

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anja HOHLER

**PROIZVODNJA ELEKTRIKE KOT DODATNA  
DEJAVNOST NA KMETIJI HOHLER**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anja HOHLER

**PROIZVODNJA ELEKTRIKE KOT DODATNA DEJAVNOST NA  
KMETIJI HOHLER**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**ELECTRICITY MANUFACTURE AS SUPPLEMENTARY  
ACTIVITY ON FARM HOHLER**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija agronomije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Diplomsko delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedeljstvo, travništvo in pašništvo.

Študijska komisija oddelka za agronomijo je dne 24.3.2011 odobrila naslov diplomskega dela: Proizvodnja elektrike kot dodatna dejavnost na kmetiji Hohler in za mentorja imenovala prof. dr. Rajka Bernika, za recenzentko pa prof. dr. Lučko Kajfež-Bogataj.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Rajko BERNIK  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Lučka KAJFEŽ–BOGATAJ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Anja Hohler

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn  
DK UDK 620.92: 621.311.21(043.2)  
KG obnovljivi viri/mala hidroelektrarna/električna energija/vodna energija/kmetija/  
KK AGRIS PO6  
AV HOHLER, Anja  
SA BERNIK, Rajko (mentor)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
LI 2012  
IN PROIZVODNJA ELEKTRIKE KOT DODATNA DEJAVNOST NA KMETIJI HOHLER  
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
OP IX, 37, [6] str., 3 pregl., 34 sl., 3 pril., 37 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI V diplomski nalogi je obravnavana proizvodnja električne energije, ki predstavlja dodaten vir zaslužka na kmetiji Hohler. Izkorišča se vodni vir, torej vir, ki je obnovljiv. Poleg vodne energije so v Slovenji pomembni še ostali obnovljivi viri, kot so energija sonca, energija vetra, biomasa in geotermalna energija. Vse to so obnovljivi viri, ki bodo v prihodnosti imeli velik pomen, saj bodo nadomestili fosilna goriva, katerih zaloge se zmanjšujejo. Mala hidroelektrarna Hohler, z močjo 400 kW je bila zgrajena leta 1994 in je locirana na nadmorski višini 870 m. Izkorišča se potok Oplotniščica, na katerem obratujejo še tri večje hidroelektrarne. Gradnja malih hidroelektrarn je primerna na lokacijah, kjer je vodni padec najmanj štiri metre. Pogoj za postavitev MHE je ohranjanje minimalnega pretoka in stalen letni pretok. Pomembne so tudi meritve bruto in neto padca. Za malo hidroelektrarno Hohler se uporablja tirolsko zajetje z bočnim odvzemom vode. Zanj sta značilna Pelton turbina in sinhronski generator. Z diplomsko nalogo smo želeli ozavestiti kmete na visokogorskih kmetijah o izrabi obnovljivih virov, bodisi vodne energije, biomase ali pa sončne energije, kot dopolnilne dejavnosti na kmetiji. Proizvodnja električne energije je grafično prikazana po letih in mesecih v referenčnem obdobju 1995 - 2011. Največja količina proizvedene električne energije je bila v letu 2010, upad pa beležimo v letu 2003, ko nas je pestila suša. Ugotovljeno je bilo, da mala hidroelektrarna prinaša več dohodka kot kmetija. Količina proizvedene električne energije je odvisna od količine padavin, ki padejo na površino Zemlje. Največ jih pade v jesenskih in poletnih mesecih, takrat je proizvodnja električne energije največja. Poraba električne energije na kmetiji Hohler se v zadnjih letih povečuje zaradi napredka in novih tehnologij v kmetijstvu.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDC 620.92: 621.311.21(043.2)  
CX renewable supplies/small hydropower/electrical energy/water power/farms  
CC AGRIS PO6  
AU HOHLER, Anja  
AA BERNIK, Rajko (supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Fakultety, Department of Agronomy  
PY 2012  
TI ELECTRICITY MANUFACTURE AS SUPPLEMENTARY ACTIVITY ON FARM HOHLER  
DT Graduation thesis (university studies)  
NO IX, 37, [6] p., 3 tab., 34 fig., 3 ann., 37 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Production of electrical energy, which performs an additional source of earnings for the Hohler`s farm, is presented. Water supply, the supply which is renewable, has been exploited here. In addition to water energy there are other renewable supplies in Slovenia the solar, wind, geothermal energy and biomass. These supplies will be of great importance in our future, for they will replace fossil fuel which has been quickly diminishing. The small hydropower Hohler with generation capacity 400kW put up in 1994 is located as 870 metres height above sea level. Water from the stream Oplotniščica, where there are three other a little bigger hydropowers in operation, has been exploited for it. Constructing small hydropowers is convenient on locations where the fall of water is at least four metres. Condition for constructing small hydropowers is keeping minimal and continuous water flow. Tyrolean basin of water supply with lateral water abstraction is used for the small hydropower Hohler. Pelton`s turbine and synchronised generator are typical for it. With this analysis we wanted highland farmers to become aware of importance regarding the use of renewable supplies either water and biomass or solar energy as additional activities on their farms. Production of electricity is shown graphically, yearly and monthly, during the reference period 1995 – 2011. The maximum amount of generated electricity was in 2010 while its drop was noted down in 2003, when we were drought-stricken. It was found out that a small hydropower brings in more income than a farm itself. The amount of generated electrical energy depends on precipitation falling to earth's surface. Most of it falls down during autumn and summer months, at that time most of electricity is produced. Consumption of electrical energy has been increasing in recent years caused by advance and new farming technologies.

## KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	II
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	III
KAZALO VSEBINE.....	IV
KAZALO PREGLEDNIC .....	V
KAZALO SLIK .....	VI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....	IX
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 POVOD .....	1
1.2 CILJ RAZISKAVE IN DELOVNA HIPOTEZA .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 ENERGIJA .....	3
2.2 POGLED V PRETEKLOST .....	3
2.3 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE – OVE .....	5
2.4 ZNAČILNOST OVE.....	7
2.5 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE V SLOVENIJI .....	8
<b>2.5.1 Biomasa .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.2 Sončna energija .....</b>	<b>9</b>
<b>2.5.3 Vetrna energija.....</b>	<b>11</b>
<b>2.5.4 Geotermalna energija.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5.5 Vodna energija .....</b>	<b>13</b>
2.5.5.1 Hidrološki krog .....	14
2.5.5.2 Zgodovina izkoriščanja vodne energije .....	14
2.6 MALE VODNE ELEKTRARNE.....	15
<b>2.6.1 Prednosti in slabosti malih hidroelektrarn .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6.2 Pretok vodotoka ter krivulja trajanja .....</b>	<b>17</b>
<b>2.6.3 Moč male vodne elektrarne .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6.4 Padavine v okolici hidroelektrarne .....</b>	<b>18</b>
<b>3 MATERIAL .....</b>	<b>19</b>
3.1 KRATKA PREDSTAVITEV KMETIJE HOHLER.....	19
3.2 OPIS MHE HOHLER .....	20
3.3 OSNOVNI KONSTRUKCIJSKI PARAMETRI MHE HOHLER.....	21
<b>3.3.1 Vodne razmere .....</b>	<b>21</b>
3.3.1.1 Bruto in neto padec vodotoka Oplotniščica .....	21
3.4 IZBIRA OPREME .....	22
<b>3.4.1 Zajetje.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.2 Strojnica .....</b>	<b>22</b>
3.4.2.1 Turbina .....	24
3.4.2.2 Elektro generator.....	25
3.5 PODOBEN PRIMER NA SLOVENSKEM IN PRIMERJAVA.....	26
<b>4 METODE DELA .....</b>	<b>27</b>
<b>5 REZULTATI.....</b>	<b>28</b>
5.1 IZRAČUN EKONOMIČNOSTI.....	31
<b>6 RAZPRAVA IN SKLEPI.....</b>	<b>33</b>
<b>7 POVZETEK .....</b>	<b>34</b>
<b>8 VIRI .....</b>	<b>35</b>
ZAHVALA	
PRILOGE	

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Tehnični podatki hidroelektrarne Šolar kot dodatne dejavnosti na njihovi kmetiji (Šolar, 2012).....	26
Preglednica 2: Tehnični podatki male hidroelektrarne Hohler kot dodatne dejavnosti na njihovi kmetiji.....	26
Preglednica 3: Prikaz poslovnega izida za leto 2010 in 2003 .....	32

## KAZALO SLIK

Slika 1: Obnovljiv vir energije na Zemlji je Sonce (Špan, 2008) .....	5
Slika 2: Fosilna goriva (Obnovljivi viri in njihov vpliv na okolje, 2012) .....	7
Slika 3: Primerjava različnih obnovljivih virov glede na gostoto moči (Novak in Medved, 2000: 35) .....	8
Slika 4: Fotosintetske reakcije (Fotosinteza, 2012) .....	8
Slika 5: Načini izkoriščanja sončne energije (Obnovljivi viri energije, 2012) .....	10
Slika 6: Polje vetrnih elektrarn (Stimulus ..., 2009).....	11
Slika 7: Geotermalni izvir (International ..., 2012).....	12
Slika 8: Potencial možnosti izkoriščanja geotermalne energije v Sloveniji (Novak in Medved, 2000: 214) .....	13
Slika 9: Kroženje vode ali hidrološki krog med atmosfero, kopnim in oceani (Novak in Medved, 2000: 182) .....	14
Slika 10: Zgoraj levo – betonski jez, groba rešetka in peskolov; zgoraj desno – leseni dovodni kanal; spodaj levo – (1) turbina, (2) vztrajnik, (3) generator v strojnici; spodaj desno – energetska upravljalna omara v strojnici (Novak in Medved, 2000: 184).....	16
Slika 11: Ostrorobi pravokotni (levo) in trikotni (desno) jez za merjenje pretoka vodotoka (Novak in Medved, 2000: 188).....	17
Slika 12: Krivulja trajanja za dvanajst, devet, šest in trimesečne pretoke vodotokov v gozdnatih področjih Slovenije (Novak in Medved, 2000: 189) .....	17
Slika 13: Vas Božje, z 887 m nadmorske višine .....	19
Slika 14: Hiša kmetije Hohler .....	19
Slika 15: Gospodarsko poslopje s hlevom.....	20
Slika 16: Krave molznice v hlevu in mlekarna .....	20
Slika 17: Geografska lega Male Hidroelektrarne Hohler (Kartonska podloga Slovenije, 2012).....	20
Slika 18: Mala hidroelektrarna Hohler .....	21
Slika 19: Potok Oplotniščica .....	21
Slika 20: Prikaz bruto in neto padca vodotoka (Novak in Medved, 2000: 188) .....	22
Slika 21: Zajetje MHE Hohler.....	22
Slika 22: Transformator – suha izvedba 600 kVA.....	23
Slika 23: Števec za registracijo oddane električne energije ter visokonapetostna celica ....	23
Slika 24: Elektro omara z avtomatiko.....	23
Slika 25: Peltonova turbina (Pelton turbines, 2012) .....	24
Slika 26: Prerez Peltonove turbine (Razpet, 2001: 163).....	25
Slika 27: Prikaz uporabnosti različnih tipov turbin v odvisnosti od instaliranega pretoka in neto padca vodotoka (Novak in Medved, 2000: 194) .....	25
Slika 28: Generator ter turbini.....	26
Slika 29: Višina padavin za Lukanjo po mesecih za referenčno obdobje 1994 – 2010 in temperatura zraka za leto 2011 za kraj Osankarica (Višina padavin, 2012; Temperatura zraka, 2012). .....	28
Slika 30: Povprečje padavin po mesecih za referenčno obdobje 1994 – 2011 (Višina padavin, 2012) .....	29
Slika 31: Proizvedena električna energija po mesecih za referenčno obdobje od 2009 – 2012 (Elektro Maribor, 2012).....	29



Slika 32: Proizvedena električna energija po letih za referenčno obdobje 1995 – 2011 (Elektro Maribor, 2012) .....	30
Slika 33: Poraba električne energije na kmetiji v obdobjih (Elektro Maribor, 2012).....	31
Slika 34: Višina dohodka proizvedene električne energije po letih v referenčnem obdobju 2002 - 2011 .....	32

## KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Izpis vhodnih klimatoloških podatkov za Lukanjo

PRILOGA B1: Temperatura zraka po mesecih v letu 2011 za kraj Osankarica

PRILOGA B2: Proizvodnja električne energije po mesecih za referenčno obdobje 2009 – 2012

PRILOGA C1: Poraba električne energije po obdobjih

PRILOGA C2: Dohodek proizvedene električne energije v referenčnem obdobju 2002 – 2011

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

b	širina odprtine v ravnem ostroroben jezu (m)
CO <sub>2</sub>	ogljikov dioksid
CH <sub>4</sub>	metan
EU	Evropska unija
g	težnostni pospešek (m/s <sup>2</sup> )
GWh	giga watne ure
H <sub>B</sub>	bruto padec (m)
h <sub>i,d</sub>	izgube v dovodu vodnega toka na turbino (m)
h <sub>i,o</sub>	izgube padca v odvodu (m)
h	prelivna višina (m)
H <sub>neto</sub>	neto padec vodotoka (m)
Hg	živo srebro
H <sub>2</sub> S	hidrogen sulfid
kWh	kilowatne ure
kV	kilovolt
kVA	kilovoltamper
kW	kilowat
MHE	mala hidroelektrarna
MW	megawat
NH <sub>3</sub>	amoniak
OVE	obnovljivi viri energije
P	moč male hidroelektrarne (W)
Pb	svinec
SO <sub>2</sub>	žveplov dioksid
toe	tona ekvivalentne nafte
ZN	Združeni narodi
Q	izmerjeni pretok vodotoka (m <sup>3</sup> /s)
Q <sub>12</sub>	dvanajstmesečni pretok (m <sup>3</sup> /s)
Q <sub>9</sub>	devetmesečni pretok (m <sup>3</sup> /s)
Q <sub>6</sub>	šestmesečni pretok (m <sup>3</sup> /s)
ρ	gostota (kg/m <sup>3</sup> )

## 1 UVOD

Na kaj pomislite ob besedi voda? Že varčujete z njo? Veste, da jo primanjkuje? A se zavedate, da bo to zelo pomembna dobrina v prihodnosti za nas in naše zanamce in da je ne bo mogoče kupiti? Zakaj? Zaradi tega, ker je enostavno ne bo. Še premalo se zavedamo, kaj pomeni imeti vode na pretek in da je voda vir življenja. Brez nje preživimo le nekaj dni. Voda predstavlja tudi življenjski prostor mnogim rastlinskim vrstam.

Vodo, neusahljiv vir, so izkoriščali že v preteklosti. Ob največjih vodotokih, kot je tudi potok Oplotniščica, so bile postavljene naprave, kot so mlini, žage in kovačije. Bile so sposobne izkoriščati hidravlično energijo vode na samem kraju. Vsaka kmetija je imela svojo žago in mlin, na kar nas še danes opominja stoječi Obrulov mlin. Konec 19. stoletja in začetek 20. stoletja sta prinesla pretvorbo vodne energije v električno in posledično gradnjo elektrarn.

V današnjem času vodno energijo uporabljamo za proizvodnjo električne energije. Slovenija je dežela, bogata z vodnimi viri. Potencial vodnih virov znaša okoli 19400 GWh letno. V Sloveniji vodne elektrarne proizvedejo približno tretjino električne energije, iz jedrskih elektrarn in elektrarn na fosilna goriva pa dobimo ostalo energijo (Žnidarčič, 2011).

Tako kot ostale članice Evropske unije, tudi Slovenija ni bogata s fosilnimi gorivi, zato jih mora večino uvažati. Obnovljivi viri, kot so vodna energija, energija vetra, energija sonca in itd., so viri, ki se obnavljajo, in ne onesnažujejo okolja. Ti viri bodo za naše zanamce vse bolj pomembni, kajti zaloge fosilnih goriv, kot sta nafta, premog se zmanjšujejo. In le vprašanje časa je, kdaj jih ne bo več moč dobiti.

Slovenija je z vstopom v EU morala sprejeti obvezo do Kjotskega protokola, sprejetega leta 1992 v Rio de Janeiru na »Konferenci ZN o okolju in razvoju«. Kjotski protokol je mednarodni sporazum o» ustalitvi koncentracij toplogrednih plinov v ozračje na taki ravni, ki bo preprečila nevarnost antropogenih poseganj v podnebni sistem,« je zapisano v 2. členu okvirne konvencije Združenih narodov (ZN) o spremembni podnebja. Iz petih globalnih razvojnih dokumentov je ta konvencija ena izmed tistih za trajnostni razvoj sveta. Kjotski protokol je bil sprejet na tretjem zasedanju Konference pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembah podnebja, ki je bilo od 1. do 11. 12. 1997 v Kyotu na Japonskem. Protokol je Slovenija podpisala 21.10.1998 (Ukaz o razglasitvi ..., 2002).

### 1.1 POVOD

Proizvodnja elektrike kot dodatna dejavnost na kmetiji predstavlja pomemben del zaslužka na kmetiji Hohler. Glede na današnje razmere v kmetijstvu in ostalih strokah menimo, da je dodaten zaslužek vedno dobrodošel, saj se od kmetijstva enostavno ne da preživeti. Menimo, da je izgradnja hidroelektrarne dobra naložba, saj se izkoriščajo viri, ki so obnovljivi, najboljše pri tem pa je, da okolja ne onesnažujejo. Tudi primanjkljaj med proizvodnjo in porabo električne energije v Sloveniji je vedno večji, zato uvoz elektrike še vedno narašča. Gradnja novih hidroelektrarn je torej dobrodošla.

## 1.2 CILJ RAZISKAVE IN DELOVNA HIPOTEZA

Z diplomsko nalogo želimo predstaviti in ovrednotiti proizvodnjo električne energije kot dodatno dejavnost na kmetiji. S tem bi želeli tudi motivirati druge kmete, ki kmetujejo na visokogorskih kmetijah, in jih vzpodbujati k izrabi obnovljivih virov, bodisi sončne, vodne energije ali biomase. V Sloveniji trenutno obratuje preko 400 malih hidroelektrarn.

Vodna elektrarna prinaša dodaten dohodek h kmetiji tudi v slabih letih, zato menimo, da bo v bodoče imela velik pomen za gospodarsko stabilnost, obstoj in prepoznavnost kmetije.

Rezultati tega diplomskega dela naj bi bili uporabni in zanimivi za kmetijske svetovalce pri eventualnih bodočih graditeljih elektrarn.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 ENERGIJA

Energija je vir gibanja in življenja. Brez energije, ki nam jo daje narava, ne moremo živeti, prav tako se avtomobili brez goriva ne morejo premikati. Energije torej ne moremo ustvariti ali uničiti. Za vsako delo, ki ga opravimo, potrebujemo energijo.

Max Planck definira energijo kot »sposobnost sistema, da izvaja zunanje aktivnosti.« Poznamo različne oblike energije: toplotna (notranja), fizikalno vezna energija (potencialna energija vode), mehanska, energija elektromagnetnega sevanja (sončna energija), kemično vezna energija (jedrska goriva, fosilna goriva, biomasa) in električna energija (Novak in Medved, 2000).

Zakon o ohranitvi energije pravi, da energija ne more nastati iz nič in se ne more uničiti, lahko pa se pretvarja iz ene oblike v drugo. Skupna energija sistema se namreč spremeni natanko za prejeto ali oddano delo oziroma toploto (Obnovljivi viri ..., 2012).

Ločimo:

- neobnovljive vire, ki niso nadomestljivi in se bodo v prihodnosti porabili. Nahajajo se v zemeljski skorji (nafta, naravni plin in premog),
- obnovljivi viri, kot so energija vetra, sončna energija, energija biomas, energija iz vročih kamenin, energija iz biomasa, ki se obnavljajo, nenehno nastajajo in so vse bolj pomembnejše. So okolju prijazni.

Izgube, ki nastajajo pri pretvarjanju energije, so sledeče (Novak in Medved, 2000):

- primarna energija, ki je v obliki jedrske ali kemične energije shranjena v gorivih,
- koristna energija, ki jo oddajajo številne naprave – hladilni ali ogrevalni sistem, svetlobna telesa in druge,
- končna energija, ki jo potrebujejo končni potrošniki (v industriji, zgradbah, promet...); pridobimo jo iz goriv z energetskimi pretvorbami in jo prenesemo k potrošnikom.

Glede na dogovorjene enote v mednarodnem merskem sistemu (ISO) količino energije merimo v Joule-ih (J). Iz tehniškega merskega sistema uporabljamo tudi wattne ure ( $Wh=3600 J$ ) ali ekvivalentno energijo fosilnih goriv, za katero uporabljamo enoto toe – tona ekvivalentne nafte (toe = tonne of oil equivalent;  $1 toe = 12,5 \cdot 10^6 Wh = 45 \cdot 10^9 J$ ) (Novak in Medved, 2000).

### 2.2 POGLED V PRETEKLOST

Poglavje povzemam po Jerneju Hrovatinu (2012).

»Dan, ko bomo točno izvedeli, kaj je elektrika, bo najpomembnejši dan v zgodovini človeštva!« je nekoč zapisal Nikola Tesla. Danes o elektriki vemo veliko, vsega pa še zdaleč ne. Njeno nerazumevanje nam na srečo ne preprečuje njene uporabe. Kar naravno se nam zdi, da ob pritisku na stikalo zasveti luč ali pa se vključi kakšna naprava. Ko ostanemo brez električne energije, se šele zavemo, kako močno smo odvisni od nje. Elektrika ima torej zelo pomembno vlogo v našem življenju.

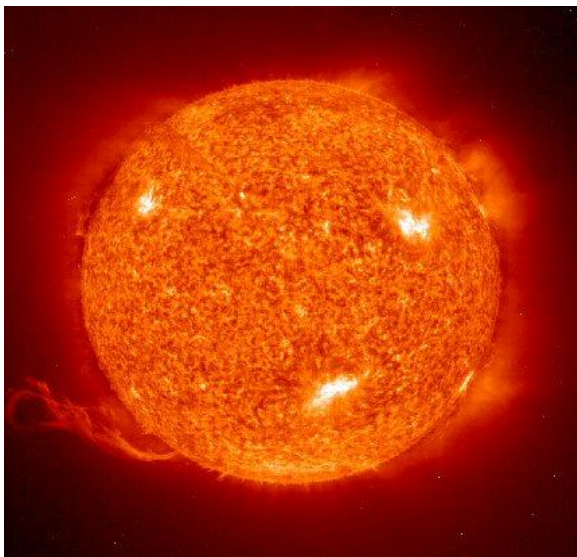
Elektriko so poznali že stari Grki. Zapisi Talesa iz Mileta, nastali okrog leta 600 pr. Kr., dokazujejo, da so že takrat vedeli, da se jantar, tako imenovana fosilizirana smola, naelektri in privlači lažje predmete, ko ga podrgnejo ob krzno. V Iraku so našli predmet iz leta 250 pr. Kr., ki je služil galvanizaciji oziroma nanosu plasti ene kovine na drugo, poimenovali so ga Bagdadska baterija. V Egiptu so na stenah našli zapise in risbe električnih naprav. Von Guericke je leta 1660 iznašel zgodnjo obliko elektrostatičnega generatorja. Leta 1675 je Boyle ugotovil, da električni privlak in odboj delujeta tudi v praznem prostoru. Gray je leta 1729 razdelil snovi na izolatorje in prevodnike, Van Musschenbroek je leta 1745 iznašel Leidensko steklenico, kondenzator, ki je omogočal shranjevanje večjih količin elektrike. Dve leti zatem je Watson odkril, da je razelektritev statične elektrike enaka električnemu toku. Sledili so znanstveniki, katerih odkritja so zelo pomembna, saj so po njih imenovane osnovne enote električnih količin. To so Volta, Faraday, Galvani, Ampère in Ohm. Njihova odkritja so temelj sodobni elektrotehniki. Z novimi znanstvenimi imeni in mejniki sta postregla 19. in 20. stoletje.

Izum indukcijskega motorja, poskusi z zelo visokimi napetostmi in kroglastimi strelami so delo Nikole Tesla. Po njegovih načrtih so izdelali prvo hidroelektrarno na Niagarskih slapovih.

Thomas Alva Edison je patentiral več kot 1000 izumov, med katerimi sta najbolj znana fonograf in žarnica, ki jo uporabljamo še danes. Za številne izboljšave pri železnici in izgradnji električnih omrežij je zaslužen George Westinghouse.

### 2.3 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE – OVE

Sonce predstavlja osnovni vir energije na Zemlji in zagotavlja primerne pogoje za življenje. Sončno sevanje se v stiku z atmosfero in na površini Zemlje pretvori v toploto, kinetično (npr. veter) in potencialno (akumulirana voda) energijo. Z obnovljivimi viri energije označujemo sončno sevanje v vseh njegovih pojavnih oblikah (toplota, veter, vodna energija). Za časovna merila človeštva je njihovo trajanje praktično neomejeno. Fosilna goriva (premog, nafta, plin) so količinsko omejena in so v preteklem obdobju akumulirana sončna energija (Novak in Medved, 2000).



Slika 1: Obnovljiv vir energije na Zemlji je Sonce (Špan, 2008)

Med obnovljivimi viri prevladuje energija Sonca, vendar pa to ni edini naravni vir. Obnovljive vire glede na izvor delimo na (Novak in Medved, 2000):

- sončno sevanje lahko spremenimo v toploto ali elektriko, v naravi povzroča nastanek valov, vetra, biomase in vodne energije. Sončno sevanje oddaja Sonce,
- toploto imenujemo geotermalna energija. Iz notranjosti Zemlje prehaja proti površju,
- planetarna energija Lune in Sonca, ki skupaj s kinetično energijo Zemlje povzroča periodično nastajanje plime in oseke.

Vse bolj smo odvisni od energije, zato potrebujemo vire, ki so okolju dostopni, prijaznejši in obnovljivi. Zaloge fosilnih goriv so omejene, njihovo izkoriščanje pa postaja vse bolj dražje. Trošimo jih veliko hitreje, kot le - ti nastajajo, zato obstaja velika nevarnost, da jih bomo s prekomerno uporabo v energetiki potrošili. Iz dneva v dan se spreminjajo napovedi o rezervah fosilnih goriv, ki jih imamo še na voljo.

Fosilna goriva so na voljo le v nekaterih državah, od katerih so energetske odvisne vse tiste, ki fosilnih goriv nimajo. To vodi v zaostrene konflikte, nezanesljivo oskrbo ter v nestabilne cene. Največji sovražnik okolju so fosilna goriva, kar posledično vodi do nenehnih podnebnih sprememb in kislega dežja, saj oba nastajata zaradi kurjenja fosilnih



goriv. S kurjenjem nafte, premoga in zemeljskega plina se povečuje koncentracija toplogrednih plinov v atmosferi.

V zadnjih stoletjih so zaradi povečane produktivnosti industrije, proizvodnje elektrike in transporta zasledili povečano koncentracijo plinov v atmosferi, kot so jo naravni procesi sploh sposobni odstraniti.

Učinek tople grede povzročajo toplogredni plini (TGP) v ozračju, saj absorbirajo dolgovalovno sevanje, s čimer vplivajo na sevalno (toplotno) bilanco Zemlje.

Toplogredni plini, ki jih spremljamo v evidencah so: ogljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), di-dušikov oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ter F-plini, ki obsegajo fluorirane ogljikovodike (HFC), perfluorirane ogljikovodike (PFC) in žveplov heksafluorid ( $\text{SF}_6$ ). Koncentracija najpomembnejšega toplogrednega plina  $\text{CO}_2$  se je od leta 1750 povečala za okrog 30%, povprečna globalna temperatura na zemeljskem površju se je v 20. stoletju zvišala za okoli  $0,6^\circ\text{C} \pm 0,2^\circ\text{C}$  (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2012). Žveplov oksid in nitratni oksid sta plina, ki nastajata v procesu gorenja fosilnih goriv. Kisel dež, ki nastane pri izgorevanju fosilnih goriv povzroča škodo na rastlinah, gozdovih, prizadene jezera, reke in življenja v njih, prav tako pa povzroča razjede na zgradbah in raznih kipih.

Poznamo vasi, ki so izginile zaradi izkopavanja premoga, nekatera obmorska mesta, ki bodo delno ali v celoti poplavljeni z vodo zaradi prekomernega globalnega segrevanja.

Vse to so razlogi, ki se jih zavedajo vse države, glavni krivec pa ni nihče drug kot človek. Človek, tihi »ubijalec okolja«, ki je preveč posegal v naravo, ob tem pa pozabil, kako zelo je škodoval našemu planetu. Če bomo želeli ohraniti naš planet zanamcem, bomo morali vsi prispevati k ohranitvi okolja in ga spoštovati, zato združimo moči, bodimo enotni in skupaj aktivno iščimo vire, ki nam bodo omogočili lepšo prihodnost in predvsem prihodnost našega planeta.

Zapisi smo že, da fosilna goriva za svoj nastanek potrebujejo milijon let, kar pomeni, da se ne obnavljajo tako hitro, kot jih mi potrebujemo. To pomanjkljivost neobnovljivih virov rešujejo t.i. obnovljivi viri (OVE).

Neobnovljive vire bo potrebno nadomestiti z obnovljivimi viri, saj so prijazni do okolja oz. v manjši meri onesnažujejo okolje, posledično pa bi se zmanjšala tudi odvisnost od uvoza nafte, premoga in zemeljskega plina. Obnovljivi viri so sestavni del boja Evropske unije proti podnebnim spremembam. Prispevajo h gospodarski rasti, ustvarjanju novih delovnih mest ter povečujejo energetska varnost.



Slika 2: Fosilna goriva (Obnovljivi viri in njihov ..., 2012)

Med obnovljive vire energije sodijo (Urbančič in sod., 2009):

- sončna energija,
- vodna energija,
- energija oceanov in morja,
- energija morskih tokov in valov,
- energija plimovanja,
- energija vetra,
- geotermalna energija,
- biomasa.

Podrobneje bomo predstavili vire energije, ki so bližje potencialom na Zemlji.

## 2.4 ZNAČILNOST OVE

Neomejena trajnost, velik potencial in enakomerna razporeditev brez geopolitičnih ovir so glavne značilnosti obnovljivih virov energije.

Če je neka oblika obnovljivega vira v neki deželi neizrazita, je ponavadi ta dežela bogata z nekim drugim obnovljivim virom.

Slabost obnovljivih virov je časovna spremenljivost moči in energije virov. Sončno sevanje na enoto obsijane površine se preko dneva spreminja do največ  $1000 \text{ W/m}^2$ , mesečna energija sončnega obsevanja pa od  $18 \text{ kWh/m}^2$  (mesec) v januarju do  $170 \text{ kWh/m}^2$  (mesec) v juliju (Slovenija na splošno) (Novak in Medved, 2000).

Obnovljivih virov v obliki biomase in toplote oceanov ne moremo shraniti z naravnimi sistemi, ki bi omogočali rabo energije takrat, ko jo potrebujemo. Energijo obnovljivih virov shranjujemo v obliki notranje, kemične, kinetične ali potencialne energije, za katero uporabljamo različne naprave. To pa zmanjšuje učinkovitost in podraži izkoriščanje obnovljivih virov. Za obnovljive vire energije je značilna tudi majhna gostota moči, zato morajo biti naprave pri enaki imenski moči precej večje od naprav, v katerih uporabljamo fosilna ali jedrska goriva (Novak in Medved, 2000).

V Sloveniji je najpomembnejši obnovljiv vir energije biomasa, sledi vodna energija, v zadnjih letih pa se močno povečuje izkoriščanje sončne energije in bioplina. Obnovljivi viri energije so v svetu prisotni skoraj v vseh sektorjih (Urbančič in sod., 2009). EU je

sprejela cilj, da bo do leta 2020 delež energije iz OVE v bruto končni porabi energije povečala na 20%. Za Slovenijo je cilj 25%, ki ga bo dosegla z ukrepi zapisani v Akcijskem načrtu za OVE v obdobju 2010 – 2020 (Green economy ..., 2007).



Slika 3: Primerjava različnih obnovljivih virov glede na gostoto moči (Novak in Medved, 2000: 35)

## 2.5 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE V SLOVENIJI

### 2.5.1 Biomasa

Novak, Medved (2000) definirata biomaso kot naraven material, proizveden s fotosintezo. Biomasa predstavlja pomemben vir primarne energije v Sloveniji. Z biomaso označujemo les, trave, energetske rastline, rastlinska olja, itd.

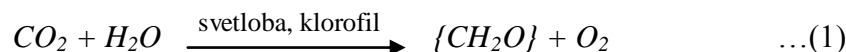
Energijo, ki jo pridobimo iz biomase imenujemo bioenergija. S kurjenjem iz biomase pridobivamo toploto, ki jo lahko pretvorimo v električno in mehansko energijo.

Fotosinteza je naraven proces pretvorbe sončne energije. Poleg hrane s fotosintezo pretvarjamo sončno energijo, ki je shranjena v obliki kemične energije (Novak in Medved, 2000).

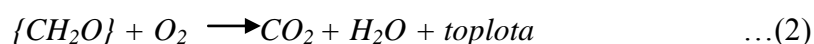


Slika 4: Fotosintetske reakcije (Fotosinteza, 2012)

Splošna enačba za celoten proces fotosinteze je sledeča:



V rastlinah poleg fotosinteze poteka respiracija (dihanje), v katerih se kemijska energija pretvori v druge oblike.



C3 rastline, kot so vse vodne rastline, lesnate rastline, večina zelišč in kmetijskih rastlin uporabljajo za fiksacijo  $CO_2$  le Calvinov cikel. Te rastline imajo močno izraženo fotorespiracijo in so rastline zmernega klimata. Njihov izkoristek, ki je nekje med 1 in 2%, je v naravi najučinkovitejši, zagotavlja dnevni prirastek med 20 in 30  $g/m^2$  dan. Rastline toplega klimata (tropske rastline), ki fiksirajo  $CO_2$  pri močni svetlobi in manjši koncentraciji  $CO_2$  ter nepomembni fotorespiraciji, imenujemo C4 rastline (koruza) (Ločniškar, 1999). Njihov izkoristek se giblje okoli 3 do 4%, dnevni prirastek pa med 40 in 50  $g/m^2$  dan. V povprečju ocenjujejo, da je povprečni izkoristek pretvorbe sončnega obsevanja v biomaso med 0,1 in 0,2% (Novak in Medved, 2000).

K biomasi prištevamo tudi biogoriva, kot sta biodisel in metan. Biodisel večinoma pridobivamo iz oljnih rastlin (oljna repica). Uporabljamo ga za pogon avtomobilov ali za proizvodnjo toplote. Gnijoči odpadki ter odplake ustvarjajo metan, ki je tudi energetski vir biomase (Keyhani, 2009).

Prednosti izkoriščanja lesne biomase (Obnovljivi viri energije, 2012):

- je obnovljiv vir energije,
- prispeva k čiščenju gozdov,
- zmanjšuje emisije  $CO_2$  in  $SO_2$ ,
- zmanjšuje uvozno odvisnost,
- zagotavlja razvoj podeželja,
- podpira nova delovna mesta.

Visoka cena spremembe organske snovi v energijo in posek gozda sta negativni lastnosti uporabe biomase. V Sloveniji je registriranih 6 elektrarn na biomaso, moči od 540 kW do 6150 kW (Register deklaracij ..., 2012).

### 2.5.2 Sončna energija

Je energija, pridobljena od Sonca, ki jo prejema Zemlja.

»Sonce je zvezda, ki zaradi zlitja vodikovih jeder v notranjosti oddaja v vesolje ogromno količino energije« (Sonce, 2002).

Vsako uro Sonce na Zemljo pošlje toliko energije, kot jo človeštvo uporabi v enem letu.

Sonce seva s temperaturo okoli 6000 K in je približno enaka sevanju črnega telesa. Sevanje gostote toka energije Sonca na vrhu Zemljine atmosfere znaša  $1367 \text{ W/m}^2$ . Imenujemo jo solarna konstanta. Sonce oddaja energijo v obliki elektromagnetnega valovanja, ki prihaja iz fotosfere, tanke površinske plasti (Fonović, 2005).

V Sloveniji je registriranih 2642 sončnih elektrarn, moči od 1,10 kW do 969,81 kW (Register deklaracij ..., 2012) Potencial sončne energije je največji na Primorskem (Sončne elektrarne v Sloveniji, 2012). Sončno energijo v Sloveniji izrabljajo predvsem zasebniki na strehah objektov.

Sončno energijo lahko izkoriščamo na tri načine (Obnovljivi viri energije, 2012):

- a.) Z aktivnimi solarnimi sistemi, ki s sprejemniki sončne energije absorbirajo sončno obsevanje ter ga v obliki toplote oddajo krožeči tekočini (Novak in Medved, 2000). V ta sistem uvrščamo sončne elektrarne ali sončne kolektorje (fotovoltaični sistemi),
- b.) S pasivnimi solarnimi sistemi ali sistemi za naravno ogrevanje. Za delovanje ne potrebujejo dodatne energije in snovi za prenos toplote. Sončno sevanje spremenimo v toploto za ogrevanje stavb, ki so vključeni v konstrukcijski ovoj stavbe: stekleniki, okna, sončni zidovi, ali pa z umeščanjem naselij, sadovnjakov in vinogradov,
- c.) Fotovoltaika je proces pretvorbe sončne energije neposredno v električno energijo. Proces pretvorbe je zanesljiv, čist in potrebuje le svetlobo kot edini vir energije. Poteka preko sončnih celic.



Slika 5: Načini izkoriščanja sončne energije (Obnovljivi viri energije, 2012)

Prednosti izkoriščanja sončne energije (Obnovljivi viri energije, 2012):

- proizvodnja električne energije iz fotovoltaičnih sistemov je okolju prijazna,
- izkoriščanje sončne energije ne onesnažuje okolja,
- proizvodnja in poraba sta na istem mestu,
- fotovoltaika omogoča oskrbo z električno energijo oddaljenih področij in oddaljenih naprav.

Slabosti izkoriščanja sončne energije:

- težave pri izkoriščanju sončne energije zaradi različnega sončnega obsevanja posameznih lokacij,
- cena električne energije, pridobljene iz sončne energije, je veliko dražja od tiste proizvedene iz tradicionalnih virov.

### 2.5.3 Vetrna energija

Že v preteklosti so ljudje znali izkoriščati energijo vetra. Veter je sekundarna oblika sončne energije, ki obseva Zemljo in povzroča različna temperaturna nihanja na njeni površini (Predin in sod., 2009).

Za pretvarjanje kinetične energije vetra v električno energijo sta potrebna dva podsistema:

- sistem za pretvarjanje kinetične energije vetra v mehansko delo,
- sistem za pretvarjanje mehanskega dela v električno energijo.

Sodobna vetrna elektrarna lahko teoretično pretvori največ 60% energije vetra v električno energijo, v praksi pa le od 20 do 30%. Moč vetrnih elektrarn znaša od nekaj kW do nekaj MW. Izkoristek vetrne energije se iz leta v leto povečuje.

Večina vetrnih elektrarn prične obratovati pri hitrosti vetra okoli 5 m/s. Med 15 m/s in 25 m/s proizvedejo vetrnice največ električne energije. V Sloveniji so registrirane 4 vetrne elektrarne, moči od 2,50 kW do 15 kW (Register deklaracij ..., 2012). Primorska in Notranjska sta primerni za razvoj vetrne energije v Sloveniji, predvsem na grebenih dinarsko gorskih planot, zaradi močnih, pogostih in stalnih vetrov (Predin in sod., 2009).

Najbolj primerna območja za izkoriščanje vetrne energije so: Škotska, južna Francija, Norveška, severni del Irske, Danska, severna Francija, Nemčija in območja Sredozemlja (Renewable ..., 2004).



Slika 6: Polje vetrnih elektrarn (Stimulus ..., 2009)

Prednosti izkoriščanja energije vetra (Obnovljivi viri energije, 2012):

- enostavna tehnologija,
- proizvodnja električne energije iz vetrnih elektrarn ne povzroča emisij.

Slabosti izkoriščanja energije vetra:

- vizualni vpliv na okolico zaradi svoje velikosti,
- v neposredni bližini povzročajo hrup.

### 2.5.4 Geotermalna energija

Geotermalna energija je toplota Zemljine notranjosti in se nanaša na toploto globoko pod površjem Zemlje. Najdemo jo v vročih vrelih ter gejzirjih, ki pridejo na zemeljsko površje ali v rezervoarjih globoko pod Zemljo. Geotermalna energije je vir primarne energije, odvisna neposredno ali posredno od Sonca. Nastala je predvsem iz gravitacijske energije, katere del se je v času oblikovanja delcev v zemeljsko oblo pred okoli 4,5 milijardami let spremenil v začetno toplotno energijo. Drugi pomemben vir geotermalne energije, poleg shranjene toplote, je radiogena toplota, ki nastaja ob razpadu naravnih radiogenih izotopov z dolgo razpolovno dobo. To so uran  $U^{235}$  in  $U^{238}$ , torija  $Th^{232}$  in kalija  $K^{40}$  (Novak in Medved, 2000).

Poseben način izrabe geotermalne energije predstavljajo geotermalne toplotne črpalke, za katere je uporabna voda z že  $4^{\circ}C$ . Za neposredno izrabo potrebujemo vodo, ki ima vsaj  $20^{\circ}C$ . Termalna voda je uporabna za namakanje poljščin, gojenje vodnih organizmov, aklimatizacijo prostorov, ogrevanje vode in prostorov (Rman in sod., 2009).



Slika 7: Geotermalni izvir (International ..., 2012)

Geotermalno energijo lahko izkoriščamo z zajemom toplih vodnih ali parnih vrelecev oziroma s hlajenjem vročih kamenin.

Ločimo (Obnovljivi viri energije, 2012):

- visokotemperaturne geotermalne vire, pri katerih je temperatura vode nad  $150^{\circ}C$ . Uporabljamo jih za izrabo proizvodnje električne energije,
- nizkotemperaturne geotermalne vire, pri katerih je temperatura vode pod  $150^{\circ}C$ . Neposredno jih uporabljamo za ogrevanje, večinoma v zdraviliščih in toplicah.

Prednosti:

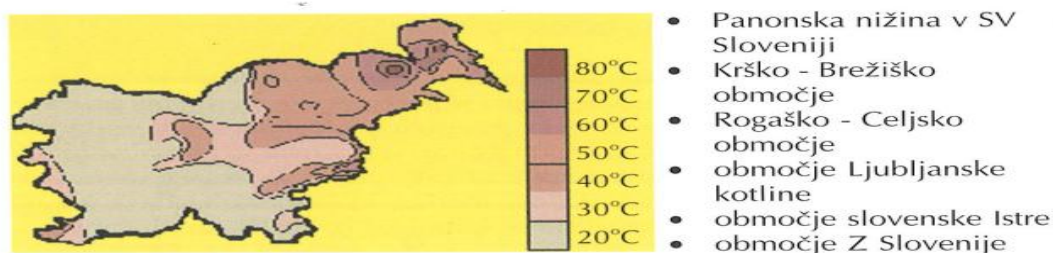
- zmanjšanje emisij toplogrednih plinov
- je čist vir energije
- zaloge geotermalne energije so neizčrpne

Slabosti:

- usedanje tal, ki nastane pri praznjenju vodonosnikov,
- onesnaževanje voda (toplotno onesnaževanje površinskih voda, v katere spuščamo zavrženo geotermalno vodo),

- z izlivom izkoriščene termalne vode v reke ali jezera se poveča vsebnost škodljivih snovi (karbonati, silikati, sulfid, kloridi, Hg, Pb, Zn itd.), trdnih snovi (pesek, mulj) in slanost,
- v ceveh sistema nastajajo usedline, ker termalne vode vsebujejo raztopljene pline ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) in trdne snovi: apnenec, kremen, kalcijev sulfat, kalcijev fosfat, emulgirana olja, parafine, pesek, mulj itd.

Pri proizvodnji elektrike, ki jo izkoriščamo iz geotermalnih nahajališč, lahko pride do onesnaževanja zraka zaradi plinov ( $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ ), ki jih vsebuje para.



Slika 8: Potencial možnosti izkoriščanja geotermalne energije v Sloveniji (Novak in Medved, 2000: 214)

### 2.5.5 Vodna energija

Voda je vir življenja; je najpomembnejši obnovljiv vir energije; je sestavni del vseh živih bitij; je polarno topilo,.... skratka, voda je prisotna v vsakem trenutku našega življenja.

Novak in Medved (2000) definirata hidrologijo kot »znanstveno vedo, ki preučuje kroženje vode na Zemlji«. Hidroenergija je pomembna za ohranitev energije in se lahko uporablja kot dopolnilo sončni in vetrni energiji (sončna in vetrna energija nista konstantni).

V Sloveniji ima vodna energija velik potencial, saj se na leto v hidroelektrarnah proizvede 22,9% vse električne energije. Količina proizvedene energije je odvisna od količine vode in višinske razlike vodnega padca (Obnovljivi viri energije, 2012).

Prednosti izkoriščanja hidroenergije (Obnovljivi viri energije, 2012):

- ne onesnažuje okolja,
- dolga življenjska doba in relativno nizki obratovalni stroški.

Slabosti izkoriščanja hidroenergije:

- izgradnja hidrocentral predstavlja velik poseg v okolje,
- nihanje proizvodnje glede na razpoložljivost vode po različnih mesecih leta,
- visoka investicijska vrednost.

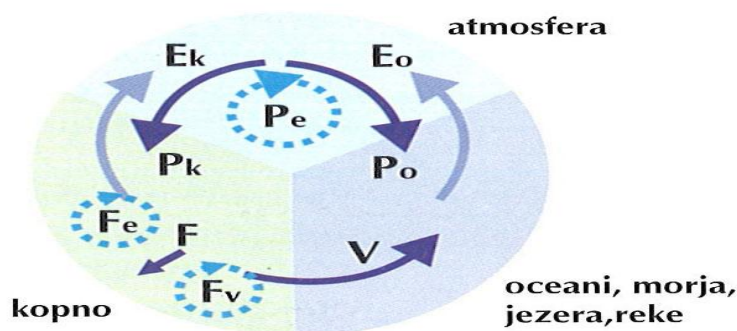
Konec osemdesetih let se je gradnja malih hidroelektrarn v Sloveniji močno povečala. Tako je leta 1994 v Sloveniji obratovala kar 412 mikro, mini in malih vodnih elektrarn s skupno močjo 80 MW. V istem letu smo z malimi vodnimi elektrarnami proizvedli 29,8 GWh električne energije oz nad 10% vse električne energije, proizvedene z vodnimi elektrarnami v Sloveniji (Novak in Medved, 2000).



### 2.5.5.1 Hidrološki krog

Zaradi Sončevega obsevanja voda na Zemlji neprestano kroži, kar imenujemo hidrološki krog. Zanimive so vodne bilance kontinentov in delež padavin, ki v vodotokih odteka iz kontinentov v oceane. Imenujemo ga razmerje odtoka, katerega lahko pod določenimi pogoji izkoristimo v vodnih elektrarnah. Za oceno vodnega potenciala pa je pomembna tudi količina padavin (Novak in Medved, 2000).

V hidroelektrarnah poteka pretvorba hidroenergije v električno energijo. Količina energije, ki jo pridobimo, je odvisna od količine vode in višinske razlike vodnega padca. Ocenjujejo, da se za delovanje hidrološkega kroga porabi okoli 23% sončevega obsevanja (Novak in Medved, 2000). Voda ( $E_o$ ) pod vplivom sončnega sevanja izpareva iz vodnih površin in se dviguje v atmosfero, kjer kondenzira. S padavinami se delno vrne v oceane ( $P_o$ ), delno pa pade na kopno ( $P_k$ ). V atmosferi se del kondenzirane pare ( $P_e$ ) ponovno upari in kroži. Od padavin, ki padajo na kopno, se del ( $E_k$ ) upari in vrne v atmosfero, del ( $F$ ) v litosferi ponikne, del ( $V$ ) v površinskih vodah teče do oceanov. Del vode ( $F_v$ ), ki prihaja iz litosfere, se zlije s površinskimi vodami, del ( $F_e$ ) se vrne v tla, ter se z izparevanjem in transpiracijo vrne v atmosfero (Novak in Medved, 2000).



Slika 9: Kroženje vode ali hidrološki krog med atmosfero, kopnim in oceani (Novak in Medved, 2000: 182)

### 2.5.5.2 Zgodovina izkoriščanja vodne energije

Že pred več kot 2500 leti so vodno energijo izkoriščali s posebnimi napravami. Prvi vodni mlin so izdelali pred 500 leti. Grki in Rimljani so uporabljali vodna kolesa za namakanje polj. Eden izmed največjih gradbenih dosežkov ljudi za oskrbovanje mest z vodo je bila izgradnja jezov in kanalov na Bližnjem Vzhodu, v Indiji in na Kitajskem. Vodno energijo so uporabljali predvsem za pogon mlinov in žag.

19. stoletje sta zaznamovala odkritje dinamita in izgradnja prve elektrarne z močjo 12 kW leta 1882 v ZDA. Večji del vodne energije se v današnjem času uporablja za pridobivanje električne energije. Med viri energije, s katerimi proizvajamo električno energijo, predstavlja vodna energija v svetovnem merilu pomemben delež. Z 20,4% zavzema drugo mesto, neposredno za trdimi fosilnimi gorivi, navajata Novak in Medved (2000).

V osemdesetih letih prejšnjega stoletja smo začeli v Sloveniji pridobivati električno energijo. Za potrebe industrije in javne razsvetljave so sprva gradili električne agregate. Do leta 1900 so bile v Sloveniji zgrajene prve tri elektrarne (Novak in Medved, 2000).

Danes je v Sloveniji registriranih 422 malih in velikih hidroelektrarn moči od 4 kW do 116000 kW. Na Dravi, Soči in Savi je približno 20 velikih hidroelektrarn (Register deklaracij ..., 2012).

Obstoječi hidroenergetski objekti v Sloveniji so (Raner in Žebeljan, 2009):

- DEM (HE Dravograd, Vuzenica, Vuhred, Ožbalt, Fala, Mariborski Otok, Zlatoličje Formin), skupna moč na pragu 575 MW
- SEL (HE Vrhovo, Moste, Mavčiče, Medvode, Boštanj), skupna moč na pragu 152 MW
- SENG (HE Doblar, Plave, Solkan), skupna moč na pragu 136 MW

## 2.6 MALE VODNE ELEKTRARNE

- So manjši objekti, postavljeni na manjših vodotokih,
- male hidroelektrarne so primerne za podeželske in izolirane kraje, saj predstavljajo ekonomsko alternativo električnemu omrežju,
- hidroelektrarne predstavljajo najbolj ugodno razmerje med vloženo energijo (vzdrževanje, obratovanje) in proizvedeno energijo tekom življenjskega cikla (Balmer in Spreng, 2008).

### 2.6.1 Prednosti in slabosti malih hidroelektrarn

Male hidroelektrarne so vir energije, so obnovljive, zanesljive, čiste in brez CO<sub>2</sub>. Shranijo sezonski višek padavin za kasnejšo povišano porabo. Imajo pozitiven vpliv na industrijo, saj izkoriščajo moč vode. Dober vpliv imajo na državo in vlado, kar se kaže v infrastrukturi, varnosti oskrbe in neodvisnosti kot tudi v pokrajini, saj zmanjšujejo erozijo in poplave. Za ribištvo in lovstvo predstavljajo negativen vpliv, saj lahko omejujejo gibanje živali. Prav tako nimajo dobrega vpliva na turizem in kmetijstvo zaradi manj privlačnih pokrajin in izgub obdelovalnih površin. Na okolje nimajo nobenega večjega vpliva, saj nadomeščajo proizvodnjo elektrike iz fosilnih goriv. Male hidroelektrarne se lahko razvijajo tam, kjer je izraba vode že izkoriščena (Balmer in Spreng, 2008).

Male hidroelektrarne so lahko:

- povezane in oddajajo energijo v javno omrežje,
- samostojne in napajajo omejeno število porabnikov.

Novak in Medved (2000) navajata, da je največ malih vodnih elektrarn zgrajenih na Kitajskem (več kot 60.000 malih vodnih elektrarn z močjo 8400 MW), sledi Švedska (1.350 z močjo 8400 MW), ZDA (1.700, 3400 MW), Italija (1.400, 2000 MW) in Francija (1.500, 1600 MW).

Vsako sodobno malo vodno elektrarno sestavljajo naslednji elementi (Novak in Medved, 2000):

- zaježitev vodotoka z jezom, grobo rešetko, peskolovom in čistilnim kanalom,
- dovod vode z vstopno in predturbinsko zapornico,

- turbina, ki pretvarja vodno energijo v mehansko delo in poganja generator električne energije,
- elementi za upravljanje in nadzor.



Slika 10: Zgoraj levo – betonski jez, groba rešetka in peskolov; zgoraj desno – leseni dovodni kanal; spodaj levo – (1) turbina, (2) vztrajnik, (3) generator v strojnici; spodaj desno – energetska upravljalna omara v strojnici (Novak in Medved, 2000: 184)

#### Razdelitev malih vodnih elektrarn (Keyhani, 2011):

##### 1.) delitev glede na vgrajeno moč:

- industrijske elektrarne: nad 1 MW,
- tovarniške elektrarne: do 1 MW,
- majhne poljedeljske elektrarne: do 100 kW,
- družinske elektrarne: do 20 kW.

ali

##### 2.) male elektrarne: $P_e \geq 1000$ kW

- mini elektrarne: 125 – 1000 kW,
- mikro elektrarne:  $P_e \leq 125$  kW.

##### 3.) delitev glede na način izkoriščanja vode:

- pretočne, brez akumulacijske vode,
- akumulacijske, z naravno ali umetno akumulacijo.

##### 4.) delitev glede na tlak:

- srednjetačne, s padcem vode do 100 m,
- nizkotlačne, s padcem vode do 20 m,
- visokotlačne, s padcem vode nad 100 m.

##### 5.) delitev glede na tip turbine:

- ravne pretočne,
- bankove,
- s pretočnim rezervoarjem.

##### 6.) delitev glede na tip generatorja:

- sinhronske,
- asinhronske.

7.) delitev glede na stopnjo avtomatizacije naprave:

- naprava z vzvodom,
- avtomatizirana naprava (s periodično kontrolo).

## 2.6.2 Pretok vodotoka ter krivulja trajanja

Pretok vodotoka  $Q$  je količina vode, ki teče v vodotoku v časovni enoti (Novak in Medved, 2000). Merimo ga v  $[m^3/s]$ . Maksimalni pretok vode je 900 l/s. Pretok vodotoka izmerimo z različnimi, bolj ali manj zahtevnimi metodami, med katere sodi merjenje prelivne višine vodotoka nad ostrim robom jezusa. Na sliki števil. 11 sta predstavljeni dve relaciji, s katerima določimo pretok vodotoka  $Q$  na jez z ostrorobim ravnim in ostrorobim trikotnim prelivom. Pri merjenju pretoka vodotoka ob normalno nizki vodi dobimo podatek o tem, koliko vode imamo na voljo vseh 12 mesecev v letu. Ta pretok označujemo s  $Q_{12}$ . Normalno nizka voda predstavlja stanje vode v normalnih pogojih, torej takrat, ko ni poplav, suše ali zmrzali (Novak in Medved, 2000).



Slika 11: Ostrorobi pravokotni (levo) in trikotni (desno) jez za merjenje pretoka vodotoka (Novak in Medved, 2000: 188)

$$Q = 1,722 \cdot b \cdot h^{1,5}$$

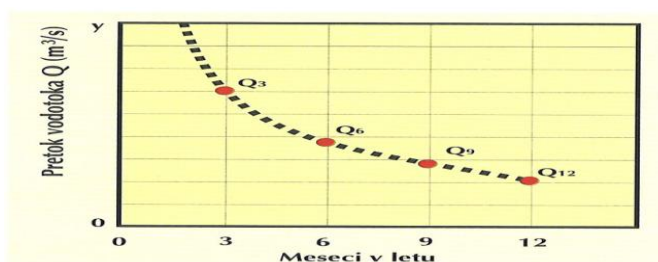
$$Q = 1,5 \cdot b \cdot h^{2,5} \quad \dots(4)$$

Pomen oznak:  $Q$  – izmerjeni pretok vodotoka ( $m^3/s$ )

$h$  – prelivna višina; višino vodotoka pred jezom merimo vsaj 1 m proti toku (m)

$b$  – širina odprtine v ravnem ostrorobem jezusa (m)

Pri načrtovanju male vodne elektrarne je poleg pretoka vodotoka pomembna tudi krivulja trajanja, ki ponazarja pretok vodotoka v določenih časovnih obdobjih. Na osnovi poznanega dvanajstmesečnega pretoka  $Q_{12}$ , lahko na podlagi izkustvenih relacij za manjše vodotoke določimo pretok, ki bo na voljo vsaj devet mesecev  $Q_9$ , vsaj šest mesecev  $Q_6$  in vsaj tri mesece v letu (Novak in Medved, 2000).



Slika 12: Krivulja trajanja za dvanajst, devet, šest in trimesečne pretoke vodotokov v gozdnatih področjih Slovenije (Novak in Medved, 2000: 189)

### 2.6.3 Moč male vodne elektrarne

Moč MHE Hohler je 400 kW.

Vodne elektrarne izkoriščajo potencialno energijo, shranjeno v vodi, ki se nahaja na večji nadmorski višini, kot je nadmorska višina kraja, kjer je zgrajena vodna elektrarna. Moč vodotoka določimo z izrazom:

$$P = g \cdot \rho \cdot Q \cdot H_N \quad \dots(5)$$

Pomen oznak: P – moč male vodne elektrarne (W)

g – težnostni pospešek ( $m/s^2$ )

$\rho$  – gostota ( $kg/m^3$ )

Q – izmerjeni pretok vodotoka ( $m^3/s$ )

$H_N$  – neto padec vodotoka (m)

### 2.6.4 Padavine v okolici hidroelektrarne

Geografska lega, razgiban relief, usmerjenost gorskih grebenov in bližina morja določajo podnebje v Sloveniji. Posledica prepleta teh štirih dejavnikov je zelo raznoliko podnebje. V Sloveniji prevladujejo trije tipi podnebja: zmerno celinsko podnebje (vzhodna Slovenija), subalpsko (osrednja Slovenija, v gorskem svetu prevladuje alpsko podnebje) in submediteransko podnebje (zahodno od Dinarsko - Alpske pregrade) (Podnebne ..., 2006).

Velika količina padavin (v povprečju 1.200 mm na leto) in veliko razmerje odtoka (okoli 48%) sta značilna za Slovenijo, zato nam vodna energija predstavlja pomemben energetski potencial, navajata Novak in Medved (2000).

Od morja proti notranjosti Slovenije se količina padavin povečuje, maksimum pa doseže na Dinarsko-Alpski pregradi. V Kamniško - Savinjskih Alpah je prav tako zaradi dviganja zračnih mas opažen maksimum padavin. Za Dinarsko pregrado proti severovzhodu se z oddaljenostjo od morja in orografske pregrade količina padavin zelo hitro zmanjšuje. V Prekmurju, na skrajnem severovzhodu, letna količina padavin ne preseže 900 mm. Največ padavin so deležne Julijske Alpe, kjer letno pade okoli 3.200 padavin. Količina padavin v Sloveniji se iz leta v leto močno spreminja (Podnebne ..., 2006).

### 3 MATERIAL

#### 3.1 KRATKA PREDSTAVITEV KMETIJE HOHLER

Kmetija Hohler leži na južni strani Pohorja, severno nad krajem Oplotnica, na nadmorski višini 887 m v vasici Božje. Kmetija je v lasti očeta, Jožeta Hohlerja. Poleg očeta na kmetiji živijo še mama Milena, brat Jernej in babica Katarina, ki ves svoj čas posvetijo delu in napredku na kmetiji. Kmetija ima v lasti 78 ha gozda in 8 ha obdelovalnih površin. Poleg proizvodnje elektrike, ki nam predstavlja dodaten vir dohodka, se na kmetiji ukvarjamo tudi s pridelavo mleka. V hlevu imamo 30 glav živine, od tega 20 krav molznic, ostalo pa so plemenske telice. Prevladujejo krave lisaste pasme. Letna proizvodnja mleka znaša 130.000 litrov, povprečna proizvodnja mleka po kravi pa 7.800 litrov. Na kmetiji se ukvarjamo s pašno – kosnim sistemom. Voluminozna krma se pridelava, medtem ko se koruzna silaža in krmila dokupijo. Kmetija spada med visokogorske kmetije. Za reprodukcijo krav skrbimo sami. Dokaz, da se z živinorejo ukvarjamo intenzivno, je šampionka Šeka v hlevu, ki je v drugi laktaciji proizvedla 7.950 litrov mleka. Letos smo na govedorejski razstavi v Slovenski Bistrici osvojili prvo nagrado v kategoriji mlajših krav lisaste pasme in tudi šampionko razstave v lisasti pasmi.



Slika 13: Vas Božje, z 887 m nadmorske višine



Slika 14: Hiša kmetije Hohler



Slika 15: Gospodarsko poslopje s hlevom



Slika 16: Krave molznice v hlevu in mlekarna

### 3.2 OPIS MHE HOHLER

MHE Hohler se nahaja v Lukanji, približno 10 km južno od turistično – klimatskega centra Rogla. Zgrajena je bila leta 1994. Potok Oplotniščica izvira na Pesku pod Roglo in teče v ozki soteski skozi Oplotnico. MHE Hohler je locirana na nadmorski višini 870 m.



Slika 17: Geografska lega Male Hidroelektrarne Hohler (Kartonska podloga Slovenije, 2012)



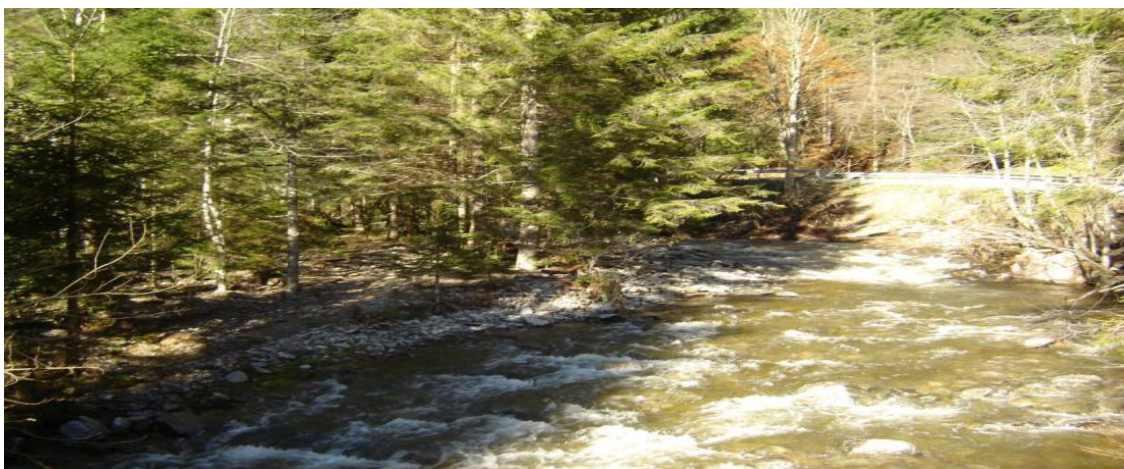
Slika 18: Mala hidroelektrarna Hohler

### 3.3 OSNOVNI KONSTRUKCIJSKI PARAMETRI MHE HOHLER

#### 3.3.1 Vodne razmere

##### 3.3.1.1 Bruto in neto padec vodotoka Oplotniščica

Potok Oplotniščica je eden izmed bolj vodnatih potokov v Sloveniji, kar kaže na njegovo izkoriščanje v preteklosti. Izkoriščali so ga za potrebe mlinarstva in žagarstva. Poleg MHE Hohler na potoku obratujejo še tri večje elektrarne.



Slika 19: Potok Oplotniščica

Bruto padec za MHE Hohler znaša 64 m, neto padec pa 58 m.

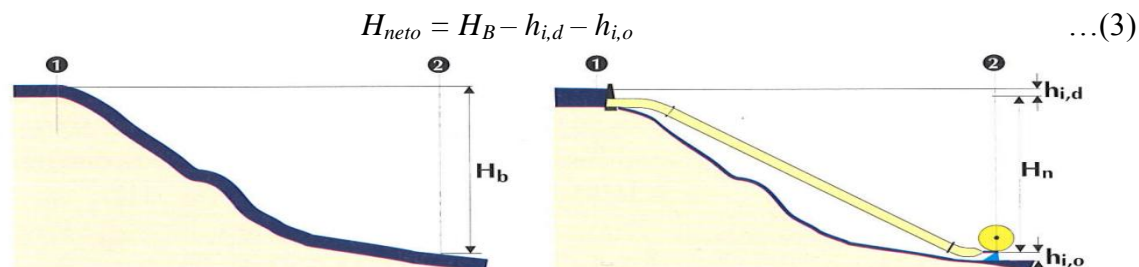
Bruto padec je definiran z višinsko razliko med vodnima gladinama na začetku (1) in na koncu (2) merjenega odseka vodnega toka. Označujemo ga z  $H_B$  in merimo v metrih. Če bruto padec  $H_B$  zmanjšamo za izgube v dovodu vodnega toka na turbino ( $h_{i,d}$ ) in izgube padca v odvodu ( $h_{i,o}$ ) izražene v metrih, dobimo neto padec vodnega toka  $H_n$ .

Vsota padcev tlaka na posameznem odseku kanala ali cevovoda (na rešetkah, v zapornih elementih in zaradi trenja pri toku vode v kanalu ali cevovodu) predstavlja zmanjšanje



padca vodotoka. V turbinah lahko izkoristimo le neto padec vodotoka (Novak in Medved, 2000). Neto padec je razlika med višinsko razliko in tlačno izgubo.

S pomočjo prostorninskega pretoka in padca vode je mogoče na mestu neposredno določiti, koliko električne energije je mogoče proizvesti.



Slika 20: Prikaz bruto in neto padca vodotoka (Novak in Medved, 2000: 188)

### 3.4 IZBIRA OPREME

#### 3.4.1 Zajetje

Uporablja se tirolsko zajetje z bočnim odvzemom vode, ki potuje v peskolov, kjer se pesek useda, nato gre v vtočni jašek, potem pa voda potuje v jekleni cevovod, premera  $\varnothing$  700 mm in dolžine 1250 m. Cevovod je položen v cestno telo. Za čiščenje listja se uporablja avtomatski čistilni stroj. Širina zajetja znaša 7 m, dolžina peskolova pa 15 m. Zaradi spuščanja biološkega minimuma se uporablja ribja steza.



Slika 21: Zajetje MHE Hohler

#### 3.4.2 Strojnica

Je prostor nad generatorjem. Velikost objekta je 10 x 10 m. Stoji na betonskih temeljih, nadgradnja pa je zidana. V strojnici so turbina z generatorjem in pripadajoča avtomatika ter transformatorska postaja z visokonapetostno celico. Elektrarna ima svoj transformator, moči 600 kVA, zaradi transformiranja napetosti iz 0,4 kV na 20 kV. Za upravljanje

elektrarne se uporablja daljinska komunikacija preko računalnika. Dele elektrarne in dostop do njih povezujejo hodnik in stopnice.



Slika 22: Transformator – suha izvedba 600 kVA



Slika 23: Števec za registracijo oddane električne energije ter visokonapetostna celica



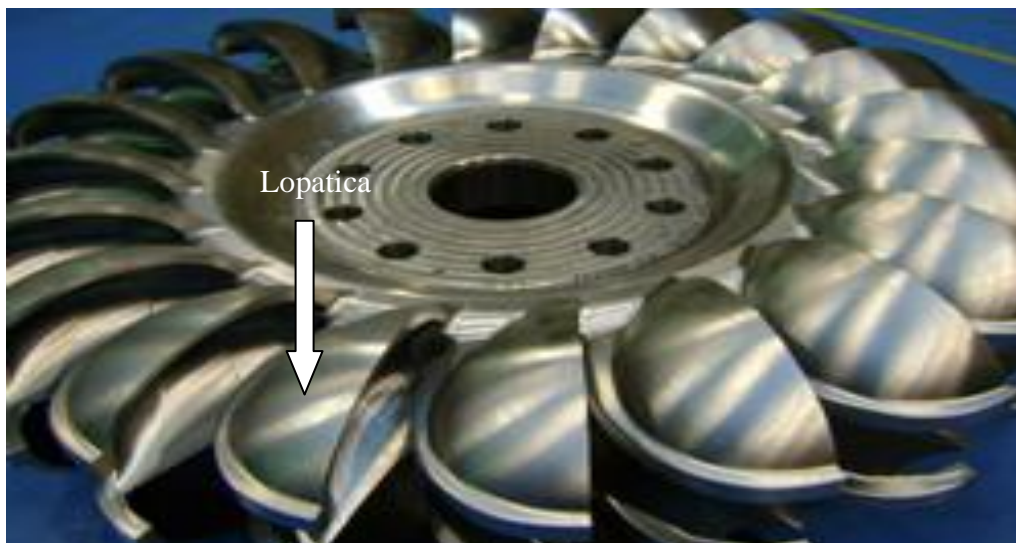
Slika 24: Elektro omara z avtomatiko

### 3.4.2.1 Turbina

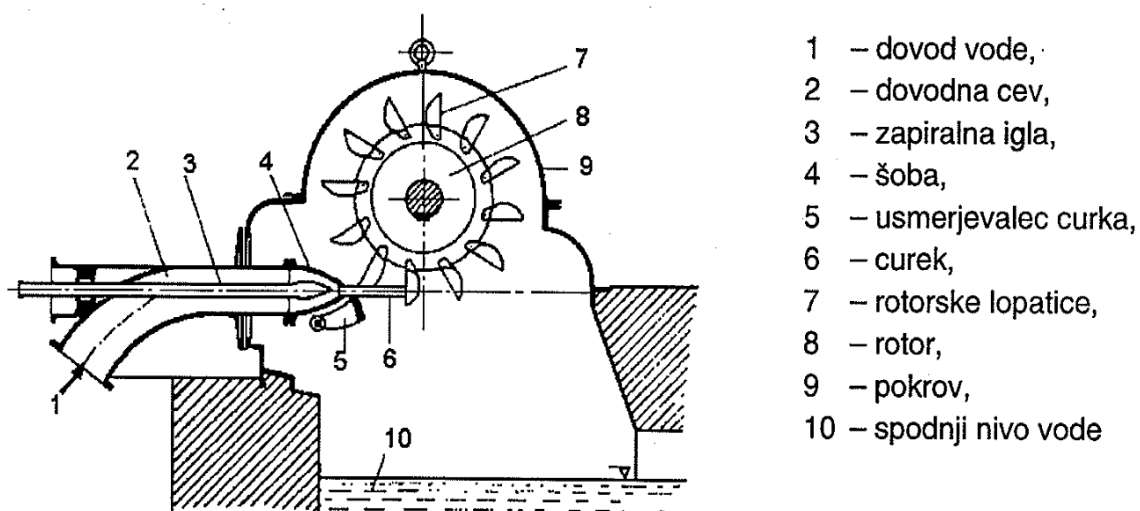
Za obravnavan primer, torej Malo hidroelektrarno Hohler, je primerna Peltonova turbina, ki spada v skupino impulzivnih turbin. To je leta 1880 zasnoval Lester Pelton. V MHE Hohler sta dve Peltonove turbini s 600 obrati na sekundo. V vsaki turbini sta dva rotorja, premera  $\varnothing$  600 mm. Turbine in generatorji so povezani z isto gredjo. Curek vode se razporedi po lopaticah iz ene ali več šob, s tem se izkoristi maksimalna gibalna količina vode. Peltonova turbina je primerna za majhne pretoke z velikim padcem (od 40 do 250 m). Hidravlični izkoristek turbine znaša okoli 80 - 90%. Te vrednosti dosežejo pri instaliranem pretoku vode. Sestavljena je iz gonilnika z lopaticami, šobe z iglo in odklonila. Število šob načeloma šteje od ene do šest. Vodni curek je vedno usmerjen tangencialno na gonilnik. Turbina je lahko nameščena v vertikalni ali horizontalni legi (Renewable ..., 2004).

Vrtilne hitrosti turbine so od 10 do 40  $\text{min}^{-1}$ . Za te turbine je značilno, da dosežejo optimalni izkoristek že pri 25% imenski obremenitvi (Žnidaršič, 2011).

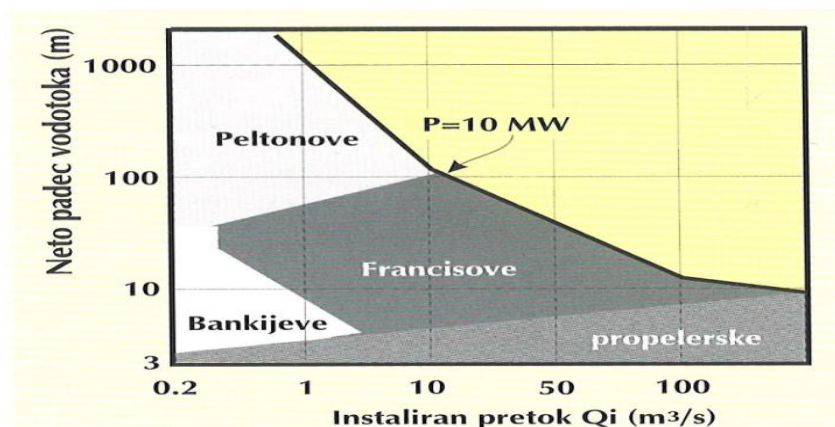
Osnovni princip delovanja impulzivne turbine poteka tako, da curek vode z veliko hitrostjo izstopa iz šobe in udarja v posamezno lopatico. Na njej spremeni smer in v idealnem primeru odda celotno kinetično energijo. Energija vodnega curka torej prehaja na gonilnik s ponavljajočimi kratkotrajnimi impulzi posameznih lopatic (Novak in Medved, 2000).



Slika 25: Peltonova turbina (Pelton turbines, 2012)



Slika 26: Prerez Peltonove turbine (Razpet, 2001: 163)

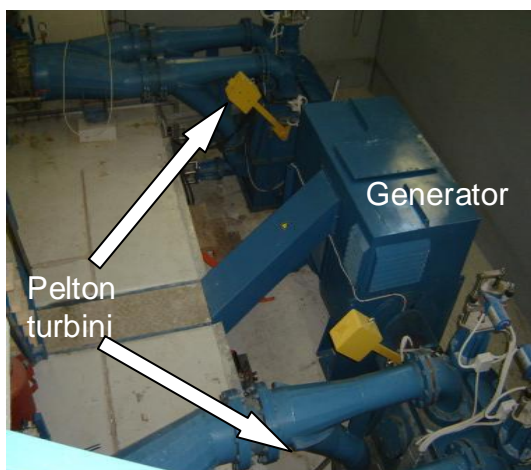


Slika 27: Prikaz uporabnosti različnih tipov turbin v odvisnosti od instaliranega pretoka in neto padca vodotoka (Novak in Medved, 2000: 194)

### 3.4.2.2 Elektro generator

»Generator je naprava, ki pretvarja mehansko energijo v električno energijo,«(Žnidarčič, 2011). Za MHE Hohler je primeren sinhronski generator, z močjo 450 kVA.

Sinhronski generatorji so primerni za samostojno otočno obratovanje in paralelno obratovanje z omrežjem. Delovno moč pri paralelnem delovanju reguliramo s turbinskim regulatorjem, z regulatorjem vzbujanja pa jalovo moč. Za samostojno otočno obratovanje frekvenco reguliramo s turbinskim regulatorjem, napetost pa z regulatorjem vzbujanja (Žnidarčič, 2011).



Slika 28: Generator ter turbini

### 3.5 PODOBEN PRIMER NA SLOVENSKEM IN PRIMERJAVA

Proizvodnja električne energije predstavlja dopolnilno dejavnost na kmetiji Šolar. Kmetija Šolar se nahaja v kraju Zlatoličje. Hidroelektrarna, ki je v kraju Lačna Gora je od kmetije oddaljena približno 30 km in je locirana na nadmorski višini 480 m. Izkorišča se potok Oplotniščica.

Preglednica 1: Tehnični podatki hidroelektrarne Šolar kot dodatne dejavnosti na njihovi kmetiji (Šolar, 2012)

TIP TURBINE:	Pelton
LETO IZDELAVE:	1993
MOČ:	800 kW
TRANSFORMATOR:	1000kVA
PADEC:	105 m
DOLŽINA CEVOVODA:	1500 m
MAKSIMALNI PRETOK VODE:	0,8 m <sup>3</sup>

Preglednica 2: Tehnični podatki male hidroelektrarne Hohler kot dodatne dejavnosti na njihovi kmetiji

TIP TURBINE:	Pelton
LETO IZDELAVE:	1994
MOČ:	400 kW
TRANSFORMATOR:	630kVA
PADEC:	65 m
DOLŽINA CEVOVODA:	1250 m
MAKSIMALNI PRETOK VODE:	0,7 m <sup>3</sup>

Hidroelektrarna Šolar je večja in močnejša od MHE Hohler, saj je njena moč 800 kW, moč MHE Hohler pa znaša 400 kW. Hidroelektrarna Šolar ima svoj transformator, moči 1000 kVA. Zaradi večjega padca je pretok skozi turbino večji od MHE Hohler in znaša 0,8m<sup>3</sup>.

#### 4 METODE DELA

Analiza proizvodnje elektrike kot dodatne dejavnosti na kmetiji je v prvi vrsti potekala s pomočjo očeta, Jožeta Hohlerja, nosilca kmetije. Meritve klimatoloških podatkov v kraju Lukanja je prispevala Agencija Republike Slovenije za okolje, meritve klimatoloških podatkov za kraj Osankarica pa Gozdarski inštitut Slovenije. Klimatološke podatke za kraj Lukanja in Osankarica smo grafično in statistično obdelali s programom Microsoft Excel (slika 29 in 30).

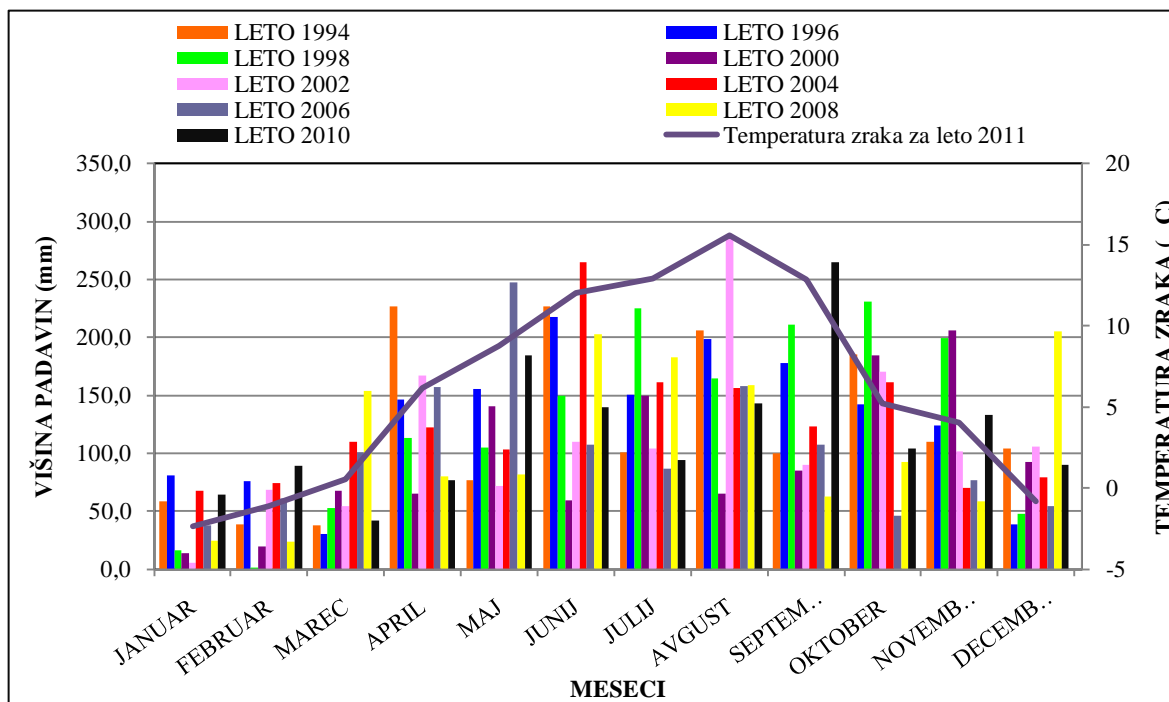
Podatke o proizvodnji električne energije po mesecih v referenčnem obdobju 2009 – 2012 (slika 31) in letih v referenčnem obdobju 1995 – 2011 (slika 32), ter porabo električne energije na kmetiji Hohler v obdobjih (slika 33) smo pridobili od podjetja Elektro Maribor. Podatke smo nato grafično obdelali s programom Microsoft Excel.

Na sliki 34 je grafično prikazana višina dohodka (euri) po letih za referenčno obdobje 2002 – 2011. Iz slike je razvidno, da je bilo leto 2010 najbolj dobičkonosno leto, leto 2003 pa manj donosno zaradi suše.

V preglednici 3 sta prikazana poslovna izida za najboljše in najslabše leto, torej leto 2010 in 2003. Prihodek je vsota vseh v nekem obdobju pridobljenih vrednosti, ki se nanašajo na prodane proizvode in storitev, ki jih kmetija ustvari v določenem obdobju. Prihodek je zmnožek prodanih količin proizvodov in storitev ter njihovih cen. Odhodki so del tistih stroškov, ki se nanašajo na prodano količino v določenem obdobju (Žnidarčič-Kranjc, 1994). Stroške definiramo kot zmnožke posameznih porabljenih količin prvin poslovnega procesa in njihovih cen,« navaja Žnidarčič-Kranjc (1994). Koeficient ekonomičnosti je opredeljen z razmerjem med poslovnimi prihodki in stroški proizvodnje. Če je koeficient ekonomičnosti večji od 1, v kolikor so prihodki večji od stroškov, se šteje poslovanje za ekonomično in je ustvarjalo dobiček (Žnidarčič-Kranjc 1994).

V izkazu poslovnega izida prikazujemo prihodke in odhodke. Če je razlika med njima pozitivna, govorimo o dobičku, če pa je negativna pa o izgubi. Dobiček je pozitivni poslovni izid, ki pripada kmetiji Hohler in se razporeja na podlagi kapitala.

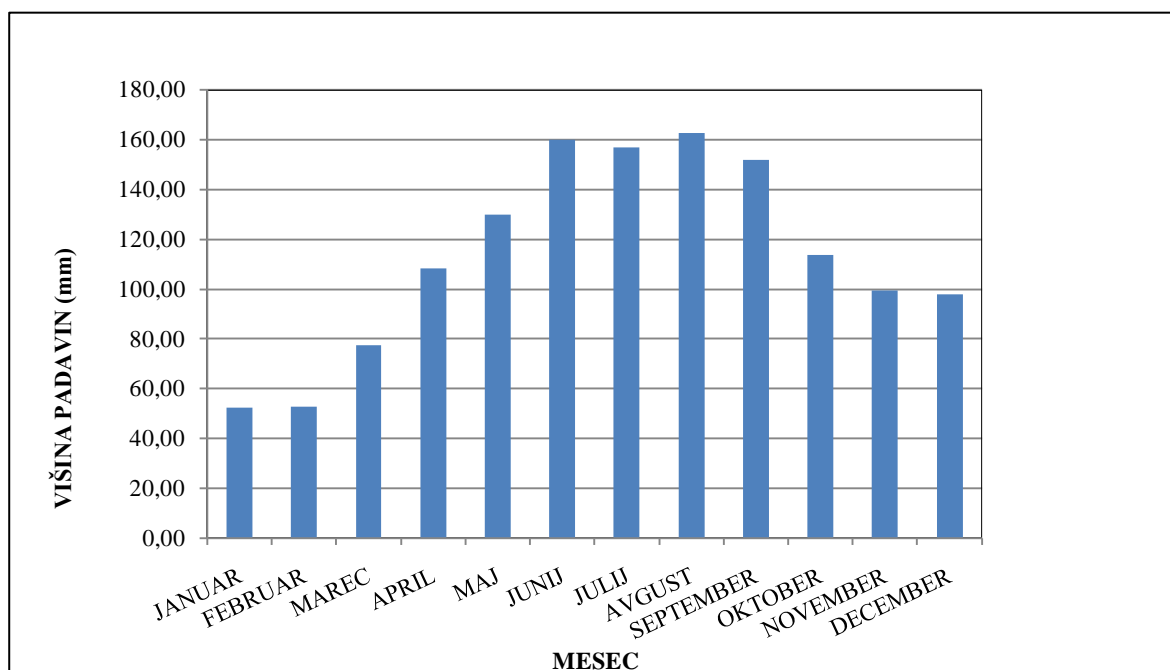
## 5 REZULTATI



Slika 29: Višina padavin za Lukanjo po mesecih za referenčno obdobju 1994 – 2010 in temperatura zraka za leto 2011 za kraj Osankarica (Višina padavin, 2012; Temperatura zraka, 2012).

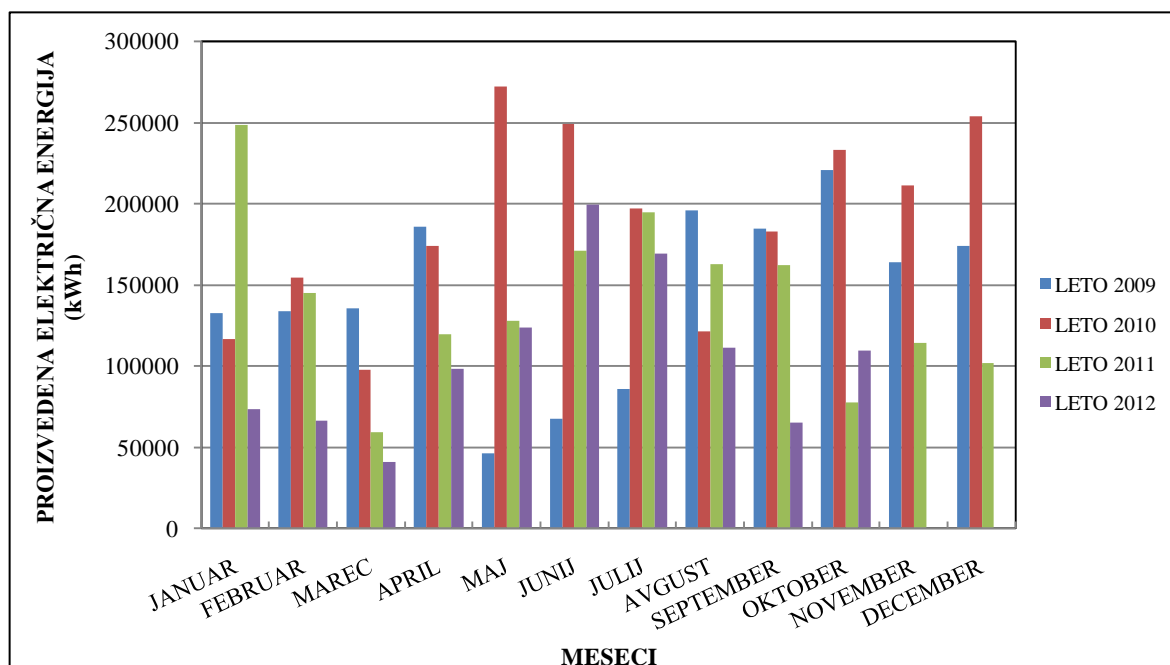
Kraj Lukanja leži v severno – vzhodnem delu Slovenije, v ozki soteski, v katero se stekajo padavine iz Osankarice in drugih vrhov, ki jo obdajajo. Najbolj obilen mesec padavin je avgust, leta 2002 z 288 mm padavin, bolj skop pa februar, leta 1998 z 1,7 mm padavin glede na referenčno obdobje 1994 – 2010.

Največja mesečna temperatura zraka v Osankarici je bila avgusta, leta 2011 in je znašala 15,6°C. Najnižja temperatura zraka je bila izmerjena januarja in je znašala -2,3°C. Najbolj moker in topel mesec je avgust.



Slika 30: Povprečje padavin po mesecih za referenčno obdobje 1994 – 2011 (Višina padavin..., 2012)

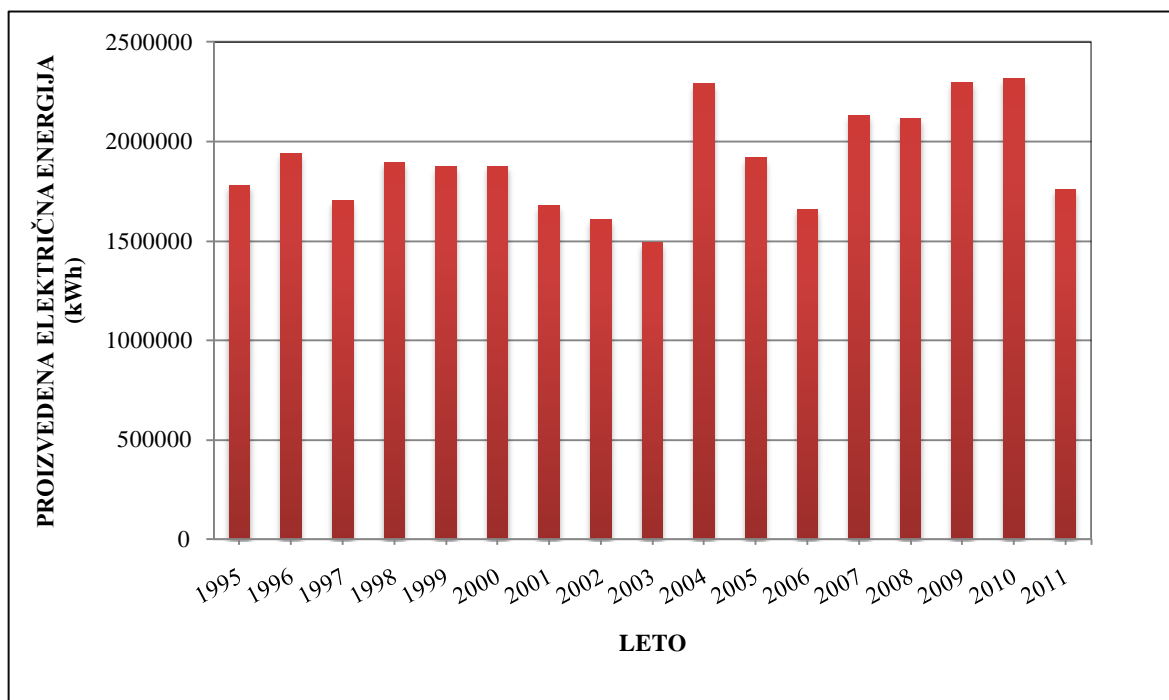
V povprečju je mesec avgust najbolj deževen mesec v kraju Lukanja, saj količina padavin znaša 163 mm padavin za referenčno obdobje 1994 – 2011. Mesec, v katerem v povprečju pade 53 mm padavin je januar. V povprečju so poletni meseci najbolj obilni s padavinami. Jesenski in zimski meseci so v povprečju deležni manjše količine padavin.



Slika 31: Proizvedena električna energija po mesecih za referenčno obdobje od 2009 – 2012

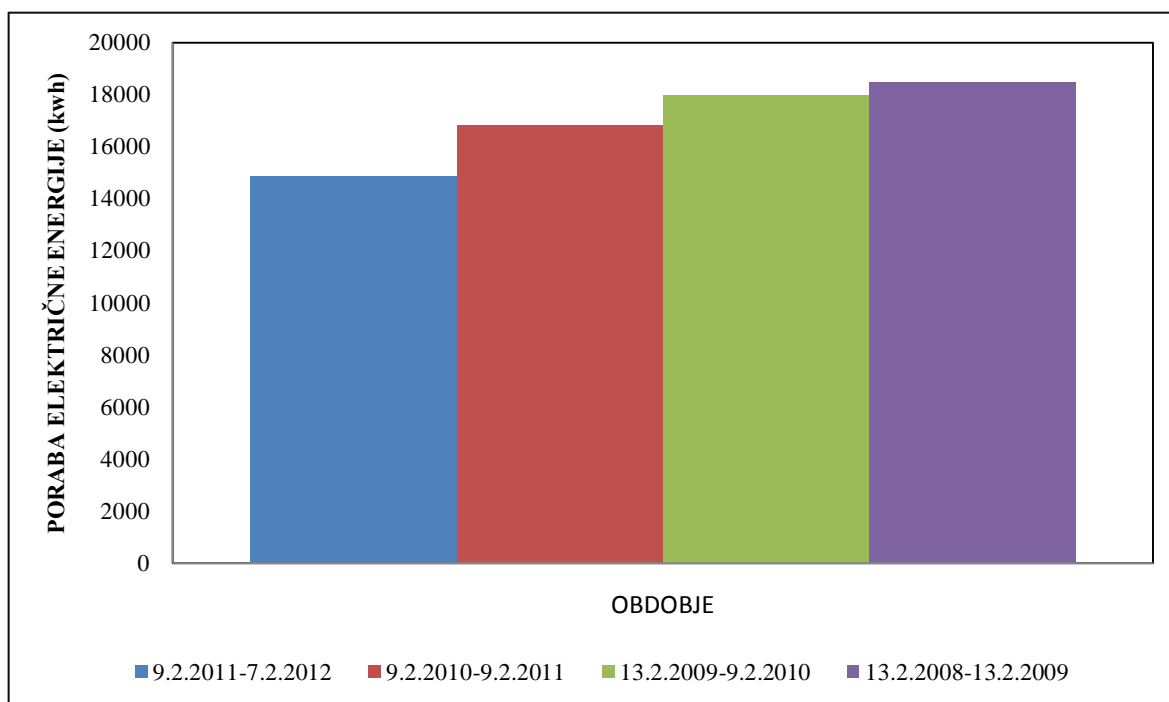


Količina proizvedene električne energije je dosegla maksimum v letu 2010, v spomladanskem času, kar je popolnoma razumljivo, saj je bilo leto 2010 eno izmed najbolj obilnih let s padavinami. Najmanjša proizvedena količina električne energije je bila v letu 2012, meseca mareca. Količina proizvedene električne energije doseže najvišje vrednosti v zimskih mesecih.



Slika 32: Proizvedena električna energija po letih za referenčno obdobje 1995 – 2011

Proizvodnja električne energije po letih za referenčno obdobje 1995 – 2011 raste, nato pa zopet upada. Največje proizvedene količine električne energije so bile v letih 2004, 2009 in 2010, nato pa proizvodnja upada zaradi majhne količine padavin. Leto 2003 je bilo leto suše, zato je viden upad proizvodnje električne energije.



Slika 33: Poraba električne energije na kmetiji v obdobjih (Poraba ..., 2012)

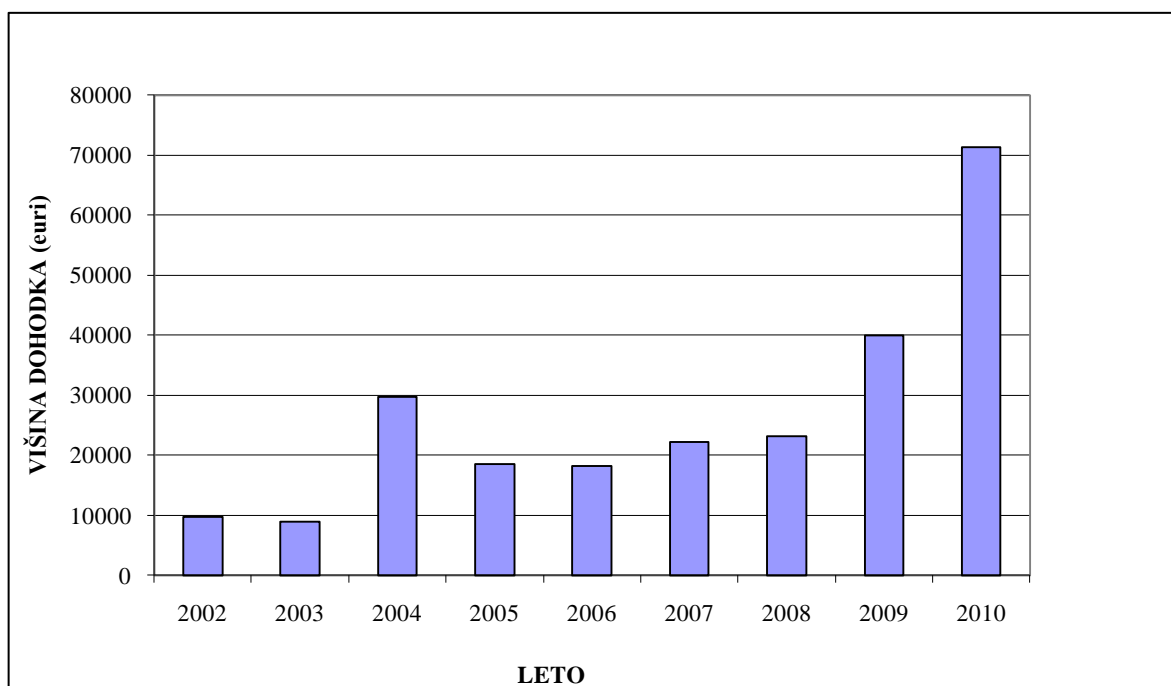
Poraba električne energije na kmetiji Hohler se z leti povečuje zaradi napredka na kmetiji.

### 5.1 IZRAČUN EKONOMIČNOSTI

Podatke o poslovnem izidu za leto 2010 in 2011 (preglednica 3) smo pridobili od Jožeta Hohlerja, lastnika kmetiji in MHE Hohler. Leto 2010 je bilo eno izmed najbolj dobičkonosnih let v referenčnem obdobju 2002 – 2011 na kmetiji Hohler. Poslovanje je ustvarjalo dobiček, saj je koeficient ekonomičnosti večji od 1. Čeprav je bilo leto 2003 eno izmed najslabših let v referenčnem obdobju 2002 – 2011 je poslovanje tudi takrat ustvarjalo dobiček. Začetna investicija v takšen objekt je velika. Življenjska doba MHE je od 40 – 60 let. Investiranje v takšno naložbo je vlaganje denarnih sredstev, ki jih investitor nima v izobilju, zato se mora posluževati bančnih posojil in se tako zavezati za 15 – 20 let. Tehnologija hidroelektrarn je preverjena in zanesljiva.

Preglednica 3: Prikaz poslovnega izida za leto 2010 in 2003

LETO	2010	2003
POSLOVNI PRIHODKI	212.899 €	158.34 €
POSLOVNI ODHODKI		
STROŠKI DELA	25.382 €	36.865 €
STROŠKI MATERIALA	9.356 €	10.109 €
ŠTROŠKI ENERGIJE	7.295 €	4.450 €
STROŠKI STORITEV	4.657 €	4.449 €
AMORTIZACIJA	41.558 €	44.338 €
FIZIČNO DELO	36.925 €	24.571 €
DRUGI STROŠKI	13.153 €	28.028 €
SKUPAJ STROŠKI	138.325 €	148.81€
KOEFICIENT EKONOMIČNOSTI	1.54	1.06
POSLOVNI IZID IZ POSLOVANJA	74.574 €	9.530 €



Slika 34: Višina dohodka proizvedene električne energije po letih v referenčnem obdobju 2002 - 2010

Leto 2010 je bilo eno izmed najbolj dobičkonosnih let v referenčnem obdobju 2002 – 2011, saj je dobiček iz poslovanja znašal kar 74.574€. Poslovni izid iz poslovanja proizvodnje električne energije je bil najslabši v letu 2003, zaradi suše, ki nas je takrat pestila.

## 6 RAZPRAVA IN SKLEPI

Diplomska naloga je potrdila smiselnost proizvodnje električne energije kot dodatne dejavnosti na kmetiji, saj MHE prinaša več dohodka kot kmetija. Poleg vodne energije so v Sloveniji pomembni še biomasa, sončna energija, geotermalna energija in energija vetra. Torej viri, ki se obnavljajo, ne onesnažujejo okolja in ki bodo v prihodnosti imeli velik vpliv in pomen.

Mala hidroelektrarna Hohler je bila zgrajena leta 1994 in je v lasti očeta, Jožeta Hohlerja. Potencial vodnih virov je v Sloveniji velik, a premalo izkoriščen. MHE je od kmetije oddaljena približno 10 minut, kar je velika prednost, če je potrebno kaj urediti. Sploh ob kakšnih hujših neurjih, ki so nas doletela prav letos. Začetna investicija v takšen objekt je velika, a dolgoročna, ki se obrestuje, seveda na takem območju, kjer so vodni viri zagotovljeni. Ne smemo pa pozabiti na dolgo obratovalno dobo, zmanjšanje emisije CO<sub>2</sub> in zanesljivost obratovanja. Investiranje v tako naložbo je vlaganje denarnih sredstev, ki jih investitor nima v izobilju, zato se mora posluževati bančnih posojil in jih odplačevati od 15 do 20 let. Tako je, prav ste slišali! Dolgih 20 let. Življenjska doba MHE je od 40 - 60 let. Tehnologija hidroelektrarn je preverjena in omogoča zanesljivo delovanje. Potok, v tem primeru potok Oplotniščica, z relativno majhnim pritokom, je moč izkoristiti za proizvodnjo električne energije in na ta način zagotoviti dodaten zaslužek na kmetiji.

Prikazano in dokazano je, da se s količino padavin povečuje količina proizvedene električne energije (slika 29). Količina padavin je ključna za proizvodnjo električne energije. Leto 2010 (slika 32) je bilo eno izmed najbolj dobičkonosnih let v referenčnem obdobju 1995 - 2011, k čemur je pripomogla velika količina padavin. Največ proizvedene električne energije je v jesenskih in poletnih mesecih. Največji upad proizvedene električne energije je bil v letu 2003 za referenčno obdobje 1995 - 2011 (slika 32). Takrat nas je pestila huda suša in tudi v prihodnje bodo suše vse pogostejše, zaradi podnebnih sprememb bodo daljše, pričakujemo pa tudi krajša obdobja intenzivnih padavin (Kajfež-Bogataj, 2008). Podnebne spremembe bodo imele na pridobivanje hidroenergije neposreden učinek in sicer prek spremenjenih, manjših pretokov rek oz. potokov, prav tako pa lahko pričakujemo velik porast letne porabe energije (Kajfež-Bogataj, 2008). Zaradi suše bodo v prihodnosti upadli majhni pretoki vodotokov, proizvodnja električne energije bo najbolj prizadeta v poletnem času, izognili pa se ne bomo težavam s preskrbo pitne vode, ki že danes ogrožajo nekatere prebivalce slovenskih vasi. Cena električne energije bo v prihodnosti višja zaradi dodatnih investicij, ki bodo zagotovile zadostne količine električne energije (Kajfež-Bogataj, 2008). V zadnjih obdobjih od 2009 - 2012 (slika 33) na kmetiji Hohler beležimo porast porabe električne energije. Vzrokov za takšen rezultat je več, a naj omenimo le najpomembnejše. Na kmetiji Hohler se zavedamo, da je potrebno slediti novim tehnologijam, tako v kmetijstvu, gospodarstvu in v gospodinjstvu. Zato se torej porast porabe električne energije z leti večja.

Letni pretok ter ohranjanje minimalnega pretoka sta pogoja za postavitve MHE. Za postavitve MHE je potrebno pridobiti soglasje s področja varstva okolja, soglasje za vodo, soglasje za ribištvo, soglasje za varstvo narave in kulturne dediščine in koncesijo, ki jo izda država. Velik pomen ima tudi poročilo o hidrometeoroloških razmerah, padcu in pretoku vode. Meritve neto in bruto padca vodotoka so prav tako pomembne (slika 20). Veliko težo imajo tudi meritve krivulje trajanja (slika 12), ki ponazarjajo pretok vodotoka v obdobjih.

## 7 POVZETEK

V diplomskem delu smo analizirali izrabo obnovljivih virov vodne energije, ki predstavlja dopolnilno dejavnost na kmetiji Hohler. Možnost dodatnega zaslužka je na kmetiji vedno dobrodošla. Izkoriščanje obnovljivih virov bo v prihodnosti imelo velik pomen, saj se zaloge fosilnih goriv zmanjšujejo. Obnovljivi viri so tisti, ki se obnavljajo, ki čim manj posegajo v okolje in ki ne vplivajo negativno na okolje. Med obnovljive vire uvrščamo sončno energijo, energijo vetra, vodno energijo, biomaso in geotermalno energijo. V prihodnje bo potrebno fosilna goriva nadomestiti z obnovljivimi viri, saj bomo le na ta način ohranili naš planet zanamcem.

Ker je Slovenija bogata z vodnimi viri, so jih izkoriščali že v preteklosti. Ob večjih vodotokih so bile postavljene naprave, kot so mlinci, žage, ki so bile sposobne pretvarjati hidravlično energijo na samem kraju. Danes vodne vire izkoriščamo za proizvodnjo električne energije. Mala hidroelektrarna Hohler je bila zgrajena leta 1994 in je locirana na nadmorski višini 870 m v kraju Lukanja in je v lasti očeta, Jožeta Hohlerja. Izkorišča se potok Oplotniščica, na katerem poleg naše hidroelektrarne stojijo še tri večje hidroelektrarne. Pogoj za postavitev MHE sta ohranjanje minimalnega pretoka in stalen letni pretok. Prav tako so pomembne meritve bruto in neto padca vode. Moč MHE Hohler je 400 kW. Za MHE Hohler se uporablja tirolsko zajetje z bočnim odvzemom vode. V strojnici se poleg sinhronskega generatorja nahajata dve Pelton turbini, ki obdajata generator. Gradnja malih hidroelektrarn je primerna na tistih lokacijah, kjer je padec vodotoka najmanj štiri metre.

Delovno hipotezo smo potrdili v diplomski nalogi. Rezultati prikazujejo, da proizvodnja električne energije tudi v slabih letih (suša) prinaša dodaten dohodek h kmetiji, ki je vedno dobrodošel. Začetna investicija v takšen objekt je velika, ki se povrne v 20-ih letih. Življenjska doba malih hidroelektrarn je od 40 - 60 let. Proizvedena količina električne energije je v večji meri odvisna od količine padavin, ki pade na Zemljo. Več je padavin, večja je proizvodnja električne energije. V diplomski nalogi je grafično prikazana proizvodnja električne energije za referenčno obdobje 1995 - 2011 po letih in mesecih ter poraba električne energije na kmetiji Hohler v posameznih obdobjih. Največja količina padavin v kraju Lukanja je v poletnih in jesenskih mesecih in posledično je takrat večja količina proizvedene električne energije. Najmanjša količina padavin je zabeležena v mesecu januarju. Najbolj dobičkonosno leto je bilo leto 2010, takrat je bilo proizvodnja električne energije največja. Upad proizvodnje električne energije je bil zabeležen v letu 2003, saj nas je takrat pestila suša, ki bodo vse pogostejše zaradi podnebnih sprememb.

## 8 VIRI

- Agencija Republike Slovenije za okolje. 2012.  
[http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje\\_zraka/vsebine/toplogredni-plini](http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/vsebine/toplogredni-plini) (12.12.2012)
- Balmer M., Spreng D. 2008. Hydroelectric power. V: Future energy. Letcher T. M. (ed.). Elsevier: 193-209
- Renewable energy in Europe. London. 2004. London, James&James: 202 str.
- Fotosinteza. 2012.  
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Fotosinteza> (15.10.2012)
- Fosilna goriva. 2012.  
<http://kolednik.wordpress.com/neobnovljivi-viri-energije/> (13.9.2012)
- Fonović M. 2005. Sonce. Spika, maj: 206-238  
<http://free-pu.t-com.hr/fonovic/clanci/sonce.pdf> (20.10.2012)
- Green economy - obnovljivi viri energije v Sloveniji. 2007: 15 str.  
[http://www.icon-project.eu/docs/wp/5/green-economy\\_SLO.pdf](http://www.icon-project.eu/docs/wp/5/green-economy_SLO.pdf) (15.12.2012)
- Hrovatin J. 2012. Energija, da te strese. Ognjišče, 6: 112-113
- International geothermal association. 2012.  
<http://www.geothermal-energy.org/index.html> (14.12.2012)
- Kajfež-Bogataj L. 2008. Kaj nam prinašajo podnebne spremembe. Ljubljana, Pedagoški inštitut: 134 str.
- Kartonska podloga Slovenije. 2012.  
[http://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Slovenia\\_location\\_map.svg](http://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Slovenia_location_map.svg) (15.11.2012)
- Keyhani A. 2011. Design of smart power grid renewable energy systems. Hoboken : Wiley: 565 str.
- Ločniškar F. 1999. Katalog znanj.  
[http://www.katalog-znanj.bf.uni-lj.si/vsebina/c/cor\\_cyc.htm](http://www.katalog-znanj.bf.uni-lj.si/vsebina/c/cor_cyc.htm) (13.9.2012)
- Merc U. 2009. Fotovoltaika – najsodobnejši elektroenergetski vir. V : Obnovljivi viri energije (OVE) v Sloveniji. Volfand J (ur). Celje, 61-71
- Novak P., Medved S. 2000. Varstvo okolja in obnovljivi viri energije. Ljubljana, Fakulteta za strojništvo: 217 str.
- Obnovljivi viri energije.2012.  
<http://www.focus.si/ove/index.php?11=vrste> (13.9.2012)

Obnovljivi viri in njihov vpliv na okolje. 2012.

<http://kolednik.wordpress.com/> (5.8.2012)

Pelton turbines. 2012.

<http://www.gilkes.com/page/85/Pelton-Turbines.htm> (22.11.2012)

Podnebne razmere v Sloveniji. 2006. Ljubljana, Agencija republike Slovenije za okolje: 27 str.

[http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne\\_razmere\\_Slo71\\_00.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf) (13.9.2012)

»Poraba energije«. 2012. Maribor. Elektro Maribor.

(osebni vir, izpis iz baze podatkov, oktober 2012)

Predin A., Virtič P., Biluš I. 2009. Vetrna energija v Sloveniji in v svetu. V : Obnovljivi viri energije (OVE) v Sloveniji. Volfand J. (ur). Celje: 102-106

Raner D., Žebeljan D. 2009. Vodna energija kot strateška prednost Slovenije. V: Obnovljivi viri energije (OVE) v Sloveniji. Volfand J. (ur). Celje: 29-36

Register deklaracij za proizvodne naprave električne energije iz obnovljivih virov in soproizvodnje z visokim izkoristkom. 2012. Javna agencija Republike Slovenije za energijo.

<http://www.agen-rs.si/porocila/RegisterDeklaracij.aspx#technology12> (13.12.2012)

Razpet A. 2001. Elektroenergetski sistemi. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 189 str.

Rman N., Lapanje A., Rajver D. 2009. Geotermalna energija kot obnovljivi in trajnostni viri energije. V: Obnovljivi viri energije (OVE) v Sloveniji. Volfand J. (ur). Celje: 95-101

Sonce. 2002. Agencija za učinkovito rabo energije, 5: 1-2

<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznjicaAURE/IL5-02.PDF>  
(14.12.2012)

Sončne elektrarne v Sloveniji. 2012.

<http://pv.fe.uni-lj.si/SEvSLO.aspx> (12.12.2012)

Stimulus money going to wind energy projects. 2009.

[http://www.oregonlive.com/environment/index.ssf/2009/04/stimulus\\_money\\_going\\_to\\_wind\\_e.html](http://www.oregonlive.com/environment/index.ssf/2009/04/stimulus_money_going_to_wind_e.html) (14.12.2012)

Šolar G. 2012.»Tehnični podatki hidroelektrarne Šolar«. gorazd.solar@siol.com

(osebni vir, 30.10.2012)

Špan A. 2008. Ljubiteljska astronomija.

[http://www.ljubiteljska-astronomija.net/astronomija/eit\\_19970914\\_0121\\_304.gif](http://www.ljubiteljska-astronomija.net/astronomija/eit_19970914_0121_304.gif)  
(13.9.2012)

»Temperatura zraka za Osankarico. 2012. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije (osebni vir, izpis iz baze podatkov, oktober 2012)

Ukaz o razglasitvi Zakona o ratifikaciji Kjotskega protokola k okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja. 2002. Ur. l. RS št. 60/2002  
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlmpid=200259> (20.9.2012)

Urbančič A., Staničič D., Česen M. 2009. Obnovljivi viri energije kot pomemben del energetske bilance in oskrbe z energijo Slovenije. V: Obnovljivi viri energije (OVE) v Sloveniji. Volfand J. (ur). Celje: 37-48

»Višina padavin za Lukanjo«. 2012. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje (osebni vir, izpis iz baze podatkov maj 2012)

Zobaa F. A., Bansal C. R. 2011. Handbook of renewable energy technology. London, World Scientific: 851 str.

Žnidarčič Kranjc A. 1994. Ekonomika podjetja. Ljubljana, Narodna in univerzitetna knjižnica 272 str.

Žnidarčič P. 2011. Male hidroelektrarne na reki Sopot. Magistrsko delo. Krško, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko: 66 str.



## ZAHVALA

*Za strokovno vodstvo in usmerjanje pri diplomski nalogi se iskreno zahvaljujem prof. dr. Rajku Berniku. Hvala za Vaš čas, koristne nasvete, potrpežljivost pri izdelavi diplomske naloge, pa tudi za nasmejane trenutke. V čast mi je bilo sodelovati z Vami.*

*Najlepša hvala prof. dr. Lučki Kajfež-Bogataj in prof. dr. Francu Batiču za prijaznost in razumevanje pri pregledu diplomske naloge.*

*Iskrena hvala, draga ati in mami, ki sta mi dala življenje. Brez vaju ne bi bila to, kar sem. Hvala vama, da sta mi omogočila študij v Ljubljani, verjela vame in me razumela. Hvala tudi dragemu bratcu Jerneju za igrive vikende in babicama Katarini ter Treziki za skrb in pogovore.*

*Hvala tudi tebi, draga Rozika, da si verjela vame, me bodrila, ko mi je bilo težko. Hvala za vse, kar si storila zame in vse tvoje tople besede, ki so mi dale moč, za pot do cilja in hvala, da so tvoja vrata vedno odprta zame.*

*Posebna zahvala gre tudi moji prijateljici Tini Čas. Hvala ti, draga prijateljica, da si bila ob meni takrat, ko sem te najbolj potrebovala. Hvala ti, da vedno najdeš čas zame, me poslušаш in razumeš. In hvala ti, da verjameš vame.*

*Hvala prijateljici Nuši Vodi za vzpodbudne besede in koristne nasvete.*

*Hvala Petru Jevšenaku.*

*Za prevoz iz Oplotnice do Ljubljane se zahvaljujem Dragu in Puži Petročnik ter Viliju in Veri Celcer. Vsem najlepša hvala za Vašo prijaznost in prijetne pogovore. Neizmerno sem uživala v Vaši družbi.*

*Hvala tudi Jani Kralj za prijaznost in razumevanje.*

**PRILOGA A**

## Izpis vhodnih klimatoloških podatkov za Lukanjo

LETO	MESEC	PADAVINE (mm)
1994	JANUAR	58,7
1994	FEBRUAR	38,7
1994	MAREC	38,1
1994	APRIL	226,7
1994	MAJ	77,0
1994	JUNIJ	227,1
1994	JULIJ	101,0
1994	AVGUST	206,4
1994	SEPTEMBER	99,7
1994	OKTOBER	185,4
1994	NOVEMBER	109,5
1994	DECEMBER	103,8
1995	JANUAR	57,5
1995	FEBRUAR	82,9
1995	MAREC	147,8
1995	APRIL	40,1
1995	MAJ	113,4
1995	JUNIJ	138,3
1995	JULIJ	97,7
1995	AVGUST	156,7
1995	SEPTEMBER	259,6
1995	OKTOBER	0,9
1995	NOVEMBER	72,7
1995	DECEMBER	155,4
1996	JANUAR	80,9
1996	FEBRUAR	76,3
1996	MAREC	30,2
1996	APRIL	146,5
1996	MAJ	155,5
1996	JUNIJ	217,8
1996	JULIJ	150,3
1996	AVGUST	198,7
1996	SEPTEMBER	177,7
1996	OKTOBER	141,9
1996	NOVEMBER	124,1
2000	JANUAR	14,1
2000	FEBRUAR	19,6

1996	DECEMBER	38,3
1997	JANUAR	56,3
1997	FEBRUAR	24,5
1997	MAREC	34,4
1997	APRIL	68,0
1997	MAJ	87,9
1997	JUNIJ	287,2
1997	JULIJ	204,5
1997	AVGUST	200,3
1997	SEPTEMBER	75,1
1997	OKTOBER	22,2
1997	NOVEMBER	133,0
1997	DECEMBER	186,5
1998	JANUAR	15,9
1998	FEBRUAR	1,7
1998	MAREC	52,6
1998	APRIL	113,1
1998	MAJ	105,1
1998	JUNIJ	149,6
1998	JULIJ	225,1
1998	AVGUST	164,2
1998	SEPTEMBER	211,3
1998	OKTOBER	230,9
1998	NOVEMBER	199,7
1998	DECEMBER	47,5
1999	JANUAR	24,4
1999	FEBRUAR	94,2
1999	MAREC	99,3
1999	APRIL	136,6
1999	MAJ	223,3
1999	JUNIJ	123,1
1999	JULIJ	389,8
1999	AVGUST	144,3
1999	SEPTEMBER	69,2
1999	OKTOBER	92,8
1999	NOVEMBER	90,6
1999	DECEMBER	137,6
2003	JULIJ	96,7

2000	MAREC	67,9
2000	APRIL	64,9
2000	MAJ	140,9
2000	JUNIJ	59,1
2000	JULIJ	149,8
2000	AVGUST	64,9
2000	SEPTEMBER	85,1
2000	OKTOBER	184,6
2000	NOVEMBER	205,7
2000	DECEMBER	92,6
2001	JANUAR	134,5
2001	FEBRUAR	18,0
2001	MAREC	151,2
2001	APRIL	14734,0
2001	MAJ	102,5
2001	JUNIJ	182,4
2001	JULIJ	51,3
2001	AVGUST	53,5
2001	SEPTEMBER	328,9
2001	OKTOBER	47,4
2001	NOVEMBER	70,3
2001	DECEMBER	47,1
2002	JANUAR	5,8
2002	FEBRUAR	68,1
2002	MAREC	54,6
2002	APRIL	167,4
2002	MAJ	72,1
2002	JUNIJ	109,6
2002	JULIJ	104,4
2002	AVGUST	288,3
2002	SEPTEMBER	89,8
2002	OKTOBER	170,2
2002	NOVEMBER	101,3
2002	DECEMBER	106,1
2003	JANUAR	59,7
2003	FEBRUAR	58,2
2003	MAREC	14,8
2003	APRIL	59,4
2003	MAJ	122,5
2003	JUNIJ	73,1
2007	JANUAR	75,8
2007	FEBRUAR	52,9

2003	AVGUST	105,1
2003	SEPTEMBER	155,7
2003	OKTOBER	161,0
2003	NOVEMBER	101,9
2003	DECEMBER	59,7
2004	JANUAR	67,4
2004	FEBRUAR	74,2
2004	MAREC	109,7
2004	APRIL	122,2
2004	MAJ	103,4
2004	JUNIJ	264,5
2004	JULIJ	161,3
2004	AVGUST	156,3
2004	SEPTEMBER	123,3
2004	OKTOBER	161,5
2004	NOVEMBER	70,0
2004	DECEMBER	79,6
2005	JANUAR	24,0
2005	FEBRUAR	63,5
2005	MAREC	43,1
2005	APRIL	130,4
2005	MAJ	104,9
2005	JUNIJ	111,4
2005	JULIJ	284,8
2005	AVGUST	253,8
2005	SEPTEMBER	105,1
2005	OKTOBER	58,1
2005	NOVEMBER	139,5
2005	DECEMBER	95,8
2006	JANUAR	38,0
2006	FEBRUAR	60,9
2006	MAREC	101,0
2006	APRIL	157,0
2006	MAJ	247,4
2006	JUNIJ	107,3
2006	JULIJ	86,5
2006	AVGUST	158,1
2006	SEPTEMBER	107,6
2006	OKTOBER	46,1
2006	NOVEMBER	76,6
2006	DECEMBER	54,5
2010	JULIJ	93,9

2007	MAREC	96,7
2007	APRIL	11,0
2007	MAJ	184,1
2007	JUNIJ	109,1
2007	JULIJ	123,8
2007	AVGUST	216,3
2007	SEPTEMBER	285,6
2007	OKTOBER	155,2
2007	NOVEMBER	43,6
2007	DECEMBER	90,5
2008	JANUAR	24,7
2008	FEBRUAR	23,8
2008	MAREC	153,5
2008	APRIL	79,9
2008	MAJ	82,0
2008	JUNIJ	202,8
2008	JULIJ	182,7
2008	AVGUST	158,5
2008	SEPTEMBER	62,5
2008	OKTOBER	92,2
2008	NOVEMBER	58,5
2008	DECEMBER	205,1
2009	JANUAR	120,7
2009	FEBRUAR	78,7
2009	MAREC	102,1
2009	APRIL	114,0
2009	MAJ	97,0
2009	JUNIJ	227,8
2009	JULIJ	118,0
2009	AVGUST	167,9
2009	SEPTEMBER	150,7
2009	OKTOBER	74,5
2009	NOVEMBER	57,70
2009	DECEMBER	107,7
2010	JANUAR	64,7
2010	FEBRUAR	88,9
2010	MAREC	42,3
2010	APRIL	77,1
2010	MAJ	184,8
2010	JUNIJ	139,5

2010	AVGUST	142,9
2010	SEPTEMBER	264,6
2010	OKTOBER	104,1
2010	NOVEMBER	133,2
2010	DECEMBER	89,9
2011	JANUAR	23,4
2011	FEBRUAR	24,8
2011	MAREC	57,6
2011	APRIL	89,4
2011	MAJ	132,6
2011	JUNIJ	148,6
2011	JULIJ	202,4
2011	AVGUST	89,2
2011	SEPTEMBER	85,0
2011	OKTOBER	120,5
2011	NOVEMBER	1,6
2011	DECEMBER	67,9

## PRILOGA B

### Temperatura zraka Osankarica in proizvodnja električne energije

#### Priloga B1: Temperatura zraka po mesecih v letu 2011 za kraj Osankarica

MESECI	TEMPERATURA ZRAKA (°C)
januar	-2,3
februar	-1,1
marec	0,6
april	6,2
maj	8,8
junij	12
julij	12,9
avgust	15,6
september	12,8
oktober	5,2
november	4
december	-0,8

#### Priloga B2: Proizvodnja električne energije po mesecih za referenčno obdobje 2009-2012

MESEC	PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE (kWh)			
	LETO			
	2009	2012	2011	2012
JANUAR	132.435	117.008	248.433	73.382
FEBRUAR	133.913	154.317	145.224	66.708
MAREC	135.532	97.807	59.188	40.991
APRIL	185.704	173.860	119.841	98.536
MAJ	46.172	271.949	127.871	123.662
JUNIJ	67.660	249.139	171.327	199.695
JULIJ	85.961	197.074	194.936	169.450
AVGUST	195.749	121.268	162.548	111.685
SEPTEMBER	184.594	182.706	162.299	65.568
OKTOBER	220.705	233.016	77.922	109.845
NOVEMBER	163.789	211.304	114.586	
DECEMBER	174.147	253.931	102.229	

## PRILOGA C

### Električna energija - poraba in dohodek

Priloga C1: Poraba električne energije po obdobjih

OBD OBJE	PORABA (kWh)
9.2.2011-7.2.2012	14853
9.2.2010-9.2.2011	16805
13.2.2009-9.2.2010	17954
13.2.2008-13.2.2009	18459

Priloga C2: Dohodek proizvedene električne energije v referenčnem obdobju 2002 – 2011

LETO	DOHODEK (€)
2002	9.663.88€
2003	8.913.71€
2004	29.697.89€
2005	18.560.43€
2006	18.243.59€
2007	22.167.27€
2008	23.166.27€
2009	39.863.16€
2010	71.286.23€
2011	8.544.33€