

UNIVERZA V NOVI GORICI
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**PRIMERJAVA RAZVOJNIH UČINKOV
OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE**

MAGISTRSKO DELO

Drago Papler

Mentor: doc. dr. Henrik Gjerkeš

Nova Gorica, 2008

POSVETILO

Magistrsko delo posvečam v zahvalo in trajen spomin s hvaležnostjo
stari mami Jožefi Kokalj (23.4.1912 – 29.1.2008),
ki je s svojo modrostjo in ljubeznijo s tisto prvinsko kmečko logiko
še v zadnjih dneh življenja delila nasvete, nauke, spomine in življenjske resnice.
Bila je skromna, preprosta in vsi smo se k njej radi vračali ...
Bila je kot sonce in dež za zemljo,
ki so jo obdelovali na kmetiji Pri Markovc na Brezjah pri Trziču.
Ljubila je zemljo in otroke, vnuke, pravnuke, prapranuके.

Tematiko posvečam tudi vsem neuklonljivim prednikom, ki so v pretekli dobi
gradenj velikih elektroenergetskih objektov vztrajali in verjeli v majhne proizvodne
vire energije.

Male hidroelektrarne in male sončne elektrarne že danes prispevajo k zmanjševanju
obremenitev okolja, v razvojni viziji se jim bodo v prihodnosti pridružile bioplinske,
biomasne, vetrne in geotermalne elektrarne.

Sodobni tehnološki sistemi pomembno vplivajo na nove investicijske odločitve.

Obnovljivi viri energije so naš današnji prispevek k uresničitvi obveznosti iz
Kyotskega sporazuma in zmanjševanju emisij CO₂ za prihodnost, ki jo bodo deležni
naši potomci.

Energija, ki nas obdaja je naravna: voda in sonce,
stroji, ki jim daje življenje tehnika: ljudje in znanje,
delo preteklih generacij in naši novi izzivi.

Učinki, ki se jih zavedamo so sonaravni,
projekti in izobraževanje,
sedanje delo za prihodnost.

Drago Papler

ZAHVALA

Po študiju na Visoki poslovno tehniški šoli Politehnika, sem zaključil univerzitetni študijski program Management na Fakulteti za management Koper s strokovnim naslovom univerzitetni diplomirani ekonomist. Izobraževanje sem nadaljeval na podiplomskem magistrskem in doktorskem študiju managementa Fakultete za management Koper Univerze na Primorskem..

Vse od začetka odpiranja trga z električno energijo sem se ukvarjal s trženjem električne energije v družbi Elektro Gorenjska. Jeseni 2006 sem bil sprejet na prosto delovno mesto vodje Službe za investicije in razvoj družbe Gorenjske elektrarne. V želji po poglobitvi strokovnih znanj sem se odločil za vpis na podiplomski magistrski študijski program Gospodarski inženiring Poslovno-tehniške fakultete Univerze v Novi Gorici. S študijem sem želel pridobiti nadaljnja strokovna znanja za sinergijsko povezovanje inženiringa sodobnih tehnoloških sistemov z optimiranjem virov in procesov ter upravljanjem znanja. Namreč v delovnem procesu vidim vizijo v trajnostnem razvoju, investicijskih vlaganjih v obnovljive vire energije, razvijanju novih produktov, marketingu, izobraževanju in nadaljnjem razvoju.

Pričakujem, da bom kot pooblaščen inženir Inženirske zbornice Slovenije za odgovorno nadziranje in odgovorno vodenje projektov, s študijem interdisciplinarnega gospodarskega inženirstva, pridobil nova aktualna znanja, ki mi bodo koristila pri konkretnem delu v praksi.

Zahvaljujem se vsem profesorjem za njihov trud, še posebej mentorju doc. dr. Henriku Gjerkešu, ki me je s svojim znanjem in nasveti usmerjal k poglobljanju tematike iz tehnoloških sistemov in obnovljivih virov energije.

IZVLEČEK

Razvojne učinke obnovljivih virov energije smo prikazali na dveh najznačilnejših virih: hidroelektrarnah in sončnih elektrarnah. Pri hidroelektrarnah smo z analizo tabelarnih podatkov, izdelali model za napovedovanje obsega proizvodnje, z regresijsko analizo smo ocenili vplivne dejavnike hidroproizvodnje ter s statistično analizo izračunali okoljske učinke zmanjšanja emisij toplogrednih plinov. Z vidika metod in sistemov za podporo odločanja smo pripravili model za vrednotenje alternativ pri odločanju vlaganj z uporabo sistemov za vrednotenje, analizo in izbiro alternativ ter jih testirali z metodami: Kepner-Tregoe in DEX. Analizirali smo spodbujevalni mehanizem zagotovljenih odkupnih cen električne energije za kvalificirane elektrarne.

Prikazali smo sodobne tehnologije sončnih elektrarn s sestavnimi elementi, tehniško dimenzioniranje priključka elektrarne, odločujoče dejavnike za energetska izkoriščanje in obratovalne parametre. S pomočjo informacijskih tehnologij smo izdelali model za vodenje postopkov izgradnje sončnih elektrarn od ideje do izvedbe. Zasnovali smo partnerski razvojno izobraževalni model "DP2MIR" obnovljivih virov energije od dogovora, projekta, proizvodnje, marketinga, izobraževanja do razvoja. Naložbo v sončno elektrarno smo ocenili z vidika ekonomske učinkovitosti in denarnih tokov.

Na podlagi analize tekstovnih podatkov objav v medijih smo, z uporabo orodja OntoGen, z nivojskim rudarjenjem ugotavljali povezave in podkoncepte obnovljivih virov energije. S pomočjo ankete smo s factorsko analizo ugotovili povezanost in skupne faktorje glede lastnosti dobaviteljev in ekološke ozaveščenosti. Izdelali smo koncept poslovnega komuniciranja na študiji primera. Podali smo predloge za boljšo organizacijo in poslovne odnose z vidika strateških priložnosti, organiziranosti, izobraževanja in poslovnega komuniciranja.

ABSTRACT

We have shown the development effects of renewable energy sources in two most typical sources: hydro-power stations and solar power stations. With a table data analysis of hydro-power stations, we managed to create a model for forecasting production range, with a regression analysis we estimated influential factors of hydro-power production and with a statistic analysis we calculated environmental effects of reducing green-house gas emission. From the method's 'and decision support system's' point of view we prepared a model for evaluating the alternatives for investments using evaluating systems, analysis and alternative choice, and tested them with three methods: Kepner-Tregoe and DEX. We analyzed the stimulative mechanism of assured purchase prices of electrical energy for qualified power plants.

We have shown contemporary technologies of solar power plants with all design elements, technical dimensions of power plant connection, deciding factors of energy use and operation parameters. Using the information technologies we created a solar power plant design guide, from the idea to the realization. We designed a partnership education-development model "DP2MIR" of renewable energy sources from the agreement, project, production, marketing, education to development. Solar power plant investment was evaluated from the economical efficiency and cash flow point of view. On the basis of the data analysis from media publication basis, we were investigating the connections and concepts of renewable energy sources with the use of OntoGen tool and level mining. With the help of opinion poll and factor analysis we managed to establish a connection between distributor's characteristics and ecology preservation interests. On a case study we created a concept of business communication. We gave suggestions for better organization and business relations from the strategic opportunity, organising, educating and business communication point of view.

KLJUČNE BESEDE

obnovljivi viri energije, hidroelektrarne, sončne elektrarne, električna energija, marketing, izobraževanje, razvoj, naložbe, projekti, ekonomičnost, cena energije.

KEY WORDS

renewable energy sources, hydro power plants, solar power plants, electrical energy, marketing, education, development, investments, projects, economical, energy prices.

KAZALO

1	UVOD.....	1
2	ORGANIZACIJSKA IN ZAKONODAJNA IZHODIŠČA.....	3
2.1	Zgodovinski oris proizvodnje elektrike na Gorenjskem.....	3
2.2	Sprememba energetske zakonodaje.....	3
2.3	Odvisne družbe za proizvodnjo elektrike v malih hidroelektrarnah.....	4
2.4	Gorenjske elektrarne.....	4
2.5	Organiziranost.....	5
2.6	Vizija, poslanstvo, cilji.....	6
2.7	Poslovni odnosi.....	7
2.8	Zaposleni.....	7
3	OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE.....	9
3.1	Pojem obnovljivi viri energije.....	9
3.2	Vrste obnovljivih virov energije.....	9
3.3	Hydroenergija.....	10
3.3.1	Princip izkoriščanja hidroenergije.....	10
3.3.2	Deli hidroelektrarne.....	11
3.3.3	Vrste hidroelektrarn.....	14
3.3.4	Prednosti in slabosti izkoriščanja energije iz hidroelektrarn.....	15
3.4	Sončna energija.....	16
3.4.1	Princip izkoriščanja sončne energije.....	16
3.4.2	Deli sončne elektrarne.....	17
3.4.3	Vrste sončnih elektrarn.....	17
3.4.4	Prednosti in slabosti izkoriščanja sončne energije.....	18
4	STRATEGIJA DO OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE.....	19
4.1	Pravna podlaga.....	19

4.1.1	Glavni strateški dokumenti EU.....	19
4.1.2	Zelena knjiga.....	20
4.1.3	Bela knjiga	20
4.1.4	Obveznosti za spodbujanje razvoja rabe OVE.....	21
4.2	Problem okolja: emisije CO ₂	22
4.2.1	Dovolilnice za emisije CO ₂	23
4.3	Izkoriščanje obnovljivih virov energije.....	23
4.4	Energetski zakon.....	24
4.4.1	Sestava energetskih virov za proizvodnjo električne energije	24
5	RAZISKAVA VPLIVNIH DEJAVNIKOV HIDROPROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	26
5.1	Analiza tabelarnih podatkov	26
5.1.1	Opis problema in metodologija.....	26
5.1.2	Podatki	27
5.1.3	Metoda	29
5.1.4	Rezultati	29
5.1.5	Ugotovitve.....	33
5.2	Regresijska analiza	33
5.2.1	HE Savica kot primer iz prakse.....	33
5.2.2	Dinamika proizvodnje in tehnološke posodobitve.....	34
5.2.3	Samostojna oskrba z električno energijo	35
5.2.4	Sezonskost proizvodnje	37
5.2.5	Tehnični in naravni dejavniki za proizvodnjo	37
5.2.6	Rezultati	38
5.3	Prihranki fosilnih goriv in emisij toplogrednih plinov	42
5.4	Okolje in energija	44
5.4.1	Izraba naravnih danosti	45

5.4.2	Okoljevarstvo	46
6	METODE IN SISTEMI ZA PODPORO ODLOČANJA HE	48
6.1	Odločitveni problem	48
6.1.1	Identifikacija alternativ	48
6.1.2	Razgradnja problema in lastnosti odločitvenega procesa	48
6.2	Sistemi in programska oprema za podporo odločanja.....	50
6.2.1	Vrednotenje, analiza in izbira alternativ	50
6.2.2	Predlog morebitnih novih ali dodatnih rešitev	51
6.3	Metoda Kepner - Tregoe.....	51
6.3.1	Vrednotenje z metodo Kepner-Tregoe.....	51
6.3.2	Uteži parametrov	52
6.3.3	Grafični prikazi in analize pri večparametrskem odločanju.....	53
6.3.4	Analiza "Kaj-če".....	56
6.3.5	Obveznosti za spodbujanje razvoja rabe OVE.....	57
6.4	Metoda DEX.....	58
6.4.1	Struktura modela	58
6.4.2	Merske lestvice in zaloge vrednosti parametrov	58
6.4.3	Funkcije koristnosti	58
6.5	Program DEXi	58
6.5.1	Uporaba modela DEXi s štirimi alternativami.....	58
6.5.2	Analiza in izbira alternativ	59
6.5.3	Analiza "Kaj-če".....	59
6.6	Ugotovitve analize	59
7	DIVERZIFIKACIJA PROIZVODNJE OBNOVLJIVE ELEKTRIKE	60
7.1	Deleži obnovljivih virov v Sloveniji.....	60
7.2	Potencial kvalificiranih proizvajalcev v Sloveniji.....	62
7.3	Kvalificirane elektrarne	63

7.3.1	Obvezen odkup električne energije iz kvalificiranih elektrarn	63
7.3.2	Cenovna politika	65
7.4	Ohranitev instrumenta zagotovljenih odkupnih cen kot vira za spodbujanje obnovljivih virov energije	71
8	ZASNOVA SODOBNIH TEHNOLOŠKIH SOLARNIH SISTEMOV	72
8.1	Rast naložb v sončne elektrarne	72
8.1.1	Instalirane kapacitete sončnih elektrarn v svetu	72
8.1.2	Instalirane kapacitete sončnih elektrarn v Sloveniji	72
8.1.3	Rast proizvodnje sončnih celic	74
8.2	Uporaba sončne energije	74
8.2.1	Energija sončnega obsevanja	74
8.2.2	Orientiranost in naklon sončne elektrarne	76
8.3	Fotovoltaični efekt	78
8.3.1	Pretvorba sončne energije v električno energijo	78
8.3.2	Delovanje sončnih celic	80
8.4	Material za sončne celice	80
8.4.1	Silicij	80
8.4.2	Pridobivanje silicija	81
8.5	Sončne celice	86
8.5.1	Tipi sončnih celic	86
8.6	Elementi sončne elektrarne	87
8.6.1	Fotonapetostni moduli	88
8.6.2	Omrežni razsmerniki	89
8.6.3	Sistemski nadzor in diagnostika	90
8.6.4	Merilno in ločilno mesto	91
8.6.5	Niskonapetostni priključek	93
9	INFORMACIJSKI PROCESI PROJEKTA	95

9.1	Izhodišča za pripravo projekta informacijskih tehnologij	96
9.1.1	Namere in cilji	96
9.1.2	Sprejem politik	96
9.1.3	Opredelitev naloge	97
9.1.4	Zahteve za projekt	97
9.1.5	Vsebina dokumentov	98
9.2	Organiziranost.....	98
9.2.1	Razvoj ključnega projektnege teama.....	98
9.2.2	Razvoj ključnega projektnege teama.....	99
9.2.3	Razvoj ključnega projektnege teama.....	99
9.2.4	Razvoj ključnega projektnege teama.....	100
9.2.5	Programiranje	100
9.2.6	Načrtovanje	100
9.2.7	Modeliranje	101
9.3	Diagrami informacijskih procesov projekta sončne elektrarne	102
9.3.1	Diagram primerov uporabe	102
9.3.2	Diagram zaporedij pri zbiranju projektne ideje	103
9.3.3	Diagram zaporedja pri planiranju in projektiranju sončne elektrarne... ..	106
9.3.4	Diagram zaporedja izgradnje sončne elektrarne in vstavljanje v obratovanje	108
9.3.5	Diagram zaporedja plačil in poročil o izgradnji sončne elektrarne.....	109
9.3.6	Diagram razredov in objektov.....	110
9.4	Napotki za nadaljnje delo	111
10	ANALIZA OBRATOVALNIH PARAMETROV	112
10.1	Učinkovitost sončnih elektrarn	113
10.2	Učinek izrabe površin	113
10.3	Polne obratovalne ure	116

10.4	Sezonskost proizvodnje	117
10.5	Odklon od idealne lege	118
10.6	Energetski prihranki	119
10.7	Okoljski prihranki.....	120
11	PARTNERSKI RAZVOJNO IZOBRAŽEVALNI MODEL "DP2MIR"	122
11.1	Dogovor	124
11.1.1	Evropske usmeritve.....	124
11.1.2	EU zakonodaja	124
11.1.3	Pismo o nameri, sporazum	125
11.2	Projekt.....	125
11.2.1	Ideja za postavitev sončne elektrarne.....	125
11.2.2	Inženiring	125
11.2.3	Izvedba	125
11.2.4	Ekonomika projekta	126
11.3	Proizvodnja.....	128
11.4	Marketing	129
11.5	Izobraževanje.....	131
11.5.1	Predavanje.....	131
11.5.2	Naravoslovne dejavnosti	132
11.5.3	Tematska zloženka	132
11.5.4	Anketa, referat za konferenco	132
11.5.5	Informativni dan.....	133
11.6	Razvoj.....	133
11.6.1	Monitoring	133
11.6.2	Medpodjetniški izobraževalni center	134
11.6.3	Dosežek: nagrada Sonaravni projekt 2008.....	134
12	POSLOVNO KOMUNICIRANJE.....	136

12.1	Analiza tekstovnih podatkov javnih objav.....	136
12.1.1	Priprava dokumentov	136
12.1.2	Podkoncepti	137
12.1.3	Poizvedba in nivojsko rudarjenje	137
12.1.4	Poimenovanje podkonceptov	140
12.1.5	Razlaga dokumenta	142
12.1.6	Ugotovite analize tekstovnih podatkov	143
12.2	Anketa med energetske menedžerje in zaposlenimi	144
12.2.1	Udeleženci ankete	144
12.2.2	Analiza ankete	145
12.2.3	Ugotovitve ankete	147
12.3	Poslovno komuniciranje v podjetju	147
12.3.1	Celostna podoba	147
12.3.2	Interno komuniciranje	148
12.3.3	Interno poslovno glasilo	148
12.3.4	Prireditve, razstave	149
12.3.5	Komuniciranje s kupci	149
12.3.6	Publikacije za odjemalce in poslovne partnerje	150
12.3.7	Sodelovanje v strokovnih organih in na konferencah	150
12.3.8	Komuniciranje z zunanjimi javnostmi	150
13	PREDLOGI ZA BOLJŠO ORGANIZACIJO POSLOVNIH ODNOSOV	152
13.1	Strateške priložnosti.....	152
13.2	Organiziranost.....	152
13.3	Izobraževanje in kariera.....	154
13.3.1	Komercialna funkcija	154
13.3.2	Človeški kapital.....	154
13.4	Poslovno komuniciranje	154

13.4.1	Blagovna znamka.....	154
13.4.2	Spletno mesto.....	156
13.4.3	Forum o obnovljivih virih prihodnosti.....	159
13.4.4	Tematske zloženke.....	160
14	ZAKLJUČEK.....	161
15	LITERATURA.....	164
16	PRILOGE	
	Priloga 1: Proizvodnja električne energije HE Savica (MWh) s prikazom prihrankov premoga (t) in emisij CO ₂ (kt)	
	Priloga 2: Tehnični podatki o elektrarnah, Gorenjske elektrarne	
	Priloga 3: Poročilo – metoda DEXI "Kaj-če"	
	Priloga 4: Tehnološka shema fotonapetostne elektrarne	
	Priloga 5: Enopolna shema priključno merilnega mesta	
	Priloga 6: Ocena naložb	
	Priloga 7: Tehniško dimenzioniranje priključnega kabla Sončne elektrarne Strahinj	
	Priloga 8: Energijski izračuni	
	Priloga 9: Investicijska dokumentacija	
	Priloga 10: Poslovno komuniciranje	

KAZALO SLIK

Slika 2.1	Organizacijska struktura družbe GEK.....	6
Slika 3.1	Mehki jez za HE Soteska.....	12
Slika 3.2	Generatorji v prvi deželni elektrarni Završnica (1915).....	14
Slika 3.3	Generator v HE Savica (2007).....	14
Slika 5.1	Distribucija ciljne spremenljivke.....	28
Slika 5.2	Porezano odločitveno drevo J48 z najmanj 15 objekti v listu.....	30
Slika 5.3	Prikaz proizvodnje električne energije po petletnih obdobjih 1980-2006.....	35
Slika 5.4	Povprečna mesečna proizvodnja električne energije po obdobjih 1964-2006 (MWh).....	37
Slika 5.5	Korelacija med proizvodnjo električne energije in pretokom vode, 2004-2005.....	40
Slika 5.6	Proizvodnja električne energije v obnovljivih virih energije (MWh) s prikazom prihrankov premoga (t) in emisij CO ₂ (kt).....	43
Slika 5.7	Kumulativna proizvodnja električne energije v obnovljivih virih energije (MWh) s prikazom prihrankov premoga (t) in emisij CO ₂ (kt).....	44
Slika 6.1	Prikaz uteži parametrov s strukturnim krogom.....	54
Slika 6.2	Grafični prikaz končnih ocen vrednotenja alternativ.....	54
Slika 6.3	Grafični prikaz rezultatov vrednotenja po posameznih parametrih.....	55
Slika 6.4	Prikaz rezultatov vrednotenja z razsevnim diagramom.....	56
Slika 6.5	Prikaz rezultatov vrednotenja s krožnim grafikonom.....	56
Slika 7.1	Nominalne in realne enotne letne cene električne energije za kvalificirane hidroelektrarne do 1 MW.....	66
Slika 7.2	Indeks enotne odkupne cene električne energije za kvalificirane hidroelektrarne do 1 MW s stalno osnovo; leto 2002 = 100.....	66
Slika 7.3	Nominalne in realne enotne letne premije pri odkupu električne energije iz kvalificiranih hidroelektrarn do 1 MW.....	67
Slika 7.4	Nominalne in realne enotne letne cene električne energije za kvalificirane hidroelektrarne nad 1 do 10 MW.....	68

Slika 7.5	Indeks enotne odkupne cene električne energije za kvalificirane hidroelektrarne nad 1 do 10 MW s stalno osnovo; leto 2002 = 100	69
Slika 7.6	Nominalne in realne enotne letne premije pri odkupu električne energije iz kvalificiranih hidroelektrarn nad 1 do 10 MW	70
Slika 8.1	Kumulativna svetovna rast instaliranih kapacitet sončnih elektrarn 1994-2006	72
Slika 8.2	Kumulativna rast instaliranih kapacitet sončnih elektrarn v Sloveniji 2000-2007	73
Slika 8.3	Streha hleva za govedo z vrisano potjo sonca v urah dneva in v obdobjih leta	77
Slika 8.4	Streha hleva za konje z vrisano potjo sonca v urah dneva in v obdobjih leta	77
Slika 8.5	Primer učinkov sončnih celic iz monokristalnega silicija za Ljubljano glede na lego in naklon	78
Slika 8.6	Multikristalni fotonapetostni moduli podjetja Bisol	86
Slika 8.7	Monokristalne (levo), polikristalne (v sredini) in amorfne – tankoplastne (desno) sončne celice	87
Slika 8.8	Fotovoltaični modul sestavljen iz 72 sončnih celic	88
Slika 8.9	Prva skupina razsmernikov z DC spojiščem in druga skupina razsmernikov	89
Slika 8.10	AC spojišče	90
Slika 8.11	Sistemska nadzor in diagnostika	91
Slika 8.12	Senzorika	91
Slika 8.13	Merilno in ločilno mesto	92
Slika 8.14	Shema elementov sončne elektrarne	93
Slika 8.15	Enopolna shema varovanja nizkonapetostnega kabla	94
Slika 9.1	Organigram projektnega teama	99
Slika 9.2	Diagram primerov uporabe	102
Slika 9.3	Diagram zaporedja o zbiranju projektnih idej	104
Slika 9.4	Diagram aktivnosti za odločanje o novih projektih idejah	105
Slika 9.5	Diagram zaporedja planiranja in projektiranja sončne elektrarne	107

Slika 9.6	Diagram zaporedja izgradnje sončne elektrarne in vstavljanje v obratovanje	108
Slika 9.7	Diagram zaporedja plačil in poročil o izgradnji sončne elektrarne	109
Slika 9.8	Diagram razredov in objektov	110
Slika 10.1	Rast instalirane moči sončnih elektrarn GEK	112
Slika 10.2	Izkoristki izrabe površin na primeru štirih sončnih elektrarn zgrajenih v letih 2005-2008.....	115
Slika 10.3	Sončna elektrarna Radovljica (levo) in Sončna elektrarna Labore (desno)	116
Slika 10.4	Sončna elektrarna Strahinj (levo) in Sončna elektrarna Preddvor (desno)	116
Slika 10.5	Deleži mesečne proizvodnje električne energije sončnih elektrarn	117
Slika 10.6	Proizvodnja električne energije iz obstoječih sončnih elektrarn v letih 2005-2007 in ocena letne proizvodnje za novi elektrarni	119
Slika 10.7	Okoljski prihranek zmanjšanja emisij CO ₂ sončnih elektrarn.....	121
Slika 11.1	Partnerski razvojno izobraževalni model "DP2MIR" obnovljivih virov energije.....	122
Slika 11.2	Skupni denarni tok in likvidnost projekta Sončne elektrarne Strahinj	127
Slika 11.3	Realni denarni tok in doba vračanja naložb projekta Sončne elektrarne Strahinj.....	127
Slika 11.4	Prikaz proizvodnje in moči Sončne elektrarne Strahinj	134
Slika 10.5	Nagrada Sonaravni projekt 2008.....	135
Slika 12.1	Vizualni koncept.....	136
Slika 12.2	Okolje	138
Slika 12.3	Energija.....	140
Slika 12.4	Poimenovana zgradba ontologije	142
Slika 13.1	Predlog organizacijske sheme družbe GEK	153
Slika 13.2	Zasnova spletne strani	158
Slika 13.3	Znak in ime konference	160

KAZALO TABEL

Tabela 2.1	Struktura zaposlenih v GEK 2002-2007, na dan 31.12.....	8
Tabela 4.1	Svetovna proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov, tehnični potenciali in specifični stroški proizvodnje v letu 2003	24
Tabela 4.2	Sestava energetskih virov za proizvodnjo električne energije ELGO, 2005	24
Tabela 5.1	Klasifikacije primerov	30
Tabela 5.2	Odločitveno drevo ID3 s klasifikacijskimi pravili	31
Tabela 5.3	Prikaz proizvodnje električne energije v letih 1980-2006	34
Tabela 5.4	Oskrba gospodinjstev z električno energijo iz HE Savica	37
Tabela 5.5	Produkcijska funkcija s pretokom vode, padavinami in instalirano močjo HE Savica, 1993-2006.....	39
Tabela 5.6	Produkcijska funkcija s pretokom vode, padavinami in temperaturo HE Savica, 1993-2006	40
Tabela 5.7	Produkcijska funkcija s pretokom vode, padavinami, temperaturo in debelino snežne odeje HE Savica, 1993-2006.....	42
Tabela 5.8	Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov s prikazom prihrankov premoga (t), emisij CO ₂ (kt)	44
Tabela 6.1	Vrednotenje hidroelektrarn po metodi Kepner-Tregoe	52
Tabela 6.2	Različni načini predstavitve uteži pri vrednotenju hidroelektrarn po metodi Kepner-Tregoe	53
Tabela 6.3	Vrednotenje po posameznih parametrih.....	55
Tabela 6.4	Vrednotenje hidroelektrarn po metodi Kepner-Tregoe in analizi "Kaj-če"	57
Tabela 7.1	Proizvodnja iz HE do 1 MW, 2002-2006 (GWh)	61
Tabela 7.2	Proizvodnja iz HE od 1 do 10 MW, 2002-2006 (GWh)	61
Tabela 7.3	Proizvodnja HE, 2002-2006 (GWh).....	61
Tabela 7.4	Deleži strukture proizvodnje iz obnovljivih virov – HE, 2002-2006 (%).....	61
Tabela 7.5	Ocena potenciala kvalificiranih proizvajalcev v Sloveniji (MW).....	62

Tabela 7.6	Delež v odkupni realni ceni električne energije kvalificiranih hidroelektrarn.....	71
Tabela 8.1	Svetovni delež proizvodnje sončnih celic, 2006	74
Tabela 8.2	Lastnosti materialov sončnih celic	85
Tabela 8.3	Lastnosti sončnih modulov	87
Tabela 11.1	Ekonomski kazalci v 1. fazi in 2. fazi izgradnje Sončne elektrarne Strahinj.....	128
Tabela 11.2	Nominalne odkupne cene za sončne elektrarne do 36 in nad 36 kW (€/kWh).....	129
Tabela 11.3	Realne odkupne cene za sončne elektrarne do 36 in nad 36 kW (€/kWh).....	130
Tabela 12.1	Štiri podpodročja skupin ključnih besed	137
Tabela 12.2	Klasifikacijska shema	141
Tabela 12.3	Matrika različnih izločitvenih metod (2 pomembna faktorja).....	146
Tabela 13.1	Komunikacijska orodja za promocijo tržnih znamk električne energije iz obnovljivih virov.....	155
Tabela 13.2	Shema spletnega mesta.....	157

UPORABLJENE KRATICE

ApE	Agencija za prestrukturiranje energetike
ARSO	Agencija RS za okolje
ELGO	Elektro Gorenjska
FERI	Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
GEK	Gorenjske elektrarne Kranj
HE	Hidroelektrarne
KDE	Kranjske deželne elektrarne
NEP	Nacionalni energetska program
NS	Nižja sezona
OVE	Obnovljivi viri energije
PV	Fotovoltaični (fotonapetostni) sistemi
RS	Republika Slovenija
SE	Sončna elektrarna
SODO	Sistemska operater distribucijskega omrežja
SPTE	Skupna proizvodnja toplotne in električne energije
SS	Srednja sezona
STA	Slovenska tiskovna agencija
VS	Višja sezona

1 UVOD

Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov je cilj evropske direktive 2001/77EC in številnih mednarodnih dogovorov, kot so Kyotski sporazum, Konvencija OZN o klimatskih spremembah in slovenski Energetski zakon. Evropski svet je v marcu 2007 sprejel obvezo, da bo v letu 2020 delež obnovljivih virov energije v primarni energetski bilanci držav EU znašal 20 %. Evropska komisija je 23. januarja 2008 sprejela zakonodajni podnebno-energetski paket in v njem predvidela nižje izpuste toplogrednih plinov za države članice ter večjo porabo obnovljivih virov energije. Slovenija bo lahko emisije povečala za štiri odstotke, delež obnovljivih virov pa bo morala zvišati na 25 %.

Namen magistrskega dela je izdelati primerjavo razvojnih učinkov obnovljivih virov energije na primeru dveh najznačilnejših obnovljivih virov za proizvodnjo električne energije v slovenskem prostoru: hidroelektrarne in sončne elektrarne. Hidroenergija predstavlja največji naravni potencial, izraba sončne energije pa je najhitreje rastoča gospodarska panoga. V več kot 100-letni zgodovini razvoja rabe hidroenergetskega potenciala v Sloveniji je ta v veliki meri izkoriščen, medtem ko sončna energija predstavlja energijo prihodnosti. Učinke hidroelektrarn in sončnih elektrarn proučujemo z vidika sodobnih tehnoloških sistemov ter primerjamo prednosti in slabosti izkoriščanja.

Temeljni cilji magistrskega dela so izdelati:

- model za napovedovanje obsega letne proizvodnje električne energije,
- regresijsko analizo z ugotovitvijo povezanosti med odvisno in pojasnjevalnimi spremenljivkami proizvodnje električne energije v kvalificiranih elektrarnah,
- analizo okoljskih učinkov zmanjševanja emisij toplogrednih plinov,
- analizo gibanja odkupnih cen za posamezne obnovljive vire energije,
- model elektrarn za vrednotenje alternativ pri odločanju vlaganj,
- informacijski model za izgradnjo sončnih elektrarn,
- analizo obratovalnih parametrov sončnih elektrarn,
- partnerski razvojno izobraževalni model obnovljivih virov energije,
- ekonomiko projekta,

- primer dimenzioniranja priključka elektrarne,
- analizo tekstovnih podatkov,
- analizo dejavnikov ponudbe električne energije in
- model poslovnega komuniciranja s promocijo.

S sintezo rezultatov interdisciplinarnih študij bomo dosegli končni cilj magistrskega dela – oblikovanje pristopa priprave projektov obnovljivih virov energije s poudarki na proučevanju njihovih zakonitosti in učinkov ter realizacijo z vidika gospodarskega inženirstva ob podpori sodobnih tehnoloških sistemov, optimiranja virov, procesov, informacijskih tehnologij, poslovnega komuniciranja ter metod in sistemov za podporo odločanja.

2 ORGANIZACIJSKA IN ZAKONODAJNA IZHODIŠČA

2.1 Zgodovinski oris proizvodnje elektrike na Gorenjskem

Gorenjske elektrarne Kranj so nastale z združitvijo vseh nacionaliziranih in javnih elektrarn 26. aprila 1949. Proizvodni objekti so bili ves čas organizirani v samostojni organizacijski enoti, ki skrbi za proizvodno električne energije v hidroelektrarnah od Savice do Rudna. V petdesetih letih se je podjetje imenovalo Elektrarna Sava, leta 1963 pa je prešla samostojna proizvodna enota v združeno podjetje Elektro-Kranj, Kranj. Proizvodna enota Sava je svoje poslanstvo obratovanja in gradnje vodnih elektrarn opravljala smelo, kljub različnim organizacijskim spremembam od samostojne proizvodne enote v šestdesetih in sedemdesetih letih ter TOZD Elektro Sava Kranj v okviru delovne organizacije Elektro Gorenjska v obdobju 1980-1990 do Poslovne enote Sava v okviru javnega podjetja Elektro Gorenjska v obdobju 1991-2000. Kolektiv enote je vseskozi razvijal tehnološke rešitve za male in srednje hidroelektrarne od avtomatizacije do daljinskega nadzora.

2.2 Sprememba energetske zakonodaje

Državni zbor Republike Slovenije je leta 1999 sprejel Energetski zakon (Uradni list RS št. 79/99, 8/00, 110/2002, 50/2003, 51/2004, 26/2005), ki določa načela energetske politike, pravila za delovanje trga z energijo, načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb na področju energetike, načela zanesljive oskrbe in učinkovite rabe energije ter pogoje za obratovanje energetskih postrojenj, pogoje za opravljanje energetske dejavnosti, ureja izdajanje licenc in energetskih dovoljenj ter organe, ki opravljajo naloge po tem zakonu. Med energetske dejavnosti spada tudi distribucija električne energije. Na področju oskrbe z električno energijo so postale obvezne republiške gospodarske javne službe: prenos električne energije, upravljanje prenosnega omrežja, distribucija električne energije, upravljanje distribucijskega omrežja, dobava električne energije za odjemalce, ki niso upravičeni odjemalci in organiziranje trga z električno energijo. Zakon je razvrstil odjemalce v dve skupini: v skupino tarifnih in skupino upravičenih odjemalcev. Na osnovi Energetskega zakona so bili sprejeti številni podzakonski akti, med drugim tudi Uredba o načinu izvajanja gospodarskih javnih služb s področja distribucije električne energije, Sklep o

določitvi upravljalcev distribucijskih omrežij električne energije v Republiki Sloveniji, Uredba o pogojih in postopku za pridobitev ter odvzem licence za opravljanje energetske dejavnosti, Uredba o pogojih za pridobitev kvalificiranih proizvajalcev električne energije, Uredba o pravilih za določitev cen in za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije in Sklep o cenah in premijah za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije. Na podlagi uredbe o načinu izvajanja gospodarskih javnih služb s področja distribucije električne energije so bila ustanovljena naslednja javna podjetja za opravljanje distribucije električne energije in dobave tarifnim odjemalcem: *Elektro Celje, d.d., Elektro Gorenjska, d.d., Elektro Ljubljana, d.d., Elektro Maribor, d.d. in Elektro Primorska, d.d.*

2.3 Odvisne družbe za proizvodnjo elektrike v malih hidroelektrarnah

Uredba o pogojih za pridobitev statusa kvalificiranega proizvajalca električne energije (Ur. list RS, št. 29/2001, 99/2001) določa, da kvalificirane elektrarne ne morejo biti organizacijsko v sestavi pravne osebe, ki se ukvarja z izvajanjem energetske dejavnosti, ki se opravljajo kot gospodarske javne službe. Zato so distribucijska podjetja za dejavnost proizvodnje električne energije ustanovila odvisne družbe t.i. hčerinska podjetja: *Gorenjske elektrarne, proizvodnja elektrike, d.o.o.* (lastnik Elektro Gorenjska, d.d.), *Male hidroelektrarne Elektro Ljubljana, proizvodnja električne energije, d.o.o.* (lastnik Elektro Ljubljana, d.d.), *MHE-ELPRO, d.o.o.* (lastnik Elektro Celje, d.d.), *Hidroelektrarne Elektro Maribor, proizvodnja elektrike, d.o.o.* (lastnik Elektro Maribor, d.d.) in *E3, energetika, ekologija, ekonomija, d.o.o.* (lastnik Elektro Primorska, d.d.).

2.4 Gorenjske elektrarne

Novi Energetski zakon je prinesel novo organiziranost in poslovanje v podjetju po dejavnostih. Proizvodnja električne energije je v njem opredeljena kot tržna dejavnost. Elektro Gorenjska, d.d. (v nadaljnjem besedilu ELGO) je iz Poslovne enote za proizvodnjo električne energije ustanovil 4. januarja 2002 odvisno družbo *Gorenjske elektrarne, proizvodnja elektrike, d.o.o.* (v nadaljnjem besedilu GEK) s sedežem v Kranju. Ob predhodnih "papirnatih reorganizacijah" v štiridesetletni

zgodovini pod okriljem ELGO je ustanovitev odvisne družbe z omejeno odgovornostjo pomenila korenito, veliko prelomnico. V sedmih letih se je samostojno delovanje potrdilo kot ustrezno.

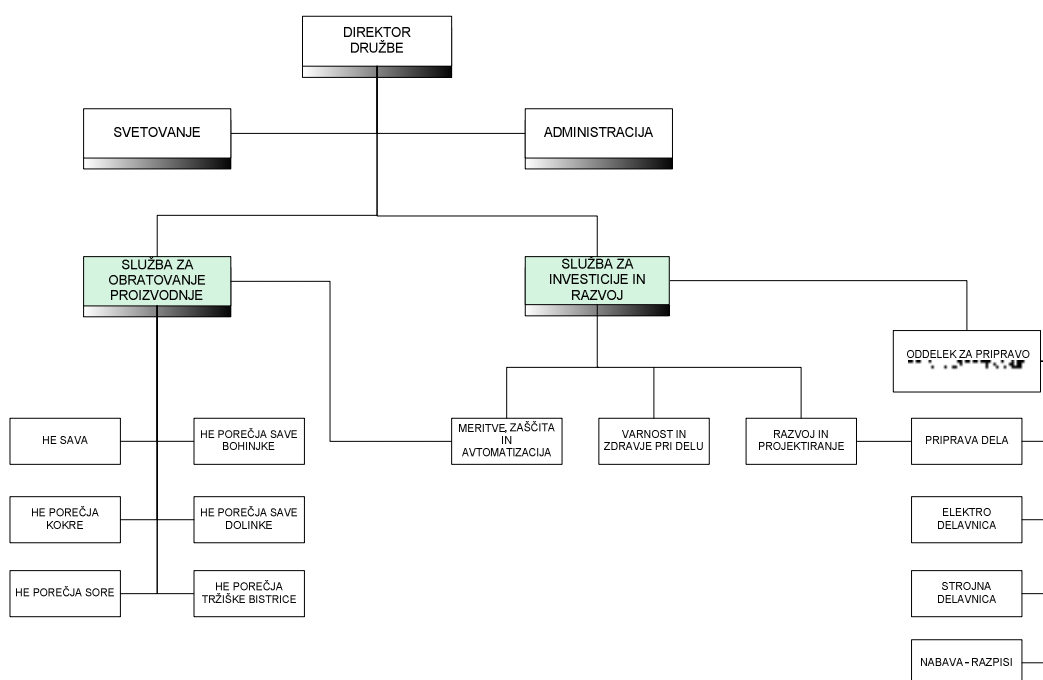
Družba GEK je pridobila licence za opravljanje energetske dejavnosti:

- proizvodnja električne energije v elektrarnah do 1 MW (14.2.2002),
- proizvodnja električne energije v elektrarnah od 1 do 10 MW (14.2.2002),
- dobava električne energije odjemalcem, ki niso upravičeni odjemalci (8.12.2005),
- dobava, trgovanje, zastopanje in posredovanje na trgu z električno energijo (8.12.2005) in
- status kvalificiranega proizvajalca za posamezno hidroelektrarno (16.2.2002) in za sončni elektrarni (2.6.2005 in 3.7.2006).

GEK so v letu 2007 proizvajale električno energijo v 15 hidroelektrarnah in dveh fotonapetostnih (sončnih) elektrarnah na območju Gorenjske in v fotonapetostni elektrarni FER1 v Mariboru. Družba GEK ima v lasti 13 malih in srednjih hidroelektrarn, dve hidroelektrarni v zakupu in ima pravico do upravljanja z njima. Zaradi še nerešenih denacionalizacijskih postopkov za HE Sava in HE Pristava je bil do avgusta 2007 lastnik elektrarn ELGO; HE Pristava je bila 28. avgusta 2007 s strani obvladujoče družbe ELGO vrnjena v začasno uporabo denacionalizacijskim upravičencem. Za sončno elektrarno v Mariboru, ki jo je delno sofinancirala družba GEK pa ima za dobo 5 let sklenjeno pogodbo za prodajo proizvedene elektrike.

2.5 Organiziranost

Podjetje upravlja ustanovitelj neposredno in preko: posloводства in nadzornega sveta. V podjetju sta dve organizacijski enoti: služba za obratovanje proizvodnje ter služba za investicije in razvoj, v okviru katere je tudi oddelek za pripravo dela in vzdrževanje (slika 2.1).



Slika 2.1 Organizacijska struktura družbe GEK

GEK za opravljanje dejavnosti nimajo finančno računovodske in splošno kadrovske podpore ter informatike neposredno v svojem podjetju, temveč te naloge v skladu s posebno pogodbo opravljajo službe ELGO.

2.6 Vizija, poslanstvo, cilji

Vizija podjetja je povečanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov na okolju prijazen način.

Poslanstvo družbe je optimirati obstoječo proizvodnjo električne energije s širitvijo kapacitet obnovljivih virov energije in drugih energentov. Najpomembnejša naloga podjetja je doseči največje proizvodne in prodajne učinke z upoštevanjem naravnih vodnih danosti in spreminjajoče dinamike razpoložljivih količin vode med letom, kar pa je odvisno od vremenskih razmer in letnega časa.

Cilji družbe so usmerjeni k stalni in zanesljivi proizvodnji električne energije, v optimiranje obratovanja glede na razpoložljive hidrološke razmere, k izvajanju rednega in planiranega vzdrževanja v terminih, ki ne vplivajo na obseg proizvodnje,

k iskanju novih obnovljivih virov energije, k visoki stopnji varstva pri delu in varovanju premoženja ter nenehnemu izobraževanju zaposlenih, kar pripomore k izboljšanju procesov poslovanja in proizvodnje. Cilj družbe je tudi strokovna usposobljenost, informiranost in motiviranost zaposlenih na področju ravnanja z okoljem.

2.7 Poslovni odnosi

GEK matični družbi ELGO dobavlja električno energijo, proizvedeno v hidroelektrarnah. Vse elektrarne v sestavi GEK so pridobile status kvalificiranih proizvajalcev. V skladu s pravili za delovanje trga z električno energijo imajo vsi kvalificirani proizvajalci pravico zahtevati sklenitev dolgoročne pogodbe o odkupu vse proizvedene električne energije z upravljavcem omrežja, na katerega so priključeni; ceno odkupa električne energije iz vseh kvalificiranih elektrarn določi Vlada Republike Slovenije.

Cena je razčlenjena glede na dnevna in letna obdobja in je lahko različna za različne vrste in starosti kvalificiranih elektrarn. Cena je bila določena z uredbo o pravilih za določitev cen in za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije. Družba GEK oziroma kvalificirane elektrarne v njeni sestavi so izkoristile možnost, ki jo nudijo pravila za delovanje trga in z ELGO, Poslovno enoto za upravljanje distribucijskega omrežja sklenila pogodbo o sodelovanju med kvalificiranim proizvajalcem in upravljavcem na podlagi proizvodnje električne energije v kvalificirani elektrarni in odkupu električne energije, proizvedene v tej elektrarni. Pogodba zagotavlja, da je upravljavec distribucijskega omrežja po teh pogodbah dolžan odkupiti vso električno energijo iz teh virov, proizvedeno na njegovem območju oziroma ima celo obveznost, da plača premijo za električno energijo, ki jo kvalificirani proizvajalec sam porabi ali proda brez udeležbe upravljavca omrežja.

2.8 Zaposleni

Kvalifikacijska struktura zaposlenih se je od ustanovitve GEK leta 2002 izboljševala (tabela 2.1) Povprečno število dokončanih let šolanja na zaposlenega se je povečalo

iz 12,3 leta 2002 na 13,0 dokončanih leta šolanja na zaposlenega v letu 2007 (Papler, 2008a).

Tabela 2.1 Struktura zaposlenih v GEK 2002-2007, na dan 31.12.

Stopnja izobrazbe	2002	2003	2004	2005	2006	2007
III. stopnja	1	1	1	1	1	1
IV. stopnja	6	6	6	6	5	5
V. stopnja	20	18	16	17	17	16
VI. stopnja	1	2	3	2	2	2
VII. stopnja	4	5	5	7	8	7
VIII. stopnja	-	-	1	-	-	1
Število zaposlenih	32	32	33	33	34	32
Št. izobražev. let / zaposlenega	12,3	12,5	12,3	12,7	12,8	13,0
Indeks rasti izobr./zaposlenega	100,0	101,5	99,9	103,4	101,5	105,3

Vir: ELGO, GEK, lastni izračuni.

Izvedena je bila študija o postavitvi bioplinske naprave, proučene lokacije za izgradnjo novih potencialnih proizvodnih objektov, projekti in pripravljala dela za obnovo oz. rekonstrukcijo zastarelih obstoječih hidroelektrarn. Na konferenci Dnevi energetikov 2007 v Portorožu je bil opažen učinkovit projekt toplotne črpalke. V GEK se je porodila ideja za pobudo priprave Foruma o obnovljivih virih prihodnosti, ki je bil uspešno realiziran oktobra 2007 na Bledu. Na Forumu so bile GEK nosilec področja obnovljivih virov energije, ELGO pa področja učinkovite rabe energije. Realiziran je bil tudi izobraževalno-osveščevalni in promocijski projekt za učinkovito rabo in obnovljive vire energije v sodelovanju z Biotehniškim centrom Naklo ter ob podpori Ministrstva za okolje in prostor RS. V Službi za investicije in razvoj GEK je bil dan poudarek vzpodbudi inovativnim predlogom ter udeležbi in sodelovanju na konferencah s področja elektroenergetike, strojništva, varnosti pri delu, ekonomije in managementa. Štirje strokovnjaki so v letu 2007 sodelovali s 13 strokovnimi in znanstvenimi referati na šestih konferencah in forumih.

3 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

3.1 Pojem obnovljivi viri energije

Obnovljivi viri energije (OVE) – predvsem biomasa, vodna energija in veter, so bili vse do začetka industrijske dobe sredi 18. stoletja osnovni energetske vir, s katerim je človeštvo zadovoljevalo svoje energetske potrebe. Obdobje odkritja fosilnih goriv (premoga in nafte) je dalo zagon razvoju in zmanjšalo uporabo obnovljivih virov energije. Pretirana uporaba fosilnih goriv v zadnjih desetletjih ima za posledico občutne klimatske spremembe zaradi emisij toplogrednih plinov. Človeštvo se vedno bolj zaveda pomembnosti uporabe alternativnih in obnovljivih virov energije. Glavne značilnosti obnovljivih virov energije so: neomejena trajnost, veliki potencial, enakomerna porazdelitev brez geopolitičnih ovir, časovna spremenljivost moči in energije virov (slabost) ter nizka gostota moči. Razen v obliki biomase in toplote oceanov obnovljivih virov še ne znamo shraniti z naravnimi sistemi, ki bi omogočali rabo energije takrat, ko jo potrebujemo. Za shranjevanje energije obnovljivih virov v obliki notranje, kemične, kinetične ali potencialne energije uporabljamo različne naprave. To pa zmanjšuje učinkovitost in podraži izkoriščanje obnovljivih virov (Medved, Novak, 2000).

3.2 Vrste obnovljivih virov energije

Obnovljivi viri energije so:

1. hidroenergija,
2. sončna energija,
3. energija vetra,
4. geotermalna energija,
5. bioenergija (predvsem lesna biomasa, bioplin, deponijski plin),
6. bibavična energija (plimovanje).

Primarna energija je energija v naravi, ki ni bila podvržena nobeni pretvorbi ali preoblikovanju kot so energija vetra, bibavična energija, geotermalna energija, hidroenergija in sončna energija. V nadaljevanju se bomo omejili na hidroenergijo kot klasično izrabo vodnih sil za proizvodnjo električne energije in sončno energijo

kot potencial prihodnosti, ki med obnovljivimi viri energije v praksi dobiva velik razmah. Sekundarna energija je pridobljena s pretvorbo energetskega vira ali kakšnega drugega vira energije.

3.3 Hidroenergija

3.3.1 Princip izkoriščanja hidroenergije

Osnovna zamisel je vodi odvzeti energijo, ki jo ima zaradi svojega padca, in jo pretvoriti v mehansko, to pa v električno energijo. Vodne naprave izkoriščajo kroženje vode v naravi. V vsakem vodotoku se zaradi vodnega padca pri pretoku vode v strugi neprestano sprošča energija. Njena velikost je sorazmerna padcu in količini vodnega pretoka. Moč vodotoka na kakem odseku izračunamo po enačbi:

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot \Delta H \quad (2.1)$$

kjer pomeni: P – moč vodotoka na odseku s pretokom Q in padcem H (kW)

Q – pretok vode (m^3/s)

ΔH – padec vode na izbranem odseku (m)

Dejanska moč na pragu elektrarne pa je zaradi izgub v napravah (cevovodu, agregatu ...) in lastne rabe manjša in jo pri izračunu upoštevamo s faktorjem skupnega izkoristka. Tako se pri sodobnih napravah in njihovi normalni kvaliteti moč male elektrarne računa po enačbi:

$$P = (7 \text{ do } 7,8) \cdot Q_i \cdot H_b \quad (2.2)$$

kjer pomeni: P – moč hidroelektrarne (kW)

Q_i – instalirani pretok turbine (m^3/s)

H_b – vodni bruto padec (m) (EGES, 1996).

Celotni gospodarsko izkoristljiv slovenski vodni potencial je ocenjen na okrog 8 milijard kWh letno. Potencial malih vodotokov ima v njem relativno visok delež 14 %. Danes je celotni potencial energetske izkoriščen z okrog 3,5 milijarde kWh ali

40 %, medtem ko je potencial za gradnjo malih hidroelektrarn izkoriščen 26 % (EGS, 1996).

3.3.2 Deli hidroelektrarne

Jez ali pregrada ima nalogo:

- da preusmerja vodo iz njenega naravnega vodotoka,
- da poviša nivo vode zaradi dosega večje višinske razlike,
- da ustvarja akumulacijo vode.

Gleda na višino vode so lahko jezovi:

- visoki,
- nizki, ki bistveno ne spremenijo padca.

Glede na vrsto materiala so lahko jezovi:

- masivni (zidani iz kamna ali betona),
- nasuti (zemlja ali kamen),
- mehki (slika 3.1).

Jezovi morajo biti opremljeni s prelivni, izpusti ali pretočnimi polji v telesu jeza (premične zapornice) zaradi odvajanja odvečne vode oziroma reguliranja nivoja vode, kadar je visok vodostaj. Za popolno praznjenje umetnih jezov so namenjeni posebni izpusti.

Zajetje ima nalogo, da vodo nakopičeno ob jezju, usmeri proti centrali.

Osnovna tipa zajetij:

- *zajetje na površini*, ki se uporablja, kadar je nizek jez. Pretok vode skozi zajetje se uravnava z zapornicami,
- *zajetje pod površino*, ki se uporablja tam, kjer se nivo vode med letom spreminja. Namesti se na nižji nivo, do katerega se bo predvidoma znižala gladina vode.



Slika 3.1 Mehki jez za HE Soteska

Dovod spaja zajetje z vodno komoro. Izdelan je lahko kot kanal ali tunel, odvisno od tega kakšen je teren.

Vodna komora se nahaja na koncu dovoda. Dimenzioniranje te komore ima velik vpliv na pravilno delovanje hidroelektrarne.

Tlačni cevovod vodi vodo iz vodne komore do turbine. Najpogosteje so jeklene izvedbe, za manjše padce pa iz betona. Tlačni cevovod je lahko položen na površini ali v tunelu. Na vstopu v tunel je vedno nameščen zaporni organ, ki služi kot varnostni organ v primeru poškodbe cevovoda. Pred zapornim varnostnim organom pa je še dodatni zaporni organ, ki omogoča popravilo varnostnega organa. Podobno so nameščeni tudi zaporni organi na koncu cevovoda. Njihovo število je odvisno od števila turbin na en cevovod.

Strojnica je prostor, v katerem so nameščeni generatorji, turbine, komandni pult in ostali pomožni organi.

Glede na njeno namestitev se lahko loči:

- strojnica na prostem,
- vkopana strojnica, ki se najpogosteje uporablja zaradi topografskih in ekonomskih razlogov.

Vodne turbine služijo pretvorbi hidravlične energije v mehansko. Izkoristek, s katerim vodne turbine pretvarjajo potencialno energijo vode v mehansko, je med 85

in 95 %. Izbira turbine je odvisna od moči, padca, pretoka in števila vrtljajev, pri katerih deluje turbina z največjim izkoristkom.

Vrste turbin:

Peltonova turbina: imenuje se tudi šobna turbina. Curek vode se dovaja v turbino skozi šobo. Le-ta je usmerjena na lopatice, ki so školjkaste oblike. Dotok vode se regulira z iglo v šobi. Uporablja se za majhne pretoke in relativno velike padce (od 250 do 2.000 m). Vrtilna hitrost je od 4 do 20 s⁻¹. Optimalni izkoristek doseže že pri 25 % nazivne obremenitve.

Peltonova turbina je vedno priključena na dovodni cevovod. Ta se konča s šobo, ki oblikuje curek okroglega preseka in ga v simetralni ravni usmerja k lopaticam gonilnika. Peltonove turbine izdelujejo z enojnim ali dvojnimi gonilnikom v eno-, dvo- ali večšobni izvedbi in/ali z odklanjalniki vodnega curka za srednje in velike padce (EGES, 1996).

Francisova turbina: imenuje se tudi turbinsko kolo. Po svoji obliki je podobna črpalkam. Voda se dovaja skozi dovodno kolo, kjer se količina vode regulira z vodilnimi lopaticami. Deluje izven vode. Uporablja se za zelo male pretoke in padce od 20 do 600 m. Vrtilna hitrost je od 2 do 10 s⁻¹. Optimalni izkoristek doseže med 60 in 80 % nazivne obremenitve.

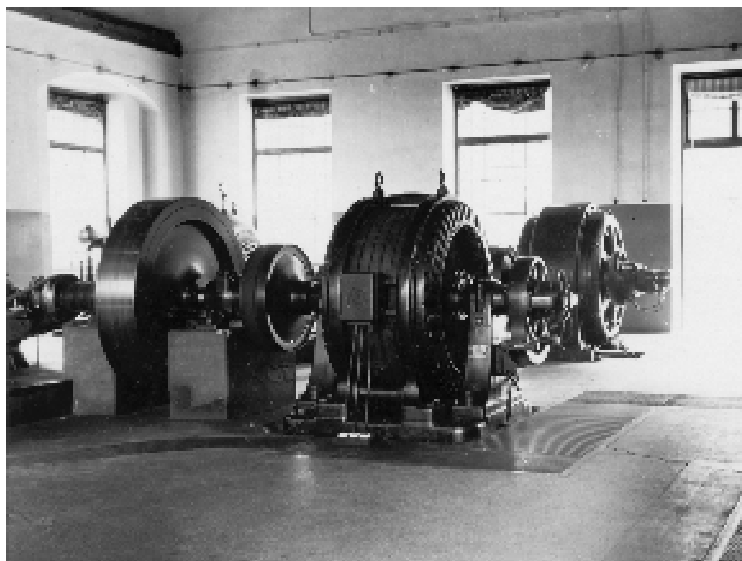
Vodo dovajamo k turbini v odprtem kanalu. Voda vstopa v turbino skozi vodilnik, odda svojo moč gonilniku in se po sesalni cevi spusti v spodnjo vodo (EGES, 1996).

Kaplanova turbina: imenuje se tudi reaktivna turbina. Ima od 3 do 8 lopatic v obliki propelerjev. Celotna turbina se nahaja v vodi. Uporablja se za pretoke do 20 m³/s in padce do 25 metrov. Vrtilna hitrost je od 1 do 4 s⁻¹.

Pri malih hidroelektrarnah se uporablja še ena vrsta turbin, ki jih velike hidroelektrarne poznajo – to so *Bankijeve turbine*. Zanje je značilno zelo široko področje uporabe. Strokovna literatura navaja padce od 2 do 150 m ter pretoke od 20 do 2500 litrov na sekundo (EGES, 1996).

Generatorji so nameščeni v strojnici (sliki 3.2 in 3.3). Vodne turbine ženejo generatorje neposredno preko skupne osi. V glavnem se gradijo hidrogeneratorji v vertikalni izvedbi zaradi ekonomičnosti. Horizontalne izvedbe so primerne za manjše

moči oziroma kadar dve Peltonovi ali Francisovi turbini ženeta skupni generator. Hidrogeneratorji se gradijo za moči do 500 MVA.



Slika 3.2 Generatorji v prvi deželni elektrarni Završnica (1915)



Slika 3.3 Generator v HE Savica (2007)

3.3.3 Vrste hidroelektrarn

Z ozirom na padec vode poznamo več vrst hidroelektrarn:

- nizekotlačne (padec pod 25 m),
- srednjekotlačne (padec od 25 m do 200 m),
- visokotlačne (padec nad 200 m).

Gleda na način izkoriščanja vode:

- *pretočne hidroelektrarne:* delujejo kot stalne elektrarne, pri katerih teče voda skozi turbino brez zadrževanja, presežek vode pa odteka neizkoriščen prek jezua; delujejo kot stalne elektrarne,
- *akumulacijske elektrarne:* so tiste hidroelektrarne, pri katerih se del vode akumulira in jih izkoriščamo v času povečanega povpraševanja, ko pa se povpraševanje zmanjša, vodo shranjujemo.

3.3.4 Prednosti in slabosti izkoriščanja energije iz hidroelektrarn

Prednosti izkoriščanja energije iz velikih hidroelektrarn:

- vodna energija zmanjšuje emisije plinov (CO₂), ki povzročajo toplo gredo,
- omogoča učinkovitejše namakanje, preprečuje poplave.

Pri malih hidroelektrarnah so prednosti izkoriščanja energije tudi:

- velik prispevek k razvoju podeželja,
- dolga življenjska doba objektov,
- izkoriščanje obnovljivih virov energije vodotokov in s tem prihranek fosilnih goriv,
- vsa gradbena in montažna dela z dobavo ustrezne opreme so domačega izvora,
- ekološki vidik – ne onesnažujejo in ne zahtevajo gradnje infrastrukturnih objektov,
- z izboljšanjem napetostnih razmer in z zmanjšanjem električnih izgub v električnem omrežju povečujejo kvaliteto elektroenergetskega sistema kot celote,
- z možnostjo otočnega obratovanja ob ustrezni opremljenosti povečujejo zanesljivost napajanja regionalnih porabnikov pri redukcijah, pri razpadih elektroenergetskega sistema in ob naravnih nesrečah.

Slabosti izkoriščanja energije iz hidroelektrarn:

- vplivajo na rastlinski in živalski svet v okolici,
- izguba obdelovalnih tal.

3.4 Sončna energija

Sončna energija je poleg vode in vetra naraven in trajen vir energije. Sonce predstavlja največji, trenutno neusahljiv in ekološko neoporečen vir energije. Uporablja se lahko za segrevanje vode in generiranje elektrike.

Beseda fotovoltaika izvira iz grške besede "phos", ki pomeni svetlobo in besede "volt". Fotovoltaika je veda, ki preučuje pretvorbo svetlobne energije sončnega sevanja v električno energijo, natančneje energijo fotonov, v elektriko. Fotovoltaični (poslovenjen izraz: fotonapetostni) sistemi so tih neizčrpen vir električne energije, ki ne onesnažuje okolja (Hegedus, Luque, 2006).

3.4.1 Princip izkoriščanja sončne energije

Sončna energija je eden od redkih energetske virov, ki je relativno enakomerno porazdeljen po zemeljski obli. Prav predeli, ki jih imenujemo "nerazviti svet", so najbogatejši s sončno energijo. Največje letno sončno obsevanje na vodoravno ploskev je tod okoli 2.500 kWh/m² v nekaj predelih okoli 10° severno in južno od ekvatorja – Afrika, Avstralija; v področju severnih zemljepisnih širin med 40° in 50°, kjer leži tudi Slovenija, je letno sončno obsevanje med 1.500 in 1.000 kWh/m² (Medved, Novak, 2000). V Sloveniji je v letnem povprečju globalnega sevanja (direktnega in difuznega skupaj) približno 1200 kWh/m², kar ustreza vsebnosti energije približno 120 litrov kurilnega olja ali 120 m³ zemeljskega plina.

Sončna energija se lahko izkorišča na dva načina in to za:

- pridobivanje nizko in visokotemperaturne toplote,
- neposredno pretvorbo sončevega sevanja v električno energijo ali tako imenovana fotonapetostna energetska pretvorba.

Pri nizekotemperaturni rabi sončne energije izkoriščamo temperature 50-120 °C in govorimo o dveh različnih načinih izkoriščanja sončnega sevanja: aktivnem (direktnem) in pasivnem.

O aktivnem ali direktnem izkoriščanju sončnega sevanja govorimo takrat, ko s pomočjo sončnih celic sončno sevanje direktno pretvorimo v energijo. Naprave, s katerimi to izvedemo, imenujemo sončni kolektorji ali sprejemniki sončne energije.

Sončni kolektorji pretvarjajo sončno energijo v toplotno in jo nato predajo nosilcu toplote (najpogosteje je to voda).

Pasivno sončno ogrevanje in hlajenje igra pomembno vlogo v današnjih zgradbah. Izkoriščanje sončne energije v zgradbi poteka običajno preko zidov, oken, tal in streh, z dodajanjem elementov in površin, s katerimi reguliramo ogrevanje, ki jih povzročajo sončni žarki. Osnovna pomanjkljivost tega sistema je predvsem to, da se ne morejo uporabljati že zgrajene stavbe, ker njihova konstrukcija, orientacija ali lega morebiti ne odgovarjajo za optimalno izrabo in doseganje optimalnih učinkov. Najbolj znano pasivno izkoriščanje sončnega sevanja so zimski vrtovi.

Pri visokotemperaturnih sistemih sončne energije generiramo toploto s temperaturo do 4000 °C, ki jo izkoriščamo za predelavo nekaterih kovin s pomočjo sončnih peči ali pridobivanje sončne energije v sončnih elektrarnah. Najpreprostejša je uporaba koncentriranega sončnega sevanja v tako imenovanih sončnih pečeh. Takšne peči se lahko uporabljajo le ob sončnih dnevih in na prostem.

3.4.2 Deli sončne elektrarne

Sestavni deli sončne elektrarne (SE) so: fotonapetostni moduli, razsmerniki, priključno merilno mesto in kontrolna enota za zajem in shranjevanje podatkov.

Eden glavnih in najdražjih sestavnih delov so fotonapetostni moduli, kateri s pomočjo fotoefekta pretvarjajo sončno energijo v električno.

3.4.3 Vrste sončnih elektrarn

Prvi fotovoltaični sistemi so z elektriko oskrbovali satelite in kasneje orbitalne postaje v vesolju. Fotovoltaični (PV) sistemi se v grobem delijo v samostojne (otočne) in omrežne sisteme. Samostojne fotovoltaične sisteme uporabljamo tam, kjer nimamo dostopa do distribucijskega omrežja, naprimer planinskih kočah. Najpreprostejši primeri uporabe sončnih celic so napajanje žepnih kalkulatorjev, parkirnih ur in podobnih naprav.

Omrežni fotovoltaični sistemi se priključujejo neposredno na električno omrežje, kamor se oddaja vso proizvedena električna energija.

3.4.4 Prednosti in slabosti izkoriščanja sončne energije

Prednosti izkoriščanja sončne energije:

- sončna energija je zastonj,
- proizvodnja električne energije iz fotovoltaičnih sistemov je okolju prijazna,
- izkoriščanje sončne energije ne onesnažuje okolja,
- proizvodnja in poraba sta na istem mestu oziroma v distribucijskem omrežju,
- fotovoltaika omogoča oskrbo z električno energijo oddaljenih področij in oddaljenih naprav, sončne celice lahko nadomestijo baterije (kalkulatorji, ure, vrtno svetilke in podobno).

Slabosti izkoriščanja sončne energije:

- sončne energije ne moremo izkoriščati ponoči,
- različne možnosti pri izkoriščanju sončne energije zaradi različnega sončnega obsevanja posameznih lokacij,
- cena električne energije pridobljene iz sončne energije, je veliko višja od tiste proizvedene iz tradicionalnih virov.

4 STRATEGIJA DO OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

Globalizacija, deregulacija in razvoj novih tehnologij prinašajo vrsto sprememb na svetovnih energetskih trgih. Z nadaljnjim odpiranjem tako trga z električno energijo kot tudi ostalih trgov se na energetskih trgih uvajajo nove storitve in segmenti trga, ki jim je potrebno slediti in jih ustrezno vključevati tudi v ponudbo.

4.1 Pravna podlaga

Na področju obnovljivih virov energije je bilo v okviru EU sprejetih nekaj strateških dokumentov in razne direktive, smernice ter priporočila. Večina aktov je bila sprejetih v osemdesetih in devetdesetih letih prejšnjega stoletja z namenom povečati vlogo in prispevek OVE na področju zagotavljanja oskrbe z energijo.

4.1.1 Glavni strateški dokumenti EU

Evropska komisija je sprejela glavne strateške dokumente:

- **Zelena knjiga** "Energija prihodnosti – Obnovljivi viri energije", (For an European Union Energy Policy) (COM(96)576) – Za energetska politika EU;
- **Bela knjiga** "Za strategijo in akcijski načrt Skupnosti – Energije za prihodnost", (An Energy Policy for the European Policy), (COM(97)599) – Energetska politika za EU;
- **Direktiva EU o promociji proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije** (Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market) – Namen direktive je vzpostaviti skupne pogoje za promocijo in povečevanje deleža proizvodnje električne energije iz OVE na notranjem trgu električne energije. Direktiva zahteva od držav članic, da izvedejo potrebne korake za doseglo zastavljenih ciljev.
- **Energetska listina** (Energy Charter) – Eden od ciljev te listine je zmanjševanje okoljskih vplivov celotnega cikla pridobivanja energije. Podpisnice te listine, med katerimi je tudi Slovenija, se zavezujejo, da bodo upoštevale okoljske zahteve, stroške in koristi pri oblikovanju in izvajanju

svojih energetske politik ter da bodo dale poseben poudarek razvoju, rabi in promociji OVE (Nacionalni energetski program – Modra knjiga, 2002).

4.1.2 Zelena knjiga

Zelena knjiga "Energija prihodnosti – Obnovljivi viri energije" (COM(96)576):

Opisuje stanje, prednosti povečane uporabe obnovljivih virov in osnovni elementi politične strategije, ki naj se uporabijo na ravni unije in držav članic. Razvoj obnovljivih virov energije naj gre z roko v roki z varovanjem okolja in zmanjšanjem emisij CO₂ iz energetskega sektorja. Pričakuje se povečana poraba energije v številnih državah tretjega sveta, še posebej v Aziji in Afriki, kar ponuja ogromne poslovne možnosti za industrijo iz EU in priporoča močnejše povezave med državami članicami. Ker je pri rabi obnovljivih virov (visoka) cena pogosto največja ovira, se ta problem obravnava posebej. Glede na to, da sedanje cene fosilnih in jedrskih ne pokrivajo vseh dejanskih stroškov, ki jih povzroča uporaba neobnovljivih virov energije, se knjiga zavzema za internalizacijo eksternih stroškov, to je za vključevanje stroškov posrednih in neposrednih okoljskih in socialnih izgub oz. škod v tržne cene energentov in energije. Kot pomembno oviro zelena knjiga nadalje obravnava tudi tradicionalne nezaupanje do novih tehnologij s strani investorjev, uporabnikov in vlad, kar je posledica nizke ravni znanja in informiranosti le-teh.

V Zeleni knjigi "Energija prihodnosti – Obnovljivi viri energije predlagajo štiri jasne *elemente strateške politike*:

- do leta 2010 povečati delež OVE v primarni energiji na 12 %,
- okrepiti sodelovanje med članicami na področju OVE,
- povečanje vpliva razvojne politike predvsem s stališča koncepta internalizacije eksternih stroškov ter koordinacije z drugimi sektorji,
- poudarjeno ocenjevanje in kontrola razvoja uvajanja OVE (Klinar, 1999).

4.1.3 Bela knjiga

Bela knjiga "Za strategijo in akcijski načrt Skupnosti – Energije za prihodnost: Obnovljivi viri energije" (COM(97)599):

Evropski svet je na pragu 21. stoletja sprejel pomembne ugotovitve: obnovljivi viri lahko prispevajo k zmanjšanju energetske odvisnosti od uvoza, pozitivne učinke lahko pričakujemo pri zmanjšanju emisij CO₂ in ustvarjanju novih delovnih mest.

Trije scenariji predvidevajo delež obnovljivih virov energije do 2010 med 9,9 % in 12,5 % in ugotavljajo, da je tehnični potencial veliko večji. Evropski parlament je v svoji resoluciji o Zeleni knjigi predlagal ciljno vrednost 15 % do 2010. Pospeševanje širše uporabe OVE je povzeto v skupini, na katere naj se osredotočijo članice.

Opozorilo vsem, ki so odgovorni za izvajanje energetske politike in njenega vpliva na gospodarstvo pri nas, je spisek ciljev, ki jih predlagajo v strategiji in akcijskem planu EU.

Cilji Bele knjige "Za strategijo in akcijski načrt Skupnosti – Energije za prihodnost: Obnovljivi viri energije" so:

- povečana uporaba razpoložljivih možnosti,
- zniževanje emisij CO₂,
- zmanjšanje energetske odvisnosti,
- razvoj nacionalnih industrij,
- ustvarjanje delovnih mest.

Glavna značilnost akcijskega načrta je zagotovitev pravičnih tržnih možnosti za OVE brez pretiranih finančnih obremenitev.

Za to je sestavljena *prioritetna lista ukrepov*:

- nediskriminatorni dostop na trge elektrike,
- davčni in finančni ukrepi
- nove iniciative v zvezi z uporabo bio-energije za transport, toploto in elektriko in posebej specifični ukrepi za povečanje tržnega deleža biogoriv, promocija bioplina in razvoj trga za trdno biomaso,
- promocija uporabe OVE (kot je sončna energija) v gradbeni industriji, tako za prenovo kot tudi za nove stavbe (Klinar, 1999).

4.1.4 Obveznosti za spodbujanje razvoja rabe OVE

S podpisom strateških načrtov in Energetske listine (Energy Charter) so se države članice zavezale k spodbujanju razvoja rabe OVE.

Cilj spodbujanja razvoja rabe OVE dosega na sledeče načine:

- davčne spodbude,
- direktne podpore,
- financiranje z nizko obrestno mero,
- pomoč razvoju malih in srednjih podjetij, ki so aktivna na področju OVE,
- nizke davčne stopnje za elektriko, pridobljeno iz OVE,
- posojila z nizko obrestno mero z državno garancijo.

4.2 Problem okolja: emisije CO₂

Pri vsakem zgorevanju organske snovi, ki vsebuje ogljik, nastaja ogljikov dioksid, ki je toplogredni plin. Decembra leta 1997 so se v Kyotu na Japonskem industrijske države obvezale, da bodo do leta 2012 zmanjšale izpuste CO₂. Vendar se bodo izpusti v drugih državah (npr. Kitajska) v tem času povečali, tako da ta dogovor ne pomeni dokončne rešitve. Slovenija naj bi do leta 2012 zmanjšala izpuste CO₂ za 12 %. Grozeča ekološka katastrofa, zmanjševanje zalog fosilnih goriv in povečevanje porabe energentov narekujejo iskanje alternativnih virov energije.

EU si s svojo aktivnostjo prizadeva za vodilno vlogo v svetovni politiki zmanjševanja emisij toplogrednih plinov. To je bilo razvidno tudi na pogajanjih v Kyotu, kjer je bil izhodiščni predlog EU 15-odstotno zmanjševanje emisij ogljikovega dioksida.

Kyotski protokol je bil v Sloveniji sprejet z Zakonom o ratifikaciji Kyotskega protokola k okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja (Uradni list RS, št. 17/2002).

Protokol zavezuje države pogodbenice k vrsti aktivnosti, katerih cilj je količinsko omejevanje in zmanjševanje emisij toplogrednih plinov. V okviru teh aktivnosti je med drugimi predvideno tudi povečanje energetske učinkovitosti na ustreznih področjih gospodarstva v državi, raziskovanje, spodbujanje, razvoj in povečana uporaba novih in obnovljivih virov energije. Države pogodbenice so se zavezale, da bodo do leta 2005 vidno napredovale pri izpolnjevanju svojih obveznosti po tem protokolu.

Konkretna obveznost Republike Slovenije so zmanjševanje emisij vseh toplogrednih plinov za 8 % v prvem ciljnem pet letnem obdobju (od 2008 do 2012) glede na leto 1986, ki je bilo zaradi največjih emisij CO₂ izbrano za izhodiščno leto.

Pri ugotavljanju izpolnjevanja obveznosti se upoštevajo tudi povečanje oziroma zmanjševanje emisij iz naslova prožnih mehanizmov Kyotskega protokola (trgovanja z emisijami, skupna izvajanja ter mehanizem čistega razvoja) in povečanja ponorov emisij CO₂ (Nacionalni energetska program, 2003). Slovenska vlada je 17. oktobra 2002 sprejela uredbo o taksi za obremenjevanje zraka z emisijami CO₂, ki pa je postala aktualna takrat, ko jo je bilo treba začeti uresničevati.

4.2.1 Dovolilnice za emisije CO₂

Direktiva 2003/87/EC, sprejeta v oktobru 2003, zahteva od Slovenije kot članice EU, da s 01.01.2005 uvede sistem trgovanja z dovolilnicami za emisije CO₂ za štiri gospodarske panoge, med katerimi je tudi energetika.

V prvi fazi implementacije direktive, ki se bo zaključila leta 2007, morajo države sprejeti program zmanjševanja emisij CO₂, ki zahteva tristopenjski odločitveni proces. Slovenija je že sprejela Državni načrt razdelitve emisijskih kuponov za obdobje od 2005 do 2007, ki velja tudi za proizvajalce električne energije. Evidence emisij toplogrednih plinov temeljijo na statističnih podatkih o količini, kakovosti in sestavi goriv.

4.3 Izkoriščanje obnovljivih virov energije

Obnovljivi viri lahko pokrijejo le manjši del energetskih potreb.

V tabeli 4.1 je prikazana proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov s tehničnimi potenciali in specifičnimi stroški proizvodnje v letu 2003.

Izkoriščanje obnovljivih virov energije ima vrsto makroekonomskih vplivov: varčevanje fosilnih virov, zmanjševanje emisij v okolje, zmanjševanje uvozne odvisnosti, nova delovna mesta ...

Tabela 4.1 Svetovna proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov, tehnični potenciali in specifični stroški proizvodnje v letu 2003

Vir	Proizvodnja v letu 2003 (TWh)	Tehnični potencial proizvodnje (TWh)	Specifični strošek v letu 2003 (€/kWh)
Hydroenergija	2.631	14.000	0,02 – 0,08
Bioenergija	175	77.000	0,05 – 0,06
Vetrna energija	75	178.000	0,04 – 0,12
Geotermalna energija	50	1.400.000	0,02 – 0,10
Morska energija	0,8	32.000	0,08 – 0,15
Sončna energija	3,0	440.000	0,12 – 0,65
Skupaj OVE za proizvod. Električne energije	2.969		
Svetovna poraba električne energije v letu 2003	Ca. 16.700		

Vir: A vision for Photovoltaic Technology, 2003, EU Research, 2005

4.4 Energetski zakon

Energetski zakon opredeljuje pojem obnovljivih virov energije kot vire energije, ki se v naravi ohranjajo in v celoti ali pretežno obnovljajo, posebej pa energija vodotokov, vetra, neakumulirana sončna energija, biomasa, bioplin in geotermalna energija. Strokovnjaki ocenjujejo, da je delež obnovljivih virov v svetovni energetski oskrbi danes okoli 20 %.

4.4.1 Sestava energetskih virov za proizvodnjo električne energije

Tabela 4.2 kaže na primeru gorenjske regije sestavo energetskih virov za proizvodnjo električne energije, kjer konvencionalni viri dosegajo 82,3 % delež, obnovljivi viri energije pa 17,7 %.

Na podlagi podatkov je izračunana možna proizvodnja domačih proizvajalcev električne energije. Zmanjšanje proizvodnje termo proizvajalcev ni mogoče nadomestiti z energijo iz hidroelektrarn in jedrske elektrarne, saj le te že sedaj delujejo z maksimalno zmogljivostjo. To pomeni, da je zmanjševanje proizvodnje iz

termoelektrarn mogoče nadomestiti samo z uvozom električne energije ali z novimi proizvodnimi zmogljivostmi.

Tabela 4.2 Sestava energetskih virov za proizvodnjo električne energije ELGO, 2005

Konvencionalni viri energije – 82,3 %			Obnovljivi viri energije – 17,7 %	
Premog in lignit	Jedrsko gorivo	Ostali konvencionalni viri: zemeljski plin, naftni derivati ...	Vodna energija	Ostali obnovljivi viri energije: veter, sončna energija ...
50,6 %	31,4 %	0,9 %	16,7 %	0,4 %

Vir: ELGO, lastni izračuni.

5 RAZISKAVA VPLIVNIH DEJAVNIKOV HIDROPROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

V raziskavi vplivnih dejavnikov hidroprodukcije električne energije smo uporabili dva pristopa: strojno učenje gradnje odločitvenih dreves in regresijsko analizo. *Cilj raziskave* je bil identificirati najbolj vplivne dejavnike in raziskati njihov vpliv na proizvodnjo električne energije iz hidroelektrarn. Pri tem smo izhajali iz podatkov tehničnih in naravnih karakteristik, ki smo jih pridobili od podjetja GEK in Agencije RS za okolje (ARSO).

5.1 Analiza tabelarnih podatkov

Z analizo tabelarnih podatkov smo prikazali postopke in korake za ugotovitev zanimivih dejstev med lastnostmi in dejavniki pri proizvodnji ekološko najčistejše "zelene" elektrike v obnovljivih virih GEK za leto 2005. Pridobljene podatke smo ustrezno pripravili v obliko primerno za programsko obdelavo za analizo tabelarnih podatkov z metodami strojnega učenja odločitvenih dreves (Lavrač, 2007). Dobljene rešitve predstavljajo model za pojasnitev ključnih dejavnikov.

5.1.1 Opis problema in metodologija

Cilj analize je izdelati model za napovedovanje obsega letne proizvodnje električne energije iz malih in srednjih hidroelektrarn, na podlagi dolgoročnega opazovanja metroloških, tehnoloških, proizvodnih in organizacijskih podatkov.

Proizvedeno električno energijo odvisna družba GEK prodaja obvladujoči družbi ELGO. V letu 2005 je ta prodaja predstavljala 4,6 % celotne prodaje električne energije na Gorenjskem. Obseg proizvodnje niha, na kar vplivajo različni dejavniki.

Ker večino proizvodnje predstavljajo hidroelektrarne, ki ključno vplivajo na količinski obseg proizvodnje in poslovanje družbe, smo ob podatkih, s katerimi razpolaga podjetje, za pripravo raziskave zaprosili ARSO za povprečne mesečne podatke iz njihovih opazovalnih postaj o pretoku voda, padavinah in temperaturah.

Metodologijo smo zastavili v smislu zajema celote vseh procesov odkrivanja znanja iz podatkov. Postopke smo grupirali na tri osnovne sklope: zbiranje in priprava

podatkov, uporaba algoritmov za analizo podatkov in iskanje vzorcev, interpretacija pravih in rešitev.

5.1.2 Podatki

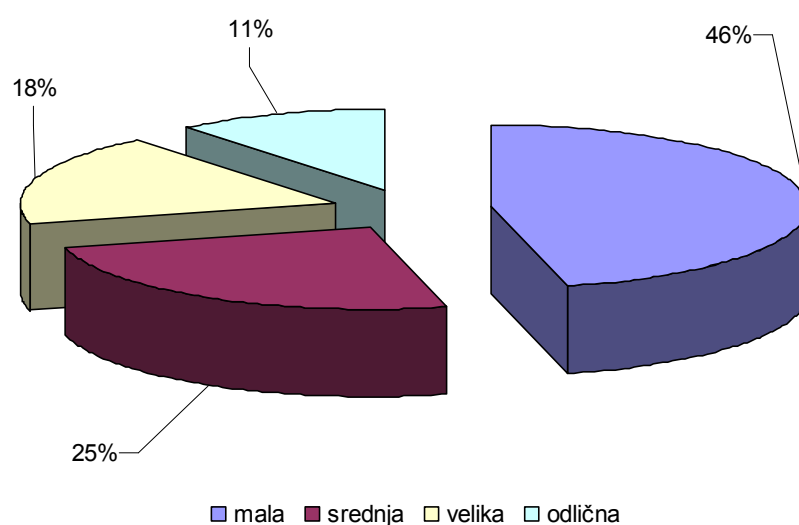
Elektrarne smo opisali s tabelarnimi podatki s po 20 opisanimi značilnostmi. Kot nebitvene oziroma podvojene smo izločili 3 elemente: mesec, vodotok in občina. Mesec je posredno zajet v sezoni, vodotok je zajet v širšem pojmu porečja, občina pa je zajeta v lokaciji. V analizo je bilo torej vključenih naslednjih 17 elementov:

1. *Sezona*: VS (Višja sezona: januar, februar, december), SS (Srednja sezona: marec, april, oktober, november), NS (Nižja sezona: maj, junij, julij, avgust, september)
2. *Elektrarna*: HE Cerklje, HE Kranjska Gora, HE Rudno, HE Pristava, HE Kokra, HE Škofja Loka, HE Sava, HE Savica, HE Soteska, HE Davča, HE Jelendol, HE Sorica, HE Mojstrana, HE Lomščica, SE Radovljica, SE Labore, SE FERİ
3. *Porečje*: Kokra, Sava Dolinka, Sora, Tržiška Bistrica, Kokra, Sava, Sava Bohinjka
4. *Lastnik*: GEK (Gorenjske elektrarne Kranj), ELGO (Elektro Gorenjska), FERİ (Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Maribor)
5. *Energija*: hidro, sončna
6. *Generator*: 1, 2, 4, panel
7. *Tip generatorja*: S (sinhronski), AS (asinhronski), SA (sinhronski in asinhronski), NE (ni generatorja npr. pri sončnih elektrarnah, ampak je panel)
8. *Moč*: >100 (do 100 kW), 100-600 (100-600 kW), 600-1200 (600 do 1200 kW), 1200-2000 (1200 do 2000 kW), <2000 (nad 2000 kW).
9. *Avtomatiziranost*: avtomatizirana, posadka, daljinsko upravljana
10. *Rekonstrukcija*: stara, obnovljena, za rekonstrukcijo, novejša, nova
11. *Starost*: >100, 10-20, 20-40, 40-60, <60
12. *Segment (velikost)*: mikro, majhna, srednja, večja, nad 1 MW
13. *Poslovna pomembnost*: nepomembna, pomembna, srednje pomembna, zelo pomembna, strateška
14. *Padavine*: <100 (do 100 mm), 100-200 (100-200 mm), >200 (nad 200 mm)
15. *Temperatura*: <0 (do 0 °C), 0-10 (0 do 10 °C), 10-20 (10-20 °C), >20 (nad 20 °C)

16. Hidrologija – Srednji pretok Q_{sr} : <10 (manj kot 10 m³/s), 10-20 (10-20 m³/s), 20-30 (20-30 m³/s), >30 (nad 30 m³/s), NE (ni hidrologije pri sončni elektrarni)

17. *Proizvodnja*: mala (do 50 MWh proizvodnje), srednja (od 50 do 160 MWh proizvodnje), velika (od 160 do 600 MWh proizvodnje), odlična (nad 600 MWh proizvodnje).

Ciljna spremenljivka je proizvodnja. Vrednosti (razredu) mala pripada 94 primerov, vrednosti srednja 51 primerov, vrednosti velika 37 primerov in vrednosti odlična 22 primerov (slika 5.1).



Slika 5.1 Distribucija ciljne spremenljivke

Vse dobljene podatke smo združili v tabelo, nakar smo ugotovili, da so podatki sončne elektrarne FER1 relativno nepopolni in smo jih posledično odstranili. Tako smo opravili *fazo procesiranja podatkov*. Sledil je postopek predobdelave.

Naslednji korak pri procesu odkrivanja znanja iz podatkov je *transformacija*. S tem postopkom pripravimo podatke v obliko, ki je razumljiva programu za analizo Weka.

5.1.3 Metoda

Uporabili smo *orodje Weka v. 3.4.10* (Witten, 2005), ki je namenjeno za potrebe analize obdelave podatkov. Uporabili smo sledeče metode: naivni Bayesov klasifikator in metode gradnje odločitvenih dreves J48 in ID3.

Za ugotavljanje povezav med obsegom proizvodnje električne energije, naravnimi in tehnološkimi dejavniki, nas zanimajo odločitvena drevesa in klasifikacijska pravila. Primerna so za tovrstni način reševanja z ustrezno vizualno predstavo. Kakovost dobljenih modelov smo preverjali s prečnim preverjanjem.

5.1.4 Rezultati

S programom Weka smo zgradili štiri klasifikacije primerov (tabela 5.1): naivni Bayesov klasifikator, porezano in neporezano odločitveno drevo J48 ter odločitveno drevo ID3.

Rezultati testiranja z naivnim Bayesovim klasifikatorjem kažejo, da smo z njim dosegli 82,8 % klasifikacijsko točnost. V primerjavi z drugimi klasifikatorji ima posebnost, da vanj ne moremo pogledati (črna škatla), zato je manj primeren za razlago povezav med dejavniki.

Weka nam prikaže po konceptu računanja informativnih atributov, kako so le-ti rangirani v odločitvenem drevesu. V ta namen smo uporabili metodo za gradnjo odločitvenega drevesa J48, katerega smo razvili v globino do konca. Rezultati neporezanega odločitvenega drevesa J48 kažejo, da je to najboljši model, s katerim smo dosegli 83,8 % klasifikacijsko točnost.

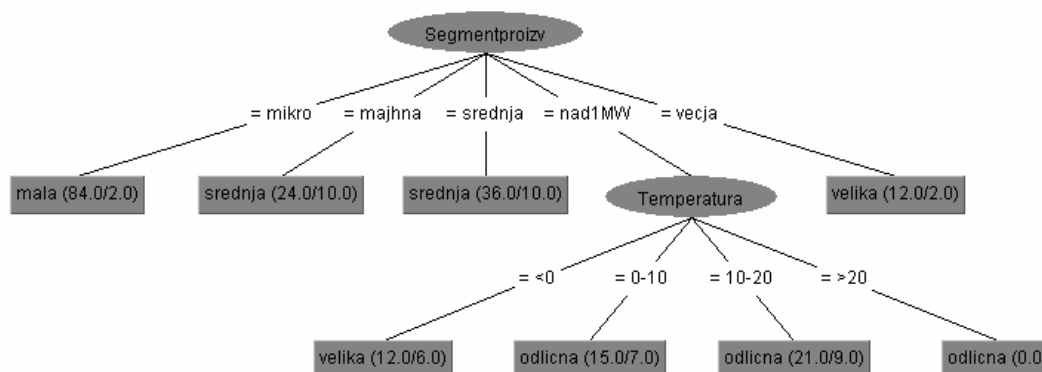
V drugem primeru smo ga porezali in predstavili le ključne razrede. Dobljene rezultate smo primerjali s prejšnjimi. Klasifikacijska točnost je 74,5 %.

Odločitveno drevo ID3 ima klasifikacijsko točnost 79,9 %.

Tabela 5.1 Klasifikacije primerov

<p>Naivni Bayesov klasifikator</p> <p>Correctly Classified Instances 169 82,8431%</p> <p>Incorrectly Classified Instances 35 17,1569%</p> <p>Prikaz klasifikacije primerov</p> <table> <thead> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th><-- classified as</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>82</td> <td>11</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>a = mala</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>42</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>b = srednja</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>9</td> <td>25</td> <td>3</td> <td>c = velika</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>d = odlicna</td> </tr> </tbody> </table>	a	b	c	d	<-- classified as	82	11	1	0	a = mala	0	42	8	1	b = srednja	0	9	25	3	c = velika	0	0	2	20	d = odlicna	<p>ID3 drevo</p> <p>Correctly Classified Instances 163 79,9020%</p> <p>Incorrectly Classified Instances 33 16,1765%</p> <p>Prikaz klasifikacije primerov</p> <table> <thead> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th><-- classified as</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>91</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>a = mala</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>32</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>b = srednja</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>12</td> <td>22</td> <td>2</td> <td>c = velika</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>18</td> <td>d = odlicna</td> </tr> </tbody> </table>	a	b	c	d	<-- classified as	91	3	0	0	a = mala	2	32	10	0	b = srednja	1	12	22	2	c = velika	0	0	3	18	d = odlicna
a	b	c	d	<-- classified as																																															
82	11	1	0	a = mala																																															
0	42	8	1	b = srednja																																															
0	9	25	3	c = velika																																															
0	0	2	20	d = odlicna																																															
a	b	c	d	<-- classified as																																															
91	3	0	0	a = mala																																															
2	32	10	0	b = srednja																																															
1	12	22	2	c = velika																																															
0	0	3	18	d = odlicna																																															
<p>J48 neporezano</p> <p>Correctly Classified Instances 171 83,8235%</p> <p>Incorrectly Classified Instances 33 16,1765%</p> <p>Prikaz klasifikacije primerov</p> <table> <thead> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th><-- classified as</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>89</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>a = mala</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>37</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>b = srednja</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>6</td> <td>27</td> <td>3</td> <td>c = velika</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>18</td> <td>d = odlicna</td> </tr> </tbody> </table>	a	b	c	d	<-- classified as	89	4	1	0	a = mala	5	37	9	0	b = srednja	1	6	27	3	c = velika	0	0	4	18	d = odlicna	<p>J48 porezano (15)</p> <p>Correctly Classified Instances 152 74,5098%</p> <p>Incorrectly Classified Instances 52 25,4902%</p> <p>Prikaz klasifikacije primerov</p> <table> <thead> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th><-- classified as</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>82</td> <td>11</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>a = mala</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>b = srednja</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>9</td> <td>11</td> <td>17</td> <td>c = velika</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>19</td> <td>d = odlicna</td> </tr> </tbody> </table>	a	b	c	d	<-- classified as	82	11	0	1	a = mala	2	40	4	5	b = srednja	0	9	11	17	c = velika	0	0	3	19	d = odlicna
a	b	c	d	<-- classified as																																															
89	4	1	0	a = mala																																															
5	37	9	0	b = srednja																																															
1	6	27	3	c = velika																																															
0	0	4	18	d = odlicna																																															
a	b	c	d	<-- classified as																																															
82	11	0	1	a = mala																																															
2	40	4	5	b = srednja																																															
0	9	11	17	c = velika																																															
0	0	3	19	d = odlicna																																															

Iz porezanega odločitvenega drevesa J48 razberemo, da je *segmentacija proizvodnje najinformativnejši atribut*, ker najbolj ločuje primere (slika 5.2).



Slika 5.2 Porezano odločitveno drevo J48 z najmanj 15 objekti v listu

Klasifikacijska pravila

"Model Elektrarne", ki je bil zgrajen z Weko na osnovi učne množice, uporabimo za testiranje. Z metodo ID3 izpišemo klasifikacijska pravila. V njih imamo interpretirane podatke in lastnosti po dejavnikih, ki vplivajo na obseg proizvodnje v elektrarnah (tabela 5.2).

Tabela 5.2 Odločitveno drevo ID3 s klasifikacijskimi pravili

<p>Elektrarna = HE_Cerklje: mala Elektrarna =</p> <p>HE_KranjskaGora Hidrologija = <10: mala Hidrologija = 10-20: srednja Hidrologija = 20-30: null Hidrologija = >30: null Hidrologija = NE: null</p> <p>Elektrarna = HE_Rudno Hidrologija = <10: mala Hidrologija = 10-20: srednja Hidrologija = 20-30: null Hidrologija = >30: null Hidrologija = NE: null</p> <p>Elektrarna = HE_Pristava Hidrologija = <10: null Hidrologija = 10-20 Sezona = VS: srednja Sezona = SS Padavine = <100: srednja Padavine = 100-200: srednja Padavine = >200: null Padavine = 31- 60mmpadavin: null Sezona = NS: srednja Hidrologija = 20-30: velika Hidrologija = >30: null Hidrologija = NE: null</p> <p>Elektrarna = HE_Kokra Hidrologija = <10: mala Hidrologija = 10-20 Padavine = <100 Sezona = VS: srednja Sezona = SS: srednja Sezona = NS: srednja Padavine = 100-200: srednja Padavine = >200: srednja Padavine = 31- 60mmpadavin: null Hidrologija = 20-30: null Hidrologija = >30: null Hidrologija = NE: null</p>	<p>Elektrarna = HE_SkLoka Hidrologija = <10: srednja Hidrologija = 10-20 Padavine = <100: srednja Padavine = 100-200 Sezona = VS: null Sezona = SS: srednja Sezona = NS: srednja Padavine = >200: null Padavine = 31- 60mmpadavin: null Hidrologija = 20-30: velika Hidrologija = >30: velika Hidrologija = NE: null</p> <p>Elektrarna = HE_Sava Hidrologija = <10: null Hidrologija = 10-20: velika Hidrologija = 20-30: odlicna Hidrologija = >30: odlicna Hidrologija = NE: null</p> <p>Elektrarna = HE_Savica Hidrologija = <10: null Hidrologija = 10-20: srednja Hidrologija = 20-30: velika Hidrologija = >30: odlicna Hidrologija = NE: null</p> <p>Elektrarna = HE_Soteska Hidrologija = <10 Sezona = VS: mala Sezona = SS: velika Sezona = NS: velika Hidrologija = 10-20 Padavine = <100: srednja Padavine = 100-200: velika Padavine = >200: srednja Padavine = 31- 60mmpadavin: null Hidrologija = 20-30 Padavine = <100: odlicna Padavine = 100-200: velika Padavine = >200: velika Padavine = 31- 60mmpadavin: null</p>	<p> Hidrologija = >30: null Hidrologija = NE: null</p> <p>Elektrarna = HE_Davca Padavine = <100 Sezona = VS: mala Sezona = SS: srednja Sezona = NS: mala Padavine = 100-200: srednja Padavine = >200: srednja Padavine = 31- 60mmpadavin: null</p> <p>Elektrarna = HE_Jelendol: mala</p> <p>Elektrarna = HE_Sorica: mala</p> <p>Elektrarna = HE_Mojstrana Padavine = <100 Sezona = VS: srednja Sezona = SS: srednja Sezona = NS: velika Padavine = 100-200: velika Padavine = >200: velika Padavine = 31- 60mmpadavin: null</p> <p>Elektrarna = HE_Lomscica Padavine = <100: srednja Padavine = 100-200 Sezona = VS: velika Sezona = SS: velika Sezona = NS: velika Padavine = >200: velika Padavine = 31- 60mmpadavin: srednja</p> <p>Elektrarna = SE_Radovljica: mala</p> <p>Elektrarna = SE_Labore: mala</p> <p>Elektrarna = SE_FERI: mala</p>
--	---	---

Včasih pa okoliščine zahtevajo drugačno interpretacijo lastnosti in podatkov. Algoritem za gradnjo odločitvenega drevesa ID3 omogoča izpis klasifikacijskih pravil. Z njim lahko testiramo testne podatke na modelu, ki ga Weka predhodno zgradi na osnovi učne množice.

Klasifikacijska pravila nam kažejo tipične dejavnike in povezane dejavnike pri proizvodnji malih in srednjih hidroelektrarn. Z rudarjenjem podatkov primerov

elektrarn GEK smo odkrili štiri tipične skupine hidroelektrarn z značilnimi in povezanimi dejavniki iz klasifikacijskih pravil:

- *hidrologija*: HE Sava, HE Savica, HE Kranjska gora in HE Rudno,
- *hidrologija* → *sezona* → *padavine*: HE Pristava, HE Kokra in HE Soteska, HE Škofja Loka,
- *padavine* → *sezona*: HE Davča, HE Mojstrana in HE Lomščica,
- *segment (velikost) proizvodnje*: HE Cerklje, HE Jelendol in HE Sorica.

Interpretacije klasifikacijskih pravil značilnih primerov hidroelektrarn

HE Cerklje: mala proizvodnja.

HE Kranjska Gora:

- če je hidrologija do $10 \text{ m}^3/\text{s}$, je proizvodnja mala,
- če je hidrologija med 10 in $20 \text{ m}^3/\text{s}$, je proizvodnja srednja. Ostale hidrologije ni.

HE Kokra:

- če je hidrologija do $10 \text{ m}^3/\text{s}$ je proizvodnja mala,
- če je hidrologija od 10 do $20 \text{ m}^3/\text{s}$ in so padavine do 100 mm in je sezona VS: je proizvodnja srednja,
- če je hidrologija od 10 do $20 \text{ m}^3/\text{s}$ in so padavine do 100 mm in je sezona SS: je proizvodnja srednja,
- če je hidrologija od 10 do $20 \text{ m}^3/\text{s}$ in so padavine do 100 mm in je sezona NS: je proizvodnja srednja,
- če je hidrologija od 10 do $20 \text{ m}^3/\text{s}$ in so padavine od $100 - 200 \text{ mm}$: je proizvodnja srednja,
- če je hidrologija od 10 do $20 \text{ m}^3/\text{s}$ in so padavine nad 200 mm : je proizvodnja srednja.

HE Davča:

- če so padavine do 100 mm in je sezona VS: je proizvodnja mala,
- če so padavine do 100 mm in je sezona SS: je proizvodnja srednja,
- če so padavine do 100 mm in je sezona NS: je proizvodnja mala,
- če so padavine od 100 do 200 mm : je proizvodnja srednja,

- če so padavine nad 200 mm: je proizvodnja srednja.

5.1.5 Ugotovitve

Program Weka na podlagi tabelaričnih podatkov zgradi modele, ki omogočajo napovedovanje in klasificiranje novih primerov. Zgrajeni modeli nam razkrivajo zanimive ugotovitve. Z mesečnimi podatki vseh osemnajstih elektrarn smo izdelali model za napovedovanje obsega letne proizvodnje električne energije z upoštevanjem 17 vrst dejavnikov. Ključni dejavnik je segment proizvodnje: mikro, majhna, srednja, večja, nad 1 MW velika elektrarna. Kot pomembni dejavniki se izkažejo hidrologija – pretoki voda, padavine in sezona.

Rezultati kažejo na močne dejavnike, ki so uporabni za oceno zanesljivosti modela tudi za druga posamezna leta med štirimi skupine hidroelektrarn z značilnimi dejavniki in sicer: hidrologija za srednje hidroelektrarne, hidrologija – sezona – padavine za hidroelektrarne v porečjih Tržiške Bistrice, Kokre, Save Bohinjke in Sore, padavine – sezona za gorske hidroelektrarne in segment (velikost) proizvodnje za majhne hidroelektrarne.

5.2 Regresijska analiza

Skozi raziskavo in analizo tabelaričnih podatkov smo prišli do zaključka, da v nadaljevanju izvorne vrednosti atributov: proizvodnja elektrarn (MWh), hidrologija s srednji pretoki voda Q_{sr} (m^3/s), padavine (mm) in temperature zrak ($^{\circ}C$), uporabili za ugotavljanje korelacij z regresijo.

Z regresijsko analizo s pomočjo programa SPSS ocenimo dejavnike kot neodvisne spremenljivke v odnosu do odvisne spremenljivke proizvodnje elektrike.

5.2.1 HE Savica kot primer iz prakse

Znameniti slap Savica nad Bohinjskim jezerom in izvir Save Bohinjke zbirata vodo s padavinskega področja površine $18,1 km^2$. Voda priteče iz doline Sedmerih jezer in dela Komne po vrtačah in razpokah v globino in privre na dan z Velikim in Malim slapom. Vodotok Savica je izkoriščen kot energetsko zanimiv vodni potencial.

Hidroelektrarna Savica je po tipu pretočno-derivacijska, z neto višinskim padcem 219,8 m in srednjim letnim pretokom 0,56 m³/s. Instalirani pretok 4 x 0,75 m³/s uporabljajo štiri Peltonove turbine, ki poganjajo 2 sinhronski trifazni generatorja. Instalirana moč elektrarne je 3,31 MW.

5.2.2 Dinamika proizvodnje in tehnološke posodobitve

Časovna vrsta prikazuje dinamiko obravnavanega pojava gibanja proizvodnje električne energije v HE Savica. Zaradi nihanj v hidrologiji smo primerjavo za analizo proizvodnje električne energije v času od 1980-2006 prikazali s srednjo letno proizvodnjo petletnih obdobj. Srednja letna proizvodnja električne energije v HE Savica je bila v obdobju 1980-1985 14.215,2 MWh in v obdobju 1985-1990 porasla za 22,7 % na srednjo letno količino 17.435,6 MWh. Ta količinski obseg proizvodnje je bil podoben tudi v obdobju 1990-1995, z 0,84 % rastjo in srednjo letno proizvodnjo 17.582,5 MWh (tabela 5.3).

Tabela 5.3 Prikaz proizvodnje električne energije v letih 1980-2006

Obdobje	Srednja letna proizvodnja (MWh)	It – indeks s stalno osnovo	Vt – verižni indeks	Kt – koeficient dinamike	St – stopnja rasti
1980 – 1985	14.215,162	100	100	-	-
1985 – 1990	17.435,612	122,66	122,66	1,23	22,66
1990 – 1995	17.582,508	123,69	100,84	1,01	0,84
1995 – 2000	19.716,162	138,70	112,14	1,12	12,14
2000 – 2006	20.326,512	142,99	103,10	1,03	3,10

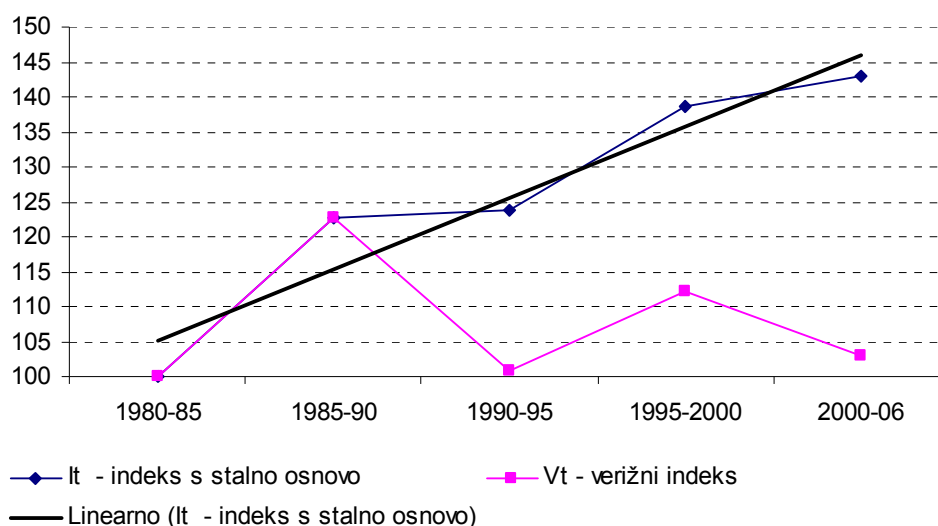
Vir: GEK, lastni izračuni.

Elektrarna je bila po več desetletjih obratovanja ob številnih tehničnih in organizacijskih spremembah potrebna posodobitve. Potekale so postopno od leta 1988 do leta 2001 z izgradnjo oljetlačne naprave za mazanje ležajev agregatov in hidravličnega turbinskega regulatorja za krmiljenje turbin, zamenjavo klasičnega vzbujalnega sistema s statičnim vzbujalnim sistemom napetostne regulacije na agregatih 1 in 2. Zamenjani so bili vsi štirje turbinski tekači, ki imajo boljšo hidravlično obliko. Zaradi prehoda na 20 kV napetostni nivo bohinjskega območja sta bila zamenjana oba energetska transformatorja z močjo 2 x 2,5 MVA, 20/6,3 kV.

Po obnovi gonilnikov in revitalizaciji upravljalnega sistema (lokalnim avtomatskim in daljinskim vodenjem HE) v letih 1988-2000 se je proizvodnja HE Savica povečala za 12,1 %. V letih 1991 do 1995 je bila namreč povprečna letna proizvodnja 17.582,5 MWh, po obnovi pa 19.716,2 MWh.

V letih 2000-2006 je bila srednja letna proizvodnja 20.326,5 MWh, kar pomeni 3,10 % povečanje v primerjavi z obdobjem 1995-2000, v primerjavi z obdobjem pred revitalizacijo 1991-1995 pa za 15,6 %. V obdobju 2001-2007 je bila izvedena zamenjava Peltonovih gonilnikov na agregatu 1 z boljšimi izkoristki in zamenjava statorskega navitja generatorja 1.

Zaradi velikonočnega potresa leta 1988 je bila izvedena gradbena sanacija jezovne pregrade in strojnice HE.



Slika 5.3 Prikaz proizvodnje električne energije po petletnih obdobjih 1980-2006

5.2.3 Samostojna oskrba z električno energijo

Hidroelektrarna Savica je leta 2007 predstavljala 42 % delež proizvodnje električne energije GEK ter zagotavljala 2,2 % delež letnih potreb po električni energiji v gorenjski regiji.

Po klasifikaciji glede na instalirano moč 3,310 MW spada elektrarna Savica med srednje hidroelektrarne, vendar pa ima pomembno vlogo pri elektroenergetski oskrbi zaradi zagotavljanja kvalitete in zanesljivosti dobave električne energije. Glede na

specifičnost lokacije lahko obratuje otočno in samostojno napaja odjemalce v Bohinju in okolici. Proizvodni objekt je do leta 1986, kar 18 % svojih obratovalnih ur namenil otočnemu obratovanju območja Bohinja.

Proizvodnja HE Savica glede na hidrologijo, v primerjavi s povprečno porabo gorenjskih gospodinjstev, oskrbuje z električno energijo od 4.000 do 5.500 gospodinjstev.

Leta 1980 je HE Savica s proizvodnjo 16.696,9 MWh in pri povprečni mesečni porabi gorenjskega gospodinjstva 295,9 kWh zagotavljala električno energijo v letnem povprečju za 4.702,3 gospodinjstva, leta 1985 se je povprečna poraba gorenjskih gospodinjstev povečala za 6 % na mesečno porabo 313,9 kWh, zato je pri proizvodnji 15.978 MWh zagotovila oskrbo za 4.241,8 gospodinjstev. Leta 1990 je s proizvodnjo 19.152,9 kWh in povprečno porabo gorenjskih gospodinjstev 305,9 kWh zagotavljala oskrbo za 5.217,6 gospodinjstev. Leta 1995 je bilo slabo hidrološko leto z letno proizvodnjo 15.829,6 MWh, povprečna mesečna poraba gorenjskih gospodinjstev pa se je povečala za 8,4 % na 331,5 kWh, tako da je bilo povprečno število oskrbovanih gospodinjstev 3.979,3. Z revitalizacijo HE Savica in ob ugodnih meteroloških pogojih je leta 2000 proizvodnja električne energije znašala 21.859,9 MWh, pri povprečni mesečni porabi gorenjskih gospodinjstev 323,0 kWh (znižanje za 2,8 %) pa je elektrarna zagotavljala povprečno oskrbo kar za 5.639,8 gospodinjstev. S proizvodnjo 18.014 MWh je leta 2005 HE Savica s povprečno mesečno porabo višjo za 11,1 % glede na leto 2000 oz. za 8,2 % glede na leto 1995 znašala 358,8 kWh in zagotovila oskrbo z elektriko za 4.183,9 gospodinjstev. Leta 2006 je s proizvodnjo 20.189,7 MWh in povprečno mesečno porabo gorenjskih gospodinjstev višjo za 2,5 % glede na predhodno leto na 367,9 kWh, HE Savica povprečno oskrbovala 4.689,2 gospodinjstev. Leta 2007 je s proizvodnjo 21.221,4 MWh in povprečno mesečno porabo gorenjskih gospodinjstev 355,8 kWh, HE Savica povprečno oskrbovala 4.970,4 gospodinjstev (tabela 5.4).

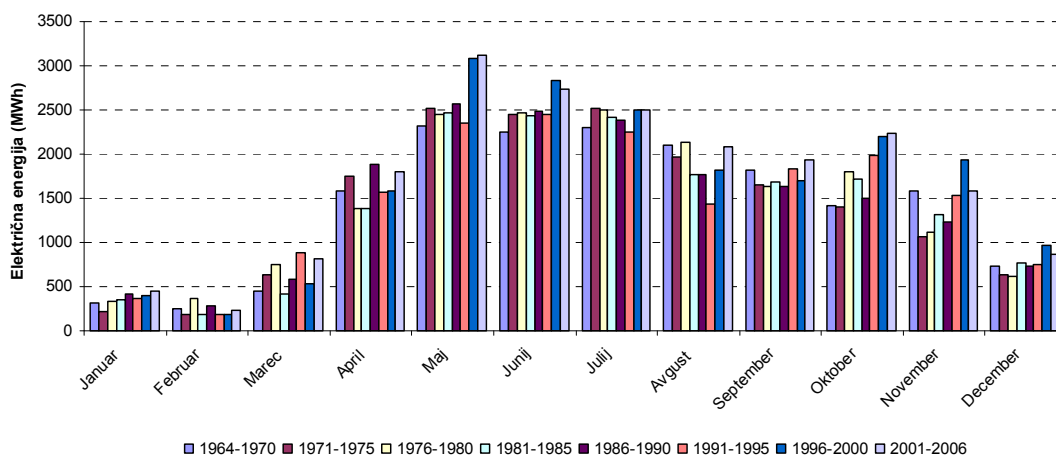
Tabela 5.4 Oskrba gospodinjstev z električno energijo iz HE Savica

Leto	Letna proizvodnja električne energije v HE Savica (MWh)	Povprečna poraba gospodinjstev na Gorenjskem (kWh/mesec)	Povprečno število oskrbovanih gospodinjstev (št./leto)
1980	16.696,893	295,9	4.702,3
1985	15.978,48	313,9	4.241,8
1990	19.152,930	305,9	5.217,6
1995	15.829,620	331,5	3.979,3
2000	21.859,920	323,0	5.639,8
2005	18.014,046	358,8	4.183,9
2006	20.189,733	367,9	4.689,2
2007	21.221.415	355,8	4.970,4

Vir: GEK, lastni izračuni.

5.2.4 Sezonskost proizvodnje

Za Hidroelektrarno Savica je značilna sezonskost proizvodnje. Hidrologija je v zimskih mesecih najnižja in se povečuje spomladi s taljenjem snega v sredogorju in največjo proizvodnjo doseže v maju in juniju. Proizvodnja je tudi preko poletnih mesecev zanesljiva in se nekoliko dvigne z jesenskim deževjem (slika 5.4).



Slika 5.4 Povprečna mesečna proizvodnja električne energije po obdobjih 1964-2006 (MWh)

5.2.5 Tehnični in naravni dejavniki za proizvodnjo

Proučevanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije ugotavljamo s pomočjo tehničnih in naravnih dejavnikov.

V analizi je uporabljena splošna potenčna specifikacija produkcijske funkcije:

$$y = \beta_0 x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} \quad (5.1)$$

Simboli: y – spremenljivka, ki meri obseg produkcije,
 β_0 – konstanten člen,
 x_1 – spremenljivka, ki meri obseg porabe produkcijskega faktorja 1,
 β_1 – koeficient elastičnosti produkcijskega faktorja 2,
 x_2 – spremenljivka, ki meri obseg porabe produkcijskega faktorja 2,
 β_2 – koeficient elastičnosti produkcijskega faktorja 2.

Splošno potenčno funkcijo lineariziramo s preračunom podatkov z naravnimi logaritmi – $\ln(x) = u$ vseh spremenljivk:

$$\ln(y) = \ln(\beta_0) + \beta_1 \ln(x_1) + \beta_2 \ln(x_2) \quad (5.2)$$

Proučevanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije smo ugotavljali s pomočjo tehničnih in naravnih dejavnikov.

Rezultat uporabe faktorjev pri proizvodnji električne energije smo opisali s produkcijsko funkcijo, kjer je odvisna spremenljivka proizvodnja električne energije v hidroelektrarni (Q), pojasnjevalne spremenljivke pa so instalirana moč (kW), pretok vode (m^3/s), padavine (mm). V modelu smo uporabili mesečne podatke proizvodnje električne energije po podatkih elektram GEK in meterološke podatke Agencije RS za okolje (ARSO).

$$Proizvod. = f(Pi, Qsr, mm) \quad (5.3)$$

Simboli: *Proizvod_savica* – mesečna proizvodnja električne energije HE Savica (MWh)
 Qsr – pretok vode, mesečni srednji pretok Qsr na vodotoku Savica, postaja ARSO Ukanc (m^3/s)
 mm – mesečna višina padavin, postaja ARSO Stara Fužina do leta 2002, Srednja vas v Bohinju 2002-2006 (mm)
 Pi – instalirana moč generatorjev na zaposlenega (kW/zaposl.)

5.2.6 Rezultati

Tehnični dejavniki

Ocenjena produkcijska funkcija (tabela 5.5) kaže, da povečanje instalirane moči generatorjev na zaposlenega za en odstotek, ob enakih ostalih dejavnikih, povečuje proizvodnjo električne energije na zaposlenega za 1,286 %.

Povečanje srednjega pretoka vode za en odstotek, ob enakih dejavnikih, povečuje proizvodnjo električne energije na zaposlenega za 0,245 %. Hkratno odstotno povečanje instalirane moči generatorjev na zaposlenega in srednjega pretoka vode pogojuje 1,588 % povečanje proizvodnje na zaposlenega.

Neznačilen je dejavnik višine padavin, ki ob povečanju za en odstotek, ob ostalih nespremenjenih dejavnikih, povečuje proizvodnjo na zaposlenega za 0,081 %.

Tabela 5.5 Producerska funkcija s pretokom vode, padavinami in instalirano močjo HE Savica, 1993-2006

	Konstan.	Pretok Qsr (m ³ /s)	Padav. (mm)	Moč Pi (kW)	AdjR ²	F
	ln(Const.)	ln_Qsr	ln_mm	ln_Pi_Lge		
1 Proizvod.	5,477 (2,646)	0,245 (2,436)		1,286 (3,579)	0,736	10,779
2 Proizvod.	4,461 (1,919)	0,186 (1,574)	0,081 (0,977)	1,402 (3,689)	0,734	7,439

ln – naravni logaritem, v oklepaju je t-statistika, F – vrednost F statistike, AdjR² – (popravljeni) multipli determinacijski koeficient, ki pomeni % pojasnjene variance. Vir: lastni izračuni.

Legenda:

Proizvod. – mesečna proizvodnja električne energije HE Savica na zaposlenega (MWh/zaposl.)

Qsr – mesečni srednji pretok Qsr na vodotoku Savica, postaja ARSO Ukanc (m³/s)

mm – letna višina padavin, postaja ARSO Stara Fužina do leta 2002, Srednja vas v Bohinju 2002-2006 (mm)

Pi_Lge – instalirana moč generatorjev na zaposlenega (kW/zaposl.)

Naravni dejavniki

Producersko funkcijo smo izračunali tudi z naravnimi dejavniki, kjer so pojasnjevalne spremenljivke: pretok vode (m³/s), padavine (mm) in temperatura (°C).

$$Q = f(Qsr, mm_{padavine}, temp_{stC}) \tag{5.4}$$

Simboli: Q – *proizv_savica* – mesečna proizvodnja električne energije HE Savica (MWh)

Qsr – pretok vode output, mesečni srednji pretok Qsr na vodotoku Savica, postaja ARSO Ukanc (m³/s)

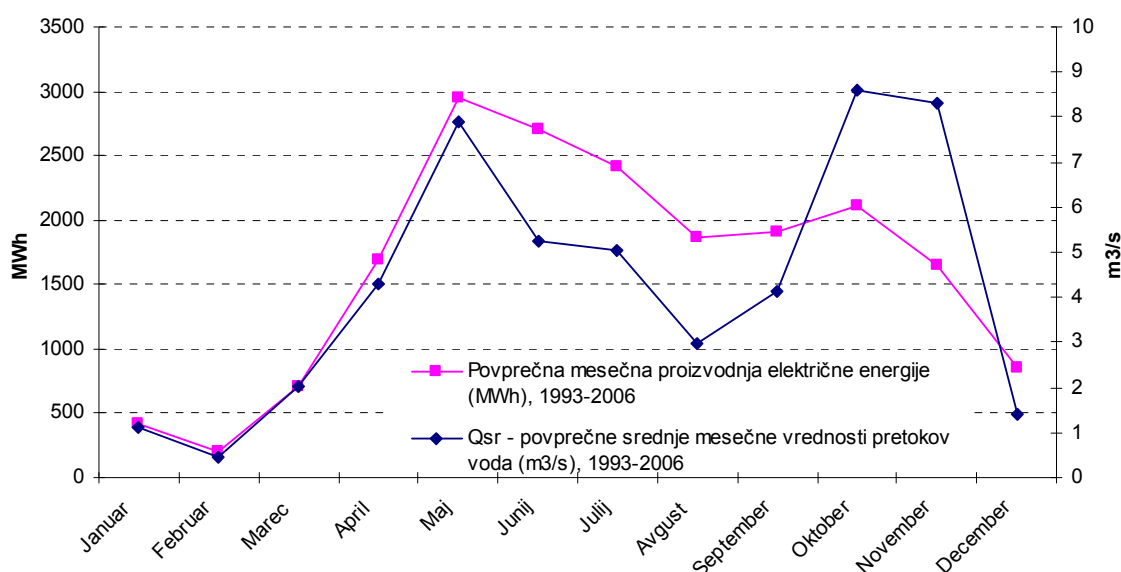
$temp_{stC}$ – povprečna mesečna temperatura, postaja ARSO Stara Fužina do leta 2002, Srednja vas v Bohinju 2002-2006 (°C)

$mm_{padavine}$ – mesečna višina padavin, postaja ARSO Stara Fužina do leta 2002, Srednja vas v Bohinju 2002-2006 (mm)

Tabela 5.6 Producerska funkcija s pretokom vode, padavinami in temperaturo HE Savica, 1993-2006

	Konstan.	Pretok Qsr (m ³ /s)	Temperat. (°C)	Padavine (mm)	AdjR ²	F
	ln(Const.)	ln Qsr	ln st C	ln mm		
1 Proizvod.	5,743 (14,735)		0,362 (5,037)	0,183 (2,314)	0,229	21,531
2 Proizvod.	6,554 (54,572)	0,642 (8,224)			0,415	67,640

ln – naravni logaritem, v oklepaju je t-statistika, F – vrednost F statistike, AdjR² – popravljeni multipli determinacijski koeficient, ki pomeni % pojasnjene variance. Vir: lastni izračuni.



Slika 5.5 Korelacija med proizvodnjo električne energije in pretokom vode, 2004-2005

Ocenjena producerska funkcija (tabela 5.6) kaže, da povečanje srednjega pretoka vode za en odstotek povečuje proizvodnjo električne energije za 0,642 %. Povečanje padavin za en odstotek povečuje proizvodnjo električne energije za 0,526 %. Hkratno odstotno povečanje višine padavin in temperature pogojuje 0,545 % povečanje proizvodnje. Ob višji temperaturi več padavin shlapi in se izgubi na površju zemlje. Korelacijo med proizvodnjo električne energije in pretokom vode prikazuje slika 5.5.

Intenziteta padavin

Intenziteta padavin je odvisna od temperature in vlažnostne stratifikacije ter od hitrosti dviganja zraka. Ker je nasičena gostota vodne pare v zraku odvisna od temperature, so ob toplem vremenu padavine lahko izdatnejše kot v hladnem (Rakovec, Vrhovec, 2000).

Snežna odeja

Snežna odeja je v zmernih geografskih širinah je snežna odeja sezonski pojav, le v visokogorju lahko snežna odeja obstane vse leto (Rakovec, Vrhovec, 2000).

Za nastanek snežne odeje so potrebne padavine v trdni obliki. Na spremembe na snežni odeji, na njeno sesedanje, preobrazbo snežnih kristalov in končno na taljenje, pa bistveno vplivajo veter, tekoče padavine, sončno sevanje in temperaturne razmere v zraku in v snežni odeji (Rakovec, Vrhovec, 2000).

Pomladna odjuga je ponavadi kombinacija odjuge brez nočnega zmrzovanja, deževne odjuge in odjuge zaradi toplega zraka. V pomladnih mesecih je sončno obsevanje dovolj močno, da čez dan odjuži debele plasti snega. Če so tudi nočne temperature zraka nad lediščem, če je zrak dovolj vlažen, snežna odeja tudi ponoči ne zmrzne in taljenje se iz dneva v dan stopnjuje. Če ob tem še toplo dežuje in ves čas piha topel veter, potem se snežna odeja na tleh pospešeno tali in izgineva. Snežnica pronica vse do tal, tam se vpija v prsti. Če pa so tla zmrznjena, potem snežnica pogosto teče po površini tal pod snegom, dokler se tla ne odtajajo (Rakovec, Vrhovec, 2000).

V model proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije – HE Savica, smo z dodatno razširitvijo vključili dejavnik debelina snežne odeje (m) po podatkih ARSO.

Tabela 5.7 Producerska funkcija s pretokom vode, padavinami, temperaturo in debelino snežne odeje HE Savica, 1993-2006

	Konstan.	Pretok Qsr (m ³ /s)	Temperat. (°C)	Padav. (mm)	Debel. sneg (m)	AdjR ²	F
	ln(Const.)	ln Qsr	ln st C	ln mm	ln mm		
1 Proizvod.	7,018 (16,467)		0,182 (0,729)		0,027 (0,152)	0,013	0,273
2 Proizvod.	6,427 (0,178)	0,654 5,228			0,109 (0,679)	0,346	15,551
3 Proizvod.	4,743 (0,588)	0,497 (3,881)		0,383 (2,982)	0,072 (0,480)	0,431	14,875

ln – naravni logaritem, v oklepaju je t-statistika, F – vrednost F statistike, AdjR² – (popravljeni) multipli determinacijski koeficient, ki pomeni % pojasnjene variance. Vir: lastni izračuni.

Ocenjena producerska funkcija (tabela 5.7) kaže, da povečanje snežne odeje za en odstotek povečuje proizvodnjo električne energije za 0,109 %. Ocenjena producerska funkcija kaže, da povečanje temperature za en odstotek ob enaki debelini snežne odeje, povečuje proizvodnjo električne energije za 0,209 %. Povečanje višine padavin za odstotek ob enakih drugih dejavnikih, povečuje proizvodnjo električne energije za 0,383 %. Hkratno odstotno povečanje višine padavin in pretoka vode za odstotek ob konstantni debelini snežne odeje pogojuje 0,88 % povečanje proizvodnje.

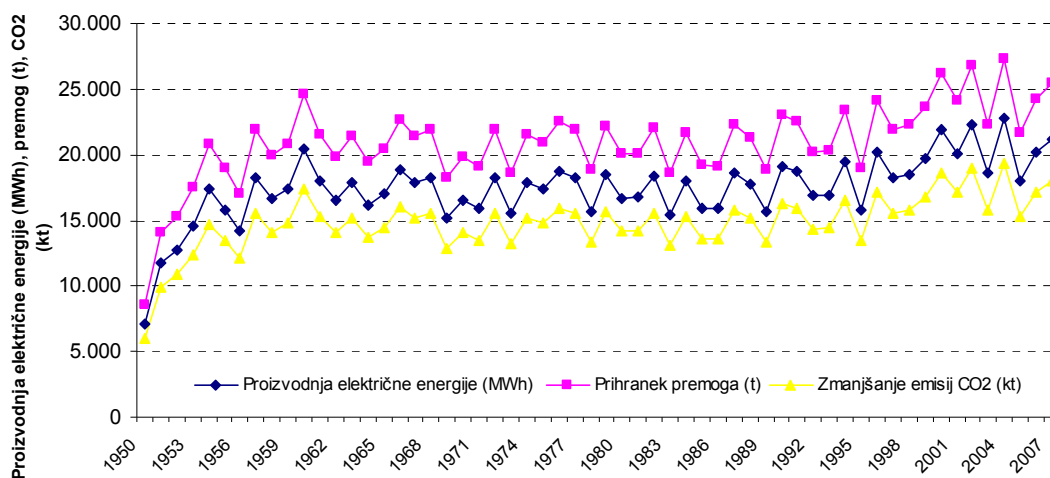
Ocenjena producerska funkcija kaže, da povečanje snežne odeje za en odstotek povečuje proizvodnjo električne energije za 0,109 %. Ocenjena producerska funkcija kaže, da povečanje temperature za en odstotek ob enaki debelini snežne odeje, povečuje proizvodnjo električne energije za 0,209 %. Povečanje višine padavin za odstotek ob enakih drugih dejavnikih, povečuje proizvodnjo električne energije za 0,383 %. Hkratno odstotno povečanje višine padavin in pretoka vode za odstotek ob konstantni debelini snežne odeje pogojuje 0,88 % povečanje proizvodnje.

5.3 Prihranki fosilnih goriv in emisij toplogrednih plinov

Hidroelektrarna Savica izkorišča vodni potencial in proizvaja ekološko najčistejšo električno energijo iz obnovljivega vira. Skupna proizvodnja električne energije v HE Savica od začetka leta 1950 do konca 2006 je bila 996.649.909 kWh. V nedeljo,

27. maja 2007 ob 18.52 uri je HE Savica proizvedla 1. TWh (1.000.000.000 kWh) električne energije, kar predstavlja:

- *prihranek 1,2 milijona ton premoga:* če proizvedeno električno energijo v HE Savica ovrednotimo s prihrankom goriva v termoelektrarnah in predpostavimo, da je povprečna poraba premoga za proizvodnjo 1 kWh električne energije približno 1,2 kg, potem predstavlja proizvodnja od leta 1950 do 2007 prihranek 1.200.000 ton premoga oziroma 60.000 vagonov po 20 ton, kar predstavlja vlakovno kompozicijo, dolgo 900 km, če so 20-tonski vagoni dolžine 12 m;
- *za 850.000 kiloton zmanjšanje emisij CO₂:* povprečna emisija CO₂ iz slovenskih termoelektrarn (2001) znaša 0,85 kg CO₂/kWh. Če jih nadomestimo z vodnimi elektrarnami, lahko izračunamo, da je HE Savica v času svojega obratovanja prispevala k zmanjšanju emisij CO₂ za 850 kiloton (kt) (slika 5.6).



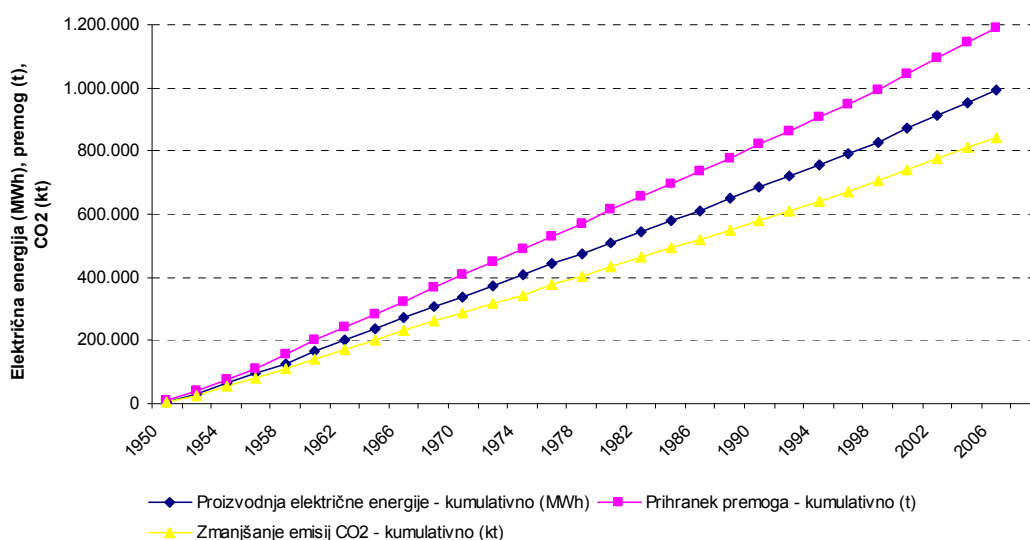
Slika 5.6 Proizvodnja električne energije v obnovljivih virih energije (MWh) s prikazom prihrankov premoga (t) in emisij CO₂ (kt)

Letni okoljski prispevek hidroelektrarne Savica pri letni proizvodnji 20 milijonov kWh, je prihranek 24.000 ton premoga, oziroma 1.200 vagonov po 20 ton, kar predstavlja 18 km dolgo vlakovno kompozicijo ter 17.000 kiloton zmanjšanja emisij CO₂ (tabela 5.8, slika 5.7).

Tabela 5.8 Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov s prikazom prihrankov premoga (t), emisij CO₂ (kt)

Leto	Proizvodnja električne energije (kWh)	Prihranek premoga (t)	Vlakovna kompozicija (km)	Zmanjšanje emisij CO ₂ 0,85 (kt)
1980	16.696.893	20.297	15,223	14.377
1985	15.978.048	23.332	17,499	16.527
1990	19.152.930	18.945	14,208	13.419
1995	15.829.620	24.119	18,089	17.084
2000	21.859.920	21.913	16,434	15.521
2005	18.014.046	22.147	16,610	15.688
2006	20.189.733	23.613	17,710	16.726
2007	21.221.415	25.466	19,099	18.038

Vir: GEK, lastni izračuni.



Slika 5.7 Kumulativna proizvodnja električne energije v obnovljivih virih energije (MWh) s prikazom prihrankov premoga (t) in emisij CO₂ (kt)

5.4 Okolje in energija

V zadnjem stoletju je bila načeta sestava naravnega ozračja, predvsem glede vsebnosti ogljikovega dioksida CO₂ in še nekaterih plinov. Posledice so se (statistično zanesljivo) pokazale, saj se je temperatura na Zemlji že nekoliko povečala. Posledice v naslednjih petdesetih ali sto letih niso povsem jasne; skoraj zagotovo pa se bodo za različne predele različne. Že scenariji glede emisij ogljikovega dioksida CO₂ in drugih tako imenovanih toplogrednih plinov, niso vsi

enaki. Različno močna povečanja količine teh plinov v bodoče bi vodila do različnih povečevanj temperature. Scenariji pa so si precej enotni glede regionalizacije sprememb (Rakovec, Vrhovec, 2000). Podnebne spremembe so pretežno posledica emisij toplogrednih plinov, ki nastajajo pri izgorevanju fosilnih goriv. Klimatologi opozarjajo, da je treba pri iskanju energetskih virov pozornost usmeriti na obnovljive vire energije: sonce, veter, lesno biomaso, geotermalno energijo in vodo. Prav voda je najpomembnejši obnovljivi vir energije in skoraj četrtina vse električne energije na svetu je proizvedene z izkoriščanjem energije vode, oziroma hidroenergije. V 90-ih letih 20. stoletja je bila energija iz hidroelektrarn najpomembnejši obnovljivi energetski vir in četrti najpomembnejši energetski vir človeštva.

Vlaganja v obnovljive vire energije v preteklosti so na primeru HE Savica dokaz, da se da povezati okoljske zahteve in energetske priložnosti v edinstven projekt.

5.4.1 Izraba naravnih danosti

Znotraj Triglavskega narodnega parka, v katerem okoljevarstveniki nasprotujejo veliki večini človeških aktivnosti, že desetletja skrito očem deluje hidroelektrarna. Umeščena je v enem najbolj znanih delov parka, saj za vir energije izkorišča slap Savico.

HE Savica je testni primer, kako se lahko v osrčju parka zgradi elektrarna, ki je komaj opazna. Država in tudi okoljevarstveniki bi morali bolj podpirali tovrstne projekte za zeleno energijo. "Drago Papler, ki je v Gorenjskih elektrarnah vodja službe za investicije in razvoj, je v okviru 13. posveta objezerskih krajev Slovenije, ki je 2. junija 2007 potekal v Bohinju, mnoge presenetil z dejstvom, da slap Savica ni le navdih Francetu Prešernu in turistična znamenitost, ampak predstavlja tudi zelo izkoriščen energetski potencial. Tam je namreč že leta 1916 nastala stara vojaška elektrarna, ki je takrat oskrbovala soško fronto in zaledje prve svetovne vojne. Med obema vojnama pa je skrbela za razvoj razvijajočega gospodarstva in turizma na območju Bohinja. Pomembna je za načrtno elektrifikacijo Bohinjskega območja med obema vojna in rojstva elektromehaničnih servisnih delavnic Kranjskih deželnih elektrarn (KDE), ki so se kasneje preselile v Žirovnico in leta 1933 v Črnuče" (Zupan, 2007).

Leta 1947 so začeli namesto stare elektrarne graditi novo hidroelektrarno, na osnovi katere so nastali za tisti čas ključni inovativni projekti za razvoj domače industrije Litostroj, Rade Končar in Iskro s prvo opremo za elektrarne.

Izgradnja je potekala od leta 1947 v zelo težavnih okoliščinah zaradi izjemno zahtevnih terenskih pogojev, zato so bili pomembni napor, ki so utirali pot domačim izvajalcem in industriji. Voda slapa Savice je bila zajeta z nizkim jezo ob njegovem vznožju; jez in vtočne naprave so bile načrtovane in zgrajene zelo premišljeno, tako da ni bilo prizadeto okolje. Zgradba HE Savica je postavljena na izbranem mestu in v mogočnem zavetju strmih skalnatih vrhov. Izgradnja 2 kilometra dolgega rova v navpični steni Komarče je bila večinoma ročna, ker je bila tedaj mehanizacija na zelo skromni ravni. Montiran je bil železni cevovod dolžine 634 metrov, preseka 800 in 700 mm, ki vodi do strojnice elektrarne. Vgrajene so bile prve štiri domače Peltonove turbine z močjo 1.125 KM, turbinski regulatorji, dva sinhronski generatorja 2.200 kVA, 6,3 kV, transformatorja 6,3/35 kV in prvi domači zaščitni releji (Papler, 2007a).

Izgradnja je trajala 21 mesecev, 30. decembra 1949 se je zavrtel prvi agregat domače proizvodnje (drugi pa maja 1950). Tako se je v času Informbiroja prav v Savici rodila prva elektrarna po vojni.

5.4.2 Okoljevarstvo

Vsaka proizvodnja, torej tudi proizvodnja električne energije, je nujno povezana z vprašanjem vpliva na okolje. Stremimo za čim boljšo izrabo naravnih danosti in seveda za čim manjšo obremenitev okolja.

Prispevek HE Savica k okolju je merljiv in za zgled doprinosi k boju proti podnebnim spremembam. Takšen prispevek bo potrebno naprej negovati in razvijati. Zlasti zato, da država čim prej spozna pomen te energije za kar bi dala več spodbud in povzročala manj zapletov pri pridobivanju soglasij za tovrstne projekte.

Hidroelektrarne ne onesnažujejo okolja, objekti imajo dolgo življenjsko dobo in nizke obratovalne stroške. Hidroenergija je v primerjavi z drugimi viri električne energije, tu mislimo na fosilna goriva in uranovo rudo, razmeroma poceni in čist

energetski vir. Pri delovanju hidroelektrarn ni odpadkov in emisij ogljikovega dioksida ali drugih onesnaževalcev ozračja.

Trajnostni razvoj bo v bodoče pravo ravnotežje med ohranitvijo okolja in zagotavljanjem dohodka za prebivalstvo.

6 METODE IN SISTEMI ZA PODPORO ODLOČANJA HE

6.1 Odločitveni problem

Obseg proizvodnje električne energije niha, na kar vplivajo različni dejavniki. Ker večino proizvodnje predstavljajo hidroelektrarne, smo z vidika metod in sistemov za podporo odločanja pripravili *model za izbor učinkovitih hidroelektrarn*. Cilj je podati odločitve za najprimernejšo hidroelektrarno. *Posledica odločitve* je ključnega pomena za poslovne rezultate in bodoči razvoj družbe. *Značilnosti problema* so kompleksnost dejavnikov, ki vplivajo na učinkovitost količinske proizvodnje in vrednostne rezultate. Za odločanje je bila oblikovana *odločitvena skupina*, v kateri so: vodja službe za investicije in razvoj, projektni vodja in direktor.

6.1.1 Identifikacija alternativ

S študijami in idejnimi projekti smo proučili štiri objekte za proizvodnjo električne energije, med katerimi bomo izbrali najprimernejši projekt za izvedbo. Izbrati moramo med *elektrarnami: HE BPT, HE Škofja Loka, HE Lomščica in HE Sorica*. Sodijo v skupino *majhnih in srednjih hidroelektrarn*. *Izločili smo alternative sončnih elektrarn*, katere obravnavamo zaradi še visoke naložbe na instalirano enoto moči kot pilotske osveščevalne-promocijske in proučevalne projekte.

V fazah odločitvenega procesa ovrednotimo hidroelektrarne, ki so v različnih porečjih in tehničnih karakteristik. Nov Energetski zakon, ki je električno energijo opredelil kot tržno dejavnost, je dal poseben status kvalificiranim proizvajalcem električne energije, ki s premijami spodbujevalno deluje za manjše in mlajše elektrarne. Odločitvena skupina *ovrednoti projekte v dveh korakih* z oceno stanja po zbranih informacijah ter z oceno tveganja, če se katera informacija izkaže za preoptimistično. *Alternative predstavljajo konkretne objekte*, ki pa podajajo tudi *širšo usmeritev*, kakšen obseg proizvodnih virov je razvojno optimalen za družbo.

6.1.2 Razgradnja problema in lastnosti odločitvenega procesa

Proizvodne objekte – hidroelektrarne strukturiramo s tremi vidiki: učinkovitost, ekonomika in okoljske zahteve. Učinkovitost sestavljajo tehnične karakteristike in

naravni (meterološki) dejavniki. *Tehniške karakteristike obsegajo* stanje objekta, avtomatiziranost in pomembnost proizvodnega vira. Na *stanje objekta vplivajo* velikost objekta, njegova starost in prenova z vlaganji, kar poimenujemo kot rekonstrukcija. *Naravne dejavnike* pojasnjujemo s hidrologijo pretoka vode, padavinami in temperaturo, ki vpliva na taljenje snežne odeje. Sprejemljivost za okolico ocenjujemo z *okoljskega vidika*, ki ga sestavljata lokacija in komunikacijska podpora pri osveščanju in promocija s pojasnjevanjem umeščanja elektroenergetske infrastrukture v prostor. *Ekonomiko* vrednotimo z *dobičkom* (prihodki – stroški) in *razvojnimi kazalci* (interna stopnja donosnosti, kazalnik rentabilnosti naložb in kazalnik gospodarnosti). *Stroški* so razdeljeni na obratovalne stroške in stroške dela. *Prihodki* z naslova prodaje električne energije izvirajo glede na višino prodajne cene in subvencij premije.

Prvih osem kriterijev povzamemo po podatkih 5.1.2 iz poglavja 5 Raziskava vplivnih dejavnikov hidroproizvodnje električne energije.

Kriteriji (za študijo primera):

1. *Velikost*: majhna (do 0,4 MW), srednja (0,4 do 1 MW), velika (nad 1 MW)
2. *Starost*: stara (nad 60 let), srednja (20 do 60 let), nova (do 20 let)
3. *Rekonstrukcija*: za rekonstrukcijo, obnovljena pred leti, posodobljena
4. *Avtomatiziranost*: posadka, avtomatizirana, daljinsko upravljana
5. *Pomembnost*: nepomembna, pomembna, zelo pomembna
6. *Pretok vode Q_{sr} (hidrologija)*: manj kot 10 m³/s, 10-30 m³/s, nad 30 m³/s
7. *Padavine*: do 100 mm, 100-200 mm, nad 200 mm
8. *Temperatura*: manj primerna (do 5 °C), primerna (5 do 15 °C in nad 25 °C), bolj primerna (15 do 25 °C)
9. *Lokacija*: neustrezna, ustrezna, zelo ustrezna
10. *Komunikacijska podpora*: majhna, srednja, velika
11. *Obratovalni stroški*: visoki, srednji, nizki
12. *Stroški dela*: visoki, srednji, nizki

13. *Prodajna cena (povprečje)*: nizka, srednja, visoka; povprečje je izračunano glede na cene po sezonah sezone: VS (Višja sezona: januar, februar, december), SS (Srednja sezona: marec, april, oktober, november), NS (Nižja sezona: maj, junij, julij, avgust, september)

14. *Subvencija – premija*: nizka, srednja, visoka

15. *Interna stopnja donosnosti*: nizka, srednja, visoka

16. *Kazalnik rentabilnosti naložb*: nizek, srednji, visok

17. *Kazalnik gospodarnosti*: nizek, srednji, visok

Preference: prednost pri hidroelektrarnah predstavlja prodajna cena, velikost generatorja in hidrologija s pretokom vode, torej dejavniki, ki pomenijo korelacijo pri proizvodnji električne energije.

Negotovost: je v subvencioniranju – premiji za proizvodnje vire, ki jo država spreminja glede na direktive EU oziroma vladno politiko.

6.2 Sistemi in programska oprema za podporo odločanja

Za model za izbor učinkovitih hidroelektrarn lahko uporabimo večparametrsko metodo, ki poleg opazovanja in medsebojnega primerjanja omogočajo tudi vrednotenje alternativ. Alternative najprej ocenimo številčno (kvantitativno) ali simbolično (kvalitativno) po posameznih parametrih. Iz teh delnih ocen nato z nekim postopkom združevanja (agregacije) pridobimo končno oceno vsake alternative. Čim višja je končna ocena, tem boljša je alternativa. Na tej osnovi lahko torej izberemo najboljšo alternativo ali pa alternative razgrnemo od najboljše do najslabše (Bohanec, 2006).

6.2.1 Vrednotenje, analiza in izbira alternativ

Večparametrski model hidroelektrarn uporabimo za vrednotenje, določimo odločitvena pravila, lahko tudi s pomočjo uteži. Zgrajen model predstavlja komponente z vrednostmi, ki se razlikujejo glede na vplivni delež.

6.2.2 Predlog morebitnih novih ali dodatnih rešitev

Na podlagi vnešenih podatkov zgradimo model, s katerim ugotavljamo učinke klasificiranih alternativ. V model vnesemo izbrane vrednosti za vse širi alternative: HE BPT, HE Škofja Loka, HE Lomščica in HE Sorica.

6.3 Metoda Kepner - Tregoe

6.3.1 Vrednotenje z metodo Kepner-Tregoe

Z metodo Kepner-Tregoe (K-T) z opazovanjem in medsebojnim primerjanjem vrednotimo alternative. Alternative po posameznih parametrih ocenjujemo *s točkami* od 0 do 10, kjer 10 pomeni idealno, najboljšo, najbolj zaželeno vrednost, 0 *pa najslabšo, najmanj zaželeno vrednost*. Podobno s točkami od 1 do 10 določimo uteži posameznih parametrov.

Metoda K-T je sicer primerna za vrednotenje alternativ pri zmerno zahtevnih odločitvenih problemih, kjer število parametrov ne presega 10, vendar jo zaradi kasnejše primerjave za kvalitativno vrednotenje na tem mestu uporabimo v smislu kvantitativnega vrednotenja. V tabeli 6.1 je HE Lomščica dobila največ točk (599 točk), sledi ji HE Sorica (537 točk) in zelo tesno za njo HE BPT (527 točk), najslabša je alternativa HE Škofja Loka (408 točk).

Tabela 6.1 Vrednotenje hidroelektrarn po metodi Kepner-Tregoe

Parametri (i)	Utež (w_i)	HE BPT		HE Škofja Loka		HE Lomšnica		HE Sorica	
		Točke (t_i)	Utež x točke ($w_i t_i$)	Točke (t_i)	Utež x točke ($w_i t_i$)	Točke (t_i)	Utež x točke ($w_i t_i$)	Točke (t_i)	Utež x točke ($w_i t_i$)
Velikost	9	10	90	5	45	7	63	3	27
Starost	3	1	3	2	6	6	18	8	24
Rekonstrukcija	5	1	5	4	20	6	30	6	30
Avtomatiziranost	4	1	4	5	20	7	28	9	36
Pomembnost	7	10	70	5	35	8	56	3	21
Pretok vode	9	9	81	5	45	7	63	3	27
Padavine	5	7	35	5	25	7	35	5	25
Temperatura	1	4	4	4	4	2	2	2	2
Lokacija	6	10	60	4	24	7	42	5	30
Komunik. podpora	4	3	12	1	4	6	24	4	16
Obratoval. stroški	6	2	12	4	24	7	42	5	30
Stroški dela	4	1	4	5	20	5	20	8	32
Prodajna cena	10	6	60	7	70	8	80	9	90
Subvencija - premija	8	2	16	5	40	5	40	10	80
Interna st. donosn.	5	5	25	3	15	5	25	7	35
Kaz. rentab. naložb	4	7	28	2	8	4	16	5	20
Kaz. gospodarnosti	3	6	18	1	3	5	15	4	12
Vsota			527		408		599		537

6.3.2 Uteži parametrov

Pri metodi K-T lahko določimo uteži parametrov na dva načina: dogovorno, da ima najpomembnejši parameter neko konstantno utež, naprimer 10, ali kar je tudi pogosto 100. Uteži preostalih parametrov potem določimo relevantno glede na najpomembnejši parameter. Druga možnost je, da utež 100 (ali 100 %) porazdelimo med vse parametre, kar pomeni, da uteži normiramo na 100 % (tabela 6.2).

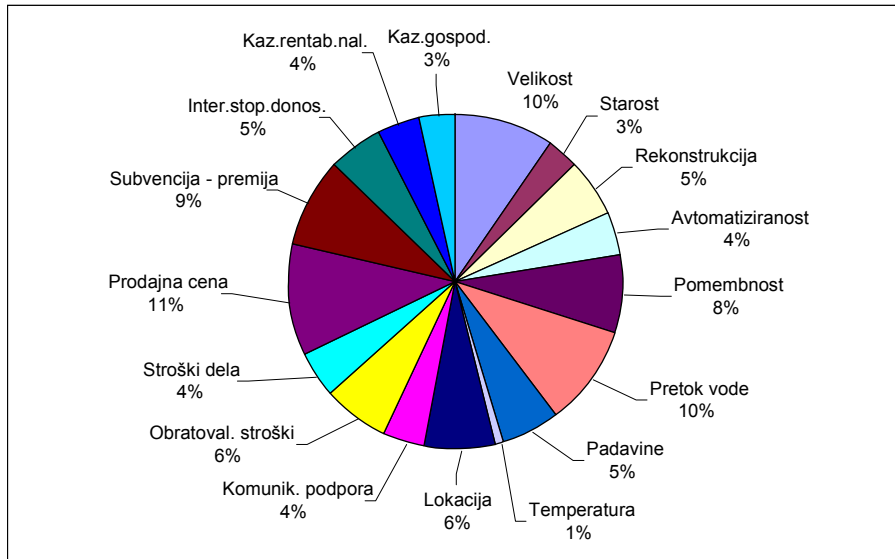
Tabela 6.2 Različni načini predstavitve uteži pri vrednotenju hidroelektrarn po metodi Kepner-Tregoe

Parametri	Uteži		
	Metoda K-T	Največ 100	Vsota 100
Prodajna cena	10	100	10,8
Velikost	9	90	9,7
Pretok vode	9	90	9,7
Subvencija – premija	8	80	8,6
Pomembnost	7	70	7,5
Lokacija	6	60	6,5
Obratoval. Stroški	6	60	6,5
Rekonstrukcija	5	50	5,4
Padavine	5	50	5,4
Interna stopnja donosnosti	5	50	5,4
Avtomatiziranost	4	40	4,3
Komunik. Podpora	4	40	4,3
Stroški dela	4	40	4,3
Kazalnik rentabilnosti naložb	4	40	4,3
Starost	3	30	3,2
Kazalnik gospodarnosti	3	30	3,2
Temperatura	1	10	1,1
Vsota	93	930	100,0

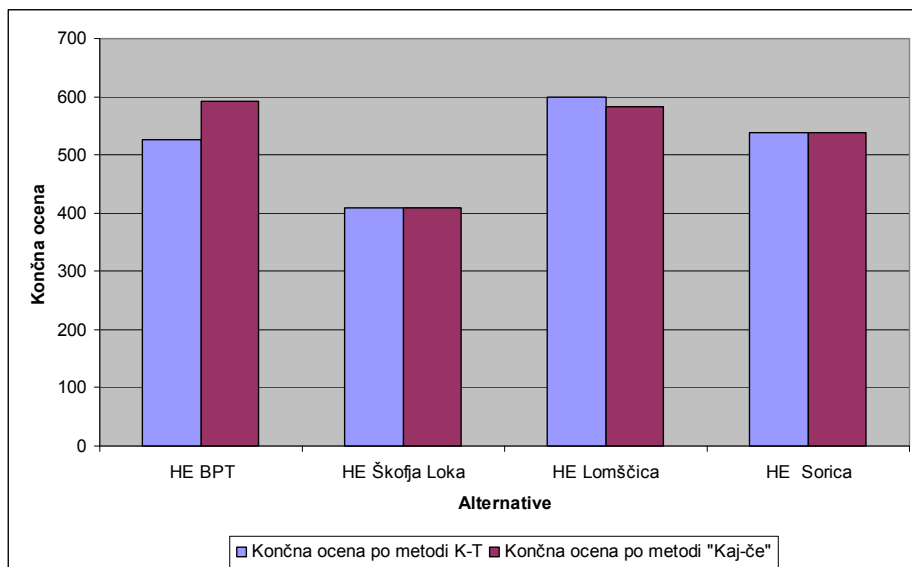
Največja je utež pri parametru prodajna cena: 10.

6.3.3 Grafični prikazi in analize pri večparametrskem odločanju

Z metodo K-T zgradimo model vrednotenja, s katerim ovrednotimo alternative. Model in rezultate vrednotenja analiziramo, raziskujemo vpliv določenih sprememb modela ali vhodnih podatkov na rezultate vrednotenja. Za pregleden prikaz uporabimo grafikone. Na sliki 6.1 je prikaz uteži parametrov s strukturnim krogom, na sliki 6.2 grafični prikaz končnih ocen vrednotenja alternativ, na sliki 6.3 grafični prikaz rezultatov vrednotenja po posameznih parametrih (na osnovi tabele 6.3), na sliki 6.4 prikaz rezultatov vrednotenja z razsevnim diagramom, na sliki 6.5 pa prikaz rezultatov vrednotenja s krožnim diagramom.



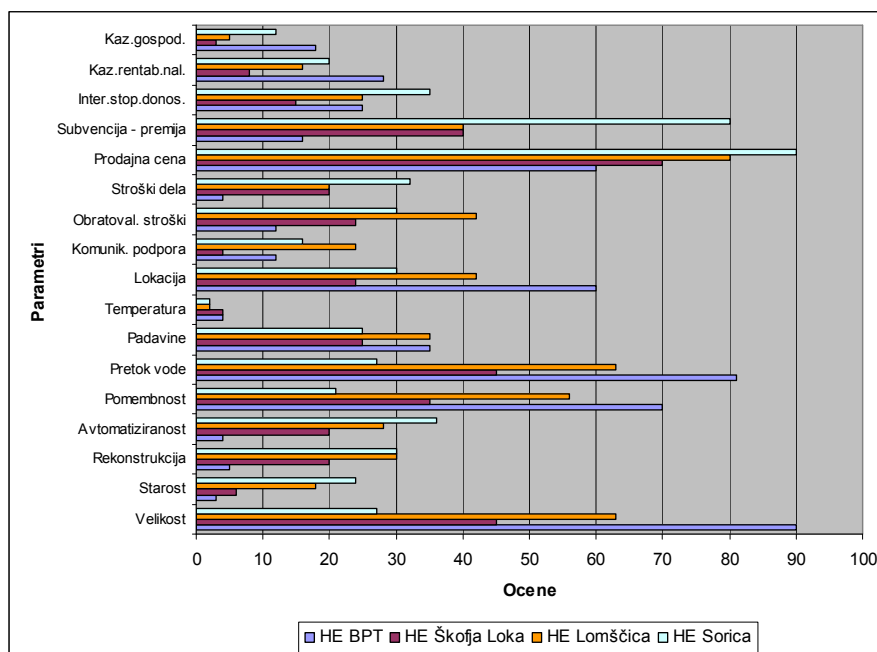
Slika 6.1 Prikaz uteži parametrov s strukturnim krogom



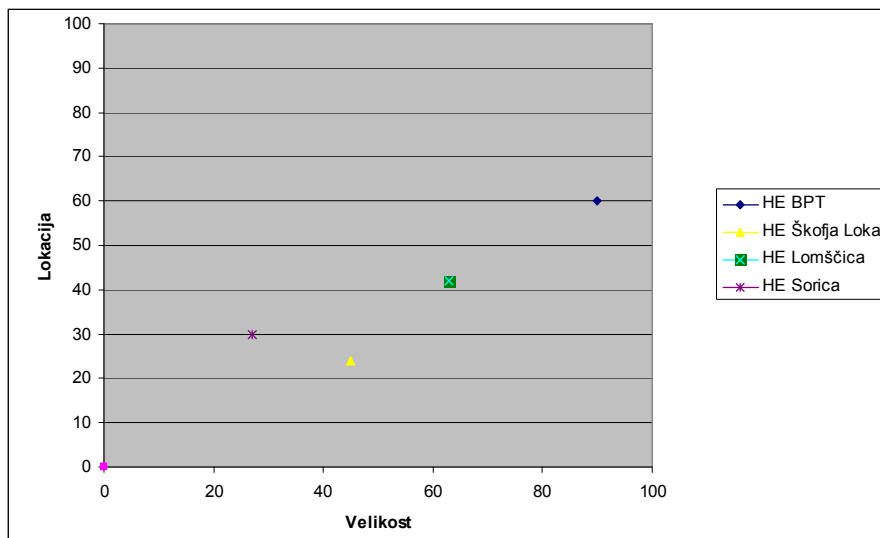
Slika 6.2 Grafični prikaz končnih ocen vrednotenja alternativ

Tabela 6.3 Vrednotenje po posameznih parametrih

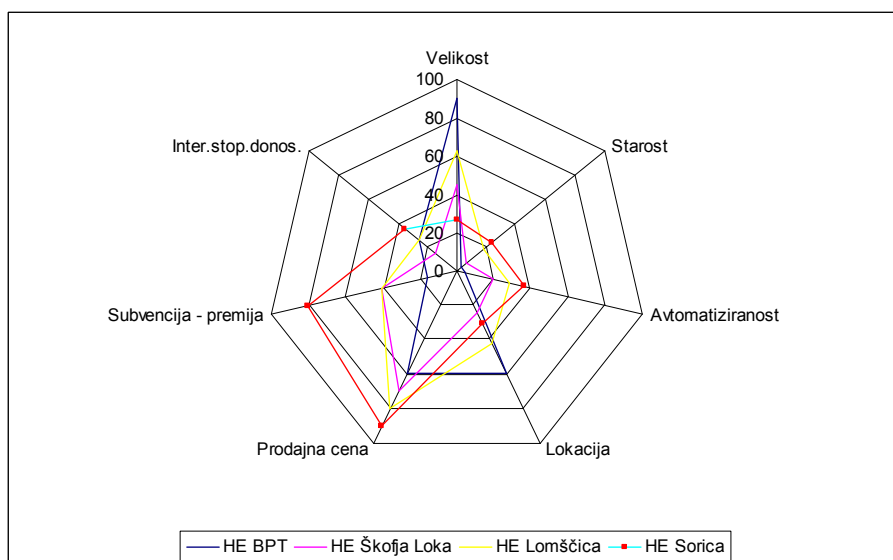
Parametri	HE BPT	HE Šk. Loka	HE Lomščica	HE Sorica
Velikost	90	45	63	27
Starost	3	6	18	24
Rekonstrukcija	5	20	30	30
Avtomatiziranost	4	20	28	36
Pomembnost	70	35	56	21
Pretok vode	81	45	63	27
Padavine	35	25	35	25
Temperatura	4	4	2	2
Lokacija	60	24	42	30
Komunik. Podpora	12	4	24	16
Obratoval. Stroški	12	24	42	30
Stroški dela	4	20	20	32
Prodajna cena	60	70	80	90
Subvencija - premija	16	40	40	80
Inter.stop.donos.	25	15	25	35
Kaz.rentab.nal.	28	8	16	20
Kaz.gospod.	18	3	5	12
Vsota	527	408	589	537



Slika 6.3 Grafični prikaz rezultatov vrednotenja po posameznih parametrih



Slika 6.4 Prikaz rezultatov vrednotenja z razsevnim diagramom



Slika 6.5 Prikaz rezultatov vrednotenja s krožnim grafikonom

6.3.4 Analiza "Kaj-če"

V analizi "Kaj-če" se vprašamo: kako bi se spremenil končni rezultat kake alternative, če bi se spremenila subvencija – premija s strani Agencije za energijo RS:

- za HE BPT se poveča iz 2 na 10 denarnih enot (spodbujanje novih virov energije – prenove, starost do 10 let),
- za HE Lomščica se zmanjša iz 5 na 3 denarne enote (moč na 1 MW).

Tabela 6.4 Vrednotenje hidroelektrarn po metodi Kepner-Tregoe in analizi "Kaj-če"

Parametri (i)	Utež (w_i)	HE BPT		HE Škofja Loka		HE Lomščica		HE Sorica	
		Točke (t_i)	Utež x točke ($w_i t_i$)	Točke (t_i)	Utež x točke ($w_i t_i$)	Točke (t_i)	Utež x točke ($w_i t_i$)	Točke (t_i)	Utež x točke ($w_i t_i$)
Velikost	9	10	90	5	45	7	63	3	27
Starost	3	1	3	2	6	6	18	8	24
Rekonstrukcija	5	1	5	4	20	6	30	6	30
Avtomatiziranost	4	1	4	5	20	7	28	9	36
Pomembnost	7	10	70	5	35	8	56	3	21
Pretok vode	9	9	81	5	45	7	63	3	27
Padavine	5	7	35	5	25	7	35	5	25
Temperatura	1	4	4	4	4	2	2	2	2
Lokacija	6	10	60	4	24	7	42	5	30
Komunik. podpora	4	3	12	1	4	6	24	4	16
Obratoval. stroški	6	2	12	4	24	7	42	5	30
Stroški dela	4	1	4	5	20	5	20	8	32
Prodajna cena	10	6	60	7	70	8	80	9	90
Subvencija - premija	8	10	80	5	40	3	24	10	80
Interna st. donosn.	5	5	25	3	15	5	25	7	35
Kaz. rentab. naložb	4	7	28	2	8	4	16	5	20
Kaz. gospodarnosti	3	6	18	1	3	5	15	4	12
Vsota			591		408		583		537

V tabeli 6.4 je najboljša izbira HE BPT (591 točk), ki je prehitela HE Lomščica (583 točk).

6.3.5 Obveznosti za spodbujanje razvoja rabe OVE

S podpisom strateških načrtov so se države članice zavezale k spodbujanju razvoja rabe OVE. Ta cilj dosejajo na sledeče načine:

- davčne spodbude,
- direktne podpore,
- financiranje z nizko obrestno mero,
- pomoč razvoju malih in srednjih podjetij, ki so aktivna na področju OVE,
- nizke davčne stopnje za elektriko, pridobljeno iz OVE,
- posojila z nizko obrestno mero z državno garancijo.

6.4 Metoda DEX

Metoda DEX je predstavnik kvalitativnih (simboličnih) *večparametrskih metod*, kjer namesto numeričnih uporabljajo *simbolične parametre*. Namesto uteženih vsot, so funkcije koristnosti *definirane tabelarično oziroma s pravili če-potem*. DEX mogoča modeliranje najzahtevnejših odločitvenih procesov z velikim številom parametrov in alternativ. DEX ima prednost, kjer je večji poudarek na subjektivni presoji pri odločanju.

6.4.1 Struktura modela

Priporočilo je, da noben izpeljan parameter ne bi imel več kot štiri podredne parametre, še bolje, če ima dva ali tri. Zato so modeli bolj razvejani.

6.4.2 Merske lestvice in zaloge vrednosti parametrov

Pri metodi so parametri simbolični; vsak parameter lahko zavzame vrednosti iz končne in običajno majhne zaloge vrednosti, opisane z besedami. Zaloge vrednosti uredimo od slabših proti dobrim, kar poveča razumljivost modela. Število vrednosti posameznega parametra naj bo čim manjše. Parametri, ki so v drevesu tik pod vrhom (učinkovitost, ekonomika in okolje), tudi lahko zavzamejo po štiri vrednost, končni »proizvodnji objekt« pa do pet vrednosti. Z besedami izrazimo numerična parametra pretok vode in temperatura in intervale vpišemo v pojasnjevalno vrstico.

6.4.3 Funkcije koristnosti

Funkcije koristnosti smo definirali s tabelami, ki imajo vse kombinacije vrednosti; za vsako kombinacijo pa definiramo vrednost, ki jo zavzame nadredni parameter.

6.5 Program DEXi

6.5.1 Uporaba modela DEXi s štirimi alternativami

Zgrajeni model realiziramo z izbranim programom za večparametrsko modeliranje DEXi v treh korakih:

- ustvarjanje parametrov in strukture,
- zalog vrednosti parametrov in

- funkcij koristnosti – možno tudi z utežmi, ki so izražene z odstotki).

Uporabimo ga za vrednotenje štirih alternativ HE BPT, HE Škofja Loka, HE Lomščica in HE Sorica. Vrednotenje poteka od spodaj navzgor, s postopnim združevanjem vrednosti v skladu s funkcijami koristnosti.

6.5.2 Analiza in izbira alternativ

Analiza pokaže, da sta dobra proizvodnja objekta HE Lomščica in HE Škofja Loka, sprejemljiva pa HE BPT in HE Sorica. Po učinkovitosti je odlična HE Lomščica, dobri HE BPT in HE Škofja Loka, sprejemljiva pa HE Sorica. Glede na okoljski vidik imata visoko podporo javnosti HE Lomščica in HE BPT, srednjo HE Sorica in malo HE Škofja Loka. Dobro ekonomiko imata HE Lomščica in HE BPT, sprejemljivi pa sta HE Škofja Loka in HE Sorica (priloga 3).

6.5.3 Analiza "Kaj-če"

V analizi "Kaj-če" uporabimo isto predpostavko kot v poglavju 5.3.4, s spremembo subvencije: v HE BPT se iz nizke subvencija poveča na visoko, pri HE Lomščica pa se iz srednje subvencija spremeni v nizko. Z vidika ekonomike je HE BPT odlična, HE Lomščica dobra, HE Škofja Loka in HE Sorica pa sprejemljivi. Spremenijo se tudi končne alternative tako, da je proizvodnji objekt MHE BPT prav dober, HE Lomščica in HE Škofja Loka sta dobra, HE Sorica pa sprejemljiv.

6.6 Ugotovitve analize

Konkretni rezultati vrednotenja modela so dali ocene za medsebojno primerjavo odločitev za naložbe v hidroelektrarne. Situacija med alternativami se spremeni, ko predpostavimo spremembo subvencij – premij. Model lahko uporabimo za odločitve naložb sončnih elektrarn, vendar z drugimi specifičnimi naravnimi parametri.

7 DIVERZIFIKACIJA PROIZVODNJE OBNOVLJIVE ELEKTRIKE

Diverzifikacijo kot poslovno strategijo bi poenostavljeno lahko opredelili kot širitev dejavnosti podjetja na nove dejavnosti, ki sicer ne predstavljajo osnovnega posla. Podjetje ima možnost, da uresniči sinergije na področju znanja, prihodkov iz prodaje ter boljše možnosti obvladovanja in razpršitve tveganj.

Družba GEK lahko (so)investira v proizvodne objekte, ki bodisi imajo status ali pa nimajo statusa kvalificiranega proizvajalca, odločitev pa je v prvi vrsti odvisna od ekonomike in izvedljivosti projektov ter drugih razlogov (podoba podjetja in podobno).

7.1 Deleži obnovljivih virov v Sloveniji

Prikazujemo letne podatke o gibanjih bruto proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov in odpadkov (GWh) v Sloveniji v obdobju 2002-2006 po podatkih Statističnega urada RS (SURS).

Elektrarnam po glavni dejavnosti dopolnjujejo proizvodnjo elektrarnarji samoproduktivci v malih zasebnih HE. Leta 2006 je bila proizvodnja v hidroelektrarnah 3.406 GWh, od tega v malih hidroelektrarnah velikosti do 1 MW 89 GWh, v hidroelektrarnah velikosti 1 do 10 MW 151 GWh in v elektrarnah velikosti nad 10 MW 3.166 GWh.

Glede na hidrologijo je bilo v opazovanem obdobju 2002-2006, najboljše leto 2004, ko je bila dosežena skupna proizvodnja v hidroelektrarnah, kar 3.944 GWh, od tega v malih hidroelektrarnah velikosti do 1 MW 87 GWh, v hidroelektrarnah velikosti 1 do 10 MW 199 GWh in v elektrarnah nad 10 MW 3.658 GWh.

Opazen je pojav izgradnje malih sončnih (fotovoltaičnih) elektrarn, vendar v skupni proizvodnji ne dosegajo pomembnih količin.

Tabela 7.1 Proizvodnja iz HE do 1 MW, 2002-2006 (GWh)

Leto	HE do 1 MW po glavni dejavnosti	HE do 1 MW samoproizvajalci	Skupaj HE do 1 MW
2002	52	20	72
2003	46	16	62
2004	66	21	87
2005	60	20	80
2006	63	26	89

Vir: SURS

Tabela 7.2 Proizvodnja iz HE od 1 do 10 MW, 2002-2006 (GWh)

Leto	HE od 1 do 10 MW po glavni dejavnosti	HE od 1 do 10 MW samoproizvajalci	Skupaj HE od 1 do 10 MW
2002	110	51	161
2003	86	41	127
2004	133	66	199
2005	99	48	147
2006	113	38	151

Vir: SURS

Tabela 7.3 Proizvodnja HE, 2002-2006 (GWh)

Leto	HE do 1 MW	HE od 1 do 10 MW	HE nad 10 MW	Skupaj proizvodnja v HE
2002	72	161	2.986	3.219
2003	62	127	2.690	2.879
2004	87	199	3.658	3.944
2005	80	147	3.078	3.305
2006	89	151	3.166	3.406

Vir: SURS

Tabela 7.4 Deleži strukture proizvodnje iz obnovljivih virov – HE, 2002-2006 (%)

Leto	HE do 1 MW	HE od 1 do 10 MW	HE nad 10 MW
2002	2,24	5,00	92,76
2003	2,15	4,41	93,44
2004	2,21	5,05	92,74
2005	2,42	4,45	93,13
2006	2,61	4,43	92,96

Vir: SURS

V Sloveniji predstavljajo glavno proizvodnjo iz obnovljivih virov energije hidroelektrarne. V letih 2002-2006 se je delež proizvodnje električne energije malih hidroelektrarn velikosti do 1 MW gibal od 2,15 % do 2,61 %, delež srednjih

hidroelektrarn velikosti od 1 do 10 MW je bil od 4,41 % do 5,05 %, delež velikih hidroelektrarn nad 10 MW pa se je gibal od 92,74 % do 93,44 % (tabele 7.1 – 7.4).

Povečanje virov električne energije iz hidroelektrarn je izredno pomembno zaradi več dejavnikov, zlasti zaradi zanesljivosti pri oskrbi z električno energijo ter zaradi diverzifikacije virov. Električna energija iz hidroelektrarn je obnovljiva oblika energije in ne povzroča škodljivih emisij. Hidroelektrarne imajo ugoden vpliv na vključevanje slovenske industrije v investicijske objekte. Hidroenergija najmanj obremenjuje okolje s svojim vplivom, če izvzamemo spremembo krajinske podobe.

7.2 Potencial kvalificiranih proizvajalcev v Sloveniji

Iz tabele 7.5 je razvidno, da naj bi se v absolutnem smislu v največjem obsegu povečal potencial na fosilna goriva, predvsem zemeljski plin. Velika pričakovanja do leta 2010 so tudi na področju MHE do 10 MW (prirast za okoli 90 MW). Projekcija Nacionalnega energetskega programa (NEP) računa tudi na nove inštalirane zmogljivosti na področju vetrnih in bioplinskih elektrarn (okoli 25-30 MW) ter biomasnih (9 MW), ostale tehnologije pa so glede na to projekcijo relativno nepomembne.

Tabela 7.5 Ocena potenciala kvalificiranih proizvajalcev v Sloveniji (MW)

Elektrarne, SPTE	Obstoječe kapacitete (2000)	Leto 2010	Leto 2020
Male HE do 10 MW	65	90 (100)	110 (200)
Biomasa			
SPTE na lesno biomaso	6	9 (15)	11 (30)
SPTE na bioplin	3	25 (5)	33 (10)
Vetrne elektrarne	0	30* (300)	40* (600)
Soproizvodnja elektrike (SPTE)	0,05	0,5 (3)	1 (10)
Geotermalne SPTE	0	- (20)	- (40)
Uporaba odpadkov	0	- (10)	- (20)
SPTE na fosilna goriva	250	350 (*)	500 (*)

Vir: NEP, 2003

Opomba: - ni podatka; * večje vetrne elektrarne so upoštevane v sistemski proizvodnji, vrednosti v () so iz Separata NEP-OVE 2000, ApE

Slovenija mora uvažati preko 20 % električne energije. Prenosno omrežje to omogoča, vendar je v Evropi vse manj viškov električne energije, tako da bo v prihodnjem obdobju potrebno računati z omejenimi količinami viškov električne

energije iz uvoza. Vlaganja v učinkovito rabo električne energije ne dajejo zaznavnih rezultatov. Obnovljivi viri (brez upoštevanja hidroenergije) po programu NEP do leta 2010 ne predstavljajo znatnega prispevka k pokrivanju potreb po električni energiji. Delež obnovljivih virov energije (OVE) v primarni energetske bilanci Slovenije je 8 %. Slovenija si je za cilj postavlja dvig deleža OVE na 12 % do leta 2010 in na 20 % do leta 2020 (sklep EU, 8.3.2007), ki je za Slovenijo določen na 25 % s podnebno-energetskim paketom, ki ga je predstavila Slovenija v okviru predsedovanja Evropski uniji (23.1.2008).

7.3 Kvalificirane elektrarne

Obnovljivi viri energije so po *Energetskem zakonu* (Ur. list RS št. 26/2005): viri energije, ki se v naravi ohranjajo in v celoti ali pretežno obnovljajo, zlasti energija vodotokov, energija vetra, energija biomase, geotermalna energija, neakumulirana sončna energija ter ostali viri, ki se izkoriščajo z ustreznim izkoristkom.

Kvalificiran proizvajalec je proizvajalec z nadpovprečno doseženim izkoristkom pri sproizvodnji toplotne in električne energije, izkorišča obnovljive vire energije na način, ki je skladen z varstvom okolja. V hidroelektrarni se pretvarja potencialna energija tekoče vode (rek, kanalov ali potokov) v električno, ugodna lokacija zahteva primerno padavinsko območje, zadosten hidravlični padec, dovodni sistem za dovod vode na turbino in strojnico v kateri je nameščena elektro in strojna oprema.

Kvalificirane elektrarne so mikro: do 50 kW, male: od 50 kW do 1 MW, srednje: od 1 MW do 10 MW. Po klasifikaciji so velike elektrarne z močjo nad 10 MW.

7.3.1 Obvezen odkup električne energije iz kvalificiranih elektrarn

V skladu s pravili za delovanje trga z električno energijo vsi kvalificirani proizvajalci lahko zahtevajo sklenitev dolgoročne pogodbe o odkupu vse proizvedene električne energije s Sistemskim operaterjem distribucijskega omrežja (SODO). Pogodba se sklenuje za 10 let z možnostjo podaljšanja.

Sistem prednostnega dispečiranja je namenjen podpori proizvodnje električne energije, ki na prostem trgu ne bi bila konkurenčna. Ta sistem omogoča

proizvajalcem, ki so upravičeni do podpore, zagotovljen odkup vse proizvedene električne energije po zajamčenih cenah, ki so višje od cen na prostem trgu električne energije.

Kvalificiran proizvajalec električne energije lahko vso ali del proizvedene električne energije proda tudi samostojno na trgu po tržnih cenah, pri čemer je upravičen do premije, ki dejansko predstavlja razliko med subvencionirano in tržno ceno in jo določi Vlada RS, proizvajalcu pa izplača upravljalec distribucijskega omrežja oziroma SODO.

Uredbo o pravilih za določitev cen in odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije (Ur. list RS št. 25/02, 22. marec 2002) je izdala Vlada RS, ki je določila Pravila in izhodišča za pogodbene odnose med kvalificiranimi proizvajalci električne energije in upravljalci omrežij na katere so kvalificirane elektrarne priključene ter Pravila za določanje cen in premij za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev.

Dva instrumenta spodbujanja proizvodnje v kvalificiranih elektrarnah omogoča uredba in sicer:

- *enotno letno ceno* (zagotovljena odkupna cena s strani upravjalca omrežja) in
- *enotno letno premijo* (kot premijski dodatek za električno energijo, ki jo kvalificirani proizvajalec proda samostojno ali preko posrednika).

Enotne letne cene in enotne letne premije za električno energijo so določene glede na vir primarne energije (HE, biomasa, veter, ...) in velikostni razred (do vključno moči 1 MW oziroma nad 1 MW do vključno 10 MW) in starost objekta za proizvodnjo.

Uredba vsebuje tudi pogoje za zmanjšanje enotne letne cene in premije (odvisne od starosti posamezne elektrarne – zmanjšanje cene za 5 % v primeru, da je od začetka obratovanja kvalificirane elektrarne preteklo več kot pet let ter zmanjšanje cene za 10 % v primeru, da je od začetka obratovanja preteklo več kot deset let) ter faktorje za izračun cen in premij v dvotarifnem obračunu.

7.3.2 Cenovna politika

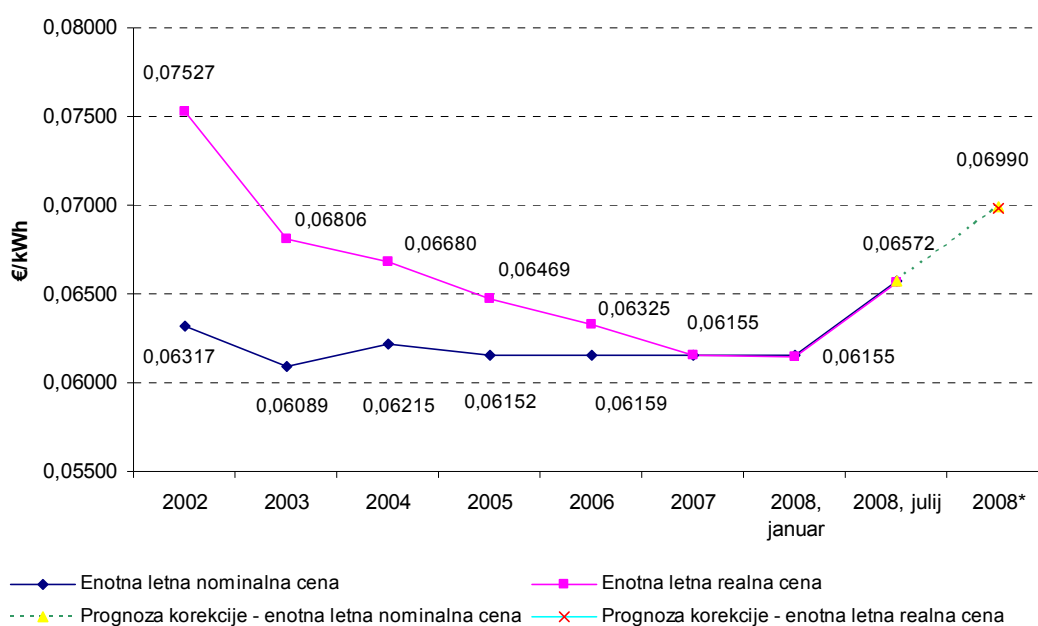
Cenovno politiko je določila Vlada RS s sprejemom Sklepa o cenah in premijah za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije (Ur. list RS št. 25/2002, 22.3.2002). Cena za odkup električne energije in premija sta se spremenili januarja 2004 (Ur. list RS št. 8/2004, 30.1.2004), julija 2006 (Ur. list RS, št. 75/2006, 8.7.2006) in julija 2008 (Ur. list RS, št. 65/2008, 30.6.2008).

Odkupna cena električne energije za male hidroelektrarne

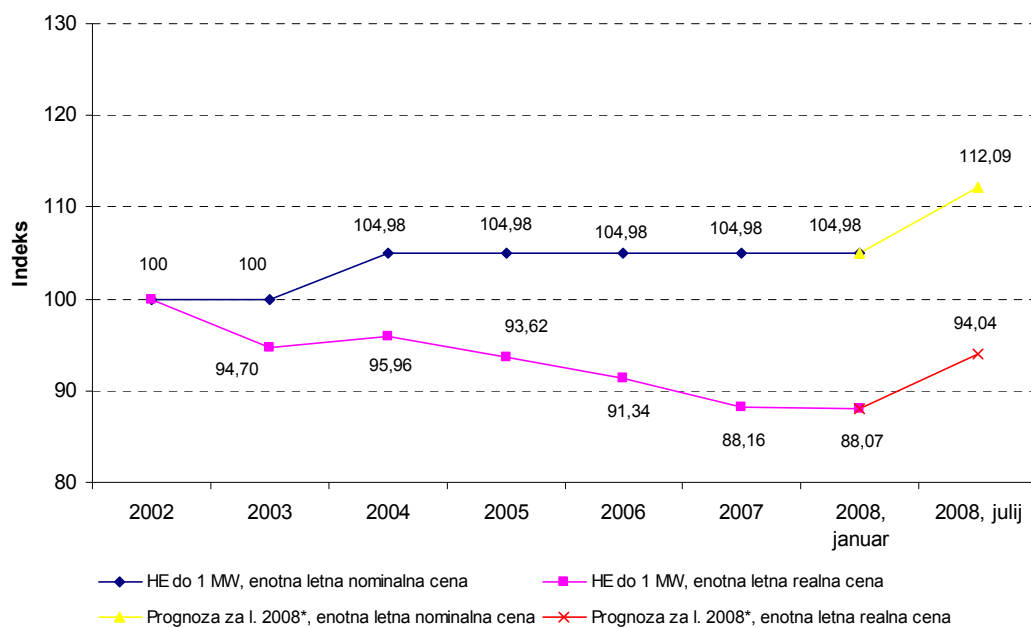
Nominalna enotna cena električne energije za kvalificirane hidroelektrarne do moči 1 MW je bila leta 2002 določena na 14,05 SIT (0,06317 €/kWh), leta 2004 se je povečala za 5 % na 14,75 SIT (kar je glede na tečaj med tolarjem in evrom pomenilo manj oz. 0,06215 €/kWh), ob povečanju leta 2006 pa je ostala na isti ravni, z julijem 2008 pa je bila povečana za 6,8 % na 15,75 SIT (0,06572 €/kWh) (slika 7.1).

Nominalne cene električne energije deflaciramo za posamezno leto, da dobimo realne cene. Realna enotna odkupna cena električne energije za kvalificirane HE do 1 MW se je v letih 2002-2007 realno zmanjšala za 19,22 %. Leta 2003 je padla za 5,3 %, leta 2004 se je realno povečala za 1,26 % glede na predhodnje leto, leta 2005 je padla za 2,34 %, leta 2006 padla za 2,28 %, leta 2007 pa še za 3,18 % oz. na indeks s stalno osnovo (2002) 88,16, julija 2008 pa kljub povečanju realno padla za 0,96 % na indeks s stalno osnovo (2002) 87,2 (slika 7.2).

Naša prognoza potrebne korekcije enotne odkupne cene električne energije iz malih hidroelektrarn do 1 MW bi bila po stalnih cenah leta 2007 v vrednosti 0,06990 €/kWh oz. 16,75 SIT/kWh.



Slika 7.1 Nominalne in realne enotne letne cene električne energije za kvalificirane hidroelektrarne do 1 MW

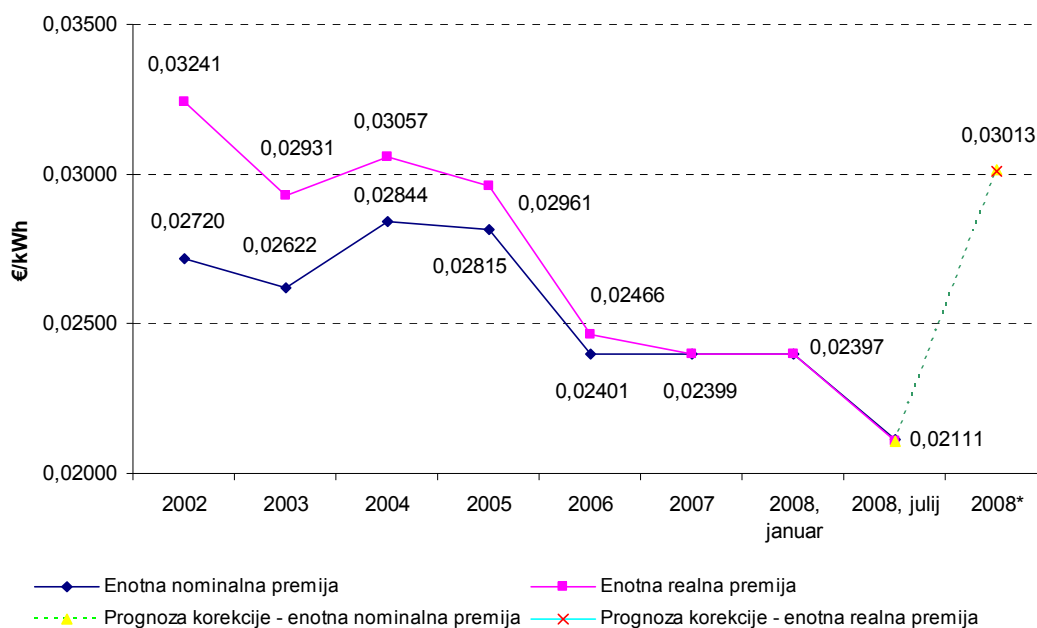


Slika 7.2 Indeks enotne odkupne cene električne energije za kvalificirane hidroelektrarne do 1 MW s stalno osnovo; leto 2002 = 100

Enotna letna premija za male hidroelektrarne

Enotna letna premija za kvalificirane elektrarne do moči 1 MW je bila 2002. leta 6,05 SIT/kWh (0,02720 €/kWh), leta 2004 se je povečala na 6,75 SIT/kWh (0,02844 €/kWh), leta 2006 pa nominalno znižala na 5,75 SIT/kWh (0,02401 €/kWh), julija 2008 pa spet nominalno znižala na 5,06 SIT/kWh (0,02111 €/kWh) (slika 7.3).

Realna enotna letna premija za kvalificirane HE do 1 MW se je v letih 2002-2007 realno zmanjšala za 20,2 %. Leta 2003 je premija padla za 6,3 %. Premija je imela leta 2004 pozitivno rast s povečanjem za 6,8 % oz. za 0,6 % glede na leto 2002. Potem je sledil negativni trend. Leta 2005 je bilo realno znižanje zaradi inflacije za 2,2 %, leta 2006 pa bilo realno znižanje zaradi inflacije in nominalnega znižanja skokovito za kar 16,6 %, leta 2007 še za 2,2 % oz. na indeks s stalno osnovo (2002) 79,7 % in julija 2008 še za 14,6 % oz. na indeks s stalno osnovo (2002) 65,1.



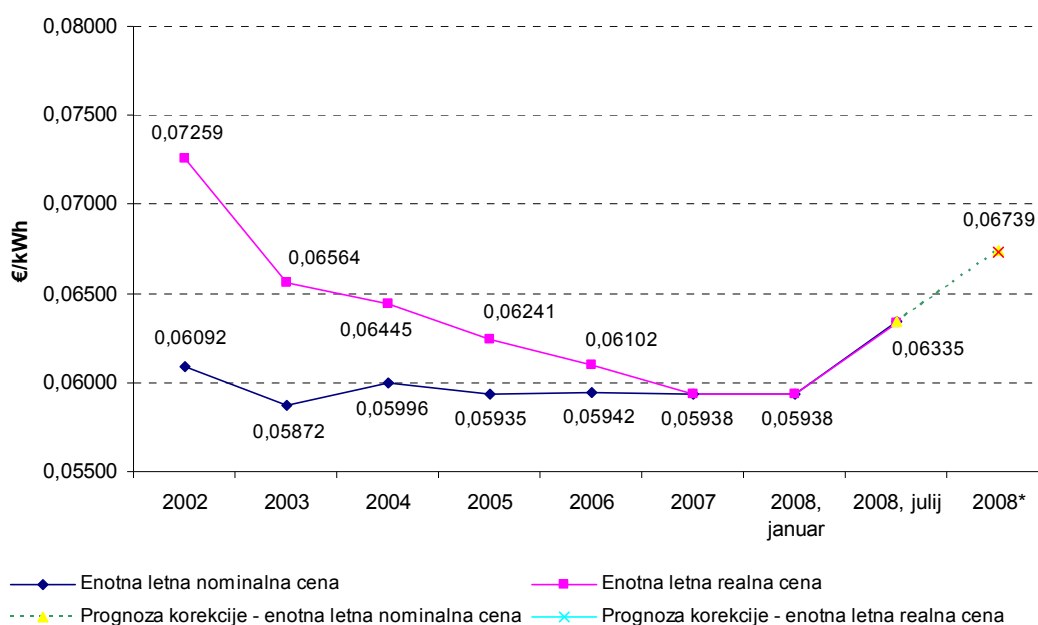
Slika 7.3 Nominalne in realne enotne letne premije pri odkupu električne energije iz kvalificiranih hidroelektrarn do 1 MW

Naša prognoza potrebne korekcije enotne letne premije za kvalificirane male hidroelektrarne do 1 MW bi bila po stalnih cenah leta 2007 v vrednosti 0,03013 €/kWh oz. 7,22 SIT/kWh.

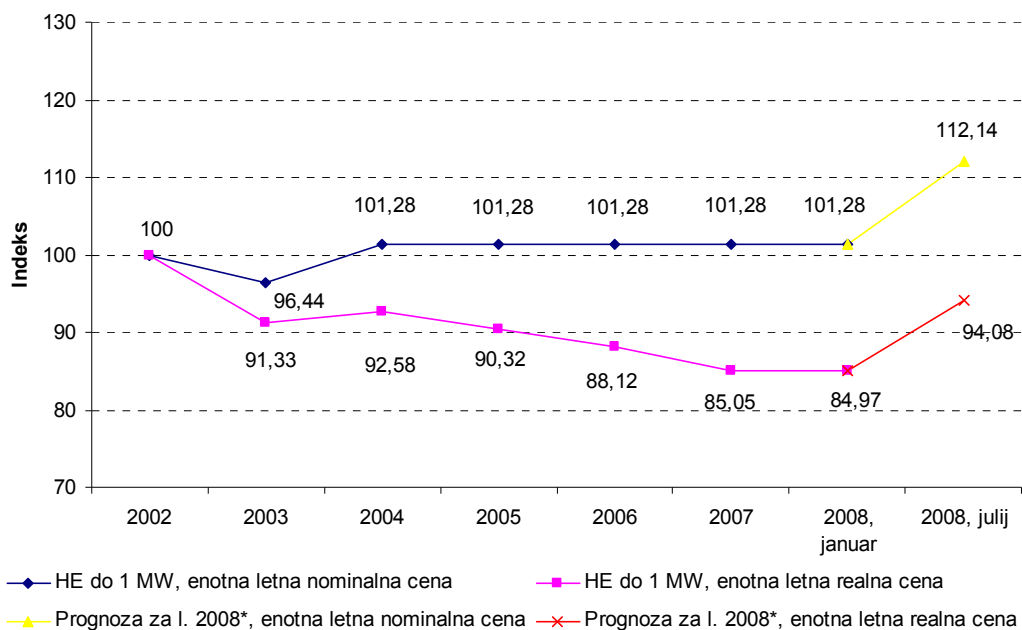
Odkupna cena električne energije za srednje hidroelektrarne

Nominalna enotna letna cena električne energije za kvalificirane hidroelektrarne nad 1 MW do 10 MW je bila leta 2002 določena na 13,55 SIT (0,06092 €/kWh), leta 2004 se je povečala za 5 % na 14,23 SIT (0,06092 €/kWh), leta 2006 je ostala na isti ravni. Julija 2008 je bila uveljavljena nova cena 15,18 SIT/kWh (0,06335 €/kWh) (slika 7.4).

Realna enotna odkupna cena električne energije za HE od 1 do 10 MW se je v letih 2002-2007 realno zmanjšala za 19,23 %. Leta 2003 je padla za 8,57 %, leta 2004 se je realno povečala za 1,25 % glede na predhodnje leto, leta 2005 je padla za 2,26 %, leta 2006 padla za 2,2 %, leta 2007 padla za 3,07 % oz. na indeks s stalno osnovo (2002) 85,05, julija 2008 se je realno povečala za 8,95 % oz. na indeks (2002) 94,0 (slika 7.5).



Slika 7.4 Nominalne in realne enotne letne cene električne energije za kvalificirane hidroelektrarne nad 1 do 10 MW



Slika 7.5 Indeks enotne odkupne cene električne energije za kvalificirane hidroelektrarne nad 1 do 10 MW s stalno osnovo; leto 2002 = 100

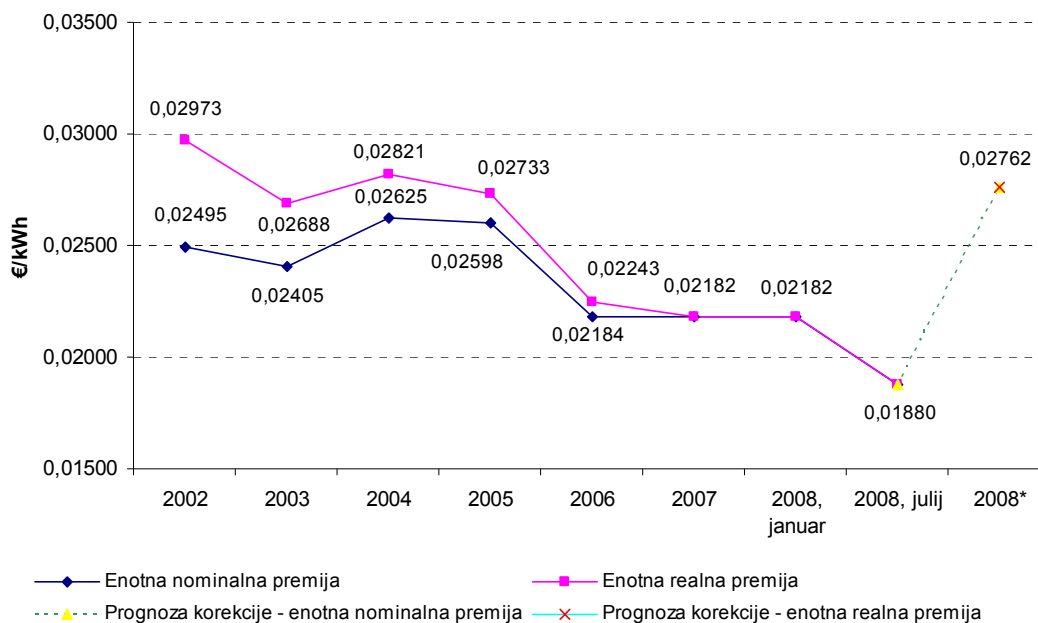
Naša prognoza potrebne korekcije enotne odkupne cene električne energije iz srednjih hidroelektrarn nad 1 do 10 MW bi bila po stalnih cenah leta 2007 v vrednosti 0,06739 €/kWh oz. 16,15 SIT/kWh.

Enotna letna premija za srednje hidroelektrarne

Enotna letna premija za kvalificirane elektrarne nad 1 do 10 MW je bila 2002. leta 5,55 SIT/kWh (0,02495 €/kWh), leta 2004 se je povečala na 6,23 SIT/kWh (0,02625 €/kWh), leta 2006 pa nominalno znižala na 5,23 SIT/kWh (0,02184 €/kWh), julija 2008 pa nominalno znižala na 4,50 SIT/kWh (0,01880 €/kWh) (slika 7.6).

Realna enotna letna premija za kvalificirane HE nad 1 MW do 10 MW se je v letih 2002-2007 realno zmanjšala za 20,9 %. Leta 2003 je premija padla za 6,2 %. Premija je imela leta 2004 pozitivno rast s povečanjem za 7,5 % oz. za 1,3 % glede na leto 2002. Potem je sledil negativni trend. Leta 2005 je bilo realno znižanje zaradi inflacije za 2,2 %, leta 2006 pa bilo realno znižanje zaradi inflacije in nominalnega znižanja skokovito za kar 17,9 %, leta 2007 še za 2,1 % oz. na indeks s stalno osnovo (2002) 79,1 % in julija 2008 še za 15,9 % oz. na indeks s stalno osnovo (2002) 63,2.

Naša prognoza potrebne korekcije enotne letne premije za kvalificirane srednje hidroelektrarne nad 1 MW do 10 MW bi bila po stalnih cenah leta 2007 v vrednosti 0,02762 €/kWh oz. 6,62 SIT/kWh.



Slika 7.6 Nominalne in realne enotne letne premije pri odkupu električne energije iz kvalificiranih hidroelektrarn nad 1 do 10 MW

Struktura realne odkupne cene električne energije kvalificiranih hidroelektrarn

V odkupni ceni električne energije kvalificiranih hidroelektrarn do 1 MW je bil delež letne premije 2002 leta 43,1 %, 2004. leta 45,8 %, 2006. leta 39 % in leta 2008 32,1 %. V odkupni ceni električne energije kvalificiranih hidroelektrarn nad 1 MW do 10 MW je bil delež letne premije 2002. leta 41,0 %, 2004. leta 43,8 %, 2006. leta 36,8 % in leta 2008 29,6 % (tabela 7.6).

Tabela 7.6 Delež v odkupni realni ceni električne energije kvalificiranih hidroelektrarn

Hidroelektrarne do 1 MW	Leto 2002	Leto 2004	Leto 2006	Leto 2008
Enotna letna premija (%)	43,1	45,8	39,0	32,1
Cena energije (%)	56,9	54,2	61,0	67,9
Enotna letna cena (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Hidroelektrarne od 1 - 10 MW	Leto 2002	Leto 2004	Leto 2006	Leto 2008
Enotna letna premija (%)	41,0	43,8	36,8	29,6
Cena energije (%)	59,0	56,2	63,2	70,4
Enotna letna cena (%)	100,0	100,0	100,0	100,0

Vir: Agencija za energijo RS. Lastni izračuni.

Za doseganje cilja 25 % deleža obnovljivih virov do leta 2020, bo na področju doprinosa z vidika hidroelektrarn potrebno zagotoviti spodbude pri cenovni politiki ter izboljšanju pogojev za investitorje z lažjim pridobivanjem soglasij in koncesij.

7.4 Ohranitev instrumenta zagotovljenih odkupnih cen kot vira za spodbujanje obnovljivih virov energije

Cenovna gibanja kažejo, da bo dolgoročna tržna cena električne energije narasla. V tem primeru se bo kvalificiranim proizvajalcem splačalo prodajati elektriko na prostem trgu, od SODO pa za vsako kWh pridobiti enotno letno premijo. Višje cene elektrike ugodno vplivajo na ekonomiko poslovanja kvalificiranih elektrarn. Razliko med povprečno ceno na trgu električne energije in administrativno določeno ceno pokrivajo vsi potrošniki v okviru stroškov za uporabo omrežja za vsako porabljeno kWh. V praksi je možnost prodaje po tržnih cenah in prejem enotne letne premije za posamezne kvalificirane elektrarne otežena, včasih tudi nemogoča, predvsem zaradi problematike na področju odstopanj od vozniških redov (primer MHE: Ekowatt, d.o.o. ...).

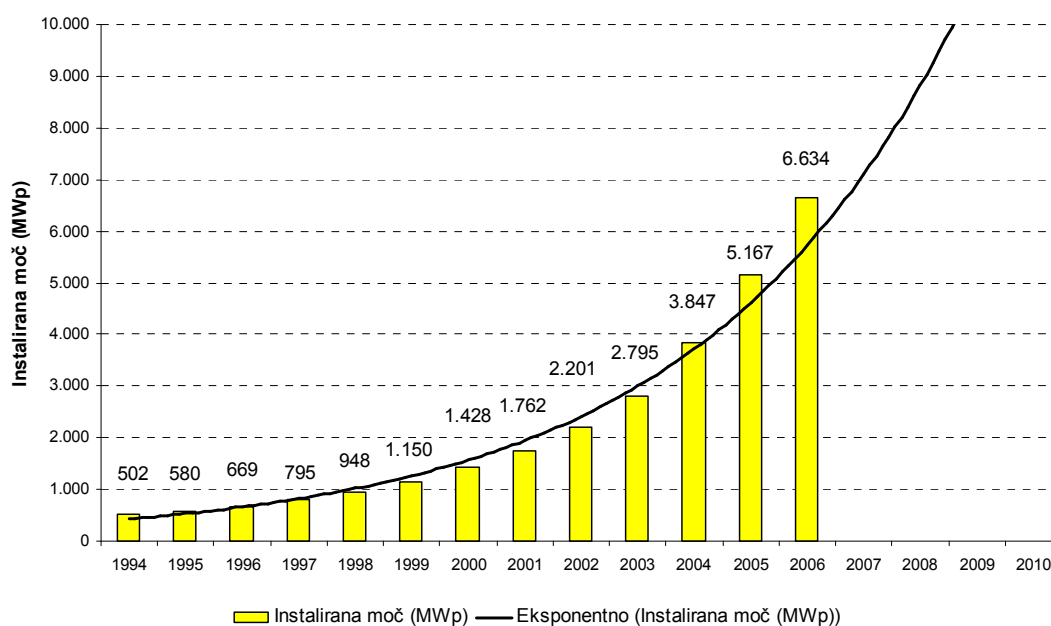
Z novo poslovno strategijo lastnega trženja električne energije končnim odjemalcem je GEK povečal prihodke od prodaje električne energije. Dobava električne energije končnim odjemalcem je leta 2006 obsegala 0,72 % prodane električne energije, leta 2007 2,82 %, za leto 2008 pa se na podlagi napovedanih količin po sklenjenih pogodbah načrtuje 8,02 % električne energije.

8 ZASNOVA SODOBNIH TEHNOLOŠKIH SOLARNIH SISTEMOV

8.1 Rast naložb v sončne elektrarne

8.1.1 Instalirane kapacitete sončnih elektrarn v svetu

V Evropi je bilo leta 2005 instaliranih 1.000 MW_p, leta 2006 pa 2.000 MW_p novih kapacitet sončnih elektrarn, od tega tri četrtine v Nemčiji. Slika 8.1 kaže kumulativno svetovno rast instaliranih kapacitet sončnih elektrarn 1994-2006 (MW_p).



Slika 8.1 Kumulativna svetovna rast instaliranih kapacitet sončnih elektrarn 1994-2006

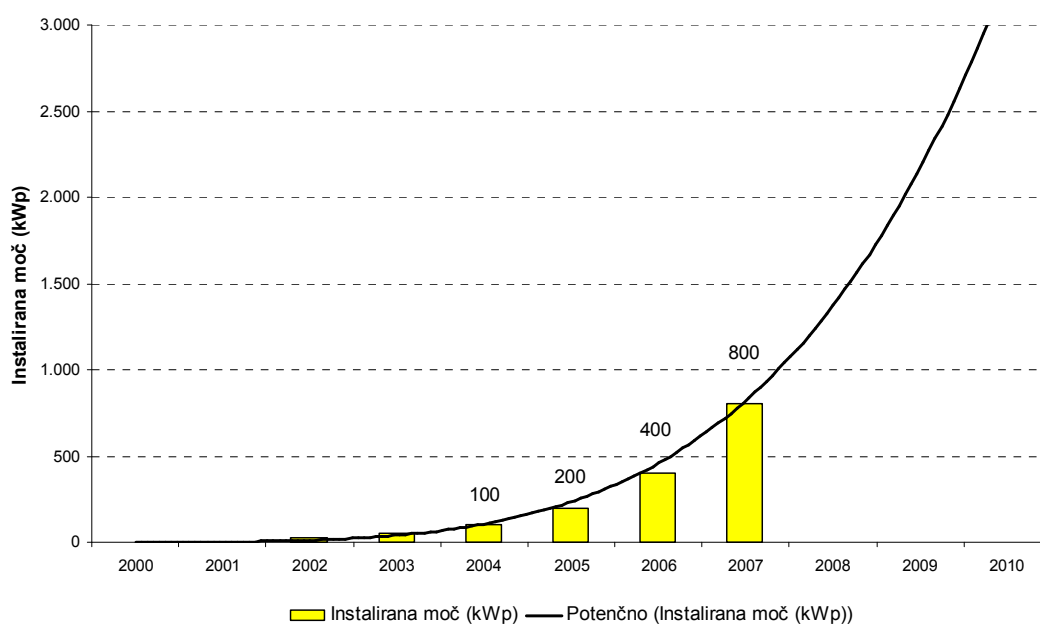
8.1.2 Instalirane kapacitete sončnih elektrarn v Sloveniji

V Sloveniji je bila sprva izgradnja sončnih elektrarn razmeroma skromna in omejena na otočne samostojne sisteme, ki so služili v glavnem za napajanje planinskih koč.

Prva sončna elektrarna v Sloveniji z močjo 1,1 kW, ki je bila priključena na električno omrežje, je bila postavljena leta 2001 na objektu Agencije za prestrukturiranje energetike, d.o.o. (ApE) v Ljubljani. Pomembna je predvsem zato,

ker je odločilno pripomogla k reševanju tehnične problematike priključevanja, distribuirane proizvodnje električne energije in spodbujevalnih mehanizmov.

Trg sončnih elektrarn v Sloveniji se je končno začel razvijati leta 2005. Potem, ko je bila cena za odkup električne energije iz sončnih elektrarn povišana na 0,374 €/kWh, je bilo zgrajenih nekaj večjih elektrarn, bistveno pa je porasel tudi interes novih potencialnih investitorjev.



Slika 8.2 Kumulativna rast instaliranih kapacitet sončnih elektrarn v Sloveniji 2000-2007

ApE je ocenila, da je bilo do konca leta 2004 inštaliranih za 100 kW sončnih elektrarn, konec leta 2005 skoraj 200 kW in konec leta 2006 že 400 kW. Porast v zadnjih dveh letih je bil tako podvojen (slika 8.2). Glede na izkazan interes investitorjev se enaka letna rast pričakuje tudi v prihodnjih letih.

Ob sedanjem nivoju porabe električne energije v Sloveniji, ki je znašala leta 2007 13.000 GWh, bi sončne elektrarne s proizvodnjo 6,5 GWh električne energije pokrile 0,05 % potreb po električni energiji. Energetsko gledano je to zelo malo, vendar je trenutno najbolj pomemben pozitiven trend in zagotovitev konstantne rasti obsega izgradnje. Za leto 2020 ApE napoveduje skupno instalirano moč od 184 do 550 MW sončnih elektrarn z letno proizvodnjo od 184 do 550 GWh električne energije, kar bi

ob sedanjem nivoju letne porabe električne energije pomenilo od 1,5 do 4,6 % delež potreb po električni energiji (Nemac, 2007). Ugled fotovoltaike bo verjetno tudi med slovenskim prebivalstvom postajal vedno večji.

8.1.3 Rast proizvodnje sončnih celic

Proizvodnja sončnih celic je v svetu najhitreje rastoča panoga. Leta 2006 je imela Japonska 36,4 % svetovni delež, Nemčija 20,0 % svetovni delež in Kitajska 15,1 % svetovni delež (tabela 8.1). Prognoza napoveduje občutno rast kitajske industrije, ki bo po letu 2015 prevzela vlogo v proizvodnji sončnih celic.

Tabela 8.1 Svetovni delež proizvodnje sončnih celic, 2006

Država	Delež
Japonska	36,4 %
Nemčija	20,0 %
Kitajska	15,1 %
Ostala Evropa	6,8 %
Združene države Amerike	6,8 %
Taiwan	6,7 %
Ostala Azija	5,5 %
Avstralija	1,3 %

Vir: 2. slovenska fotovoltaična konferenca, 2008

8.2 Uporaba sončne energije

8.2.1 Energija sončnega obsevanja

Sončno obsevanje je energija sončnega sevanja na enoto površine. V Sloveniji se giblje med 600 W/m^2 in 1.000 W/m^2 . Vrednosti letnega sončnega obsevanja v Sloveniji pa se gibljejo med 1.000 kWh/m^2 in 1.100 kWh/m^2 , na Cipru okrog 1.500 kWh/m^2 .

Vpadno energijo sončnega sevanja na enoto ploskve v danem časovnem obdobju (dnevu, uri, ...) imenujemo globalno sončno obsevanje. Skupno sončno obsevanje je vsota direktnega, difuznega in odbitega sončnega sevanja. Posamezne komponente sončnega obsevanja na vodoravno ploskev so odvisne od astronomskih, reliefnih in meteoroloških parametrov. Vpliv astronomskih parametrov lahko izračunamo,

podobno velja tudi za vpliv reliefa, ki upošteva fizikalne zakonitosti, veliko težje pa je določiti vpliv.

"Pri izrabi sončne energije je pomembno, kam je obrnjen sprejemnik sončne energije, da nanj vpade čim več energije. Seveda morajo morebiti uporabniki postaviti svoje naprave na mesto, ki je dovolj visoko in odprto, tako da ga vsaj na južni strani ne omejujejo ovire. Zdi se, da je najboljša orientacija na jug, kar res velja za december. Vendar se tudi glede tega pokažejo posamezni zanimivi in tudi nepričakovani rezultati. Npr. v nižinah je predvsem v hladnejšem delu leta zjutraj pogosto megla, ki izgine šele dopoldne. V takih primerih je bolje, da sprejemnik ni obrnjen točno na jug, temveč nekoliko na zahod, zato da popoldansko sonce, ki ga je več kot dopoldanskega, nanj vpada čim bolj pravokotno. Tako so npr. marca ugodnejši azimuti okoli 195° . Pozimi, ko je sonce nizko, so boljši večji nakloni 60° in več, poleti pa manjši. /.../ Zanimiva je ugotovitev, da poleti z nagibanjem sprejemne ploske zelo hitro pridemo izgubo. Dan je namreč dolg in sonce vzhaja bolj na severovzhodu in zahaja bolj proti severozahodu. Z naklonom proti jugu sredi dneva sicer pridobimo za nekaj odstotkov večji obsev, a je ta po drugi strani močno zmanjšan v zgodnjih dopoldanskih in poznih popoldanskih urah, ko je sonce nizko. Zato so poleti najboljši nakloni do 15 ali 20° . Sprejemnik, ki je obrnjen na jug in nagnjen, je z direktnimi sončnimi žarki le malo obsevan, dokler sonce dopoldne ne pride na južni del neba in potem zopet popoldne, ko se pomakne proti severozahodu. Zato se pokaže nekoliko presenetljiv rezultat, da je za poletno obdobje za nekaj stopinj nagnjene sprejemnike najbolje usmeriti proč od juga – a za prakso so razlike glede orientacij zaradi majhnih nagibov praktično nepomembne in je v tem obdobju v praksi bolje položiti sprejemne ploskve kar horizontalno. Glede na zelo različne optimalne naklone in azimute pozimi in poleti seveda sledi, da največ energije lahko prejme sprejemnik s spremenljivim naklonom, azimutom, ali obojim" (Kastelec, Rakovec, Zakšek, 2008, 103-104).

Ugotavljajo, da je desetletno povprečje globalnega obseva (1994-2003) v Sloveniji med 3790 in 5000 MJ/m². Polovica Slovenije prejme med 4150 in 4540 MJ/m² sončne energije. Največ sončne energije prejmejo Primorje, Kras in Goriška (nad 4680 MJ/m²). Visoke so tudi interpolirane vrednosti letnega sončnega obseva za

nekatero izpostavljenih lege v Julijskih Alpah z Bohinjskim kotom, večji del Kamniških Alp ter južna Slovenija s Snežnikom (Kastelec, Rakovec, Zakšek, 2008).

8.2.2 Orientiranost in naklon sončne elektrarne

Pravilna izbira naklonskega kota in orientacija sta pri fotonapetostnih moduli veliko bolj pomembna parametra, kot pri sprejemnikih sončne energije. Nastavljanje orientacije in (predvsem) naklonskega kota fotovoltaičnih modulov med letom lahko skupni prispevek tako pridobljene električne energije zveča od 10 do 30 % (v krajih z visokimi vrednostmi sončnega obsevanja lahko tudi nekaj več). Pri nameščanju fotonapetostnih modulov težimo za tem, da je vpadno sončno sevanje čim bolj pravokotno na površino modula, kar pomeni večji izkoristek fotonapetostne pretvorbe. Pri namestitvi fotonapetostnih modulov veljajo strožji kriteriji, kot pri namestitvi sprejemnikov sončne energije. Module moramo usmeriti kar se le da v smeri juga oziroma v smeri iz katere prejemamo največ sončnega sevanja. Izogibati se moramo osenčenih mest, ki za namestitev fotovoltaičnih modulov niso primerna. Za namestitev modulov sicer veljajo naslednja splošna priporočila:

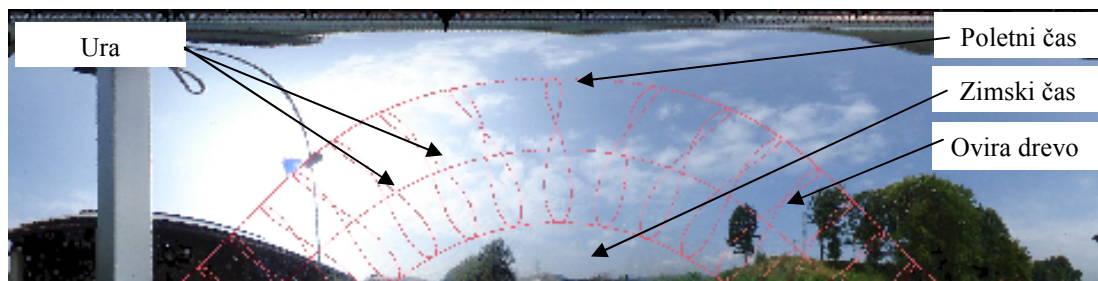
Doseganje največje izhodne moči – naklon fotonapetostnih modulov naj bo enak geografski širini.

Doseganje največje izhodne moči pozimi – naklon fotonapetostnih modulov naj bo enak geografski širini $+15^\circ$ (max $+20^\circ$). Takšna namestitev pride v poštev v primerih, ko je zimska poraba električne energije večja od poletne.

Ročno nastavljanje naklonskih kotov fotonapetostnih modulov – pri majhnih sistemih lahko module, če je to seveda možno, namestimo tako, da njihovo lego spreminjamo štirikrat letno in sicer: marca namestimo sončne celice pod naklonom, ki je enak geografski širini; maja naklon zmanjšamo za -10° ; septembra ponovno namestimo sončne celice pod naklonom, ki je enak geografski širini; novembra pa naklon povečamo za $+10^\circ$. S takšnim nameščanjem sončnih celic dosežemo maksimalen izkoristek fotonapetostnega sistema skozi vse leto.

Natančna analiza senčenja je potrebna v fazi načrtovanja sončne elektrarne. Izogibati se je potrebno senčenju modulov, tudi delnemu in visokim temperaturam pri uporabi

kristalnih modulov, ki znižujejo izkoristek celic. Potrebno je izbrati najbolj primeren naklonski kot. Pri namestitvi modulov lahko izberemo fiksni naklonski kot ali enoosno sledenje ali dvoosno sledenje.



Slika 8.3 Streha hleva za govedo z vrisano potjo sonca v urah dneva in v obdobjih leta



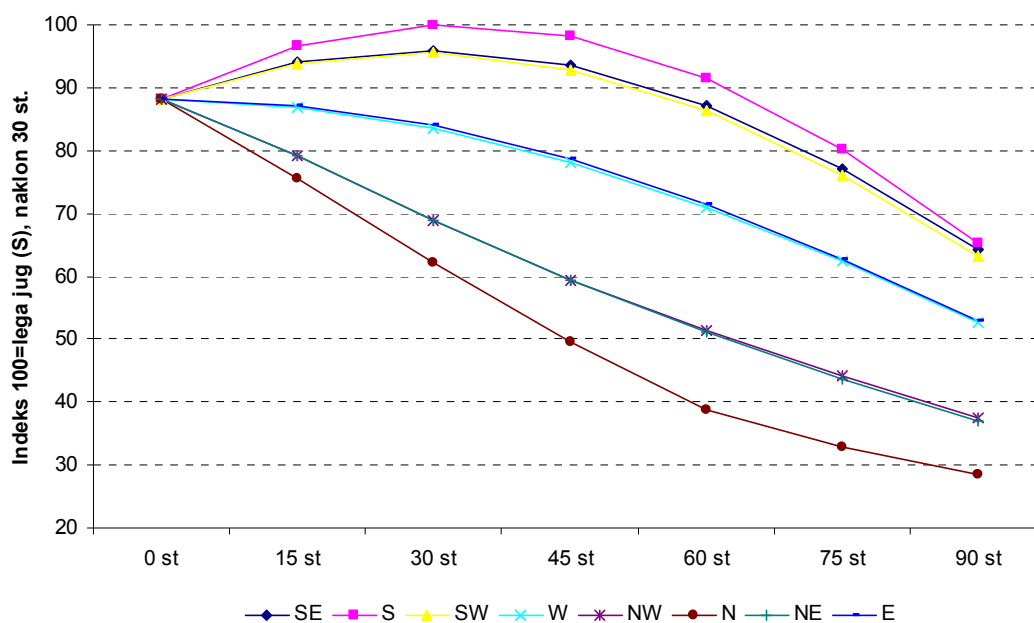
Slika 8.4 Streha hleva za konje z vrisano potjo sonca v urah dneva in v obdobjih leta

V fazi načrtovanja je potrebno proučiti ovire, ki dajejo senco fotonapetostnemu generatorju. Primer senčenja drevesa je prikazan na sliki 8.3 na strehi hleva za govedo Biotehniškega centra Naklo in primer neoviranega sončnega sevanja na sliki 8.4 na strehi hleva za konje Biotehniškega centra Naklo z uporabo orodja HortiCatcher pri digitalnem fotografiranju.

Ugotavljanje primernosti lokacije

Z združevanjem več sončnih modulov in z uporabo drugih elementov, kot so akumulatorji, regulatorji polnjenja in razsmerniki, lahko zgradimo poljubno močan sistem za oskrbo z električno energijo na katerikoli lokaciji, če je le na razpolago dovolj sončnega sevanja.

Na sliki 8.5 je primer učinkov sončnih celic iz monokristalnega silicija za Ljubljano glede na lego in naklon z uporabo kalkulatorja na spletni strani www.valentin.de.



Legenda: SE – jugovzhod, S – jug, SW jugozahod, W – zahod, NW – severozahod, N – sever, NE – severovzhod, E – vzhod

Slika 8.5 Primer učinkov sončnih celic iz monokristalnega silicija za Ljubljano glede na lego in naklon

8.3 Fotovoltaični efekt

8.3.1 Pretvorba sončne energije v električno energijo

Energija sončnih žarkov se lahko neposredno pretvarja v električno energijo s pomočjo sončnih celic. Narejene so iz silicija, drugega po vrsti najbolj razširjenega elementa v zemeljski skorji. To je material, ki ob izpostavljenosti sončni svetlobi sprošča elektrone, kar povzroča nastajanje električnega toka in s tem (DC) enosmerno napetost.

Pretvorba se izvrši v sončnih celicah, ki so v osnovi polprevodniške diode z veliko površino, zgrajene iz dveh različnih tipov polprevodniških plasti. Ena plast ima primesi donorjev, kar pomeni, da ima presežek elektronov. To plast imenujemo polprevodnik tipa N. Druga plast je tip P in vsebuje primesi akceptorjev, kar pomeni, da ji primanjkuje elektroni oziroma ima presežek vrzeli.

Pri kemijskem elementu siliciju najlažje razložimo vlogo primesi (dopantov). Silicij je štirivalenten kemijski eski element, v katerem se atomi medsebojno vežejo v kristal, podobno kot pri diamantu. Če v strukturo vnesemo primesi fosforja, ki je petvalenten, ostane ena vez prosta in s tem en slabše vezani elektron. Pri dodajanju bora, ki je trovalenten, pa en elektron primanjkuje. Tako dobimo plasti tipa N in P, ki imata presežek oziroma primanjkljaj elektronov.

Ko ta dva polprevodnika damo skupaj, pride do difuzije nabojev preko stične površine. Te staknitve v praksi dejansko ne moremo izvesti, a nam pomaga pri lažjem razumevanju sončne celice. Elektroni iz polprevodnika tipa N pričnejo prodirati v polprevodnik tipa P, medtem ko vrzeli prodirajo iz polprevodnika tipa P v tip N. Tako ob robu spoja v polprevodniku tipa P nastane negativni prostorski naboj, v tipu N pa pozitiven. Ustvarjeni naboj povzroči električno polje, ki zavira nadaljnjo difuzijo delcev. Če nosilci ne bi imeli naboja in ne bi nastalo električno polje, bi delci prodirali tako dolgo, dokler ne bi bili enakomerno porazdeljeni po celotnem polprevodniku. Območje, kjer se poruši električna nevtralnost, imenujemo prehodno (osiromašeno) področje ali področje prostorskega naboja. S priključitvijo zunanje napetosti na zgradbo z opisanim PN-spojem se zaviralno električno polje v prehodnem področju spreminja in skozi diodo lahko teče enosmerni električni tok le v eni smeri.

V osvetljeni sončni celici se generirajo pari elektron-vrzel. Električno polje loči in povleče elektrone iz prehodnega področja v polprevodnik tipa N in vrzeli v polprevodnik tipa P. Elektroni in vrzeli se nato v nevtralnem delu polprevodnika s pomočjo difuzije premikajo proti kontaktoma. Ločitev elektronov in vrzeli povzroči napetostno razliko na kontaktih, ki ob priključitvi porabnika požene električni tok (Lazar, 2006).

Do pretvorbe energije svetlobe v električno energijo (napetost) prihaja zaradi fotovoltaičnega pojava. Pri vpadu fotonov na kristalno mrežo polprevodnika fotoni oddajo svojo energijo kristalni mreži in če je energija dovolj velika ta pojav povzroča nastajanje prostih valenčnih elektronov. V splošnem je fotoefekt tristopenjski proces, pri katerem svetloba generira pozitivno in negativno nabite delce v PN-spoju silicijeve celice. Vgrajeno električno polje loči delce, kar vodi do pojava enosmerne

napetosti med obema spojemata in v primeru priključenega bremena steče enosmerni električni tok.

8.3.2 Delovanje sončnih celic

Sončna (fotovoltaična) celica je sestavljena iz treh plasti:

- kovinska osnovna plošča,
- plast iz polprevodniškega materiala,
- tanka prosojna kovinska plast.

Pri osvetlitvi se na meji med kovinsko presojno plastjo in polprevodnikom generira napetost. Izhodna napetost je odvisna od upora; brez upora je odprta zanka. Gre za logaritmčno odvisnost med osvetlitvijo in izhodno napetostjo. Z ustreznim uporom se lahko približamo linearni odvisnosti.

Fotovoltaične elektrarne proizvajajo električni tok zaradi fotonov, ki zadenejo PN-spoj. Fotoni s svojo energijo pri vpadanju svetlobe povzročijo, da prosti elektroni zapustijo svojo orbito. Tako dobimo napetostno razliko, zaradi katere pri priključnem bremenu začne teči električni tok.

Svetlobna energija ne doteka kontinuirano, ampak v kvantih svetlobnega valovanja. Energija kvantov je odvisna od valovne dolžine svetlobe oziroma elektromagnetnega valovanja, od česar je odvisno število sproščenih elektronov. Prosti elektroni bodo nastali le v primeru, če bo energija vpadnih fotonov enaka ali večja od energijske meje med valenčnim in prevodnim pasom.

8.4 Material za sončne celice

8.4.1 Silicij

Glede na tehnološke postopke se sončne celice razvršča v izdelane iz silicijevih rezin, oziroma tankoplastne celice, ki jih proizvajajo s pomočjo vakumskih tehnologij.

Silicij (Si) je glavni material za izdelavo sončnih celic in je praktično še vedno edina surovina za masovno proizvodnjo sončnih celic. Kot najpogosteje uporabljeni polprevodnik ima dobre lastnosti:

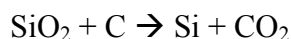
- v naravi se nahaja v zelo velikih količinah. Silicij v obliki oksidov sestavlja 1/3 zemeljske skorje,
- je nestrupen, okolju prijazen, tudi odpadki ne predstavljajo težav,
- lahko se tali, obdeluje in ga je sorazmerno enostavno oblikovati v monokristalno obliko. Njegove električne lastnosti (obstojnost do 125 °C) omogočajo uporabo Si polprevodniških elementov tudi v najzahtevnejših primerih uporabe.

Čisti silicij je edini, v tehniki široko uporabljan element, ki ga pridobivamo tako čistega. Odstotek čistega silicija v materialu dosega najmanj 99.9999999%. Glede na gostoto silicija, ki znaša 5×10^{22} atomov/cm³, to pomeni 5×10^{13} atomov nečistoč/cm³. Številčne vrednosti atomov primesi v materialu se določajo z različnimi metodami, kot so masna spektrometrija, meritve s pomočjo Hallovega efekta in z vrsto drugih specifičnih fizikalnih metod.

8.4.2 Pridobivanje silicija

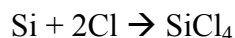
Pridobivanje čistega silicija iz peska (SiO₂)

Osnovna surovina za izdelavo čistega silicija (SiO₂) je metalurški surovi silicij, ki ga pridobivajo z redukcijo v elektropečeh pri temperaturi pri 1800 °C. Čistota tako pridobljenega metalurškega silicija znaša 98-99 %. Kot reducent služijo ogljikove elektrode, celotna reakcija pa je sledeča:



Takšen silicij se uporablja kot surovina za izdelavo čistega silicija, uporaben pa je tudi v jeklarstvu in v proizvodnji aluminija, kot dodajni material. Letna proizvodnja znaša več kot pol milijona ton, glavne proizvajalke pa so države z veliko poceni električne energije (hidroelektrarne), kot so Kanada, Norveška in Brazilija. Za proizvodnjo takšnega silicija je sicer potrebno 15 do 25 kWh električne energije/kg pridobljenega metalurškega silicija. S kloriranjem fino mletega metalurškega silicija

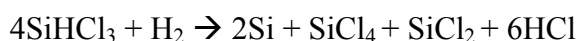
v posebnem reaktorju dobimo silicijev tetraklorid (plin). Primesi oziroma nečistoče se izločajo v obliki klorovih soli.



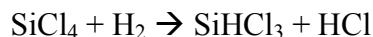
Nadaljnje reakcije vodijo do nastanka plina triklorsilan:



V nadaljnjem postopku se triklorsilan še dodatno prečiščuje, tako da se odstranijo morebitni ostanki tetraklorsilana in drugih silanov. Čiščenju sledi še redukcija v vodikovi atmosferi pri 950 °C:



Poleg čistega silicija v tem postopku dobimo tudi množico stranskih produktov. Večina stranskih produktov iz reaktorja izhaja v plinasti obliki in nato kondenzira. Tudi tu je eden od stranskih produktov tetraklorsilan. Tudi v tem primeru ga s sledečo reakcijo pri 1200° C pretvorimo v triklorsilan:



Proizvodnja polikristalnega silicija

Postopek pridobivanja čistega polikristalnega silicija iz triklorsilana se lahko (med drugim) izvaja v posebnih pečeh, ki so jih razvili v Siemensu. Peči se ogrevajo s tokom, ki teče skozi (v večini primerov) Si elektrode. Elektrode imajo premer do 8 mm, dolge pa so 2 m. Tokovi, ki tečejo skozi elektrode lahko znašajo tudi 6000 A. Stene peči dodatno hladimo, kar preprečuje nastajanje neželenih reakcij zaradi plinskih stranskih produktov. Rezultat procesa je čisti polikristalni silicij, ki ga nato uporabljamo kot surovino za izdelavo sončnih celic. Polikristalni silicij pridobivamo tudi iz silicija, ki ga segrevamo na 1500 °C in nato ohlajamo na 1412 °C, kar je tik nad tališčem materiala. Pri ohlajanju nastaja blok polikristalnega silicija vlaknaste strukture dimenzij 40 x 40 x 30 cm. Pri polikristalnem siliciju je zgradba v delu materiala urejena, vendar ni usklajena z zgradbo v drugem delu materiala.

Proizvodnja monokristalnega silicija

Monokristalni silicij pridobivamo iz čistega silicija z dvema postopkoma:

Metoda Czochralskega:

Silicij po tej metodi pridobivamo iz taline v indukcijski peči z grafitno oblogo pri temperaturi 1415 °C. Na palico nanese silicijev kristal določene orientacije, nakar z vrtenjem palice v talini kristal narašča. Hitrost vrtenja palice znaša 10 do 40 obratov na minuto, pomikanje po dolžini pa med 1 mikrometrom in 0,1 milimetrom na sekundo. Na ta način lahko izdelamo palice premera 30 cm in dolžine nekaj metrov. Vse skupaj poteka v inertni atmosferi, morebitne nečistoče pa zgorijo, oziroma se izločajo v talini.

Conska rafinacija:

Prednost tega postopka je v večji čistoči silicija, z njim pa lahko izdelamo palico silicija premera 10 cm in dolžine 1 m. Postopek poteka v inertni atmosferi, pri čemer indukcijski grelec potuje vzdolž palice in tali silicij, pri čemer pri ohlajanju nastaja monokristal silicija. Bloki monokristalnega ali polikristalnega silicija se nato žagajo in obdelujejo do končne oblike sončnih celic. Samo pri žaganju gre v izgubo okrog polovica materiala.

Pridobivanje amorfnega silicija

Amorfni silicij pridobivamo v visokofrekvenčnih pečeh v delnem vakuumu, skozi katere ob prisotnosti električnega polja visokih frekvenc prepihujemo pline silan in B_2H_6 ali PH_3 , s pomočjo katerih v silicij dodajamo bor ali fosfor.

Kristalne sončne celice

V to skupino prištevamo tako polikristalne, kot tudi monokristalne sončne celice. Osnova za izdelavo celic je blok kristalnega silicija, katerega proizvodnja je že opisana. Rezine silicija, ki so osnova za izdelavo sončnih celic režemo iz bloka z diamantno žago. Izrezane rezine, debeline 1 mm, ki so rezane na 1/10 mm natančno, se nato položi med dve planparalelni, nasproti rotirajoči, kovinski plošči, s čimer dosežemo izravnanje obeh ravnin rezine na nekaj tisočink mm natančno. Nato sledi postopek izdelave celic, ki je sestavljen iz sledečih korakov:

- Najprej se dopirane rezine jedka do globine nekaj mikrometrov. Na ta način odstranimo nepravilnosti v strukturi kristala, ki so nastale zaradi žaganja, obenem pa se rezine na ta način tudi očisti. Material se sicer dopira kot talina pri polikristalnem siliciju ali pa se dodajajo ustrezni plini, ko se iz silana pridobiva čisti silicij.
- Temu postopku sledi difuzija. Pri temperaturi 800 °C pride do difuzije fosforja, ki ga dovajamo v plinasti obliki, v notranjost materiala. Nastane N dopirana plast in oksidna plast, bogata s fosforjem, na vrhu rezine, zaradi reakcije s kisikom.
- Rezine se nato zložijo v obliko kocke, ki se nato jedka v kisikovi plazmi, s čimer odstranimo N plast na robovih.
- V naslednji fazi s pomočjo mokrega kemijskega jedkanja odstranimo še oksidne plasti na površinah rezin.
- Na zadnji strani se nato izdelava površina kontaktov iz srebra, ki vsebuje 1 % aluminijskega oksida. Srebro se na površino celic tiska preko maske, s posebnim postopkom.
- Nato se potiskano celico sintra pri visokih temperaturah.
- Na podoben način tiskamo še kontakte za povezavo na prednji strani celic.
- Tudi antirefleksno plast nanašamo na podoben način. Na izbiro imamo titanove paste, ki pri sintranju tvorijo titanov dioksid TiO_2 ali pa silicijev nitrid Si_3N_4 .

Amorfne sončne celice

Amorfne sončne celice izdelujemo s podobnimi postopki, kot integrirana vezja.

Zaradi tega tovrstne module večkrat imenujemo tudi tankoplastni moduli (thin-film modules).

Postopek izdelave amorfnih sončnih celic je sledeč:

- Najprej steklen substrat temeljito očistimo.
- Sledi nanašanje spodnje kontaktne plasti.
- Površina se nato strukturira – razdeli v trakove
- V vakumu se pod vplivom visokofrekvenčnega električnega polja nanaša plast amorfnega silicija.

- Ponovno sledi delitev v trakove.
- Nato sledi še nanašanje zgornjih kovinskih elektrod.

Tabela 8.2 Lastnosti materialov sončnih celic

Material	Debelina	Izkoristek %	Barva	Slabosti	Prednosti in perspektive
Monokristalne Si sončne celice	0,3 mm	14 - 20 %	Temno modra, črna z AR plastjo, siva brez AR plasti	Dolgotrajni proizvodni postopki, potrebno žaganje rezin	Najbolj raziskan material. V prihodnosti bo prevladoval na tržišču: veliko razmerje moč/površina.
Polikristalne Si sončne celice	0,3 mm	13 - 15 %	Modra z AR plastjo, srebrno-siva brez AR plasti	V primerjavi s tankoplastnimi daljši proizvodnji postopki, potrebno žaganje rezin	Najpomembnejši material vsaj v naslednjih nekaj letih.
Polikristalne Si celice v obliki traku	0,3 mm	12 %	Modre z AR plastjo, srebrno-sive brez AR plasti	Omejena uporaba proizvodnih postopkov	Možn. znižanja proizvodnih stroškov v prihodnosti. Ni žaganja rezin.
Amorfne sončne celice, Tankoplastne kristalne	0,13 mm	5 - 8 %	Rdeče-modra, črna	Manjša učinkovitost, krajša življenjska doba.	Možn. proizvod. v obliki traku, ni žaganja rezin. Ob izbolj. lastn. (izkoristek, življ. doba) najbolj persp. material.
Kadmijev telurid (CdTe)	0,008 mm + 3 mm steklen substrat	6 - 9 % (modul)	Temno zelena, črna	Strupene surovine	Možn. znižanja proizvodnih stroškov v prihodnosti
Bakrov indijev diselenid (CIS)	0,003 mm + 3 mm steklen substrat	7,5 - 9,5 % (modul)	Črna	Omejene zaloge indija v naravi	Možn. znižanja proizvodnih stroškov v prihodnosti
Hibridne (HIT) sončne celice	0,02 mm	18 %	Temno modra, črna	Omejena uporaba proizvodnih postopkov	Višja učinkovitost, boljši temperat. koeficient in manjša debelina.



Slika 8.6 Multikristalni fotonapetostni moduli podjetja Bisol

8.5 Sončne celice

8.5.1 Tipi sončnih celic

Glede na kristalno zgradbo so sončne celice lahko monokristalne, polikristalne ali amorfne (slika 8.7).

Med kristalne sončne celice se razvrščajo monokristalne (s homogeno strukturo, vsi atomi so med seboj lepo urejeni v celoto) in polikristalne (z delno kristalno strukturo) sončne celice. Osnova za izdelavo celic je blok kristalnega silicija, iz katerega se z diamantno žago narežejo 1 mm debele rezine silicija z desetinko mm natančnostjo.

Amorfne sončne celice se izdelujejo s podobnimi postopki, kot integrirana vezja. Zato se moduli imenujejo tudi tankoplastni moduli.

Monokristalne celice dosegajo izkoristek $\eta = 13-17\%$ in ceno $3,9 \text{ €/W}_p$, polikristalne izkoristek $\eta = 12-14\%$ in ceno $3,9 \text{ €/W}_p$ ter amorfne tenkoplastne celice $\eta = 5-7\%$ in ceno $3,5 \text{ €/W}_p$. Na tržišču so hibridni HIT moduli (mono – a – Si) z najboljšim izkoristek $\eta = 17\%$ in ceno $4,3 \text{ €/W}_p$. Omogočajo višjo učinkovitost, boljši temperaturni koeficient in manjšo debelino (<http://www.pv-platforma.si/>).



Slika 8.7 Monokristalne (levo), polikristalne (v sredini) in amorfne – tankoplastne (desno) sončne celice

Tankoplastni moduli so izdelani iz amorfnega silicija. Prednost amorfnega silicija v primerjavi s kristalnim je manjši temperaturni koeficient, kar pomeni, da segrevanje modulov ne predstavlja takšnih težav kot pri kristalnih celicah (Lenardič, 2008).

Tabela 8.3 Lastnosti sončnih modulov

Fotovoltaični moduli	Učinkovitost	Življenjska doba	Cena	Razmerje moč/površina
Monokristalni	10 – 13 %	25 let 90 % naziv. moči, 30 let 80 % naziv. moči	višja	Visoko
Polikristalni	9 – 13 %	10 let 90 % naziv. moči, 25 let 80 % naziv. moči	srednja	Srednje
Amorfni	6 – 8 %	10 let	nizka	Nizko

8.6 Elementi sončne elektrarne

Sestavni deli sončne elektrarne so: fotonapetostni moduli, razsmerniki, priključno merilno mesto in kontrolna enota za zajem in shranjevanje podatkov.

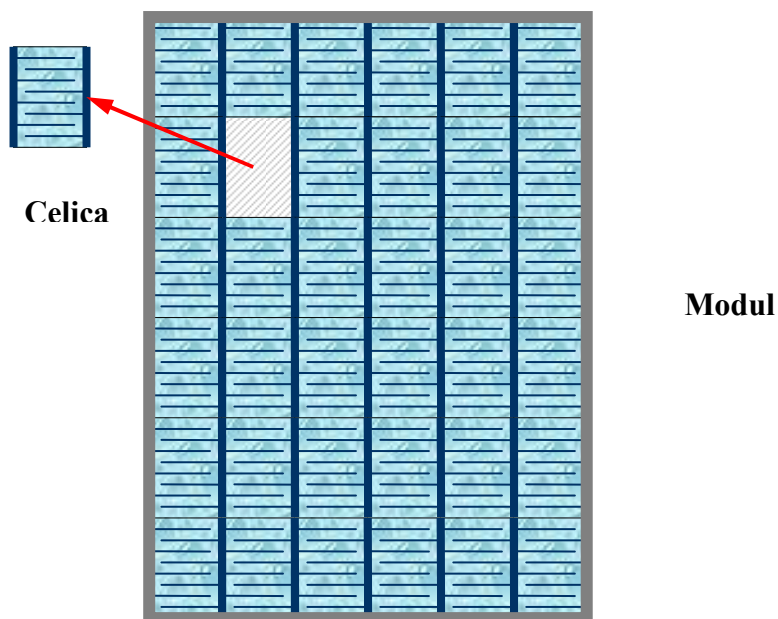
Eden glavnih in najdražjih sestavnih delov so fotonapetostni moduli, kateri s pomočjo fotoefekta pretvarjajo sončno energijo v električno.

8.6.1 Fotonapetostni moduli

Fotonapetostni modul, v katerem prihaja do pretvorbe svetlobne energije v električno, je osnovni element vsakega fotonapetostnega sistema. Sestavljen je iz večjega števila, med seboj povezanih, sončnih celic. Večina komercialnih modulov iz kristalnih celic je sestavljena iz 36 do 72 celic (slika 8.8). Klasični modul je uokvirjen z aluminijastim okvirjem. Tipične moči modulov s kristalnimi sončnimi celicami, ki so na tržišču, segajo od nekaj W do 215 W/modul. Nekateri proizvajalci nudijo tudi že sestavljene panele z večjim številom modulov vgrajenih v en nosilni okvir moči več 100 W.

Nekatere nove možnosti uporabe fotovoltaičnih modulov, ki so bile predstavljene pred kratkim, je namestitev integriranih modulov na streho namesto strešne kritine (<http://www.bramac.si/>).

Tankoplastne amorfne celice s posebnim lepjenjem na pločevino v zadnjem času razvija tudi Trimo (<http://www.trimo.si/>), ni pa v Sloveniji še postavljenega pilotnega projekta.



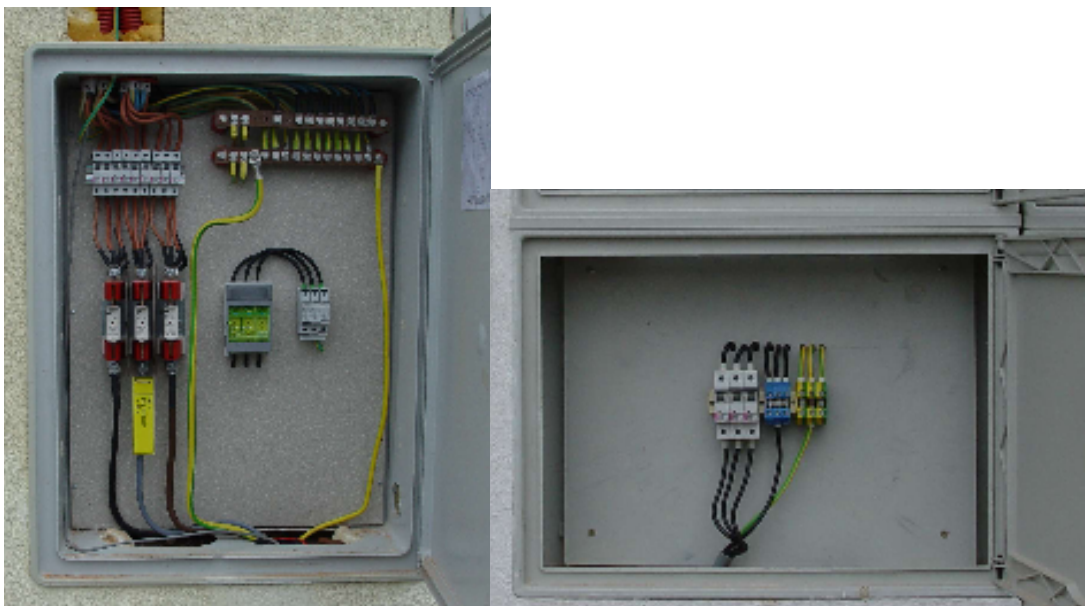
Slika 8.8 Fotovoltaični modul sestavljen iz 72 sončnih celic

8.6.2 Omrežni razsmerniki

Omrežni razsmernik pretvarja enosmerno napetost, ki jo proizvedejo solarni moduli v izmenično napetost sinusne oblike, ki je sinhronizirana z napetostjo javnega električnega omrežja. Razsmernik deluje popolnoma avtomatizirano. Takoj, ko je sončno obsevanje zadostno za paralelno delovanje z omrežjem, kontrolna enota sproži sinhronizacijo z omrežjem in pošiljanje energije vanj. Za pričetek delovanja zadostuje že 10-15 W moči solarnega generatorja. Razsmernik med delovanjem stalno sledi točki največje moči solarnega generatorja. Takoj, ko ob mraku ni več zadostne moči iz solarnega generatorja, se razsmernik samodejno odklopi od omrežja. Ker se kontrolna enota napaja direktno iz solarnega generatorja, se razsmernik ponoči avtomatično ugasne in ne porablja nobene energije za delovanje. Razsmerniki so načrtovani tako, da lahko obratujejo s solarnimi generatorji s širokim območjem vhodnih napetosti. Nanje se zato lahko priključijo različne vrste solarnih modulov. Če pride do nevarnosti pregrevanja pri polni obremenitvi razsmernika, le-ta avtomatično zmanjša izhodno moč, da prepreči pregrevanje naprave.



Slika 8.9 Prva skupina razsmernikov z DC spojiščem in druga skupina razsmernikov



Slika 8.10 AC spojišče

8.6.3 Sistemski nadzor in diagnostika

Nadzor nad delovanjem sistema je bistvenega pomena za optimalne energijske donose, varnost fotonapetostnega sistema in zagotavljanje dolge življenjske dobe vseh komponent fotonapetostnega sistema. Omrežni razsmerniki SMA imajo več možnosti prenosa podatkov in nadzora delovanja sistema.

Prenos informacijskih signalov med razsmernikom in kontrolno enoto ali računalnikom je izveden s pomočjo priključitve podatkovnih vodnikov na električne vode. Razsmerniki morajo biti opremljeni z *modemom*, ki omogoča prenos podatkov po močnostnem omrežju. V primerih, kjer obstaja nevarnost visokofrekvenčnih motenj v električnem omrežju, je komunikacija med omrežnimi razsmerniki in kontrolno enoto ali računalnikom izvedena po ločenih podatkovnih vodnikih.



Slika 8.11 Sistemski nadzor in diagnostika



Slika 8.12 Senzorika

V omrežjih, kjer pričakujemo znaten medsebojni vpliv večjega števila omrežnih razsmernikov, *komunikacijo* izvedemo s pomočjo komunikatorja RS485.

Kontrolna enota, v našem primeru proizvajalca Sunny Boy Control Plus je namenjena zajemu in shranjevanju podatkov iz vseh omrežnih razsmernikov. Kontrolna enota zajema podatke in sporočila iz posameznega razsmernika preko merilnih kanalov.

8.6.4 Merilno in ločilno mesto

Na merilnem mestu se izvajajo meritve in odčitavanje oddane električne energije. V ta namen je montiran trifazni elektronski števec MT 851 v kombinaciji s

komunikatorjem P2S, ki je priključen na komunikacijo. Merilni in komunikacijski del je zaščiten s prenapetostnimi odvodniki.



Slika 8.13 Merilno in ločilno mesto

Nameščena je oprema ločilnega mesta, ki omogoča ročni vklop in odklop ter avtomatski odklop elektrarne od omrežja v primeru delovanja električne zaščite.



Slika 8.14 Shema elementov sončne elektrarne

8.6.5 Niskonapetostni priključek

Z elektroenergetskim soglasjem upravljalec distribucijskega omrežja definira pogoje za priključitev na javno distribucijsko omrežje. Sončna elektrarna je od merilnega in ločitvenega mesta na javno omrežje povezana preko niskonapetostnega priključka. Tehniško dimenzioniranje priključnega kabla prikažemo na primeru Sončne elektrarne Strahinj.

Od transformatorske postaje Strahinj – Biotehniška šola do priključno merilne omarice na hlevu za konje se v kabelsko kanalizacijo uvleče niskonapetostni kablovod PP 00/AY 4 x 70 + 2,5 mm², dolžine 87 m.

Skozi kabel bo tekel tok obremenitve I_B :

$$I_{B-70} = \frac{P_{kn}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 136,7 A \text{ (2.faza)} \quad 125,7 A \text{ (1. faza)} \quad (7.1)$$

kjer pomeni:

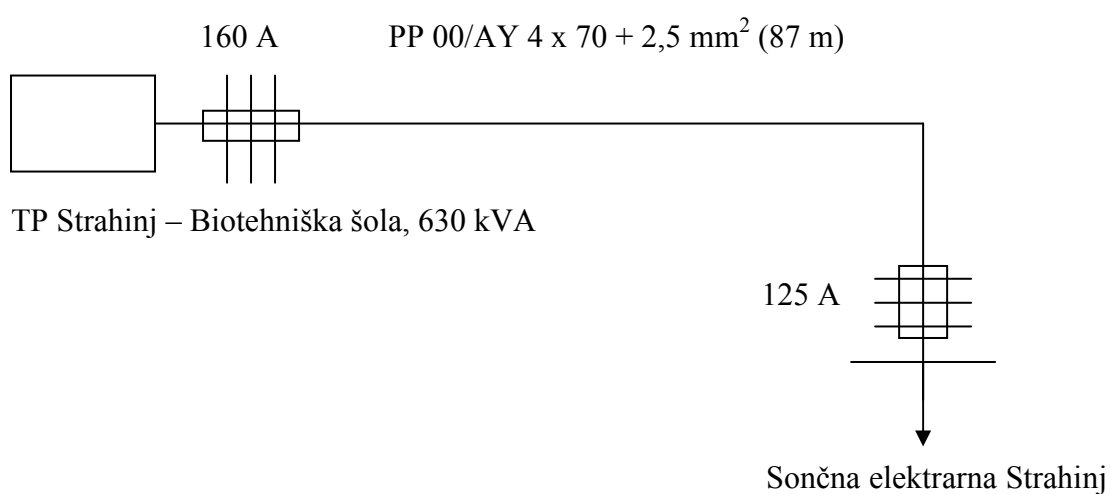
I_B – tok obremenitve (A)

P_{kn} – konična moč: v 1. fazi: 82,74 kW, v 2. fazi: 89,835 kW

U – omrežna medfazna napetost: 400 V

$\cos \varphi$ – fazni faktor: 0,95

Za priključno merilno omarico Sončne elektrarne Strahinj izberemo nazivno varovalko 100 A in v transformatorski postaji Strahinj – Biotehniška šola nazivno varovalko 125 A v 1. fazi izgradnje elektrarne moči 82,74 kW, oziroma 160 A v 2. fazi izgradnje elektrarne moči 89,835 kW (slika 8.15). Za nizkonapetostni priključni kabel izvedemo tehniške izračune in kontrole z upoštevanjem korekcijskih faktorjev za kabelsko kanalizacijo, glede na trajno dovoljeni tok, glede na dopustni termični tok, glede na preobremenitev, glede na kratek stik ter izračune izgube napetosti (priloga 7).



Slika 8.15 Enopolna shema varovanja nizkonapetostnega kabla

9 INFORMACIJSKI PROCESI PROJEKTA

Organiziranje projekta je odvisno od številnih dejavnikov, ki pogojujejo učinkovito organizacijo, zato jih upoštevamo, ko oblikujemo ustrezno organizacijsko strukturo.

Ti dejavniki so predvsem:

- projekt s svojimi značilnostmi,
- kadri s svojim znanjem in izkušnjami pri vodenju in izvajanju projekta,
- poslovni sistem, v okviru katerega projekt poteka.

Znanje je danes temeljna razvojna sila, tudi pri organizaciji projektov. Zato je organizacija odvisna od usposobljenosti delavcev za delo pri projektih, od čuta za teamsko delo, poznavanja projektnih metod vodenja, organizacije in podobno. Poslovni sistemi, ki imajo ustrezne kadre, bodo zato težili k čistejšim oblikam projektne organiziranosti in obratno. Treba je torej upoštevati znanje s tega področja in temu primerno organizirati projekte (Bizjak, Petrin, 1996).

Projekt v poslovnem sistemu poteka kot posebno pomembna naloga v okviru stalnega poslovnega procesa. Kot enkratna naloga ima svoj začetek in svoj konec, to pomeni, da ni sorodna tekočemu poslovnemu procesu.

S pridobitvami informacijskih tehnologij uvedemo postopke za postavitev ustreznega modela za vodenje postopkov izgradnje sončnih elektrarn od ideje do izvedbe z vidika udeležencev, dokumentov in nalog.

Model omogoča učinkovito izvajanje in spremljanje naložbenih projektov. Razdeljen je po osnovnih korakih:

- zbiranje projektnih idej,
- planiranje in projektiranje,
- izbor ponudbe in sklepanje pogodbe,
- izgradnja in vstavljanje v obratovanje,
- plačila naložbe in priprava poročil z ustreznim modelom.

K razvoju projekta smo pristopili sistemsko. Uporabljena so bila namenska orodja: MS Visio, MS Project, MS Word in MS Excel.

9.1 Izhodišča za pripravo projekta informacijskih tehnologij

9.1.1 Namere in cilji

Namen je z modelom nazorno opisati postopke inženiringa.

Cilj je izboljšati postopke posameznih faz in sledenje aktivnostim z zapisi.

S faznim proučevanjem in obdelavo elementarnih aktivnosti pojasnimo smeri, zaporedje in nosilce ter zapise v dokumentih.

Zanima nas pojasnitev kompleksnega projekta iz prakse, ki bo dal rešitev naložbenega modela za sončne elektrarne.

S skrbnim načrtovanjem členimo aktivnosti, ki se povezujejo v skupine. S *sprotnimi cilji* in testiranji izkustev iz prakse preverjamo pravilnost izgradnje nastajajočega modela.

9.1.2 Sprejem politik

Politika projekta

Politika projekta bo temeljila na koordiniranju, organiziranju, motiviranju, poročanju in informiranju ter bo usmerjena v sistematično gradnjo vedno večjih in kvalitetnih sončnih elektrarn.

Politika okolja

Temeljila bo na ozaveščanju varovanja okolja.

Politika motiviranja

Bo usmerjena k ljudem, ki ustvarjajo na projektu in so visoko strokovno podkovani. Podjetje jim bo nudilo pogoje za stimulatívno motiviranost, napredovanje in nagrajevanje ter ustrezno podporo.

Politika veščin

Podpirala bo praktično usposabljanje, seznanjanje in utrjevanje veščin.

9.1.3 Opredelitev naloge

Opredelitev naloge:

- analizo s posnetkom stanja študije primera dosedaj grajenih štirih sončnih elektrarn,
- preverjanje in razlaga dvomljivih povezav in nadrejenih funkcij z razčiščevanjem in izboljšavo,
- podajanje učinkovitejših rešitev aktivnosti, nosilcev, smeri in dokumentiranosti,
- definiranje metod, terminov, redundance,
- načrtovanje, variantni predlogi, analiza in izbor najboljših končnih oblik, kodiranje in zagon sistema.

Solarna tehnika predstavlja nov izziv. Pilotske sončne elektrarne so izpolnile pričakovanja, sistematično se lotevamo vedno večjih, zahtevnejših in kompleksnih elektrarn. Zato težimo k notranjim standardom in dokumentiranjem procesov.

Z investiranjem v najnovejše tehnologije sončnih panelov, ki jih vgrajujemo v nove sončne elektrarne izboljšujemo učinek instalirane moči na površino.

9.1.4 Zahteve za projekt

Zahteve za projekt:

- odločitev za začetek realizacije projekta sončne elektrarne in vključitev v strateški načrt podjetja, ki ga odobri nadzorni svet podjetja,
- zagotovitev finančnih sredstev zagotovljenih v gospodarskem načrtu podjetja iz lastnih virov in z najetjem kredita,
- imenovanje vodje projekta, ki ima podporo poslovodje podjetja, pri pridobivanju kadra za sestavo projektnega teama,
- seznanitev podpornih struktur družbe s projektom: inženiring, informatika, telekomunikacije, dostop do distribucijskega omrežja, ki bodo zagotavljale podporno okolje,
- definiranje začetka in zaključka projekta.

Solarna tehnika predstavlja nov izziv. Pilotske sončne elektrarne so izpolnile pričakovanja, sistematično se lotevamo vedno večjih, zahtevnejših in kompleksnih elektrarn. Zato težimo k notranjim standardom in dokumentiranjem procesov.

Z investiranjem v najnovejše tehnologije sončnih panelov, ki jih vgrajujemo v nove sončne elektrarne izboljšujemo učinek instalirane moči na površino.

9.1.5 Vsebina dokumentov

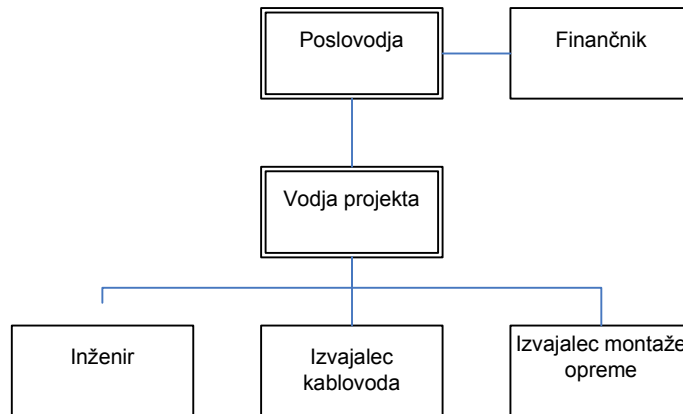
Vsebina dokumentov:

- zbiranje projektnih idej,
- planiranje investicije,
- projektiranje,
- montaža opreme,
- vstavljanje v obratovanje,
- plačila računov in priprava poročil.

9.2 Organiziranost

9.2.1 Razvoj ključnega projektnega teama

Razvoj ključnega teama je usmeritev v izpolnjevanje in spoznavanje novih tehnologij na tržišču in pristopov vodenja. Ključni team so: vodja projekta, inženir ter izvajalec. Odgovorni so poslovodji – direktorju. V organigram se vključuje po posredni funkciji finančnik (slika 9.1).



Slika 9.1 Organigram projektnega teama

Ključni team ima pomembne vzvode za uspešno vodenje projekta, zato se člani udeležujejo in z referati sodelujejo na mednarodnih simpozijih o fotovoltaiiki, strokovnih konferencah ter obiskujejo sejme.

9.2.2 Razvoj ključnega projektnega teama

Organiziranost projektnega teama mora imeti podporo okolja in organizacije v smislu samostojnega subjekta, imenovanega projektni team, ki ima pristojnost pri odločitvah za izvedbo projekta. Realizacija projekta zahteva s tehničnega vidika obojestransko sodelovanje naročnika in izvajalca. Naročnik skrbi za nadzor nad izvajanjem projekta, kontrolira časovni potek izvedbe z vidika uresničevanja terminskega plana in financiranja projekta. Vodja projekta je zadolžen za celotno tehnično, programsko in finančno realizacijo. Za notranjo tehnično izvedbo posamezne vrste del poskrbi v skladu z ureditvijo obveznosti inženir, ki sodeluje z izvajalci posamezne vrste del.

9.2.3 Razvoj ključnega projektnega teama

Usklajevanje projekta poteka na tedenskih operativnih sestankih projektnega teama, ki bo opravil pregled realizacije minulega tedna, sestavil operativni plan tekočega tedna in izgled za predvidena dela v naslednjih dveh tednih. Na sestanku bo pozornost posvečena usklajevanju projekta glede nalog, dinamike in koordinacije del. Po predhodnem posvetovanju s projektnim teamom bo odločal o aktivnostih

vodja projekta. Po potrebi bodo na sestanke vabljeni tudi predstavniki drugih izvajalskih organizacij. Kontrola je mesečna.

9.2.4 Razvoj ključnega projektnegea teama

Terminski plan izvedbe prikažemo z Ganttovom in Network diagramom (Markič, 2004) za izvedbo aktivnosti. Dinamika izgradnje sončne elektrarne je 6 mesecev od ideje do izvedbe.

9.2.5 Programiranje

Programiranje bo zasnovano, planirano in kontrolirano celovito in sistemsko po vseh fazah projekta s posebno pozornostjo na soodvisnih izvedbenih procesih. To bo s pomočjo informacijskega sistema povečalo transparentnost in preglednost. Celovit sistem izgradnje projekta bo določil nadrejene in podrejene funkcije in jasno izločil podvajanje funkcij ter s tem prepletanje. Ključni projektne team bo vodil spremembe s strateško podporo, spremljal izkoriščenost tehničnih delovnih sredstev in čakanja na realizacijo, sistemsko presojal programske ideje in sodelovanje vseh udeležencev.

9.2.6 Načrtovanje

Z vidika oblikovanja projekta ločimo *faze v razvoju projekta*:

- zasnova projekta,
- opredelitev projekta,
- izvedba projekta.

Taka členitev je uporabna za izvajalca projekta, to je nosilca vseh obveznosti pri oblikovanju projekta od zasnove do predaje projekta, saj v navedenih fazah izvede vse faze, ki so potrebne za materializacijo projekta. Za sam poslovni sistem, v okviru katerega in za katerega projekt razvijamo, pa taka členitev ne zadostuje. Za uporabnika projekta sta namreč velikega pomena še fazi priprave projekta, to je faza, v kateri selekcioniramo ideje o možnih projektih, in faza izkoriščanja projekta, to je življenjska doba, v kateri pričakujemo učinke projekta. Tako dobimo naslednje faze v razvoju projekta:

- priprava projekta,

- zasnova projekta,
- opredelitev projekta,
- opredelitev izvedbe projekta in
- izraba projekta (Bizjak, 1996).

Načrtovanje daje vse najpomembnejše odgovore na vprašanja za potrebe procese odločanja:

- Kaj? Vsebina projekta po obsegu in zahtevnosti.
- Kdaj? Pričetek; Trajanje; Zaključek.
- Kdo? Kadri; Način dela.
- Kako? Postopki izvajanja nalog: aktivnosti v korakih so razvidne iz mrežnega plana.
- Od kod? Viri vseh sredstev; Finančna sredstva.
- Kam? S kadri in sredstvi po koncu projekta.
- Kako? Potrebna sredstva; Kadri.

Projektna naloga predstavlja izdelek priprave projekta in obsega vse najpomembnejše informacije o obravnavanem projektu (Bizjak, 2002).

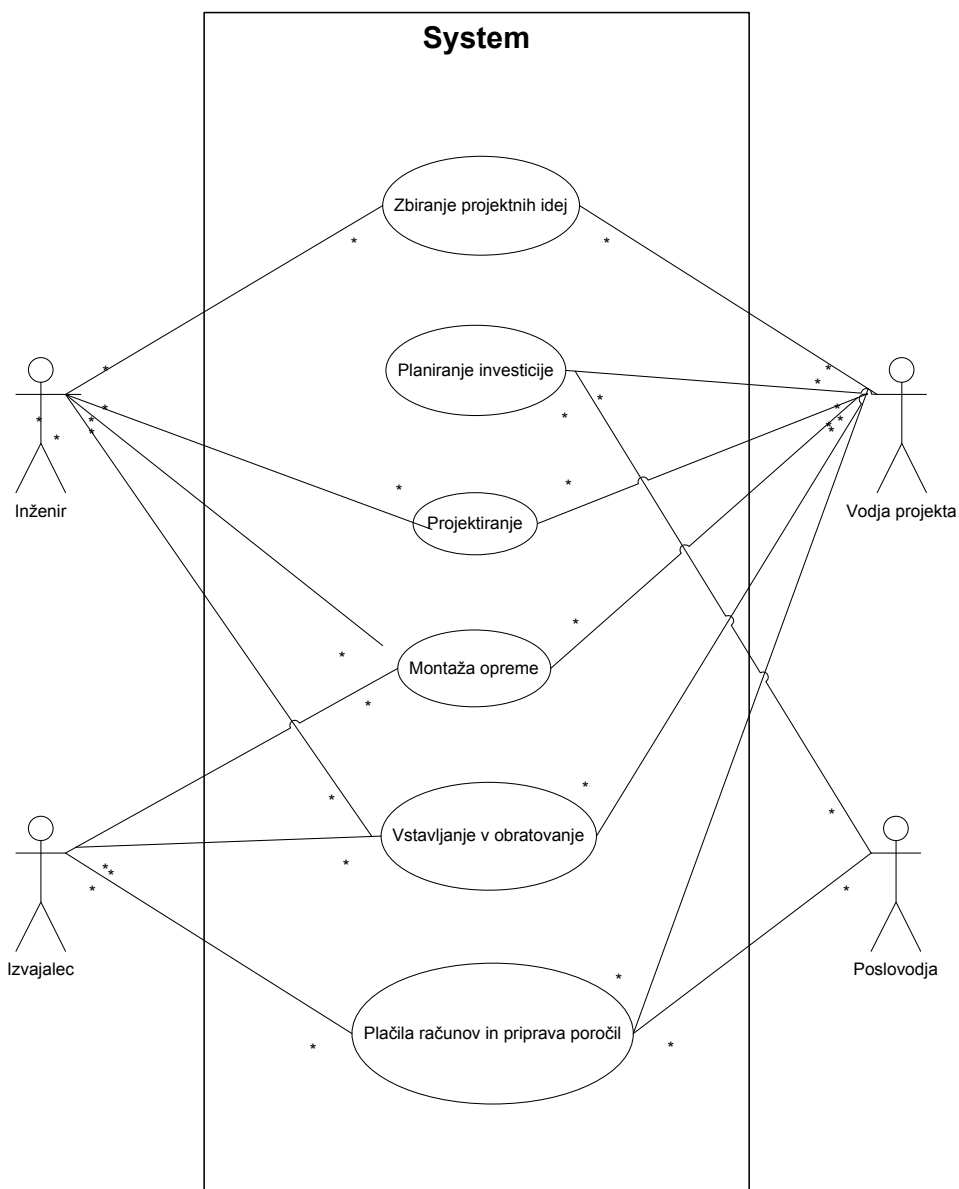
9.2.7 Modeliranje

Diagram procesov ne zadostuje za prikaz postopkov izgradnje sončne elektrarne od ideje do izvedbe. *Z diagramom zaporedij* smo prikazali pet faz procesa:

1. zbiranje projektnih idej
2. planiranje in projektiranje
3. izbor ponudbe in sklepanje pogodbe
4. izgradnja in vstavljanje v obratovanje
5. plačila in poročila.

9.3 Diagrami informacijskih procesov projekta sončne elektrarne

9.3.1 Diagram primerov uporabe



Slika 9.2 Diagram primerov uporabe

Iz diagrama primerov uporabe (slika 9.2) lahko vidimo, da je glavni udeleženec pri izgradnji sončne elektrarne *vodja projekta*, ki je udeležen pri:

- zbiranju projektnih idej,

- planiranju investicije,
- projektiranju,
- montaži opreme,
- vstavljanju v obratovanje.

Inženir skrbi za zbiranje idej, montažo opreme, vstavljanje v obratovanje.

Izvajalec je udeležen pri montaži opreme in plačilu računov in pripravi poročil.

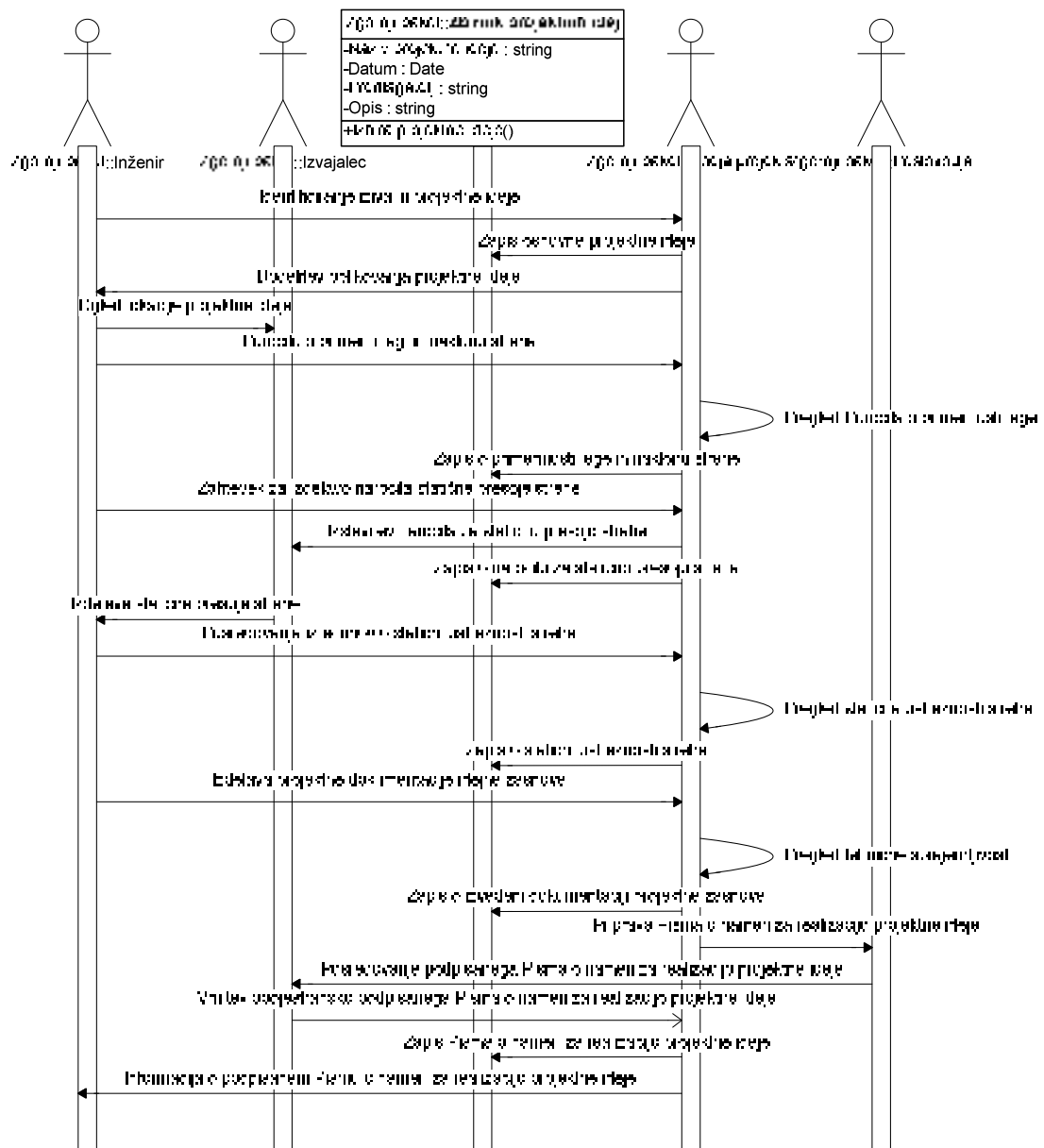
Poslovodja sodeluje pri planiranju investicije ter plačilu računov in pripravi poročil.

9.3.2 Diagram zaporedij pri zbiranju projektnih idej

Postopek se začne z identificiranjem izziva in projektnimi idejami, ki jih inženir poda vodju projekta. Le-ta v zbirnik projektnih idej naredi zapis osnovne projektne ideje in inženirju dodeli nalogo oblikovanja projektne ideje. V naslednjem koraku si inženir z izvajalcem ogleda lokacijo projektne ideje in zatem poda vodju projekta poročilo o primerni legi in naklonu strehe za izgradnjo sončne elektrarne. Najprimernejša orientiranost lokacije je južna smer in naklon 30° in temu se poskušamo čimbolj približati. Vodja projekta pregleda podano poročilo o primernosti lege ter o tem v zbirnik projektnih idej naredi zapis. V naslednjem koraku preverjamo statično presojo strehe, zato inženir poda zahtevek vodju projekta za izstavitev naročilnice, ki je dobi izvajalec, postopek pa se zabeleži v zbirnik projektnih idej. Izvajalec izdelava statično presojo strehe, jo odda inženirju, ki izračune posreduje vodju projekta, le-ta pa dokument preveri in zabeleži v zbirnik projektnih idej. Inženir izdelava projektno dokumentacijo idejne zasnove, jo odda vodju projekta, ki preveri tehnično sprejemljivost in naredi zapis o izvedeni dokumentaciji projektne zasnove.

Vodja projekta izdelava predlog Pisma o nameri za realizacijo projektne ideje in ga posreduje poslovodju v podpis, od tam ga dobi izvajalec, ki obojestransko podpisanega pošlje vodju projekta. Le-ta naredi zapis v zbirnik projektnih idej in o tem informira še inženirja.

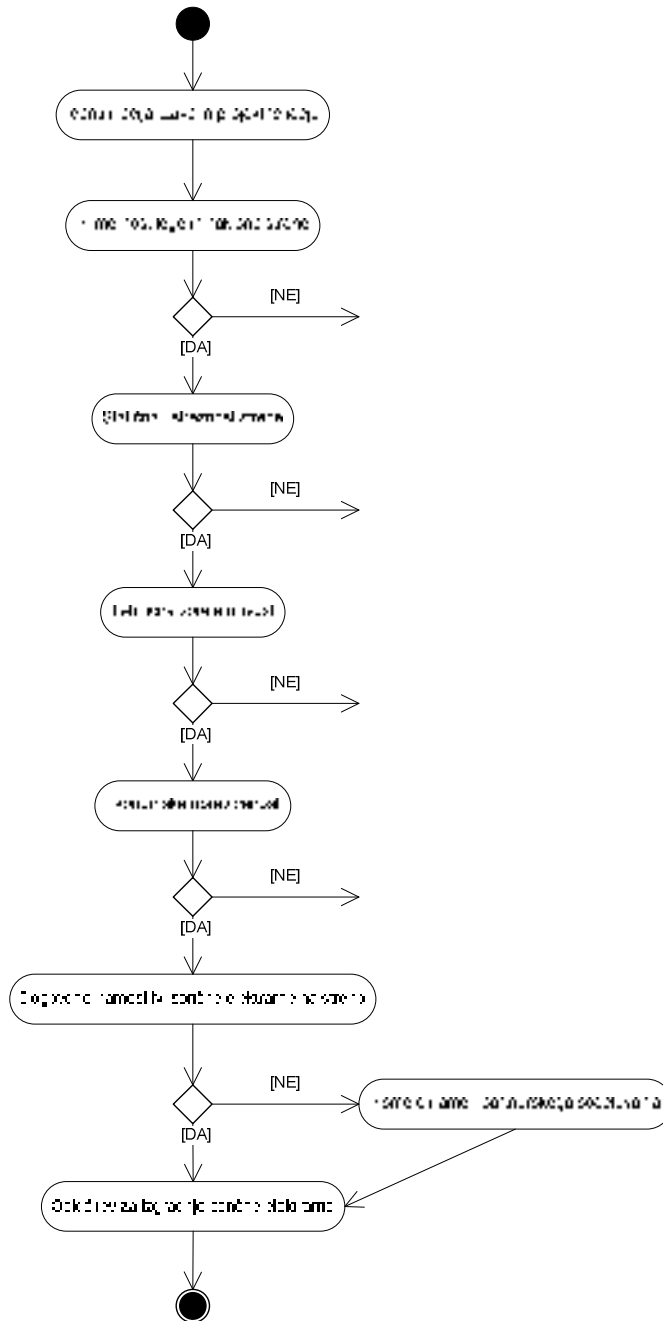
S tem je diagram zaporedja zbiranja projektnih idej (slika 9.3) zaključen.



Slika 9.3 Diagram zaporedja o zbiranju projektne ideje

Diagram aktivnosti za odločanje o novih projektnih idejah

Proces zbiranja projektnih idej s *stališča poteka dela* prikazuje slika 9.4.



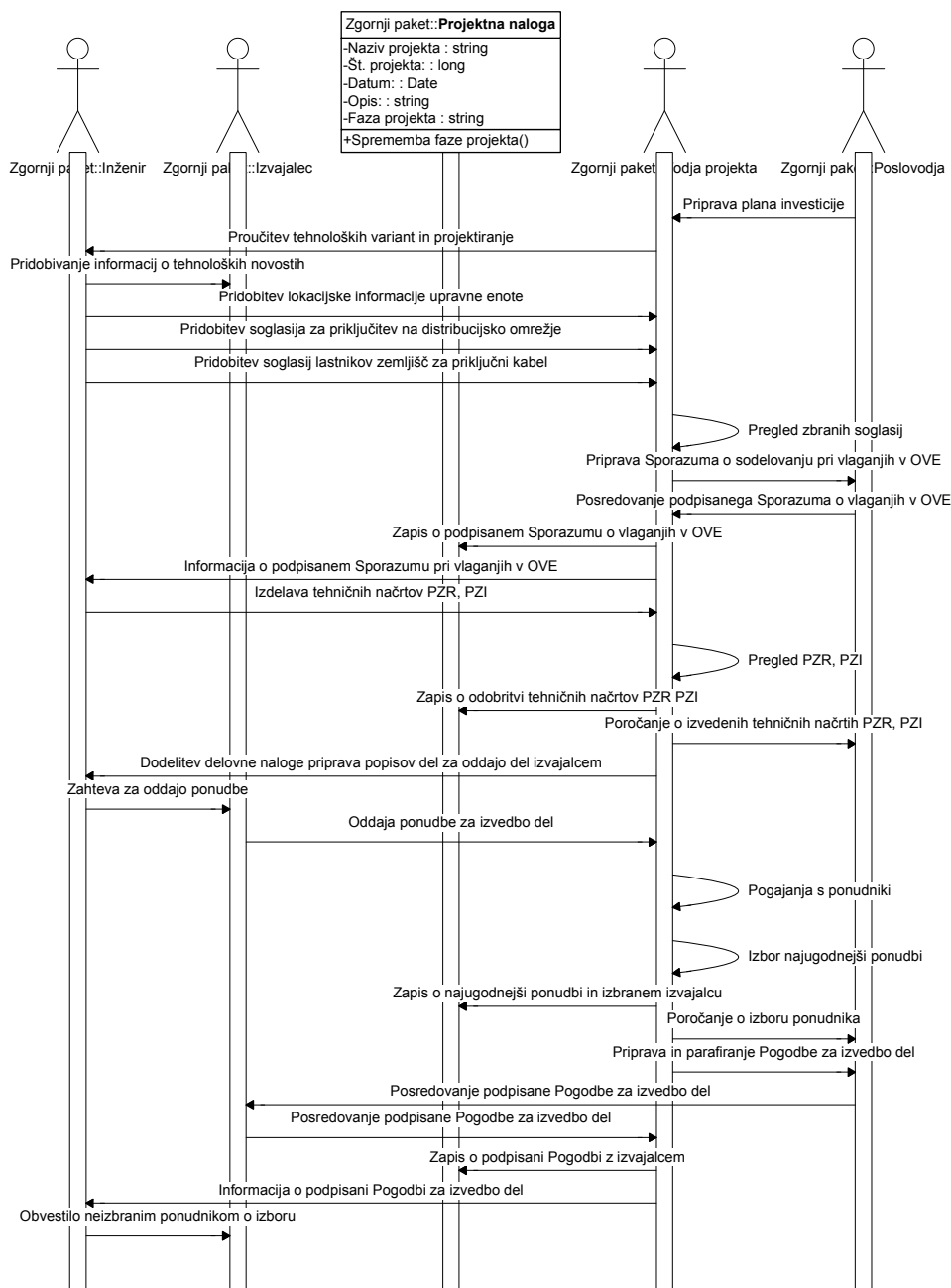
Slika 9.4 Diagram aktivnosti za odločanje o novih projektnih idejah

Koraki pri odločanju za zbiranje projektnih idej so: Identifikacija izziva in projektne ideje se preveri s primernostjo lege in naklona strehe in če je ustrezna (če ni ustrezna,

se ugotavljanje zaključiti), se nadalje ugotavlja statična ustreznost strehe in če je ustrežna (če ni, se zaključiti), se ugotavlja tehnična sprejemljivost in če je ustrežna (če ni, se zaključiti). Potem se preračuna ekonomska upravičenost naložbe in če je ustrežna (če ni, se zaključiti), stečejo pogovori za Dogovor o namestitvi sončne elektrarne na streho. Če je dogovor sklenjen, je odločitev za izgradnjo elektrarne sprejeta. Če je odgovor ne, kar se je v praksi dogajalo s pogojem visoke najemnine za streho, se mi je porodila ideja za podpis Pisma o nameri partnerskega sodelovanja o sodelovanju pri vlaganjih, promociji in izobraževanju za obnovljive vire energije (primer: Biotehniški center Naklo, Osnovna šola Preddvor).

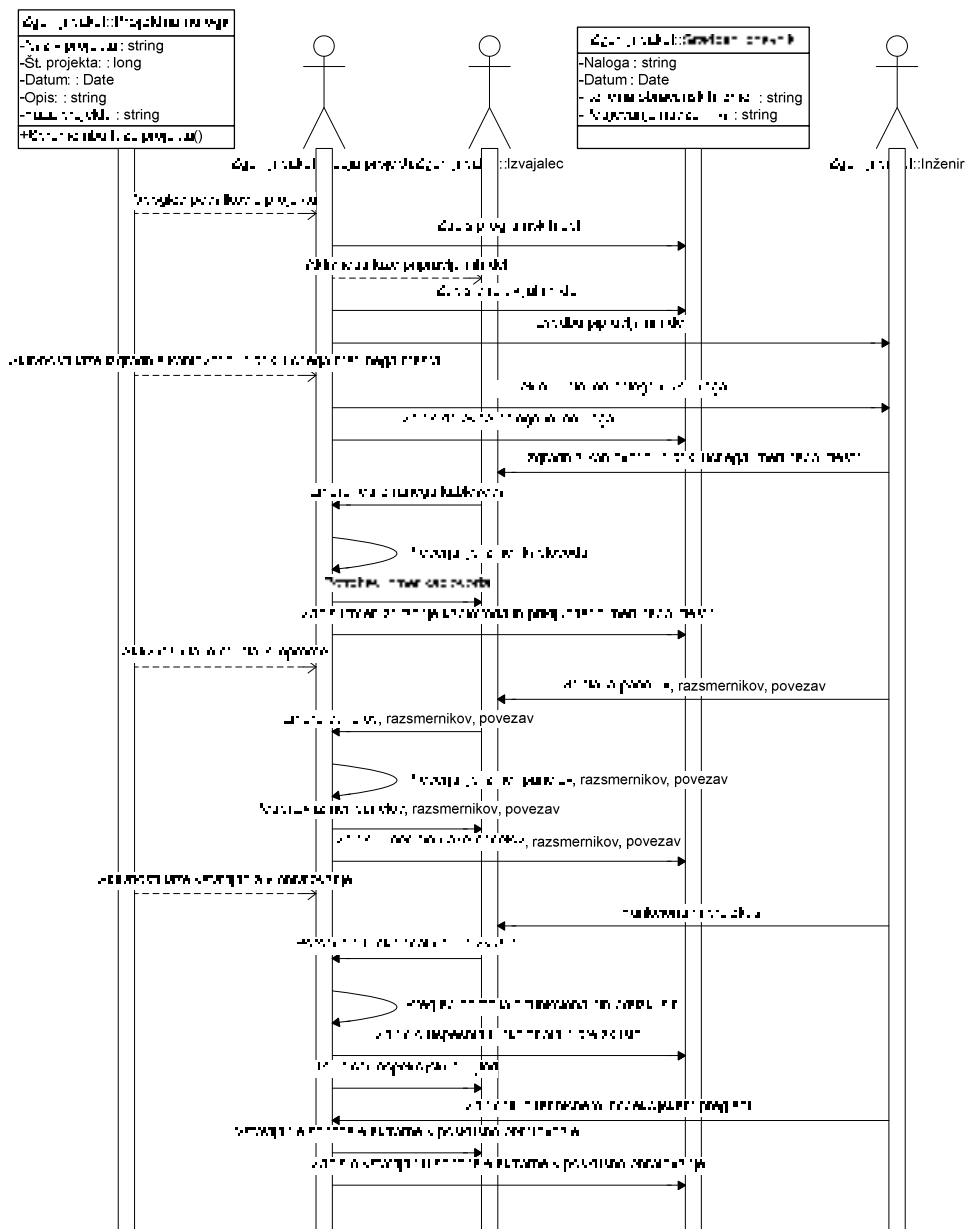
9.3.3 Diagram zaporedja pri planiranju in projektiranju sončne elektrarne

Diagram zaporedja pri planiranju in projektiranju sončne elektrarne prikazuje slika 9.5. Poslovodja dodeli nalogo vodju projekta za izdelavo projekta investicije. Le-ta inženirju naroči proučitev tehnoloških variant in projektiranje. Inženir se posvetuje z izvajalcem glede tehnoloških novosti, pridobi soglasje za priključitev sončne elektrarne na distribucijsko omrežje in soglasje lastnikov zemljišč za priključni kabel. Zbrano dokumentacijo posreduje vodju projekta, ki pregleda zbrana soglasja. Pripravi Sporazum o sodelovanju pri vlaganjih v obnovljive vire energije, ki ga podpišeta poslovodja in poslovni partner. Zapis se vnese v projektno nalogo. Sledi naslednji korak, ko inženir izdela tehnične načrte projekta za izvedbo (PZI) in projekta za razpis (PZR), kar dobi v pregled vodja projekta in zapiše v dokument projektne naloge ter poroča poslovodju, da je faza opravljena. V naslednjem koraku se pripravijo popisi za oddajo del izvajalcem. Vodja projekta delovno nalogo dodeli inženirju, ta pa od izvajalcev zahteva oddajo ponudb. V zaprti ovojnici potencialni izvajalci ponudbe pošljejo vodju projekta, ki se s ponudniki najprej pogaja in nato izbere najugodnejšega ponudnika, zapis o tem pa zabeleži v projektno nalogo. O izboru najugodnejšega ponudnika vodja projekta poroča poslovodju, ki parafirane pogodbe za izvedbo del s strani vodja projekta podpiše. Iz poslovodstva so pogodbe za izvedbo poslane izvajalcu in ko jih le-ta vrne obojestransko podpisane, se še registrirajo z zapisom v projektno nalogo in inženirju posreduje informacija. Inženir z dopisom obvesti neizbrane ponudnike o izboru.



Slika 9.5 Diagram zaporedja planiranja in projektiranja sončne elektrarne

9.3.4 Diagram zaporedja izgradnje sončne elektrarne in vstavljanje v obratovanje

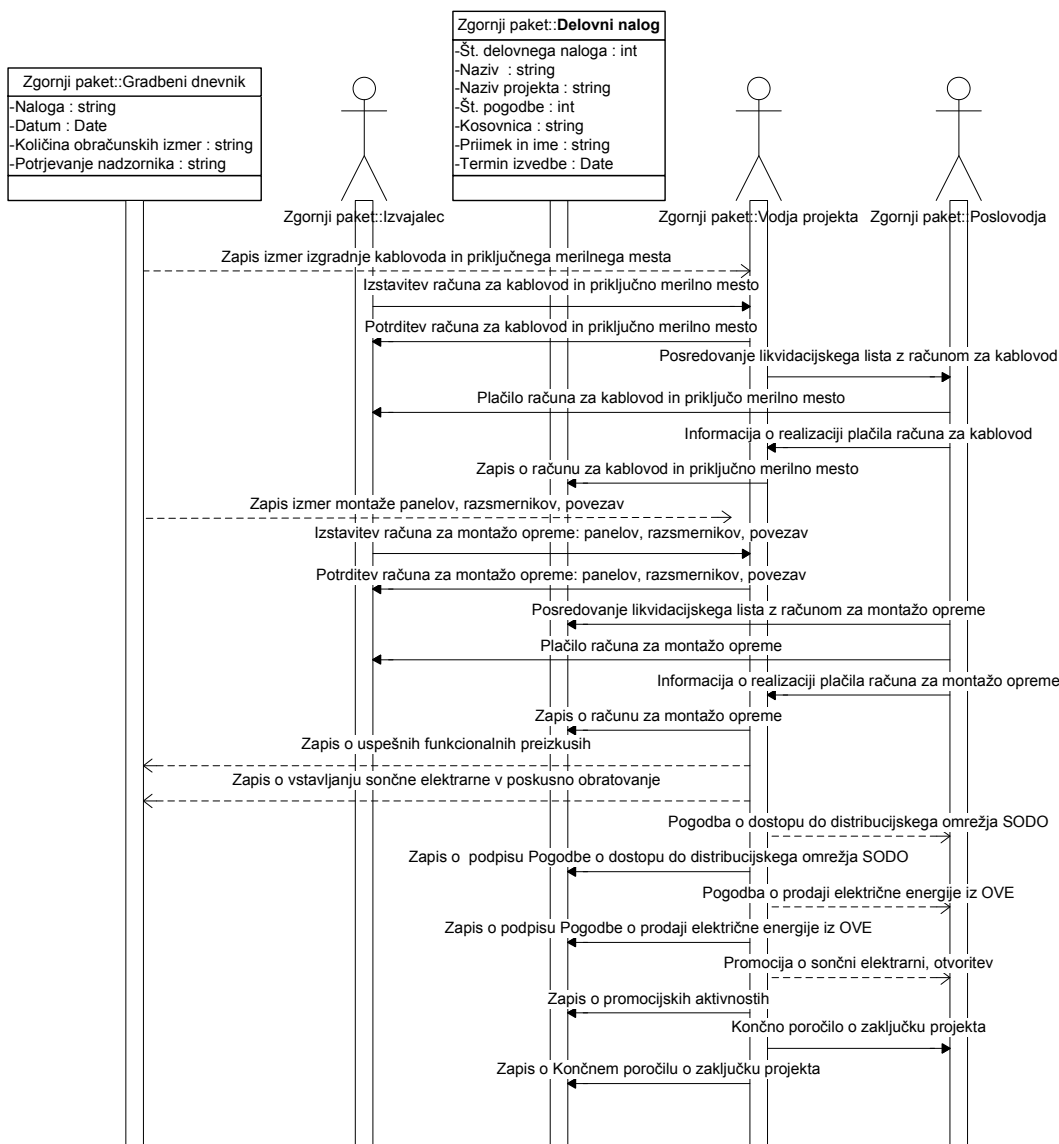


Slika 9.6 Diagram zaporedja izgradnje sončne elektrarne in vstavljanje v obratovanje

Diagram zaporedja izgradnje sončne elektrarne in vstavljanje v obratovanje prikazuje sliko 9.6. Na podlagi vpogleda v projektno nalogo se gradnja sončne elektrarne začne z zapisom programskih del v gradbeni dnevnik. V njem se zbirajo ključni dokumenti med potekom gradnje: zapis pripravljalnih del, zapis izmer izgradnje kablovoda in priključnega merilnega mesta, zapis izmer montaže opreme – panelov, razsmernikov,

povezav, zapis o uspešnih funkcionalnih preizkusih, zapis o uspešnih funkcionalnih preizkusih, zapis o vstavljanju sončne elektrarne v poskusno obratovanje.

9.3.5 Diagram zaporedja plačil in poročil o izgradnji sončne elektrarne

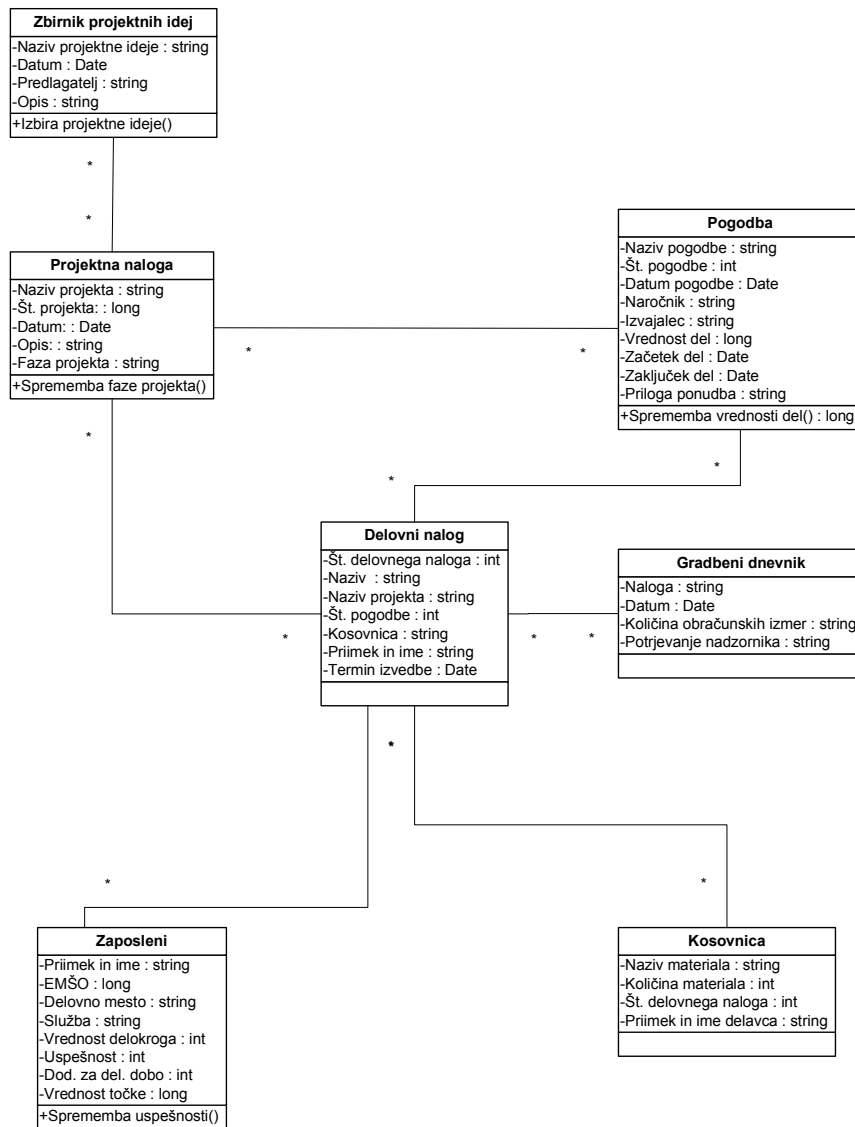


Slika 9.7 Diagram zaporedja plačil in poročil o izgradnji sončne elektrarne

Diagram zaporedja plačil in poročil o izgradnji sončne elektrarne prikazuje sliko 9.7. Pomembni procesi so zabeleženi na delovnem nalogu kot so plačila za izvedena dela (račun za kablovod in priključno merilno mesto, račun za montažo opreme). Ključni dokument za vključitev sončne elektrarne je pogodba o dostopu do distribucijskega omrežja SODO in pogodba o prodaji električne energije iz OVE. Ob zaključku

projekta sledi še aktivnost promocije o sončni elektrarni z otvoritvijo in odmevi zapisov v medijih. Zadnji zapis je Končno poročilo o zaključku projekta.

9.3.6 Diagram razredov in objektov



Slika 9.8 Diagram razredov in objektov

Pomemben korak v modeliranju informacijskih sistemov je diagram razredov in objektov, ki je sličen entitetno – relacijskemu principu (Cestnik, 2007). Na sliki 9.8 je prikazan diagram razredov in objektov s pripadajočimi atributi, najpomembnejšimi operacijami ter medsebojnimi povezavami.

9.4 Napotki za nadaljnje delo

Glavni rezultat je nazorno prikazan potek dogodkov, od prvega predloga projektne ideje za izgradnjo sončne elektrarne, planiranja in projektiranja, izgradnje in vstavljanja v obratovanje, do plačil in poročil o investiciji.

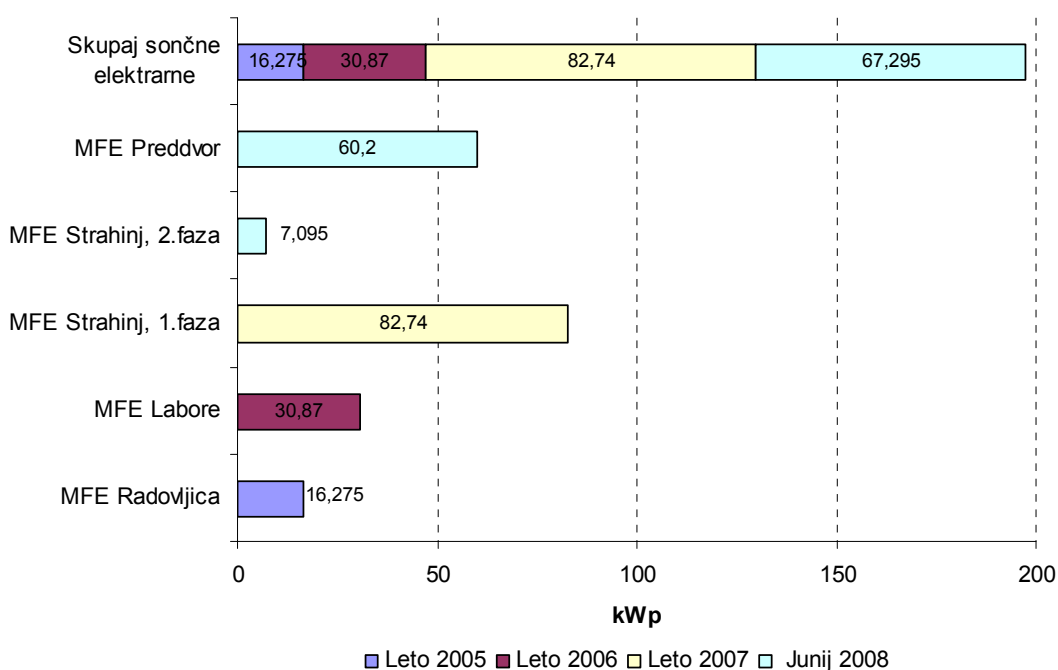
Elementi vsebine so diagrami primerov uporabe, diagrami zaporedja, diagram aktivnosti ter diagram razredov in objektov.

Praktična vrednost izdelka je, da je narejen iz prakse za prakso. Dograjena največja slovenska sončna elektrarna Strahinj je študijski primer za realizacijo prenosa projekta v realnost.

Za nadaljnje delo bodo informacijski modeli omogočali učinkovito pripravo in izvajanje izgradenj elektrarn.

10 ANALIZA OBRATOVALNIH PARAMETROV

Ob koncu leta 2007 je bilo v Sloveniji nameščenih 749 kW_p fotonapetostnih sistemov, od tega 719 kW_p omrežnih sistemov. Na tem področju je vodilna gorenjska regija, kjer je bilo 20 sončnih elektrarn s skupno močjo 329 kW_p, oziroma 36 % delež slovenskih omrežnih sistemov. Sončne elektrarne podjetja GEK so konec leta 2007 predstavljale 39,5 % delež sončnih omrežnih elektrarn na Gorenjskem oziroma 18,1 % delež sončnih omrežnih elektrarn v Sloveniji (Papler, 2008).



Slika 10.1 Rast instalirane moči sončnih elektrarn GEK

GEK se s fotovoltaiiko ukvarjajo od leta 2005, ko so zgradile sončno elektrarno Radovljica z močjo 16,275 kW_p, kateri je leta 2006 sledila izgradnja sončne elektrarne Labore v Kranju z močjo 30,87 kW_p ter najem sončne elektrarne FERI v Mariboru moči 7 kW_p.

Leta 2007 je bila zgrajena sončna elektrarna Strahinj in z doinstalacijo za 7,095 kW_p aprila leta 2008 povečana na skupno moč 89,835 kW_p. Z junija 2008 zgrajeno sončno elektrarno Preddvor moči 60,2 kW_p imajo Gorenjske elektrarne skupno moč lastnih elektrarn 197,18 kW_p (slika 10.1), z elektrarno v najemu pa 204,18 kW_p. Po podatkih

Agencije za prestrukturiranje energetike ApE je bila do konca junija 2008 v Sloveniji dosežena instalirana moč 1.000 kW_p; GEK so z 20 % deležem največji proizvajalec električne energije.

10.1 Učinkovitost sončnih elektrarn

Veličina, ki določa količino proizvedene energije v sončni elektrarni, je sončno obsevanje na površino fotonapetostnega modula. Kot smo že omenili, se v Sloveniji vrednosti letnega sončnega obsevanja na ravno površino gibljejo od 1.000 do 1.200 kWh/m².

Podatki za devet sončnih elektrarn z instalirano močjo 111,55 kW_p postavljenih do konca leta 2006 na Gorenjskem kažejo, da je bila v letu 2007 njihova proizvodnja električne energije 1.146,79 kWh na instaliran kW. Za primerjavo navedimo, da je bila proizvodnja v fiksno nameščenih sončnih elektrarnah povprečno 1.122,75 kWh na instaliran kilovat moči, v sončnih elektrarnah s sledljivim sistemom pa od 1.302,38 kWh do 1.683,81 kWh na instaliran kilovat moči oz. v povprečju 1.410,13 kWh na instaliran kilovat, kar predstavlja povprečno 25,6 % več proizvedene električne energije.

10.2 Učinek izrabe površin

V GEK je usmeritev čimbolj izkoristiti površino streh za postavitev sončnih elektrarn. Učinki izrabe površin so prikazani na primeru štirih sončnih elektrarn zgrajenih v letih 2005-2008 in kažejo iz projekta v projekt višji izkoristke izrabe površin (slika 10.2).

Sončna elektrarna Radovljica (2005) je nameščena na strehi južni strani krajevnega elektro nadzorništva v Radovljici s površino 215,39 m²; pokrita je s 93 moduli dimenzij 1,622 x 0,814 m (1,28 m²), ki pokrijejo 57 % vse površine strehe. Izkoristek strehe je 75,56 W_p/m². Površina modulov je 122,76 m², izkoristek modulov je 136,72 W_p/m².

Aktivna površina fotonapetostnega generatorja s 6.696 celicami v 93 modulih znaša 104,625 m², izkoristek aktivne površine fotonapetostnega generatorja je 155,56

W_p/m^2 . Izkoristek modulov Shell Solar Ultra 175 s po 72 zaporedno vezanimi monokristalnimi-Silicijevimi celicami moči 175 W je po katalogu proizvajalca je 13,3 %.

Sončna elektrarna Labore (2006) je nameščena na ravni strehi parkirišča A1 Remont na Laborah v Kranju s površino 504 m^2 ; pokrita je s 147 moduli dimenzij $1,57 \times 0,798 \text{ m}$ ($1,25 \text{ m}^2$), ki pokrijejo 36,4 % vse površine strehe. Izkoristek strehe je $61,25 \text{ W}_p/m^2$. Površina modulov je $183,75 \text{ m}^2$, izkoristek modulov je $168,0 \text{ W}_p/m^2$.

Aktivna površina fotonapetostnega generatorja s 10.584 celicami v 147 modulih znaša $165,375 \text{ m}^2$, izkoristek aktivne površine fotonapetostnega generatorja je $186,67 \text{ W}_p/m^2$. Izkoristek modulov tipa Sanyo HIP-210NHE1 s po 72 zaporedno vezanimi HIT celicami (heterospoj monokristalnega Silicija in amorfnega Silicija) 210 W_p po katalogu proizvajalca je 16,8 %. Celice tega tipa dosegajo večjo specifično moč na enoto površine ter višje izkoristke ob povišanih temperaturah.

Sončna elektrarna Strahinj (2007) je nameščena na strehah hlevov Biotehniškega centra Naklo.

Streha hleva za govedo ima površino 443 m^2 ; pokrita je s 328 moduli dimenzij $1,57 \times 0,798 \text{ m}$ ($1,25 \text{ m}^2$), ki pokrijejo 92,3 % vse površine strehe. Izkoristek strehe je $155,49 \text{ W}_p/m^2$. Površina modulov je 410 m^2 , izkoristek modulov je $168,0 \text{ W}_p/m^2$.

Aktivna površina fotonapetostnega generatorja (moči $68,88 \text{ kW}_p$) na hlevu za govedo s 23.616 celicami v 328 modulih znaša $369,0 \text{ m}^2$, izkoristek aktivne površine fotonapetostnega generatorja hleva za govedo je $186,67 \text{ W}_p/m^2$. Izkoristek modulov tipa Sanyo HIP-210NHE1 s po 72 zaporedno vezanimi HIT celicami (heterospoj monokristalnega in amorfnega Silicija) 210 W_p po katalogu proizvajalca je 16,8 %.

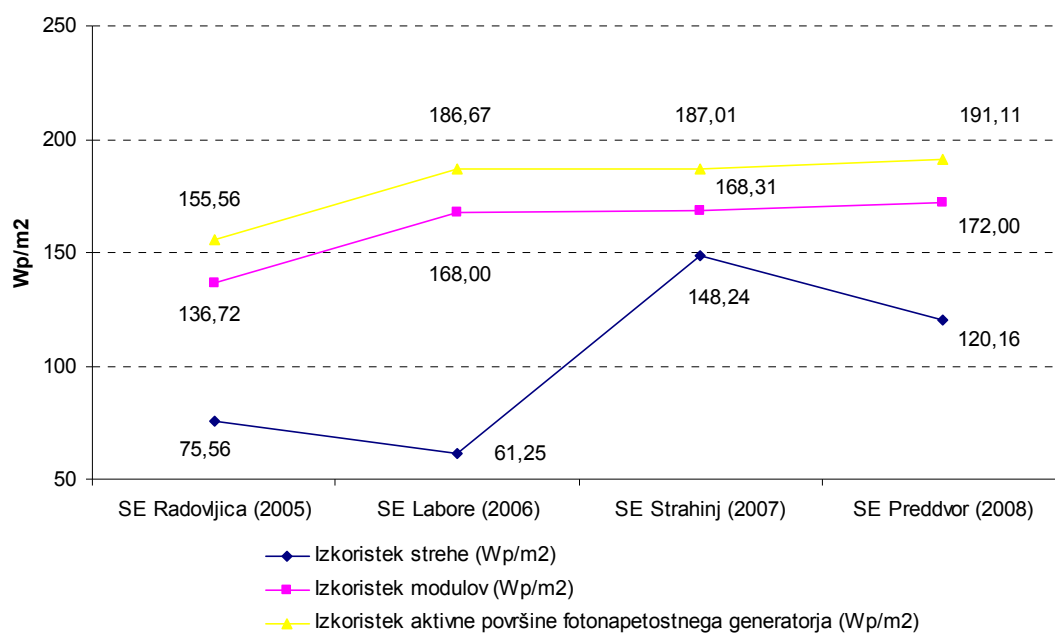
Streha za hleva za konje s površino 163 m^2 je pokrita s 99 moduli dimenzij $1,57 \times 0,798 \text{ m}$ ($1,25 \text{ m}^2$), ki pokrijejo 75,9 % vse površine strehe. Izkoristek strehe je $128,56 \text{ W}_p/m^2$. Površina modulov je $123,75 \text{ m}^2$, izkoristek modulov je $169,33 \text{ W}_p/m^2$.

Aktivna površina fotonapetostnega generatorja (moči $68,88 \text{ kW}_p$) na hlevu za konje s 7.128 celicami v 99 modulih znaša $111,375 \text{ m}^2$, izkoristek aktivne površine

fotonapetostnega generatorja hleva za konje je $188,15 \text{ W}_p/\text{m}^2$. Izkoristek modulov tipa Sanyo HIP-210NHE1 s po 72 zaporedno vezanimi HIT celicami (heterospoj monokristalnega in amorfne Silicija) 210 W_p po katalogu proizvajalca je $16,8 \%$, modulov tipa Sanyo HIP-215NHE1 s celicami 215 W_p pa $17,2 \%$.

Površina streh hlevov Biotehniškega centra Naklo s skupno površino 606 m^2 je pokrita s 427 moduli dimenzij $1,57 \times 0,798 \text{ m}$ ($1,25 \text{ m}^2$), ki pokrijejo $88,1 \%$ vse površine strehe. Izkoristek strehe je $148,24 \text{ W}_p/\text{m}^2$. Površina modulov je $533,75 \text{ m}^2$, izkoristek modulov je $168,31 \text{ W}_p/\text{m}^2$.

Aktivna površina dveh fotonapetostnih generatorjev (skupne moči $89,835 \text{ kW}_p$) na hlevih s 30.744 celicami v 427 modulih znaša $480,375 \text{ m}^2$, izkoristek aktivne površine obeh fotonapetostnih generatorjev je $187,01 \text{ W}_p/\text{m}^2$.



Slika 10.2 Izkoristki izrabe površin na primeru štirih sončnih elektrarn zgrajenih v letih 2005-2008

Sončna elektrarna Preddvor (2008) je nameščena na južnem delu streh osnovne šole Matije Valjavca Preddvor in strehe telovadnice s površino 501 m^2 ; pokrita je z 280 moduli dimenzij $1,57 \times 0,798 \text{ m}$ ($1,25 \text{ m}^2$), ki pokrijejo $69,9 \%$ vse površine strehe. Izkoristek strehe je $120,16 \text{ W}_p/\text{m}^2$. Površina modulov je $350,0 \text{ m}^2$, izkoristek modulov je $172,0 \text{ W}_p/\text{m}^2$.

Aktivna površina fotonapetostnega generatorja s 20.160 celicami v 280 modulih znaša 315,0 m², izkoristek aktivne površine fotonapetostnega generatorja je 191,11 W_p/m². Izkoristek modulov tipa Sanyo HIP-215NKHE1 s po 72 zaporedno vezanimi HIT celicami (heterospoj monokristalni Silicij in amorfni Silicij) 215W_p po katalogu proizvajalca je 17,2 %.



Slika 10.3 Sončna elektrarna Radovljica (levo) in Sončna elektrarna Labore (desno)



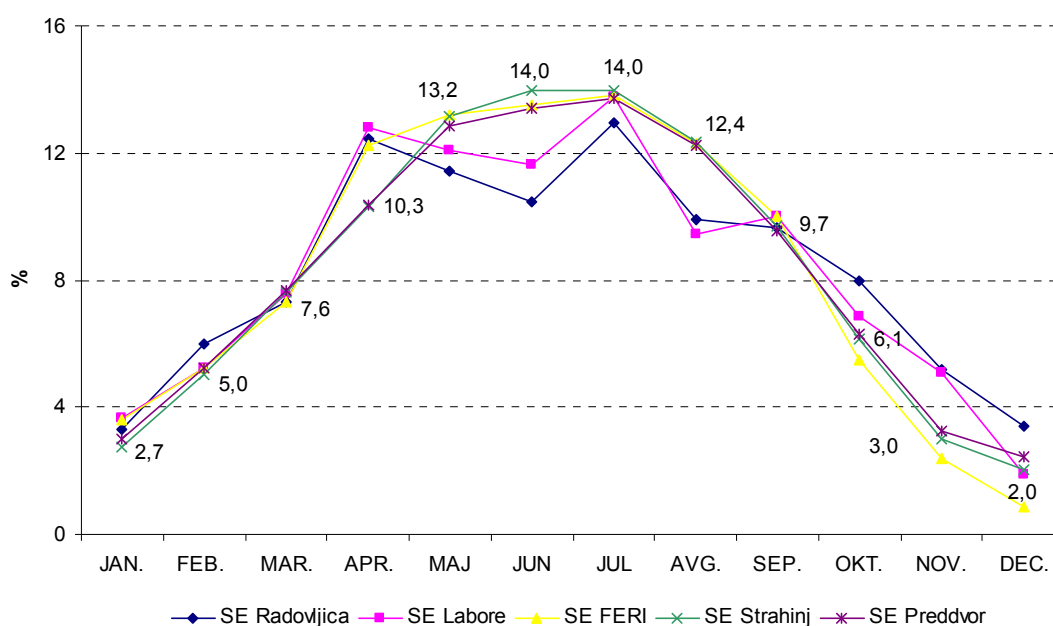
Slika 10.4 Sončna elektrarna Strahinj (levo) in Sončna elektrarna Preddvor (desno)

10.3 Polne obratovalne ure

Sončna elektrarna Radovljica je dosegla leta 2006 1.082,15 polnih obratovalnih ur, katere je leta 2007 povečala za 4,7 % na 1.132,66 polnih obratovalnih ur. Sončna elektrarna Labore je leta 2007 imela 1.197,89 polnih obratovalnih ur. Energijski izračuni za sončno elektrarno Strahinj predvidevajo 1.031,52 polnih obratovalnih ur in za sončno elektrarno Preddvor za 1.051,51 polnih obratovalnih ur.

10.4 Sezonskost proizvodnje

Na podlagi podatkov proizvedene električne energije v sončnih elektrarnah Radovljica, Labore, FERI v letu 2007 in načrtovani proizvodnji električne energije v sončnih elektrarnah Strahinj in Preddvor v letu 2008, ocenjujemo deleže proizvedene električne energije po mesecih: januarja od 2,7-3,7 %, februarja od 5,0-6,0 %, marca od 7,3-7,7 %, aprila od 10,3-12,8 %, maja od 11,4-13,2 %, junija od 10,4-14,0 %, julija od 13,0-14,0 %, avgusta od 9,4-12,4 %, septembra od 9,5-10,1 %, oktobra od 5,4-8,0 %, novembra od 2,4-5,2 % in decembra od 0,9 do 3,4 %.



Slika 10.5 Deleži mesečne proizvodnje električne energije sončnih elektrarn

Na sliki 10.5 so upoštevani podatki za sončni elektrarni Radovljica, Labore in FERI za leto 2007. S kalkulatorjem PV3 (Photovoltaic Project Modul, RET Screen International, Clean Energy Project Analysis Software, version 3.2 VR Canada CET – Varennes, <http://www.retscreen.net/>) je izračunana predvidena proizvodnja za sončni elektrarni Strahinj in Preddvor.

Na primeru sončnih elektrarn, ki so že v obratovanju ugotavljamo, da meseci od spomladanskega do jesenskega enakonočja, ko dan raste, prispevajo okrog 70 % energije. Od aprila do septembra je sončna elektrarna Radovljica leta 2006

proizvedla 66,2 % letne električne energije, leta 2007 pa 66,9 % letne električne energije. Sončna elektrarna Labore v Kranju je leta 2007 proizvedla 69,7 % letne električne energije, sončna elektrarna FERİ v Mariboru pa kar 75,1 % letne sončne energije v tem obdobju.

Energijski izračuni predvidene proizvodnje za najnovejši sončni elektrarni pa napovedujejo od aprila do septembra 73,5 % delež proizvodnje električne energije v sončni elektrarni Strahinj in 72,2 % delež proizvodnje v sončni elektrarni Preddvor.

Iz razloga, da k proizvodnji električne energije največ prispevajo poletni meseci, je to potrebno upoštevati pri azimutni orientaciji in naklonskem kotu modulov. Za proizvodnjo elektrike s pomočjo sončnega sevanja v Sloveniji velja: južna azimutna orientacija ter naklon modulov 30° zagotavlja največjo proizvodnjo energije.

10.5 Odklon od idealne lege

V primeru odklona modula od južne lege za $\pm 30^\circ$ ter naklona med 15° in 45° se povprečno proizvodnja zmanjša za 3 do 4 % na letnem nivoju.

V primeru odklona od idealne južne lege in dejansko lego simuliramo proizvodnjo električne energije in izračunamo deleže zmanjšanja električne energije na letnem nivoju na primeru sončnih elektrarn.

Sončna elektrarna Radovljica je nameščena na južni strani krajevnega elektro nadzorništva v Radovljici. Streha ima idealno južno orientacijo s primernim naklonom 30° , zato ni izgube v proizvodnji električne energije zaradi odklona.

Sončna elektrarna Labore je nameščena na ravni strehi parkirišča A1 Remont na Laborah v Kranju. Orientacija strehe je Jug: -19° , naklon modulov je 30° . Proizvodnja električne energije zaradi odklona med dejansko in idealno postavitvijo je manjša za 5,7 % na letnem nivoju.

Sončna elektrarna Strahinj je nameščena na strehah hlevov Biotehniškega centra Naklo in sicer: na strehi hleva za govedo z orientacijo Jug: $+35^\circ$, naklon modulov je 26° in na strehi hleva za konje z orientacijo Jug: -24° , naklon modulov je 26° . Simulacijski program proizvodnje električne energije zaradi odklona med dejansko in idealno postavitvijo kaže na zmanjšanje proizvodnje za 5,2 % na letnem nivoju.

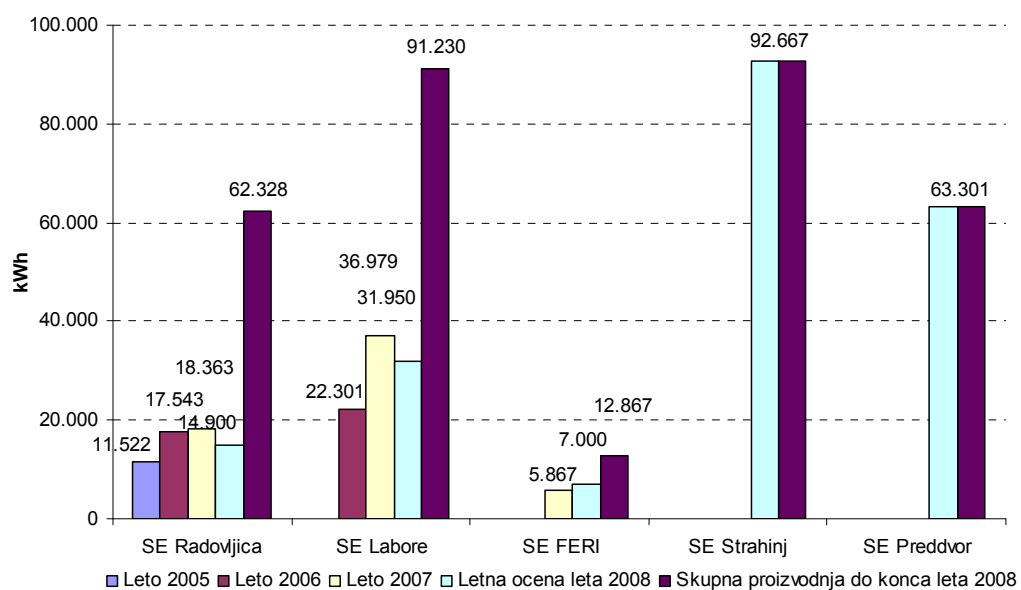
Sončna elektrarna Preddvor je nameščena na južnem delu streh in telovadnice osnovne šole Matija Valjavca v Preddvoru. Orientacija strehe je Jug: -23° , naklon modulov je 15° . Predvidena izguba proizvodnje električne energije zaradi odklona med dejansko in idealno postavitvijo je manjša za 7,0 % na letnem nivoju.

Pri izbiri lokacije fotonapetostnega generatorja je potrebno zagotoviti čim manjše senčenje modulov s strani obstoječih okoliških stavb, vegetacije in podobno.

10.6 Energetski prihranki

Do konca leta 2007 je bila skupna proizvodnja električne energije iz sončnih elektrarn Radovljica, Labore in FERI podjetja GEK 112.575 kWh (slika 10.6).

Do konca leta 2008 bo proizvodnja sončne elektrarne Labore v letih 2006-2008 primerljiva letni proizvodnji sončne elektrarne Strahinj 92.667 kWh; proizvodnja sončne elektrarne Radovljica v letih 2005-2008 pa primerljiva letni proizvodnji sončne elektrarne Preddvor 63.301 kWh. Glede na to, da je bila 17. junija 2008 sončna elektrarna Preddvor vstavljena v obratovanje bo do konca leta dosežena njena polovična proizvodnja. Njena letna proizvedena električna energija pomeni 70 % pokritje potreb osnovne šole in vrtca v Preddvoru.



Slika 10.6 Proizvodnja električne energije iz obstoječih sončnih elektrarn v letih 2005-2007 in ocena letne proizvodnje za novi elektrarni

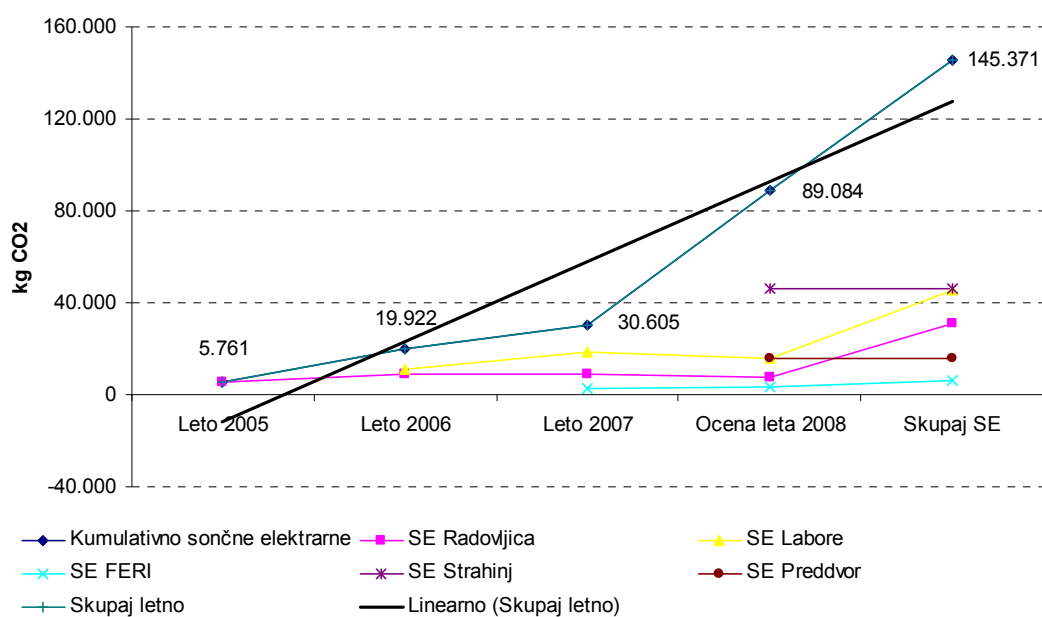
Do konca leta 2008 bo dosežena skupna proizvodnja električne energije iz sončnih elektrarn Radovljica, Labore, FERI, Strahinj in Preddvor podjetja GEK 290.000 kWh.

10.7 Okoljski prihranki

Elektrika iz sončnih celic pomeni za ozračje v primerjavi z običajno elektriko za skoraj 90 % manj škodljivih izpustov. Ameriški znanstveniki so proučevali, koliko toplogrednih plinov, težkih kovin, dušikovega oksida in žveplovega dioksida nastane pri proizvodnji in 30-letnem obratovanju različnih modulov pridobivanja električne energije. Pri tem so med drugim ugotovili, da pri elektriki iz sončnih celic nastane od 90- do 300-krat manj škodljivega kadmija na kilovatno uro kot pri električni energiji iz termoelektrarne z optimalno delujočimi filtri. Svoja spoznanja so znanstveniki objavili v reviji Environmental Science & Technology, je poročala nemška tiskovna agencija DPA (<http://www.rtv slo.si/>, 28.4.2008).

Proizvedena električna energija iz sončnih elektrarn daje okoljske prihranke in sicer po metodologiji Centra za energetska učinkovitost Inštituta Jožef Stefan pri izračunu CO₂ (0,5 kg CO₂/kWh) za leto 2007 zmanjšanje 30,605 ton emisij CO₂ oziroma prihranek 73,5 ton premoga. Ocena okoljskih prihrankov proizvodnje obnovljive električne energije iz sončnih elektrarn za leto 2008 pomeni zmanjšanje 89,084 ton emisij CO₂ oziroma prihranek 213,8 ton premoga.

Letni prispevek sončne elektrarne Strahinj je 46,334 ton emisij CO₂ oziroma letni prihranek 111,2 ton premoga in pri novozgrajeni sončni elektrarni Preddvor letni prihranek 31,65 ton emisij CO₂ oziroma letni prihranek 76,8 ton premoga.



Slika 10.7 Okoljski prihranek zmanjšanja emisij CO₂ sončnih elektrarn GEK

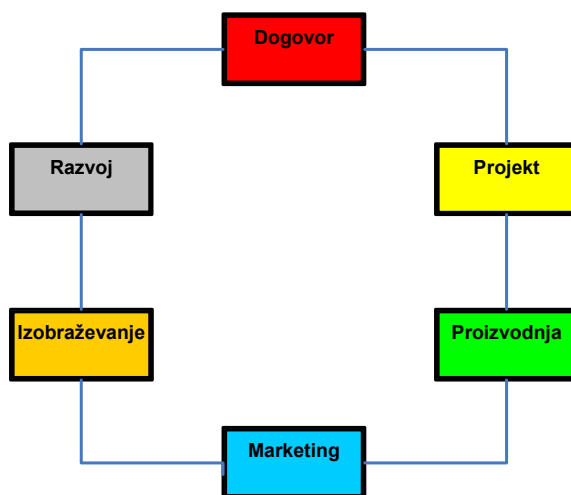
Kumulativni okoljski prihranek emisij CO₂ iz sončnih elektrarn podjetja GEK od leta 2005 do konca leta 2008 je ocenjen na 145,371 ton CO₂ oziroma skupni prihranek 348,9 ton premoga. Slika 10.7 prikazuje okoljske prihranke po posameznih sončnih elektrarnah in skupni trend sončnih elektrarn GEK, ki raste linearno.

11 PARTNERSKI RAZVOJNO IZOBRAŽEVALNI MODEL "DP2MIR"

Partnerski razvojno izobraževalni projekt "DP2MIR" obnovljivih virov energije je nastal kot nadgradnja gospodarskega inženiringa pri naložbah v sončne elektrarne. Relacije so v partnerstvu med gospodarskim podjetjem in javnim sektorjem, konkretno med družbo GEK in izobraževalno ustanovo Biotehniški center Naklo.

Pretekle naložbe so se zaključile po izgradnji elektrarne z vključitvijo v obratovanje. Razvit model z uspešnim dogovorom za gostovanje sončne elektrarne na tujem objektu, postavlja s Pismom o nameri temelje za partnersko sodelovanje pri proizvodnji ekološko najčistejše električne energije in okoljskih prihrankih, pri prodaji električne energije partnerju pod konkurenčnimi pogoji ter sodelovanje pri promociji, izobraževanju in razvoju.

Razvili smo šeststopenjski partnerski razvojno izobraževalni model "DP2MIR", ki pomeni **D**ogovor, **P**rojekt, **P**roizvodnjo, **M**arketing, **I**zobraževanje, **R**azvoj (slika 11.1). Model je bil v praksi razvit na primeru projekta izgradnje sončne elektrarne Strahinj med partnerjema GEK in Biotehniškim centrom Naklo. Nadaljnja praksa se je nadaljevala leta 2008 pri izgradnji sončne elektrarne Preddvor, kjer sta partnerja Osnovna šola Preddvor in Občina Preddvor.



Slika 11.1 Partnerski razvojno izobraževalni model "DP2MIR" obnovljivih virov energije

Cilji projekta

Naslov projekta, ki smo ga na razpis za Sonaravni projekt 2008 ob 10. Dnevih energetikov v Portorožu prijavili je bil: "Sodelovanje pri vlaganjih, promociji in izobraževanju v obnovljive vire energije Biotehniškega centra Naklo in GEK". Cilj projekta:

- Izobraževanje v smislu prikaza delovanja posameznega sistema in usposabljanja za delo. Ciljna skupina: dijaki, študenti, udeleženci vseživljenjskega izobraževanja in drugi zainteresirani.
- Raziskave na področju obnovljivih virov energije v smislu možnosti študentom in drugim strokovnjakom s tega področja, da uporabijo postavljene sisteme in meritve za različne predstavitve kot so diplomske naloge, raziskovalne naloge ...
- Postavitev raziskovalnega centra s področja obnovljivih virov energije, ki bo nudil študentom in različnim strokovnjakom možnost proučevanja posameznih sistemov in bo tako vzpodbujal in razvijal novosti in inovacije.
- Izraba ekonomskega učinka: šola s spremljajočimi objekti je velik porabnik energije, postavitev alternativnih virov pomeni določen prihranek.
- Promocija uporabe obnovljivih virov energije. Ciljna skupina: širša javnost. Oblike: predavanja, seminarji, predstavitve v medijih, srečanja z izvajalci.
- Izgradnja sončne elektrarne Strahinj na hlevih Biotehniškega centra Naklo.
- Zmanjšanje škodljivih vplivov na okolje, zmanjšanje toplogrednih plinov.
- Osveščanje o obnovljivih virih energije s skupnim sodelovanjem na natečajih razpisov.
- Izvajanje raziskav, sodelovanje z referati na konferencah.

Začetek projekta je bil: 07.07.07.

11.1 Dogovor

11.1.1 Evropske usmeritve

Direktiva EU št. 2001/77EC Evropskega parlamenta in Sveta o spodbujanju proizvodnje iz obnovljivih virov energije na notranjem energetske trgu (1) opredeljuje obnovljive vire energije kot nefosilne vire energije (veter, sončni viri, geotermalni viri, valovanje, plimovanje, vodni viri, biomasa, predelava naravnih odpadkov in biogorivo), (2) postavlja zavezujoče nacionalne cilje za posamezne države članice EU do leta 2010, (3) postavlja temelje nacionalnim podpornim shemam, (4) zagotavlja obnovljivim energetskim virom t.i. garancije o izvoru, (5) od držav članic zahteva, da zagotovijo poenostavljene, transparentne in nediskriminatorne administracijske postopke in neoviran dostop do omrežja, (6) vsakih pet let evropskemu parlamentu predloži poročilo o uresničevanju direktive, s poudarkom na nacionalnih ciljih, subvencijah in eksternih stroških obnovljivih virov energije, (7) zagotavlja obnovljive vire energije pri vstopanju na notranji trg električne energije, enakovreden izhodiščni položaj, saj obnovljiva energija trenutno ne more konkurirati konvencionalni energiji, (8) poziva države članice, da sprejmejo ustrezne ukrepe, s katerimi bi povečale porabo elektrike iz obnovljivih virov v skladu z nacionalnimi cilji za leto 2010, kar predstavlja 12 % obnovljive energije v primarni energetski bilanci ter hkrati zagotovijo usklajenost teh ciljev z mednarodnimi obveznostmi.

Obnovljivi viri energije so po Energetskem zakonu (Ur. list RS št. 26/2005): viri energije, ki se v naravi ohranjajo in v celoti ali pretežno obnavljajo, zlasti energija vodotokov, energija vetra, energija biomase, geotermalna energija, neakumulirana sončna energija ter ostali viri, ki se izkoriščajo z ustreznim izkoristkom.

11.1.2 EU zakonodaja

Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov, med katere sodi sončna energija je cilj evropske direktive 2001/77EC, mednarodnih dogovorov kot je Kyotski sporazum, Konvencija OZN o klimatskih spremembah, slovenskega Energetskega zakona... V okviru okoljsko-energetskega svežnja se je EU obvezala, da bo do leta 2020 dosegla 20 % proizvodnje energije iz obnovljivih virov, Slovenija 25 %.

11.1.3 Pismo o nameri, sporazum

V duhu konvencij in zavedanja o pomembnosti izrabe obnovljivih virov energije je bil med Gorenjskimi elektrarnami in Biotehniškim centrom Naklo sklenjen dogovor za sodelovanje, ki je bil podprt tudi s strani Ministrstva za šolstvo in šport RS. Avgusta 2007 sta bila podpisana dva dokumenta: Pismo o nameri o sodelovanju pri vlaganjih, promociji in izobraževanju v obnovljive vire energije ter Dogovor o sodelovanju pri postavitvi sončne elektrarne Strahinj.

11.2 Projekt

11.2.1 Ideja za postavitve sončne elektrarne

V GEK se načrtuje nova vlaganja, iščejo se primerne lokacije z velikimi površinami streh (idealna je južna lega, 30 stopinjski naklon), ki so primerne za izgradnjo sončnih elektrarn. Lokacija Biotehniškega centra Strahinj je najprej postala zanimiva zaradi strehe večnamenske dvorane. Ob natančnejši proučitvi se je pokazalo, da sta primernejši strehi hlevov.

11.2.2 Inženiring

Pripravljena je bila idejna zasnova, utemeljitev investicije, projektna dokumentacija za priključno merilno mesto. Projektant in izvajalec postavitve sončnih modulov, enosmernih razvodov do razsmernikov je bilo podjetje Kon Tiki Solar, d.o.o., izmeničnih razvodov do nizkonapetostne merilne omarice GEK, nizkonapetostnega priključka pa ELGO.

11.2.3 Izvedba

V 1. fazi je nameščenih 394 solarnih modulov tipa Sanyo HIP210-NHE1 moči $210 W_p$, od tega 328 na strehi hleva za govedo in 66 na strehi konjušnice Biotehniškega centra. Od dogovora do vstavljanja v obratovanje sončne elektrarne Strahinj, 5. decembra 2007 je minilo štiri mesece.

Z vidika optimizacije je bila izvedena doinstalacija sončne elektrarne v 2. fazi aprila 2008 z montažo 33 solarnih modulov tipa Sanyo HIP210-NHE1 moči $215 W_p$, na

strehi konjušnice Biotehniškega centra. Skupna moč sončne elektrarne po izvedeni 2. fazi s 427 sončnimi moduli je 89,835 kW_p, letna proizvodnja pa 92.667 kWh.

Vsakega izmed modulov, ki jih odlikuje visok izkoristek tudi pri višjih temperaturah, sestavlja 72 sončnih celic, ki so izdelane iz tanke monokristalne silicijeve plasti, obdane z ultra tankima plastema amorfnega silicija. Sončna energija se v moduli pretvarja neposredno v enosmerni električni tok, zato so potrebni še razsmerniki, ki enosmerno napetost pretvorijo v izmenično, obenem pa opravljajo tudi sinhronizacijo sistema z omrežjem. Delovanje razsmernikov je popolnoma avtomatizirano – ob zadostnem sončnem obsevanju se razsmernik sinhronizira z omrežjem in prične vanj oddajati električno energijo, ko pa sončno obsevanje za delovanje sistema ni več zadostno, se razsmernik odklopi iz omrežja in ugasne. Razsmerniki so priključeni tudi na kontrolno enoto, ki zajema in shranjuje podatke, ki se preko lokalnega računalniškega omrežja prenašajo na nadzorni računalnik. Sončna elektrarna Strahinj je preko nizkonapetostnega kabla v transformatorski postaji priključena na distribucijsko omrežje ELGO (priloga 7).

11.2.4 Ekonomika projekta

Naložba v sončno elektrarno Strahinj je znašala:

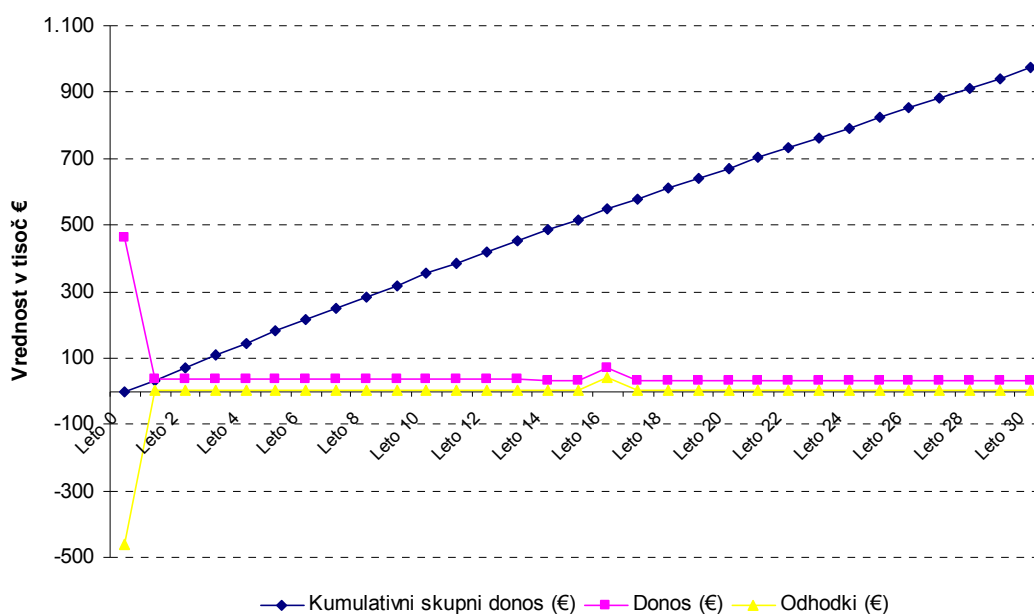
N_v – nabavna vrednost naložbe (2007): 430.000 € v 1. fazi moči 82,74 kW

N_v – nabavna vrednost naložbe (2008): 460.000 € v 2. fazi moči 89,835 kW

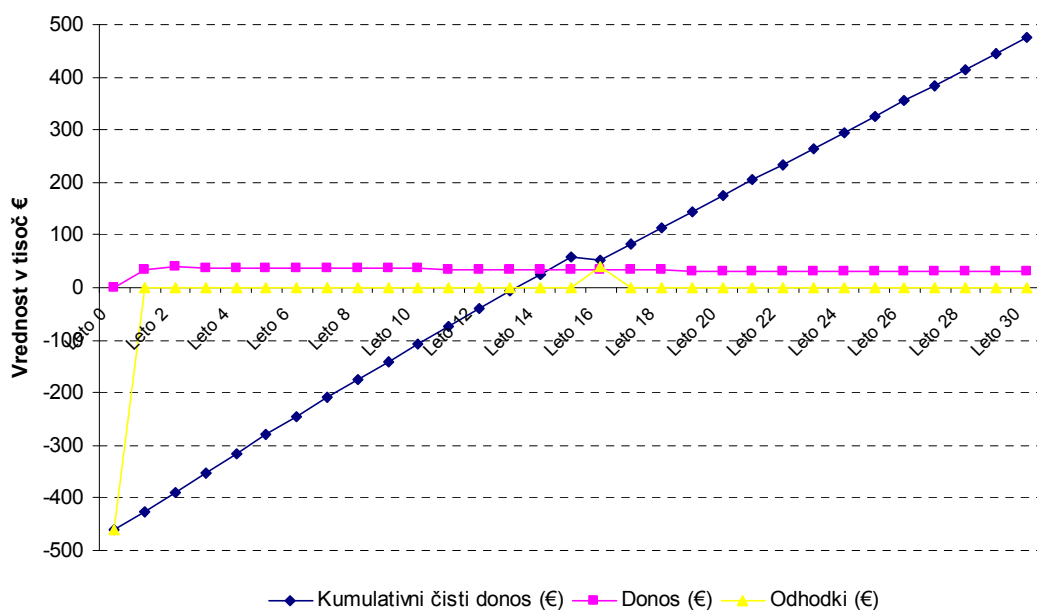
N_v/kW – nabavna vrednost naložbe na instaliran kilovat: 1. faza: 5.197 €/kW; 2. faza: 5.120 €/kW

P_p – predvidena življenjska doba: 30 let

Skupni denarni tok zajema vse donose in odhodke, tudi lastna in tuja sredstva v življenjski dobi projekta. Likvidnost projekta: vsota donosov in odhodkov mora biti vedno pozitivna (slika 11.2).



Slika 11.2 Skupni denarni tok in likvidnost projekta Sončne elektrarne Strahinj



Slika 11.3 Realni denarni tok in doba vračanja naložb projekta Sončne elektrarne Strahinj

Realni denarni tok pomeni vse donose in odhodke s stališča investitorja v življenjski dobi projekta. Doba vračanja naložb je čas, ko vsota neto prilivov iz realnega denarnega toka pokrije naložbena sredstva: 15,13 let v primeru 1. faze in 13,59 let v primeru 2. faze (slika 11.3).

Ekonomski kazalci Sončne elektrarne v Strahinj so prikazani v tabeli 11.1, ekonomski izračuni naložb pa v prilogi 6.

Tabela 11.1 Ekonomski kazalci v 1. fazi in 2. fazi izgradnje Sončne elektrarne Strahinj

	SE Strahinj, 1. faza 82,74 kW_p (2007)	SE Strahinj, 2. faza 89,835 kW_p (2008)*	SE Strahinj, 2. faza - 10 % **
Naložba	5.197 €/kW	5.120 €/kW	5.120 €/Kw
Lastna cena	0,21331 €/kWh	0,18079 €/kWh	0,180791 €/kWh
Enostavna doba vračanja sredstev	15,13 let	13,59 let	15,19 let
Interna stopnja donosnosti – ISD	4,99 %	5,7 %	4,62 %
Neto sedanja vrednost – NSD	39.750 €	63.062 €	31.817 €
Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti – E	1,081	1,071	1,063
Kazalnik donosnosti naložb – D (%)	8,8	7,7	6,92
Kazalnik donosnosti odhodkov – Do (%)	8,1	7,1	6,3

* pri diskontni stopnji 5 %

** pri diskontni stopnji 4 %

Vir: Lastni izračuni.

11.3 Proizvodnja

Skupna moč sončne elektrarne Strahinj je 83 kW_p (90 kW_p), predvidena proizvodnja električne energije znaša 92,7 MWh na leto, kar zadošča za potrebe približno 28 gospodinjstev 1. fazi in 31 gospodinjstev po končani 2. fazi izgradnje sončne elektrarne. Proizvodnja pomeni 27,8 % pokritja potreb Biotehniškega centra v 1. fazi oz. 30,2 % pokritja potreb z montažo 2. faze. Energijski izračuni so prikazani v prilogi 8.

Proizvedena zelena električna energija predstavlja zmanjšanje 43,75 ton emisij CO₂ na leto v 1. fazi (oziroma letni prihranek 104,4 ton premoga), oziroma 46,334 ton emisij CO₂ (oz. letni prihranek 111,2 ton premoga).

11.4 Marketing

Izgradnja Sončne elektrarne Strahinj s spremljajočimi dejavnostmi je imela poudarke v vseh sedmih elementih marketinškega spleta:

P1: IZDELEK: Sončna energija je naraven in trajen vir energije, ki ne onesnažuje okolja. Električna energija iz sončne elektrarne je obnovljiv vir energije.

P2: CENA: Za spodbujanje izgradnje sončnih elektrarn je pomemben sistem zagotovljenih cen s sprejetjem vladnega Sklepa o cenah in premijah za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev (Ur. list RS št. 25/02, št. 8/04, št. 75/06, št. 65/08).

V tabeli 11.2 smo prikazali nominalne odkupne cene za sončne elektrarne z enotno letno ceno, ki je sestavljena iz enotne letne premije za državno spodbujanje izgradnje sončnih elektrarn in cene za električno energijo. Leta 2002 je bila cena različna na velikostni razred sončnih elektrarn moči do 36 kW. Leta 2006 je bila ta omejitev odpravljena.

V tabeli 11.3 smo izračunali realne odkupne cene za sončne elektrarne.

Indeks realne enotne letne cene s stalno osnovo (2002) je za leto 2008 116,3, indeks realne enotne letne premije s stalno osnovo (2002) je 118,1.

Tabela 11.2 Nominalne odkupne cene za sončne elektrarne do 36 in nad 36 kW (€/kWh)

Vrsta elektrarn	NOMINALNE CENE						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SE do 36 kW							
Enotna l. cena	0,28796	0,27757	0,37784	0,37398	0,37442	0,37419	0,39917
Enot. l. premija	0,25199	0,24290	0,34413	0,34062	0,33684	0,33663	0,35461
Izračun: energ.	0,03597	0,03467	0,03371	0,03337	0,03758	0,03756	0,034457
SE nad 36 kW							
Enotna l. cena	0,06317	0,06089	0,06514	0,06448	0,37442	0,37419	0,06317
Enot. l. premija	0,02720	0,02622	0,03143	0,03111	0,33684	0,33663	0,02720
Izračun: energ.	0,03597	0,03467	0,03371	0,03337	0,03758	0,03756	0,03597

Vir: Uradni list RS, št. 25/2002, št. 8/2004, št. 75/2006, št. 65/2008. Lastni izračuni.

Tabela 11.3 Realne odkupne cene za sončne elektrarne do 36 in nad 36 kW (€/kWh)

Vrsta elektrarn	REALNE (DEFLACIONIRANE) CENE						
SE do 36 kW	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Enotna l. cena	0,34311	0,31026	0,40610	0,39330	0,38453	0,37419	0,39917
Enot. l. premija	0,30026	0,27151	0,36987	0,35821	0,34594	0,33663	0,35461
Izračun: energ.	0,04286	0,03875	0,03623	0,03509	0,03859	0,03756	0,034457
SE nad 36 kW							
Enotna l. cena	0,07527	0,06806	0,07002	0,06781	0,38453	0,07527	0,39917
Enot. l. premija	0,03241	0,02931	0,03379	0,03272	0,34594	0,03241	0,35461
Izračun: energ.	0,04286	0,03875	0,03623	0,03509	0,03859	0,04286	0,04487

Vir: Uradni list RS, št. 25/2002, št. 8/2004, št. 75/2006, št. 65/2008. Lastni izračuni.

S pogodbo o dobavi električne energije GEK iz kvalificiranih elektrarn neposredno prodajajo električno energijo končnemu odjemalcu Biotehniškemu centru Naklo po konkurenčnih pogojih. Direktna prodaja električne energije partnerju iz kvalificiranih hidroelektrarn je nadgradnja in dodana vrednost partnerskega sodelovanja.

P3: DISTRIBUCIJA: Zakonsko je zagotovljen in urejen dostop do distribucijskega omrežja s pogodbo z upravljalcem distribucijskega omrežja ELGO.

P4: PROMOCIJA: Ob začetku obratovanja sončne elektrarne Strahinj so bile uporabljene vse oblike poslovnega komuniciranja, medijski odmev je bil nad pričakovanji v javnih občilih, z lastnim angažiranjem pa je bila informacija usmerjena tudi v ciljne javnosti: strokovno in lokalno javnost občanov. Prvi odmev je bil ob začetku obratovanja sončne elektrarne decembra 2007, januarja in februarja 2008 so sledili še bolj poglobljeni in specializirani članki, višek promocije je bil dosežen na 10. konferenci energetskega menedžerjev Slovenije.

P5: LJUDJE: Podjetje so ljudje. Zato so pomembni dejavniki: zavest za obnovljive vire energije, samoiniciativnost, odzivnost, kreativnost in angažiranost, ki se odraža s sodelovanjem pri predstavitev in ekskurzijah elektrarn, izobraževanju, raziskovalnih projektih ter pripravi referatov na konferencah.

P6: PROCESIRANJE: V procesiranju vidimo kot ključno timsko delo in povezovanje procesnega delovanja. Konkretno gre za nadgradnjo tehnične opreme sončne elektrarne z monitoringom in prenosom podatkov na spletno stran.

P7: FIZIČNI DOKAZI: Zvedamo se, da je potrebno produkte in storitve dokumentirati. Fizični dokazi so: zbir mesečnih podatkov proizvodnje in prodaje električne energije, clippingi objav v medijih, zborniki objav referatov s konferenc in forumov, fotografije, zvočni in video posnetki.

11.5 Izobraževanje

Na objavljen Javni razpis za sofinanciranje ozaveščevalnih, promocijskih in izobraževalnih projektov za učinkovito rabo in obnovljive vire energije Ministrstva za okolje in prostor smo dali pobudo za partnersko sodelovanje pri kandidiranju Biotehniškemu centru Naklo, na katero se je odzval. Projektna skupina je julija 2008 pripravila program, ki ga je Ministrstvo za okolje in prostor odobrilo. Udeleženci projekta so bili: Biotehniški center Naklo, GEK, Občina Naklo in Leonardo, d.o.o. Izvedba je potekala oktobra 2007.

V okviru projekta smo izvedli predavanja, naravoslovne dejavnosti, ekskurzije, anketo z raziskavo in izdali zloženko o obnovljivih virih energije, ki so jo v okviru tedna vseživljenjskega učenja dobila vsa gospodinjstva v občini Naklo.

11.5.1 Predavanje

Predavanje: Obnovljivi viri kot dejavnik ohranjanja okolja je bilo izvedeno na lokalni ravni, osredotočenost je bila na izobraževalne dejavnosti z ozaveščanjem ciljnih skupin o učinkoviti rabi energije in obnovljivih virih energije. V okviru tedna vseživljenjskega učenja je bilo organizirano predavanje s sedmimi temami:

- pomen izobraževanja in praktičnega prikaza različnih obnovljivih virov energije,
- vodna energija, največji potencial učinkovite rabe energije iz obnovljivih virov energije,
- sonce, obnovljiv vir prihodnosti,
- izkoriščanje energije s toplotno črpalko,
- izraba bioplina iz kmetijskih surovin v energetske namene,
- vodik in vodikova ekonomija – končna rešitev energetske krize?
- projekt od rastlinskega olja do biodizla.

11.5.2 Naravoslovne dejavnosti

Naravoslovne dejavnosti s praktičnima delavnicama so potekale za učence Osnovne šole Franceta Prešerna iz Kranja z dvema praktičnima delavnicama.

Predstavljene vsebine so bile:

- zgodovina razvoja elektroenergetike, izkoriščanje vodne energije za energetske namene,
- primerjava učinkov navadne in varčne žarnice,
- sončna energija in praktični prikaz delovanja sončne elektrarne,
- varčna raba energije, razlikovanje oznak varčnih aparatov in
- ogled posestva v Strahinju, kjer je na gospodarskih poslopih potekala izgradnja največje sončne elektrarne v Sloveniji.

Ekскурzija z ogledom hidroelektrarne Sava in sončne elektrarne Labore je bila organizirana za dijake Srednje biotehniške šole in učence Osnovne šole Franceta Prešerna Kranj.

11.5.3 Tematska zloženka

Zasnovali smo tematsko zloženko o obnovljivih virih energije in jo izdali v nakladi 10.000 izvodov. Ob zaključku projekta konec oktobra 2007 so jo prejeli občani Nakla, dijaki in študentje Biotehniškega centra Naklo ter zaposleni in poslovni partnerji Gorenjskih elektrarn.

11.5.4 Anketa, referat za konferenco

Med dijaki Biotehniškega centra Naklo je bila v okviru projekta izvedena anketa z vprašalnikom odnosa in povezanosti med kmetijstvom, okoljem in energijo. Analiza ankete je bila izhodišče za referat na 4. konferenci DAES v Moravskih toplicah novembra 2007 z naslovom Kmetijstvo kot vir obnovljive energije. Raziskava je bila analizirana z multivariatno statistično analizo (faktorsko analizo). S pomočjo faktorske analize je bila v prispevku analizirana medsebojna povezanost in določeni skupni dejavniki med kmetijstvom, ekologijo z varčno rabo energije in konkurenčno pridelavo za potrebe energetike.

Ugotovitve:

Med skupnimi dejavniki so najpomembnejši posamezni dejavniki z najvišjimi utežmi za: alternativne vire energije, varčno rabe energije, vlaganje v raziskave in razvoj in za presežke kmetijskih pridelkov, ki bi bili namenjeni za novo povpraševanje po hrani za energetske potrebe. Dejavniki okolja je pomemben kot samostojna skupina dejavnikov. Med dejavniki konkurenčnosti za potrebe energetike pa so pomembne cene pridelkov.

11.5.5 Informativni dan

Informativni dan s predstavitvijo Sončne elektrarne Strahinj smo pripravili februarja 2008 zaradi izrednega zanimanja medijev in občanov. Potekal je v sklopu informativnega dneva za vpis v programe srednje in višje šole Biotehniškega centra Naklo. Brez posebne reklame je presenetila udeležba nad pričakovanji, saj je prišlo preko 130 udeležencev iz vse Slovenije. Vse večje je zanimanje med kmeti, ki imajo velike strehe gospodarskih poslopij primerne za namestitve sončnih elektrarn.

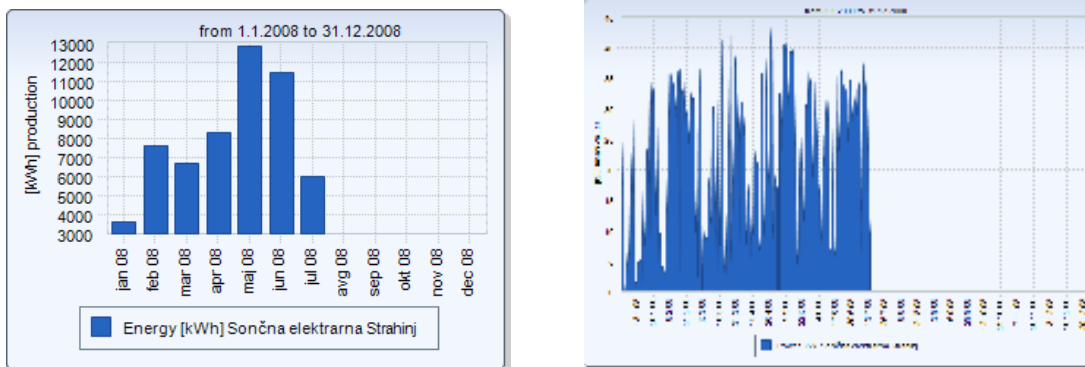
Izraženo je bilo kar nekaj pobud organiziranih skupin za strokovni ogled sončne elektrarne.

11.6 Razvoj

11.6.1 Monitoring

Dodana vrednost in prispevek k ozaveščanju je monitoring, sistem prikazovanja vseh pomembnejših parametrov za spremljanje obratovanja elektrarne (časovni potek enosmerne in izmenične napetosti, toka, moči...) ter okoljski parametri (sončno obsevanje na horizontalno površino in površino fotonapetostnega generatorja, temperatura okolice in sončnih celic ter hitrost vetra). Na velikem LCD prikazovalniku, ki se nahaja v avli Biotehniškega centra, se sprotno prikazujejo podatki v tekstualni in grafični obliki. Hkrati je omogočen dostop preko računalniškega omrežja direktno do vseh parametrov in dostop ter manipulacija nadzora elektrarne preko računalniškega omrežja do upravljalca v GEK in izvajalca Kon Tiki Solar (slika 11.4).

Izkušnje na konkretnem izvedenem projektu so z vidika nadzora, spremljanja podatkov in proučevanja obratovalnih parametrov koristna za implementacije bodočih sončnih elektrarn.



Slika 11.4 Prikaz proizvodnje in moči Sončne elektrarne Strahinj do 15.7.2008

11.6.2 Medpodjetniški izobraževalni center

Od prvih didaktičnih pripomočkov kot so eksponat raznih vrst žarnic od začetkov do danes, pano primerjave navadne in varčne žarnice ter solarnega modula, nastajajo zametki energetske učilnice.

Sodelovanje z Biotehniškim centrom Naklo ima potencialne možnosti za bodoče skupne pilotske projekte v okviru nastajajočega Medpodjetniškega izobraževalnega centra in postavitve centra obnovljivih virov energije.

11.6.3 Dosežek: nagrada Sonaravni projekt 2008

"Organizatorji: Center za energetska učinkovitost z Instituta Jožef Stefan, Ministrstvo za okolje in prostor ter Časnik Finance so nagrado za najboljši sonaravni projekt 2008 podelili Gorenjskim elektrarnam v sodelovanju z Biotehniškim centrom Naklo za vlaganja, promocijo in izobraževanje na področju obnovljivih virov energije ob izgradnji sončne elektrarne Strahinj. Priznanje, ki je bilo letos podeljeno prvič za področje trajnostnih rešitev in obnovljivih virov energije, so prejeli energetska menedžer Drago Papler iz Gorenjskih elektrarn ter energetska koordinatorja Nuša Žibert in Tomaž Levstek z Biotehniškega centra Naklo.

Smisel nove nagrade za sonaravni projekt, po besedah predsednika ocenjevalne komisije dr. Petra Novaka, ni samo energetska učinkovitost, ampak celostnost pri pristopu. Združili so del okoljske nagrade z energetskega upravljanjem. Prijavljeni projekti dokazujejo uspešnost dela energetskih strokovnjakov v Sloveniji. Ob tem je bila posebej poudarjena pomembnost vloge obnovljivih virov energije in primere dobre prakse na področju njihove izrabe. Ravno obnovljivi viri energije so namreč jedro trajnostnega razvoja vsakega gospodarstva in postajajo vse pomembnejši za varno energetske oskrbo prihodnosti, predvsem pa so obnovljivi viri energije prijazni do okolja in zato postajajo najmočnejše orožje v boju proti grozečim podnebnim spremembam" (Škrinjar, 2008) (slika 10.5).



Slika 11.5 Nagrada Sonaravni projekt 2008

12 POSLOVNO KOMUNICIRANJE

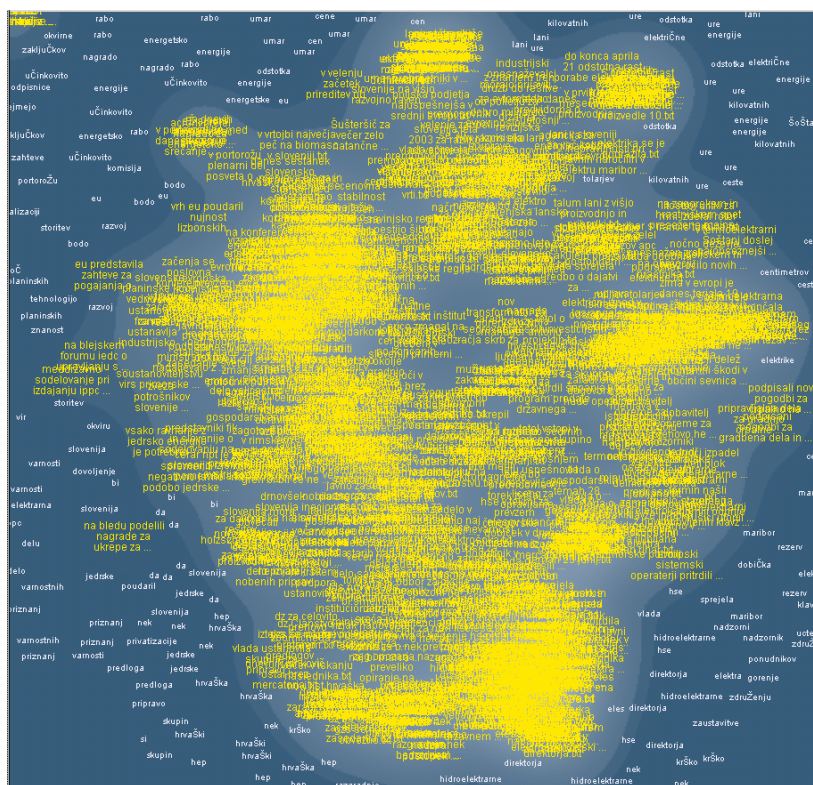
12.1 Analiza tekstovnih podatkov javnih objav

Za analizo tekstovnih podatkov smo uporabili arhiv Slovenske tiskovne agencije (STA) iz leta 2005. Z gospodarskega področja smo se osredotočili na energetiko in še bolj določeno na elektroenergetiko, ki doživlja velike spremembe v skladu z EU direktivo o liberalizaciji trga blaga.

Cilj analize tekstovnih podatkov je ugotoviti kateri dejavniki, povezave in glavne teme so bile aktualne v slovenski elektroenergetiki.

12.1.1 Priprava dokumentov

Arhivske novice STA smo preoblikovali v golo tekstovno obliko dokumenta in pripravljene podatke analizirali s pomočjo programa *OntoGen* (<http://ontogen.ijs.si>). Vizualni koncept (slika 12.1) ima 596 dokumentov. Vsebujejo 25.378 besed; vektorji besed so osnovni gradniki za analizo tekstovnih podatkov.



Slika 12.1 Vizualni koncept

12.1.2 Podkoncepti

S pomočjo zemljevida smo ugotovili štiri glavna vsebinska podpodročja (tabela 12.1) in jih dodali v ontologijo kot podkoncepte izbranega koncepta.

Tabela 12.1 Štiri podpodročja skupin ključnih besed

	Ključne besede / Keywords	Docs	Odstotek
1	odstotka, vlada, eu, tolarjev, rast, slovenija, odstotkov, milijarde, sprejela, strategije, cen, razvoj, leta, podjetja, letu	228	38 %
2	hrvaška, krško, eles, direktorja, razgradnje, odpadkov, nadzorni, hrvaško, hep, nadzorni_svet, hrvaške, evrov, elektrarni, odlagališče, vizjak	109	18 %
3	he, blanca, hse, he_blanca, hidroelektrarn, minister, podobnik, vizjak, savi, spodnji_savi, spodnji, boštanj, infrastrukture, he_boštanj, izgradnje	75	13 %
4	energije, hse, električne, električne_energije, zagožen, obnovljivih, eles, virov, obnovljivih_virov, energijo, vizjak, elektro, energetskih, piše, virov_energije	184	31 %
	Skupaj	596	100 %

Ročno smo izločili 14 dokumentov, ki se ne nanašajo na slovensko elektroenergetiko. Za analizo smo obdelali 582 dokumentov. V osnovni shemi so se na prvem nivoju izoblikovali štirje podkoncepti: (1) odstotki, vlada, EU, (2) Hrvaška, Krško, Eles, (3) HE, HE Blanca, HSE, (4) energije, HSE, električne.

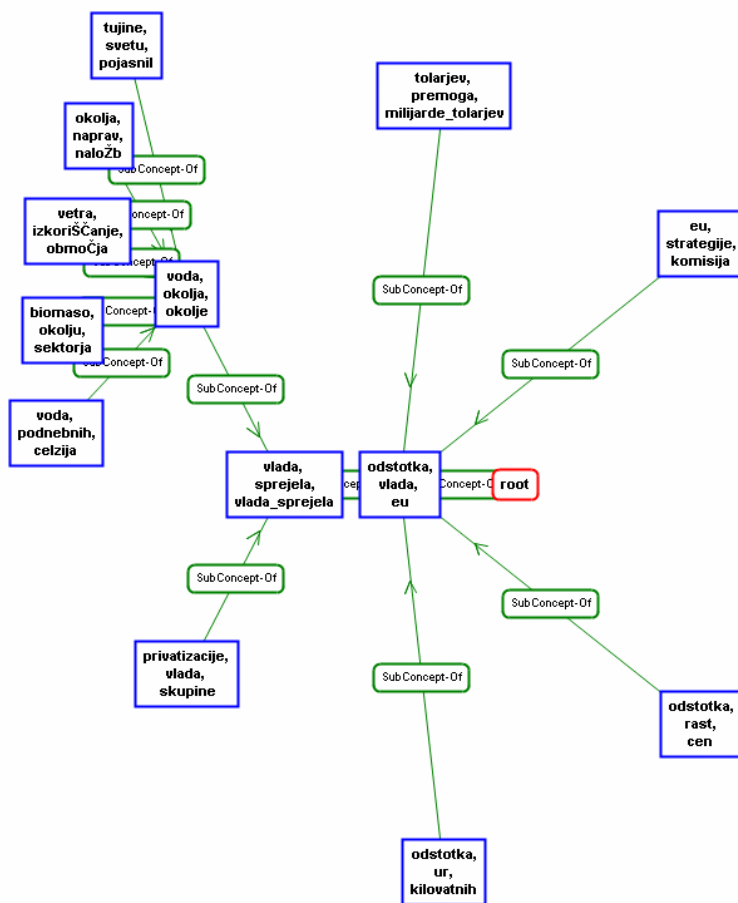
12.1.3 Poizvedba in nivojsko rudarjenje

V posameznih podkonceptih smo opravili poizvedbo in zgradili osnovno ontologijo na 1., 2., 3. in 4. nivoju. V posameznih podkonceptih smo opravili nivojsko rudarjenje in dobili vsebinska področja, ki kažejo na poudarke in relacijo dogodkov, ki so zaznamovala leto 2005: (1) vplivni cenovni dejavniki, (2) konkurenčnost, (3) okolje in vplivi okolja, (3) strategija, (4) nuklearka, (5) naložbe, (6) energija.

Pri *vplivnih cenovnih dejavnikih* se kažejo zakonitosti in povezave med nivoji podkoncepta: vlada (1. nivo), rast cen (2. nivo), ZDA, ljudi nafte, cena nafte; odstotki, rasti; kreditov; biomase, Slovenija, evra (3. nivo), biomase, Slovenija, cilj; evra, prevzem tveganje (4. nivo).

Pri *konkurenčnosti* se kažejo zakonitosti in povezave med nivoji podkoncepta: Vlada (1. nivo), vlada sprejela (2. nivo), konkurenčnost; vlada sprejela; Vizjak, premogovnik, podjetja; voda, okolje; privatizacija, vlada, skupine (3. nivo).

Pri *okolju* se kažejo zakonitosti in povezave med nivoji podkoncepta: vlada (1. nivo), vlada sprejela (2. nivo), voda, okolje (3. nivo), tujina, pojasnila; okolje, naprav, naložb; veter, biomasa, voda... (4. nivo).



Slika 12.2 Okolje

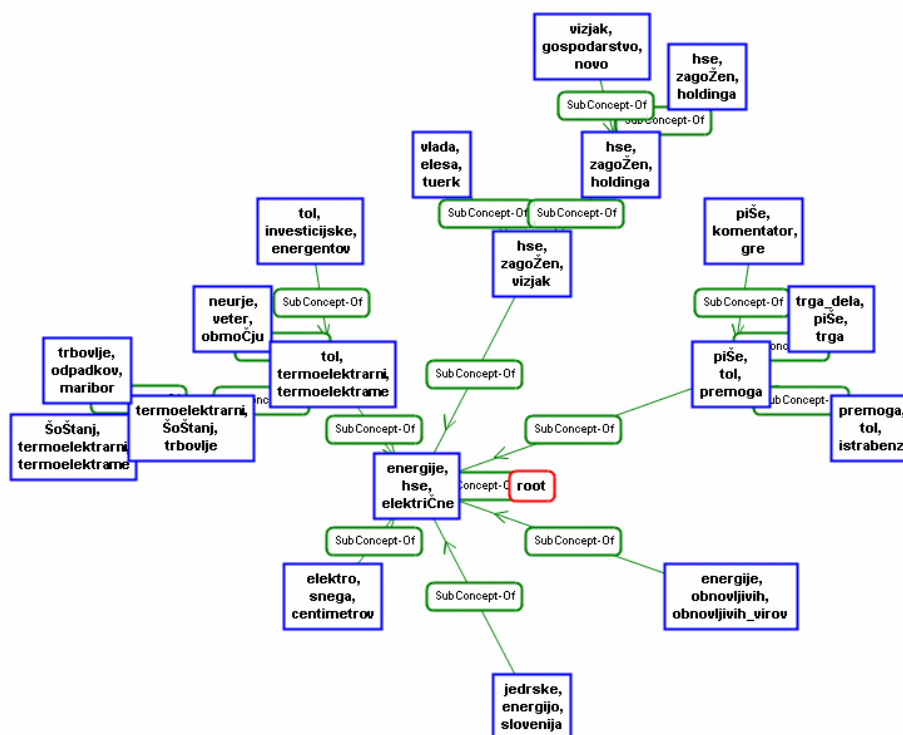
Pri *vplivih okolja* (slika 12.2) se kažejo zakonitosti in povezave med nivoji podkoncepta: vlada (1. nivo), vlada sprejela (2. nivo), voda (3. nivo), voda; toplogredni plini (4. nivo).

Pri *strategiji* se kažejo zakonitosti in povezave med nivoji podkoncepta: vlada, EU (1. nivo), EU, strategije, komisija (2. nivo), razvoj, regije, Janša; EU, strategije, komisija; pravic, politiki ... (3. nivo).

Pri *nuklearni* se kažejo zakonitosti in povezave med nivoji podkoncepta: Hrvaška, Krško, Eles (1. nivo), razgradnje, odpadkov (2. nivo), odpadkov, razgradnje, Hrvaška; direktorja, nadzorni, generalnega direktorja (3. nivo) ter druga veja: Hrvaška, Krško, Eles (1. nivo), Hrvaška, evrov (2. nivo), Vprašanje, Hrvaško, sporazum (3. nivo).

Pri *naložbah* se kažejo zakonitosti in povezave med nivoji podkoncepta: HE, HE Blanca (1. nivo), HE, HE Blanca (2. nivo), HE, HSE, Boštanj (3. nivo), HE Boštanj; HSE, manjšinskih deležev (4. nivo) ter 2. veja: HE, HE Blanca (1. nivo), Podobnik, minister, Vizjak (2. nivo), Vizjak, minister, predstavniki; Podobnik, minister, dovoljenj (3. nivo) oz. odločitev okolje, Primorska (2. nivo), Eles, Korošec, okolje; Primorska, Bistrica, odločitev (3. nivo).

Pri *energiji* (slika 12.3) se kažejo zakonitosti in povezave med nivoji podkoncepta: električna energija, HSE (1. nivo), HSE Zagožen, Vizjak (2. nivo), Vlada, Eles, Tuerk; HSE, Zagožen, holding (3. nivo), Vizjak, gospodarstvo, novo; HSE, Zagožen, holding (4. nivo) ter druga veja: električna energija, HSE (1. nivo), Termoelektrarne, TOL (2. nivo), Termoelektrarni Šoštanj, Trbovlje (3. nivo), Trbovlje, odpadkov, Maribor; Šoštanj, termoelektrarne (4. nivo).



Slika 12.3 Energija

12.1.4 Poimenovanje podkonceptov

Glede na izražene pojme smo smiselno poimenovali vsebinska področja. Na prvem nivoju kot značilne podkoncepte poimenujemo štiri glavna vsebinska podpodročja: (1) politika, (2) nuklearka, (3) naložbe, (4) energija. Smiselno poimenujemo tudi druge dejavnike na različnih nivojih v podkonceptih (slika 12.4). Koncept vsebuje v štirih podnivojih 77 vsebinskih sklopov (tabela 12.2).

Tabela 12.2 Klasifikacijska shema

<p>0 Elektroenergetika 1 Naložbe 1.1 Prenova 1.1.1 Dravske elektrarne 1.1.2 Odgovornost 1.1.3 Okvare 1.2 Spodnja Sava 1.2.1 HE Moste sanacija 1.2.2 HE Boštanj 1.2.3 HE Krško infrastruktura 1.2.4 Tehnološki razvoj 1.2.5 HE Blanca 1.3 Podobnik, minister, Vizjak 1.3.1 Podobnik, Vizjak 1.3.1.1 Gospodarsko ministrstvo 1.3.1.2 Okoljsko ministrstvo 1.3.2 Odločitev za investicije 1.3.2.1 Eles 1.3.2.2 Soglasja vetrnice</p>	<p>2 Energija 2.1 Energije obnovljivih virov 2.2 Snega, centimetrov, trga 2.3 Jedrsko energijo, Slovenija 2.4 Termo, toplarna 2.4.1 Termoelektrarna 2.4.1.1 TE Šoštanj 2.4.1.2 TE Trbovlje 2.4.2 Popravilo po neurju 2.4.3 TE-TOL 2.5 Nadzorni svet 2.5.1 Tuerk 2.5.2 HSE investitor 2.5.2.1 Financiranje 2.5.2.2 Zagožen 2.6 Premog 2.6.1 Komentar 2.6.2 Trg dela 2.6.3 Premog, emisije</p>	<p>3 Politika 3.1 Cene surovin 3.1.1 Nafta, cene, biomase 3.1.1.1 Stroški, plače 3.1.1.1.1 Finančno tveganje 3.1.1.1.2 Lastnik, sindikati 3.1.1.2 Cene nafte 3.1.2 Rast cen, inflacija 3.1.3 Krediti 3.1.4 ZDA, mrk 3.2 %, kWh 3.3 Vlada sprejela 3.3.1 Privatizacija 3.3.2 Okolje 3.3.2.1 Okoljevarstvo 3.3.2.1.1 Toplogrednih plinov, Celzija 3.3.2.1.2 Podnebne spremembe 3.3.2.2 Biomasa 3.3.2.3 Izkoriščanje vetra 3.3.2.4 Objekti, naprave 3.3.2.5 Tujine, svetu, pojasnil 3.3.3 Vladni predlog 3.3.3.1 Poslovanje, denar 3.3.3.2 Vladne uredbe 3.4 Denar 3.5 Razvoj 3.5.1 Razvoj regije 3.5.2 EU, strategije, komisija 3.5.3 Projekti</p>	<p>4 Nuklearna 4.1 Hrvaški sistem 4.2 Razgradnja, odpadkov 4.2.1 Direktor 4.2.2 Radioaktivni odpadki 4.3 Eles Gen 4.4 Pogajanja s Hrvaško 4.4.1 Milijarde evrov 4.4.2 Sporazum s Hrvaško</p>
--	---	--	---

- b) *Odbor za okolje podpira gradnjo vetrne elektrarne na Volovji rebri (0,209)*
 - Elektroenergetika → 1 Naložbe → 1.3 Podobnik, minister, Vizjak → 1.3.2 Odločitev za investicije
- c) *Izraba obnovljivih virov energije lahko zmanjša energetska odvisnost Slovenije (0,302)*
 - Elektroenergetika → 2 Energija → 2.1 Energije obnovljivih virov
- d) *Premogovnik Velenje letos nadaljuje z uspešnim poslovanjem (0,209)*
 - Elektroenergetika → 2 Energija → 2.6 Premog → 2.6.3 Premog, emisije
- e) *Na posvetu ekonomike uporabe biomase (0,173)*
 - Elektroenergetika → 3 Politika → 3.1 Cene surovin → 3.1.1 Nafta, cene, biomase
- f) *Po strategiji razvoja Slovenija v 10 letih nad povprečjem EU (0,231)*
 - Elektroenergetika → 3 Politika → 3.5 Razvoj → 3.5.2 EU, strategije, komisija

12.1.6 Ugotovite analize tekstovnih podatkov

Orodje OntoGen je zelo primerno za analizo tekstovnih podatkov in se je potrdilo kot zelo uspešno tudi za analizo besedil v slovenskem jeziku na primeru objav Slovenke tiskovne agencije. Primerno bi bilo za raziskavo izdelati primerjalno analizo za leto 2008, ko je Slovenija predsedovala Evropski uniji in predstavila podnebno-energetski paket.

Ugotovitve bodo primer za uporabo modela večletnih konceptov za aktivno učenje pri razvrščanju tematskih novic. Rezultati kažejo, da bi bilo smiselno periodično analizirati objave po posameznih področjih od splošnega do specifičnih tematskih, katerega smo na primeru elektroenergetike uporabili za dokazovanje novih možnosti uporabe. S frekvenco ponavljajočih se pojmov bi lahko raziskavo nadgradili s kvantitativno raziskavo.

12.2 Anketa med energetskimi menedžerji in zaposlenimi

12.2.1 Udeleženci ankete

Med slovenskimi energetskimi managerji smo izvedli anketo o dejavnih ponudbe električne energije, v terminu med 1. aprilom in 30. junijem 2007. Anketiranje je potekalo pisno na 9. Dnevh energetskih managerjev v Portorožu (april), na 8. konferenci slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED v Čatežu (maj) in udeleženci usposabljanja za upravljalce energetskih naprav v Ljubljani (junij).

Razdeljeno je bilo 150 anket, vrnjeno je bilo 72 anket. Izpolnjevalci ankete so bili po kvalifikacijski strukturi: 5,6 % z 8. in 9. stopnjo izobrazbe (magisterij in več), 41,7% s 7. stopnjo izobrazbe (univerzitetna izobrazba), 22,2 % s 6. stopnjo izobrazbe (višješolska izobrazba) in 23,6 % s 5. stopnjo (srednješolska izobrazba) in 6,9 % s 4. stopnjo izobrazbe (poklicna izobrazba). Po spolu je bilo 83,3 % moških in 16,7 % žensk.

Struktura anketirancev glede na starost je bila: do 30 let 16,7 %, 31 do 40 let 19,4 %, od 41-50 let 29,2 %, od 51-60 let 31,9 % in nad 60 let 2,8 %. Njihova povprečna starost je bila 44,6 let. Energetski managerji so v tem podjetju povprečno zaposleni 14,7 let. Njihova funkcija je: 22,2 % del vodilnega managementa, 25,0 % vodja oddelka, 4,2 % svetovalec, 20,8 % strokovni sodelavec, 27,8 % drugo.

V njihovih podjetjih je bilo število zaposlenih: do 50 zaposlenih 43,1 %, od 51 do 100 zaposlenih 15,3 %, 101 do 500 zaposlenih 22,2 %, od 501 do 1000 zaposlenih 9,7 %, nad 1000 zaposlenih 9,7 %. Podjetja se ukvarjajo s primarno dejavnostjo: proizvodnja izdelkov za podjetja 27,8 %, proizvodnja izdelkov za gospodinjstva 12,5 %, storitve za podjetja 18,1 %, storitve za končnega potrošnika 23,6 %, trgovina na debelo in drobno 4,2 %, drugo 13,9 %.

Napisan vprašalnik je bil uporabljen z namenom pridobiti podatke o dejavnih ponudbe. Vprašanja so bila razdeljena na devet tematskih sklopov. V vsakem sklopu je bilo pet možnih odgovorov na podlagi Likertove lestvice, kjer 1 pomeni, da "sploh ni pomembno", 5 pa pomeni da je "zelo pomembno". Dodatno so bila vključena

kontrolna vprašanja, da bi s tem pridobili dodatne informacije glede ponudbe električne energije med slovenskimi upravičenimi odjemalci.

12.2.2 Analiza ankete

Da bi ocenili dejavnike ponudbe pri odločitvah izbora dobaviteljev električne energije, smo uporabili multivariatno faktorsko analizo z uporabo programa SPSS (Norušis, 2002). Za zbrane podatke je bila multivariatna faktorska analiza izdelana zato, da bi identificirali skupne faktorje glede lastnosti dobaviteljev električne energije.

Na podlagi *korelacijske matrike* ugotovimo korelacije med ocenami posameznih tematskih vprašanj s področja usposobljenosti s področja znanj in komercialnih angažiranj. Medsebojni vpliv je med dejavniki: reševanje problemov – kakovost storitev (0,692), informiranje – fleksibilnost (0,682), reševanje problemov – usposobljenost (0,535), kakovost storitev – ekološka ozaveščenost (0,513), kakovost storitev – usposobljenost (0,504), informiranje – ekološka ozaveščenost (0,392).

Iz teh rezultatov težko izpeljemo, kateri so prevladujoči faktorji, zato izvedemo multivariatno faktorsko analizo. Analiza je potrdila dva pomembna faktorja (tabela 12.3), ki sta nadalje identificirana z uporabo petih metod: metodo glavnih osi, metodo največjega verjetja in tri rotacijske metode maksimalne verjetnosti.

Metoda glavnih osi kaže na dva najpomembnejša faktorja, ki obrazložita 50,7 odstotkov variance. Prvi faktor obrazloži 35,1 odstotkov variance, drugi faktor obrazloži 15,6 odstotkov variance. S pomočjo metode glavnih osi prvi faktor kaže na *usluge* v dejavnikih: kakovost storitev (79,5 %), reševanje problemov (69,5 %), informiranje (63,6 %), fleksibilnost (60,1 %), ekološka ozaveščenost (55,4 %), usposobljenost (53,2 %). Drugi faktor *komerciala* ima težo v dejavnikih: fleksibilnost (56,3 %), informiranje (50,2 %), tveganje (18,0 %), cena (12,5 %), plačilni pogoji (1,7 %).

Z metodo največjega verjetja so za prvi faktor obvladovanje znanja razvidne visoke uteži pri dejavnikih: kakovost storitev (98,5 %) reševanje problemov (71,0 %), ekološka ozaveščenost (53,0 %), usposobljenost (52,3 %). Pri drugem faktorju, ki ga

identificiramo kot komercialna sposobnost se kaže močan vpliv na dejavnike fleksibilnost (78,7 %), informiranje (79,2 %), tveganje (33,7 %), ekološko ozaveščanje (25,9 %), cena (15,5 %).

Tabela 12.3 Matrika različnih izločitvenih metod (2 pomembna faktorja)

	Metoda največjega verjetja		Rotacijska metoda največjega verjetja z Kaiserjevo normalizacijo		Rotacijska metoda največjega verjetja z Kaiserjevo normalizacijo – poševna rotacija		Rotacijska metoda največjega verjetja Varimax Kaiserjeva normalizacija – pravokotna rotacija	
	Faktorske uteži (Faktor Matrix) ^a		Vzorčna matrika ^b Faktor (Pattern Matrix Faktor)		Strukturna matrika Faktor (Structure Matrix Faktor)		Rotacijska Faktorska matrika ^c Faktor (Rotated Factor Matrix ^c Faktor)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Cena	,149	,125	,017	,162	,096	,170	,057	,161
Plačilni pogoji	,299	,017	,250	,079	,288	,201	,261	,140
Tveganje	,371	,180	,070	,346	,239	,380	,154	,353
Fleksibilnost	,601	,563	-,075	,849	,339	,813	,139	,803
Informiranje	,636	,502	-,012	,843	,400	,837	,199	,813
Usposobljenost	,532	-,154	,491	,114	,547	,354	,503	,235
Reševanje problemov	,695	-,317	,723	-,009	,718	,344	,697	,175
Kakovost storitev	,795	-,543	1,082	-,245	,963	,284	,986	,039
Ekološko ozaveščanje	,554	-,026	,472	,192	,566	,423	,505	,307

^a 6 potrebne interacije.

^b Rotacija v 2 interacijah.

^c Rotacija v 3 interacijah.

S ciljem pridobitve čimbolj zanesljivih podatkov, smo uvedli še *rotacijsko metodo največjega verjetja*.

S *poševno rotacijo* se okrepi vloga dveh najpomembnejših faktorjev. Struktura matrike pri poševni rotaciji metode maksimalne verjetnosti kaže na podobne rezultate. Pri prvem skupnem faktorju so dejavniki podobni v enakih okvirjih: kakovost storitev (96,3 %), reševanje problemov (71,8 %), ekološka ozaveščenost (56,6 %), usposobljenost (54,7 %), informiranje (40,0 %). Smiselno poimenovanje ostaja obvladovanje znanja, glede na izrazito naraščanje ekološke zavesti prvi skupni faktor poimenujemo *obvladovanje znanja in spodbujanje zavesti*. Ob primerjavi ocen faktorskih uteži brez rotacije oziroma z rotacijo je mogoče zaznati razlike pri ocenah uteži na drugem faktorju, ki so se povečale z rotacijo. Ocene dejavnikov so: fleksibilnost (81,3 %), informiranje (83,7 %), ekološko ozaveščanje (42,3 %),

tveganje (38,0 %), usposobljenost (35,4 %), reševanje problemov (34,4 %) in kakovost storitev s premikom iz negativnega predznaka v pozitivno smer (28,4 %). Na podlagi rotirane rešitve se kažejo pri drugem skupnem faktorju pomembni premiki v prodajni strategiji in politiki z izrazitimi ekonomskimi elementi v komercialnih pogajanjih. Skozi trženje produkta Modra energija za električno energijo proizvedeno v velikih hidroelektrarnah z doplačilom za 0,00417€/kWh za zavestno sistematično financiranje ekoloških projektov, se kaže napredek v dovezetnosti odjemalcev za ekološko ozaveščenost skozi namenski denar. Ker gre za agresivnejše komercialne pristope distribucijskih dobaviteljev, drugi skupni faktor smiselno razširimo v *komercialno sposobnost in angažiranje*.

S *pravokotno rotacijo* se nekateri dejavniki ojačajo, drugi postanejo šibkejši; vsebinsko se izostrijo in dopolnijo. Pri prvem skupnem faktorju *obvladovanje znanja in spodbujanje zavesti* so dejavniki na nekoliko nižji ravni: kakovost storite (98,6 %), reševanje problemov (69,7 %), ekološka ozaveščenost (50,5 %), usposobljenost (50,3 %). Pri drugem skupnem faktorju *komercialna sposobnost in angažiranje* so uteži dejavnikov: fleksibilnost (80,3 %), informiranje (81,3 %), tveganje (35,3 %), ekološko ozaveščanje (30,7 %).

12.2.3 Ugotovitve ankete

V raziskavi smo ugotovili medsebojno povezanost s skupnimi faktorji obvladovanje znanja in spodbujanje zavesti ter komercialna sposobnost in angažiranje. Pri treh skupnih faktorjih se izkaže za samostojen faktor cenovno prilagajanje, ki ga podpirajo dejavniki: fleksibilnost, informiranje, tveganje, cena.

12.3 Poslovno komuniciranje v podjetju

12.3.1 Celostna podoba

Podjetje GEK želi biti še bolj prepoznavno. Zato bo novo podobo podjetja, ki vizualno izraža usmerjenost v obnovljive vire prihodnosti izkazoval s svojim prepoznavnim znakom. V sklopu celostne podobe pa bo razvit sistem sloganov v smislu klasične hidroproizvodnje dejavnosti in novih alternativnih dejavnosti obnovljivih virov energije obsijanih s soncem. Poudari se svežina in usmerjenost v

prihodnost. Za novo celostno grafično podobo se izdela priročnik za uporabo: dopisi, kuverte, računi, zastave, označbe na službenem "hibridnem" (pogon na sončno oziroma na električno energijo) vozilu, označbe na poslovni stavbi.

12.3.2 Interno komuniciranje

Z internim komuniciranjem skrbijo za osveščenost zaposlenih o aktualnem dogajanju v podjetju in jih spodbujajo, da predstavijo svoje predloge in pobude za izboljšanje poslovanja. Področje internega komuniciranja se uredi s procesom Komuniciranje z notranjimi javnostmi v sistemu kakovosti ISO 9001, ki opredeljuje celoten krog komuniciranja, od ugotavljanja potreb komuniciranja, razvoja politik, strategij, načrtovanja izvedbe in vrednotenja internega komuniciranja.

Potrebe zaposlenih po informacijah, ki jih potrebujejo za razumevanje svoje vloge v podjetju in za učinkovito opravljanje svojega dela, se močno razlikujejo po hierarhičnih nivojih (direktor, vodje OE, vodje oddelkov) in različnih delovnih mestih (strokovnjaki na posameznih področjih, zaposleni na terenu, zaposleni za nedoločen in določen čas), predstavniki delavcev, študenti, štipendisti ter upokojenci. Potrebam različnih skupin se prilagaja sporočila, orodja in pogostost komuniciranja, različnim priložnostim za komuniciranje pa se prilagajajo tudi orodja. Orodja, ki jih redno uporabljajo so: redni interni sestanki na različnih nivojih, elektronska pošta, telefon, interno glasilo Elgo vestnik, dopisi in druga notranja sporočila, dogodki, oglasne deske, nabiralniki za zbiranje predlogov (zagotovljena anonimnost), plakati in priznanja. Dopolnitev bi bila uvedba intraneta s katerim bi več prispevali k večji interaktivnosti in pospešili dvosmerno komunikacijo.

12.3.3 Interno poslovno glasilo

Interno glasilo Elgo vestnik izhaja štirikrat letno – marca, junija, septembra in decembra – v nakladi 1.000 izvodov. Namenjen je obveščanju o poslovnih in delovnih dogodkih v podjetju ter energetiki, poleg informativnosti pa ima dokumentarno, izobraževalno, kulturno, umetniško, športno in družabno usmeritev. V vsebinsko raznolikem in bogatem glasilu je predstavljena politika in stališča ter odgovornost podjetja do notranjih in zunanjih javnosti.

12.3.4 Prireditve, razstave

Ob vseh pomembnejših dosežkih se organizira prireditve. Kot primera navajamo odprtje nove sončne elektrarne Strahinj (maj 2008) in odprtje prenovljene akumulacijske hidroelektrarne Lomščica (oktober 2008).

Z razstavami v novo urejeni avli podjetja Gorenjske elektrarne se bi spodbujala umetniška izpovednost posameznikov in kulturni utrip podjetja. Športno udejstvovanje ima močno tradicijo na področju rekreativnih srečanj, na dnevu podjetja, na zimskih in letnih športnih igrah elektrodistributerjev Slovenije. V okviru Športnega društva deluje tudi fotografska sekcija, ki dokumentira dogodke v podjetju.

12.3.5 Komuniciranje s kupci

Potrebe in želje s kupci spoznavamo predvsem z ohranjanjem stalnih stikov z njimi. Povratna informacija pa je ključnega pomena za naše nadaljnje delo in dolgoročno sodelovanje. Običajno ob sklepanju pogodb poteka največje število stikov, vendar je potrebno tudi po sklenitvi pogodbe nuditi odjemalcem ustrezno podporo. To se kaže v obveščanju strank, reševanju reklamacij, izvajanju 24-urne pomoči svojim kupcem. Cilj podjetja je optimizirati te vrste podpor, pri čemer sledi najnovejšim tehnologijam na področju komuniciranja (klicni center, center vodenja, internet, elektronska pošta).

Osnovne naloge pri komuniciranju s kupci so:

- razvoj blagovne znamke,
- oglaševanje,
- priprava promocijskega gradiva,
- prodajne akcije,
- informiranje o racionalni rabi električne energije,
- priprava vsebin in vzdrževanje spletnih strani,
- organizacija srečanj, izobraževanja in obveščanja za kupce.

Med odjemalci bi periodično opravljali ankete o zadovoljstvu z uslugami.

12.3.6 Publikacije za odjemalce in poslovne partnerje

Za odjemalce so pripravijo publikacije za seznanitev z novostmi ter spremenjenim načinom dela zaradi odpiranja trga z električno energijo. Publikacije za odjemalce in poslovne partnerje:

- brošura: "Prodaja električne energije iz obnovljivih virov",
- zloženci: "Zelena energija Gorenjskih hidroelektrarn", " Sončna energija",
- zgibanka "Utrip podjetja Gorenjske elektrarne",
- poslovno glasilo: "Elgo vestnik",
- knjiga: "60 let Gorenjskih elektrarn (1949-2009)".

Brošure in zgibanke bi bile so dostopne tudi na novo uvedeni spletni strani www.gorenjske-elektrarne.si oziroma www.gek.si. V brošurah bi bile zajete osnovne informacije, konkretni podatki ter kontaktne osebe s telefonskimi številkami in elektronskimi naslovi, pri katerih odjemalci lahko dobijo dodatne informacije.

12.3.7 Sodelovanje v strokovnih organih in na konferencah

Sodelovanje s strokovnimi organizacijami, na seminarjih in konferencah je izrednega pomena z vidika strokovnosti delovanja podjetja. Ohranjanje dobrih poslovnih odnosov s partnerji, tako domačimi kot tujimi, kot tudi s tistimi, ki se ukvarjajo s sorodno dejavnostjo, je izrednega pomena, kjer se pridobiva nove informacije in nova znanja. Konference, ki imajo odmev v javnosti se sponzorira, na njih pa podjetje oglašuje. Posebna pozornost je namenjena oglaševanju na šolah tehniške stroke.

12.3.8 Komuniciranje z zunanjimi javnostmi

Podjetje bi moralo vzpostaviti redne stike z novinarji, prirejati občasne novinarske konference in sistematično odgovarjati na vprašanja s strani »sedme sile«. Komuniciranje je usmerjeno k lokalnim skupnostim, investitorjem, kupcem, dobaviteljem, potencialnim kupcem in drugim. Odražati se mora skozi kvaliteto storitev, se ravnati po standardih kakovosti ISO 9001/2000 in ISO 14000, ažurirati spletne strani, periodično izdajati publikacije in posebnih dogodkih (odprtja novih

proizvodnih objektov, jubileji), prireditvah, oglaševanjem, aplikacijami celostne grafične podobe, odnosi zaposlenih do uporabnikov, kupcev, itd., ki vpliva na imidž podjetja. Cilj je ohraniti jasno prepoznavno, razlikovalno in dosledno vizualno podobo podjetja. Spoštujemo korenine preteklosti in glejmo v prihodnost tako, da sledimo svojemu poslanstvu, viziji, vrednotam.

Voditi je potrebno evidenco pojavljanja v medijih (clippingi), kar se periodično analizira.

13 PREDLOGI ZA BOLJŠO ORGANIZACIJO POSLOVNIH ODNOSOV

13.1 Strateške priložnosti

Za doseganje 25 % deleža OVE do leta 2020 bo na področju doprinosa z vidika hidroelektrarn potrebno s strani RS zagotoviti spodbude pri cenovni politiki, izboljšanju ukrepov za umestitev HE v prostor in izboljšanju pogojev investitorjem za lažje pridobivanje koncesij in zahtevanih soglasij.

Na območju Gorenjske je družba ELGO dejavna na področju proizvodnje iz obnovljivih virov energije z odvisno družbo GEK, ki v prihodnosti načrtuje:

- izgradnjo malih in srednjih hidroelektrarn zaradi dobrega poznavanja GEK,
- in sončnih elektrarn, kjer ima GEK kot največji proizvajalec dobre reference.

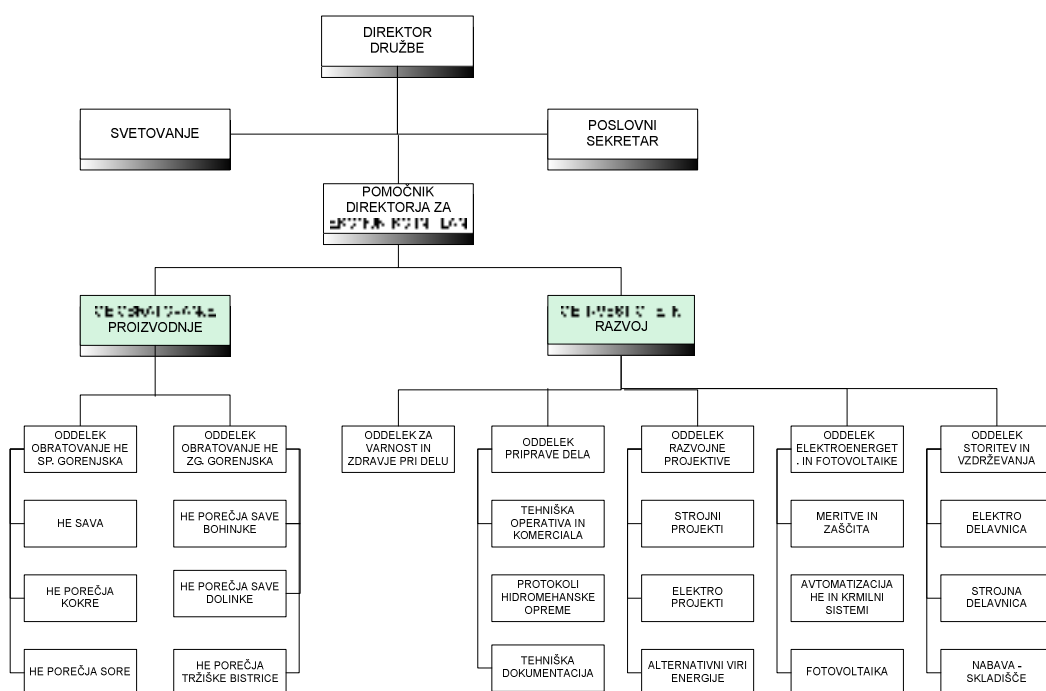
Možnosti za investiranje so v naslednje tehnologije proizvodnje:

- kogeneracije oziroma trigeneracije: na plin, toplotne za daljinsko ogrevanje, industrijske toplotne, kvalificirane elektrarne in toplotne na komunalne odpadke, na bioplin, na biomaso;
- vetrne elektrarne kot poskusni pilotski projekti na zmernih vetrovnih hribovitih območjih Karavank, Kamniških Alp, planote Jelovice in škofjeloškega hribovja ob predhodni ureditvi težav z umeščanjem v prostor.

Ker se družba GEK usmerja v manjšo odvisnost od posameznih proizvodnih virov, naj se ob tradicionalnih virih energije (hidroelektrarne), usmerja v druge obnovljive vire energije s pasovno proizvodnjo električne energije (sonce, bioplin, biomasa).

13.2 Organiziranost

Za realizacijo razvojnih priložnosti in prepletajočih poslovnih funkcij v dosedanji organiziranosti, predlagamo nova organiziranost s samostojno zaokroženimi funkcijami na 1., 2. in 3. nivoju (slika 13.1). V podjetju sta na 1. nivoju dve organizacijski enoti: OE Obratovanje proizvodnje in OE Investicije in razvoj. Glede na vse večji tržni pomen se predlaga vzpostavitev funkcije pomočnika direktorja za ekonomiko in plan, kjer se usklajujejo potrebe in poraba resursov za proizvodnjo, prodajo, naložbe, vzdrževanje in razvoj.



Slika 13.1 Predlog organizacijske sheme družbe GEK

Glede na vse večjo vlogo naložb v obnovljive vire energije se organizira na 3. nivoju, kjer je sedaj le en oddelek za pripravo dela in vzdrževanje sedem oddelkov v dveh organizacijskih enotah, ki tvorijo temeljno dejavnost družbe. V Organizacijski enoti Obratovanje proizvodnje sta oddelka obratovanje HE Zgornje in Spodnje Gorenjske. S tem se uredi tudi nadomeščanje med najbližjimi lokacijami porečij stikalcev posameznih hidroelektrarn. V Organizacijski enoti Investicije in razvoj se obstoječi oddelek za pripravo dela in vzdrževanje zaradi bolj transparentnega dela razdeli v oddelek za pripravo dela (tehniška operativa in komerciala, protokoli hidromehanske opreme, tehniška dokumentacija) in oddelek za vzdrževanje in storitve (elektro delavnica, strojna delavnica in nabava, skladišče). Zaradi diverzifikacije dejavnosti in novih nalog se vzpostavijo: oddelek razvojne projektive (strojni projekti, elektro projekti, alternativni viri energije), oddelek elektroenergetike in fotovoltaike (meritve in zaščita, avtomatizacija HE in krmilni sistemi, fotovoltaika) in oddelek za varnost in zdravje pri delu.

13.3 Izobraževanje in kariera

13.3.1 Komercialna funkcija

Komercialna funkcija je pomemben del poslovnega procesa, ki obsega organizacijo in funkcioniranje vseh služb v organizacijski enoti, ki se ukvarja s komercialnimi posli. Komercialno funkcijo delimo na prodajno, nabavno in marketing (tržno komuniciranje). Specifičnost trga z električno energijo zahteva prilagajanja v organizaciji in na trgu ter vlaganja v intelektualni kapital. Znanje, izkušnje in razgledanost v trženju električne energije upravičenim odjemalcem so temeljna ključna zmožnost za poslovanje. Glavna konkurenčna prednost podjetij, ki se ukvarjajo s prodajo električne energije je izobražen kader s pridobljenimi izkušnjami in poznavanjem trga in odjemalcev. Temu področju je potrebno posvetiti večjo pozornost.

13.3.2 Človeški kapital

Človeški kapital odraža strokovno usposobljenost delovne sile, pridobljeno z izobraževanjem. Bolj usposobljen človeški kapital omogoča uvajanje sodobnih tehnologij, nove organizacijske postopke in spodbuja inovativnost v podjetju. Podjetje mora bolj kot doslej podpirati izobraževanje ob delu tudi v dodiplomskih in podiplomskih programih.

13.4 Poslovno komuniciranje

13.4.1 Blagovna znamka

Energija Savica je tržna znamka za električno energijo, proizvedeno iz obnovljivih in okolju prijaznih naravnih virov. Električna energija pod tržno znamko Energija Savica je proizvedena v hidroelektrarnah: v 13. hidroelektrarnah v lasti GEK, v 2 hidroelektrarnah v lasti ELGO ter v drugih kvalificiranih in nekvalificiranih elektrarnah na območju Gorenjske, od katerih ELGO kupuje električno energijo.

V letu 2006 je ELGO odkupil 96.000.000 kWh električne energije, od tega 50.000.000 kWh od GEK, ki bi jih lahko tržil pod blagovno znamko Energija Savica.

Cilj blagovne znamke:

- vzpostaviti konkurenčno prednost,
- identifikacija odjemalcev z bistvom tržne znamke Energija Savica,
- ponuditi odjemalcem sredstvo oziroma mehanizem, prek katerega lahko tudi sami prispevajo k ohranjanju okolja,
- vplivati na nakupno odločitev odjemalcev, ki ne temelji le na ceni,
- prek tržne znamke Energija Savica graditi ugled podjetja na področju družbene odgovornosti.

Kupci Energije Savica s svojim nakupom prispevajo tudi sredstva v sklad, s tem pa pripomorejo tudi k varovanju okolja in zdravja. Iz prihodka, ki nastaja iz dodatka k ceni električne energije za energijo iz obnovljivih virov, se 60 % nameni v sklad. Preostalih 40 % prihodka se nameni stroškom promocije in ostalim povezanim stroškom.

Sklad Energija Savica je namenjen izključno spodbujanju pridobivanja energije iz obnovljivih virov, raziskavam na področju pospeševanja pridobivanja energije iz obnovljivih virov ter obnovi in izgradnji enot, ki proizvajajo energijo iz obnovljivih virov.

Trženjsko komuniciranje

Tabela 13.1 Komunikacijska orodja za promocijo tržnih znamk električne energije iz obnovljivih virov

Energija Savica	Modra energija*	Zelena energija**
- PR (članki, dogodki, mediji, sponzorstva) - Brošura - Neposredna pošta - Predstavitev na spletnem mestu - Oglaševanje - Hrbtna stran računa - Klicni center - Elektronski naslov - Informacijska mesta	- PR (dogodek, mediji) - Brošura - Neposredna pošta - Spletna predstavitev - Oglaševanje - Klicni center - Elektronski naslov	- PR (članki) - Brošura - Neposredna pošta - Predstavitev na spletnem mestu - Oglaševanje - Hrbtna stran računa - Klicni center - Elektronski naslov - Informacijska mesta

Opombi:

* Odjemalci "Modre energije" so od 1.7.2007 lahko le upravičeni odjemalci.

** Za "Zelena energijo" se lahko odločijo samo gospodinjski odjemalci.

Postopek registracije Energije Savica

Prijava znamke, ki jo lahko pripravite sami ali za to pooblastite zastopnika, mora vsebovati:

- zahtevo za registracijo znamke, praviloma na izpolnjenem obrazcu Zahteva za registracijo znamke (SIPO Z-1),
- seznam proizvodov oziroma storitev v dveh izvodih, v katerem so proizvodi in storitve razvrščeni v skladu z mednarodno klasifikacijo blaga in storitev (Nicejska klasifikacija),
- prikaz znaka v črno-beli tehniki v petih izvodih; če se zahteva varstvo znaka v barvi, prikaz znaka v barvi v petih izvodih,
- pravilnik o kolektivni znamki, če se zahteva registracija kolektivne znamke;
- potrdilo o plačilu predpisane prijavnne pristojbine;
- pooblastilo zastopniku, če je prijava vložena po zastopniku.

Obrazec za prijavo znamke je potrebno predložiti v treh izvodih. Urad določi datum vložitve prijave in številko prijave pri vsaki prijavi, ki vsebuje najnujnejše sestavine, in sicer: navedbo, da se zahteva registracija znamke, podatke, ki omogočajo ugotovitev identitete prijavitelja ali vzpostavitev stika z njim, prikaz znaka in navedbo blaga ali storitev, za katere se zahteva varstvo z znamko. Urad lahko zahteva dopolnitev zahteve; ko je popolna, ji urad dodeli datum vložitve in številko.

13.4.2 Spletno mesto

Spletno mesto je nujno potrebno za prepoznavnost podjetja ter trženje storitev. Na spletni strani ELGO je kapitalsko povezana družba GEK zajeta minimalno, zato se pristopi k pripravi zasnove samostojne strani.

Glavni cilji spletnih strani

Glavni cilji izvedbe spletnega mesta www.gorenjske-elektrarne.si oziroma www.gek.si (predlagana vzporedna skrajšana že registrirana domena) so:

- gradnja prepoznavnosti in utrjevanje blagovne znamke,
- izobraževanje sedanjih in bodočih uporabnikov energije iz obnovljivih virov,
- komunikacijski kanal za širšo javnost in poslovne partnerje.

Koraki pri nastajanju spletnih strani

Načrtovanje:

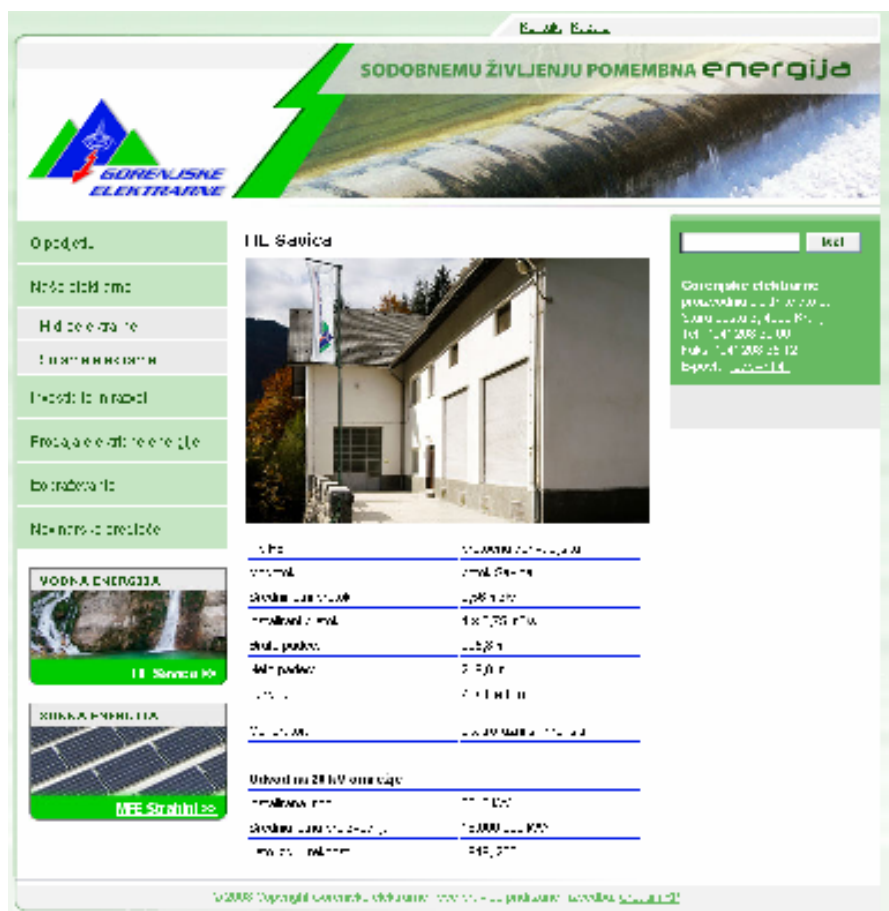
- analiza stanja in potreb,
- vsebinsko-funkcionalna zasnova,
- oblikovna zasnova,
- tehnična zasnova.

Produkcija:

- zbiranje in priprava vsebin,
- izvedbeno oblikovanje, grafična priprava vsebin,
- izvedba prototipnih HTML strani,
- izvedba podpornih spletnih aplikacij (uredniški sistem),
- vnos vsebin,
- testiranje in objava.

Tabela 13.2 Shema spletnega mesta

1 Organiziranost družbe	2 Zgodovina, dejavnosti	3 Obnovljivi viri v GEK
1.1. Poslanstvo in vizija družbe GEK 1.2. Služba za obratovanje proizvodnje 1.3. Služba za investicije in razvoj 1.4. Kontaktne osebe	2.1. Kronologija GEK 1949-2009 2.2. Letno poročilo 2.3. Publikacije	3.1. Hidroelektrarne 3.2. Sončne elektrarne
4 Promocija	5 Dogodki	6 Trajnostni razvoj
4.1. Projekti energetske učinkovitosti - Toplotna črpalka 4.2. Strokovni članki - Konferenca CIGRE-CIRED 4.3. Odmevi v javnosti - izbor clippingov 4.4. Blagovna znamka 4.5. Spodbujanje za obnovljive vire energije	5.1. Novice 5.2. Sporočila za javnost	6.1. Varovanje okolja 6.2. Ekologija
7 Partnersko sodelovanje	8 Povezave	9 Vstopna stran, anketa
7.1. Kupci električne energije GEK 7.2. Proizvajalci opreme proizvodnih objektov GEK 7.3. Izobraževalni projekti	→ link povezava Zakonodaja o OVE → link povezava: www.agen-rs.si → link povezava: ...	- Aktualno - Anketa



Slika 13.2 Zasnova spletne strani

Operativno delovanje spletnih strani

Po objavi spletnega mesta je pomembno ažuriranje.

Operativno uredništvo:

- redno vzdrževanje in dopolnjevanje,
- obdelava odzivov (e-kontakti).

Strateško uredništvo:

- promocija spletnega mesta,
- analiza obiska,
- določanje smernic za nadaljnji razvoj.

Tehnično realizacijo bo izvedel zunanji izvajalec. Opravil bo naslednja dela:

- svetovanje pri pripravi vsebinsko-funkcionalne in oblikovne zasnove,

- prilagoditev uredniškega vmesnika,
- izvedbo,
- testiranje in korekture (ena korektura na strani naročnika),
- objava na izvajalčevem strežniku.

Komunikacija v času izvedbe projekta poteka na sestankih projektne ekipe, pomembni dokumenti pa so vedno na voljo tudi na projektnih straneh (spletna stran do katere imajo dostop le člani projektne skupine).

13.4.3 Forum o obnovljivih virih prihodnosti

Namen konference

Uspešna organizacija konference o obnovljivih virih energije in učinkoviti rabe energije z naslovom »Obnovljivi viri prihodnosti«, ki je bila prvič izvedena 16. oktobra 2007 na Bledu, daje nadaljnji izziv GEK kot soorganizatorju konference skupaj z ELGO.

Konferenca je orodje, ki omogoča:

- na trgu z električno energijo nastopiti kot strokovno usposobljen in kompetenten partner pri projektih obnovljivih virov energije in učinkovite rabe energije,
- predstaviti svoje projekte na področju obnovljivih virov energije in učinkovite rabe energije,
- predstaviti svoje storitve na področju obnovljivih virov energije in učinkovite rabe energije,
- predstaviti dobro prakso iz tujine (s tujim predavateljem),
- vplivati in/ali pospešiti odločitev o nakupu/pristopu k projektu,
- ciljnim javnostim približati področje obnovljivih virov energije in učinkovite rabe energije,
- predstaviti se kot družbeno odgovorno podjetje.

Ciljne javnosti

Primarne javnosti: ključni upravičeni odjemalci (industrija), občine.

Sekundarna javnost: mediji.

Koncept konference

Konferenca je zasnovana kot enodnevni posvet z razpravo. Vsebinsko je razdeljena na tri dele, in sicer:

- skupni referati,
- vsebinski paneli,
- okrogla miza.

Vsebinska zasnova konference

Področja referatov za konferenco:

- učinkovita raba energije: energetske kontrakting, energetske izkaznice, energetske preglede), soprodukcija toplotne in električne energije (kogeneracije), zakonodaja,
- obnovljivi viri energije: hidroelektrarne kot doseganje cilja 20 % obnovljivih virov do leta 2020, izkoriščanje lesne biomase, problematika umeščanja malih hidroelektrarn v prostor, sončne elektrarne, bioplinske naprave ...



Slika 13.3 Znak in ime konference

13.4.4 Tematske zloženke

V zvezi s trajno obeležitvijo zgodovinskih pričevanj, tehnoloških dosežkov, proizvodnje električne energije in ozaveščanja v obnovljive vire energije, se daje pobudo za obeleževanje pomembnih mejnikov v obdobju let 2008-2009.

Ime Gorenjske elektrarne se je prvič pojavilo z ustanovitvijo podjetja Gorenjske elektrarne 26. aprila 1949 (Papler, 2003). Gorenjske elektrarne (GEK) so tesno povezane z največjo Hidroelektrarno Savica, zato je smiselno celovito sistematično daljše obeleževanje v obdobju 2008-2009 (priloga 10).

14 ZAKLJUČEK

V magistrskem delu smo se v okviru primerjave razvojnih učinkov obnovljivih virov energije osredotočili na dva najznačilnejša obnovljiva vira za proizvodnjo električne energije v slovenskem prostoru: hidroelektrarne in sončne elektrarne. Hidroenergija predstavlja največji naravni potencial, izraba sončne energije pa je najhitreje rastoča gospodarska panoga. V več kot 100-letni zgodovini razvoja rabe hidroenergetskega potenciala v Sloveniji je ta v veliki meri izkoriščen, medtem ko sončna energija predstavlja energijo prihodnosti. Učinke hidroelektrarn in vodnih elektrarn smo proučili z vidika sodobnih tehnoloških sistemov ter primerjali prednosti in slabosti izkoriščanja.

Na področju hidroproizvodnje električne energije smo ugotovili vplivne dejavnike z analizo tabelaričnih podatkov in s pomočjo programa Weka razvili model elektrarne, kjer smo ugotovili, da je ključni dejavnik segment proizvodnje, ki se kaže v velikosti proizvodnega vira. Kot dejavniki se izkažejo hidrologija – pretoki voda, padavine in sezona. Z regresijsko analizo smo na primeru hidroelektrarne Savica proučevali naravne in tehnične dejavnike za proizvodnjo električne energije. Ugotovili smo močno povezanost z instalirano močjo generatorjev na zaposlenega in srednjim pretokom vode. Med naravnimi dejavniki so korelacije med hidrologijo s srednjimi pretoki voda, padavinami, temperaturami zraka in debelino snežne odeje.

S statističnimi podatki smo ugotavljali prihranke fosilnih goriv in emisij toplogrednih plinov pri proizvodnji električne energije iz malih in srednjih hidroelektrarn. Ocenili smo možnosti za doseganje cilja 20 % deleža obnovljivih virov energije do leta 2020 z izrabo naravnih danosti in okoljevarstvenih pogojev za učinkovit trajnostni razvoj. Hidroelektrarna Savica daje s povprečno letno proizvodnjo 20 milijonov kWh daje letni prihranek 24.000 to premoga in 17.000 kilo ton zmanjšanja emisij CO₂.

Za podporo odločanja pri investicijski izgradnji hidroelektrarn smo uporabili metode in sisteme za vrednotenje, analizo in izbiro alternativ. Za model za izbor hidroelektrarn smo uporabili večparametrsko metode, ki poleg opazovanja in medsebojnega primerjanja omogočajo tudi vrednotenje alternativ in sicer: z metodo Kepner-Tregoe za zmerno zahteven odločitveni problem in z metodo DEX za najzahtevnejše odločitvene procese z večjim poudarkom na subjektivni presoji z

uporabo simboličnih parametrov in funkcijami koristnosti. Model po metodi DEX smo zgradili z računalniškim programom DEXi. Analiza daje napotke za reševanje odločitvenih problemov, ki so bili opravljeni s kvantitativno in kvalitativno metodo; med njima so določene razlike, v globalu pa so v trendu, med učinkovitostjo, ekonomiko in okoljem. Situacija med alternativami se spremeni v predpostavkah spremembe subvencij – premij. Analizirali smo instrument gibanja zagotovljenih odkupnih cen električne energije za kvalificirane hidroelektrarne od uvedbe leta 2002 in ugotovili za leto 2007 realno znižanje enotne odkupne cene električne energije za male hidroelektrarne do moči 1 MW za 11,93 % oziroma realno znižanje enotne letne premije za male hidroelektrarne 15,03 % ter realno znižanje enotne odkupne cene električne energije za srednje hidroelektrarne od 1 do MW za 14,95 % oziroma realno znižanje enotne letne premije za male hidroelektrarne 20,9 %. S sprejemom vladnega sklepa o novih višinah zagotovljenih odkupnih cen z julijem 2008 so se le-te povečale nominalno za 6,8 %, kar realno pomeni 6 % znižanje enotne letne cene (glede na leto 2002) in 29,9 % realno znižanje enotne letne cene premije za male hidroelektrarne in 31,9 % realno znižanje enotne letne premije (glede na za na leto 2002)..

Opisana je tehnologija in odločujoči dejavniki za energetska izkoriščanje sončne energije. Prikazani so sodobni tehnološki sistemi za izbor sončnih celic, sestavni deli sončne elektrarne in opozorila pri izbiri lokacij. Na štirih primerih sončnih elektrarn Radovljica, Labore, Strahinj in Preddvor so analizirani obratovalni parametri z vidika izrabe učinkovitosti, učinka izrabe površin, obratovalnih ur, sezonskosti proizvodnje.

Z upoštevanjem tehničnih elementov, pogojev in predpisov je bil dimenzioniran elektroenergetski priključek na javno distribucijsko omrežje.

Naložba v sončno elektrarno je bila ocenjena z vidika ekonomske učinkovitosti in denarnih tokov. Interna stopnja donosnosti sončne elektrarne Strahinj za 1. fazo izgradnje instalirane moči 82,74 kWp je 4,99 %, za 2. fazo izgradnje instalirane moči 82,74 kWp pa 5,7 %. Vračilna doba naložbe je za 1. fazo izgradnje 15,13 let, za 2. fazo izgradnje pa 13,59 let.

S pomočjo informacijskih tehnologij je bil izdelan ustrezen model za vodenje postopkov izgradnje sončnih elektrarn od ideje do izvedbe z vidika udeležencev,

dokumentov in nalog. Rezultat je nazorni prikaz poteka dogodkov iz prakse za prakso z diagrami primerov uporabe, diagrami zaporedja, diagrami aktivnost ter diagrami razredov in objektov.

Razvit je bil partnerski razvojno izobraževalni model "DP2MIR" obnovljivih virov energije od dogovora, projekta, proizvodnje, marketinga, izobraževanja do razvoja. Model smo potrdili v praksi pri izgradnji sončne elektrarne Strahinj.

Na podlagi analize tekstovnih podatkov objav v medijih je bil, z uporabo orodja OntoGen z nivojskim rudarjenjem, izdelan podkoncept obnovljivih virov energije in ugotovljene povezave.

Med energetske menedžerje in zaposlenimi so bili z anketo zbrani podatki, z multivariatno analizo pa obdelani in ugotovljene medsebojne povezanosti s skupnimi faktorji obvladovanje znanja in spodbujanje zavesti ter komercialna sposobnost in angažiranje. Cenovno prilagajanje se izkaže kot samostojen faktor.

Izdelan je bil koncept poslovnega komuniciranja na študiji primera za interno, poslovno, strokovno in zunanjo javnost. Zasnovana je bila celostna podoba, interno poslovno glasilo, publikacije, spekter dogodkov in sistem spremljanja objav. Zasnovan je bil koncept nove spletne strani in konference o obnovljivih virih energije.

Podan je predlog za boljšo organizacijo in poslovne odnose z vidika strateških priložnosti, organigrama organiziranosti, kadrov, znanja ter poslovnega in tržnega komuniciranja.

15 LITERATURA

A vision for Photovoltaic Technology, 2003 (2005). Brussels: EU Research.

Bela knjiga »Energija prihodnosti – Obnovljivi viri energije« (1996). COM(96)576.

Bizjak, F. (1996). Tehnološki in projektni management. Natis. Nova Gorica: Grafika Soča.

Bizjak, F. (1997). Reinženiring in razvoj podjetja. Nova Gorica: Educa.

Bizjak, F. (2002). Organizacija in ekonomika projektov (študijsko gradivo). Nova Gorica: Politehnika, Visoka poslovno-tehniška šola.

Bizjak, F., Petrin, T. (1996). Uspešno vodenje podjetja. 1. Natis. Ljubljana: Gospodarski vestnik.

Bohanec, M. (2006). Odločanje in modeli. Ljubljana: DMFA založništvo.

Cestnik, B. (2007). Izbrana poglavja iz informacijskih tehnologij. Interno gradivo. Nova Gorica: Poslovno-tehniška fakulteta Univerze v Novi Gorici.

Devetak, G. (1996). Marketinška zasnova podjetja. Kranj: Moderna organizacija.

Devetak, G. (1999). Temelji trženja in trženjska zasnova podjetja. Koper: Visoka šola za management.

Direktiva EU o promociji proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije (2001). Directive 2001/77/EC of the European Parliament of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market. Brussels: European Commission.

Ečimović T. (1998). Slovenija včeraj – danes – jutri, gospodarjenje z vodo, izziv za generacijo Slovencev v tretjem tisočletju. Ljubljana: SEG – Inštitut za klimatske spremembe, IZVOR – proizvodnja, storitve in trgovina za bolj zdravo življenje, d.o.o.

EGES (1996). Male hidroelektrarne. Maribor, Ljubljana: EGS, Javno podjetje Elektrogospodarstvo Slovenije, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti Republike Slovenije.

Energetski zakon. Uradni list RS, št. 79/1999, 8/2000, 26/2005.

Elektro Gorenjska. Arhiv podatkov prodaje električne energije 1993-2007.

Fortuna, B., Grobelnik, M. Mladenić, D. (2007). Instructions for OntoGen 2.0.

Gorenjske elektrarne. Arhiv podatkov obratovanja proizvodnje 1949-2007.

Graham, I. (2000). Energija prihodnosti. Vodna energija. Ljubljana: Tehniška založa Slovenije.

Hegedus, S., Luque, A. (2006). Handbook of photovoltaic science and engineering. Chichester: John Wiley & Sons.

Hočevar, A. (1984). Ogrevanje s sončno energijo. Ljubljana: Univerzum.

Jermanj, B. (1986). Greje naj sonce. Ljubljana: Slovensko društvo za sončno energijo.

Klinar, A. (1999). Obnovljivi viri energije v dokumentih Evropske unije. Mizica pogrnj se in lonček kuhaj. Ljubljana: Društvo za energetska ekonomika in ekologijo.

Kastelec, D., Rakovec, J., Zakšek, K. (2007). Sončna energija v Sloveniji. Ljubljana: Znanstveno raziskovalni center SAZU.

Kotler, P. (1996). Marketing management. Ljubljana: Slovenska knjiga.

Lah, A. (ur.) (2000). Okolje v Sloveniji: zbornik. Ljubljana: Tehniška založa Slovenije.

Lavrač, N. (2007). Odkrivanje zakonitosti v podatkih. Interno gradivo. Nova Gorica: Poslovno-tehniška fakulteta Univerze v Novi Gorici.

Lazar, A. (2006). S soncem do elektrike. Naravoslovna solnica, št. 2. Ljubljana: Modrijan.

Lenardič, D. (2008). Sončne elektrarne. Fotonapetostni moduli. Ljubljana: Agencija Poti.

Letno poročilo o proizvodnji, pretoku in razdelitvi električne energije preskrbovalnega območja Elektro Gorenjske ter dogodki v obratovanju 1980-1999 (2000). Kranj: Elektro Gorenjska.

Management (1994). Radovljica: Didakta.

Markič, M. (2004). Projektni management. Koper: Fakulteta za management.

Medved, S. (1993). Solarni inženiring. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

Medved, S., Novak, P. (2000). Varstvo okolja in obnovljivi viri energije. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

Nacionalni energetska program – Modra knjiga (2002). Ljubljana: Vlada RS.

Nemac, F. (2007). Akcijski načrt za sončne elektrarne: strokovne podlage za akcijski načrt proizvodnje električne energije iz sončne energije. Ljubljana: Agencija za prestrukturiranje energetike.

NEP, Nacionalni energetska program (2003). Ljubljana: Vlada RS.

Norušis, M. J. (2002). SPSS 11.0 guide to data analysis. Upper Saddle River (N.J.): Prentice Hall.

Novak, P., Medved, S. (2000). Energija in okolje. Izbira virov in tehnologij za manjše obremenjevanje okolja. Ljubljana: Svet za varstvo okolja Republike Slovenije.

Okolje Evrope: tretja presoja (2003). Copenhagen: Evropska agencija za okolje.

Okolje in naravni viri. Energetika. Pridobljeno 13.7.2008 s svetovnega spleta: <http://www.stat.si/pxweb/Database/Okolje/Okolje.asp>

Okolje je del nas. Mi smo del okolja (2006). Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor.

Okolje v Sloveniji. Povzetek poročila o stanju okolja (2002). Ljubljana: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo.

OntoGen. OntoGen 2.0. Pridobljeno 10.5.2007 s svetovnega spleta: http://www.ontogen.ijs.si/?page_id=10

Papler, D. (ur.) (2001). Hidroelektrarne. Kronološki almanah razvoja Elektro Gorenjska 1990-2000. Kranj: Elektro Gorenjska.

Papler, D. (2003). Elektroenergetika skozi čas: 40 let Elektra Gorenjska (1963 – 2004) na stoletnih elektrifikacijskih temeljih predhodnikov in ustvarjalnosti sodobnikov. Kranj: Elektro Gorenjska.

Papler, D. (2007a). HE Savica: Proizvodnja 1. TWh (teravatne ure) – 1.000.000.000 kWh električne energije 1949-2007. Kranj: Gorenjske elektrarne.

Papler, D. (2007b). Kvalificirane elektrarne z vidika doseganja 20% deleža proizvodnje obnovljivih virov energije do leta 2020? Obnovljivi viri prihodnosti, Forum o obnovljivih virih energije, Bled, 17. oktober 2007. Bled: Elektro Gorenjska.

Papler, D. (2007c). Organiziranost distribucije električne energije Distribucije Slovenije. Zgodovina razvoja elektrogospodarstva Slovenije. Ljubljana: Elektrotehniška zveza, Ljubljana.

Papler, D. (2007d). Nakup in prodaja električne energije Distribucije Slovenije. Zgodovina razvoja elektrogospodarstva Slovenije. Ljubljana: Elektrotehniška zveza, Ljubljana.

Papler, D. (2008a). Analiza obratovanja proizvodnje, investicije in razvoj v letu 2007. Elgo, 1 (1), str. 28-29.

Papler, D. (2008b). Sončna elektrarna Strahinj v poskusnem obratovanju. EGES 1, (1), str. 72-73.

Photovoltaic Project Modul. RET Screen International, Clean Energy Project Analysis Software, version 3.2 VR Canada CET – Varennes. Pridobljeno s svetovnega spleta: <http://www.retscreen.net>

Pravila o delovanju trga z električno energijo. Uradni list RS, št. 26/2005.

PV calculation. Photovoltaiksystem. Pridobljeno 22.6.2008 s svetovnega spleta:
http://www.valentin.de/onlineberechnung/pv/pv_online.html

Rakovec, J., Vrhovec, T. (2000). Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike. 2. popravljena izdaja. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, DMFA založništvo.

Sklep o cenah in premijah za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije. Uradni list RS, št. 25/2002, 8/2004, 75/2006, 65/25008.

Slovenski elektrotehniški slovar. Področje elektroenergetika, Poglavje 603: Proizvodnja, prenos in razdeljevanje električne energije – Načrtovanje in vodenje elektroenergetskih sistemov, SIST IEC 50(603) (1997). Ljubljana: Sloko CIGRE.

Solarni kolektor. Bramac. Pridobljeno 31.7.2008 s svetovnega spleta:
<http://www.bramac.si/solarni-kolektor.3572.0.html>

Sončni sledilnik. Bisol. Pridobljeno 4.9.2008 s svetovnega spleta:
<http://www.bisol.si/>

Splošni dobavni pogoji za dobavo in odjem električne energije (1985). Ljubljana: Uradni list SRS, št. 27/85.

Spremembe in dopolnitve splošnih pogojev za dobavo in odjem električne energije (1988). Ljubljana: Uradni list SRS, št. 5/88.

STA, Slovenska tiskovna agencija. Arhiv objav STA servis za leto 2005.

Statistične informacije (1993–2008). Statistične informacije: 3 Nacionalni računi, 5 Prebivalstvo, 15 Cene, 18 Energetika. Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.

Tavčar, M. I. (2002). Strateški management. Koper: Visoka šola za management v Kopru.

Tarifni sistem za prodajo električne energije iz elektroenergetskega sistema Slovenije (1998). Ljubljana: Uradni list RS, št. 84/98.

Tehnološka platforma za fotovoltaike. Pridobljeno 3.8.2008 s svetovnega spleta: <http://www.pv-platforma.si>

Trimo EcoSolar PV. Integrirani strešni fotonapetostni sistem. Pridobljeno 31.7.2008 s svetovnega spleta: <http://www.trimo.si/client/index.php>

Uredba o načinu izvajanja gospodarskih javnih služb s področja distribucije električne energije (2001). Ljubljana: Uradni list RS, št. 54/2000.

Uredba o tarifnem sistemu za prodajo električne energije (2004). Ljubljana: Vlada Republike Slovenije, št. 311-02-49/2003, 1.4.2004

Witten, I. H., Eibe, F. (2005). Data Mining. Practical machine learning tools and techniques with Java implementations. Amsterdam: Morgan Kaufman.

Zakon o graditvi objektov. Uradni list RS, št. 110/2002, št. 126/2007.

Zakon o ratifikaciji Kyotskega protokola k okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja. Ljubljana: Uradni list RS, št. 17/2002.

Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona (EZ-C). Uradni list RS, št. 51/2004, št. 70/2008.

Zakonodaja. Kvalificirana proizvodnja električne energije. Pridobljeno 13.7.2008 s spleta: www.agen-rs.si, www.mg.gov-si.

Zelena knjiga »Energija prihodnosti – Obnovljivi viri energije« (1996). COM(96)576.

Zgradimo majhno hidroelektrarno (1983). Ljubljana: Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije.

Zupan, T. (2007). Tudi v TNP mogoče okolju prijazno pridobivanje energije (tema). Ljubljana: STA servis, 10.6.2007.

16 PRILOGE

Priloga 1: Proizvodnja električne energije HE Savica (MWh) s prikazom prihrankov premoga (t) in emisij CO₂ (kt)

Leto	Proizvodnja el. energije v HE (MWh)	Zmanjšanje emisij CO ₂ (kt)	Prihranek premoga (t)	Vlakovna kompozicija (m)
1980	35.375	30.069	42.450	31.837
1981	33.535	28.505	40.242	30.181
1982	36.613	31.121	43.936	32.952
1983	31.436	26.721	37.724	28.293
1984	37.904	32.218	45.485	34.113
1985	33.267	28.277	39.920	29.940
1986	34.145	29.023	40.974	30.730
1987	37.045	31.488	44.454	33.340
1988	36.235	30.799	43.482	32.611
1989	32.897	27.963	39.477	29.608
1990	40.391	34.332	48.469	36.352
1991	43.367	36.862	52.040	39.030
1992	38.629	32.834	46.355	34.766
1993	36.748	31.235	44.097	33.073
1994	46.556	39.573	55.867	41.900
1995	41.403	35.193	49.684	37.263
1996	47.509	40.382	57.011	42.758
1997	40.490	34.417	48.588	36.441
1998	45.478	38.656	54.573	40.930
1999	51.008	43.357	61.209	45.907
2000	51.477	43.755	61.772	46.329
2001	52.610	44.718	63.132	47.349
2002	51.622	43.878	61.946	46.459
2003	42.230	35.895	50.676	38.007
2004	58.447	49.680	70.136	52.602
2005	47.052	39.994	56.462	42.346
2006	48.703	41.398	58.444	43.833
2007	50.565	42.980	60.678	45.509

Priloga 2: Tehnični podatki o elektrarnah, Gorenjske elektrarne

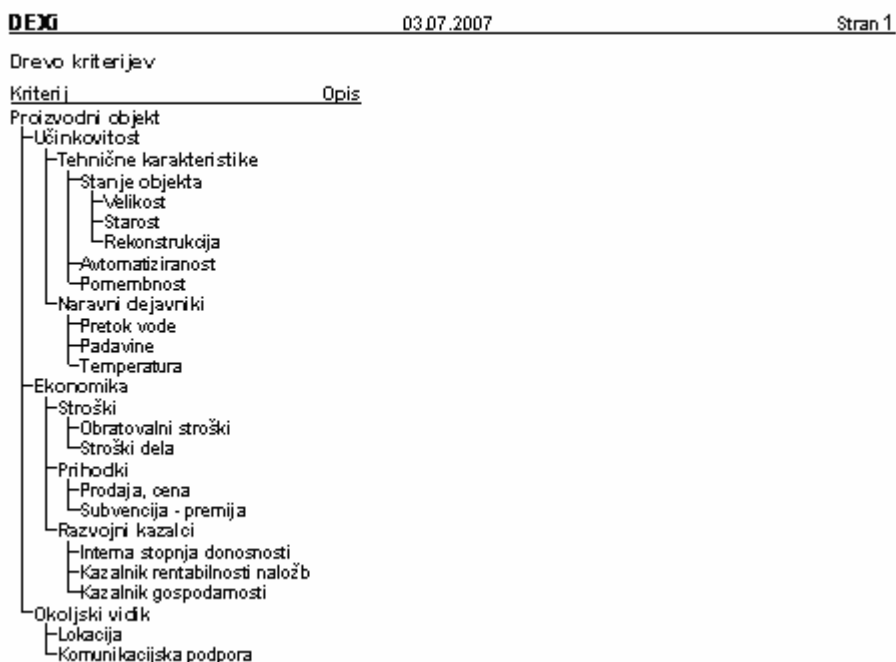
Mala elektrarna – Naziv	AGREGATI		Instalirana moč mHE		Dej. moč mHE		Pričet. obr. leto	TRANSFORMATORJI		Moč HE MVA
	štev.	MVA	MVA	MW	MW	število				
HE Cerklje	1	0,106	0,106	0,09	0,09	0,09	1924	1	0,1	
HE Kranjska gora	1	0,05	0,182	0,152	0,152	0,152	1915	1	0,25	
	1	0,132					1990			
HE Rudno	1	0,058	0,258	0,175	0,175	0,175	1935	1	0,25	
	1	0,2					1989			
HE Pristava	1	0,125	0,25	0,2	0,2	0,2	1906	1	0,63	
	1	0,125					1906			
HE Kokra	1	0,285	0,285	0,228	0,228	0,228	1908	1	0,4	
HE Škofja Loka	1	0,25	0,48	0,282	0,282	0,282	1919	1	0,4	
	1	0,23					1989			
HE Standard	1	0,275	0,275	0,2	0,2	0,155	1984	1	0,4	
	1	0,65	2,38	1,697	1,634	1,634	1924	1	4	
HE Sava	1	0,875					1924			
	1	0,505					1968			
HE Savica	1	0,35					1974			
	1	2,2	4,4	3,31	3,31	3,31	1949	1	2,5	
HE Soteska	1	0,4	2	1,62	1,436	1,436	1979	1	0,4	
	1	1,6					1998	1	1,6	
HE Davča	1	0,2	0,4	0,32	0,27	0,27	1987	1	0,4	
	1	0,2					1987			
HE Jelendol	1	0,1	0,1	0,08	0,05	0,05	1989			
HE Sorica	1	0,185	0,185	0,148	0,1	0,1	1989			

HE Mojstrana	1	0,51	1,02	0,816	0,54	1989	1	1
	1	0,51				1989		
HE Lomščica	1	2,4	2,4	2	2	1991	1	2,5
	1	0,016	0,016	0,016	0,016	2005		
MFE Radovljica	1	0,031	0,031	0,031	0,031	2006		
MFE Labore	1	0,007	0,007	0,007	0,007	2007		
MFE FERI (v najemu)	1	0,090	0,090	0,090	0,090	2007		
MFE Strahinj	1	0,060	0,060	0,060	0,060	2008		
SKUPAJ	31	14,925	14,925	11,522	10,826		15	17,33

Vir: Podatki za leto 2007 (2008). Gorenjske elektrarne, d.o.o., Kranj

Priloga 3: Poročilo – metoda DEXI "Kaj-če"

1 Drevo kriterijev



2 Zaloge vrednosti

DEXI 03.07.2007 Stran 1

Zaloge vrednosti

Kriterij	Zaloga vrednosti
Proizvodni objekt	<i>slab</i> ; sprejemljiv; dober; prav dober; <i>odličen</i>
Učinkovitost	<i>slaba</i> ; sprejemljiva; dobra; <i>odlična</i>
Tehnične karakteristike	<i>šibke</i> ; primerne; <i>močne</i>
Stanje objekta	<i>slabši</i> ; primeren; <i>boljši</i>
Velikost	<i>majhna</i> ; srednja; <i>velika</i>
Starost	<i>stara</i> ; srednja; <i>nova</i>
Rekonstrukcija	<i>za rekonstrukcijo</i> ; obnovljena pred leti; <i>posodobljena</i>
Automatiziranost	<i>posadka</i> ; avtomatizirana; <i>daljinško upravljana</i>
Pomembnost	<i>nepomembna</i> ; pomembna; <i>zelo pomembna</i>
Naravni dejavniki	<i>šibki</i> ; primerni; <i>močni</i>
Pretok vode	<i>manj kot 10 m³/s</i> ; 10 - 30 m ³ /s; <i>nad 30 m³/s</i>
Padavine	<i>do 100 mm</i> ; 100 - 200 mm; <i>nad 200 mm</i>
Temperatura	<i>manj_prim</i> ; prim; <i>bolj_prim</i>
Ekonomika	<i>slaba</i> ; sprejemljiva; dobra; <i>odlična</i>
Stroški	<i>visoki</i> ; srednji; <i>nizki</i>
Obratovni stroški	<i>visoki</i> ; srednji; <i>nizki</i>
Stroški dela	<i>visoki</i> ; srednji; <i>nizki</i>
Prihodki	<i>nizki</i> ; srednji; <i>veliki</i>
Prodaja, cena	<i>nizka</i> ; srednja; <i>visoka</i>
Subvencija - premija	<i>nizka</i> ; srednja; <i>visoka</i>
Razvojni kazalci	<i>nizek</i> ; srednji; <i>visok</i>
Interna stopnja donosnosti	<i>nizka</i> ; srednja; <i>visoka</i>
Kazalnik rentabilnosti naložb	<i>nizek</i> ; srednji; <i>visok</i>
Kazalnik gospodarnosti	<i>nizek</i> ; srednji; <i>visok</i>
Okoljski vidik	<i>mini malen</i> ; majhen; srednji; <i>velik</i>
Lokacija	<i>neustrezna</i> ; ustrezna; <i>zelo ustrezna</i>
Komunikacijska podpora	<i>majhna</i> ; srednja; <i>velika</i>

3 Opis zalog vrednosti

DEXi

03.07.2007

Stran 1

Proizvodni objekt

1. **slab**
2. sprejemljiv
3. dober
4. prav dober
5. **odličen**

Učinkovitost

1. **slaba**
2. sprejemljiva
3. dobra
4. **odlična**

Tehnične karakteristike

1. **šibke**
2. primerne
3. **močne**

Stanje objekta

1. **slabši**
2. primeren
3. **boljši**

Velikost

1. **majhna** do 0,4 MW instalirane moči
2. srednja od 0,4 do 1 MW instalirane moči
3. **velika** nad 1 MW instalirane moči

Starost

1. **stara** nad 60 let
2. srednja od 20 do 60 let
3. **nova** do 20 let

Rekonstrukcija

1. **za rekonstrukcijo**
2. obnovljena pred leti
3. **posodobljena**

Avtomatiziranost

1. **posadka**
2. avtomatizirana
3. **daljinsko upravljana**

Pomembnost

1. **nepomembna**
2. pomembna
3. **zelo pomembna**

Naravni dejavniki

1. **šibki**
2. primerni
3. **močni**

Pretok vode

1. **manj kot 10 m³/s**
2. 10 - 30 m³/s
3. **nad 30 m³/s**

Padavine

1. **do 100 mm**
2. 100 - 200 mm
3. **nad 200 mm**

Temperatura

1. **manj_prim** do 5 st C in nad 25 st C
2. prim od 5 do 15 st C
3. **bolj_prim** od 15 do 25 st C

Ekonomika

1. **slaba**
2. sprejemljiva
3. dobra
4. **odlična**

Stroški

1. **visoki**
2. srednji
3. **nizki**

Obratovalni stroški

1. **visoki**
2. srednji
3. **nizki**

Stroški dela

1. **visoki**
2. srednji
3. **nizki**

Prihodki

1. **nizki**
2. srednji
3. **veliki**

Prodaja, cena

1. **nizka**
2. srednja
3. **visoka**

Subvencija - premija

1. **nizka**
2. srednja
3. **visoka**

Razvojni kazalci

1. **nizek**
2. srednji
3. **visok**

Interna stopnja donosnosti

1. **nizka**
2. srednja
3. **visoka**

4 Tabele odločitvenih pravil

DEXi

03.07.2007

Stran 1

Tabele odločitvenih pravil

Učinkovitost	Ekonomika	Okoljski vidik	Proizvodni objekt
35%	48%	16%	
1 <=sprejemljiva	slaba	*	slab
2 slaba	<=sprejemljiva	>=srednji	slab
3 <=dobra	slaba	>=srednji	slab
4 slaba	sprejemljiva:dobra	<=majhen	sprejemljiv
5 slaba	dobra	*	sprejemljiv
6 slaba	>=dobra	>=srednji	sprejemljiv
7 <=dobra	dobra	>=srednji	sprejemljiv
8 sprejemljiva:dobra	sprejemljiva:dobra	>=srednji	sprejemljiv
9 dobra	slaba	<=majhen	sprejemljiv
10 slaba	odlična	<=majhen	dober
11 sprejemljiva:dobra	sprejemljiva:dobra	<=majhen	dober
12 sprejemljiva	odlična	>=srednji	dober
13 odlična	slaba	*	dober
14 sprejemljiva	odlična	<=majhen	prav dober
15 dobra	odlična	>=srednji	prav dober
16 dobra	odlična	<=majhen	odličen

Tehnične karakteristike	Naravni dejavniki	Učinkovitost
56%	44%	
1 šibke	<=primerni	slaba
2 šibke	močni	sprejemljiva
3 >=primerne	šibki	sprejemljiva
4 primerne	>=primerni	dobra
5 >=primerne	primerni	dobra
6 močne	močni	odlična

Stanje objekta	Avtomatiziranost	Pomembnost	Tehnične karakteristike
35%	12%	53%	
1 slabši	*	nepomembna	šibke
2 <=primeren	posadka	nepomembna	šibke
3 slabši	*	>=pomembna	primerne
4 <=primeren	posadka	>=pomembna	primerne
5 *	*	pomembna	primerne
6 >=primeren	>=avtomatizirana	<=pomembna	primerne
7 boljši	*	<=pomembna	primerne
8 boljši	*	zelo pomembna	močne

Velikost	Starost	Rekonstrukcija	Stanje objekta
42%	21%	37%	
1 majhna	*	za rekonstrukcijo	slabši
2 <=srednja	<=srednja	za rekonstrukcijo	slabši
3 majhna	*	>=obnovljena pred leti	primeren
4 <=srednja	<=srednja	>=obnovljena pred leti	primeren
5 <=srednja	*	obnovljena pred leti	primeren
6 *	stara	>=obnovljena pred leti	primeren
7 srednja	nova	<=obnovljena pred leti	primeren
8 >=srednja	nova	za rekonstrukcijo	primeren
9 velika	stara	*	primeren
10 >=srednja	nova	posodobljena	boljši
11 velika	srednja	*	boljši
12 velika	>=srednja	>=obnovljena pred leti	boljši

	Pretok vode	Padavine	Temperatura	Naravni dejavniki
	70%	20%	10%	
1	manj kot 10 m3/s	<=100 - 200 mm	*	šibki
2	manj kot 10 m3/s	*	manj_prim	šibki
3	nad 30 m3/s	*	bolj_prim	močni
4	nad 30 m3/s	>=100 - 200 mm	*	močni

	Stroški	Prihodki	Razvojni kazalci	Ekonomika
	19%	59%	22%	
1	*	nizki	*	slaba
2	nizki	<=srednji	nizek	slaba
3	<=srednji	srednji	nizek	sprejemljiva
4	nizki	srednji	srednji	sprejemljiva
5	nizki	veliki	nizek	sprejemljiva
6	<=srednji	srednji	srednji	dobra
7	<=srednji	veliki	nizek	dobra
8	srednji	>=srednji	>=srednji	dobra
9	>=srednji	>=srednji	visok	dobra
10	>=srednji	veliki	>=srednji	dobra
11	visoki	>=srednji	visok	odlična
12	visoki	veliki	>=srednji	odlična

	Obratovalni stroški	Stroški dela	Stroški
	67%	33%	
1	visoki	<=srednji	visoki
2	<=srednji	nizki	srednji
3	srednji	*	srednji
4	>=srednji	visoki	srednji
5	nizki	>=srednji	nizki

	Prodaja, cena	Subvencija - premija	Prihodki
	67%	33%	
1	nizka	<=srednja	nizki
2	<=srednja	visoka	srednji
3	srednja	*	srednji
4	>=srednja	nizka	srednji
5	visoka	>=srednja	veliki

	Interna stopnja donosnosti	Kazalnik rentabilnosti naložb	Kazalnik gospodarnosti	Razvojni kazalci
	33%	33%	33%	
1	nizka	*	*	nizek
2	*	nizek	*	nizek
3	*	*	nizek	nizek
4	srednja	>=srednji	>=srednji	srednji
5	>=srednja	srednji	>=srednji	srednji
6	>=srednja	>=srednji	srednji	srednji
7	visoka	visok	visok	visok

	Lokacija	Komunikacijska podpora	Okoljski vidik
	80%	20%	
1	neustrezna	*	minimalen
2	ustrezna	majhna	majhen
3	ustrezna	>=srednja	srednji
4	zelo ustrezna	majhna	srednji
5	zelo ustrezna	>=srednja	velik

5 Uteži

DEXI

03.07.2007

Stran 1

Povprečne uteži

Kriterij	Lokalne	Globalne	Lok.norm.	Glob.norm.
Proizvodni objekt				
Učinkovitost	35	35	35	35
Tehnične karakteristike	56	20	56	20
Stanje objekta	35	7	35	7
Velikost	42	3	42	3
Starost	21	1	21	1
Rekonstrukcija	37	3	37	3
Avtomatiziranost	12	2	12	2
Pomembnost	53	10	53	10
Naravni dejavniki	44	16	44	16
Pretok vode	70	11	70	11
Padavine	20	3	20	3
Temperatura	10	2	10	2
Ekonomika	48	48	48	48
Stroški	19	9	19	9
Obratovalni stroški	67	6	67	6
Stroški dela	33	3	33	3
Prihodki	59	29	59	29
Prodaja, cena	67	19	67	19
Subvencija - premija	33	10	33	10
Razvojni kazalci	22	11	22	11
Interna stopnja donosnosti	33	4	33	4
Kazalnik rentabilnosti naložb	33	4	33	4
Kazalnik gospodarnosti	33	4	33	4
Okoljski vidik	16	16	16	16
Lokacija	80	13	80	13
Komunikacijska podpora	20	3	20	3

6 Rezultati vrednotenja

DEXI

03.07.2007

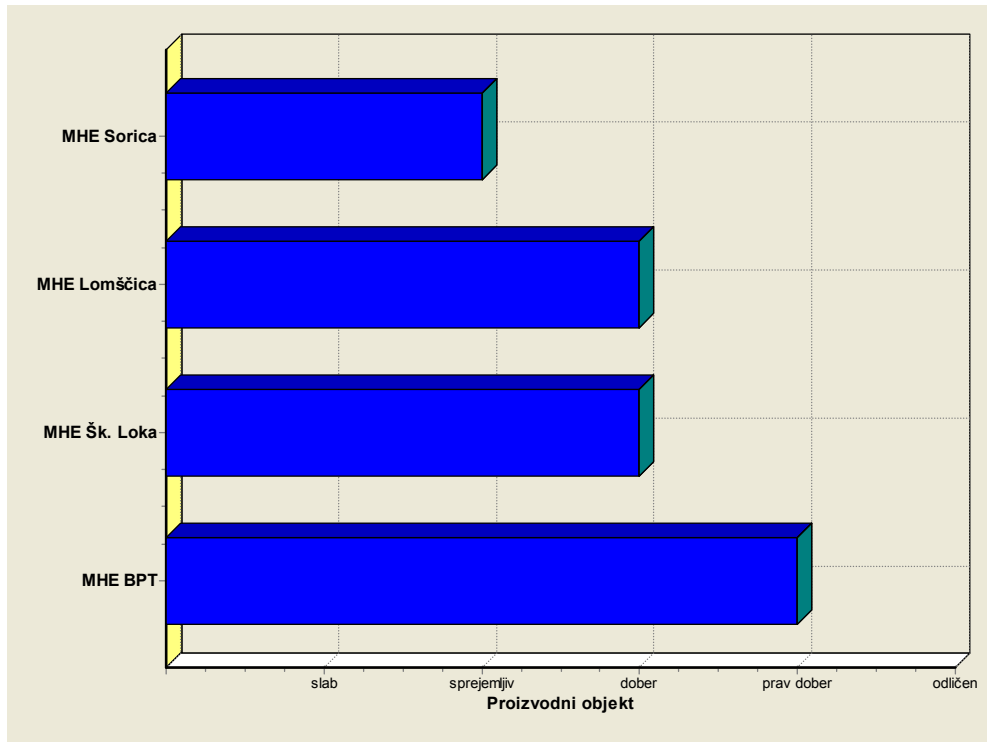
Stran 1

Rezultati vrednotenja

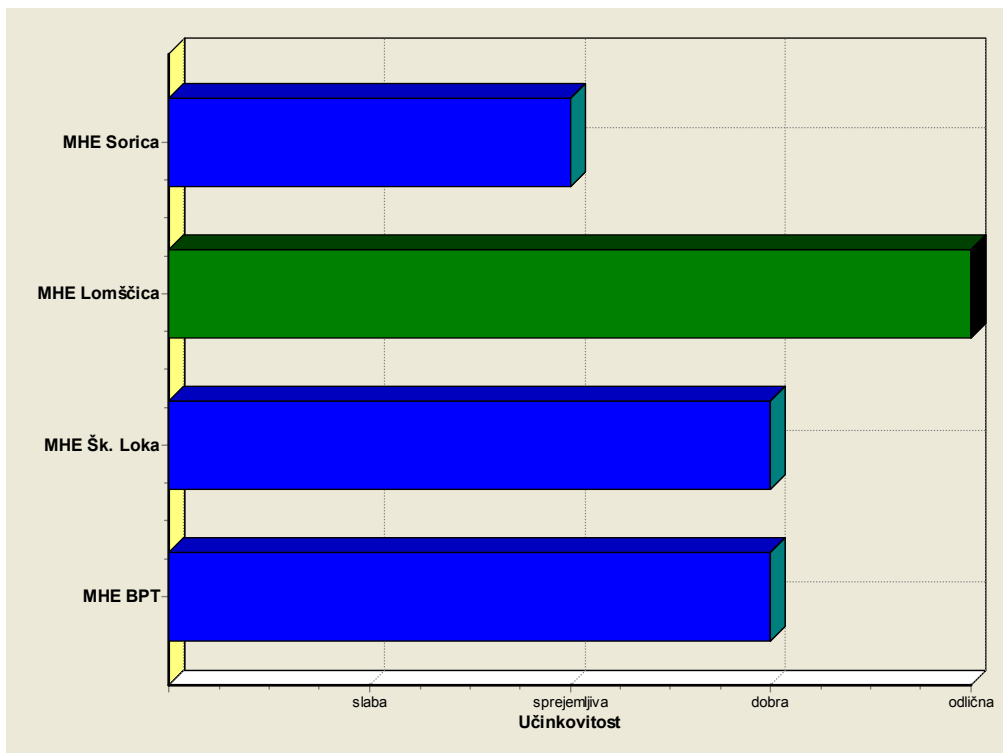
Kriterij	MHE BPT	MHE Šk. Loka	MHE Lomščica	MHE Sorica
Proizvodni objekt	prav dober	dober	dober	sprejemljiv
Učinkovitost	dobra	dobra	<i>odlična</i>	sprejemljiva
Tehnične karakteristike	primerne	primerne	<i>močne</i>	primerne
Stanje objekta	primeren	slabši	<i>boljši</i>	primeren
Velikost	<i>velika</i>	srednja	<i>velika</i>	majhna
Starost	stara	srednja	<i>nova</i>	<i>nova</i>
Rekonstrukcija	za rekonstrukcijo	za rekonstrukcijo	<i>posodobljena</i>	<i>posodobljena</i>
Avtomatiziranost	posadka	avtomatizirana	<i>daljinsko upravljana</i>	<i>daljinsko upra</i>
Pomembnost	<i>zelo pomembna</i>	pomembna	<i>zelo pomembna</i>	nepomembna
Naravni dejavniki	<i>močni</i>	primerni	<i>močni</i>	šibki
Pretok vode	<i>nad 30 m3/s</i>	10 - 30 m3/s	<i>nad 30 m3/s</i>	manj kot 10 m
Padavine	<i>nad 200 mm</i>	100 - 200 mm	<i>nad 200 mm</i>	100 - 200 mm
Temperatura	<i>bolj_prim</i>	manj_prim	<i>bolj_prim</i>	prim
Ekonomika	<i>odlična</i>	sprejemljiva	dobra	sprejemljiva
Stroški	visoki	visoki	<i>nizki</i>	srednji
Obratovalni stroški	visoki	visoki	<i>nizki</i>	srednji
Stroški dela	visoki	visoki	<i>nizki</i>	srednji
Prihodki	<i>veliki</i>	srednji	srednji	srednji
Prodaja, cena	<i>visoka</i>	srednja	<i>visoka</i>	nizka
Subvencija - premija	<i>visoka</i>	nizka	nizka	<i>visoka</i>
Razvojni kazalci	srednji	nizek	<i>visok</i>	nizek
Interna stopnja donosnosti	srednja	nizka	<i>visoka</i>	srednja
Kazalnik rentabilnosti naložb	<i>visok</i>	nizek	<i>visok</i>	nizek
Kazalnik gospodarnosti	<i>visok</i>	nizek	<i>visok</i>	srednji
Okoljski vidik	<i>velik</i>	majhen	<i>velik</i>	srednji
Lokacija	<i>zelo ustrezna</i>	ustrezna	<i>zelo ustrezna</i>	ustrezna
Komunikacijska podpora	<i>velika</i>	majhna	<i>velika</i>	srednja

7 Grafikon

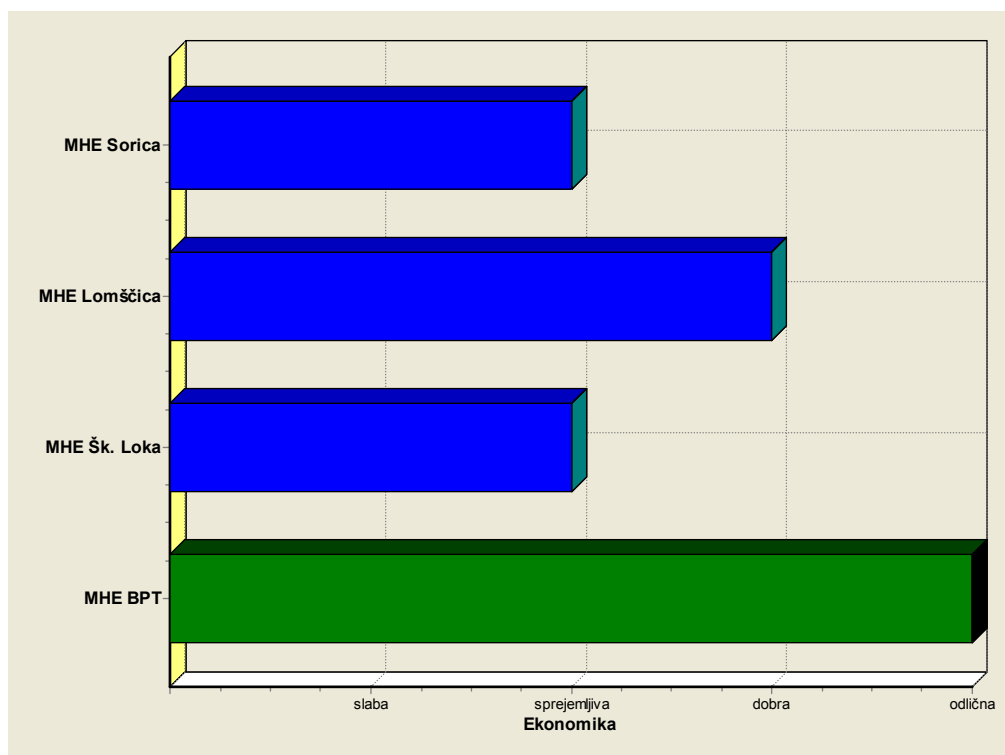
Proizvodni objekt



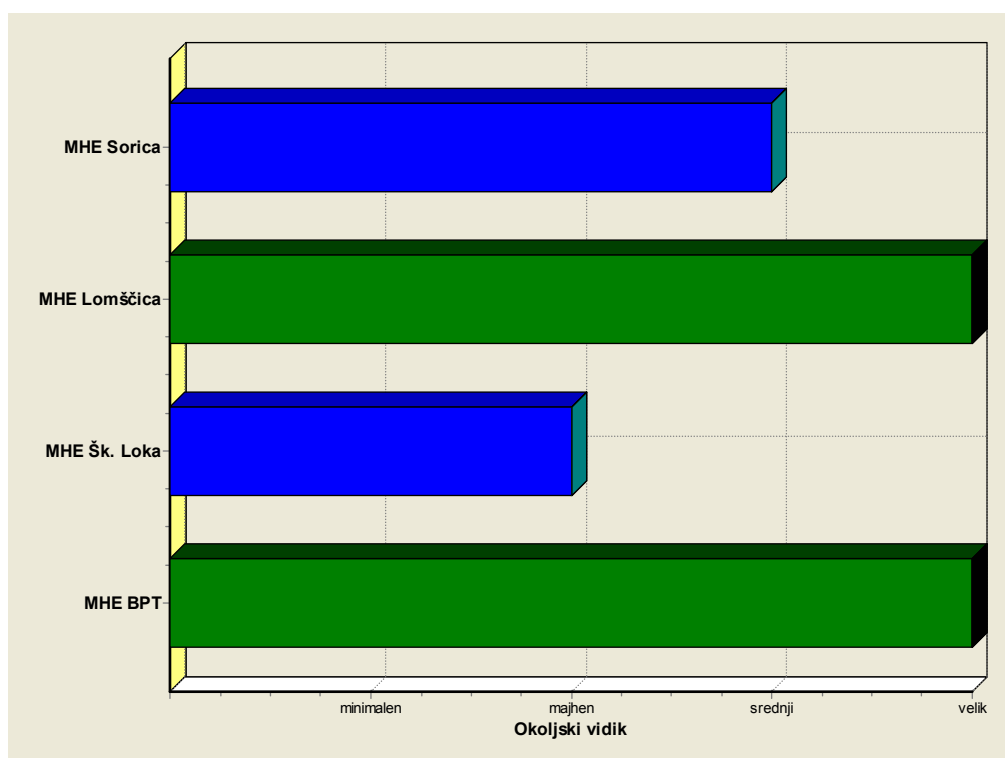
Učinkovitost



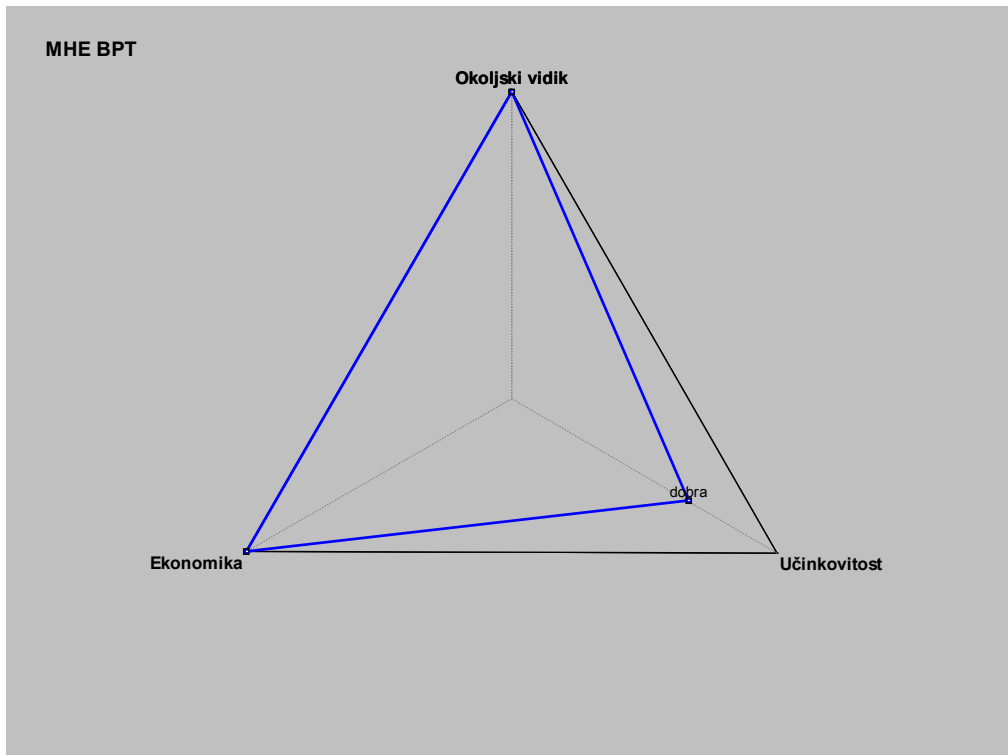
Ekonomika



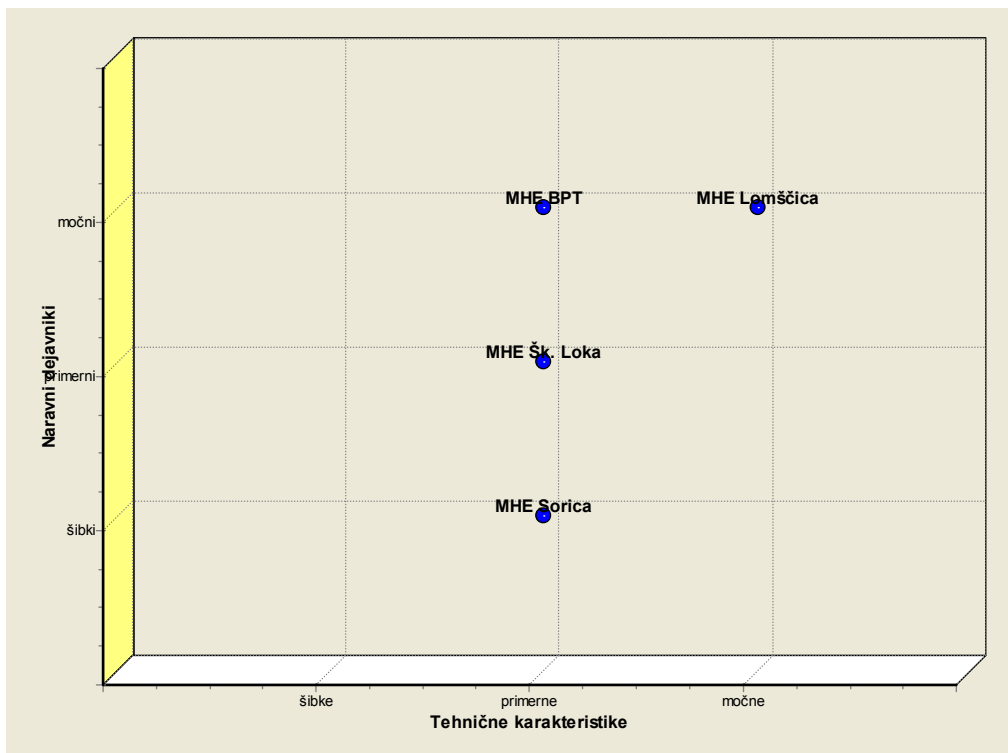
Okoljski vidik



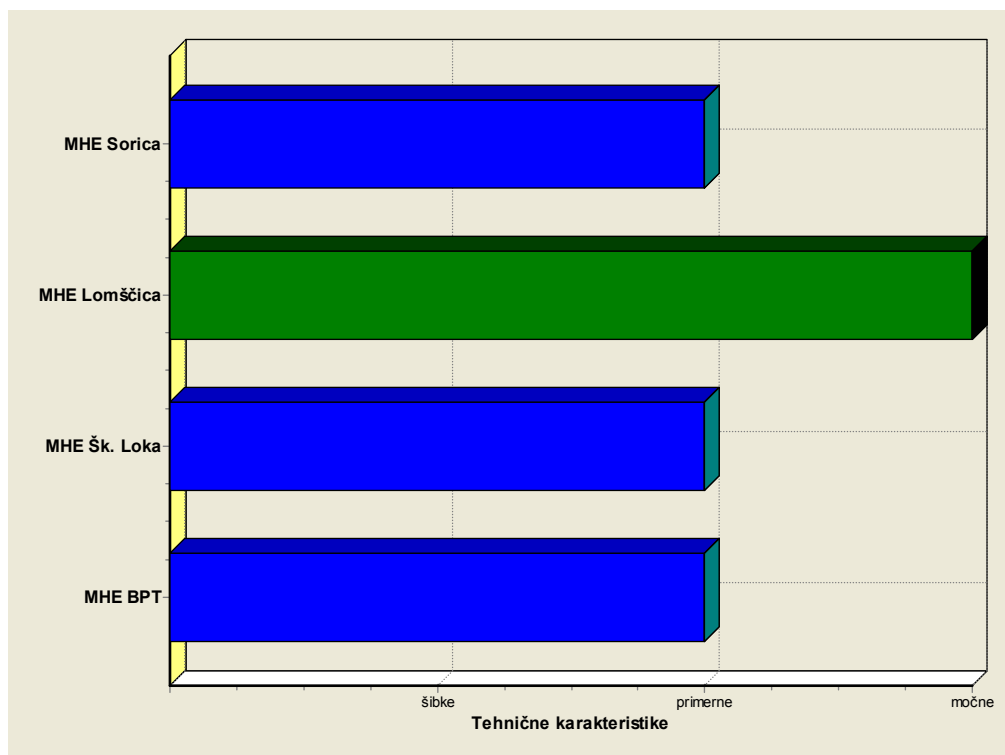
Učinkovitost - ekonomika – okoljski vidik



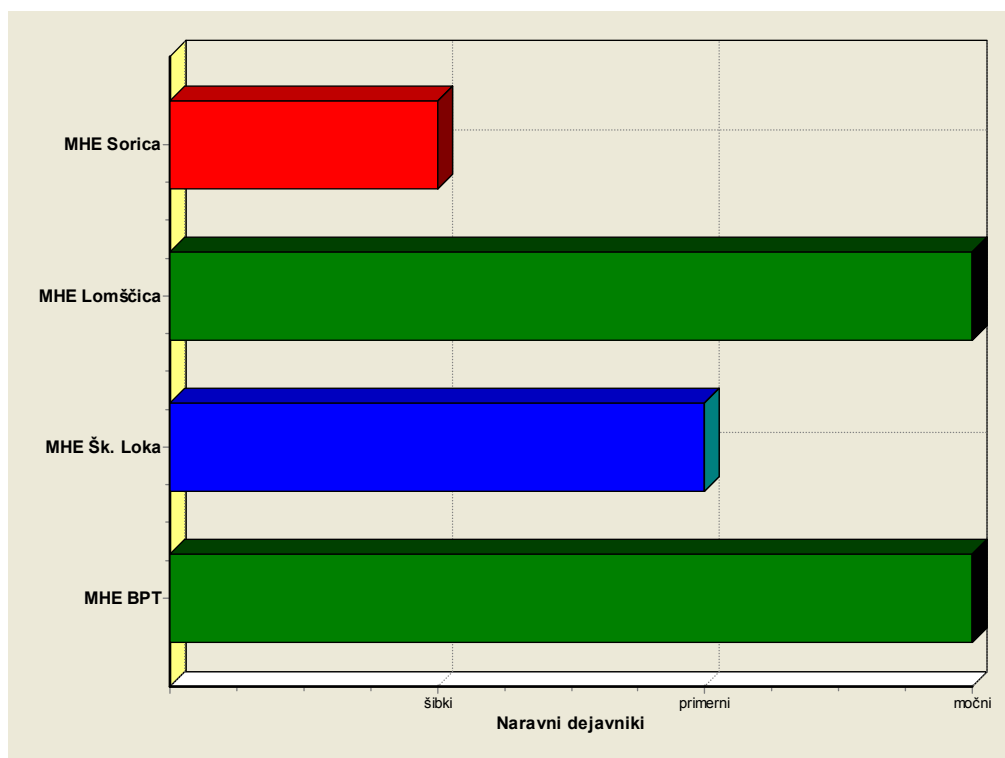
Tehnične karakteristike – naravni dejavniki



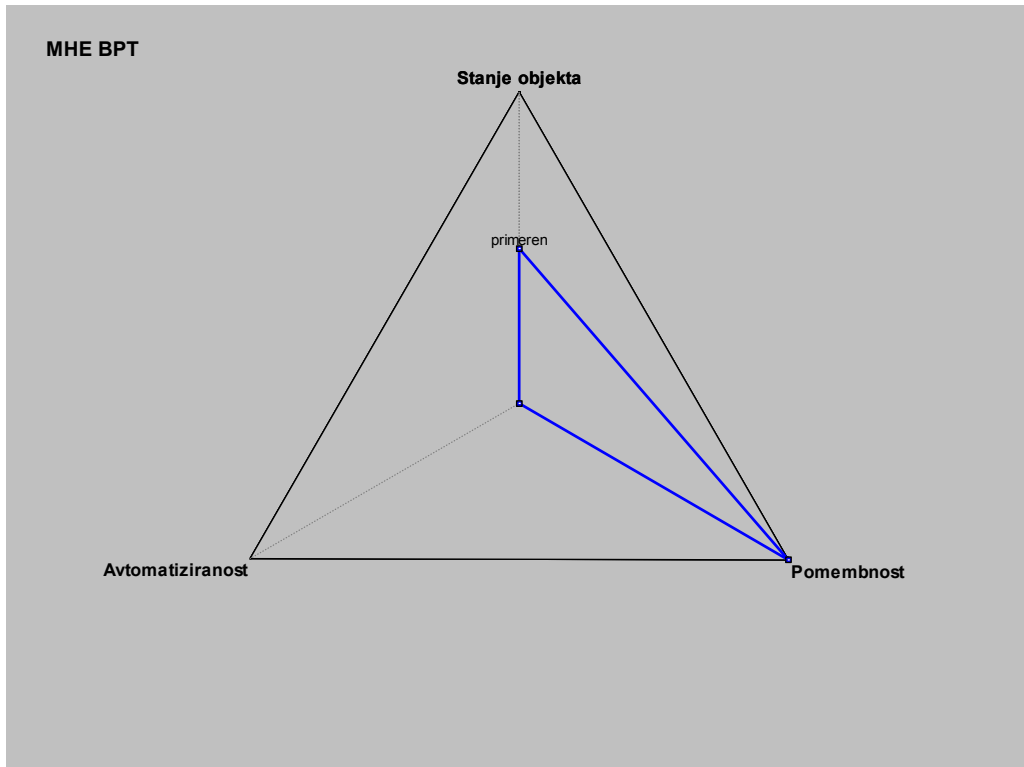
Tehnične karakteristike



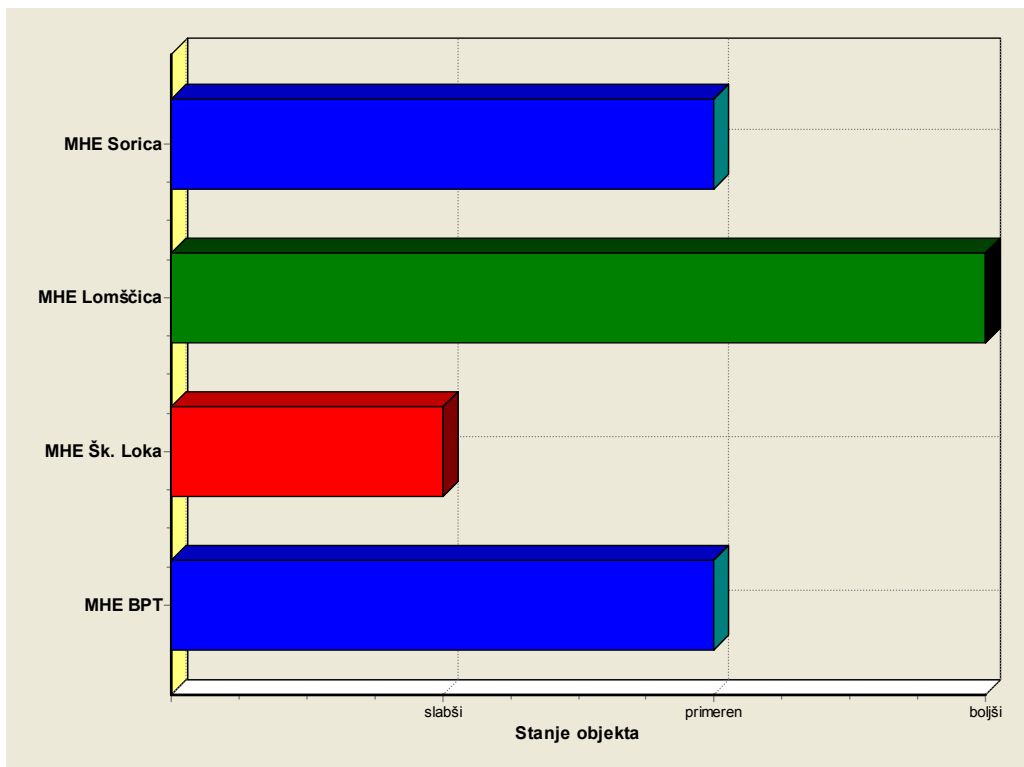
Naravni dejavniki



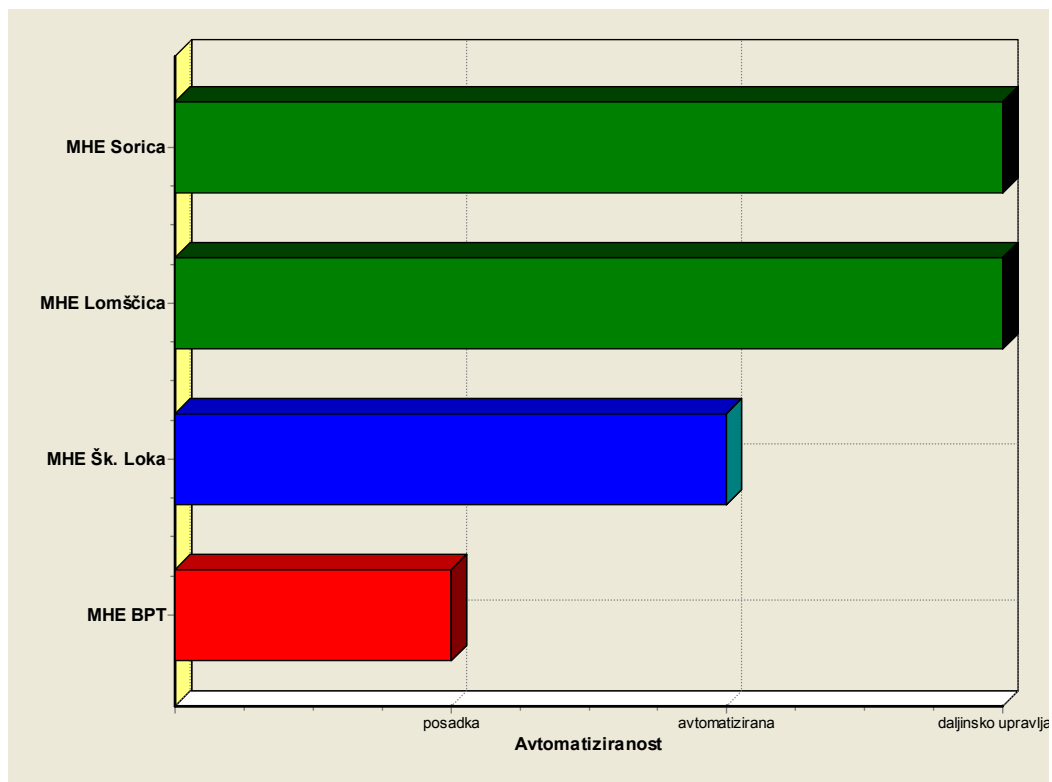
Stanje objekta – avtomatiziranost – pomembnost



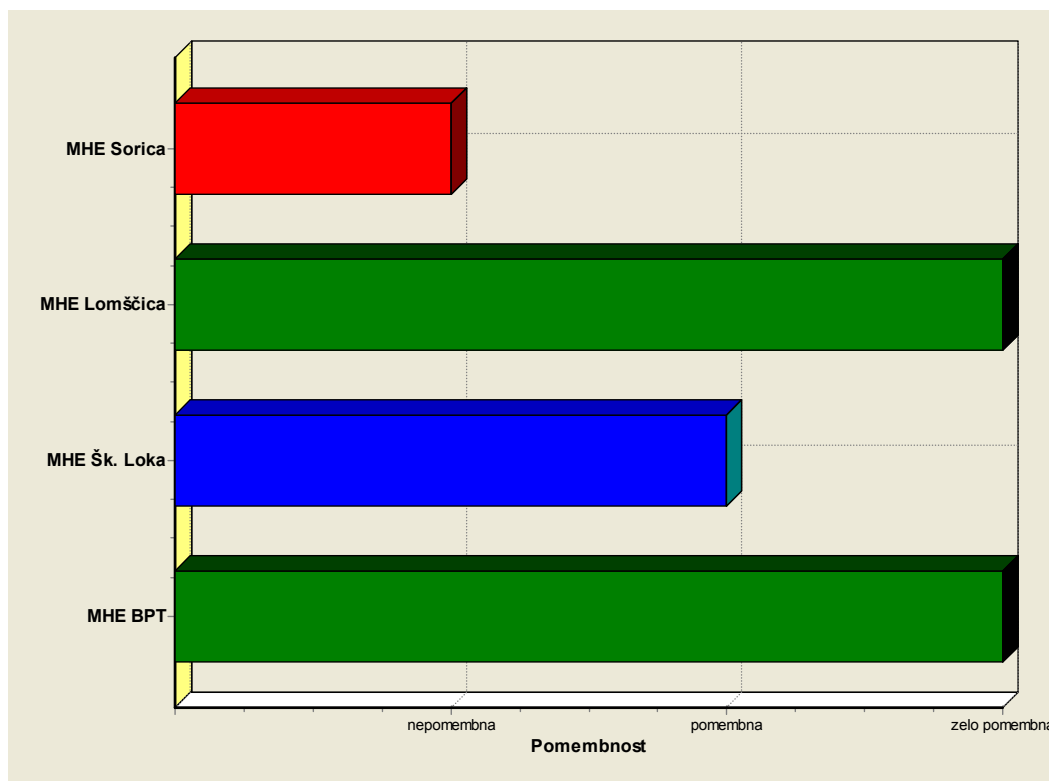
Stanje objekta – avtomatiziranost – pomembnost



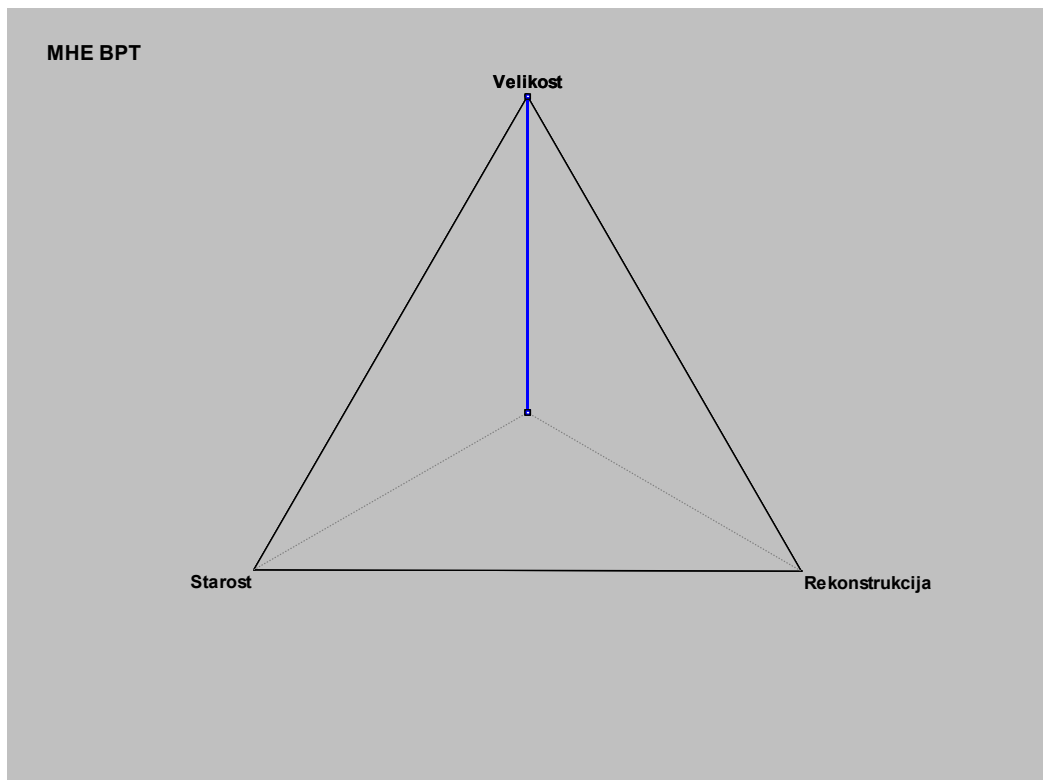
Avtomatiziranost



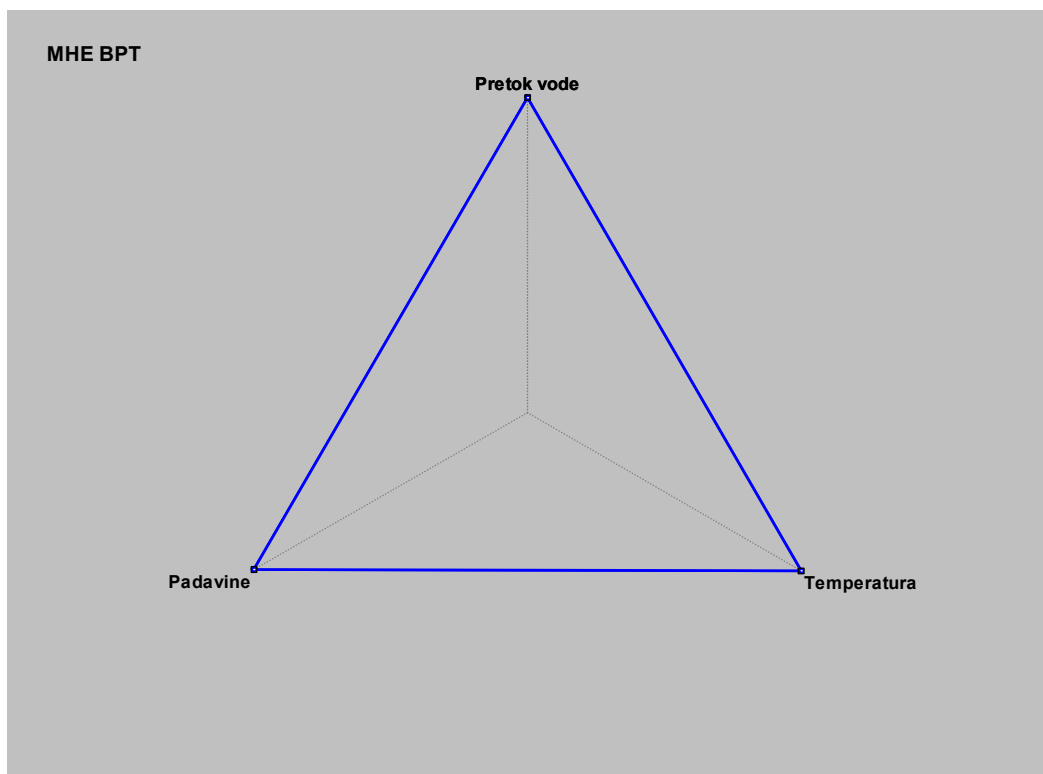
Pomembnost



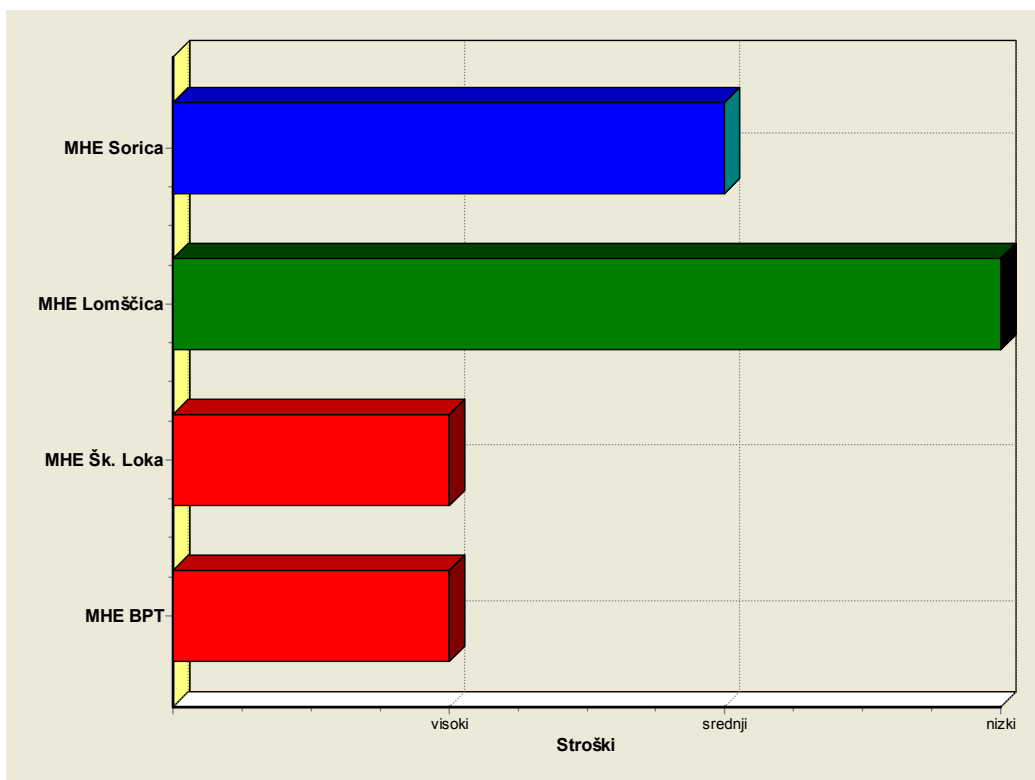
Velikost – starost – rekonstrukcija



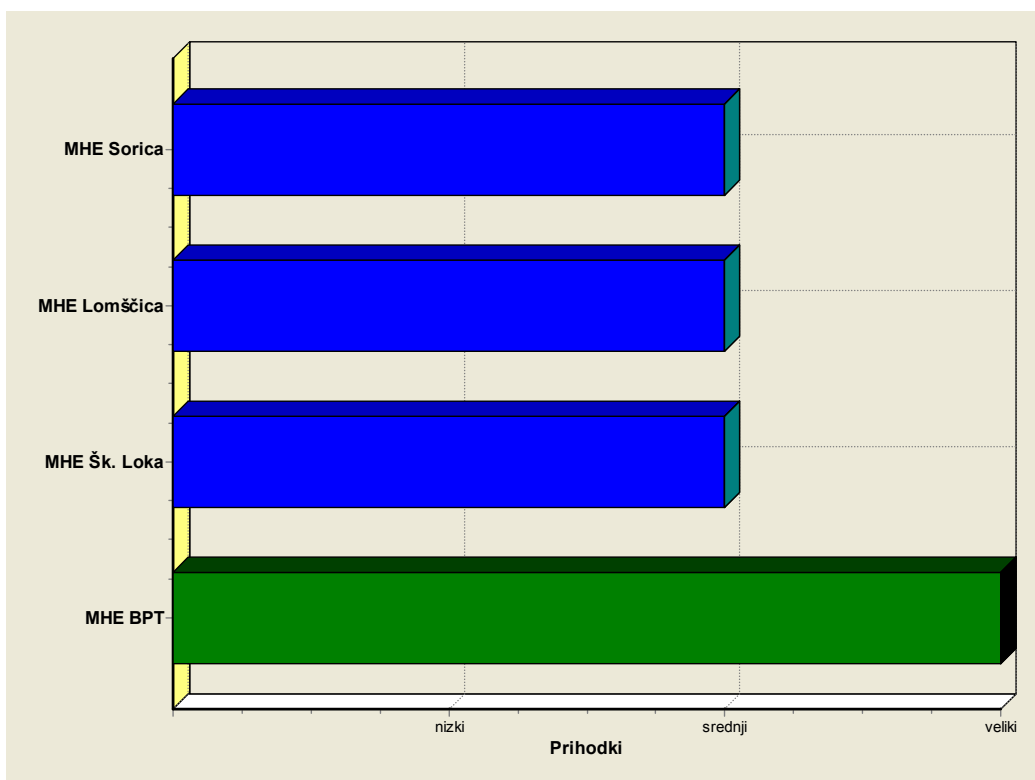
Pretok vode – padavine – temperatura



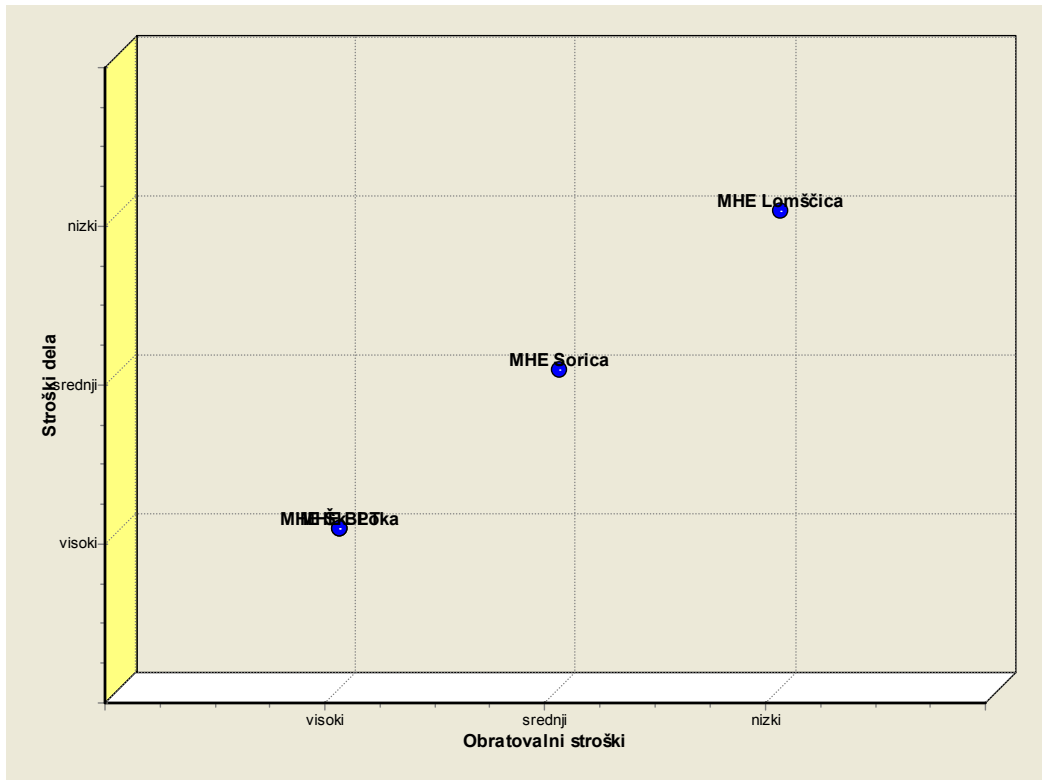
Stroški



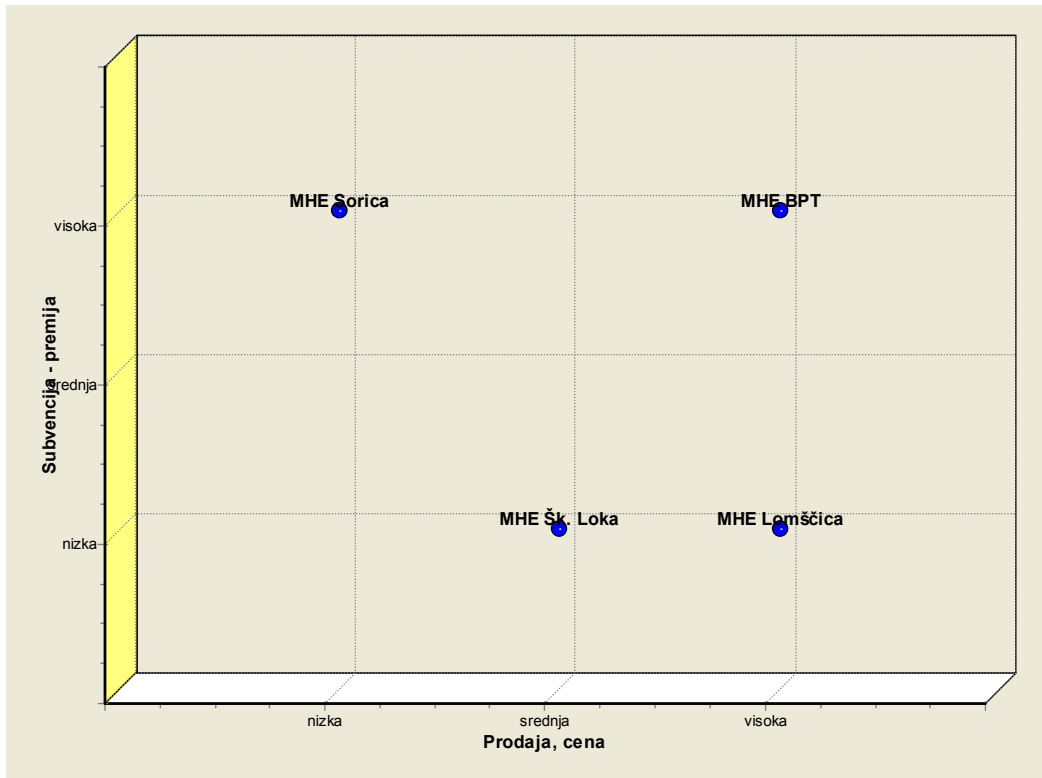
Prihodki



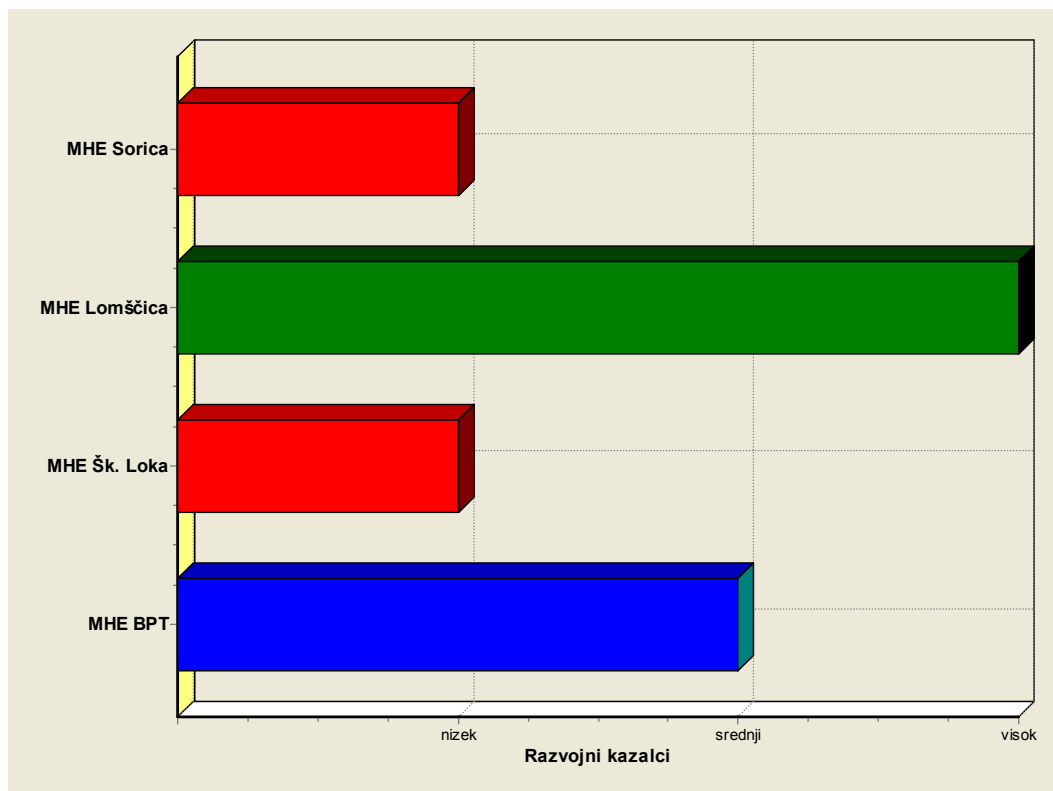
Obratovalni stroški – stroški dela



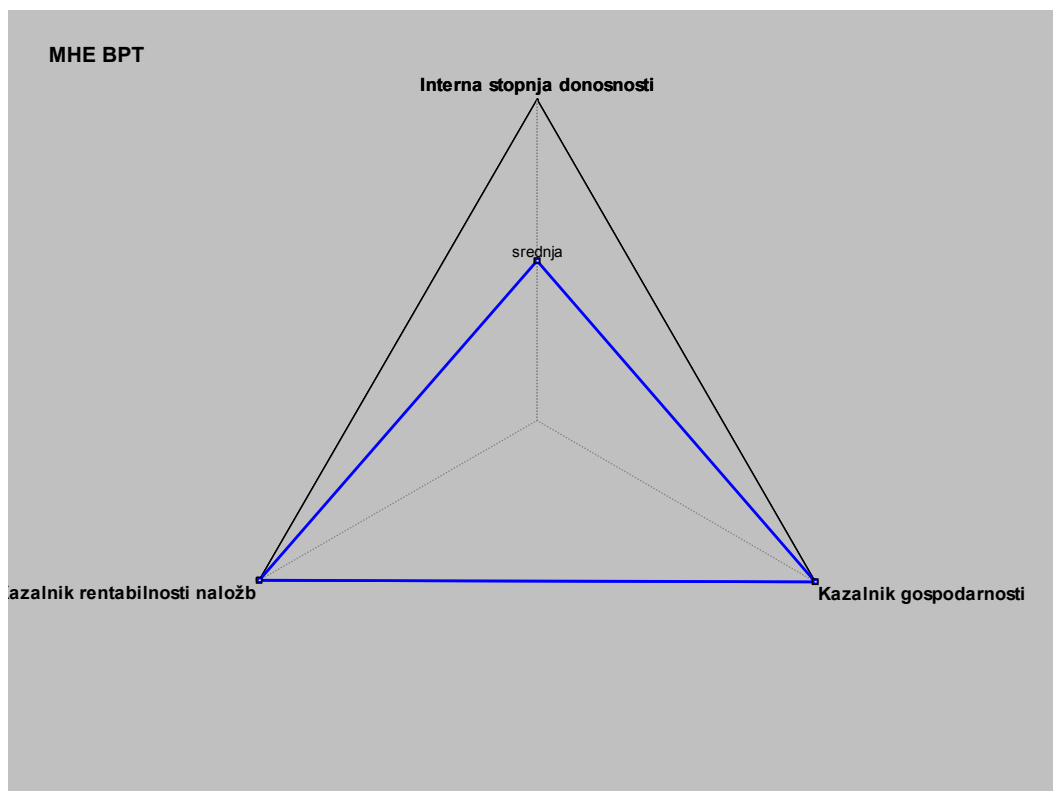
Prodaja, cene – subvencije – premija



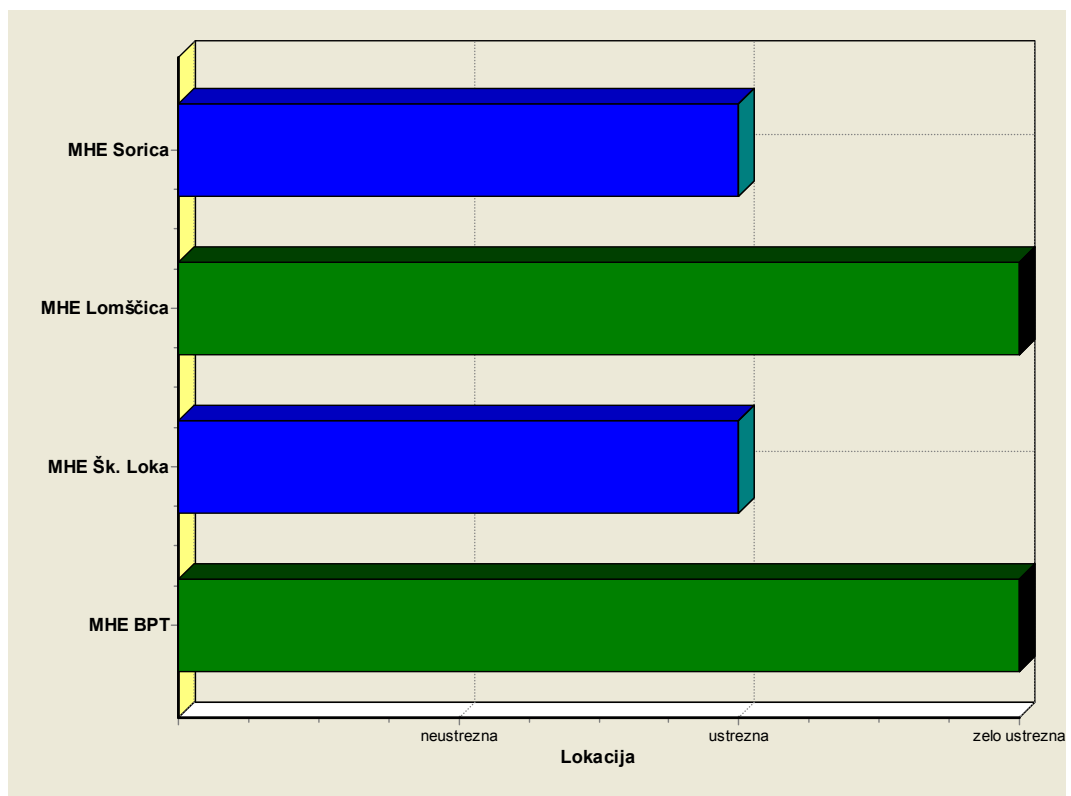
Razvojni kazalci



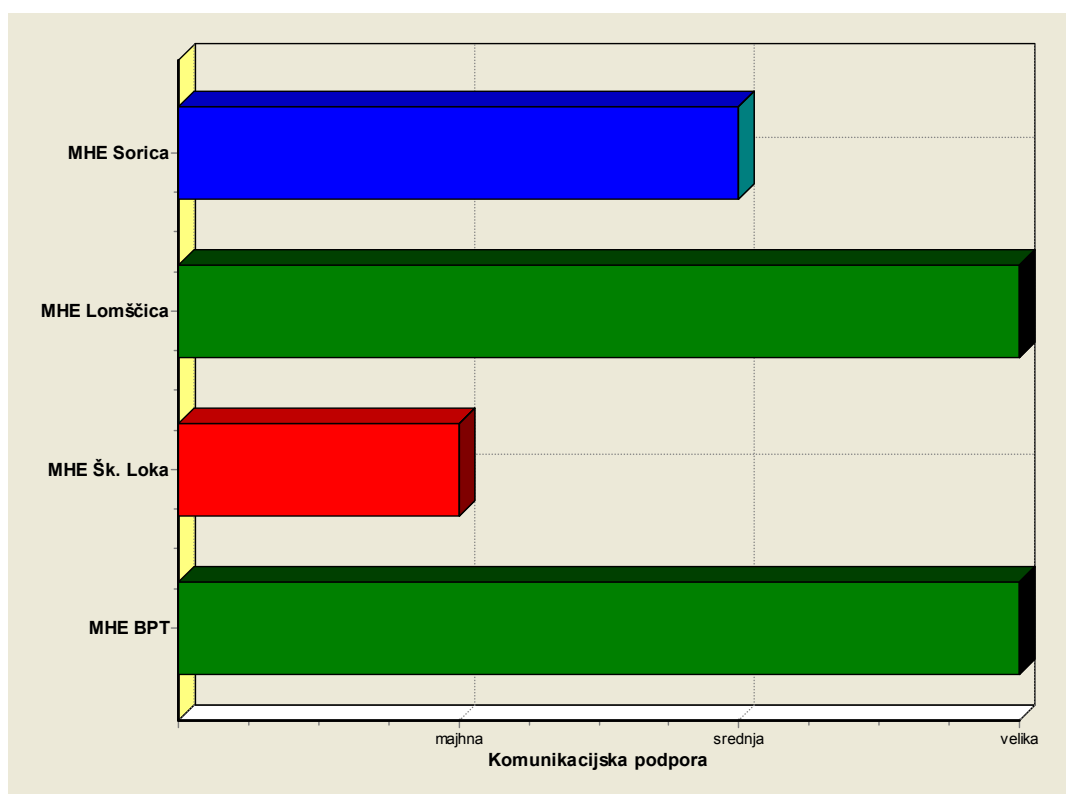
Interna stopnja donosnosti – Kazalnik rentabilnosti naložb – Kazalnik gospodarnosti



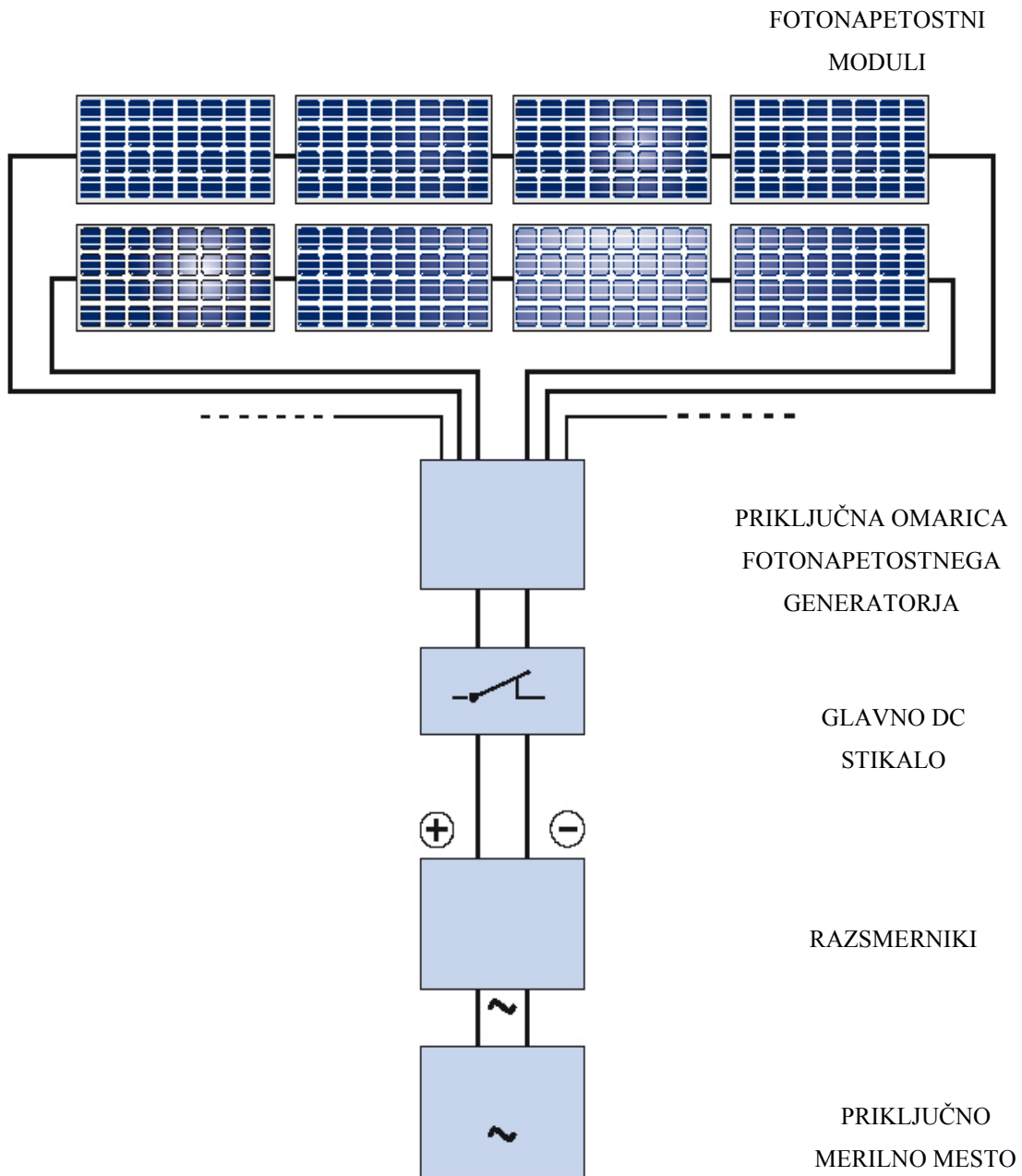
Lokacija



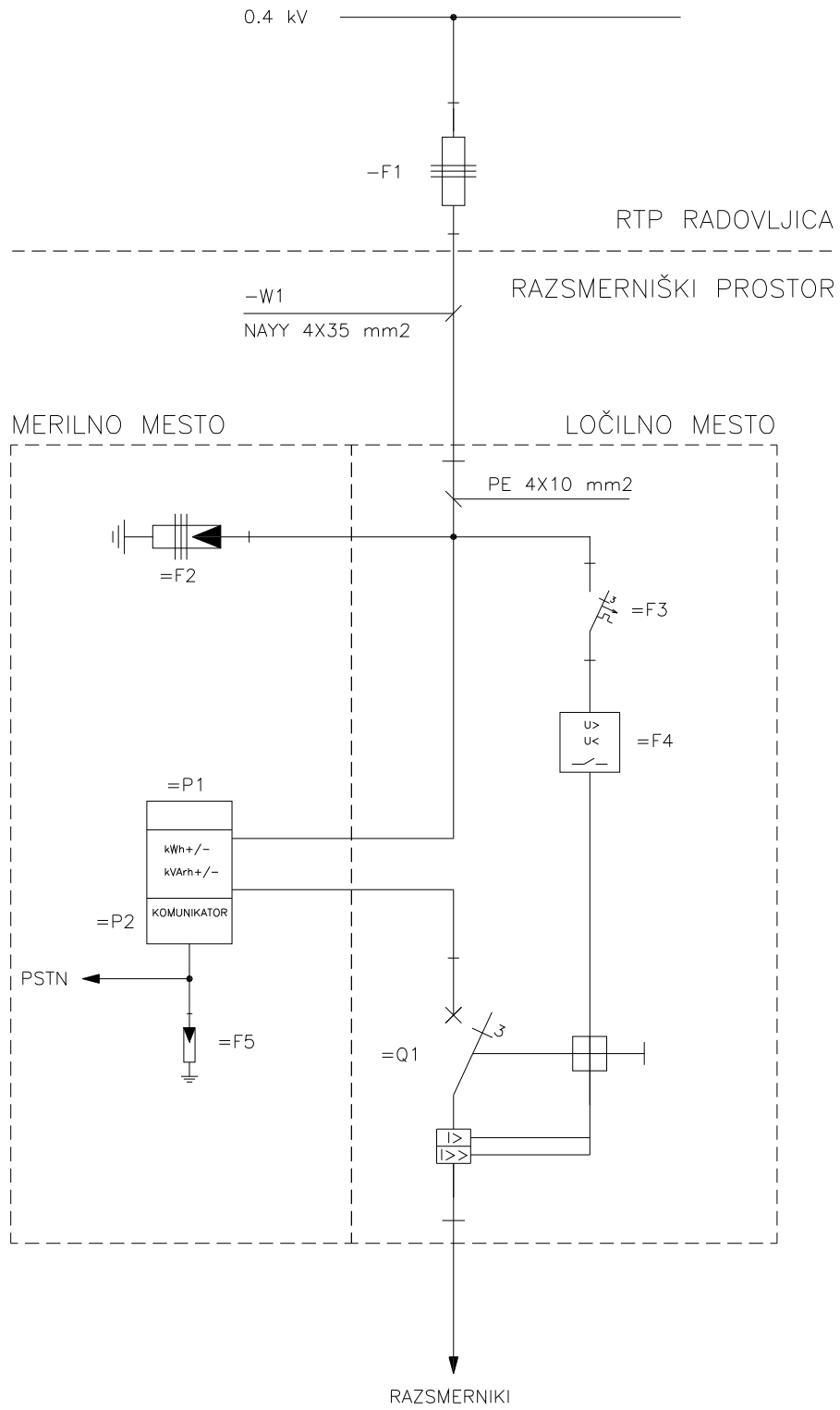
Komunikacijska podpora



Priloga 4: Tehnološka shema fotonapetostne elektrarne



Priloga 5: Enopolna shema priključno merilnega mesta



Priloga 6: Ocena naložb

1 Naložba

1.1 Investicijska vlaganja

Sončna elektrarna predstavlja osnovna sredstva investitorja. Naložbo v višini 460.000 € financiramo z lastnimi sredstvi. Časovna amortizacija osnovnih sredstev pomeni, da se obračanje amortizacije izvaja glede na čas trajanja uporabe osnovnega sredstva. Za razsmernike je življenjska doba 15 let, stopnja amortizacije je 6,67 %, za module in ostale dele sončne elektrarne je življenjska doba 30 let, stopnja amortizacije je 3,3 %.

$$Am = \frac{Nv}{Pp} \quad (1)$$

kjer pomeni: *Am* – amortizacija na leto
Nv – nabavna vrednost naložbe: 460.000 €
Pp – predvidena življenjska doba: razsmerniki 15 let, moduli in ostalo 30 let

$$Am = \frac{Nv}{Pp} = \frac{\text{razsmerniki}}{15} + \frac{\text{moduli} + \text{ostalo}}{30} = 16.592\text{€}$$

1.2 Prihodek od prodaje

Za prognozo izračuna prihodka upoštevamo veljavno enotno odkupno ceno električne energije za kvalificirane sončne elektrarne. V izračunu predvidena proizvedena električna energija pada 1 % na leto in 20. leto doseže faktor 0,81. V izračunu proizvodnje to vrednost računamo do 30. leta obratovanja.

Prodaja 1. leto proizvodnje	Količina (kWh)	Cena na enoto (€/kWh)	Vrednost (€)
1. Enotna letna premija	92.667	0,33663	31.194,5
2. Izračun zajamčene cene za energijo	92.667	0,03756	3.480,5
Enotna letna cena		0,37419	34.675,0

2 Ocena učinkov

2.1 Skupni denarni tok

Tabela 1: Skupni denarni tok projekta od izgradnje do 9. leta obratovanja (v €)

1.	St an je	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Leto		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
I.	SKUPNI DONOS (1+2+3)	1.513.218	460.000	34.675	38.531	38.142	37.753	37.363	36.974	36.585	36.196	35.807
1.	Skupni prihodek od prodaje	1.015.463	0	34.675	38.531	38.142	37.753	37.363	36.974	36.585	36.196	35.807
2.	Skupna sredstva	497.755	460.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1.	Lastna sredstva	497.755	460.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2.	Kredit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	Ostane vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1.	Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2.	Ostane vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I.	SKUPNI ODHODKI	540.355	460.000	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420
4.	Naložbe v osnovna sredstva	497.755	460.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	Naložbe v obratna sredstva	2.100	0	70	70	70	70	70	70	70	70	70
6.	Letni stroški vzdrževanja	3.000	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.	Bruto plače	6.000	0	200	200	200	200	200	200	200	200	200
8.	Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	Dogovorjene obveznosti - zavarovanje	27.000	0	900	900	900	900	900	900	900	900	900
10.	Zakonske obveznosti, davek na dobiček	4.500	0	150	150	150	150	150	150	150	150	150
III.	NETO SKUPNI DONOS	157.080	0	33.255	37.111	36.722	36.333	35.943	35.554	35.165	34.776	34.387
IV.	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		0	33.255	70.366	107.088	143.420	179.364	214.918	250.083	284.858	319.245

Tabela 2: Skupni denarni tok projekta od 10. do 20. leta obratovanja (v €)

2.	St an je	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Leto	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
I.	SKUPNI DONOS (1+2+3)	35.417	35.028	34.639	34.250	33.861	33.471	70.837	32.693	32.304	31.915	31.525
1.	Skupni prihodek od prodaje	35.417	35.028	34.639	34.250	33.861	33.471	33.082	32.693	32.304	31.915	31.525
2.	Skupna sredstva	0	0	0	0	0	0	37.755	0	0	0	0
2.1.	Lastna sredstva	0	0	0	0	0	0	37.755	0	0	0	0
2.2.	Kredit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	Ostane vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1.	Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2.	Ostane vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II.	SKUPNI ODHODKI	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	39.175	1.420	1.420	1.420	1.420
4.	Naložbe v osnovna sredstva	0	0	0	0	0	0	37.755	0	0	0	0
5.	Naložbe v obratna sredstva	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
6.	Letni stroški vzdrževanja	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.	Bruto plače	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
8.	Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	Dogovorjene obveznosti - zavarovanje	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
10.	Zakonske obveznosti, davek na dobiček	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
III.	NETO SKUPNI DONOS	33.997	33.608	33.219	32.830	32.441	32.051	31.662	31.273	30.884	30.495	30.105
IV.	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	353.242	386.850	420.069	452.899	485.340	517.391	549.053	580.326	611.210	641.704	671.809

Tabela 3: Skupni denarni tok projekta od 21. do 30. leta obratovanja (v €)

3.	Stanje	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Leto	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
I.	SKUPNI DONOS (1+2+3)	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525
1.	Skupni prihodek od prodaje	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525
2.	Skupna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1.	Lastna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2.	Kredit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	Ostane vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1.	Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2.	Ostane vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II.	SKUPNI ODHODKI	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	39.175	1.420	1.420	1.420
4.	Naložbe v osnovna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	Naložbe v obratna sredstva	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
6.	Letni stroški vzdrževanja	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.	Bruto plače	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
8.	Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	Dogovorjene obveznosti - zavarovanje	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
10.	Zakonske obveznosti, davek na dobiček	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
III.	NETO SKUPNI DONOS	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105
IV.	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	701.915	732.020	762.125	792.231	822.336	852.441	882.547	912.652	942.757	972.863

2.2 Realni denarni tok

Tabela 4: Realni denarni tok projekta od izgradnje do 9. leta obratovanja (v €)

1.	Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Leto		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
I.	SKUPNI DONOS (1+2+3)	1.015.463	0	34.675	38.531	38.142	37.753	37.363	36.974	36.585	36.196	35.807
1.	Skupni prihodek od prodaje	1.015.463	0	34.675	38.531	38.142	37.753	37.363	36.974	36.585	36.196	35.807
2.	Ostane vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1.	Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2.	Ostane vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II.	SKUPNI ODHODKI	540.355	460.000	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420
3.	Naložbe v osnovna sredstva	497.755	460.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	Naložbe v obratna sredstva	2.100	0	70	70	70	70	70	70	70	70	70
5.	Letni stroški vzdrževanja	3.000	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6.	Bruto plače	6.000	0	200	200	200	200	200	200	200	200	200
7.	Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	Dogovorjene obveznosti - zavarovanje	27.000	0	900	900	900	900	900	900	900	900	900
9.	Zakonske obveznosti, davek na dobiček	4.500	0	150	150	150	150	150	150	150	150	150
III.	NETO ČISTI DONOS	475.108	-460.000	33.255	37.111	36.722	36.333	35.943	35.554	35.165	34.776	34.387
IV.	KUMULATIVNI ČISTI DONOS		460.000	426.745	389.634	352.912	316.580	280.636	245.082	209.917	175.142	140.755

Tabela 5: Realni denarni tok projekta od 10. do 20. leta obratovanja (v €)

2.	Stanje	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Leto	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
I.	SKUPNI DONOS (1+2+3)	35.417	35.028	34.639	34.250	33.861	33.471	33.082	32.693	32.304	31.915	31.525
1.	Skupni prihodek od prodaje	35.417	35.028	34.639	34.250	33.861	33.471	33.082	32.693	32.304	31.915	31.525
2.	Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1.	Ostanek vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2.	Ostanek vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II.	SKUPNI ODHODKI	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	39.175	1.420	1.420	1.420	1.420
3.	Naložbe v osnovna sredstva	0	0	0	0	0	0	37.755	0	0	0	0
4.	Naložbe v obratna sredstva	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
5.	Letni stroški vzdrževanja	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6.	Bruto plače	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
7.	Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	Dogovorjene obveznosti - zavarovanje	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
9.	Zakonske obveznosti, davek na dobiček	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
III.	NETO ČISTI DONOS	33.997	33.608	33.219	32.830	32.441	32.051	-6.093	31.273	30.884	30.495	30.105
IV.	KUMULATIVNI ČISTI DONOS	-	-	-	-	25.340	57.391	51.298	82.571	113.455	143.949	174.054

Tabela 6: Realni denarni tok projekta od 21. do 30. leta obratovanja (v €)

3.	Stanje	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Leto	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
I.	SKUPNI DONOS (1+2+3)	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525
1.	Skupni prihodek od prodaje	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525	31.525
2.	Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1.	Ostanek vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2.	Ostanek vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II.	SKUPNI ODHODKI	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	1.420	39.175	1.420	1.420	1.420
3.	Naložbe v osnovna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	Naložbe v obratna sredstva	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
5.	Letni stroški vzdrževanja	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6.	Bruto plače	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
7.	Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	Dogovorjene obveznosti - zavarovanje	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
9.	Zakonske obveznosti, davek na dobiček	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
III.	NETO ČISTI DONOS	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105	30.105
IV.	KUMULATIVNI ČISTI DONOS	204.160	234.265	264.370	294.476	324.581	354.686	384.792	414.897	445.002	475.108

2.3 Sedanja vrednost projekta

V tem poglavju izračunamo sedanjo vrednost projekta, ki pomeni vrednost projekta na današnji dan. Izračunamo jo s pomočjo metode sedanje vrednosti projekta.

Metoda sedanje vrednosti projekta

"Osnovni razlog za uvajanje dinamičnih metod (naložbenega odločanja – op. B. F.) niso pomanjkljivosti statističnih kriterijev, pač pa časovne preference sredstev in obresti kot kategorije, ki opredeljuje nagnjenost k varčevanju in potrošnji razpoložljivih sredstev. Ena od najbolj uporabnih in temeljitih metod je metoda sedanje vrednosti projekta, s katero iščemo izpolnjevanje naslednjega pogoja:

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1 + r)^i} \quad (2)$$

kjer pomeni:

- SV* – sedanja vrednost projekta,
- Sd* – skupni donosi projekta,
- So* – skupni odhodki projekta,
- r* – diskontna stopnja, določena vnaprej,
- n* – število obdobj v življenjski dobi projekta,
- i* – tekoči indeks časovnih obdobj.

Po tej metodi je projekt sprejemljiv, če izpolnjuje pogoj: $SV \geq 0$.

To pomeni, da so diskontne vrednosti skupnih donosov večje od diskontnih vrednosti skupnih odhodkov /.../. Pri tem celotni odhodki pomenijo naložbe v projekt, donosi pa neto učinke, torej učinke po poročunu stroškov" (Bizjak, 2002, 158). Sedanja vrednost naložbe izračunamo z upoštevanjem diskontne stopnje, ki je v našem primeru 12 %. Izračunamo, koliko denarja bi morali imeti danes, da bi v določenem času z njegovo naložbo pri določeni donosnosti dosegli določeno prihodnjo vrednost.

Izračun sedanje vrednosti projekta je prikazan v tabeli 7.

Tabela 7: Sedanja vrednost projekta (v €)

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd	Skupni odhodki So	Diskontna stopnja r=4,5%	Diskontni faktor	Skupni donos Sd	Skupni odhodki So
Tekoči indeks <i>i</i>	Leto	brez diskont.	brez diskont.	$(1+r)^i$	$\frac{1}{(1+r)^n}$	pri 4,5% diskont. Faktorju	pri 4,5% diskont. faktorju
0	2007	0	460.000	1	1	0	460.000
1	2008	34.675	1.420	1,045	0,96	33.182	1.359
2	2009	38.531	1.420	1,09	0,92	35.284	1.300
3	2010	38.142	1.420	1,14	0,88	33.423	1.244
4	2011	37.753	1.420	1,19	0,84	31.658	1.191
5	2012	37.363	1.420	1,25	0,80	29.982	1.139
6	2013	36.974	1.420	1,30	0,77	28.392	1.090
7	2014	36.585	1.420	1,36	0,73	26.884	1.043
8	2015	36.196	1.420	1,42	0,70	25.452	999
9	2016	35.807	1.420	1,49	0,67	24.094	956
10	2017	35.417	1.420	1,55	0,64	22.806	914
11	2018	35.028	1.420	1,62	0,62	21.584	875
12	2019	34.639	1.420	1,70	0,59	20.425	837
13	2020	34.250	1.420	1,77	0,56	19.326	801
14	2021	33.861	1.420	1,85	0,54	18.284	767
15	2022	33.471	1.420	1,94	0,52	17.295	734
16	2023	33.082	39.175	2,02	0,49	16.358	19.371
17	2024	32.693	1.420	2,11	0,47	15.470	672
18	2025	32.304	1.420	2,21	0,45	14.627	643
19	2026	31.915	1.420	2,31	0,43	13.829	615
20	2027	31.525	1.420	2,41	0,41	13.072	589
21	2028	31.525	1.420	2,52	0,40	12.509	563
22	2029	31.525	1.420	2,63	0,38	11.970	539
23	2030	31.525	1.420	2,75	0,36	11.455	516
24	2031	31.525	1.420	2,88	0,35	10.961	494
25	2032	31.525	1.420	3,01	0,33	10.489	472
26	2033	31.525	1.420	3,14	0,32	10.038	452
27	2034	31.525	1.420	3,28	0,30	9.605	433
28	2035	31.525	1.420	3,43	0,29	9.192	414
29	2036	31.525	1.420	3,58	0,28	8.796	396
30	2037	31.525	1.420	3,75	0,27	8.417	379
Skupaj		1.015.463	540.355			564.861	501.799
SV		Sd – So= 475.108				Sd – So= 63.062	

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n=25} (Sd - So) \cdot \frac{1}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^{i=n=25} Sd \cdot \frac{1}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^{i=n=25} So \cdot \frac{1}{(1+r)^i} \quad (3)$$

Sd > So, SV = 564.8610 – 501.799 = 63.062 € > 0

Ocenjujemo, da bi za sredstva naložena pri banki dobili 4,5 % obresti, zato smo v našem primeru izračunali sedanjo vrednost projekta pri diskontni stopnji 4,5 %.

Iz tabele 7: Sedanja vrednost projekta je razvidno, da celotni odhodki pomenijo naložbe in stroške obratovanja, donosi pa prihodke od odkupljene električne energije iz sončne elektrarne. Pogoji $SV \geq 0$ je izpolnjen in projekt je sprejemljiv, saj je vsota donosov S_d večja kot vsota odhodkov S_o oz. $S_d > S_o$, torej njegova sedanja vrednost znaša 63.062 €, kar je večje od 0.

2.4 Interna stopnja donosnosti

Za oceno učinkovitosti bomo izračunali interno stopnjo donosnosti projekta – ISD na osnovi že predhodno oblikovanega realnega denarnega toka v poglavju 2.2. in tabelah 4, 5 in 6. ISD izračunamo s pomočjo metode interne stopnje donosnosti projekta, ki jo podajamo v nadaljevanju.

Metoda interne stopnje donosnosti

Pomemben kazalnik učinkovitosti projekta je kazalnik interne stopnje donosnosti. ISD je tista diskontna stopnja donosnosti, pri kateri je sedanja vrednost projekta enaka nič, izenačijo pa se vsi donosi in odhodki projekta v celotni življenjski dobi. "Pri tej metodi je diskontna stopnja nepoznana, opredeljena pa je kot tista diskontna stopnja, ki zagotavlja izpolnjevanje naslednjega pogoja:

$$0 = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(S_d - S_o)}{(1 + r)^i} \quad (4)$$

kjer pomeni:

- S_d – skupni donosi projekta,
- S_o – skupni odhodki projekta,
- r – interna stopnja donosnosti (ISD), diskontna stopnja,
- n – število obdobj v življenjski dobi projekta,
- i – tekoči indeks časovnih obdobj od $i=1$ do n .

To diskontno stopnjo (r) izračunamo s postopkom diskontiranja in metodo interpolacije. Poleg tega metodo lahko uporabimo za oceno učinkovitosti projekta z vidika družbe in vidika investitorja" (Bizjak, 2002, 160).

Neto sedanjo vrednost pri različnih diskontnih faktorjih iteriramo dokler ne dobimo rezultata v željeni okolici vrednosti nič.

Tabela 8: Interna stopnja donosnosti projekta (v €)

Časovna obdobja		Diskontna stopnja 0%		Diskontna stopnja 5%		Diskontna stopnja 6%	
Tekoči indeks <i>i</i>	Leto	Skupni donosi <i>Sd</i>	Skupni odhodki <i>So</i>	Skupni donosi <i>Sd</i>	Skupni odhodki <i>So</i>	Skupni donosi <i>Sd</i>	Skupni odhodki <i>So</i>
0	2007	0	460.000	0	460.000	0	460.000
1	2008	34.675	1.420	33.024	1.352	32.712	1.340
2	2009	38.531	1.420	34.949	1.288	34.292	1.264
3	2010	38.142	1.420	32.948	1.227	32.025	1.192
4	2011	37.753	1.420	31.059	1.168	29.904	1.125
5	2012	37.363	1.420	29.275	1.113	27.920	1.061
6	2013	36.974	1.420	27.591	1.060	26.065	1.001
7	2014	36.585	1.420	26.000	1.009	24.331	944
8	2015	36.196	1.420	24.499	961	22.710	891
9	2016	35.807	1.420	23.081	915	21.194	840
10	2017	35.417	1.420	21.743	872	19.777	793
11	2018	35.028	1.420	20.480	830	18.452	748
12	2019	34.639	1.420	19.288	791	17.214	706
13	2020	34.250	1.420	18.163	753	16.058	666
14	2021	33.861	1.420	17.102	717	14.977	628
15	2022	33.471	1.420	16.100	683	13.966	593
16	2023	33.082	39.175	15.155	17.947	13.023	15.421
17	2024	32.693	1.420	14.264	620	12.141	527
18	2025	32.304	1.420	13.423	590	11.317	497
19	2026	31.915	1.420	12.630	562	10.548	469
20	2027	31.525	1.420	11.882	535	9.830	443
21	2028	31.525	1.420	11.316	510	9.273	418
22	2029	31.525	1.420	10.777	485	8.748	394
23	2030	31.525	1.420	10.264	462	8.253	372
24	2031	31.525	1.420	9.775	440	7.786	351
25	2032	31.525	1.420	9.310	419	7.345	331
26	2033	31.525	1.420	8.866	399	6.930	312
27	2034	31.525	1.420	8.444	380	6.537	294
28	2035	31.525	1.420	8.042	362	6.167	278
29	2036	31.525	1.420	7.659	345	5.818	262
30	2037	31.525	1.420	7.294	329	5.489	247
Skupaj		1.015.463	540.355	534.402	499.125	480.804	494.408
NSD		Sd – So = 475.108		Sd – So = 35.278		Sd – So = -13.604	

Pri diskontni stopnji 6 % je neto sedanja vrednost donosov (NSD) = **-13.604 €**, pri diskontni stopnji 5 % pa je neto sedanja vrednost donosov (NSD) = **35.278 €**.

Interno stopnjo donosnosti izračunamo z enačbo:

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} \quad (5)$$

kjer pomeni: *ISD* – interna stopnja donosnosti
NSD – neto skupni donos (*Sd* – *So*)
r_p – diskontna stopnja, pri kateri je *NSD* pozitiven,
r_n – diskontna stopnja, pri kateri je *NSD* negativen,
NSD_p – *NSD* pri uporabljeni diskontni stopnji *r_p*,
NSD_n – *NSD* pri uporabljeni diskontni stopnji *r_n*.

Izhajamo iz realnega denarnega toka projekta. Pri izračunu interne stopnje donosnosti projekta bomo poskusili prikazati, da se projekt pokriva.

$$ISD = 5 + (6 - 5) \cdot \frac{35.278}{35.278 - (-13.604)} = 5,7\%$$

Iz izračuna lahko vidimo, da nam naložba prinaša dobiček – realne prihranke. **Interna stopnja donosnosti je 5,7 %.**

2.5 Drugi pokazatelji učinkovitosti in uspešnosti

Naslednji pomembni kazalniki učinkovitosti projekta so tudi kazalniki ekonomičnosti, rentabilnosti investicijskih naložb in rentabilnost vlaganj. Priporočajo se za oceno projektov.

"Ti kazalniki so, glede na diskontno stopnjo, različni, običajno pa jih izračunavamo za diskontno stopnjo, uporabljeno pri izračunu neto sedanje vrednosti projekta" (Bizjak, 2002, 162).

2.5.1 Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti

$$E = \frac{Sd}{So} \quad (6)$$

kjer pomeni: *E* – kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti
Sd – skupni donosi projekta
So – skupni odhodki projekta

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{534.402}{499.125} = 1,071$$

2.5.2 Kazalnik donosnosti naložb

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100(\%) \quad (7)$$

kjer pomeni: *D* – kazalnik donosnosti naložb ali rentabilnosti naložb

N – naložba
 Sd – skupni donosi projekta
 So – skupni odhodki projekta

$$D = \frac{534.402 - 499.125}{460.000} \cdot 100 = 7,7\%$$

2.5.3 Kazalnik donosnosti odhodkov

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100(\%) \quad (8)$$

kjer pomeni: Do – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vlaganj
 Sd – skupni donosi projekta
 So – skupni odhodki projekta

$$Do = \frac{534.402 - 499.125}{499.125} \cdot 100 = 7,1\%$$

Vsi kazalniki so bili izračunani pri diskontni stopnji 5 %.

2.6 Interna stopnja donosnosti pri zmanjšanem prihodku

Projekt Sončne elektrarne Strahinj je kot obnovljiv vir energije družbeno, okoljsko in ozaveščevalno pomemben. Z vidika gospodarskega inženirstva smo ugotovili ekonomsko upravičenost gradnje. Vendar je projekt dolgoročna naložba, zato ocenimo tveganja in negotovosti.

Opisana je ocena potrebnih naložb, ki je dokaj realno postavljena. V ocenah tveganja lahko pričakujemo večjo negotovost pri spremembah odkupnih cen električne energije v delu subvencioniranja, ki se nanaša na premijo za proizvedeno električno energijo. V nadaljevanju naloge bomo predvideli zmanjšanje dohodka iz naslova prodaje za 10 % po 1. letu obratovanja.

Tabela 9: Interna stopnja donosnosti projekta pri zmanjšani 10 % prodajni ceni ali količini prodaje električne energije (v €)

Časovna Obdobja		Diskontna stopnja 0%		Diskontna stopnja 4%		Diskontna stopnja 5%	
Tekoči indeks <i>i</i>	Leto	Skupni donosi <i>Sd</i> pri -10%	Skupni odhodki <i>So</i>	Skupni donosi <i>Sd</i> pri -10%	Skupni odhodki <i>So</i>	Skupni donosi <i>Sd</i> pri -10%	Skupni odhodki <i>So</i>
0	2007	0	460.000	0	460.000	0	460.000
1	2008	34.675	1.420	33.341	1.365	33.024	1.352
2	2009	38.531	1.420	31.738	1.313	31.137	1.288
3	2010	38.142	1.420	30.209	1.262	29.355	1.227
4	2011	37.753	1.420	28.751	1.214	27.671	1.168
5	2012	37.363	1.420	27.360	1.167	26.082	1.113
6	2013	36.974	1.420	26.034	1.122	24.581	1.060
7	2014	36.585	1.420	24.769	1.079	23.164	1.009
8	2015	36.196	1.420	23.563	1.038	21.827	961
9	2016	35.807	1.420	22.413	998	20.564	915
10	2017	35.417	1.420	21.317	959	19.372	872
11	2018	35.028	1.420	20.272	922	18.246	830
12	2019	34.639	1.420	19.276	887	17.184	791
13	2020	34.250	1.420	18.326	853	16.182	753
14	2021	33.861	1.420	17.421	820	15.237	717
15	2022	33.471	1.420	16.558	788	14.344	683
16	2023	33.082	39.175	15.736	20.916	13.502	17.947
17	2024	32.693	1.420	14.953	729	12.708	620
18	2025	32.304	1.420	14.207	701	11.959	590
19	2026	31.915	1.420	13.496	674	11.252	562
20	2027	31.525	1.420	12.818	648	10.586	535
21	2028	31.525	1.420	12.325	623	10.082	510
22	2029	31.525	1.420	11.851	599	9.601	485
23	2030	31.525	1.420	11.396	576	9.144	462
24	2031	31.525	1.420	10.957	554	8.709	440
25	2032	31.525	1.420	10.536	533	8.294	419
26	2033	31.525	1.420	10.131	512	7.899	399
27	2034	31.525	1.420	9.741	492	7.523	380
28	2035	31.525	1.420	9.366	474	7.165	362
29	2036	31.525	1.420	9.006	455	6.824	345
30	2037	31.525	1.420	8.660	438	6.499	329
Skupaj		908.487	540.355	536.529	504.712	479.716	499.125
NSD		Sd – So = 368.132		Sd – So = 31.817		Sd – So = -19.408	

Pri diskontni stopnji 5 % je neto sedanja vrednost donosov (NSD) = **-19.408 €**, pri diskontni stopnji 4 % pa je neto sedanja vrednost donosov (NSV) = **31.817 €**.

$$ISD = 4 + (5 - 4) \cdot \frac{31.817}{31.817 - (-19.408)} = 4,62\%$$

Interna stopnja donosnosti je 4,62 %.

Ta pokazatelj zagotavlja, da bi bil projekt kljub znižanju prodaje za 10 % (iz predpostavke znižanja odkupnih cen z vidika subvencije - premije ali manjše proizvodnje zaradi vremenskih pogojev) še sprejemljiv, kajti skupni donosi so še vedno višji od skupnih odhodkov. Vsako večje znižanje prodaje bi pripeljalo do vprašanja vlaganja v projekt.

2.7 Odločitev za povečanje sončne elektrarne

Iz ekonomskega vidika smo ugotavljali učinke in z metodami prišli do zaključka in odločitve, da se odločimo za izgradnjo Sončne elektrarne Strahinj, v 2. fazi s povečanjem iz 82,74 kW_p na 89,835 kW_p. Ekonomski kazalci so izboljšani: interna stopnja donosnosti 5,7 %, kazalnik rentabilnosti naložb 7,7 % in kazalnik donosnosti odhodkov 7,1 %.

Priloga 7: Tehniško dimenzioniranje priključnega kabla Sončne elektrarne Strahinj

1 Opis trase

V kabelsko kanalizacijo se uvleče nizkonapetostni kablovod PP 00/AY 4 x 70 + 2,5 mm². Ob izgradnji trase obravnavanega kablovoda so v območju TP Strahinj – Biotehniška šola prisotni nizkonapetostni in visokonapetostni kabli, zato je na območju pred deli potrebna zakoličba upravljalca elektroenergetskih naprav, Elektro Gorenjska.

Dolžina trase nizkonapetostnega kableskega priključka znaša 82 m.

Dolžina elektroenergetskega kabla za potrebe napajanja Sončne elektrarne Strahinj znaša 87 m.

Križanja z ostalimi napravami komunalne infrastrukture (telefon, vodovod, kanalizacija) bodo izvedena v skladu s soglasji in tehničnimi predpisi, pravilniki, standardi in priporočili za tovrstne objekte.

1.1 Določitev konstrukcijskih elementov kabla

Na podlagi predvidenega priključka, se odločimo za izbor kablov glede na lastnosti konstrukcije kablov in njihovo mehansko zaščito. Upoštevamo možnosti tipiziranih kablov na trgu, ki so označeni po standardu JUS N.CO.006 za označevanje izoliranih vodnikov in kablov (Ur. list SFRJ št. 56/83, Zvezni zavod za standardizacijo, 1983). Za obravnavani primer uporabimo kabel tipa PP 00/AY s PVC izolacijo (Pravilnik o jugoslovanskem standardu za izolacije in zaščitne plasti, za izolirane vodnike in kable JUS N.OO.190, Ur. list SFRJ, št. 3/80) in Al ekrani. Prerez kabla je tipiziran: 4 x 70 + 2,5 mm².

Dimenzioniranje prereza kabla smo določili s standardom DIN VDE 0298 T.2, na osnovi katerega mora biti bremenski tok uporabnika manjši od trajno dopustnega toka kabla.

$$I_B < I_Z$$

kjer pomeni: I_B – bremenski tok (A)
 I_Z – trajno dovoljeni tok (A)

Nadalje po tabeli števila obremenjenih vodnikov v standardu DIN VDE 0298 T.2. – tabele: nazivni pogoji polaganja kablov v zemljo, nazivne tokovne obremenitve kablov in korekcijski faktorji.

Posamezne odvode dimenzioniramo tako, da izvršimo kontrolo glede na:

- tokovne obremenitve
- izgubo napetosti
- kontrolo varovalk na kratek

1.2 Izračun konične moči in bremenskega toka

1. faza (2007): $P_k = 82,74$ kW konična moč za sončno elektrarno Strahinj (SE).

2. faza (2008): $P_k = 90$ kW konična moč za sončno elektrarno Strahinj (SE).

Izračunamo tok I_B , ki bo tekkel skozi skupni kablovod:

$$I_{B_{-70}} = \frac{P_{kn}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{89,835 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 136,7 A \text{ (2.faza)} \quad 125,7 A \text{ (1. faza)}$$

kjer pomeni: I_B - tok obremenitve (A)
 P_{kn} - konična moč (kW)
 U - omrežna medfazna napetost (V)
 $\cos \varphi$ - fazni faktor

Pri dimenzioniranju in izvedbi tehniških karakteristik izhajamo iz osnovnega veljavnega Pravilnika o tehniških normativih za zaščito NN omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj, Ur. list SFRJ, št. 13/78, Elektrotehniška zveza Slovenije (v nadaljevanju TP 19/78). Ob upoštevanju 85. člena TP 19/78 smo trajno dovoljene tokovne obremenitve vodnikov NN kabelskih vodov, kontrolirali po pravilniku izhajajočih Navodilih za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV, EIMV, referat št. 1260 in jih v nadaljevanju določili skladno z veljavnim standardom JUS N.B2.752 /88: Trajno dovoljeni toki s strožjimi instalacijskimi kriteriji, ki zagotavljajo še višjo kvaliteto varovanja kabelskih vodov.

Z ozirom na izračunano tokovno obtežbo kontroliramo nazivni prerez vodnika iz Al po naslednji tabeli.

Tabela 1: Trajno dovoljeni toki (v A) za električno napeljavo tipa D – polaganje v zemljo, za izolacijo vodnikov iz PVC po podatkih proizvajalca ELKA za omrežni polietilen in po DIN VDE 0298 T.2

Nazivni prerez vodnika (mm ²)	Trajno dovoljeni toki I (A) Tip D, PVC izolacija, Al vodnik	Trajno dovoljeni toki (A) Tip D, PVC izolacija, Cu vodnik
35	118	157
70	176	228
150	270	353
185	308	399
240	363	464

1.3 Izbira dimenzije – prereza kabla glede na tok

Pri dimenzioniranju nizkonapetostnih odvoda iz transformatorske postaje smo upoštevali moči v vodu, ki smo jih določili na osnovi koničnih moči v objektu.

Tabela 2 Oznake in količina kabla za nizkonapetostni priključek

POZ.	ODVOD	OZNAKA	KONIČNA MOČ	TIP KABLA
		ODSEKA	P_k	PP 00/AY
				4 x 70 + 2,5mm²
1	1	TP – Sončna elektrarna Strahinj	23 kW	87 m

Trajno dovoljene tokove obremenitev vodnikov NN kableskega voda izberemo odvisno od konstrukcije kabla (vrsta izolacije in vodnikov, število in razporeditev vodnikov v kablju), od temperature okolja, v katerem je kabl, od pogojev za odvajanje toplote s kabla (način položitve kabla, specifična toplotna upornost izolacije, plašča in okolja, v katerem je kabl, povečanja temperature vodnika v primerjavi z okoljem, števila vzporedno položenih kablov) ter od ohmske upornosti vodnikov kabla (Pravilnik o tehniških normativih za zaščito NN omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj, Ur. list SFRJ, št. 13/78, Elektrotehniška zveza Slovenije, TP 19, avgust 1978).

Trajno dovoljene toke kabla in zunanje vplive na električne napeljave določimo skladno z veljavnim standardom DIN VDE 0298 - tabela T.2: nazivne tokovne obremenitve kablov. Z njegovim upoštevanjem zagotovimo trajnost glede izolacije, ki je izpostavljena termičnim učinkom trajno dovoljenega toka in zunanjim vplivom v času obratovanja. Namreč tok, ki teče skozi katerikoli vodnik med trajnim obratovanjem ne sme povzročiti višjih temperatur kot je najvišja dovoljena temperatura za kable s PVC izolacijo (0 °C).

Zahteva je izpolnjena, če tok v vodniku ni večji od vrednosti, izbrane iz tabel tega standarda z ozirom na tip električne napeljave in korekcije z ustreznimi korekcijskimi faktorji.

Kabl bo položen v kabelski kanalizaciji, kar ga uvršča po razvrstitvi tipov električnih napeljav v **tip D**.

Z ozirom na izračunano tokovno obtežbo kontroliramo nazivni prerez vodnika iz A1 po tabeli in ugotavljamo, ali je izbrani kabl glede na prerez tokovno dovolj dimenzioniran, da ga lahko trajno (termično) obremenimo.

Izračun trajno dovoljenega toka je napravljen skladno z Navodili za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV, EIMV, št. elaborata 1260, julij 1995 (DIN VDE 0298, T.2).

Glede na polaganje upoštevamo korekcijski faktor za skupine več tokokrogov ali večžilnih kablov. V tem primeru bo vsak kabel položen v svoji cevi kabelske kanalizacije, za kar je korekcijski faktor 1.

$$I_z = I_n \cdot f_{k1} \cdot f_{k2} \cdot f_{k3} = 176 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 150 A$$

$$I_B = 136,7 A < I_z = 150 A \text{ (2.faza)}$$

$$I_B = 125,7 A < I_z = 125 A \text{ (1. faza)}$$

Kabel je tokovno dovolj dimenzioniran, ker ga lahko trajno (termično) obremenimo s 176 A (po DIN), položenega v kabelski kanalizaciji pa s 150 A.

Tabela 3 Tok obremenitve I_B , trajno dovoljeni tok I_n in dopustni termični tok I_z glede na dimenzioniran prerez kablov

Poz.	Oznaka odvoda	Tip kabla PP 00/AY prerez A (mm ²)	Izračun. tok obremenitve I_B (A)	Trajno dovoljeni tok I_n (A)	Dopustni tok kabla v kanal. I_z (A)
1. faza	SE Strahinj	4 x 70 + 2,5 mm ²	125,7 A	176 A	150 A
2. faza	SE Strahinj	4 x 70 + 2,5 mm ²	136,7 A	176 A	150 A

1.4 Določitev varovalk in kontrola pred preobremenitvami

Niskonapetostni kabelski priključek varujemo z varovalkami na osnovi izračuna tokovnih obremenitev. Varovalke dimenzioniramo glede na izračunan nazivni tok obremenitve I_B . Glede na izračunani tok sem izbral varovalke z nazivno vrednostjo I_n prve višje tipske stopnje.

Bremenski tok mora biti manjši od trajno dovoljenega toka:

$$I_B < I_{nv} < I_z$$

$$I_2 < 1,45 I_z$$

kjer pomeni:

I_B – bremenski tok za katerega je predviden tokokrog (A)

I_z – trajno zdržni tok vodnika ali kabla (A)

I_{nv} – nazivni tok zaščitne naprave varovalke (A)

I_2 – tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave, ko varovalka pregori (A)

k – faktor za posamez. nazivne toke varovalk gG, (JUS NE.5.210, npr. 1,6)

$$I_{nv} = \frac{1,45 \cdot I_z}{k} = \frac{1,45 \cdot 150}{1,6} = 136,7 A \Rightarrow 160 A \text{ (2. faza)}$$

$$I_{nv} = \frac{1,45 \cdot I_z}{k} = \frac{1,45 \cdot 150}{1,6} = 136,7 A \Rightarrow 125 A \text{ (1. faza)}$$

Določitev varovalke in kontrola

Iz tabele nazivnih vrednosti varovalk (ETI Izlake) izberemo najbližjo višjo varovalko z nazivno vrednostjo, ki ustreza gornjemu izračunu in je zaradi selektivnosti (varovalka v priključni merilni omarici Sončna elektrarna Strahinj je 100 A) izbrana na vrednost 150 A (1. faza: 125 A).

Izpolnitev zahtevanega pogoja:

$$\begin{aligned} I_B < I_{nv} < I_Z \text{ oziroma } 136,7 \text{ A} < 160 \text{ A} < 176 \text{ A} & (2. \text{ faza}) \\ I_2 < 1,45 I_Z = 1,45 \cdot 160 \text{ A} = 232 \text{ A} & (2. \text{ faza}) \\ I_B < I_{nv} < I_Z \text{ oziroma } 125,7 \text{ A} < 125 \text{ A} < 176 \text{ A} & (1. \text{ faza}) \\ I_2 < 1,45 I_Z = 1,45 \cdot 125 \text{ A} = 181,3 \text{ A} & (1. \text{ faza}) \end{aligned}$$

Iz tabele nazivnih vrednosti izberemo varovalko z nazivno vrednostjo $I_{nv} = 160 \text{ A}$ v 2. fazi (125 A v 1. fazi) in pazimo, da jo izberemo tako, da njen nazivni tok ne bo večji od trajno dovoljenega toka obremenitve, ki je za kabel $I_z = 176 \text{ A}$ (oz. 150 A), če je v kabelski kanalizaciji.

Dimenzioniranje kabla na preobremenitev

Delovna karakteristika naprave, ki ščiti električni vod pred preobremenitvijo, mora izpolniti dva pogoja:

Nazivni tok zaščitne naprave (talilne varovalke) mora biti večji od toka, za katerega je tokokrog predviden in manjši od trajno dovoljenega toka kabla (varovanje kabla).

$$I_b \leq I_n \leq I_z,$$

kjer pomeni: I_b – predvideni bremenski tok (A)
 I_n – nazivni tok zaščitne naprave (A)
 I_z – trajno zdržni tok za predvideni kabel (A)

$$125,7 \text{ A} \leq 160 \text{ A} \leq 176 \text{ A}$$

Tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave mora biti enak trajnemu vzdržnemu toku vodnika ali kabla oziroma manjši od $1,45 \times$ vrednosti tega toka.

$$\begin{aligned} I_2 &\leq 1,45 \times I_z = 1,45 \cdot 160 \text{ A} = 232 \text{ A} \\ I_2 &= k \times I_n, \end{aligned}$$

kjer pomeni: I_2 – tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave (A)
 k – faktor za varovalke (za NN taljive varovalke 6 in 10 A znaša 1,9 za talilne varovalke od 16 do 63 A pa znaša 1,6)

$$I_2 = 256 \text{ A}$$

$$232 \text{ A} \leq 256 \text{ A}$$

Izbrani kabel je primerno dimenzioniran za primer preobremenitve.

Dimenzioniranje kabla na kratek stik

Odklopni čas t_{odk} , pri katerem izbrani zaščitni element prekine tokokrog pri izračunanem kratkostičnem toku, odčitamo iz I-t karakteristik zaščitnih elementov. Za obravnavani primer je čas t_{odk} manj kot 4 ms. Iz tehničnih podatkov za kabel odčitamo, da se kabel v času 100 ms pri kratkostičnem toku 6 kA ne pregreje preko dopustne meje. Izbrani kabel je primerno dimenzioniran za primer kratkega stika.

Kontrola padca napetosti

Pri nazivni obremenitvi se pojavi padec napetosti 2,7 V kar predstavlja 0,95 % nazivne napetosti.

1.5 Kontrola izbranih varovalk na kratek stik

1.5.1 Izračun impedance

Upornost transformatorja

Ker je nadomestna upornost visokonapetostnega omrežja reducirana na sekundarno stran minimalna in nima vpliva na izračun, upoštevam pri kontroli varovalk na kratek stik le nadomestno upornost transformatorja Z_t po enačbi:

$$\bar{Z}_t = \frac{u_k \cdot U_n^2}{100 \cdot P} = \frac{j4 \cdot 0,400^2}{100 \cdot 0,630} = j \cdot 0,040 \Omega$$

kjer pomeni: Z_t – impedanca transformatorja (Ω)
 u_k – napetost kratkega stika transformatorja (%)
 U_n – nazivna napetost transformatorja (kV)
 P – moč transformatorja (MVA)

V enačbi je upoštevana samo induktivna upornost transformatorja, ohmska pa je tako majhna, da jo zanemarimo.

Upornost voda

Nato izračunam še upornost voda $-Z_v$ za katerega preverimo varovalke na kratek stik.

$$Z = |\bar{Z}| = \sqrt{R^2 + X^2}$$
$$\bar{Z}_v = r \cdot l + j \cdot x \cdot l$$

Za kabelski priključek izberemo tipizirani nizkonapetostni kabel prereza PP 00/AY 4 x 70 + 2,5 mm², specifično ohmsko upornost aluminijastega vodnika smo označili glede na prerez $z - r_{K70} = 0,443 \Omega/\text{km}$, analogno pa tudi specifično induktivno

upornost vodnika glede na prerez $z - x_{K70} = 0,082 \Omega/\text{km}$.

$$\bar{Z}_v = R_{KBV} + j x_{KBV}$$

$$R_{KBV} = l \cdot r_{K70} = 0,087 \cdot 0,443 = 0,03854 \Omega$$

$$X_{KBV} = l \cdot x_{K150} = 0,087 \cdot j \cdot 0,082 = j \cdot 0,00711 \Omega$$

$$\bar{Z}_v = (0,03854 + j \cdot 0,00711) \Omega$$

Dobili sem vrednost impedance, ki v konkretnem primeru obsega ohmski in induktivni del kabla v vodu. K induktivnemu delu impedance voda prištejemo induktivno upornost transformatorja, ki smo jo predhodno že izračunali:

$$\bar{Z}_{SK} = \bar{Z}_t + \bar{Z}_v$$

$$\bar{Z}_{SK_TP-Uzar} = \bar{Z}_t + \bar{Z}_v = (j \cdot 0,040) \Omega + (0,03854 + j \cdot 0,00711) \Omega$$

$$\bar{Z}_{SK_TP-Uzar} = (0,03854 + j \cdot 0,04711) \Omega$$

Absolutno vrednost izračunamo po naslednji enačbi:

$$Z_{SK} = |\bar{Z}_{SK}| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_{SK_TP-SE} = |\bar{Z}_{SK_TP-SE}| = \sqrt{0,03854^2 + 0,04711^2} = \sqrt{0,001485 + 0,002219}$$

$$Z_{SK_TP-SE} = |\bar{Z}_{SK_TP-SE}| = \sqrt{0,003704} = 0,06086 \Omega$$

1.5.2 Izračun vrednosti toka kratkega stika

Za kontrolo izračunam kratkostični tok, ki bi tekkel v primeru okvare.

Sedaj imamo znane vse vrednosti, da z izračunom kontroliramo izbrane varovalke na tripolni (trifazni) kratek stik po enačbi:

$$I_{KS} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

oz. z vstavitvijo $\frac{U}{\sqrt{3}} = U_0$

$$I_{KS} = \frac{c \cdot U_0}{Z}$$

kjer pomeni:

c – napetostna konstanta; za nizkonapetostna omrežja: $c = 1$

U – medfazna napetost (V)

U_0 – fazna napetost (V)

Z – fazna impedanca (Ω)

Pri okvarah lahko pride do treh različnih tipov kratkih stikov: trifazni kratek stik, dvofazni in enofazni kratek stik.

Tripolni (trifazni) kratek stik izračunamo iz enačbe in pri tem upoštevamo enojno impedanco na koncu voda Z_{SK_TP-SE} :

$$I_{3-f_KS_TP-SE} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{SK_TP-SE}} = \frac{c \cdot U_0}{Z_{SK_TP-SE}} = \frac{1 \cdot 230}{0,06086} = 3779 A$$

Dvopolni (dvofazni) kratek stik izračunamo tako, da pri tem upoštevamo dvojno impedanco voda in medfazno napetost in izračunamo po enačbi

$$I_{2-f_KS} = \frac{c \cdot U}{2 \cdot Z_{SK}}$$

$$I_{2-f_KS_TP-SE} = \frac{c \cdot U}{2 \cdot Z_{SK_TP-SE}} = \frac{1 \cdot 400}{2 \cdot 0,06086} = 3286 A$$

Enopolni (enofazni) kratek stik izračunamo tako, da pri tem upoštevamo dvojno dolžino voda in fazno napetost:

$$I_{1-f_KS} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot Z_{SK}} = \frac{c \cdot U_0}{2 \cdot Z_{SK}}$$

$$I_{1-f_KS_TP-SE} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot Z_{SK}} = \frac{c \cdot U_0}{2 \cdot Z_{SK}} = \frac{1 \cdot 230}{2 \cdot 0,06086} = 1890 A$$

Impedanca zanke mora izpolniti pogoj:

$$Z_k = \frac{U_f}{k \cdot I_n}$$

kjer pomeni: k - za taljive varovalke znaša 2,5

U_f - fazna napetost (V)

I_n - nazivni tok varovalke

Ob preoblikovanju zgornje enačbe je razmerje med tokom kratkega stika in nazivnim tokom varovalke:

$$\frac{I_k}{I_{nv}} \geq 2,5$$

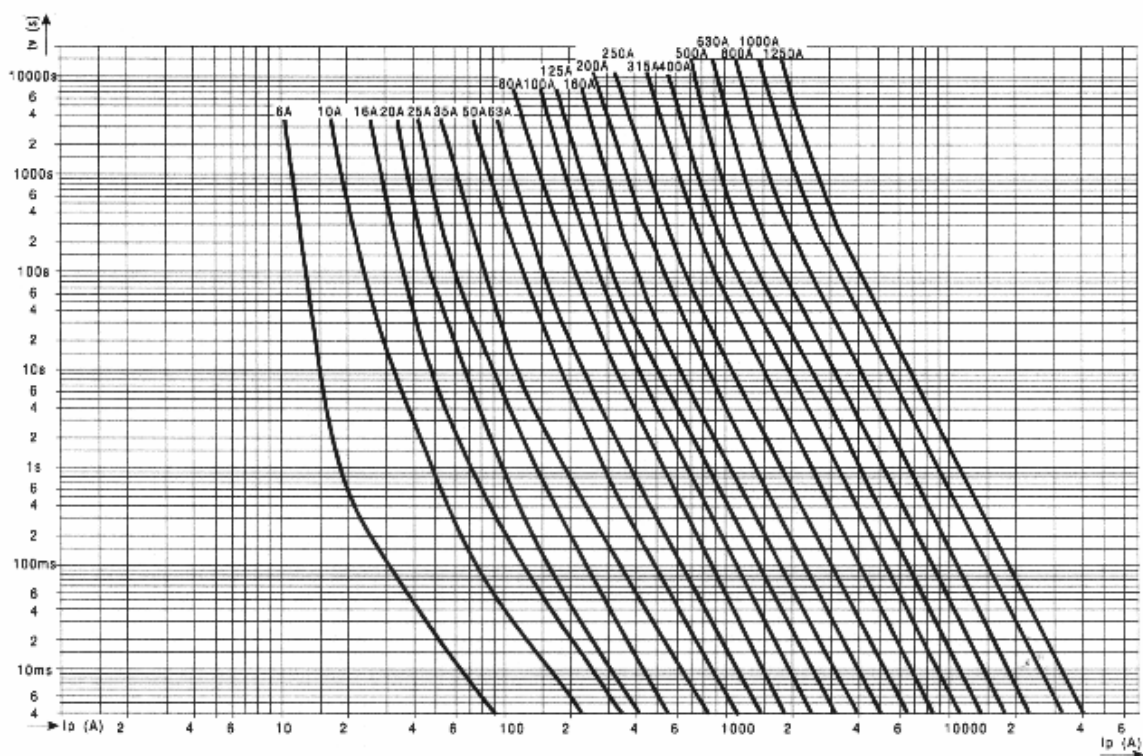
v našem primeru:

$$\frac{1890 A}{160 A} \geq 2,5 \text{ kar pomeni, da je zagotovljeno delovanje zaščitne naprave.}$$

Varovalka z nazivno vrednostjo 160 A v TP, (125 A v 1. fazi) pregori pri okvari $I_{1-f_KS_TP-SE} = 1890 A$ po karakteristiki v času $150 \text{ ms} < 0,4 \text{ sek}$. Iz izračuna je razvidno, da izbrana rešitev napajanja ustreza zahtevam po veljavnem Pravilniku o tehničnih normativih za zaščito NN omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj, Ur. list SFRJ, Elektrotehniška zveza Slovenije – TP 19/78 in predpisane vrednosti $< 5 \text{ sek}$. (JUS N.B2.741), na katere smo izvedli kontrole.

1.6 Zaščita pred vplivi kratkostičnega toka

Zaščitna naprava mora skladno z 86. členom Pravilnika o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Ur.l. SFRJ 13/78) imeti takšen talilni čas varovalke oziroma izklopni čas zaščite pri kratkem stiku, da se zagotovi termična trdnost vodnika, določi pa se iz naslednjega grafa.



Slika 2 Talilna karakteristika varovalke tipa D, ETI

Glede na izbrano varovalko 160 A (2. faza) oz. 125 A (1. faza) in izračunano vrednost toka kratkega stika 1575 A bo po tabeli talilnih karakteristik NV talilnih vložkov gl-gg, ETI varovalka pregorela v času 150 ms. Čas pregoretnja varovalk ne sme biti daljši od $t^* = 0,4 \text{ s}$!

Termično trdnost vodnika kontroliramo oz. določimo iz naslednjega razmerja:

$$t \leq a \cdot \left(\frac{A}{I_k} \right)^2$$

kjer pomeni: t – dovoljeni čas varovalke (s)
 A – prerez vodnika (mm^2)
 I_K – tok kratkega stika (A)
 a – koeficient, ki znaša za material Cu: 0,005

$$t \leq 0,005 \cdot \left(\frac{70}{1890} \right)^2 = 0,05 \text{ ms}$$

Glede na izbrano varovalko 160 A in izračunano vrednost toka kratkega stika I_K bo po tabeli talilnih karakteristik NV talilnih vložkov gl-gG, ETI, varovalka pregorela v $t^* = 0,05$ ms.

$t \leq t^*$ s tem je zagotovljena termična trdnost kabla

1.7 Kontrola izgube napetosti

1.7 Kontrola izgube napetosti

Izgubo napetosti za posamezni odvod izračunamo po enačbi:

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U}$$

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U} = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U^2}$$

$$\Delta u_{\%} = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U^2} \cdot 100 = \frac{P \cdot R}{U^2} \cdot 100 + \frac{Q \cdot X}{U^2} \cdot 100$$

$$\Delta u_{\%} = \frac{10^5}{\lambda \cdot U^2} \sum \frac{P_{kn} \cdot l}{A} + \frac{10^5 \cdot x \sum Q_{kn} \cdot l}{U^2}$$

kjer pomeni: P_{kn} – konična delovna moč (kW)
 Q_{kn} – konična jalova moč (kVAr)
 x – induktivna upornost vodnika (Ω/m), $x = 0,00008 \Omega/\text{m}$
 l – dolžina voda (m)
 λ – specifična prevodnost vodnika ($\text{S m}/\text{mm}^2$), $\lambda_{Al} = 35 \text{ S m}/\text{mm}^2$
 A – prerez vodnika (mm^2)
 U – medfazna napetost (V)

Tarifni sistem za prodajo električne energije iz elektroenergetskega sistema Slovenije (Ur. list RS, št. 84/98) določa minimalni $\cos \varphi = 0,95$, ki ga upoštevamo v obravnavanem primeru.

Jalovo energijo Q_{kn} obravnavamo tako, da upoštevamo $\cos \varphi = 0,95$ in jo tako za nadaljnji postopek iz konične delovne moči preračunamo po enačbi:

$$\varphi = \arccos 0,95 = 18,2^\circ, \quad \operatorname{tg} \varphi = 0,33$$

$$Q_{kn} = P_{kn} \cdot \sin \varphi$$

$$Q_{kn} = P_{kn} \cdot \operatorname{tg} \varphi = P_{kn} \cdot \operatorname{tg} 18,2^\circ = P_{kn} \cdot 0,33 = 90 \cdot 0,33 = 29,7 \text{ kVAr} \quad (2. \text{ faza})$$

$$Q_{kn} = P_{kn} \cdot \operatorname{tg} \varphi = P_{kn} \cdot \operatorname{tg} 18,2^\circ = P_{kn} \cdot 0,33 = 82,74 \cdot 0,33 = 27,3 \text{ kVAr} \quad (1. \text{ faza})$$

Že sam pogled na enačbo nam pove, da predstavlja majhen delež v drugem delu enačbe jalova komponenta – Q , ki jo v praksi zanemarjamo in upoštevamo le delovno komponento moči – P pri izračunu izgube napetosti, v tem delu pa bomo izračunali dejanski in poenostavljen primer brez upoštevanja jalovega dela.

Izgubo napetosti za posamezni odvod izračunamo po enačbi in za praktične izračune, ki se nanašajo na vse odcepe izvedene z aluminijastim kablom, zaradi racionalnosti priredimo glede na spremenljivke enačbe z uvedbo konstant ohmskega dela k_R in induktivnega dela k_X .

$$\Delta u_{\%} = \frac{10^5}{57 \cdot 400^2} \cdot \sum \frac{P \cdot l}{A} + \frac{10^5 \cdot 0,00008}{400^2} \cdot \sum Q \cdot l$$

$$k_R = \frac{10^5}{35 \cdot 400^2} = 0,0179$$

$$k_Q = \frac{10^5 \cdot 0,00008}{400^2} = 0,00005$$

$$\Delta u_{\%} = 0,0179 \cdot \sum \frac{P \cdot l}{A} + 0,000050 \cdot \sum Q \cdot l$$

$$\Delta u_{TP-SE} = 0,0179 \cdot \frac{90 \cdot 87}{70} + 0,00005 \cdot 29,7 \cdot 87 = 2,002 + 0,129 = 2,131\% \quad (2. \text{ faza})$$

$$\Delta u_{TP-SE} = 0,0179 \cdot \frac{82,74 \cdot 87}{70} + 0,00005 \cdot 27,3 \cdot 87 = 1,841 + 0,119 = 1,96\% \quad (1. \text{ faza})$$

Splošni dobavni pogoji za dobavo in odjem električne energije (Ur. list SRS št. 27/85, 1985) so določali, da je odstopanje od nazivne napetosti lahko za nizko napetost od + 5 % do – 6 %. Spremembe in dopolnitve Splošnih pogojev za dobavo in odjem električne energije (Ur. list SRS št. 5/88, 1988) so določili odstopanje od nazivne napetosti za nizko napetost od + 5 % do – 10 %. Po Pravilniku o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne instalacije - TP 2/89 (Ur. list SFRJ št. 13/78, Elektrotehniška zveza Slovenije, TP 2/89, avgust 1980) izračunana izguba napetosti med napajalno točko električne instalacije in katerikoli drugo točko ne sme biti, glede na nazivno napetost električne instalacije večja za razsvetljavni tokokrog 5 % in za tokokroge drugih porabnikov 8 %, če se električna instalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost.

Da zagotovimo rezervo še za navedeni notranji del instalacije in da zagotovimo ustrezno kvaliteto, upoštevamo veljavne milejše pogoje in se držimo strožjega predhodnega kriterija, katerega se po internem priporočilu poslužujemo v praksi in kontrolo izgube napetosti primerjamo na odstopanje – 5 %.

Izguba napetosti $\Delta u_{TP-SE} = 2,1\%$ ustreza in je v dopustnih mejah, ki jih določajo nove Spremembe in dopolnitve splošnih pogojev za dobavo in odjem električne energije in tudi dosedanji Splošni dobavni pogoji za dobavo in odjem električne energije.

Izbrani prerez tipa kablovoda **ustreza predvideni obremenitvi** na predmetnem objektu Sončna elektrarna Strahinj.

Priloga 8: Energijski izračuni

Tabela 1 Predvidena proizvodnja električne energije Sončne elektrarne Strahinj (kWh)

Mesec	SG 1, 68,880 kWp	SG 2, 1. faza 13,86 kWp	SG 2, 2. faza doinstalacija 7,095 kWp	SG 2, 2. faza 20,96 kWp	SE skupaj, 1. faza 82,74 kWp	SE skupaj, 2. faza 89,84 kWp
Januar	2.559	522	200	722	3.081	3.281
Februar	3.836	782	368	1.150	4.618	4.986
Marec	4.600	938	556	1.494	5.538	6.094
April	6.380	1.301	754	2.055	7.681	8.435
Maj	7.535	1.537	963	2.500	9.072	10.035
Junij	9.071	1.850	1.020	2.870	10.921	11.941
Julij	9.251	1.887	1.022	2.909	11.138	12.160
Avgust	6.735	1.374	903	2.277	8.109	9.012
September	7.814	1.594	709	2.303	9.408	10.117
Oktober	6.168	1.258	448	1.706	7.426	7.874
November	4.050	826	219	1.045	4.876	5.095
December	2.899	591	147	738	3.490	3.637
Skupaj	70.898	14460	7309	21.769	85.358	92.667

Legenda:

SG 1 – solarni generator 1 na strehi za govedo, moč 68,880 kWp (2007), naklonski kot 26°, orientacija J +35°

SG 2 – solarni generator 2 na strehi za konje, 1. faza, moč 13,860 kWp (2007), naklonski kot 26°, orientacija J -24°

SG 2, 2. faza doinstalacija – solarni generator 2 na strehi za konje, doinstalacija 2. faza, moč 7,095 kWp (2008), naklonski kot 26°, orientacija J -24°

SG 2, 2. faza – solarni generator 2 na strehi za konje z doinstalacijo, 2. faza, skupne moči 20,955 kWp (2008), naklonski kot 26°, orientacija J -24°

SE skupaj, 1. faza – predvideno obratovanje SE Strahinj, 1. faza 82,74 kWp (2007)

SE skupaj, 2. faza – predvideno obratovanje SE Strahinj, 2. faza 89,835 kWp (2008)

Priloga 9: Investicijska dokumentacija

Projekt izvedenih del (PID)

Vrsta gradnje: Namestitev opreme za proizvodnjo električne energije iz sončne elektrarne ter njeno pošiljanje v nizkonapetostno javno električno omrežje.

Vsebina projekta:

Splošni podatki o izvedeni gradnji:

- Izjava odgovornega vodje PID, Kon Tiki Solar, d.o.o., odgovorni projektant Gašper Škarja, IZS, E-1481

1. Dokazna dokumentacija

- Lokacija informacija: Občina Naklo št. 3501-0292/2007, 6.9.2007
 - Vrsta gradnje in vrsta objekta: enostavni objekt, pomožni infrastrukturni objekt
 - Podatki o zemljiški parceli: katastrska občina Strahinj, številka zemljiške parcele: 248
 - Prostorski akti, ki veljajo na območju zemljiške parcele: prostorske sestavine planskih aktov občine – Dolgoročni in družbeni plan Občine Naklo (Uradni vestnik Gorenjske, št. 23/04), prostorski ureditveni pogoji za Dobrave (Uradni list RS, št. 74/94 in Uradni vestnik Gorenjske, št. 5/97, 23/98, 11/02, 37/02, 34/05), oznaka prostorske enote: 087 Strahinj – F (območja živinorejskih farm)
 - Podatki o namenski rabi prostora: osnovna namenska raba - kmetijstvo
 - Podatki o območjih varovanj in omejitvev: vrsta varovanja oziroma omejitve: Naravna dediščina, nadzorovani pas plinovoda
 - Vrste dopustnih dejavnosti glede na namen: kmetijstvo, tercialne dejavnosti, kmetijski objekti, objekti tercialne dejavnosti
 - Merila in pogoji za graditev objektov in izvedbo drugih del
 - Prostorski ukrepi
 - Podatki o varovanju in omejitvah po posebnih predpisih
 - Opozorilo glede veljavnosti lokacijske informacije
 - Podatki v zvezi s spremembami in dopolnitvami oziroma pripravo novih prostorskih aktov
 - Opozorilo glede gradnje enostavnih objektov: Pravilnik o vrstah zahtevnih, manj zahtevnih in enostavnih objektov brez gradbenega dovoljenja in o vrstah del, ki so v zvezi z objekti in pripadajočimi zemljišči (Uradni list RS, št. 114/03)
 - Priporočilo glede hrambe lokacijske informacije
 - Priloga lokacijske informacije
- Dogovor o sodelovanju pri postavitvi male fotonapetostne elektrarne Strahinj: med Biotehniški center Naklo in Gorenjske elektrarne, d.o.o., Del. Št. 449/07, Reg. Št. 66/07-GE, 17.08.2007
- Soglasje za priključitev na distribucijsko omrežje za objekt: Sončna fotovoltaična elektrarna z nazivom SFE Strahinj, na lokaciji Strahinj 99, 4202 Naklo, parcelna številka: 248, k.o. Naklo, Občina Naklo, izdal Elektro Gorenjska, d.d. št. 273448/2007, 2.9.2007 na osnovi pooblastila systemskega operaterja distribucijskega omrežja in v skladu Energetskega zakona – UPB2 (Ur.l. RS, št. 27/2007), Uredbe o splošnih pogojih za dobavo in odjem električne energije (Ur.l. RS št. 117/02 in 21/03) ter Zakona o splošnem upravnem postopku (Ur.l. RS št. 24/06) in na osnovi vloge za objekt, ki jo je podal služnostni upravičenec Gorenjske elektrarne, d.o.o..

- Način obratovanja: vzporedno z distribucijskim omrežjem
- Vir pogona: sončno sevanje
- Fotonapetostni generator: nazivna moč 82,74 kW, proizvajalec in tip fotonapetostnih modulov: SANYO HIP215 NHE1, število fotonapetostnih modulov: 383, nazivna moč fotonapetostnega modula 215 W, tehnologija: HIT Monokristalni silicij
- Omrežni razsmerniki: SMA SMC 8000 TL, kom 3
- Priklop: lokacija ločilnega in stičnega mesta – priključno merilna omara, jakost omejevalca toka: 1x3x160 A
- Tehnični pogoji: Priklop na distribucijsko omrežje bo izveden trifazno, preko novozgrajenega nizkonapetostnega kablovoda iz nizkonapetostnega razdelilca transformatorske postaje Strahinj – Biotehniška šola (T1171) na nizkonapetostno priključno merilno omarico (objekt hlev). Energija prihaja iz transformacije RTP Tržič 110/20 kV (T0005), preko odvoda 20 kV Kranj – Golnik (S1089) in transformatorske postaje Strahinj – Biotehniška šola (T1171), 20/04,4 kV, 630 kVA, na distribucijski izvod R01 (rezerva). Za priklop SFE se poleg obstoječe priključne omare za hlev montira nova priključno merilna omara za SFE. Obratovanje SFE bo trifazno.
- Karakteristike omrežja: pri vgradnji ločilnega mesta med SFE in distribucijskim omrežjem mora investitor upoštevati karakteristike elektroenergetskih naprav – impedanca nizkonapetostnega distribucijskega omrežja $Z_{NN} = 0,05 \text{ Ohm}$, nazivna moč transformatorja TP Biotehniška šola (T1171) $S_{TR} = 630 \text{ kVA}$, kratkostična moč na 20 kV $P_k = 332 \text{ MVA}$, tok zemeljskega stika na 20 kV $I_0 = 200 \text{ A}$.
- Ostali tehnični pogoji: Merilna in zaščitna oprema za SFE se namesti v novo priključno merilno omaro na fasadi objekta z montiranimi moduli. Merilni in energetski del morata biti med seboj ločena. Vanjo se namesti nov polindirektni, trifazni, dvosmerni, štirikvadrantni elektronski števec, 3x220 V, x/5 A (razred točnosti 1,2). Komunikacija po podatkovnem protokolu CS ali RS 485, modem za prenos podatkov je po zvezi GSM. Merilni tokovni transformatorji (skozni) 150/5 A, razred točnosti 0,5. Prenapetostna zaščita je razreda B2, in 30 kA. Za ločilno mesto MFE se kot omejevalec toka vgradi nizkonapetostni odklopnik z motornim pogonom. Delovanje distribucijske zaščite ($U>$, $U<$, $F>$, $F<$) je vezano preko ustreznega zaščitnega releja na odklopnik.
- Investitor si mora pred pričetkom izgradnje priključka v sodelovanju z Elektrom Gorenjska pridobiti ustrezno projektno dokumentacijo za izgradnjo priključnega kablovoda, merilnega mesta ter vgradnjo zaščitnih naprav. Projektno dokumentacijo mora investitor pred izvedbo del dati v pregled in odobritev Elektru Gorenjska.
- Dogovor o sodelovanju pri postavitvi male fotonapetostne elektrarne Strahinj: med Biotehniški center Naklo in Gorenjske elektrarne, d.o.o., Del. Št. 449/07, Reg. Št. 66/07-GE, 17.08.2007
- Načrt lokacije namestitve sončnih modulov
- Zapisnik o preizkušanju zaščite, Elektro Gorenjska, d.d., 13.09.2007 za ločilno mesto, zaščita: napetostna, frekvenčna
- Zapisnik o meritvah ozemljitvene upornosti, Gorenjske elektrarne, d.o.o., 19.12.2007 z U – I metodo, vrsta ozemljitve: združena (nizkonapetostna zaščitna in obratovalna), vrsta ozemljila: kombinirano, pomožna sonda 1 oddaljenost 35 m proti šoli, pomožna sonda 2 15 m proti šoli; Rezultati meritve: $R_E = 1,56 \text{ Ohm}$ (odvodni

vod ob PMO), $R_E = 1,59$ Ohm (PE zbiralnica v PMO), $R_E = 1,77$ Ohm (odvodni vod ob PMO), $R_E = 1,76$ Ohm (valjanec v jašku ob PMO). Dopustna prehodna ozemljitvena upornost $R_d = U_d / I_z$ znaša 2,2 Ohm ($U_d = 450$ V, $I_z =$ cca. 200 A pri 0,2 s). Izmerjena prehodna upornost je nižja od dopustne.

- Zapisnik o pregledih in meritvah, ELPRIM, d.o.o., št. 048-6/07, 19.12.2007, Rezultat meritev: največja izmerjena električna upornost galvanskih povezav tujih prevodnih delov $R_g = 0,2$ Ohm.

- Merilno poročilo o pregledu in preizkusu električnih instalacij št. 071218, ELPRIM, d.o.o., sistem električnih inštalacij TN-C-S, zaščitni ukrepi pred električnim udarom: ločeni ozemljitveni vodnik. meritvah, ELPRIM, d.o.o., št. 048-6/07, 19.12.2007, Rezultat meritev: največja izmerjena električna upornost galvanskih povezav tujih prevodnih delov $R_g = 0,2$ Ohm.

- Zapisnik inšpekcijskega pregleda elektroenergetskega inšpektorja na objektu SFE Strahinj, št. 06131-1252/2007, 27.11.2007 in 05.12.2007

- Pogodba o priključitvi na distribucijsko omrežje št. 528495 / pog., Elektro Gorenjska OE Distribucijsko omrežje, tehnični opis zunanjega priključka – priključni vod 4 x 150 Al mm², merilno mesto: 105903.

- Zahteva za priključitev na distribucijsko omrežje: priključna moč 1 x 83kW – ostali odjem na nizki napetosti 0,4 do 1 kV

- Izjava o zanesljivosti inštalacije, odgovorni izvajalec inštalacije Kon Tiki Solar, d.o.o., pooblaščen izvajalec meritev inštalacije ELPRIM d.o.o., 6.2.2008

- Izjava o zanesljivosti priključka na distribucijskem omrežju v krajevnem nadzorništvu Tržič, Elektro Gorenjska, OE Distribucijsko omrežje, KN Tržič, 06.02.2008

2. Dokazila projektantov in izvajalcev:

- Izjava št. 048-1/07 o skladnosti izvedenih del s projektno dokumentacijo na podlagi 65. člena Zakona o varnosti in zdravju pri delu in (Ur.l. RS št. 56/99) ter glede na 15. - 17. člen Pravilnika o listinah za sredstva za delo (Ur.l. SRS št. 26/88)

- Izjava št. 048-3/07 o zanesljivosti objekta na podlagi 92. člena Zakona o graditvi objektov ZGO-1 (Ur. l. št. 10/02), ELPRIM d.o.o., 03.10.2007

- Izjava št. 048-2/07 za dela priključno merilno mesto MFE Strahinj v skladu z odločbami, o zanesljivosti objekta na podlagi 92. člena Zakona o graditvi objektov ZGO-1 (Ur. l. št. 110/02), ELPRIM, d.o.o., 03.10.2007

- Izjava št. G03-2006, za dela postavitve male fotonapetostne elektrarne Strahinj, da so vsa dela na objektu izvedena skladno z odločbami 83. in 84. člena ZGO (Ur.l. RS št. 110/02), odgovorni vodja del Kon Tiki Solar, d.o.o., Gašper Škarja, 01.12.2007

- Izjava o zanesljivosti objekta na podlagi 92. člena Zakona o graditvi objektov ZGO-1 (Ur. l. št. 10/02), Kon Tiki Solar, d.o.o., 04.12.2007

- Dokazila projektantov in izvajalcev

- Načrt električnih inštalacij opreme:

- tehnično poročilo,
- izračuni,
- projektantski popis materiala,
- risbe,
- tehnična dokumentacija vgrajene opreme,
- certifikati vgrajene opreme,
- fotografije.

Priloga 10: Poslovno komuniciranje

Primer obeleževanja proizvodnega jubileja HE Savica

Program:

1. Izdelava napisa 1.000.000.000 kWh kot priprava na dan "D", ko bo dosežena magična meja (14. maj 2007).
2. Dogovor s Turističnim društvom Bohinj za generalno pokroviteljstvo 13. srečanja objezerskih krajev Slovenije v Bohinju (17. maj 2007)
3. Priprava referata: Ekološko najčistejša električna energija iz obnovljivega vira HE Savica za zbornik strokovnega posveta (24. maj 2007)
4. Priprava promocijskega gradiva po sponzorski pogodbi: oglas, transparent, zastavice, mape z besedilom in slikami (28. maj 2007)
5. Povabilo novinarjev na novinarsko konferenco (29. maj 2007)
6. Sodelovanje s predavanjem na strokovnem posvetu objezerskih krajev Slovenije v Bohinju in pokroviteljstvo nad prireditvijo (2. junij 2007).
7. Novinarska konferenca ob proizvednem jubileju v Bohinju (2. junij 2007).
9. Posredovanje Sporočila za javnost medijem (2. junij 2007)
10. Spremljanje objav v medijih s clippingi (4. – 15. junij 2007).
11. Priprava gradiva za zloženko, Hidroelektrarna Savica, proizvodnja 1 TWh električne energije 1949-2007, oblikovaje in korektura (4. – 18. junij 2007)
12. Izid zloženke: Hidroelektrarna Savica, proizvodnja 1 TWh električne energije 1949-2007 (29. junij 2007).
13. Priprava poročila o spremljanju objav v medijih v juniju 2007 (3. julij 2007).
14. Analiziranje objav v medijih o dogodku in priprava analize (6. julij 2007).
15. Odločitev, da je 26. april - "Dan Gorenjskih elektrarn" in se prvič obeleži leta 2009 ob 60-letnici Gorenjskih elektrarn.

Okolju prijazno pridobivanje energije v TNP

Bohinj - Znotraj Triglavskega narodnega parka, v katerem okoljevarstveniki nasprotujejo veliki večini človeških aktivnosti, že desetletja skrito očem deluje hidroelektrarna. Locirana je v enem najbolj znanih delov parka, saj za vir energije izkorišča slap Savico.



"HE Savica je testni primer, kako se lahko v osrčju parka zgradi elektrarna, ki je komaj opazna," meni Drago Papler iz Gorenjskih elektrarn, ki si želi, da bi država in tudi okoljevarstveniki bolj podpirali tovrstne projekte za zeleno energijo.

Papler: HE predstavlja zelo izkoriščen energetski potencial

Papler, ki je v Gorenjskih elektrarnah vodja službe za investicije in razvoj, je v okviru posveta obsezerskih krajev, ki je pretekli vikend potekal v Bohinju, mnoge presenetil z dejstvom, da slap Savica ni le navdih Francetu Prešernu in turistična znamenitost, ampak predstavlja tudi zelo izkoriščen energetski potencial. Tam je namreč že leta 1916 nastala stara vojaška elektrarna, ki je takrat oskrbovala soško fronto in zaledje prve svetovne vojne. Med obema vojnama pa je skrbela za razvoj gospodarstva in turizma na območju Bohinja.



Slap Savica

Posredna Savica se je ustila prva hidroelektrarna pri osrčju

Leta 1916 so ustila prva hidroelektrarna pri osrčju - hidroelektrarna na Savici. Leta 1916 so ustila prva hidroelektrarna pri osrčju - hidroelektrarna na Savici. Leta 1916 so ustila prva hidroelektrarna pri osrčju - hidroelektrarna na Savici.



Hidroelektrarna obseja 1. svetovno vojno

Hidroelektrarna obseja 1. svetovno vojno. Hidroelektrarna obseja 1. svetovno vojno. Hidroelektrarna obseja 1. svetovno vojno.



III. je zelo pomembna za obsej 1. svetovne vojne

III. je zelo pomembna za obsej 1. svetovne vojne. III. je zelo pomembna za obsej 1. svetovne vojne. III. je zelo pomembna za obsej 1. svetovne vojne.

Hidroelektrarna obseja 1. svetovno vojno

Hidroelektrarna obseja 1. svetovno vojno. Hidroelektrarna obseja 1. svetovno vojno. Hidroelektrarna obseja 1. svetovno vojno.