejeno in delavcu dostopno. Z urejenim gradbiščem in delovnimi mesti zmanjšamo tveganja na delovnem mestu in zdravstvenih okvar delavcev.

8.1.2 Opis objekta

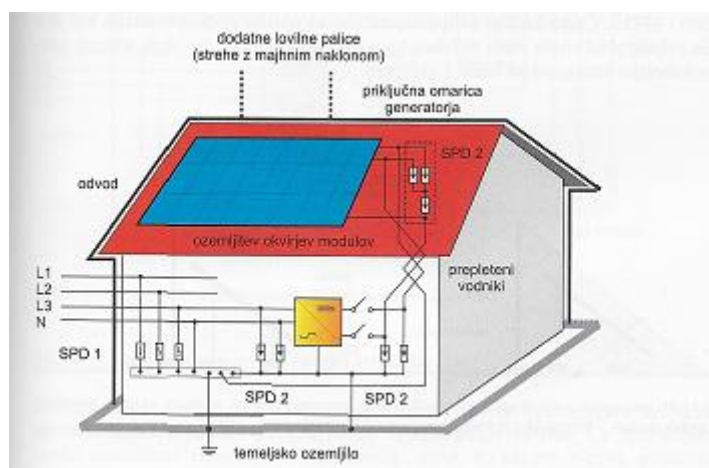
Investitor in izvajalec sta dolžna pred začetkom del preveriti in uskladiti projekt.



Slika 23: Objekt in prikaz delov male sončne elektrarne

Vir: Topsol d.o.o./¹³

Izvajalec je dolžan, da pred začetkom dela preveri stanje objekta. V kolikor ugotovi spremembe projekta, mora pisno obvestiti projektanta. Projektant mora spremembe pisno potrditi.



Slika 24: Zaščita pred direktnim udarom strele

Vir: Fotonapetostni sistemi¹⁴

Vsako gradbišče mora biti zavarovano in opremljeno z gradbiščno ograjo. Na delovnih mestih mora biti deponija gradbenega materiala.

¹³ V seznamu virov: Topsol d.o.o. (b.l.). Zgradba in delovanje sončne elektrarne. Pridobljeno 26. 12. 2019 z naslova

http://topsol.si/soncne_elektrarne/zgradba_in_delovanje_soncne_elektrarne/.

¹⁴ V seznamu virov: Lendarčič, D. Fotonapetostni sistemi. (2009)

Za organizacijo gradbišča moramo natančno sestaviti načrt o varnosti pri delu in program montaže. Izvedene morajo biti predpisane meritve. Potrebno je izdelati statični izračun obstoječe strehe. Za vso varnost je odgovoren sam izvajalec del.

Sončna elektrarna bo konstruirana za paralelno obratovanje z javnim električnim omrežjem, kamor bo oddajala proizvodnjo električne energije po shemi. Napravo za proizvodnjo električne energije sestavljajo generator, razsmernik z vgrajenim DC in AC stikalni blokom in merilno ločilno mesto. Male sončne elektrarne so nameščene na strehah stanovanjskih ali na drugih objektov, na strehah garaž ali na strehah objektov za živino (hlevih). Skupno bo nameščenih 37 modulov na aluminijasti konstrukciji. Razsmernik bo nameščen v prostoru. V PMO omarico vgradimo merilno opremo s standardi SODO. Iz PMO omarice pa priključimo razsmernik v razdelilnik RG.

Sončna elektrarna vsebuje:

- PV module,
- razsmernik,
- DC in AC stikalni blok,
- merilno ločilno mesto.

Pred montažo moramo preveriti nosilnost strehe, izvesti moramo vsa opisana organizacijska dela, podpisan mora biti varnosti načrt in načrt dela, ki ga je treba izvesti. Za izdelavo sončne elektrarne je zelo pomembno, da je izdelan načrt montaže. V prilogi 1 je blokovna shema sončne elektrarne za stanovanjsko hišo.

Montažo električne inštalacije v objektu opravlja usposabljana oseba. Izvajalec elektro inštalacije in ostale opreme lahko uporablja le opremo opisano v projektni dokumentaciji, v načrtu z opredeljenimi karakteristikami in lastnostmi opreme. To dokumentacijo skupaj z meritvami moramo hraniti v celotni življenjski dobi sončne elektrarne.

Konstrukcija za nosilnost sončnih modulov mora biti usklajena z navodili proizvajalca konstrukcije in kritine strehe. Uporabljajo se lahko samo standardni tipski elementi s certifikatom, da zagotovimo ustrezno gradnjo sončne elektrarne.



Slika 25: Konstrukcija, kljuka in profil za namestitev modulov
(Vir: Jensys energy-saving ¹⁵)

Vsa dela na električnih vodih moramo izvajati pazljivo.



Slika 26: Primer vgradnje odvodnika prednapetosti z DPN
Vir: Agencija Poti d.o.o. 2018)¹⁶

Modulov se ne montira, če niso ustrezni vremenski pogoji (močen veter, nevihte, priprava na nevihto, bliskanje...). Instalacijsko orodje in pripomočki morajo biti suhi. V varnostnem načrtu so natančna navodila, kako je potrebno odpirati škatlice z moduli (na zadnji strani modulov). Nikoli ne odpiramo modulov, ki so v uporabi in pod bremenom. Vedno je potrebno najprej izklopiti tokokrog. Pri izklopu električnih priključkov pod obremenitvijo lahko nastane smrtno nevaren električni oblok. Ne

¹⁵ <http://si.jensyssolar.com/mounting-brackets/roof-mounting-brackets/mounting-brackets-for-ceramic-tile-roof-solar.html>, dostopno 23. 11. 2019)

¹⁶ Agencija Poti d.o.o. (2018) Teoretično usposabljanje »POUČENI UPRAVLJAVEC MALE ELEKTRARNE«

smejo se uporabljati moduli, ki so kakorkoli poškodovani (npr. modul s počenim steklom). Prepričati se je potrebno, če modul ustreza razmeram na mestu vgradnje. Zadnje strani modula se ne sme obdelovati z lepilom, barvo, silikonom ali ostrimi predmeti. Modula se ne sme razdirati. Na modul se ne sme stopati, paziti se mora, da nanj ne pade orodje. Pri izvajanju inštalacije modulov delavci ne smejo nositi kovinskega nakita. Pri povezavi večjega števila modulov se pojavi nevarnost električnega udara, ki lahko v najhujših primerih ogrozi človeško življenje.

Po končani montaži je potrebno dobro pregledati in opraviti preizkus delovanja. Preizkus se opravi po pravilniku (Ur. List RS št. 41/2009; Uradni list RS, št. 2/2012 z dne 9. 1. 2012) in tehničnih smernicah (TSG-N-002:2013). To opravlja pooblaščen osebja, ki ima opravljen izpit za meritve.

Na nizkonapetostnih napravah je potrebno napraviti periodični pregled in servisiranje v skladu s predpisanimi navodili. O vseh pregledih in kontrolah se vodi dokumentacija.

Upravljalec (lastnik) male sončne elektrarne mora biti usposobljen v skladu z zahtevami Pravilnika o strokovnem usposabljanju in preizkusu znanja za upravljanje energetskih naprav (Uradni list RS, številka 92/15).

8.2 VZDRŽEVANJE SISTEMA

Proizvajalci opreme priporočajo, da se vsakih 6 mesecev preverijo spoji in električne inštalacije. Module je treba tudi čistiti. Čistimo jih tako kot vsa stekla. Ko jih čistimo poleti, moramo biti pozorni na vroče dele elektrarne (konstrukcija, modul), ker se ti elementi segrejejo do visoke temperature in lahko pride do opeklin. Če je modul poškodovan, ga ne smemo čistiti, ker lahko povzročimo nove poškodbe. Če je modul poškodovan, ga moramo menjati. Pozorni moramo biti na vdor zraka med celice in prekrivno folijo modula. Če pride do tega, moramo modul menjati. Če imamo zraven drevesa, je priporočeno da enkrat na leto pregledamo, da senca ne prekriva modula. Periodično kontroliramo tudi parametre sistema (napetost in tok), da lažje odkrijemo napako (slab spoj, umazanija, poškodba modula).

8.3 INTERVJU S POKLICNIM GASILCEM

Ob pripravi naloge smo opravili intervju s poklicnim gasilcem Gasilske brigade iz Maribora. Zgodovina Gasilske brigade v Mariboru sega v leto 1868, ko so prvič ustanovili požarno brambo (tako se je imenovala). Danes se po zakonu uvršča gasilska brigada Maribor v VII. kategorijo. To pomeni, da bi za izvajanje vseh aktivnosti bilo potrebno zaposliti 122 gasilcev. Kadrovska podhranjenost se izkazuje na operativni ravni. Na vsaki izmeni bi bilo potrebno zaposliti najmanj 18 poklicnih gasilcev. Danes je v Gasilski brigadi Maribor zaposlenih vsega 65 poklicnih gasilcev.

Vsak izmed njih mora opraviti dnevne priprave za posamezne primere. Dnevno morajo biti pripravljene na intervencije.

Za primere gašenja požarov na objektih s sončnimi elektrarnami se morajo držati pravil in načrtov. V Gasilski brigadi Maribor so zabeležili enega največjih požarov na objektu s sončno elektrarno leta 2013. Ob intervenciji morajo pridobiti čim več informacij o objektu na katerem je požar izbruhnil.

Že ob izgradnji sončne elektrarne je priporočljivo, da bi en izvod načrta sončne elektrarne bil oddan najbližji gasilski brigadi ali prostovoljnemu gasilskemu društvu. Izobraževanje in praktično usposabljanje je zelo drago. Država nima zagotovljenih zadostnih sredstev, da bi poklicni gasilci lahko izpopolnili znanje s praktičnimi primeri, saj je tovrstno izobraževanje povezano z visokimi stroški. Tehnika in tehnologija močno napreduje iz leta v leto.

9 ZAKLJUČEK

Naloga je z vidika proučitve literature obsežna. Kot je bilo uvodoma ugotovljeno, se je poraba energije povečala v povojnem času z razvojem industrije. Obnovljivi viri energije so priložnost za lokalne in nacionalne strukture. Skozi nalogo smo ugotovili, da so premiki na področju Slovenije bili narejeni z veljavnostjo novega energetskega zakona in z akcijskim načrtom, ki ga je država bila dolžna pripraviti.

Po proučitvi možnosti izgradnje male sončne elektrarne ugotavljam, da je potrebno skrbno zavarovati gradbišče, da morajo biti delavci ozaveščeni in poučeni z varstvenimi ukrepi na gradbišču.

Posebno nas je presenetil izsledek iz opravljenega intervjuja. Kljub povečevanju števila malih sončnih elektrarn se na področju varstva pri gašenju teh objektov posveča premajhna pozornost v izobraževanje kadrov.

Med prebiranjem literature smo zasledili, da morajo biti ob izvedbi investicije poučeni tudi lastniki malih sončnih elektrarn. Mnenja smo, da bi morale lokalne skupnosti ali drugi akterji pripravljati vsakoletne izobraževalne programe za lastnike malih sončnih elektrarn na temo varnosti.

Iz preučevanja literature smo spoznali, da je Slovenija razvojno naravnana. Cilji, ki jih mora doseči ob zastavljenih mejnikih, so dosegljivi, vendar je potrebno vložiti več navora za koriščenje obnovljivih virov energije. Potencial, ki ga ima Slovenija, je velik na področju vodnih virov in izkoriščanju vetrne ter sončne energije.

V Evropi so prestrukturiranje v obnovljive vire podprli s finančnimi instrumenti in prilagojeno zakonodajo. Temu sledi tudi Slovenija.

Individualne sončne elektrarne so finančno velik zalogaj, saj se investicije po izračunih povrnejo šele v desetih letih. Kljub temu je zaznati porast izgradnje sončnih elektrarn.

Pomembno je, da so vsi načrti in dokumentacija izdelani pravočasno in v skladu z zakonodajo. Potencialni investitorji so lastniki individualnih hiš. Zavedamo se, da so obnovljivi viri energije tisti, ki nam omogočajo črpanje energije iz narave. Lokacija objekta, kjer bodo vgrajene sončne celice, mora popolnoma ustrezati pogojem.

Potrebno pa je izobraževanje lastnika zgradbe, kjer so vgrajene sončne celice. Ob izvedenem intervjuju smo ugotovili, da je glede na število objektov z vgrajenimi sončnimi celicami zelo pomembna požarna varnost. Izobraževanja za gasilce so že organizirana, vendar bi jih bilo potrebno še nadgraditi in obnavljati.

10 LITERATURA IN VIRI

Literatura:

Beravs, F. et al. (2009). Obnovljivi viri energije: razvojne možnosti, njihov vpliv na okolje in vloga lokalnih skupnosti. Celje: Fit media d.o.o.

Borzen d. o. o. in Sodo d.o.o. (2012). Koristni nasveti za izgradnjo manjših elektrarn. Ljubljana in Maribor: Borzen d. o. o. in Sodo d.o.o.

Činkole Kristan, E. in Rajer, B. (2016). Obnovljivi viri energije v Sloveniji: Prerez časa in prostora. Ljubljana: Borzen d.o.o.

Hribernik, A. (2010). Obnovljivi viri energije. Maribor: Založništvo Fakultete za strojništvo.

Javna predstavitev mnenj. (2005). Odbor Državnega zbora Republike Slovenije za okolje in prostor.

Lenardič, D. (2009). Fotonapetostni sistemi. Ljubljana: Agencija Poti.

Lovrenčič, V. (2018). Teoretično usposabljanje »POUČENI UPRAVLJAVEC MALE ELEKTRARNE«. Agencija Poti d.o.o.

Medved, S. in Arkar, C. (2009). Energija in okolje: obnovljivi viri energije. Ljubljana: Univerza v Ljubljana, Zdravstvena fakulteta in projekt Concerto/ Remining-Lowex.

Papler, P. et al. (2013). 3 Forum o obnovljivih virih in učinkoviti rabi energije, Kranj: Gorenjske elektrarne, proizvodnja elektrike, d.o.o.

Papler, D. (2012). Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov. Ljubljana: Energetika marketing d.o.o.

Ravnikar, I. (2002). Električne inštalacije. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Rožman, R. (2012). Proizvodnja električne energije. Krško: Zavod Neviodunum.

Spletne strani:

Obnovljivi viri in učinkovita raba energije (2016) Pridobljeno 3. 9. 2019 z naslova <http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/Lovren%C4%8Di%C4%8D-1.pdf>

Problematično gašenje objektov, opremljenih s sončno elektrarno. Pridobljeno 7. 11. 2019 http://www.sos112.si/slo/tdocs/2011_06_oblak.pdf

Pozor! Nevarnosti pri gašenju hiše s sončno elektrarno. Pridobljeno 17. 10. 2019 z naslova <https://www.zurnal24.si/pod-streho/pozor-nevarnosti-pri-gasenju-hise-s-soncno-elektrarno-336067>

Modra energija. Obnovljivi viri energije. Pridobljeno 3. 9. 2019 z naslova <http://www.modra-energija.si/si/izobrazevalno-sredisce/viri-energije/obnovljivi-viri-energije>

Vetrna energija. Pridobljeno 3. 9. 2019 z naslova <http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/ArtMID/733/ArticleID/16/Vetrna-energija>

Obnovljivi viri energije. Pridobljeno 3. 9. 2019 z naslova <http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Obnovljivi-viri-energije>

Slovenski portal za fotovoltaiko. (2019). Pridobljeno 5. 9. 2019 z naslova <http://pv.fe.uni-lj.si/Welcome.aspx>.

Evropski sončni dnevi. Pridobljeno 5. 9. 2019 z naslova <http://www.ape.si/publikacije/brosura-soncne-elektrarne.pdf>

Sončna energija. Pridobljeno 5. 9. 2019 z naslova <https://sites.google.com/site/obnovljivsi/soncna-energija>

O sončni energiji. Pridobljeno 5. 9. 2019 z naslova <https://www.esvet.si/druqi-viri-energije/soncna-energija>

Energija v Sloveniji in svetu: statistika. Pridobljeno 7. 9. 2019 z naslova <https://www.i-energija.si/ienergija/energetika-v-sloveniji-in-svetu-statistika/>

Slovenska poslovna točka. Pridobljeno 10. 9. 2019 z naslova <http://evem.gov.si/info/poslujem/varnost-in-zdravje-pri-delu/>.

Za najmlajše: Obnovljivi viri energije. Pridobljeno 15. 9. 2019 z naslova <http://www.mojprihranek.si/novice/za-najmlajse/za-najmlajse-obnovljivi-viri-energije.html>

Gasilska zveza Slovenije. Pridobljeno 7. 10. 2019 z naslova <http://www.gasilec.net/>

Gasilska zveza Slovenije. Pridobljeno 7. 10. 2019 z naslova <http://www.gasilec.net/operativa/intervencije/gasenje-objektov-opremljenih-s-soncnimi-elektrarnami>

Varnost in zdravje pri delu. Pridobljeno 17. 10. 2019 z naslova <https://e-uprava.gov.si/podrocja/delo-upokojitev/delo/varnost-in-zdravje-pri-delu.html>

Varnost in zdravje pri delu. Pridobljeno 17. 10. 2019 z naslova <https://mladipodjetnik.si/podjetniski-koticek/poslovanje/varnost-in-zdravje-pri-delu-v-podjetju>

Varnost in zdravje pri delu. Pridobljeno 17. 10. 2019 z naslova https://www.gvar.si/varnost-na-delovnem-mestu/?gclid=CjwKCAiAwZTuBRAYEiwAcr67OdVz-WF3mBr4hjW23SDiyZiV1D6iGsr5g32wI5Jd7UblPaoaiuo_ORoCYglQAvD_BwE

Smernica o požarni varnosti sončnih elektrarn. Pridobljeno 25. 10. 2019 http://www.szpv.si/wp-content/uploads/SZPV-512_2016.pdf

Tuji viri:

Environmental friendly PV power plant. Pridobljeno 10. 9. 2019 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610212000173>

How are Solar Panels an Eco-Friendly Energy Option? Pridobljeno 10. 9. 2019 z naslova <https://tech.co/news/how-solar-panels-work-2015-10>

Renewable resource. Pridobljeno 10.9.2019 z naslova https://www.investopedia.com/terms/r/renewable_resource.asp

Topsol d.o.o. (b.l.). Zgradba in delovanje sončne elektrarne. Pridobljeno 26. 12. 2019 z naslova http://topsol.si/soncne_elektrarne/zgradba_in_delovanje_soncne_elektrarne/

Priloga 1:

