

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
EKONOMSKI FAKULTET

STANKO SAPUNAR

**UTJECAJ IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE  
RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA NA  
DIVERZIFIKACIJU PROIZVODNJE  
ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI  
HRVATSKOJ**

**ZAVRŠNI RAD**

Split, 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
EKONOMSKI FAKULTET

POSLIJEDIPLOMSKI SPECIJALISTIČKI STUDIJ  
POSLOVNA EKONOMIJA

STANKO SAPUNAR

**UTJECAJ IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE  
RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA NA  
DIVERZIFIKACIJU PROIZVODNJE  
ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI  
HRVATSKOJ**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor: doc. dr. sc. Željko Mateljak

Split, 2018.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Opis problema i predmeta istraživanja .....	1
1.2. Svrha i ciljevi istraživanja .....	4
1.3. Hipoteze istraživanja .....	5
1.4. Očekivani doprinos istraživanja .....	7
1.5. Metode istraživanja .....	7
1.6. Obrazloženje strukture rada .....	8
<b>2. TEORIJSKE ODREDNICE STRATEGIJE .....</b>	<b>10</b>
2.1. Pojmovno određivanje strategije .....	10
2.2. Temeljne vrste strategija .....	12
2.2.1. Strategija društvene odgovornosti .....	12
2.2.2. Korporacijska strategija .....	15
2.2.3. Poslovna strategija .....	18
2.2.4. Funkcijska strategija .....	19
2.3. Proces strateškog menadžmenta .....	19
2.3.1. Analiza okoline .....	20
2.3.2. Postavljanje misije, vizije i ciljeva .....	21
2.3.3. Formuliranje strategije .....	21
2.3.4. Implementacija strategije .....	22
2.3.5. Strateška kontrola .....	22
2.4. Uloga i značaj strateškog menadžmenta u društvu .....	22
<b>3. TEHNIČKE, EKONOMSKE I EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE MALIH HIDROELEKTRANA .....</b>	<b>24</b>
3.1. Voda kao obnovljivi izvor energije .....	24
3.2. Mala hidroelektrana kao tehničko—tehnološki sustav za proizvodnju električne energije .....	26
3.2.1. Podjela hidroelektrana .....	26
3.2.2. Tipovi malih hidroelektrana .....	27
3.2.3. Objekti malih hidroelektrana .....	28
3.3. Priklučenje malih hidroelektrana na elektroenergetski sustav .....	36
3.3.1. Mrežna pravila Republike Hrvatske .....	36
3.3.2. Tehnički uvjeti priključka male hidroelektrane na mrežu .....	37
3.3.3. Uvjeti priključka male hidroelektrane na mrežu .....	40
3.3.3.1. Uvjeti paralelnog pogona s mrežom .....	41
3.3.3.2. Razmjena podataka .....	42
3.3.4. Izvedbe priključka na elektroenergetsku mrežu .....	44
3.4. Ekonomske karakteristike malih hidroelektrana .....	48
3.4.1. Ocjena isplativosti gradnje malih hidroelektrana s društvenog stajališta .....	48
3.4.2. Ocjena isplativosti gradnje malih hidroelektrana s stajališta ulagača kapitala .....	49
3.4.3. Usporedba troškova proizvodnje malih hidroelektrana s troškovima proizvodnje vjetroelektrana .....	62
3.5. Ekološke karakteristike malih hidroelektrana i njihov utjecaj na okoliš .....	65

3.5.1. Nepovoljni utjecaji male hidroelektrane na okoliš.....	66
3.5.1.1. Utjecaj na okoliš u fazi izgradnje male hidroelektrane .....	67
3.5.1.2. Utjecaj na okoliš tijekom pogona male hidroelektrane .....	68
3.5.2. Doprinos malih hidroelektrana smanjenju nepovoljnog utjecaja energetskog sektora na okoliš .....	71
<b>4. ENERGETSKA POLITIKA, ZAKONODAVSTVO I PLANOVI IZGRADNJE MALIH HIDROELEKTRANA U ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE I REPUBLIKE HRVATSKE .....</b>	<b>73</b>
4.1. Energetska politika Europske unije u području obnovljivih izvora .....	74
4.1.1. Poticaji izgradnji malih hidroelektrana .....	76
4.1.2. Prikaz slovenskih iskustava u izgradnji malih hidroelektrana.....	87
4.2. Male hidroelektrane u kontekstu energetske politike Republike Hrvatske .....	90
4.2.1. Energetska politika Republike Hrvatske u području malih hidroelektrana .....	91
4.2.2. Zakonska regulativa tržišta električne energije u Republici Hrvatskoj .....	92
4.2.3. Potencijalne lokacije za izgradnju malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj .....	97
4.2.4. Mjesto i uloga malih hidroelektrana na tržištu električne energije u Republici Hrvatskoj ..	99
4.2.4.1. Analiza dosadašnje proizvodnje i potrošnje električne energije u Republici Hrvatskoj ..	99
4.2.4.2. Uvoz i izvoz električne energije u Republici Hrvatskoj .....	102
4.2.4.3. Planirana gospodarska kretanja i buduće potrebe električne energije u Republici Hrvatskoj do 2020. godine .....	104
<b>5. EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA I NJEN UTJECAJ NA DIVERZIFIKACIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE .....</b>	<b>107</b>
5.1. Metodologija istraživanja .....	107
5.2. Analiza rezultata istraživanja .....	108
5.2.1. Deskriptivna statistika istraživanja .....	108
5.2.2. Testiranje istraživačkih hipoteza.....	110
5.2.2.1. Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj .....	113
5.2.2.2. Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na razvoj energetskog tržišta u Republici Hrvatskoj .....	116
5.2.2.3. Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije .....	118
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>121</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>125</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>131</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>132</b>
<b>POPIS KRATICA .....</b>	<b>133</b>
<b>SAŽETAK .....</b>	<b>134</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>135</b>
<b>KLJUČNE RIJEČI .....</b>	<b>136</b>
<b>KEYWORDS .....</b>	<b>137</b>
<b>PRILOZI .....</b>	<b>138</b>

# 1. UVOD

## 1.1. Opis problema i predmeta istraživanja

U posljednjih nekoliko desetljeća, a posebno danas, obnovljivi izvori energije imaju sve veću ulogu u svjetskoj proizvodnji energije. Iako su neki od njih poznati i koriste se od davnina (primjerice korištenje hidroenergije za pogon raznih strojeva, mlinova za žito, pilana do prvih elektrana za proizvodnju električne energije), obnovljivi izvori energije postaju sve aktualniji i ekonomski isplativiji u odnosu na porast cijene nafte i ostalih energenata.

Priroda nas "opskrbljuje", i to potpuno besplatno, velikim količinama voda. S druge strane, na našem planetu sve je manje nafte, ugljena i ostalih eksploatiranih dobara, čija je cijena usporedo s tom činjenicom sve veća. Uz to, posljednjih godina postaje sve jasnije kako se prevelikim iskorištavanjem fosilnih goriva sve više zagađuje okoliš i da energetski sektor u velikoj mjeri pridonosi takvom stanju. Utjecaji energetskih izvora na zagađenje prirodnog okoliša, promatrano u lancu od proizvodnje do potrošnje energije, vrlo su raznovrsni. Svakako, najveći su problemi vezani uz emisiju štetnih tvari u atmosferu i s tim u vezi gotovo nepodnošljivo onečišćenje okoliša u većim urbanim sredinama. Glavne onečišćujuće tvari koje se emitiraju izgaranjem fosilnih goriva su sumporni dioksid ( $\text{SO}_2$ ), dušikovi oksidi ( $\text{NO}_x$ ), ugljični monoksid ( $\text{CO}$ ) i ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ). Plinovi  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_x$ , osim što štetno djeluju na zdravlje ljudi i životinja, poznati su i kao "kiselil" plinovi koji se vraćaju iz atmosfere u obliku kiselih kiša i suhog taloženja što uništava šume. Prema istraživanjima plin  $\text{CO}_2$  uzročnik je globalnog zatopljenja na zemlji s nesagledivim globalnim posljedicama.

Kao posljedica činjenice da su konvencionalni izvori energije količinski ograničeni te da je energetski sektor velikim dijelom uzrok emisije gore navedenih štetnih tvari, u svijetu se sve više razvijaju tehnologije za korištenje obnovljivih i ekološki čistih izvora energije. Među njima najznačajniji izvor je energija vode kao ekološki čisti izvor bez većih emisija štetnih tvari i štetnih utjecaja na čovjeka i prirodu. Stoga se nameće zaključak da se korištenjem obnovljivih izvora energije smanjuje potreba za proizvodnjom električne energije upotrebom fosilnih izvora energije. Ekološki gledano, svijet s manjim brojem nuklearnih elektrana, termoelektrana i ostalih zagađivača okoliša bi doprinio zdravijem okolišu.

Uz neupitne povoljne učinke na okoliš, iskustva razvijenih zemalja pokazuju da veće

korištenje obnovljivih izvora energije ima i važne ekonomske učinke i koristi. Strateški razvitak malih hidroelektrana i nastavak usmjeravanja ekonomske politike zemalja Europske unije za ulaganje u male hidroelektrane znači još jaču gospodarsku aktivnost na strani proizvodnje opreme tehnološki usavršenije, na montaži, pogonu i održavanju, a što bi opet značilo otvaranje novih radnih mjesta i rješavanje problema zaposlenosti, koji muči mnoge zemlje Europske unije.

Sve zemlje Europske unije obvezale su se na povećanje udjela obnovljivih izvora u energetici. Hrvatska kao članica Europske unije također ima obvezu povećati udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji električne energije.

Hrvatski sabor je na sjednici 16. listopada 2009. donio STRATEGIJU ENERGETSKOG RAZVOJA REPUBLIKE HRVATSKE. U Strategiji energetske razvoja posebno je naglašena potreba za iskorištavanjem obnovljivih izvora energije. Stoga će Republika Hrvatska poticati korištenje obnovljivih izvora energije, ali uz prihvatljive društvene troškove njihove uporabe. Na temelju toga postavljeni su sljedeći strateški ciljevi:

- Republika Hrvatska će ispuniti obveze prema prijedlogu Direktive Europske unije o poticanju obnovljivih izvora energije o udjelu obnovljivih izvora energije, uključujući i velike hidroelektrane, u bruto neposrednoj potrošnji energije u iznosu od 20%,
- Republika Hrvatska će ispuniti obveze prema Direktivi Europske unije o udjelu obnovljivih izvora energije u neposrednoj potrošnji energije u prijevozu u 2020. godine u iznosu od 10%,
- Republika Hrvatska postavlja cilj da se udio proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije, uključujući velike hidroelektrane, u ukupnoj potrošnji električne energije u razdoblju do 2020. godine održava na razini 35%.

Temeljem prethodno navedenih činjenica, ukupni tehnički iskoristivi vodni potencijal u Republici Hrvatskoj u hidroelektranama procijenjen je na 12,45TWh/god. Od tog potencijala u hidroelektranama se trenutno koristi 6,13TWh/god ili 49,2%. Oko 10% (oko 1TWh/god) ukupnog potencijala otpada na potencijal malih vodotoka.

Analizom zakonodavne regulative dolazi se do zaključka da prostorno - planski uvjeti predstavljaju najveća ograničenja za izgradnju malih hidroelektrana. Ovdje je potrebno naglasiti da se ti uvjeti razlikuju od lokacije do lokacije, pa se prijedlog novog pristupa planiranju malih hidroelektrana, može

sažeti u jednu osnovnu misao – individualni pristup svakom pojedinačnom projektu, s naglaskom na određivanje realno iskoristivog potencijala i ekonomske isplativosti.

Stoga se predlaže napuštanje ideje promatranja malih hidroelektrana kao grupe objekata koji se mogu analizirati zajednički, kako po tipu objekta i postrojenja, tako i po ograničenjima koja se postavljaju prije njihove gradnje. Iako neki načelni uvjeti i ograničenja mogu biti postavljeni, predlaže se usvajanje individualnog pristupa svakoj potencijalnoj lokaciji uz kriterij financijske i ekološke odnosno društvene prihvatljivosti. Ako se uzmu u obzir iskustva drugih zemalja, određivanje jedinstvenih uvjeta i kriterija za određivanje mogućnosti realizacije određenog projekta malih hidroelektrana, unaprijed je osuđeno na neuspjeh, jer ne postoje dvije iste lokacije. Stoga se može zaključiti da je jedinstveni način promatranja malih hidroelektrana u novim uvjetima neprimjenjiv, pa je neophodno prilagođavanje na nove uvjete (nova zakonska regulativa, izraženija ekološka svijest pojedinaca, otvaranje energetske tržišta, izmijenjena uloge države i elektroprivrede u planiranju elektroenergetskog sustava, razvoj tehnologije).

Posebnu pažnju treba obratiti na određivanje priključka male hidroelektrane na elektroenergetsku mrežu. Često je slučaj da prilikom razmatranja priključka elektrane na elektroenergetski sustav nije na odgovarajući način prepoznat značaj uzimanja u obzir kompletnog stanja mreže na mjestu samog priključka, odnosno u njegovom okolišu. Ovaj aspekt je posebno bitan jer priključak na mrežu može biti znatan dio investicije, a time i presudan pokazatelj o mogućnostima realizacije nekog projekta, s obzirom na kriterij isplativosti ulaganja. U slučaju postojanja slabe mreže na mjestu priključka, neophodni su određeni zahvati u smislu pojačavanja postojećeg dijela mreže radi omogućavanja prihvata energije proizvedene u maloj hidroelektrani. Ulaganja u spomenute rekonstrukcije mogu biti dosta velika da dovedu u pitanje realizaciju određenog projekta.

Uvažavajući prethodno navedeno, predlaže se značajno povećanje opsega istraživanja i analiza koje je potrebno provesti, ne samo prije određivanja tehničkog rješenja priključka male hidroelektrane na mrežu, nego čak i prije donošenja odluke o pokretanju detaljnije razrade određenog projekta, imajući u vidu već spomenutu činjenicu da priključak na mrežu može predstavljati toliki financijski izdatak da promatrani projekt uopće nije isplativ, pa time ni zanimljiv za dalje obrade.

Uzimajući u obzir činjenicu o tehnološkim dostignućima posljednjih godina u pogledu turbina, neophodno je naglasiti da je danas mogućnost primjene tipizacije strojarne opreme dovedena u pitanje, a također i izvođenje građevinskih objekata, jer današnja praksa pokazuje da je prilagođen i nestandardiziran pristup projektiranju i izgradnji malih hidroelektrana, u velikom broju slučajeva bolje

rješenje od tipskih rješenja, odnosno često je slučaj da tipska rješenja nije moguće primijeniti.

Većina tehničkih rješenja je u prošlosti rezultirala jednonamjenskim projektima, odnosno objektima koji se koriste isključivo za proizvodnju električne energije korištenjem vodnih resursa na konkretnoj lokaciji. Ovdje se, nasuprot tome, predlaže dosljedna primjena višenamjenskog pristupa prilikom planiranja izgradnje, odnosno projektiranja tehničkih rješenja malih hidroelektrana, imajući u vidu da su male hidroelektrane objekti koji ne vraćaju brzo uložena sredstva, pa je svaka dodatna namjena dobrodošla.

Činjenica je da je sektor malih hidroelektrana zabilježio znatno manji rast od ostalih obnovljivih izvora energije, kako u svijetu tako i kod nas. Razlog tome je i način razmišljanja po kojem male hidroelektrane narušavaju prirodni okoliš. Osim toga, financijske institucije ne daju povoljne i prikladne kredite za investiranje u male hidroelektrane, a posebno ukoliko nisu vrednovane kroz certifikate zelene energije. Ovaj problem istaknut je i u našoj zemlji. To se prvenstveno odnosi na zakonske podloge i zahtjeve proizašle iz postroženih ekoloških normi. U tom smislu, temeljni problem ovog istraživanja glasi:

***Može li se većom implementacijom strategije razvoja malih hidroelektrana povećati diverzifikacija proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.***

Sukladno prethodno definiranom problemu istraživanja, definira se predmet istraživanja, a to je ***uspostavljanje međuzavisnosti između implementacije strategija razvoja malih hidroelektrana i diverzifikacije proizvodnje električne energije.***

Važnost ove teme posebno dolazi do izražaja u današnjim vremenima kada se sve više vodi računa o zagađenju okoliša temeljem čega se ograničavaju uporabe konvencionalnih izvora energije. U radu će se također dati prijedlog mjera za poticanje izgradnje malih hidroelektrana u Hrvatskoj i noviji način njihova korištenja.

## **1.2. Svrha i ciljevi istraživanja**

U svakom znanstveno-istraživačkom radu, pa tako i u ovom završnom radu, važno je prikazati što se želi postići. To se ostvaruje postavljenjem svrhe i ciljeva istraživanja. ***Svrhom istraživanja*** odredit će se na koji način implementacija strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na diverzifikaciju proizvodnje električne energije. Uz svrhu, postoje i temeljni ciljevi ovog istraživanja temeljem kojih će se utvrditi:



- Kakve su trenutne mogućnosti hrvatskog energetskeg sektora da proizvede električnu energiju i kolike su potrebe za električnom energijom ?
- Kolike su elektroenergetske potrebe u budućnosti i kakve su mogućnosti hrvatskog energetskeg sektora da ih zadovolji?
- Kakve su specifičnosti malih hidroelektrana u odnosu na ostale energetske objekte?
- Kakva je postojeća zakonska regulativa za izgradnju malih hidroelektrana i što bi trebalo poduzeti da ona postane stimulirajući faktor njihova većeg udjela u proizvodnji električne energije?
- Koje su mogućnosti hrvatskih poduzeća u izgradnji malih hidroelektrana i kolika je isplativost ulaganja?
- Koji su učinci izgradnje malih hidroelektrana na sigurnost opskrbe i domaće gospodarstvo?
- Koje su to poticajne mjere kojima bi država mogla potaknuti veće investicije u izgradnju malih hidroelektrana?
- Koje su pretpostavke koje bi ulaganje u male hidroelektrane učinile zanimljivim investitorima?
- Kakav utjecaj na okoliš će imati rad malih hidroelektrana u odnosu na konvencionalne izvore električne energije?
- Koji stupanj implementacije strategije je izražen u proizvodnji električne energije u Republici Hrvatskoj?
- Kako stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj?
- Kakav utjecaj će imati iskorištavanje hidroenergije za proizvodnju električne energije u malim hidroelektranama u hrvatskoj energetskeg bilanci u odnosu na dosadašnje stanje u hrvatskoj energetskeg bilanci?

### **1.3. Hipoteze istraživanja**

S obzirom na definiran predmet, problem i ciljeve istraživanja, stvorena je osnova za postavljanje sljedećih hipoteza istraživanja:

***H1:*** *Stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.*

Ova hipoteza ispitat će se pomoću dvije pomoćne hipoteze:

**H1a:** *Veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na veću diverzifikaciju proizvodnje električne energije.*

U testiranju ove hipoteze, polazi se od pretpostavke da veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana, kao proizvođača električne energije radi opskrbe potrošača električnom energijom priključenih na elektroenergetsku mrežu na tržištu električne energije, pridonosi većoj diverzifikaciji proizvodnje električne energije i sigurnosti dobave i opskrbe potrošača te smanjenju uvoza energenata i povećanju energetske neovisnosti o stranim izvorima energije.

**H1b:** *Niži stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na nižu diverzifikaciju proizvodnje električne energije.*

U testiranju ove hipoteze, polazi se od pretpostavke da niži stupanj implementacije strategije malih hidroelektrana kao proizvođača električne energije radi opskrbe potrošača električnom energijom priključenih na elektroenergetsku mrežu, na tržištu električne energije pridonosi nižoj diverzifikaciji proizvodnje električne energije i sigurnosti dobave i opskrbe potrošača.

**H2:** *Veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na veći razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj.*

U testiranju ove hipoteze polazi se od pretpostavke da će se ulaganjem u izgradnju malih hidroelektrana, osim kruženja i zadržavanja novca u državi te razvitka nerazvijenih područja i područja od posebne državne skrbi, osigurati povećanje zaposlenosti stanovništva. Uz to, utvrdit će kako implementacija strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na povećanje zaposlenosti stanovništva po dvije osnove: prvo se odnosi na direktno zapošljavanje kvalificirane i obučene radne snage unutar energetskeg sektora, a druga se odnosi na zapošljavanje u drugim sektorima gospodarstva, primjerice proizvodnoj industriji (dijelovi energetske opreme), građevinskoj industriji, pratećim nužnim (servisnim) djelatnostima i slično.

**H3:** *Veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na veći intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije.*

U testiranju ove hipoteze polazi se od pretpostavke da se prednosti malih hidroelektrana u odnosu na konvencionalne izvore električne energije u kontekstu utjecaja na okoliš očituju u tome što svojim

radom ne uzrokuju emisiju stakleničkih plinova u atmosferu, pridonose regulaciji vodenog toka i zaštiti od poplava. Stoga će se utvrditi kakav će utjecaj imati iskorištavanje hidroenergije za proizvodnju električne energije u malim hidroelektranama u hrvatskoj energetske bilanci u odnosu na dosadašnje stanje u hrvatskoj energetske bilanci.

#### **1.4. Očekivani doprinos istraživanja**

Na temelju postavljenih ciljeva i hipoteza istraživanja koji su smjernica teme završnog rada, u radu će se prikazati sljedeći očekivani doprinosi istraživanja:

- utvrđivanje trenutnih mogućnosti hrvatskog energetske sektora da proizvede električnu energiju i kolike su potrebe za električnom energijom u budućnosti,
- definiranje specifičnosti implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana u odnosu na ostale energetske objekte,
- identificiranje faktora koji utječu na izgradnju malih hidroelektrana i što bi trebalo poduzeti da one postanu stimulirajući faktor povećanja diverzifikacije u proizvodnji električne energije,
- utvrđivanje mogućnosti hrvatskih poduzeća u izgradnji malih hidroelektrana i kolika je isplativost ulaganja,
- utvrđivanje učinaka izgradnje malih hidroelektrana na sigurnost opskrbe i domaće gospodarstvo.

#### **1.5. Metode istraživanja**

U svrhu dokazivanja ili opovrgavanja prethodno definiranih hipoteza istraživanja koristit će se metode koje je moguće podijeliti u dvije grupe: opće i pomoćne metode znanstvenog istraživanja.

U svrhu izrade teorijskog dijela koristit će se opće znanstvene metode. U teorijskom dijelu rada, izvršiti će se analiza pribavljene domaće i inozemne literature koja tretira probleme proizvodnje i plasmana na tržištu električne energije. Nakon toga, utvrdit će se potrebe za izgradnjom malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj i istražiti uvjeti proizvodnje i plasmana električne energije iz malih hidroelektrana u nekim od zemalja Europske unije, a za njihovo sistematiziranje biti će korištene znanstvene metode, i to metoda deskripcije, metoda analize, metoda sinteze, metoda kompilacije, metoda indukcije, metoda dedukcije i metoda komparacije.

Od pomoćnih znanstvenih metoda koristit će se: metoda anketiranja i statističke metode. Metodom anketiranja će se provesti istraživanje u kojem bi se trebale ustanoviti karakteristike i utjecaj implementacije strategije malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnju električne energije u

Republici Hrvatskoj. Istraživanje bi se provelo na relevantnom uzorku u Republici Hrvatskoj. Nakon što se prikupe podaci, primijeniti će se statističke metode za obradu podataka, kao što su deskriptivna statistika, korelacija i komparativna statistika. U svrhu lakše primjene prethodnih metoda i obrade podataka koristit će se statistički alat Excel, a dobiveni rezultati će omogućiti dokazivanje ili opovrgavanje postavljenih hipoteza istraživanja.

U konačnici rada, a na temelju rezultata najprije teoretskog, pa potom empirijskog istraživanja proizvodnje i plasmana električne energije iz malih hidroelektrana, izradit će se zaključci te preporuke za primjenu rezultata istraživanja.

## **1.6. Obrazloženje strukture rada**

Iz prikazane strukture rada je vidljivo da bi radnja trebala sadržavati šest poglavlja u kojima bi se nastojalo prikazati potrebu za izgradnjom malih hidroelektrana kao dodatnog i obnovljivog izvora električne energije.

U uvodnom dijelu rada prezentira se problematika koja se u radu želi istražiti te koji su temeljni ciljevi rada i metode istraživanja.

U drugome dijelu će se nastojati objasniti teorijske odrednice strategije. Razmatraju se temeljne vrste strategije. U nastavku poglavlja analizira se proces strateškog managementa. Na kraju poglavlja se opisuje uloga i značaj strateškog managementa u društvu.

U trećem poglavlju daju se temeljni podaci o maloj hidroelektrani kao tehničko-tehnološkom sustavu za proizvodnju električne energije. U nastavku poglavlja su prikazane mogućnosti priključenja malih hidroelektrana na elektroenergetski sustav te ekonomske karakteristike malih hidroelektrana. Na kraju poglavlja su prikazane ekološke karakteristike malih hidroelektrana i njihov utjecaj na okoliš.

U četvrtom poglavlju opisuje su ekonomska politika Europske unije i Republike Hrvatske u području malih hidroelektrana i njihovo energetske zakonodavstvo koje definira tržište energije. Također, u ovom poglavlju prikazat će se planovi izgradnje malih hidroelektrana u pojedinim zemljama Europske unije i navest će se potencijalne lokacije za izgradnju malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj. Na kraju ovog poglavlja prikazat će se planovi Republike Hrvatske u području hidroenergije.

Peto poglavlje odnosit će se na empirijsko istraživanje implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj. Na kraju ovog poglavlja prikazat će se analiza rezultata istraživanja.

U šestom poglavlju daje se zaključak o utjecaju implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.

## 2. TEORIJSKE ODREDNICE STRATEGIJE

### 2.1. Pojmovno određivanje strategije

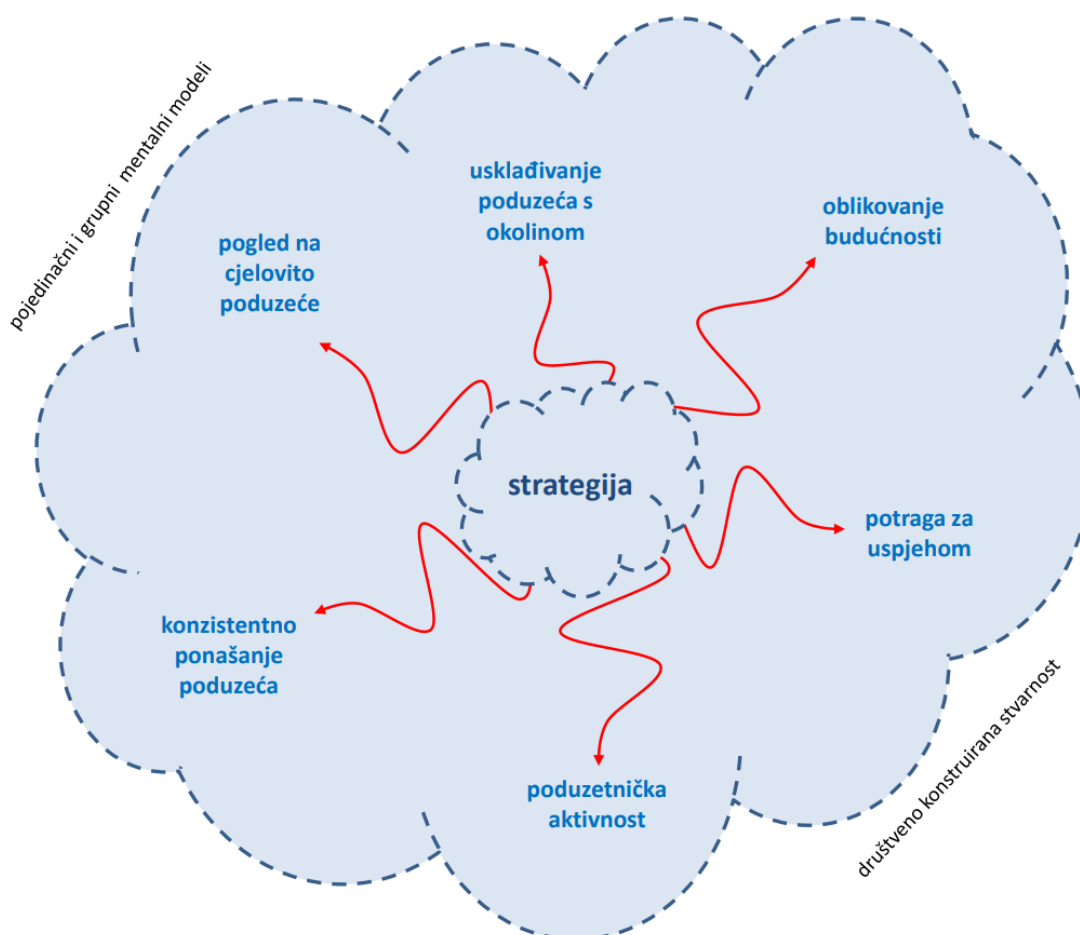
Pojam 'strategija', etimološki gledano, strategos ili general izvodi se iz riječi stratos (vojska) i agein (voditi) pa je tako u izvornom smislu strategija 'umijeće vođenja vojske' preuzet iz vojne terminologije, ali i postojanje odgovarajućeg pravca akcije, prema kojemu su usmjerene odgovarajuće aktivnosti. Ni danas nema jednoznačnog poimanja strategije, pa se u praksi koristi čitav niz različitih pristupa njezinu određenju. 'Poslovna strategija' je pojam koji se tek od sredine 50-tih godina koristi u ekonomiji, dok je danas ovaj pojam prvenstveno vezan uz poslovno odlučivanje. Ekonomsko poimanje strategije označava nastojanje organizacija da anticipiraju promjene, odgovore na izazove i prežive u promjenjivom i strateškim prijetnjama bremenitom eksternom i internom okruženju. Osnivači 'teorije igara' J.V. Neumann i O. Morgenstern definiraju strategiju kao plan igre kojim neki igrač započinje igrati (za primjer se uzima šah), dok je jednu od sveobuhvatnih definicija strategije dao A.D. Chandler koji strategiju definira kao određivanje temeljnih dugoročnih ciljeva i svrhe jednog poduzeća, usvajanje pravca akcije i alociranje resursa nužnih za postizanje tih ciljeva. U knjizi *Strategija i struktura* (1962.) A.D. Chandler je istraživao kako velika poduzeća prilagođavaju svoju strukturu strategiji rasta. Prema A.D. Chandleru strategija je koncept što ga određuju upravljački organi o dugoročnoj svrsi i ciljevima poduzeća, mjerama i politikama koje u danoj situaciji ograničavaju aktivnosti poduzeća i nizu tekućih planova i kratkoročnih zadataka koji su određeni namjenom postizanja ciljeva poduzeća. H.I. Ansoff pod strategijom podrazumijeva koncept poslovanja tvrtke koji osigurava integrativnu osnovu za sve njezine djelatnosti, a definira ju kao skup smjernica za upravljanje i rukovođenje, koje detaljno opisuju položaj tvrtke na tržištu, pravce u kojima tvrtka nastoji rasti i mijenjati se, instrumente koje će upotrebljavati u konkurentskoj borbi, način na koji će oblikovati svoja sredstva, moć koju će pokušati iskoristiti, te slabosti koje nastojati prevladati. Za H.I. Ansoffa strategija je pravilo za donošenje odluka koje se odnose na usklađivanje poduzeća s okolinom. Uspješnom poduzetničkom aktivnošću otkrivaju se i iskorištavaju mogućnosti koje drugi nisu primijetili ili nisu iskoristili. Strategije koje ne anticipiraju promjene u okolini, bilo da se radi o tehnološkom i tržišnom razvoju ili promjenama industrijske strukture predodređene su za neuspjeh.

Kenichi Ohmae (1982) poznati menadžmentski guru, napisao je kako bez konkurencije, nema potrebe za strategijom, te da je najbolja ona strategija koja ne poznaje konkurenciju.

Strategija je svugdje prisutna, široko rasprostranjena i nerijetko nezaobilazna: njezin smisao i sadržaj ne podudara se u svakoj situaciji i ovisi o vremenu, prostoru i području u kojem se primjenjuje.

Da bi strategija bila uspješna potrebno je prepoznati određene elemente i uzeti ih u obzir pri formiranju poslovnih aktivnosti. Neki od tih elemenata su: usklađivanje poduzeća sa okolinom, oblikovanje budućnosti, potraga za uspjehom, poduzetnička aktivnost, konzistentno ponašanje poduzeća i pogled na cjelovito poduzeće. Svi navedeni elementi imaju veliko značenje i međusobno su povezani što se može vidjeti na slici 1.

*Slika 1: Aktivnosti koje vode do učinkovite strategije*



Izvor: [URL:http://web.efzg.hr/dok/OIM/dtipuric/2014-1-1-%20Uvod%20u%20strate%C5%A1ki%20menad%C5%BEment.pdf](http://web.efzg.hr/dok/OIM/dtipuric/2014-1-1-%20Uvod%20u%20strate%C5%A1ki%20menad%C5%BEment.pdf), (10.10.2017.), str. 11

Postoji uže i šire shvaćanje pojma 'strategije'. Kada je riječ o širem shvaćanju pojma 'strategija', većina autora pod pojmom strategija podrazumijeva temeljnu upravljačku odluku, kojom su obuhvaćeni ciljevi i politike. Kad je riječ o užem shvaćanju pojma 'strategija', a prema mišljenju većine autora koji smatraju da formuliranje strategije započinje nakon što su definirani ciljevi i

politike poduzeća, strategija u užem smislu predstavlja određenu plansku odluku kojom se utvrđuju načini ostvarivanja ciljeva poduzeća.

Strategija pruža odgovor na pitanje: „Gdje poduzeće želi ići i kako tamo stići?“. To je plan koji integrira organizacijske glavne ciljeve, politike i aktivnosti u jednu povezanu cjelinu. Dobro formulirana strategija pomaže poduzeću u preusmjeravanju i alokaciji njegovih resursa u jedinstven raspored baziran na internim relativnim prednostima i nedostacima, ali u skladu s očekivanim promjenama u okruženju i sukladno potezima konkurenata. Strategija poduzeća je 'plan borbe' ili 'plan igre' kojeg čini njeno rukovodstvo te sadrži čitav niz poslovnih poteza i metoda koje menadžeri koriste u vođenju svoje kompanije. Predstavlja i plan aktivnosti koje će se ostvariti u konkurentskom okruženju u namjeri dostizanja organizacijskih ciljeva, a iz toga je proizašla međusobna povezanost ciljeva i strategije poduzeća.

Može se zaključiti da je poslovni uspjeh rezultat nadmoćne strategije koje poduzeće slijedi. Njezina implementacija ključna je poluga održiva razvoja i opstanka poduzeća, jamstvo bolje pozicije u snažnoj tržišnoj selekciji, oslonac za preživljavanje u iscrpljujućem natjecanju poduzeća, strateških saveza, poslovnih modela i čitavih industrija, te otklon od inherentne prosječnosti.

## **2.2. Temeljne vrste strategija**

S obzirom na organizacijsku razinu na kojoj se strategije donose, postoje:<sup>1</sup>

- strategija društvene odgovornosti,
- korporacijska strategija,
- poslovna strategija,
- funkcijska strategija.

### **2.2.1. Strategija društvene odgovornosti**

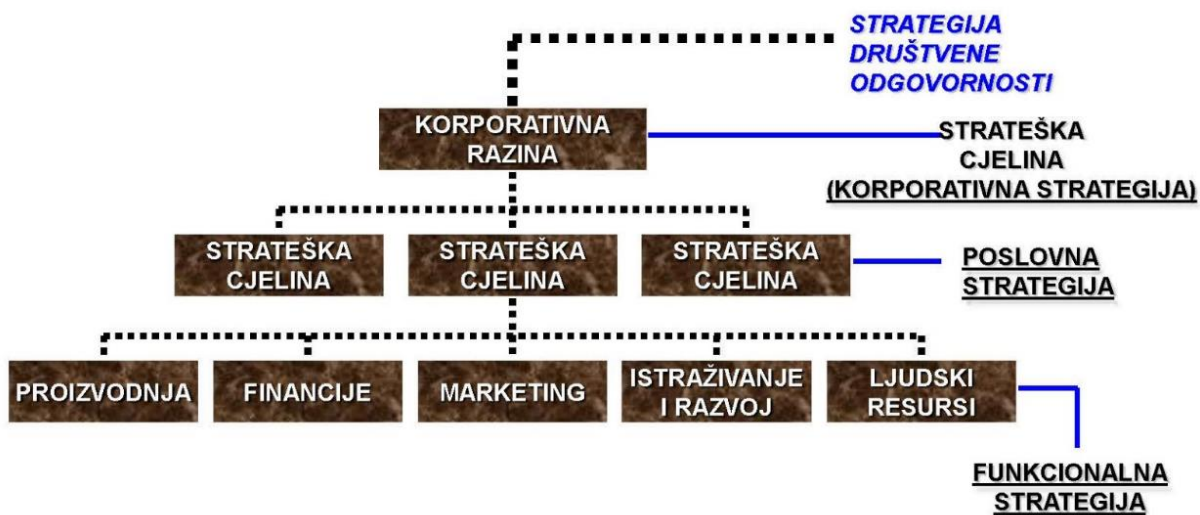
Strategija društvene odgovornosti u biti je strategija socijalne odgovornosti poduzeća. Usmjerena je na što uspješniju integraciju poduzeća u ukupnu strukturu društva. Sastoji se od dvije komponente: društvene odgovornosti i odgovornosti za okoliš te prethodi utvrđivanju svih ostalih vrsta strategije jer 'Ne postoje dobre i učinkovite strategije kojima bi se mogle učiniti loše stvari'. Na slici 2. vidi se hijerarhija strategija kao odraz organizacijskih razina.

---

<sup>1</sup> Dulčić, Ž., "Strategijski management", prezentacija s predavanja, EFST, 2010., str. 12



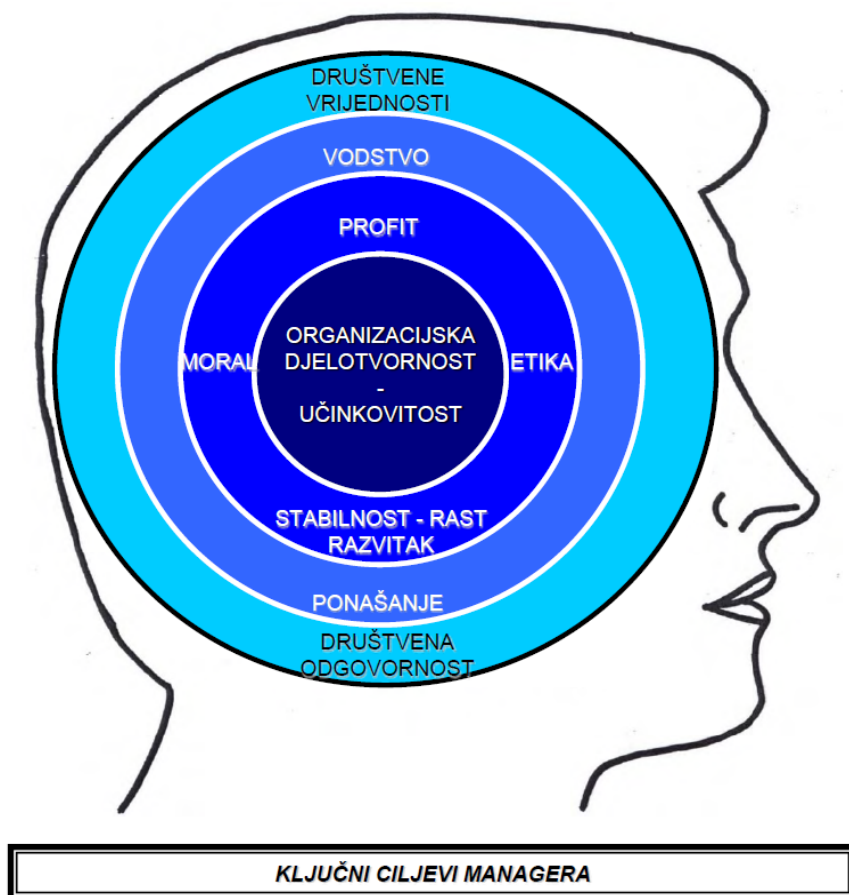
Slika 2: Hijerarhija strategija kao odraz organizacijskih razina



Izvor: Dulčić, Ž., "Strategijski management", prezentacija s predavanja, EFST, 2010., str. 13.

Cijena uspjeha je odgovornost. (Churchill)

Slika 3: Ključni ciljevi menadžera



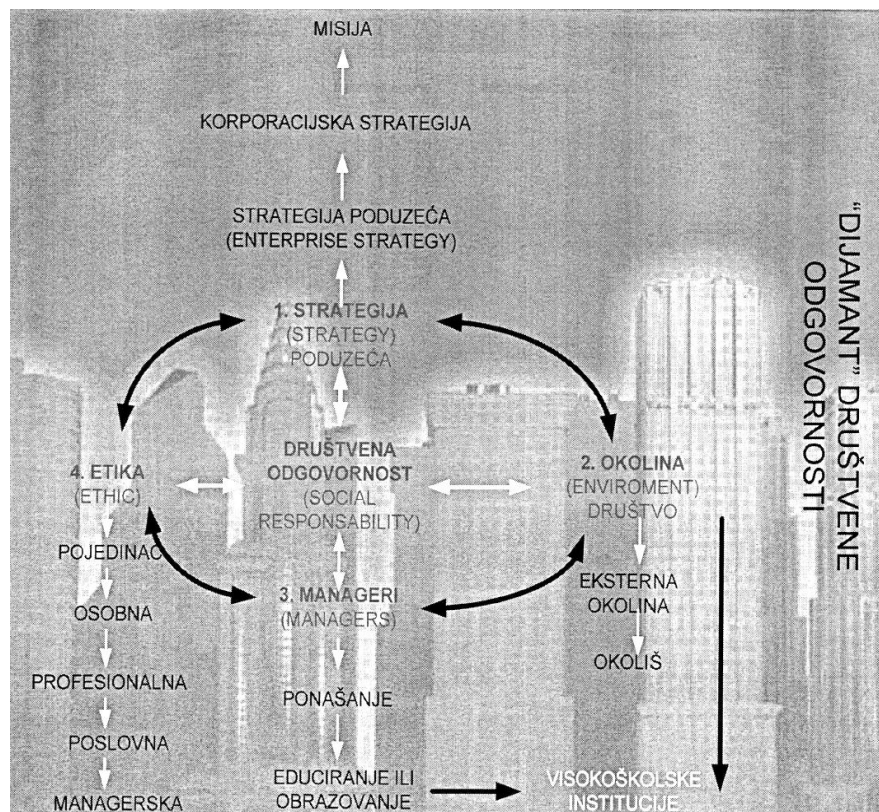
Izvor: Dulčić, Ž., "Strategijski management", prezentacija s predavanja, EFST, 2010., str. 16.

Na slici 3. vide se ključni ciljevi menadžera. Društvena odgovornost je pojam koji obuhvaća aktivne i pasivne obveze poduzeća (kompanija) prema društvu (zajednici) u kojem djeluje, davanje podrške društvu putem pomoći, sponzorstva i različitih dobrotvornih akcija, te svojevrsna 'zahvalnost' poduzeća društvu koje je omogućilo poduzeću da koristi njegove resurse i infrastrukturu.

Društvena odgovornost korporacije predstavlja specifičan vid odgovornosti korporacije (njegovog strategijskog menadžmenta) prema okruženju u kojem djeluje, odnosno društvu u cjelini. Obuhvaća različite aspekte od ekoloških, preko sigurnosnih do onih vezanih za zapošljavanje pripadnika manjina, hendikepiranih. Društvena odgovornost je etična, pojačava sliku u javnosti, razvija zajednicu i podiže profit na duži rok. To su sve razlozi koji su utjecali na njeno uvođenje.

Društvena odgovornost menadžera se svodi na odgovornost da pri izvršavanju svojih strateških ciljeva i svakodnevnih zadataka postupaju etički odgovorno prema okolišu. Na slici 4. može se vidjeti dijamant društvene odgovornosti.

**Slika 4: Dijamant društvene odgovornosti**



Izvor: Dulčić, Ž., "Društvena odgovornost", prezentacija s predavanja, EFST, 2010., str. 9.

Društvena odgovornost menadžera se svodi i na društvenu osjetljivost koja podrazumijeva sposobnost poduzeća da prema okruženju razvije politike i djelovanja korisna i poduzeću i društvu, te na društvenu reviziju koja je i obveza sustavnog ocjenjivanja i izvještavanja o nekom značajnom i definiranom području kompanije – poduzeća, koje bitno utječe na društvo.

Menadžerska etika podrazumijeva specifičnost menadžerskog posla, a koji postavlja posebne zahtjeve u pogledu etičkog vrednovanja poslovnih događaja. Od menadžera se očekuje izrazito visok stupanj stručnosti i lojalnosti, pa se i menadžerska etika promatra u kontekstu povjerenja u njega samog kao pojedinca i povjerenja u struku. Dosljednom primjenom stručnih i moralnih postulata menadžer izražava lojalnost struci, štiti interese struke i izgrađuje svoj osobni identitet. Menadžerska etika obuhvaća norme koje menadžeri koriste u svom radu.

Te norme proizlaze iz općih normi i vrijednosti društva, osobnih kontakata s drugima, te pojedinačnih iskustava. Poslovna i menadžerska etika najtješnje su povezane sa strategijom. To se posebno odnosi na misiju ili svrhu poduzeća, u okviru koje se, na sažeti način, putem iskaza misije svim zaposlenima u poduzeću, poslovnim partnerima, kao i cijelom društvu, obznanjaju etička načela na kojima se temelji poslovna filozofija poduzeća. Tako strategija poduzeća predstavlja posebnu vrstu strategije koja je usmjerena na što uspješnije uklapanje poduzeća u ukupnu strukturu društva.

### **2.2.2. Korporacijska strategija**

Korporacijska strategija je strategija utvrđivanja misije poduzeća kao skupa organizacijskih ciljeva kojima se detaljno opisuje svrha postojanja i željeni pravac kretanja poduzeća. Vezana je uz izbor poslovne orijentacije poduzeća, odnosno uz izbor načina 'ulaska' poduzeća u poslovnu djelatnost, kao i načina poslovanja poduzeća u izabranoj poslovnoj djelatnosti.

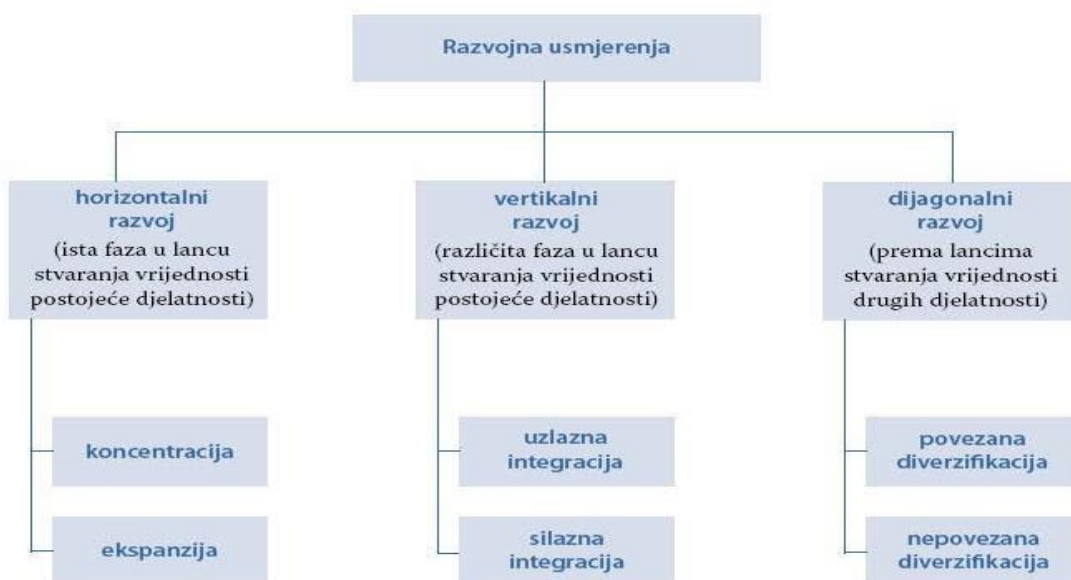
Naglašava razinu poduzeća kao cjeline te daje odgovor na pitanje djelokruga (područja poslovanja) i razmještaja resursa. Postoje glavna strategija i poslovni portfolio. Glavna strategija čini opći okvir akcija koje se razvijaju na razini poduzeća. Primjenjuje se najčešće kad poduzeće konkurrira na pojedinačnom tržištu ili pak na nekoliko jako povezanih tržišta. Razlikuju se tri tipa: strategija kontinuiteta, razvojna strategija, te strategija u kriznim uvjetima. Poslovni portfolio karakterističan je za poduzeće koje ima mnogo različitih poslova (poslovnih područja), a posebno kada ti poslovi nisu međusobno povezani. Razlikujemo: portfolio industrijskog rasta i tržišnog udjela, portfolio industrijske privlačnosti i poslovne snage, portfolio životnog ciklusa industrije i

konkurentskog položaja te portfolio politike strateškog usmjerenja.

Kod glavne strategije strategija kontinuiteta može biti opcija ako je poduzeće zadovoljno s prošlom djelotvornošću i odlučuje nastaviti ostvarivati iste ili slične ciljeve. Menadžment odabire strategiju kontinuiteta u 4 slučaja: ako ne želi preuzeti rizik znatne promjene postojeće uspješne strategije, ako promjene u strategiji zahtijevaju promjene u alokaciji resursa (za što je najčešće potrebno mnogo vremena), kad suviše veliki rast može dovesti do situacija u kojima organizacijski opseg operacija može preteći administracijske resurse i kad se promjene ne podržavaju zbog mogućeg utjecaja na postojeći asortiman i tržišta.

Kod razvojne strategije poduzeća mogu opstati samo ako se razvijaju i permanentno grade i održavaju svoj konkurentski položaj na tržištima na kojima su prisutna. Umjesto prilagodbe okolini, nastoje prilagoditi vanjski svijet sebi. Moguće ih je klasificirati na temelju triju dimenzija: horizontalni razvoj, vertikalni razvoj i dijagonalni razvoj što se vidi na slici 5.

*Slika 5: Razvojna usmjerenja ovisno o lancu vrijednosti*



Izvor: Dulčić, Ž., "Korporacijske strategije", prezentacija s predavanja, EFST, 2010., str. 7.

Koncentracija (tržišna penetracija) je razvoj poduzeća s postojećim proizvodima na postojećem tržištu gdje poduzeće nastoji povećati tržišni udjel i time ostvariti bolji konkurentski položaj. Može se provoditi i preuzimanjem dijela tržišta koji nadziru suparnici.

Ekspanzija je strateška opcija za poduzeće koje dodatno želi ojačati svoj položaj u postojećoj

djelatnosti, a može se temeljiti na stvaranju novih pristupa proizvodnoj tehnologiji, novom načinu zadovoljavanja potrošačkih potreba, inovacijama proizvoda i dosezanjem novih, još uvijek nedostupnih tržišta. Cilj ekspanzije je brže povećanje prodaje, profita i tržišnog udjela nego do sada. Strategija ekspanzije osobito je pogodna u mladim i razvojnim industrijama, i to kad je potrebno ili održati i poboljšati leaderski položaj ili dostići i prestići postojećega industrijskog lidera. Zahtijeva angažman golemih unutarnjih i vanjskih (posebno financijskih) izvora i sredstava.

Okomita integracija je razvojna strategija usmjerena na ostvarivanje potpune ili djelomične kontrole u ukupnom lancu vrijednosti, a cilj takva strateška izbora je ulazak u djelatnost dobavljača i kupaca zbog dodatnog jačanja tržišnog položaja poduzeća te ostvarivanja ili dodatnog jačanja moguće konkurentske prednosti.

Diverzifikacija je oblik razvojne strategije koja se ostvaruje putem ulaska poduzeća u djelatnost proizvodnje proizvoda ili usluga različitih od njegova temeljnoga asortimana, a označava ulazak poduzeća u potpuno nove lance stvaranja vrijednosti. Dvije su osnovne vrste strategije diverzifikacije: koncentrirana (povezana) i konglomeratska (nepovezana) diverzifikacija.

O koncentriranoj diverzifikaciji govorimo kada poduzeće ulazi u djelatnosti koje imaju neku vrstu međusobne veze u jedinstvenoj ili vezanoj tehnologiji, istovjetnim znanjima i potrebama za namještenicima, zajedničkim distribucijskim kanalima, preklapanjem tržišta ili čemu drugom. Također ona dopušta poduzeću da održi stupanj jedinstvenosti u poslovnim djelatnostima, a da istodobno rasprši rizike poduzeća na široj osnovici. Temelj za koncentriranu diverzifikaciju je postojanje strateških spona, a koje mogu pomoći poduzeću da ostvari sinergiju. Tako postoje tržišne, operacijske i menadžerske spona.

Konglomeratska (nepovezana) diverzifikacija je strategija kojom poduzeće dodaje nove proizvode ili usluge koje su znatno različite od njegovih postojećih proizvoda (usluga). Ona se oslanja na spona i poveznice s postojećom djelatnosti. Strategija konglomeratske diverzifikacije zahtijeva pojačanu opreznost zbog mnogobrojnih potencijalnih problema. Njome se mora postići najmanje jedno od četiriju fundamentalnih obilježja jakosti: poboljšanje financijskih resursa, jačanje proizvodne sposobnosti, pristup posebnom tržištu i poboljšanje razvojno-tehnološke sposobnosti.

Postoje tri načina provedbe razvojnih strategija poduzeća: interni (organski) rast, vlasnička

integracija (spajanja i akvizicije) i strateško povezivanje poduzeća. Sve tri inačice su komplementarne i nisu isključive.

Interni (organski) rast je potpuno oslanjanje poduzeća na vlastite snage, bez kupnje drugih poslovnih subjekata ili kooperativnih aranžmana. Vjerojatno je najsporiji način rasta.

Spajanja i akvizicije načini su ostvarivanja razvojnih ciljeva kupnjom ili fuzijom s drugim poslovnim subjektom.

Strateškim savezima poduzeća ujedinjuju snage zbog zajedničkih ciljeva, ne gubeći stratešku neovisnost i ne napuštajući svoje posebne poslovne interese.

Strategije u kriznim uvjetima se odnose na korake poduzeća u kriznim uvjetima i stvaranju pretpostavki za opstanak poduzeća. Razlikujemo više strategija u kriznim uvjetima, od kojih su dvije temeljne: strategija konsolidacije i obnavljanja i strategija napuštanja djelatnosti. Strategija konsolidacije i obnavljanja odnosi se na preživljavanje poduzeća u ključnim djelatnostima putem podizanja njegove konkurentne sposobnosti, dok se strategija napuštanja djelatnosti, prodaje gašenja (likvidacije) ili preorijentacije poslovanja u drugu industriju primjenjuje ako se strateškom analizom utvrdi da neka od djelatnosti nema izglednu budućnost.

### **2.2.3. Poslovna strategija**

Poslovna strategija je specifična vrsta strategije kojom se utvrđuju metode i postupci poduzeća sa svrhom postizanja ciljeva u području izabrane poslovne aktivnosti. Usmjerena je na postizanje strategijske konkurentne prednosti. Također se poslovna strategija ili strategija poslovnog područja definira kao strategija poslovanja s određenom strategijskom poslovnim jedinicom odnosno skupinom proizvoda. Pod strateškim poslovnim područjem se podrazumijeva široka skupina proizvoda odnosno asortimana koji su međusobno povezani i koji imaju mnogo međusobnih ovisnosti. Spadaju u jednu od grana i nju u svojoj biti definiraju. Poslovna strategija je karakteristična za multivizivna poduzeća koja su diverzificirana i koja imaju više poslovnih programa. Manje je usmjerena na djelokrug i razmjestaj resursa, a više na konkurentne prednosti i sinergiju. Ona treba dati odgovor na pitanje kako konkurirati na svakom od tržišta koje je poduzeće odabralo. Njena suština je određivanje puta do konkurentne prednosti poduzeća, od koje će ovisiti njezina uspješnost.

Poslovna strategija obuhvaća ciljeve s obzirom na proizvode i tržišta za određenu strategijsku

poslovnu jedinicu, pa stoga upućuje na buduće aktivnosti poduzeća u pojedinim granama. Radi se o tome kako će poduzeće poboljšavati tržišne pozicije na prodajnim tržištima, koje privlačne segmente tržišta će obrađivati, kakva će biti širina njegove strategijske poslovne skupine proizvoda (rezultat), koliko užih skupina proizvoda bi ona sadržavala, te na kakvoj osnovi će slijediti na razini poslovne jedinice različite poslovne aktivnosti da bi se ostvarilo potencijalne sinergijske učinke.

U tu se svrhu koriste različiti tipovi poslovnih strategija od kojih su najpoznatiji: strategije na temelju portfolio modela, strategije na temelju modela životnog ciklusa proizvoda te strategije na temelju generičkog modela.

Poslovne strategije temeljene na portfolio (portfelj) matrici su strategija 'muzenja' ( kvadrant 'krave muzare'), strategija 'žetve' i/ili likvidacije (dezinvestiranja) ( kvadrant 'psi' ), strategija investiranja (kvadrant 'zvijezde'), strategija segmentiranja (strategija selektivnog investiranja) (kvadrant 'Problematična djeca ili ' upitnici').

Pod strategije temeljene na modelu životnog ciklusa proizvoda spadaju inovativna strategija, strategija infiltracije, strategija napredovanja, obrambena strategija, te strategija povlačenja.

#### **2.2.4. Funkcijska strategija**

Funkcijska strategija je strategija orijentirana na operacionalizaciju poslovne strategije. Formira se na razini pojedinih poslovnih (organizacijskih) jedinica, kao i na razini strateških poslovnih jedinica.

Pod funkcijske strategije spadaju strategija proizvodnje, strategija istraživanja i razvoja, strategija marketinga, strategija nabave, strategija prodaje, financijska strategija, te strategija razvoja ljudskih potencijala.

### **2.3. Proces strateškog menadžmenta**

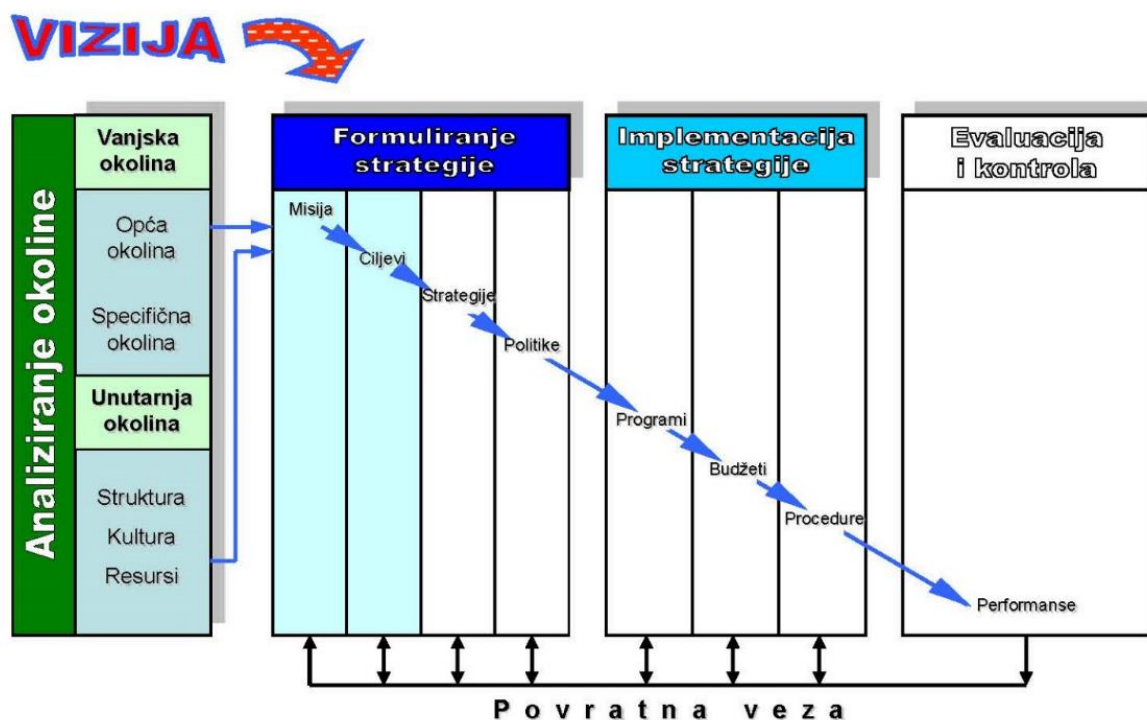
Whelen i Hunger <sup>2</sup>proces strateškog menadžmenta definiraju kao skup upravljačkih odluka i akcija koji određuju dugoročnu profitabilnost poduzeća. Strategija, kao srž procesa strateškog menadžmenta, predstavlja smjer i smisao dugoročnog razvoja poduzeća.

---

<sup>2</sup> Buble, M., Cingula, M., Dujanić, M., et. al.:Strateški menadžment, Sinergija , Zagreb, 2005. str. 5.

Prema Wheelen – Hungerovom modelu proces strateškog menadžmenta dijeli se na četiri faze: analiza okoline, formuliranje strategije, implementacija strategije, te evaluiranje i kontroliranje strategije što se vidi na slici 6.

Slika 6: Proces strateškog menadžmenta – W-H Model



Izvor: Dulčić, Ž., "Strategijski management", prezentacija s predavanja, EFST, 2010., str. 23.

### 2.3.1. Analiza okoline

Analiza okoline se najčešće sastoji od nekoliko aktivnosti kao što su monitoring, evaluacija i diseminacija informacija iz unutarnjeg i vanjskog okruženja poduzeća.<sup>3</sup> Svrha takve analize je identificirati strateške faktore koji će određivati budućnost poduzeća te će utjecati na aktivnosti u daljnjem poslovanju. Važno je samo naglasiti razliku i uloge eksterne ili vanjske i interne ili unutarnje okoline:

Eksternu ili vanjsku okolinu čine varijable koje su izvan poduzeća i obično nisu pod utjecajem vrhovnog menadžmenta. Ona formira okolinu u kojoj se organizacija nalazi i u njoj se mogu prepoznati prilike, ali i prijetnje za poslovanje. Ona se dalje dijeli na: opću ili socijalnu okolinu i poslovnu okolinu ili okolinu zadatka.

Interna okolina se sastoji od varijabli koje su unutar poduzeća i na njih menadžment može utjecati. One formiraju kontekst u kojem se odvija rad poduzeća, a uključuju organizacijsku

<sup>3</sup> Buble, M., op.cit., str. 9.



strukturu, kulturu i resurse kojima se poduzeće može koristiti u cilju ostvarivanja konkurentne prednosti.

Može se zaključiti da proučavanje okoline predviđa prikupljanje, provjeravanje i pružanje informacija članovima koji unutar poduzeća donose odluke. Poduzeće analizira unutarnju i vanjsku okolinu i na temelju rezultata analize postavlja okvir za razvoj strateških smjernica.

### **2.3.2. Postavljanje misije, vizije i ciljeva**

Nakon postavljanja okvira za razvoj strateških smjernica slijedi postavljanje usmjerenja organizacije. Unutar definiranja usmjerenja postoje tri glavna indikatora koji pokazuju u kojem se smjeru organizacija kreće. Navedeni indikatori su vizija, misija i ciljevi organizacije. Vizija označava predodžbu nekog budućeg stanja ili događaja i u kontekstu menadžmenta ona označava sliku budućeg stanja poduzeća, mentalnu sliku moguće i poželjne budućnosti koja je realna, vjerodostojna i privlačna. Ona daje odgovor na pitanje što poduzeće želi ostvariti u budućnosti. Može se reći da ona teži biti idealnom slikom budućnosti poduzeća. S druge strane, misija poduzeća može se definirati kao svrha ili razlog postojanja poduzeća.

Drugim riječima, misija iskazuje jedinstvenu svrhu poduzeća te identificira djelokrug njegovih operacija s obzirom na proizvode koji se nude i tržišta koja se opslužuju.<sup>4</sup>

Misija i vizija ističu se kao dvije zasebne kategorije: misija opisuje gdje je poduzeće sada, dok vizija opisuje ono što poduzeće želi postati. Posljednji indikator su ciljevi organizacije, a koji su konačni rezultati planiranih aktivnosti. Ciljevi iskazuju što sve poduzeće treba ostvariti, u kom opsegu i kada to treba ostvariti. Ostvarenjem svojih ciljeva poduzeće uspješno ostvaruje svoju misiju. Postoji niz područja za ostvarivanje ciljeva (samim time i misije), a neki od njih su: profitabilnost, rast, efikasnost, preživljavanje na tržištu, doprinos društvu i zaposlenicima, ostvarivanje konkurentne prednosti i brojna druga. Na temelju postavljenih misije, vizije i ciljeva poduzeće mora naći odgovarajuću strategiju kojom će moći ostvariti prethodno zadane ciljeve.

### **2.3.3. Formuliranje strategije**

Formuliranje strategije je proces razvoja dugoročnih planova za efektivno upravljanje prilikama i prijetnjama iz okoline s obzirom na snage i slabosti poduzeća. Uključuje razvoj adekvatnih strategija i postavljanje smjernica politika za ostvarenje izabrane strategije. Taj proces započinje

---

<sup>4</sup> Buble, M., op.cit., str. 10.

analizom okoline poduzeća kako bi menadžer bio u mogućnosti donijeti optimalnu odluku.

#### **2.3.4. Implementacija strategije**

Implementacija strategije je proces pomoću kojega se strategije i politike stavljaju u akciju kroz razvoj programa, budžeta, procedura i pravila. To je faza kada strateški planovi zažive. Bez efektivne implementacije poduzeće nije u mogućnosti iskoristiti maksimalne potencijale provedene strategije. Implementaciju strategije obično provode razine srednjeg i nižeg menadžmenta uz nadzor i koordinaciju vrhovnog menadžmenta. Kreće s komunikacijom strategije prema svim zaposlenicima, a svakom je odjelu i svakoj funkciji objašnjeno na koji način je njihov doprinos povezan sa strategijom na korporativnoj razini. Posloводство pri tome mora zaposlenicima osigurati odgovarajuću količinu resursa i adekvatan razvoj sposobnosti kako bi mogli nesmetano obavljati predviđene aktivnosti.

#### **2.3.5. Strateška kontrola**

Posljednja etapa sastoji se od kontrole i evaluacije odabrane strategije, a može se definirati kao poseban tip organizacijske kontrole koji je usmjeren na monitoring i evaluaciju procesa strateškog menadžmenta u svrhu osiguranja njegove potpune funkcionalnosti i daljnjeg unapređenja.<sup>5</sup> Bez adekvatne kontrole zaposlenici koji provode strategiju mogli bi odstupiti od svojih poslova i radnji, stoga je potrebna redovna kontrola i evaluacija postignutog rada s ciljem održavanja provedbe strategije na efikasnoj razini. Pogreške i odstupanja su uvijek mogući zbog pogreške zaposlenika ili nekih nepredvidivih okolnosti. Upravo zato, cjelokupan proces zahtijeva kompletan nadzor. Ukoliko se evaluacijom otkriju nekakve nepravilnosti u poslovanju, one bi se trebale ukloniti ili koliko je god moguće biti smanjenje s ciljem nastavka uspješnog poslovanja.

### **2.4. Uloga i značaj strateškog menadžmenta u društvu**

Strateški menadžment je od ključne važnosti za svako poduzeće. Budući da se radi o opsežnom pojmu, postoji velik broj definicija strateškog menadžmenta s različitih aspekata. Jedna definira strateški menadžment kao 'Način razmišljanja o budućnosti', 'Koncept upravljanja budućnošću'. Definira se također kao proces koji je usmjeren na određivanje i primjenu učinkovite strategije, u kontekstu povezanosti organizacije (poduzeća) i njegove relevantne okoline (okruženja,

---

<sup>5</sup> Buble, M., op.cit., str. 12.

ambijenta), u svrhu ostvarenja (dugoročnih) strateških ciljeva. Strateški menadžment se razvija proporcionalno s promjenama u suvremenom poslovnom svijetu, a posljedica tih promjena dovela je do činjenice da 'ad hoc' pristup planiranju više nije dovoljan. Uz takvo planiranje nametnulo se strateško planiranje, odnosno uočavanje mogućih utjecaja u budućnosti na nesmetano odvijanje poslovanja poduzeća.<sup>6</sup>

Wheelen i Hunger definiraju strateški menadžment kao set menadžerskih odluka i akcija kojima se determiniraju dugoročne performanse poduzeća.<sup>7</sup>

U strategiju se ubrajaju ciljevi određene organizacije ili institucije, pa u skladu s tim teoretičarka strateškog menadžmenta Mary Coulter je definira kao 'skup odluka i aktivnosti usmjerenih na ostvarenje ciljeva jedne organizacije, pri čemu su njene sposobnosti i raspoloživi resursi usklađeni (podudaraju se) sa šansama i opasnostima u njenom neposrednom okruženju'. Stoga, strateško planiranje treba biti u potpunosti svjesno šansi, ali i opasnosti koje stoje pred njim.<sup>8</sup>

Može se zaključiti da je poslovni uspjeh rezultat nadmoćne strategije koje poduzeće slijedi, te strateškog menadžmenta kao dugotrajnog i kontinuiranog procesa koji se odvija paralelno sa svim ostalim aktivnostima u poduzeću. Njezina implementacija ključna je poluga održiva razvoja i opstanka poduzeća. Strategija razlikuje djelotvorne od nedjelotvornih, efikasne od neefikasnih, prosperitetne od neprosperitetnih poduzeća. Vrhunska strategija jamstvo je bolje pozicije u snažnoj tržišnoj selekciji, oslonac za preživljavanje u iscrpljujućem natjecanju poduzeća, strateških saveza, poslovnih modela i čitavih industrija.

---

<sup>6</sup> Buble, M., op.cit., str. 19.

<sup>7</sup> Buble, M., op.cit., str. 5.

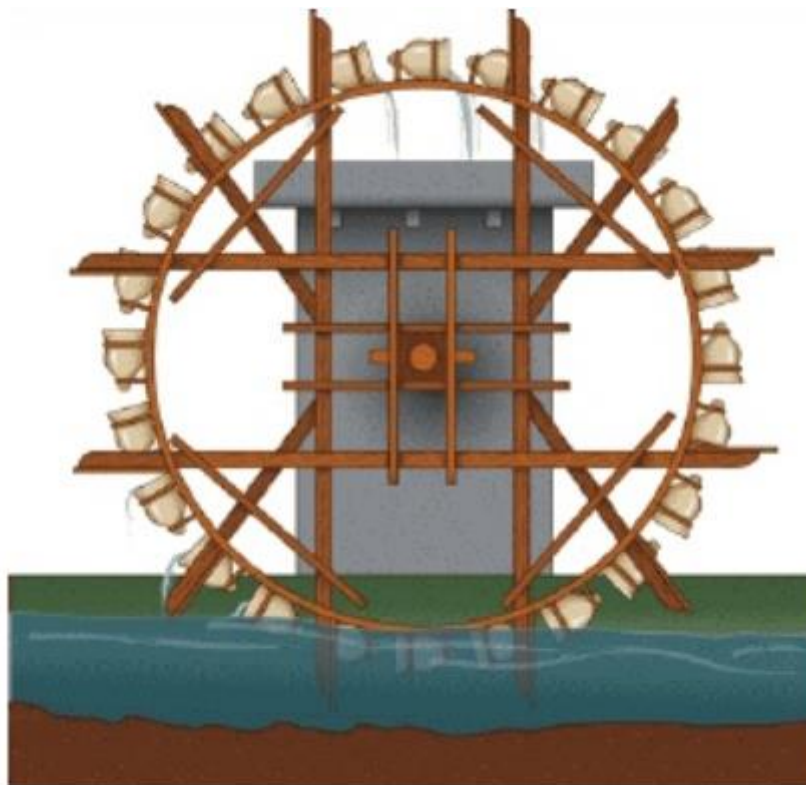
<sup>8</sup> Kuka, E., „Obrazovanje i strateški menadžment kao konkurentske prednosti“, Sarajevo, 2012., URL: [http://hrcak.srce.hr/indeks.php?show=članak&id\\_članak\\_jezik=142647](http://hrcak.srce.hr/indeks.php?show=članak&id_članak_jezik=142647), str. 4.

### 3. TEHNIČKE, EKONOMSKE I EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE MALIH HIDROELEKTRANA

#### 3.1. Voda kao obnovljivi izvor energije

Energija vodenog toka bila je jedna od prvih koje je čovjek koristio kako bi nadomjestio potrebu za vlastitim i radom domaćih životinja. Za početak korištenja energije vodenih tokova uzima se pojava sustava za navodnjavanje, a prvi vodeni stroj vjerojatno je bilo vodenično kolo sa žlicama za zahvaćanje vode, kojim se voda iz vodenog toka podizala u spremnik iz kojega je počinjao sustav kanala za navodnjavanje. Na slici 7. prikazan je izgled prvih vodenica.

*Slika 7: Izgled prvih vodenica*



Izvor: Krejči, M., „Male hidroelektrane“, priručnik, Zagreb, 2010., str. 7.

Nadalje su se počeli koristiti vodenični mlinovi za brašno (otprilike 100-200 godina pr.n.e. na Bliskom istoku).

Kroz povijest tehnologija vodeničkog kola se razvijala, te je osim podizanja vode i mljevenja brašna i kukuruza, doživjela niz različitih primjena u rudarstvu, obradi željeza, proizvodnji papira, obradi drveta, te tekstilnoj industriji. Vodena energija je bila glavni izvor mehaničke

energije osim rada ljudi i životinja.

Sunce, grijući vodene površine (oceani, mora, jezera i rijeke) uzrokuje isparavanje vodene pare, a jedan mali dio te vodene pare, koji kao kiša padne na povišeno tlo, odnosno planine i brda, u sebi sadrži potencijalnu energiju (kao i svaka druga masa koja se nalazi u povišenom položaju).

Ta je potencijalna energije vode izražena formulom:

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

gdje je:

m - masa vode (kg)

g - gravitacijsko ubrzanje (9,81 m/s<sup>2</sup>)

h - visina na koju je dignuta masa m

Snaga koju ima neki vodeni tok u padu ovisi o protoku (kg/s). Imajući na umu gustoću vode od  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ , snaga vodenog toka može se izraziti i volumnim protokom Q (m<sup>3</sup>/s):

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h, \text{ (W)}$$

$$P = Q \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot h, \text{ (W)}$$

odnosno, izraženo u kW

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot h, \text{ (kW)}$$

U svakom realnom iskorištavanju vodene energije postojat će gubici. To će biti gubici zbog vrtloženja vodenog toka, zbog trenja prilikom protoka kroz cijevi, te ostali gubici u strojevima i sustavima hidroelektrane. Uzimajući u obzir gubitke, odnosno koeficijent efikasnosti pretvorbe ukupne raspoložive energije vode u električnu energiju  $\eta$ , raspoloživa snaga vodenog toka je:

$$P = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot h, \text{ (kW)}$$

Gubici u sustavu male hidroelektrane su slijedeći:<sup>9</sup>

- gubici strujanja u cijevima, kanalima, koljenima, promjenama promjera cijevi, ventilima, rešetkama, zatvaračima (ovi gubici se često izražavaju i kroz odnos bruto i neto

---

<sup>9</sup>Krejči, M., „Male hidroelektrane“, Izdavač, Zagreb, 2010. str. 8.

raspoloživog pada odnosno efektivnog smanjenja raspoloživog pada zbog gubitaka strujanja),

- gubici pretvorbe i prijenosa energije, gubici u turbini, generatoru, transformatoru i dalekovodu.

Osim navedenih, pri procjeni moguće snage i proizvodnje električne energije treba računati i sa:

- gubicima vode zbog isparavanja (u slučaju postojanja akumulacije),
- određena količina raspoloživog vodotoka neće biti prerađena u turbini zbog neraspoloživosti objekta, biološkog minimuma protoka, zbog dimenzioniranja turbine.

Uzimajući u obzir gubitke, orijentaciono se može uzeti ukupna efikasnost sustava malih hidroelektrana (od vode do struje) nešto preko 80%. U slučaju vrlo malih, tzv. mikroelektrana, ukupna efikasnost sustava je nešto manja, cca 70%.<sup>10</sup>

## **3.2. Mala hidroelektrana kao tehničko—tehnološki sustav za proizvodnju električne energije**

### **3.2.1. Podjela hidroelektrana**

Hidroelektrane se mogu podijeliti prema njihovom smještaju, padu vodotoka, načinu korištenja vode, volumenu akumulacijskog bazena, smještaju strojarnice, ulozi u elektroenergetskom sustavu i snazi.<sup>11</sup>

#### a) Velike hidroelektrane

- veće od 100 MW,
- isporučuju energiju u velike elektroenergetske mreže.

#### b) Srednje hidroelektrane

- od 10 MW do 100 MW,
- obično isporučuju energiju u mrežu.

---

<sup>10</sup> Krejči, M., op.cit., str. 9.

<sup>11</sup> Bašić, H., Matijašević, N., „Male hidroelektrane“. URL: <http://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/6-hidroelektrane.pdf>(15.03.2017.)

c) Male hidroelektrane

- od 0,5 MW do 10 MW,
- obično isporučuju energiju u mrežu.

d) Mini hidroelektrane

- od 100 kW do 500 kW,
- otočni rad ili, što je češći slučaj, isporučuju energiju u mrežu.

e) Mikro hidroelektrane

- od 5 kW do 100 kW,
- obično daju energiju za malo naselje ili ruralnu industriju na udaljenijim područjima udaljenima od mreže.

f) Piko hidroelektrane

- od nekoliko stotina W do 5 kW,
- područja udaljena od mreže.

### 3.2.2. Tipovi malih hidroelektrana

Male hidroelektrane se mogu podijeliti prema padu, tipu regulacije, prema položaju strojarnice u odnosu na branu i tipu mreže.<sup>12</sup>

a) Prema padu:

Prema raspoloživom padu vode, elektrane se mogu podijeliti na:

- one s velikim padom: od 100 metara i više,
- sa srednjim padom: od 30 do 100 metara,
- sa malim padom: ispod 30 metara.

---

<sup>12</sup> Krejči, M., op.cit., str. 16.

b) Prema tipu regulacije:

- protočne: manje snage, snaga varira s protokom,
- protočna s malim bazenom: pokrivanje dnevnih vršnih opterećenja,
- akumulacijske: voda se prikuplja u akumulaciji te se koristi kada je potrebno,
- reverzibilne: dio vode koji nije potreban se viškom struje pumpa u gornju akumulaciju (u vrijeme kada je potrebna dodatna proizvodnja električne energije, ta se voda ponovo ispušta i prerađuje u turbini).

c) Prema položaju strojarnice u odnosu na branu:

- pribranske: strojarnica je smještena neposredno uz branu,
- derivacijske: strojarnica je smještena dalje od brane.

d) Prema tipu mreže:<sup>13</sup>

- centralizirana elektroenergetska mreža,
- otočna (izolirana) mreža,
- za vlastite potrebe ili namjensku opskrbu.

### 3.2.3. Objekti malih hidroelektrana

Male hidroelektrane se sastoje od građevinskih objekata i elektrostrojarske opreme.

Glavni građevinski objekti infrastrukture malih hidroelektrana su:<sup>14</sup>

- brana, nasip, preljevni prag s potrebnim uređajima na zahvatu,
- dovodni kanal, cjevovod ili tunel,
- strojarnica,
- odvodni kanal,

---

<sup>13</sup> Bašić, H., Matijašević, N., op.cit., str. 18.

<sup>14</sup> Bašić, H., Matijašević, N., op.cit., str. 60.



- riblja staza,
- priključni dalekovod s trafostanicom.

Brane odnosno nasipi imaju funkciju povećanja raspoloživosti pada i stvaranja akumulacije vode, dok zahvat služi za prevođenje vode u cjevovod odnosno dovodni kanal ili tunel i minimiziranje količine ostataka i taloga koja je nošena dolazećom vodom. Zahvat se općenito gradi od armiranog betona, okno za sprečavanje prolaza smeća se izrađuje od čelika, a vrata (ventil) na ulazu u kanal od drveta ili čelika.

Na lokaciji brane odnosno nasipa usmjerava se voda u kanal, tunel odnosno cjevovod prema ulazu u turbinu. Male hidroelektrane izgrađene za primjene u izoliranim područjima u većini slučajeva su protočne, što znači da se voda u većini slučajeva ne akumulira odnosno da se koristi onoliko vode koliko je raspoloživo.

Male hidroelektrane financijski ne mogu podnijeti trošak izgradnje veće brane za akumuliranje vode, pa se obično koristi niska brana (ili nasip) jednostavnije konstrukcije. Konstrukcija može biti od betona, drveta, zidana ili kombinacija svega navedenog.

Tuneli i kanali omogućavaju tok vode prema turbinama, direktno ili preko cjevovoda. U nekim slučajevima projektira se predbazen radi osiguravanja samo onolike dodatne zalihe vode (ekstra volumen) koja je potrebna samo tijekom pokretanja turbine. Cjevovod je tlačna cijev koja doprema vodu do turbina i može biti od čelika, željeza, plastike, betona ili drveta.

Kanali se općenito iskopavaju te slijede konture postojećeg terena dok se tuneli smještaju pod zemlju i kopaju bušenjem i miniranjem ili se koristi strojna tunelska bušilica.

Odvod (ispust) služi da se voda vraća u rijeku nakon što je prošla kroz turbine. Odvod se najčešće, kao i kanal, iskopava dok riblja staza služi za osiguranje nesmetane migracije riba.

Strojarnice malih hidroelektrana su općenito minimalno moguće veličine, s tim da pružaju adekvatnu osnovnu zaštitu, pristup za održavanje i sigurnost. Konstrukcija je betonska ili od nekog drugog lokalno dostupnog građevinskog materijala. Jednostavnog je dizajna s naglaskom na praktičnost i lako izgradive konstrukcije kako bi se postigli što niži troškovi (što je imperativ kod izgradnje malih hidroelektrana).

U elektrostrojarsku opremu malih hidroelektrana ubrajamo:<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Bašić, H., Matijašević, N., op.cit., str. 68.

- turbina,
- generator,
- regulacija turbine,
- automatska regulacija,
- dodatna (pomoćna) električna oprema.

Jednako kao kod klasičnih (velikih) hidroelektrana, turbine u osnovi dijelimo na:<sup>16</sup>

- pretlačne ili reakcijske,
- turbine slobodnog mlaza ili akcijske.

Kod reakcijskih turbina tlak vode pada prolaskom kroz turbinu, te se potencijalna energija (tlak) u statoru i u rotoru transformira u kinetičku. Zakretanje rotora, odnosno radnog kola uzrokuje promjena količine gibanja i reaktivne sile (razlika tlaka, Coriolisova sila i dr.).

Osnovni tipovi reakcijskih turbina su:<sup>17</sup>

- Francisova,
- Kaplanova,
- propelerna (Kaplanova s fiksnim rotorskim lopaticama),
- Deriazova.

Kod akcijskih turbina nema pada tlaka prolaskom vode kroz turbinu, jer se sva potencijalna energija (tlak) u statoru transformira u kinetičku. Sila koja zakreće rotor je rezultat isključivo promjene količine gibanja zbog skretanja mlaza u radnom kolu. Standardni tipovi turbina slobodnog mlaza su:<sup>18</sup>

- Peltonova,
- Turgo (varijanta Peltonove,)

---

<sup>16</sup> Krejči, M., op.cit., str. 17.

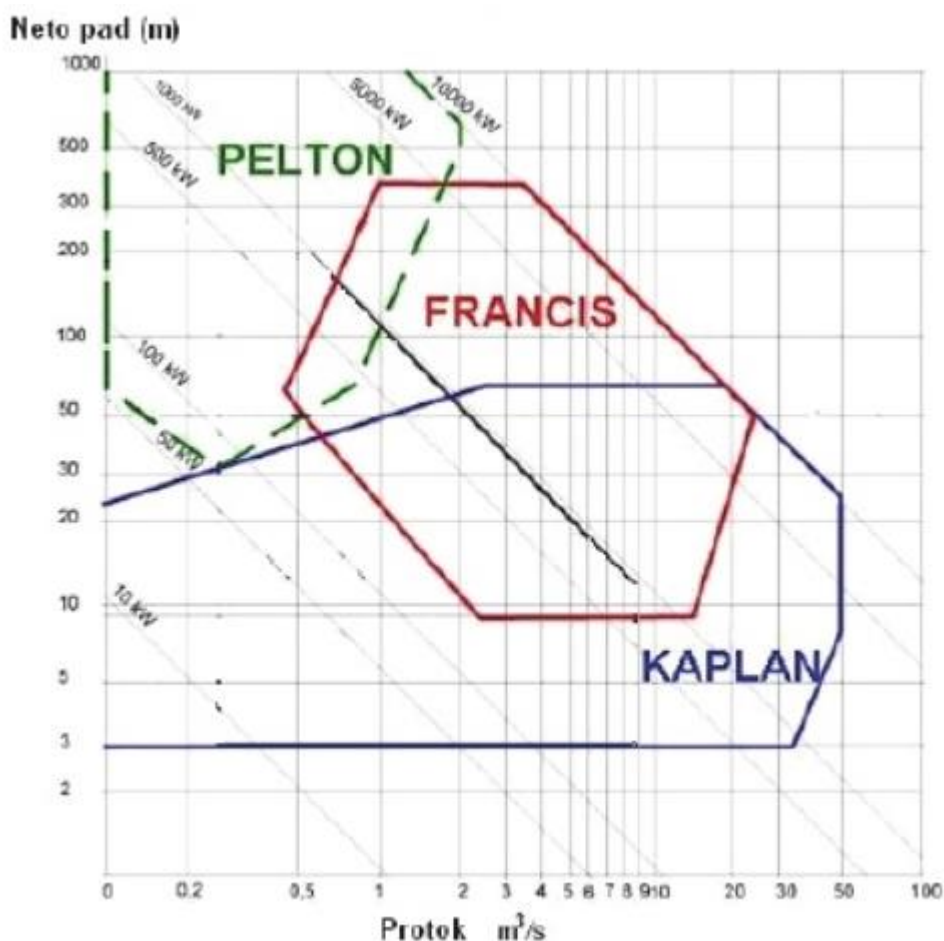
<sup>17</sup> Ibidem

<sup>18</sup> Ibidem

- Banki-Michellova.

Primjena pojedinog tipa turbine odabire se tako da se postigne najveća efikasnost, odnosno najveće iskorištenje raspoloživog protoka i pada, uz najmanje investicijske troškove. Odabir tako ovisi o očekivanim hidrološkim prilikama, a najviše o raspoloživom padu vode i očekivanom protoku. Područje primjene pojedinih tipova turbina kod malih hidroelektrana, prikazano je na slici 8.

*Slika 8: Područje primjene pojedinih tipova turbina kod malih hidroelektrana*



Izvor: Krejči, M., „Male hidroelektrane“, priručnik, Zagreb, 2010., str. 17.

Peltonova turbina je primjenjiva za velike padove i male protoke, dok je Kaplanova turbina primjenjiva za male padove i veće protoke. Francisova i Banki-Michellova turbina primjenjive su za srednji raspon protoka i padova.

Francisova turbina je zbog širokog područja primjene najraširenija. Osovina može biti i horizontalna i vertikalna. Voda iz tlačnog cjevovoda se privodi spiralnim cjevovodom po obodu na zakretne statorske lopatice. Statorskim lopaticama se voda usmjerava unutra, na radno kolo, odnosno na rotorske lopatice. Nakon izlaska iz rotora voda ulazi u difuzor. Spiralni cjevovod je

često izveden tako da mu se smanjuje presjek, jer kroz njega teče sve manje vode (usmjerava se na rotor). Statorske lopatice služe za regulaciju protoka i da se postigne strujanje sa što manje gubitaka i nastrujavanje na rotorske lopatice pod optimalnim kutom. Nastrujavanjem na rotorske lopatice tok vode se zakreće i ta reakcijska sila zakreće rotor. Ukoliko je raspoloživ protok manji od nazivnog, tada se statorske lopatice zakreću tako da kroz njih prolazi manje vode. Kako je brzina rotora konstantna (zbog konstantne frekvencije generatora i mreže), a brzina nastrujavanja vode iz statora se smanjuje smanjenjem protoka, tako se i kut nastrujavanja na rotor mijenja. Kako kod Francisove turbine nije moguće promijeniti kut zakreta rotorskih lopatica, efikasnost Francisove turbine pada pri protocima manjim od nominalnih.

Francisove turbine nisu prikladne za jako velike protoke uz male padove jer drastično rastu dimenzije turbine, niti za velike padove jer brzina radnog kola postaje prevelika. Zato se primjenjuju druga dva vrlo zastupljena tipa turbina.

Kaplanova turbina ima aksijalni protok vode kroz turbinu, tako da je raspoloživa površina maksimizirana (u odnosu na radijalno nastrujavanje kod Francis turbine). Time je Kaplanova turbina prikladna za velike protoke vode.

Kod Kaplanovih turbina je također jednostavno izvesti mehanizam za zakretanje rotorskih lopatica, čime se omogućava bolje nastrujavanje pri različitim režimima rada, odnosno opterećenjima turbine, te se sukladno tome postiže bolja iskoristivost pri različitim opterećenjima turbine. Uz regulaciju rotorskih lopatica, kod Kaplanovih turbina se (kao i kod Francisovih) može regulirati i zakret statorskih lopatica.

S obzirom na vrstu regulacije koja se primjenjuje, Kaplanove turbine mogu biti dvostruko regulirane (statorske i rotorske lopatice), jednostruko regulirane (samo rotorske) ili neregulirane (propeleerne).

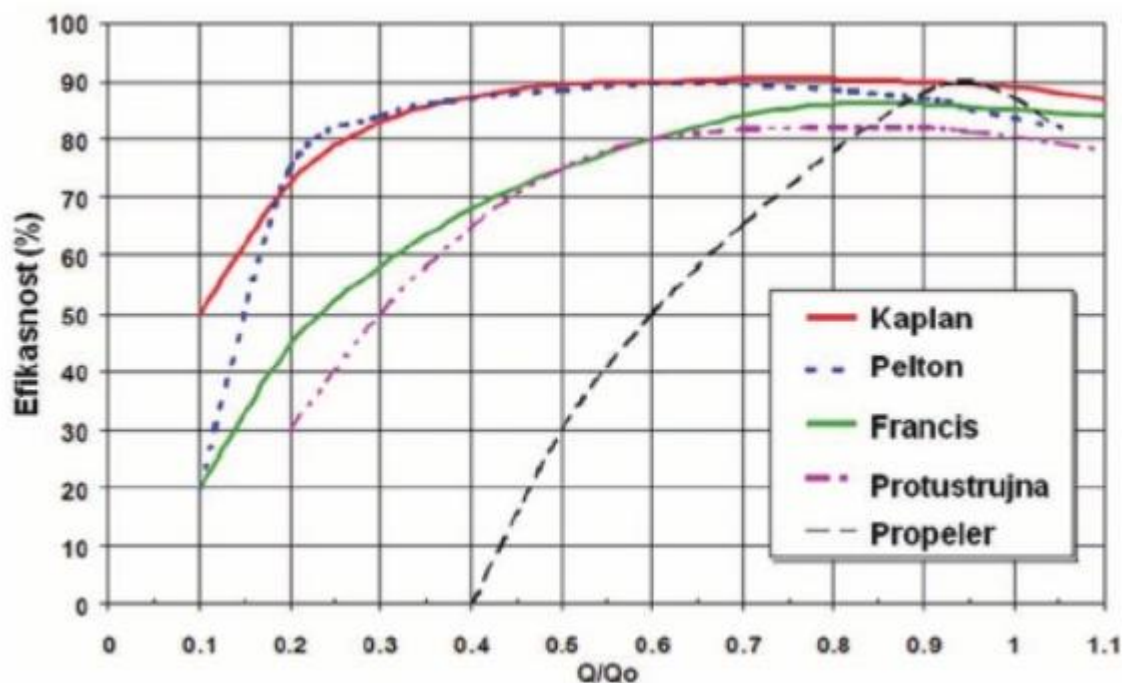
Za visoke padove najprikladnije su Peltonove turbine. Peltonova turbina je u osnovi kolo s nizom dvostrukih "žlica" postavljenih po obodu. Na te "žlice" nastrujava se jedan (ili nekoliko) mlazova vode iz mlaznica. U mlaznicama se događa pretvorba tlaka u kinetičku energiju, a pri prolasku preko zakrivljenih žlica, voda predaje svoju kinetičku energiju radnom kolu i tom akcijskom silom pokreće radno kolo. Za razliku od Francisove i Kaplanove, Peltonova turbina nije u cijelosti potopljena u vodu, već radi u zraku. Snaga se regulira varijacijom protoka kroz mlaznice.

Posebna varijanta Peltonove turbine je Turgo turbina. Njena specifičnost u odnosu na opisanu Peltonovu turbinu je to što su mlaznice postavljene pod kutom u odnosu na os radnog kola. Time

se omogućavaju veći protoci vode kroz turbinu.

Usporedba iskoristivosti pojedinih tipova turbina pri različitim opterećenjima (odnos protoka i nazivnog protoka,  $Q$  i  $Q_0$ ) prikazana je na slici 9.

*Slika 9: Iskoristivost različitih tipova turbina ovisno o opterećenju*



Izvor: Krejči, M., „Male hidroelektrane“, priručnik, Zagreb, 2010., str. 21.

Električni generator služi za pretvaranje mehaničke energije u električnu energiju. Postoje dvije osnovne vrste generatora: sinkroni ili asinkroni.<sup>19</sup>

- sinkroni generator – opremljen vlastitim sustavom uzbude,
- asinkroni generator – uzbudu vuče iz mreže.

Sinkroni generator može funkcionirati izolirano (odvojen od elektroenergetske mreže), dok asinkroni generator za normalno funkcioniranje mora biti u vezi s ostalim generatorima (odnosno priključen na elektroenergetski sustav).

Sinkroni generatori se koriste kao primarni izvori proizvodnje energije u elektroenergetskim sustavima, ali također i u manjim izoliranim mrežama kao i za samostalne primjene malih hidroelektrana (otočni rad).

<sup>19</sup> Bašić, H., Matijašević, N., op.cit., str. 93.

Asinkroni generatori često su najjednostavnije i najjeftinije rješenje za male hidroelektrane koje proizvode električnu energiju za isporuku u postojeću veliku elektroenergetsku mrežu. Sinkroni generatori primjereniji su za spajanje na slaboj električnoj mreži. Kod sinkronog generatora brzina okretnog magnetskog toka i rotora je jednaka. Kako frekvencija generirane struje treba biti 50Hz, brzina vrtnje rotora ovisi o broju polova. Sinkroni generatori s distribucijskom mrežom rade u paralelnom spoju, a priključuju se pomoću uređaja za sinkronizaciju, koji omogućuju uklop bez strujnih udaraca. Prednost sinkronih generatora je što mogu predavati induktivnu jalovu energiju u mrežu u stanju nadzbuđe, pri čemu je moguće neovisno upravljati radnom i jalovom snagom.

Asinkroni generatori primjereniji su za spajanje na jaku distribucijsku mrežu, a kod njih brzina vrtnje okretnog magnetskog toka i rotora nije jednaka. Razlika tih brzina naziva se klizanje. Klizanje je razmjerno vrlo malo i iznosi nekoliko postotaka. Ono je bitno svojstvo jer omogućuje mekaniji prijenos okretnog momenta i ublažava vršna mehanička opterećenja zupčastog prijenosnika. Primjena asinkronih generatora ima nekoliko bitnih prednosti:

- jednostavnija primarna elektroenergetska oprema, jer je asinkroni stroj bez uzbude i ima manje zahtjevan kavezni rotor,
- nema opreme za uzbudu i sinkronizaciju i
- koristi se manje zahtjevnom opremom za uključivanje u mrežu, te za zaštitu i vođenje pogona.

Zbog jednostavnije i manje zahtjevne opreme cijena asinkronih generatora je manja, no postoji nedostatak koji se očituje u pogonu zbog neprilagođenosti nekih standardnih asinkronih motora povećanju broja okretaja (pobjegu), do kojeg dolazi u slučaju prekida spoja s distribucijskom mrežom. Jalova snaga asinkronoga generatora ovisi o radnoj točki tako da on, za razliku od sinkronoga generatora gdje se s pomoću regulacije uzbude može upravljati jalovom snagom, predstavlja trošilo jalove energije kojom se ne može upravljati. Ti se utjecaji mogu smanjiti posebnom konstrukcijom ili dodatnom opremom, međutim tada se povećava cijena rješenja, pa uporaba asinkronog stroja gubi osnovnu prednost.

Regulacija turbine je sustav za prilagodbu proizvedene snage promjenljivom vodnom dotoku, a time i za održavanje frekvencije u sustavu.

Kontrolnu opremu sustava regulacije čine:<sup>20</sup>

- regulator koji može biti mehanički ili električni,
- prekidači i njihova zaštita,
- automatska kontrola (upravljanje).

Pomoćna oprema male hidroelektrane sadrži slijedeće sustave:<sup>21</sup>

- transformator vlastite potrošnje,
- DC napajanje - za upravljanje i nadzor,
- mjerenje nivoa gornje i donje vode,
- vatrodojava, tehnička zaštita,
- elektroinstalacije - osvjetljenje, kabeli, utičnice,
- gromobranska zaštita,
- hidraulički sustav za upravljanje ventilima i ostalom hidromehaničkom opremom,
- sustav komprimiranog zraka,
- sustav rashladne vode,
- drenažni sustav,
- grijanje, hlađenje, ventilacija,
- dizelski agregat,
- dizalice - obično mosna dizalica, za montažu i servis glavne opreme - turbina, generator, transformator.

---

<sup>20</sup> Bašić, H., Matijašević, N., op.cit., str. 96.

<sup>21</sup> Krejči, M., op.cit., str. 23.

### 3.3. Priključenje malih hidroelektrana na elektroenergetski sustav

#### 3.3.1. Mrežna pravila Republike Hrvatske

Kako je definirano Zakonom o tržištu električne energije (NN br. 22/13 i 102/15)<sup>22</sup>, energetska subjekt koji obavlja djelatnost proizvodnje električne energije ima pravo pristupa prijenosnim i distribucijskim mrežama. Osim toga, operator distribucijskog sustava i/ili energetska subjekt za distribuciju dužan je proizvođačima električne energije omogućiti pristup mreži na nepristran način prema načelu reguliranog pristupa treće strane. Prema istom zakonu energetska subjekt koji koristi obnovljive izvore energije na gospodarski primjeren način te u skladu s mjerama zaštite okoliša može steći položaj povlaštenog proizvođača na temelju rješenja Hrvatske energetske regulatorne agencije (HERA) u skladu s uvjetima koje propisuje ministar.

Mrežnim pravilima elektroenergetskog sustava (NN br. 36/06)<sup>23</sup> uređuje se pogon i način vođenja, razvoj i izgradnja te uspostavljanje priključka na prijenosnu i distribucijsku mrežu u elektroenergetskom sustavu, kao i mjerna pravila za obračunsko mjerno mjesto. Mrežna pravila elektroenergetskog sustava u Republici Hrvatskoj primjenjuju se odlukom ministra gospodarstva, rada i poduzetništva od 1. travnja 2006. godine. Od 20.7.2017.g. kada su stupila na snagu Mrežna pravila prijenosnog sustava (NN br. 67/17)<sup>24</sup> prestala su važiti Mrežna pravila elektroenergetskog sustava, u dijelu odredbi koji se odnosi na prijenosnu mrežu i odredbi kojima se utvrđuje postupanje operatora prijenosnog sustava. Mrežna pravila distribucijskog sustava su u proceduri donošenja (javna rasprava zaključena 8.6.2017.g).

Prema kategorizaciji proizvođača električne energije definiranoj u Mrežnim pravilima, male hidroelektrane se prema nazivnom naponu priključka mogu podijeliti na:<sup>25</sup>

- male hidroelektrane priključene na mrežu niskog napona,
- male hidroelektrane priključene na mrežu srednjeg napona.

Dok se prema nazivnoj snazi elektrane mogu svrstati u sljedeće grupe:<sup>26</sup>

- elektrane snage veće od 5MW,
- elektrane snage manje ili jednake 5MW,

---

<sup>22</sup>URL: <http://www.propisi.hr/print.php?id=14131>, (05.09.2017.)

<sup>23</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

<sup>24</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017\\_07\\_67\\_1585.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_07_67_1585.html), (05.09.2017.)

<sup>25</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

<sup>26</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)



- mikroelektrane (do 5kW za jednofazni te do 30kW za trofazni priključak).

Budući da se priključak malih hidroelektrana u pravilu ostvaruje na distribucijsku mrežu srednjeg ili niskog napona bit će obrađeni uvjeti koji se odnose na priključak proizvođača na distribucijsku mrežu. Svrha propisanih uvjeta je osiguravanje normalnog pogona distribucijske mreže te sprječavanje nedopuštenog povratnog djelovanja na mrežu i postojeće korisnike mreže.

### **3.3.2. Tehnički uvjeti priključka male hidroelektrane na mrežu**

Operator distribucijskog sustava određuje mjesto priključenja postrojenja te određuje uređaj za odvajanje korisnika od mreže. Na mjestu priključka od proizvođača se traži zadovoljenje minimalnih tehničkih uvjeta u koje spadaju:<sup>27</sup>

- odstupanje frekvencije,
- odstupanje napona,
- valni oblik napona,
- nesimetrija napona,
- pogonsko i zaštitno uzemljenje,
- razina kratkog spoja,
- razina izolacije,
- zaštita od kvarova i smetnji,
- faktor snage.

Nazivna vrijednost frekvencije u hrvatskom elektroenergetskom sustavu iznosi 50Hz osim u periodima korekcije sinkronog vremena kada se, prema nalogu operatora koordinacijskog centra ili operatora prijenosnog sustava, frekvencija podešava na zadanih 49,99 ili 50,01Hz. U normalnim pogonskim uvjetima frekvencija se treba održavati u strogim granicama (unutar  $\pm 50\text{mHz}$  u odnosu na nazivnu frekvenciju 50,00Hz) radi potpunog i brzog djelovanja regulacijskih uređaja i proizvodnih jedinica u odzivu na poremećaj.

---

<sup>27</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

Maksimalno odstupanje frekvencije od zadane vrijednosti, u privremenom stacionarnom stanju, u interkonekcijskom radu, ne smije premašiti  $\pm 180\text{MHz}$ . Trenutno odstupanje frekvencije od nazivne vrijednosti ne smije premašiti  $\pm 800\text{MHz}$ . Pri tome se djelovanjem primarne regulacije u sustavu ispravlja frekvencija ukoliko je odstupanje frekvencije od zadane vrijednosti za više od  $\pm 20\text{MHz}$ . Podfrekvencijsko rasterećenje kao mjera za održavanje frekvencije aktivira se ako je frekvencija niža od  $49,20\text{Hz}$ . Sve prethodno navedene uvjete treba zadovoljiti i proizvođač električne energije koji se priključuje na mrežu.<sup>28</sup>

Dopuštena odstupanja od nazivnog napona u uvjetima normalnog pogona, osim za slučajeve nastale zbog poremećaja i prekida napajanja te za pojedinačne slučajeve postojećih korisnika mreže u udaljenim područjima s dugačkim vodovima, iznose:<sup>29</sup>

- za niski napon ( $0,4\text{kV}$ ), tijekom razdoblja od tjedan dana, 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona trebaju biti u rasponu od  $U_n \pm 10\%$ . Pri tome svi 10-minutni prosjeci efektivnih vrijednosti napona trebaju biti unutar raspona  $U_n + 10\% / -15\%$ ,
- za srednji napon ( $10, 20, 30, 35\text{kV}$ ), tijekom razdoblja od tjedan dana, 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona trebaju biti u rasponu od  $U_n \pm 10\%$ .

Planska vrijednost faktora ukupnog harmoničkog izobličenja napona (THD - Total Harmonic Distortion) uzrokovanog priključenjem proizvođača na mjestu priključka može iznositi najviše:<sup>30</sup>

- na razini napona  $0,4\text{kV}$ : 2,5%,
- na razini napona  $10$  i  $20\text{kV}$ : 2,0%,
- na razini napona  $30$  i  $35\text{kV}$ : 1,5%.

Navedene vrijednosti odnose se na 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona za razdoblje od tjedan dana. Vrijednosti indeksa jačine flikera (pojava koju zapaža ljudsko oko pri promjeni osvjetljenja rasvjetnog tijela, a nastaje kao posljedica promjene određene razine i učestalosti ovojnice napona napajanja rasvjetnog tijela) uzrokovanih priključenjem proizvođača na mjestu priključka mogu iznositi najviše:<sup>31</sup>

---

<sup>28</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

<sup>29</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

<sup>30</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

<sup>31</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

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

Nesimetrija napona uzrokovana priključenjem proizvođača ne smije prelaziti 1,3% nazivnog napona na mjestu priključka. Ta vrijednost odnosi se na 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona za razdoblje od tjedan dana.<sup>32</sup>

Prema Mrežnim pravilima korisnik je dužan izvršiti uzemljenje svog postrojenja i instalacija sukladno važećim tehničkim propisima i normama. Pri tome treba uvažiti zahtjeve koji proizlaze iz načina uzemljenja distribucijske mreže na koju se priključuje.

Oprema u postrojenju i instalacijama treba biti dimenzionirana na način da izdrži sve utjecaje struja kratkog spoja za sadašnje stanje te očekivano stanje u budućnosti. Maksimalne struje (tropolnih) kratkih spojeva u pogonu ne smiju prelaziti iznose koje je operator distribucijskog sustava dostavio korisniku.

Izolacija opreme u postrojenjima i instalacijama korisnika treba biti dimenzionirana sukladno naponskoj razini na koju se priključuje. Izolacijska razina opreme koja se ugrađuje u mrežu nazivnog napona 10kV, ako u ugovoru o priključenju nije drugačije dogovoreno, treba zadovoljiti izolacijsku razinu mreže nazivnog napona 20kV.

Korisnik je dužan uskladiti svoju zaštitu od kvarova s odgovarajućom zaštitom u distribucijskoj mreži tako da kvarovi na njegovom postrojenju ili instalacijama ne uzrokuju neopravdane poremećaje u distribucijskoj mreži ili kod drugih korisnika. To se posebno odnosi na:

- vrijeme isključenja kvara koje treba biti u granicama koje određuje operator distribucijskog sustava,
- osiguranje selektivnog djelovanja zaštitnih uređaja u korisnikovom postrojenju i instalacijama sa zaštitom distribucijske mreže.

Osim toga, korisnik je dužan operatoru distribucijskog sustava osigurati sve tražene podatke o svojim zaštitnim uređajima, uključujući izvješća o provedenim ispitivanjima. Operator distribucijskog sustava dužan je, s druge strane, upozoriti korisnika na eventualne štetne utjecaje

---

<sup>32</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

na postrojenje zbog prorade zaštite u distribucijskoj mreži kao što je, na primjer, automatski ponovni uklop (APU). U tom slučaju, elektrana treba imati tehničko rješenje zaštite od mogućeg asinkronog pogona.

Operator distribucijskog sustava prema potrebi može promijeniti zahtjeve koji se postavljaju na zaštitu u postrojenjima i instalacijama korisnika ukoliko je to nužno zbog novih pogonskih okolnosti ili razvoja mreže.

Ako nije ugovoreno, veličina faktora snage za instalacije i postrojenja kupaca treba biti od  $\cos\varphi=0.95$  induktivno do  $\cos\varphi=1$ . To znači da uz proizvodnju i isporuku djelatne energije elektrana treba isporučivati i jalovu energiju.

Instalacije i postrojenja korisnika električne energije trebaju se projektirati i graditi tako da njihovi povratni utjecaji na mrežu (flikeri, nesimetrija, viši harmonici itd.) ne prelaze propisane granice. Pri projektiranju i gradnji elektrana treba se osigurati otpornost instalacija i postrojenja korisnika na smetnje i utjecaje iz mreže. Mogući povratni utjecaji na rad mreže utvrđuju se prije prvog priključenja na mrežu i to u postrojenju korisnika. Ukoliko je riječ o manjim priključnim snagama ili ograničenom udjelu nelinearnih trošila kod kupca mogući su izuzeci, odnosno moguće je bez detaljnijeg vrednovanja povratnog djelovanja na mrežu razmotriti priključenje ukoliko je ispunjen sljedeći uvjet:<sup>33</sup>

- $Sk/Sp \geq 1\ 000$  za srednji napon,
- $Sk/Sp \geq 150$  za niski napon,

pri čemu je  $Sk$  snaga kratkog spoja na mjestu priključenja, a  $Sp$  priključna snaga. Za veće priključne snage ili nazivne snage nelinearnih trošila treba se provesti računska analiza koja će pokazati da razina povratnih djelovanja na mrežu neće uzrokovati prekoračenje planirane razine izobličenja napona. Analiza povratnih utjecaja je pri tome obveza korisnika koji mora operatoru distribucijskog sustava u probnom pogonu predložiti računske i mjerne dokaze da ne narušava dopuštene granice povratnog djelovanja.

### **3.3.3. Uvjeti priključka male hidroelektrane na mrežu**

Prema Mrežnim pravilima na niskonaponsku mrežu priključuje se elektrana ukupne snage do, uključujući, 500kW. Priključak može biti ostvaren na niskonaponski vod ili na niskonaponske

---

<sup>33</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

sabirnice transformatorske stanice 10(20)/0,4kV. Na niskonaponski vod mogu se priključiti elektrane ukupne snage do, uključujući, 100kW.

Na srednjenaponsku mrežu (10, 20, 30 i 35kV) priključuju se elektrane ukupne snage veće od 500kW do, uključujući, 10MW, ali se mogu priključiti i elektrane manjih snaga.<sup>34</sup>

### 3.3.3.1. Uvjeti paralelnog pogona s mrežom

Proizvođač je odgovoran za funkcionalnost elektrane, a osobito za osiguranje uvjeta paralelnog pogona s mrežom. Elektrana treba biti opremljena za paralelni pogon s distribucijskom mrežom u uvjetima svih redovnih i izvanrednih pogonskih okolnosti bez nedopuštenog povratnog djelovanja na distribucijsku mrežu i ostale korisnike mreže. Uvjete paralelnog pogona osiguravaju međusobno usklađene zaštite elektrane i distribucijske mreže. Za paralelni pogon elektrane s mrežom, ona treba biti opremljena zaštitom koja osigurava uvjete paralelnog pogona, zaštitu od smetnji i kvarova u elektrani i zaštitu od smetnji i kvarova u mreži. U slučaju odstupanja od propisanih zahtjeva za paralelni pogon, treba se osigurati trenutno odvajanje elektrane od distribucijske mreže. Proradne vrijednosti zaštite trebaju biti podešene tako da poslije odvajanja i distribucijska mreža i elektrana ostanu u stabilnom pogonu (ako je elektrana predviđena za otočni pogon). U tu svrhu, na sučelju elektrane i distribucijske mreže treba biti ugrađen prekidač za odvajanje koji je u isključivoj nadležnosti operatora distribucijskog sustava. Pristup prekidaču i pripadnoj opremi i uređajima treba biti omogućen pogonskom osoblju operatora distribucijskog sustava.

Zahtjevi za sinkronizaciju (sinkronog generatora na mrežu) su:<sup>35</sup>

- razlika napona manja od  $\pm 10\%$  nazivnog napona,
- razlika frekvencije manja od  $\pm 0,5\text{Hz}$ ,
- razlika faznog kuta manja od  $\pm 10$  stupnjeva.

Za elektrane s asinkronim generatorima uvjetuje se da prije uključivanja na distribucijsku mrežu pogonskim strojem postignu brzinu vrtnje u granicama  $\pm 5\%$  u odnosu na sinkronu brzinu.

U slučaju elektrane ukupne snage iznad 100kW, regulator snaga/frekvencija treba biti opremljen i podešen tako da skokovita promjena snage pri opterećenju i rasterećenju bude manja od 10%

---

<sup>34</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

<sup>35</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

nazivne snage.

### 3.3.3.2. Razmjena podataka

Tijekom pogona elektrane proizvođač je dužan operatoru distribucijskog sustava osigurati podatke o:<sup>36</sup>

- pogonskom stanju elektrane,
- isporuci električne energije u mrežu,
- preuzimanju električne energije iz mreže,
- položaju prekidača za odvajanje,
- provedenom sigurnosnom uzemljenju i kratkom spajanju,
- ostale podatke (ovisno o snazi i važnosti elektrane).

Operator distribucijskog sustava (ODS) može zahtijevati osiguranje daljinskog prijenosa podataka te daljinsko upravljanje prekidačem za odvajanje za elektrane priključene na srednjenaponsku mrežu.

Nakon svake promjene u mreži ili elektrani, koja može utjecati na paralelni pogon, treba obaviti analizu djelovanja zaštite i prema potrebi novo usklađenje i podešenje zaštite. Jedanput godišnje treba provesti preglede, ispitivanja i umjeravanje uređaja zaštite i uređaja koji osiguravaju uvjete paralelnog pogona. Izvješća o provedenim pregledima, ispitivanjima i umjeravanju proizvođač mora dostaviti operatoru distribucijskog sustava.

Svako obračunsko mjerno mjesto opremljeno je mjernom opremom koju čine brojila i ostala mjerna oprema određena elektroenergetskom suglasnošću. Mjerna oprema na obračunskom mjernom mjestu korisnika mreže u vlasništvu je operatora sustava. Operator sustava dužan je održavati mjernu opremu te osigurati umjeravanje i ovjeravanje brojila.

Mjerila na obračunskom mjestu proizvođača električne energije trebaju imati najmanje slijedeće standardne mjerne značajke i razrede točnosti:<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

<sup>37</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.09.2017.)

- na niskom naponu, izravno mjerenje:
  - s mjerenjem vršne snage,
  - brojilo za djelatnu energiju razreda točnosti 1 uz dvosmjerno mjerenje, a za jalovu energiju razreda točnosti 2 uz dvosmjerno mjerenje u četiri kvadranta,
- na niskom naponu, poluizravno mjerenje:
  - strujni mjerni transformatori razreda točnosti 0,5 uz faktor sigurnosti 5,
  - brojila za djelatnu energiju razreda točnosti 1 uz dvosmjerno mjerenje, a za jalovu energiju razreda točnosti 2 uz dvosmjerno mjerenje u četiri kvadranta,
  - pohranjivanje krivulje opterećenja,
  - prikupljanje podataka putem sustava za prikupljanje mjernih podataka,
- na srednjem naponu za sve proizvođače priključne snage do uključivo 5 MW:
  - neizravno mjerenje,
  - naponski mjerni transformator razreda točnosti 0,5,
  - strujni mjerni transformator razreda točnosti 0,5 uz faktor sigurnosti 5,
  - brojila za djelatnu energiju razreda točnosti 1 uz dvosmjerno mjerenje, a za jalovu energiju razreda točnosti 2 uz dvosmjerno mjerenje u četiri kvadranta,
  - pohranjivanje krivulje opterećenja,
  - prikupljanje podataka putem sustava za prikupljanje mjernih podataka,
- na srednjem naponu za sve proizvođače priključne snage veće od 5 MW:
  - neizravno mjerenje,
  - naponski mjerni transformator razreda točnosti 0,5,
  - strujni mjerni transformator razreda točnosti 0,5 uz faktor sigurnosti 5,
  - brojila za djelatnu energiju razreda točnosti 0,5S uz dvosmjerno mjerenje, a za jalovu energiju razreda točnosti 1 uz dvosmjerno mjerenje u četiri kvadranta,
  - pohranjivanje krivulje opterećenja,
  - prikupljanje podataka putem sustava za prikupljanje mjernih podataka,
- na visokom naponu za sve proizvođače:
  - neizravno mjerenje,
  - naponski mjerni transformator razreda točnosti 0,2,
  - strujni mjerni transformator razreda točnosti 0,2 uz faktor sigurnosti 10 ili manji,

- brojila s dvosmjernim mjerenjem djelatne energije razreda točnosti 0,2S, a jalove energije razreda točnosti 1,
- pohranjivanje krivulje opterećenja,
- prikupljanje podataka putem sustava za prikupljanje mjernih podataka.

Obračunsko mjerno mjesto mora biti izvedeno tako da omogućuje pristup osobama odgovornim za njeno ispitivanje, podešavanje, održavanje, popravak, zamjenu ili očitavanje mjernih podataka, a korisnik mreže dužan je omogućiti ostvarenje tog pristupa.

### **3.3.4. Izvedbe priključka na elektroenergetsku mrežu**

U većini literature veza s mrežom ne smatra se sastavnim dijelom male hidroelektrane, već se problem priključka na mrežu promatra odvojeno, a često se niti ne razmatra prilikom definiranja tehničkog rješenja ili provedbe ekonomskih analiza. Ovakav pristup je direktna posljedica sagledavanja male hidroelektrane kao umanjene kopije velike hidroelektrane. Međutim, možda se i najveća razlika u pristupu razmatranja male hidroelektrane u odnosu na veliku krije upravo u načinu priključka na mrežu, jer upravo način i mogućnost priključka male hidroelektrane na mrežu u velikom broju slučajeva određuje mogućnost/isplativost realizacije projekta male hidroelektrane. Utjecaj velikih hidroelektrana na elektroenergetski sustav mjerljiv je na razini države te se one uzimaju u obzir prilikom razmatranja planiranja izgradnje prijenosne mreže. S druge strane, obnovljivi izvori električne energije, u koje spadaju i male hidroelektrane, svojim kapacitetom ne predstavljaju veliki utjecaj na podmirenje potreba za električnom energijom te kao takvi ne predstavljaju značajan utjecaj na elektroenergetski sustav jedne države. Stoga se njih uobičajeno ne razmatra prilikom planiranja razvoja i izgradnje elektroenergetskog sustava. Priključku male hidroelektrane na mrežu nameću se i prostorno planska ograničenja koja također valja razmotriti. Naime, male hidroelektrane obično se grade na udaljenim lokacijama i nedirnutim dijelovima prirode. Osim što takve lokacije iziskuju velike financijske izdatke za priključni dalekovod, često i sam dalekovod vizualno narušava okolinu što može predstavljati prepreku izgradnji male hidroelektrane.

Priključak male hidroelektrane na elektroenergetsku mrežu ili lokalne potrošače ostvaruje se nadzemnim ili podzemnim elektroenergetskim vodom. Pripadajuća oprema uključuje rastavljače, prekidače, odvodnike prenapona, zemljospojnike i osigurače za odgovarajuću naponsku razinu te drugu opremu. Pri tome se obično nastoji postići rješenje koje obuhvaća direktno spajanje na niskonaponsku, ili u nekim slučajevima na srednjenaponsku mrežu, kako bi se izbjegli troškovi



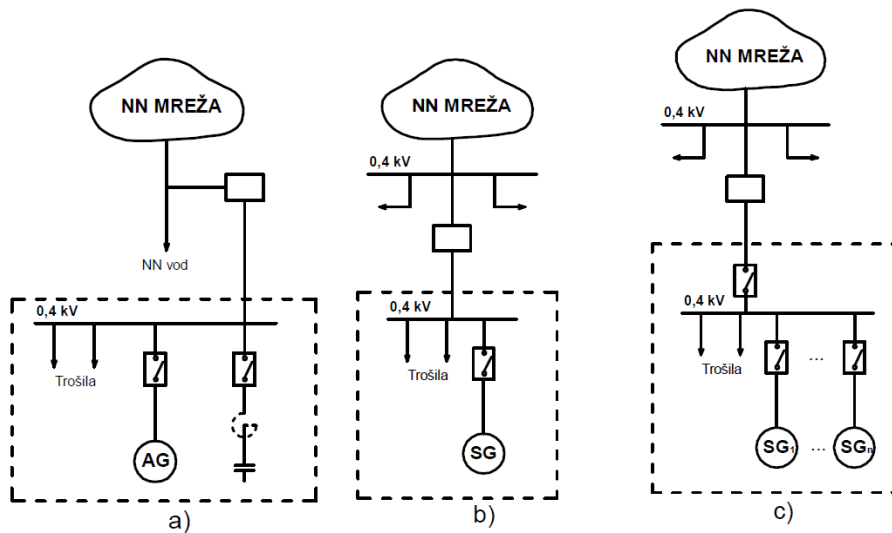
transformacije naponske razine.

Kako bi se stvorili uvjeti za priključenje male hidroelektrane na elektroenergetsku mrežu, potrebno je definirati granicu nadležnosti nad imovinom i opremom koju treba ugraditi kako bi se to priključenje izvelo (priključni dalekovod i popratna oprema).

Budući da je ponekad za priključenje male hidroelektrane na postojeći elektroenergetski sustav potrebno obaviti i određene prilagodbe postojeće mreže, u smislu pojačanja i proširenja, i za to je potrebno prethodno definirati nadležnost i obvezu. Prema dosadašnjem sustavu HEP-a privatni investitor treba izgraditi, odnosno financirati dalekovodni priključak od lokacije male hidroelektrane do izgrađene dalekovodne mreže. Također, prema istom sustavu u obvezu privatnog investitora spadaju i mogući rekonstrukcijski zahvati na distribucijskoj mreži na mjestu priključka. Stoga se nameće nužnost analize investicija potrebnih za priključak male hidroelektrane na mrežu već u fazi vrednovanja potencijalne lokacije male hidroelektrane. U europskim zemljama također je čest slučaj da je pravnom legislativom određeno da je izgradnja spojnog voda između mreže i distribuiranog izvora električne energije obveza vlasnika energetskog izvora. Ponekad međutim, nakon izgradnje, spojni vod postaje dijelom elektroenergetskog sustava što podrazumijeva troškove održavanja u nadležnosti distribucijskog poduzeća. Za očekivati je da će buduće zakonske regulative usvojiti načelo raspodjele troškova financiranja malih distribuiranih izvora u skladu s udjelima koristi koje ti izvori i elektroenergetska mreža ostvaruju s tehničkog stajališta. Male hidroelektrane mogu naime imati i pozitivne doprinose sustavu na kojega se priključuju (poboljšanje naponske slike, smanjenje gubitaka, napajanje izoliranih i udaljenih potrošača i drugi).

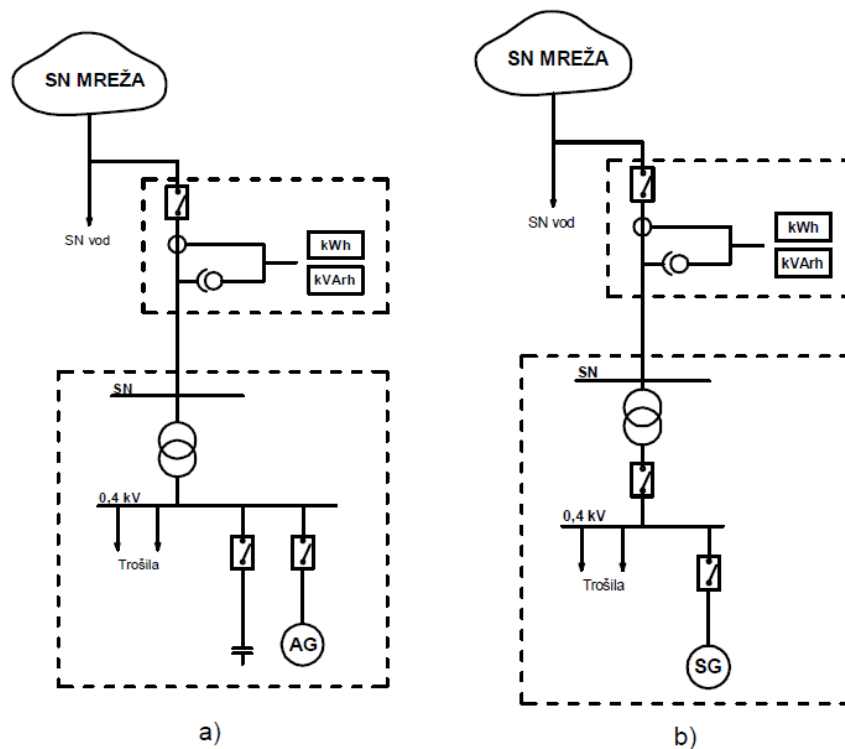
Način priključka malih hidroelektrana na mrežu u pravilu je određen veličinom instalirane snage male hidroelektrane, brojem agregata, udaljenosti između elektrane i potrošača, međusobnom udaljenosti između elektrana i konfiguraciji visokonaponske, srednjenaponske i niskonaponske mreže. Na slikama danim u nastavku prikazani su shematski prikazi tipičnih načina priključka malih hidroelektrana na elektroenergetsku mrežu.

**Slika 10: Shematski prikazi priključka male hidroelektrane na niskonaponsku mrežu; a) mala hidroelektrana s asinkronim generatorom priključena na niskonaponski vod, b) mala hidroelektrana sa sinkronim generatorom priključena na niskonaponske sabirnice bez mogućnosti otočnog pogona, c) mala hidroelektrana s više sinkronih generatora priključena na niskonaponske sabirnice s mogućnošću otočnog pogona**



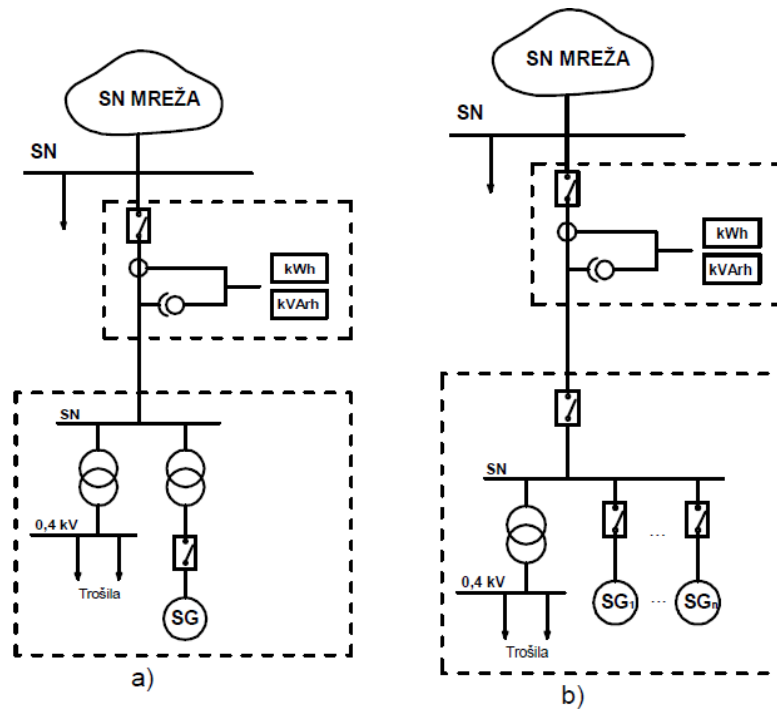
Izvor: Tomšić, I., „Značaj i uloga malih hidroelektrana u elektroenergetskom sustavu“, Magistarski rad, FER, Zagreb, 2009., str. 103.

**Slika 11: Shematski prikazi priključka male hidroelektrane na sredjenaponski vod; a) asinkroni generator, b) sinkroni generator uz mogućnost otočnog pogona**



Izvor: Tomšić, I., Značaj i uloga malih hidroelektrana u elektroenergetskom sustavu, Magistarski rad, FER, Zagreb, 2009., str. 104.

Slika 12: Shematski prikazi priključka male hidroelektrane na srednjenaponske sabirnice; a) bez mogućnosti otočnog pogona, b) s mogućnošću otočnog pogona



Izvor: Tomšić, I., Značaj i uloga malih hidroelektrana u elektroenergetskom sustavu, Magistarski rad, FER, Zagreb, 2009., str. 104.

U paralelnom pogonu male hidroelektrane s niskonaponskom mrežom poželjno je imati izoliranu neutralnu točku generatora male hidroelektrane.

U slučaju otočnog režima rada male hidroelektrane, zavisno o konfiguraciji i vrsti potrošača te instaliranoj snazi agregata, moguće su slijedeće opcije izvedbe napajanja potrošača:<sup>38</sup>

- otočni rad elektrane s mogućnošću napajanja potrošača preko postojeće niskonaponske distribucijske mreže 0,4kV,
- otočni rad elektrane s mogućnošću napajanja potrošača preko postojeće srednjenaponske mreže 10 (20), 30, 35kV,
- otočni rad elektrane s mogućnošću napajanja potrošača neposredno s generatorskih sabirnica 0,4kV.

<sup>38</sup> Tomšić, I., „Značaj i uloga malih hidroelektrana u elektroenergetskom sustavu“, Magistarski rad, FER, Zagreb, 2009., str. 105.

Za otočni rad elektrane s mogućnošću napajanja potrošača neposredno s generatorskih sabirnica 0,4kV potrebno je predvidjeti barem jedan 0,4kV odvod s priključkom na generatorske sabirnice u tu svrhu.

U pravilu, ekonomsko opravdanje izgradnje male hidroelektrane može se postići samo uz rad male hidroelektrane paralelno s mrežom te priključkom na postojeću distribucijsku mrežu.

Ponekad, međutim, ima smisla graditi i male hidroelektrane koje će raditi otočno uz napajanje takozvanih specijalnih potrošača (u malim izoliranim mrežama). U takvim okolnostima rješenje neće biti rezultat jednostavne ekonomske analize u kojem se razmatra isplativost gradnje male hidroelektrane same za sebe, već analize u kojoj će biti obuhvaćene i dobrobiti koje se ostvaruju napajanjem specijalnih potrošača. To posebno dolazi do izražaja u slučaju kada su troškovi spajanja tih potrošača na postojeću elektroenergetsku mrežu toliko visoki (zbog nepristupačnosti terena) da je ovakvo rješenje jeftinije. Međutim, ovakav pristup zahtijeva i pouzdanost opskrbe potrošača, odnosno potrebu za postizanjem potpune autonomnosti u radu male hidroelektrane uz kontinuiranu opskrbu potrošača električnom energijom. Budući da je proizvodnja malih hidroelektrana tijekom godine direktno podložna promjenama protoka uz mogućnost povremenih prekida rada, punu autonomnost moguće je postići isključivo dogradnjom neovisnog izvora električne energije poput diesel agregata.

### **3.4. Ekonomske karakteristike malih hidroelektrana**

#### **3.4.1. Ocjena isplativosti gradnje malih hidroelektrana s društvenog stajališta**

Povijest proizvodnje električne energije pokazuje da se osim razvitka hidroenergetike gotovo sva ostala tehnologija proizvodnje temeljila na sagorijevanju ugljena, loživog ulja i plina, te u novije vrijeme na nuklearnoj fisiji. Ove toplinske tehnologije proizvodnje električne energije imaju bitnu prednost, a to je da se njima može dobiti energija visoke koncentracije. Projektirane su uglavnom za priključenje na međusobno povezane mrežne sustave, na regionalnoj, državnoj ili međunarodnoj razini. Cilj je proizvesti i dostaviti lako dostupnu i pouzdanu električnu energiju s najnižom mogućom cijenom. Takva proizvodnja, konverzija i uporaba energije vodi k efektima degradacije okoliša, što je donedavno imalo ograničenu važnost. Jedan od najznačajnijih doprinosa smanjenju emisija iz proizvodnje električne energije je razvitak proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora, pogotovo vode, od kojih se očekuje da će tijekom vremena imati sve veći udio u isporučenoj električnoj energiji.

Osim toga, Republika Hrvatska je siromašna s obnovljivim izvorima energije, pa je upućena na konstantan uvoz, koji je po pitanju sigurnosti upitan, a po pitanju nabavnih cijena nepredvidiv. To sve upućuje da je ne samo isplativo već nužno ulaganje u hidroelektrane u Republici Hrvatskoj.

### **3.4.2. Ocjena isplativosti gradnje malih hidroelektrana s stajališta ulagača kapitala**

Pitanje investiranja u malu hidroelektranu nije nimalo jednostavno za potencijalnog investitora te bez detaljnog planiranja i kvalitetne tehno-ekonomske analize predstavlja visok poslovni rizik. Pažljivost planiranja uz precizno definiranje sveukupnih parametara od kojih su svakako najvažniji moguća godišnja proizvodnja te početna cijena investicije svodi poslovni rizik na najmanju moguću mjeru. Zbog takozvanog efekta veličine proizvodne jedinice male hidroelektrane cijena instalirane snage (1kW) je veća nego kod velikih hidroelektrana. Kako bi se u potpunosti mogli sagledati svi aspekti tehno-ekonomske analize potrebno je utvrditi sve specifičnosti malih hidroelektrana u smislu svih prednosti i mana koje sa sobom nosi investiranje u malu hidroelektranu.

Bitne prednosti malih hidroelektrana su (prve četiri su zapravo više prednosti same države nego investitora u male hidroelektrane koje se ipak mogu indirektno odraziti na vlasnika kroz visinu otkupne cijene proizvedene električne energije):

- značajno doprinose bržoj i učinkovitijoj elektrifikaciji naselja i objekata koji su udaljeni od elektroenergetske mreže,
- bitno mogu utjecati na diverzifikaciju izvora proizvodnje električne energije što je posebno važno za zemlje koje uvoze električnu energiju,
- smanjuju ovisnost države o uvozu energenata,
- mogu raditi potpuno automatizirano bez posade,
- mogu se raditi u sklopu višenamjenskih vodnih objekata (navodnjavanje, vodoopskrba), mogu se graditi na već postojećim napuštenim objektima (brana, zahvata, dovoda, vodenica, itd.),
- radni vijek malih hidroelektrana je prilično dug (preko 50 godina) uz relativno niske cijene održavanja,

- cijena energije na tržištu će neminovno rasti.<sup>39</sup>

Naravno, male hidroelektrane imaju i svoje nedostatke koje potencijalni investitori moraju uzeti u obzir prilikom dvojbe investiranja u malu hidroelektranu:

- relativno visoki investicijski troškovi po instaliranom kW energije,
- visoki troškovi istraživanja lokacije u odnosu na cijenu investicije,
- visoki troškovi administrativne prirode (koncesija, dozvole, projekti itd.) u odnosu na cijenu investicije,
- eksploatacija ovisi od raspoloživih vodnih resursa, odnosno o količini vode, koja je u slučaju vodotoka sa malim količinama vode podložna velikim oscilacijama,
- u autonomnom (otočnom) radu proizvodnja energije ovisi o potrošnji tako da višak energije ostaje na taj način neiskorišten.

Ipak, pored svih spomenutih nedostataka najozbiljniji je visina početnih ulaganja-investicija po kW instalirane snage. Znatno visoka sredstva potrebna za početnu investiciju su posljedica velikog broja različitih parametara. Kako bi se počela gradnja male hidroelektrane potrebno je provesti detaljna ispitivanja lokacije što je izuzetno skup proces u odnosu na kW instalirane snage. U suprotnom, potencijalni investitor preuzima visok poslovni rizik te postaje praktički ovisan o „sreći“, odnosno o hidrološkim prilikama vodotoka. Kod malih hidroelektrana se zapravo ne isplate višegodišnja ispitivanja protoka zbog činjenice da je visina tih troškova vrlo malo ovisna o lokaciji, odnosno o veličini izgradnje male hidroelektrane. Jasno je da je kod malih hidroelektrana proporcionalno veći udio spomenutih troškova u ukupnoj investiciji odnosno detaljna ispitivanja povećavaju cijenu specifične investicije (€/kW).

Istražni radovi općenito podrazumijevaju slijedeće aktivnosti:<sup>40</sup>

- Planiranje, koordiniranje, ustupanje i nadzor nad provođenjem istražnih radova, istraživanje tržišta, ispitivanje lokacije (geološka, geotehnička, hidrološka, seizmološka itd.), ekološka ispitivanja, meteorološka ispitivanja, snabdijevanje i evakuacija voda, priključak na mrežu, priprema kadrova (vrsta, struktura, smještaj itd.), prometna povezanost (cesta, željeznica itd.), istraživanje mogućnosti ostvarenja

<sup>39</sup> Pačavar, S., „Tehničko-gospodarski aspekti izgradnje malih hidroelektrana u tržišnim uvjetima“, Magistarski rad, FESB, Split, 2009., str. 95.

<sup>40</sup> Pačavar, S., op.cit., str. 96.

telekomunikacijskih i drugih veza, prikupljanje podataka o uvjetima za projektiranje (prostorno uređenje, ekologija, vodoprivreda, komunikacije, vojna, zaštita na radu, itd.), priprema, istražni radovi.

- Analiza tehno-ekonomske opravdanosti, feasibility studija. Pred-feasibility studija (pred-investicijska studija): ova studija bi, između ostalog, obuhvaćala idejno rješenje, grubu ocjenu vrijednosti investicije, moguće izvore financiranja, grubu ocjenu rokova izgradnje, analizu tržišta, analizu tehničko-tehnoloških rješenja i slično.
- Izrada pratećih studija i/ili elaborata, koji se razlikuju u ovisnosti o vrsti objekta, a kojim bi se stručno elaborirao npr. utjecaj na okolinu, klimatski utjecaj, utjecaj na nizvodne/uzvodne vodotoke, eventualno spomenike kulture, seizmološki utjecaj, utjecaj plavnog vala, utjecaj otpadnih voda, itd.
- Feasibility studija (studija izvodljivosti), počinje s izradom po prihvaćanju pred-feasibility studije (ako je bude). Studija izvodljivosti je osnovni tehno-ekonomski dokument kojim se detaljno analiziraju uvjeti i opravdanost izgradnje, tehnologija, izbor opreme, detaljna analiza lokacije, analiza uvjeta za izgradnju, analiza kadrova, vrijednost investicionih ulaganja i struktura po izvorima i namjenama, dinamički plan izgradnje itd. Na osnovama ove studije se, nakon potvrde opravdanosti izgradnje i revizije koju vrši ekspertni-neovisni tim, pristupa donošenju investicijske odluke.
- Donošenje investicijske odluke slijedi ako rezultati studije, potvrđeni od strane revizije, dokažu tehno-ekonomsku opravdanost, odnosno izvodljivost projekta.
- Financijsko zatvaranje. Utvrđivanje izvora financiranja i sklapanje kreditnih i drugih financijskih ugovora.

Ne treba zaboraviti da studije predstavljaju grube smjernice za buduće radove te tako postaju sredstvo zaštite ulaganja u projekt male hidroelektrane. Prema tome one trebaju biti u razumnim proporcijama da ne bi same postale rizična investicija. Ukoliko studije značajno povećaju početna ulaganja mogu dovesti do apsurdne situacije da cijena studija ugrozi ekonomsku prihvatljivost cijelog projekta. Dakle, početne studije odnosno njihovu cijenu treba vezati za visinu ukupnih ulaganja.

Cijena investicije instaliranog kW u malim hidroelektranama se kreće u velikom rasponu. Takav raspon cijene je posljedica velikog broja različitih ulaznih parametara (pristupni put, priključno

mjesto, upravljanje na daljinu i sl.). Kao što je već rečeno, vrijednost početne investicije je u direktnoj ovisnosti o instaliranoj snazi male hidroelektrane te se može nešto preciznije razvrstati na slijedeći način:<sup>41</sup>

- Mikro hidroelektrane, snage do 100kW i specifične cijene između 1250 i 2500€/kW (granična isplativost).
- Mini hidroelektrane, snage od 100kW do 500kW i specifične cijene između 500 i 1250€/kW (dobra isplativost).
- Male hidroelektrane, snage od 500kW do 10MW i specifične cijene između 250 i 625€/kW (visoka isplativost).

Po trenutnim pokazateljima ukupna investicija se može otprilike razvrstati na slijedeći način:

- Troškovi pripremnih i građevinskih radova (40-70%), u ovisnosti o tipu male hidroelektrane, (npr. izgradnja brane iziskuje znatna sredstva)
- Troškovi nabavke i ugradnje elektromehaničke opreme iznose oko (20-40%),
- Troškovi tehničke dokumentacije, kamata, ispitivanja terena iznose oko (5-10 %),
- Troškovi hidro-mehaničke opreme iznose oko (1-2%),
- Troškovi priključka na EES iznose (15-20%).

Općenito, možemo sažeti odnosno nabrojiti sve osnovne aktivnosti u koje je potrebno investirati, a to je ujedno i put od ideje do male hidroelektrane.

Pojednostavljeni postupak izgradnje male hidroelektrane:<sup>42</sup>

- ideja o izgradnji,
- odabir lokacije,
- izrada studije izvodljivosti,
- dobivanje prava na raspolaganje zemljištem i vodom,

---

<sup>41</sup> Pačavar, S., op.cit., str. 98.

<sup>42</sup> Pačavar, S., op.cit., str. 99.



- pribavljanje potrebnih suglasnosti, koje su propisane zakonima o gradnji,
- pribavljanje prethodne elektroenergetske suglasnosti,
- pribavljanje lokacijske dozvole,
- potpisivanje ugovora o koncesiji,
- pribavljanje dozvole za gradnju,
- pribavljanje elektroenergetske suglasnosti za priključenje na EES,
- potpisivanje ugovora o priključenju,
- izvođenje građevinskih radova i ugradnja opreme,
- izvođenje tehničkog pregleda i puštanje u probni rad,
- pribavljanje uporabne dozvole,
- pribavljanje vodoprivredne dozvole i drugih dozvola propisanih zakonima o gradnji,
- puštanje postrojenja u rad.

Svaka od nabrojanih stavki može varirati ovisno o stvarnom stanju na terenu (npr. visina kamatne stope, cijena koncesije, položaj lokacije, tipa elektrane, načina i vrste gradnje brane, cjevovoda i sl.) ali su ipak prethodne brojke odraz stvarnog stanja na terenu odnosno dobivene su tehn-ekonomskom analizom na većem broju već izgrađenih malih hidroelektrana. Isto tako, brzina povrata uloženi sredstava ovisi o uloženoj investiciji, proizvodnji kWh energije, o otkupnoj cijeni energije, te o povoljnosti kreditnog aranžmana, te na neki način i „sreći“, odnosno o kvaliteti hidroloških prilika.

Dalje, visinu početne investicije može bitno povećati administrativni put koji je u RH izuzetno skup i zamoran. Troškovi administracije u koje spadaju, izrada projektne dokumentacije, prethodna energetska suglasnost, lokacijska, građevinska, okolišna dozvola, mogu doseći visoku vrijednost u odnosu na početnu cijenu investicije. Uglavnom je potrebno pribaviti svu spomenutu dokumentaciju bez obzira o kojoj instaliranoj snazi je riječ. Tako se praktički nameće zaključak da visina postotnog iznosa sredstava potrebnih za pribavljanje dokumentacije u odnosu na početnu investiciju direktno ovisi o instaliranoj snazi. Posebno za hidroelektrane snage do 50 kW

cijena dokumentacije i općenito administracije je previsoka u odnosu na investicijske troškove. Kao potvrdu dovoljno je navesti podatak da je potrebno uraditi oko 20 različitih elaborata za isto toliko institucija, te platiti rad članova povjerenstva za svaku instituciju kako bi ista dala pozitivnu ocjenu na elaborat što je samo uvjet za dobivanje lokacijske dozvole.

Kako bi se smanjila nerealna visina ovih sredstava za hidroelektrane snage do 50 kW, potrebno je da državna tijela prepoznaju i „razvrstaju“ na neki način hidroelektrane po snazi, tako da se omogući da je malim hidroelektranama snage do 50 kW skraćen i samim tim jeftiniji administrativni put. Trenutačno je jedini mogući način smanjenja početnih investicijskih troškova za hidroelektrane manjih instaliranih snaga primjena nekonvencionalnih tehnoloških metoda. Potencijalni investitori u želji da smanje početne troškove za male hidroelektrane manje snage uglavnom pribjegavaju samostalnim rješenjima koja idu čak do te mjere da se neki jednostavniji dijelovi izrađuju u osobnoj režiji u kućnim strojarskim radionicama.

Međutim, investiranje u malu hidroelektranu kada se uzmu u obzir preporuke Europske unije, te siguran rast i garantiran plasman električne energije može biti i te kako unosan posao. Zaštita prirodnog okoliša će u skorije vrijeme prisiliti državna tijela u RH da različitim subvencijama te stimulativnom otkupnom cijenom energije omoguće komotnije ulaganje potencijalnih investitora u male hidroelektrane. I pored svih problema od kojih je najveći visoka cijena kW instalirane snage male hidroelektrane imaju svoju budućnost i proces njihove intenzivne gradnje u RH je neminovan. Samo je pitanje vremena kada će taj trenutno „stidljivi“ proces doživjeti svoj puni zamah. U RH već postoji nekoliko respektabilnih poduzeća koja grade male hidroelektrane tako da RH može proces izgradnje velikog broja malih hidroelektrana u RH dočekati spremno. Dosadašnja iskustva investitora pokazuju da investiranje u malu hidroelektranu sigurno vraća uložena sredstva, samo je praktički otvoreno pitanje u kojem vremenskom intervalu.

Tehno-ekonomska analiza je i nužan dio svakog projekta male hidroelektrane, a često se postavlja i kao jedan od uvjeta prilikom ugovaranja kreditnog aranžmana, kao potvrda bankama za sigurnost povrata uloženi odnosno kreditiranih sredstava. Tehno-ekonomsku analizu treba uraditi već u početnim fazama projekta, prilikom izrade studije izvodljivosti, jer ekonomska opravdanost projekta je svakako najrelevantniji čimbenik u ocjeni ukupne opravdanosti projekta. Nakon izgradnje i puštanja u pogon male hidroelektrane radi se ponovna tehno-ekonomska analiza kako bi se potvrdili rezultati početne tehno-ekonomske analize. Često se postupak analize ponavlja više puta kako bi se izabralo optimalno rješenje u postupku projektiranja male hidroelektrane (izbor instalirane snage, mogućnost automatizacije, cjevovod, mogućnost akumulacije itd.).

Kada je riječ o privatnom kapitalu, ekonomska dobit je sigurno daleko najvažnija stavka od koje počinje čitav projekt, tako da tehno-ekonomska analiza predstavlja, u slučaju privatnog kapitala, osnovu cijelog projekta. Ukoliko tehno-ekonomska analiza ne pokaže zadovoljavajuće rezultate projekt se odbacuje. Ipak, kada je investitor u male hidroelektrane neko od državnih poduzeća (uglavnom elektroprivredna poduzeća), tehno-ekonomska analiza se promatra sa nešto drugačijeg stajališta, iako je i u tom slučaju tehno-ekonomska analiza osnova projekta. Izgradnjom male hidroelektrane se postiže elektrifikacija udaljenih naselja, popravljaju naponske prilike u udaljenijim točkama mreže, smanjuje uvoz energije, itd. tako da poduzeća koja su još uvijek u državnom vlasništvu, kao što su elektroprivredna poduzeća, u izgradnji male hidroelektrane vide i mnoge druge prednosti za razliku od privatnog kapitala osim same ekonomske dobiti.

Tehno-ekonomska analiza podrazumijeva uglavnom slijedeće osnovne korake:<sup>43</sup>

- sagledavanje tehničkih parametara (instalirana snaga, automatizacija i sl.) male hidroelektrane,
- procjena moguće godišnje proizvodnje energije uzimajući u obzir tehničke parametre male hidroelektrane kao i veličine koje određuju vodotok (protok, pad, i sl.),
- sagledavanje izvora odnosno načina financiranja,
- procjena mogućih zastoja u proizvodnji koji umanjuju vrijednost procijenjene moguće godišnje proizvodnje,
- procjena troškova izgradnje male hidroelektrane,
- procjena troškova vlastite potrošnje,
- proračun ekonomske dobiti bazirane na otkupnoj cijeni električne energije za jednogodišnji te višegodišnji period,
- proračun odnosno procjena troškova proizvodnje, amortizacije, kreditnog aranžmana, diskontnog faktora (umanjenja vrijednosti novca) i sl.,
- usporedba troškova investicije i proizvodnje sa ekonomskom dobiti,
- procjena odnosno proračun vremena potrebnog za vraćanje uložених sredstava,

---

<sup>43</sup> Pačavar, S., op.cit., str. 101.

- procjena odnosno proračun moguće ekonomske dobiti,
- ukupna ocjena opravdanosti investicije.

Konačna odluka investitora o ulaganju u malu hidroelektranu može se dakle donijeti tek nakon uvida u rezultate tehno-ekonomske analize. Općenito, investiranje u male hidroelektrane je trenutno i pored svih poteškoća vrlo atraktivan i unosan posao. Ipak, prije donošenja konačne odluke o investiciji potrebno je pažljivo razmotriti sve aspekte takve odluke.

Potencijalne dvojbe o investiranju se mogu otkloniti samo racionalnim pristupom, odnosno rezultatima detaljne analize, koji trebaju otkloniti svaku sumnju u ispravnost konačne odluke. Pri tome, treba naglasiti da velike raznolikosti u karakteristikama vodotoka, te razna kolebanja državne politike u smislu problematike malih hidroelektrana svaki pojedini slučaj male hidroelektrane čine specifičnim, tako da ne postoji ništa izuzev studiozne analize svakog pojedinog slučaja kojim bi se mogla otkloniti dvojba o investiranju.

S financijskog stajališta hidroelektrane se razlikuju od ostalih izvora električne energije budući da ih karakteriziraju visoke početne specifične investicije (po kW instalirane snage) te niski pogonski troškovi jer izostaju izdaci za pogonsko gorivo.

Financijska analiza se svodi na usporedbu troškova i koristi koja se ostvaruje gradnjom male hidroelektrane. Budući da se dio troškova te veliki udio koristi ostvaruje kroz buduće vremensko razdoblje, financijskoj analizi potrebno je pridijeliti vremensku dimenziju. U tom kontekstu, potrebno je definirati prag planiranja, odnosno konačno vremensko razdoblje unutar kojega se provodi financijska analiza. To vremensko razdoblje u pravilu je određeno životnim vijekom male hidroelektrane pa se financijska analiza uobičajeno provodi za vremensko razdoblje od 30 godina.

Kako bi se sva korist i troškovi, oni koji nastaju pri gradnje elektrane i oni koji nastaju u nekom budućem razdoblju, mogli vrednovati, potrebno ih je upošljavanjem odgovarajuće metode aktualizirati, odnosno svesti na današnju, aktualnu vrijednost. Na taj se način novcu, bez obzira na vrijeme priljeva ili odljeva, pridaje ista dimenzija pa sva korist i troškovi postaju međusobno mjerljivi.

Osim toga, budući da korist od male hidroelektrane može biti i indirektna, potrebno je uspostaviti određeni sustav vrijednosti u kojem će i ta korist za potrebe analize postati mjerljiva.

Potreba za financijskom analizom može se pojaviti u različitim fazama analize i izvedbe projekta.

Tako se već u fazi određivanja optimalne veličine gradnje male hidroelektrane financijska analiza može pokazati korisnom. Nakon definiranja lokacije male hidroelektrane i ulaznih energetske parametara, financijskom analizom se, usporedbom tehnički valjanih varijantnih rješenja, određuje optimalna shema male hidroelektrane. I na kraju, podatak izuzetno važan za svakoga investitora, isplativost projekta male hidroelektrane rezultat je financijske analize na osnovi kojeg se donosi odluka o njenoj gradnji.

Kako bi se bilo kakva financijska analiza mogla provesti, potrebno je prethodno razraditi preliminarni dizajn male hidroelektrane koji će uključiti, u financijskom smislu, barem one ključne elemente sheme male hidroelektrane. Na osnovi takve sheme moguće je odrediti okvirne cijene opreme i materijala te procjenu ukupne cijene male hidroelektrane. Ovako određena cijena samo je orijentacijska, ali zadovoljavajuća u svrhu početnih financijskih analiza isplativosti projekta. Stvarna cijena odredit će se nakon projektiranja i prikupljanja točnih i detaljnih podataka.

Na troškove male hidroelektrane primarni utjecaj imaju instalirana snaga elektrane i raspoloživi geodetski pad. Cijena male hidroelektrane također zavisi od odnosa pada i protoka. Za veći pad, pri jednakoj instaliranoj snazi, cijena je manja jer su potrebne dimenzije odgovarajuće opreme manje, a time i njena cijena.

Veličina elektrane utjecajan je parametar koji ima utjecaj na jediničnu cijenu elektrane i to na način da su specifični investicijski troškovi (po kW instalirane snage) veći za male hidroelektrane. Specifične investicije za male hidroelektrane su za oko 25% više nego u slučaju velikih hidroelektrana, a mogu doseći i tri puta veće vrijednosti. U slučaju malih hidroelektrana međutim godišnji troškovi su znatno manji od istovjetnih troškova za velike hidroelektrane.

Za razliku od drugih energetske izvora, troškovi male hidroelektrane uvelike su određeni lokacijskim uvjetima. Tako lokacijski uvjeti određuju oko 75% cijene male hidroelektrane i čine takozvane varijabilne troškove. Samo je oko 25% cijene relativno fiksno.<sup>44</sup>

Pri realizaciji projekta male hidroelektrane, a u svrhu reduciranja troškova, potrebno je nastojati postići što niže administrativne troškove te koristiti u najvećoj mjeri lokalnu radnu snagu kao i lokalno nabavljive materijale za gradnju. Ovakvim pristupom postižu se uštede za transport materijala i opreme, ali i uštede kod troškova za radnu snagu. Također je potrebno izbjegavati skupe i, u kontekstu malih hidroelektrana, često puta nepotrebne tehničke ekspertize i nadzore.

---

<sup>44</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 117.

Cijena projekta male hidroelektrane uključuje investicijske te godišnje troškove. S druge strane, prihodi se sastoje od takozvanih direktnih, koji se ostvaruju prodajom električne energije, te indirektnih.

Investicijski troškovi se mogu podijeliti na:<sup>45</sup>

- troškove pripremnih i građevinskih radova,
- troškove hidromehaničke opreme,
- troškove elektrostrojarske opreme,
- troškove povezivanja s mrežom,
- ostale i nepredviđene troškove (otkupi, naknade i odštete, studije, projekt, nadzor i dr.).

Godišnji troškovi se sastoje od:

- troškova pogona i održavanja,
- troškova amortizacije,
- troškova kapitala,
- troškova poreza na dobit.

Količine građevinskog materijala i radova za neke dijelove postrojenja mogu se grubo odrediti u relaciji prema instaliranom protoku. Ponekad je međutim, posebice ako je riječ o postrojenju s akumulacijom gdje je potrebna količina građevinskog materijala uvelike ovisna o topografiji terena, potrebno objekte razmatrati pojedinačno, čak i prilikom grube procjene građevinskih troškova.

Ulazna građevina obuhvaća niski preljevni prag, ulazni uređaj, rešetku, taložnicu, kanal za ispiranje te pripadne zatvarače. Zavisno o tipu zahvata, dimenzije ovih komponenata se mogu postaviti u funkcijsku ovisnost o protoku. Iz te ovisnosti je moguće odrediti troškove za svaki pojedini tip. Dovodni kanal, odnosno volumen iskopa i nasipa te površinu obloge također je moguće postaviti u relaciju prema protoku na osnovi koje je moguće odrediti troškove za svaki pojedini dovodni kanal. Količina materijala i radova za tlačni cjevovod funkcija su debljine

stjenke, promjera i dužine cjevovoda. Volumen temelja strojarnice, kao i tlocrtna površina može se kod malih hidroelektrana prikazati u funkciji tipa i linearnih dimenzija turbine (promjer rotora).

Udio građevinskih troškova u ukupnim investicijama iznosi od 40% do 70%.<sup>46</sup> Kako je uočljivo, najveći udio investicije, u pravilu, otpada upravo na građevinske radove. Stoga je jasno da je, naravno kada je to moguće, male hidroelektrane potrebno graditi u kombinaciji s drugim gospodarskim objektima koji zahtijevaju slične građevinske preduvjete poput objekata za zaštitu od poplava, za navodnjavanje, za vodoopskrbu naselja i slične. Na taj se način, korištenjem zajedničke infrastrukture za više djelatnosti, mogu podijeliti investicije te uvelike smanjiti potrebne investicije za malu hidroelektranu.

Troškovi pripremnih radova određuju se u postotnom udjelu građevinskih radova.

Troškovi hidromehaničke opreme mogu se postaviti kao funkcijska ovisnost o instaliranom protoku i kreću se u rasponu od 1% do 2% u ukupnim investicijama.<sup>47</sup>

Troškovi elektrostrojarske opreme zavisni su o primijenjenom tipu agregata, načinu njegove ugradnje, primijenjenim turbinskim i naponskim regulacijama, načinu prijenosa električne energije (kabel ili dalekovod), o udaljenosti elektrane i potrošača, pomoćnim napajanjima, transportnim troškovima, odnosno potrebi za izgradnjom prilaznih putova itd..

Pri tome se cijena određene opreme i usluga može smatrati fiksnom poput cijene za sustav upravljanja, mjerenja, sinkronizacije, zaštite, regulacije turbine i generatora zajedno s pripadajućim ormarima, cijene za razvode i izvore pomoćnog napajanja te za projektiranje. S druge strane, troškovi za turbinu, generator, transformator te njihovu neposrednu prateću opremu su promjenjivi.

Naime, cijena tih komponenata često nije dostupna na tržištu, već je određena na osnovi drugih parametara poput strateškog interesa proizvođača opreme, broja naručenih jedinica i drugih. Vrlo utjecajan čimbenik na cijenu elektrostrojarskog dijela male hidroelektrane je multiplikator brzine vrtnje čiju ugradnju treba izbjegavati jer ima znatan utjecaj na cijenu elektrostrojarskog dijela elektrane, na gubitke te troškove održavanja koje iziskuje.

Troškovi elektrostrojarske opreme iznose od 20% do 40% ukupnih investicija male hidroelektrane.<sup>48</sup>

---

<sup>45</sup> Ibidem

<sup>46</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 119.

<sup>47</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 121.

<sup>48</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 121.

Prilikom razmatranja cijene male hidroelektrane posebnu pozornost valja usmjeriti na troškove za priključni vod na mrežu, odnosno troškove za svu opremu i radove koje je potrebno izvesti kako bi se omogućilo to priključenje. Troškovi izgradnje priključka na elektroenergetsku mrežu variraju i mogu iznositi do 20% ukupne investicije. Ovisi o naponskoj razini, snazi male hidroelektrane, geografskim uvjetima te duljini priključnog voda.

Procjenjuje se da ostali troškovi (otkupi, naknade i odštete, studije, projekt i nadzor) čine 5% do 10% od iznosa ukupne investicije.<sup>49</sup>

Nepredviđeni troškovi određuju se kao postotna vrijednost građevinskih troškova.

Pogonske troškove čine mazivo, troškovi za plaće osoblja, utrošak vlastite potrošnje, različita redovna davanja, gorivo za diesel agregat (ukoliko je instaliran) i drugi, dok troškove održavanja čine popravci, troškovi obnove, tehnička promatranja itd..

Amortizacija predstavlja glavni dio godišnjih troškova. Opis dugotrajne imovine utvrđen je linearnom metodom otpisa materijalne i nematerijalne imovine primjenom godišnjih amortizacijskih stopa i to 4% za građevine, 5% za opremu i 20% za nematerijalna ulaganja.<sup>50</sup>

Troškovi kapitala sagledavaju se kroz redovne anuitete za otplatu kredita kojima se ostvaruje investicija male hidroelektrane.

Valja spomenuti i naknade. Kada je riječ o naknadama vezanim uz pogon hidroelektrana, misli se na slijedeće:<sup>51</sup>

- naknada za korištenje prostora (iznad 500kW instalirane snage),
- naknada za korištenje voda,
- slivna vodna naknada,
- naknada za zaštitu voda,
- koncesijska naknada za korištenje voda i javnog vodnog dobra,
- komunalna naknada,

---

<sup>49</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 124.

<sup>50</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 125.

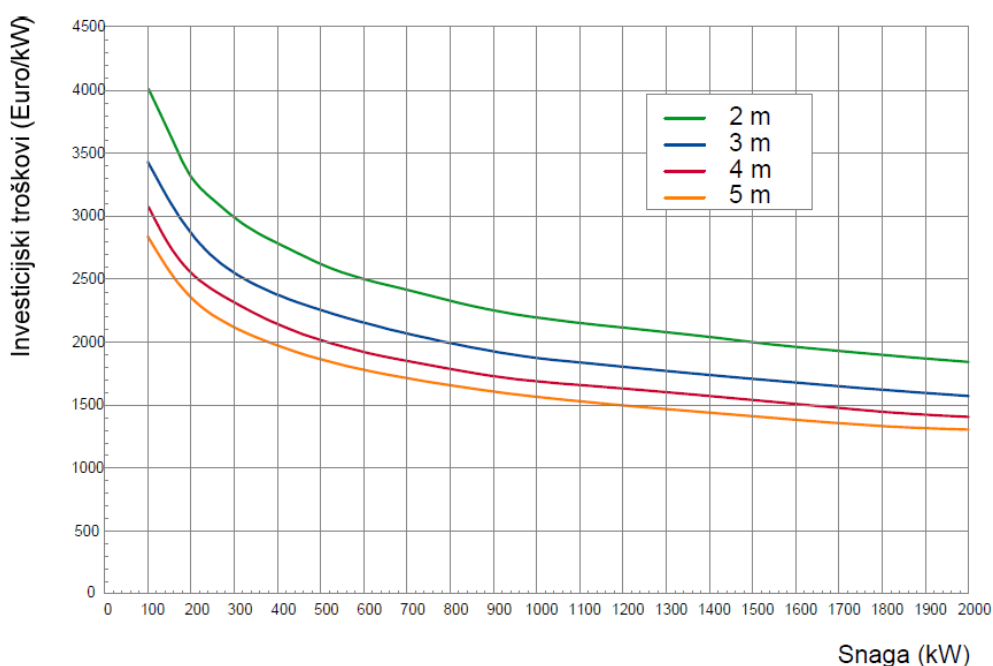


- naknada za korištenje pomorskog dobra.

Vrijednost ukupne investicije određene na osnovu prosjeka investicija određenih na razini studijskih analiza malih hidroelektrana za lokalitete na području Republike Hrvatske iznosi:<sup>52</sup>

- 100kW instalirana snaga, prosječna vrijednost investicije je 600.000 US\$,
- 500kW instalirana snaga, prosječna vrijednost investicije je 2.400 000 US\$,
- 1500kW instalirana snaga, prosječna vrijednost investicije je 4.350 000 US\$,
- 3000kW instalirana snaga, prosječna vrijednost investicije je 4.800 000 US\$.

*Slika 13: Specifični investicijski troškovi zavisno o snazi male hidroelektrane i padu*



Izvor: Tomšić, I., „Značaj i uloga malih hidroelektrana u elektroenergetskom sustavu“, Magistarski rad, FER, Zagreb, 2009., str.127.

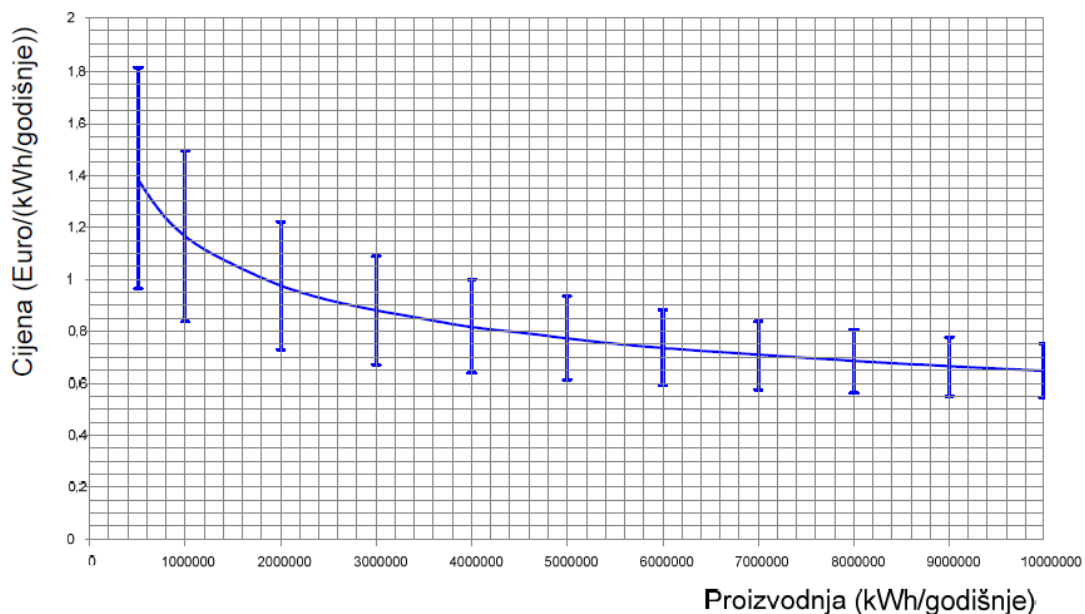
Cijena male hidroelektrane kreće se u rasponu od 2500 do 3000 američkih dolara po instaliranom kW za veće snage, dok za one manje (manje od 500kW) doseže rekordnih 10000 američkih dolara po instaliranom kW.<sup>53</sup> Na slici 13. prikazana je ovisnost specifičnih investicijskih troškova o snazi male hidroelektrane.

<sup>51</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 125.

<sup>52</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 126.

<sup>53</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 127.

Slika 14: Ovisnost specifičnih investicijskih troškova o godišnjoj proizvodnji male hidroelektrane



Izvor: Tomšić, I., „Značaj i uloga malih hidroelektrana u elektroenergetskom sustavu“, Magistarski rad, FER, Zagreb, 2009., str. 128.

Gornji graf prikazuje investicijske troškove izražene u eurima po kWh godišnje. Ta proizvodnja približno odgovara (uz pretpostavku 5000 sati rada kroz godinu) instaliranoj snazi od 100kW do 2MW.

Prethodno navedene vrijednosti predstavljaju samo orijentacijske pokazatelje određene na temelju statističkih obrada u svijetu i u nas. Te vrijednosti nikako ne mogu poslužiti kao vrijednosti s kojima se može ući u neka ozbiljnija razmatranja male hidroelektrane.

### 3.4.3. Usporedba troškova proizvodnje malih hidroelektrana s troškovima proizvodnje vjetroelektrana

Proizvodni trošak je s privatnog stajališta jedini trošak koji stvarno snosi proizvođač, dok s javnog stajališta tom trošku treba dodati i onaj vanjski kao posljedicu utjecaja proizvodnje na okoliš i ljudsko zdravlje. Svaka tehnologija proizvodnje ima svoje specifične elemente troškova. Bez obzira na specifičnosti, elementi troškova svake od njih mogu se razvrstati u nekoliko skupina zajedničkih za sve tehnologije.

Proizvodni trošak, definiran kao trošak energije unesene u mrežu od strane jednog postrojenja ili parka postrojenja, na koncu će definirati dominantna skupina troškova. Analizu proizvodnih troškova moguće je provesti kao bilancu ili kao predračun, kako s privatnog tako i s javnog

stajališta.<sup>54</sup>

Glavni potrebni elementi za izradu konstrukcije prognoze troškova proizvodnje sažeti su u tablici 1.

**Tablica 1: Elementi potrebni za procjenu različitih vrsta troškova proizvodnje električne energije**

	Bilančni ili računovodstveni troškovi (godina n)	Predviđeni troškovi	
		Privatno stajalište	Javno stajalište
Investicije	Amortizacija + izdvajanja za neškodljivo zbrinjavanje	Terminski plan ulaganja sve do neškodljivog zbrinjavanja	Terminski plan ulaganja sve do neškodljivog zbrinjavanja
Pogon	Pogonski troškovi (bez goriva)	Pogonski troškovi	Pogonski troškovi
Gorivo	Nabava + izdvajanja (za nuklearno gorivo)	Terminski plan troškova za gorivo (uključujući zbrinjavanje otpada)	Terminski plan troškova za gorivo (uključujući zbrinjavanje otpada)
Financijski troškovi	Ako se mogu iskazati (vlastita sredstva ili bankovna sredstva)	Financiranje i osiguranje	Stopa aktualizacije
Porezi	Takse, porez na dobit	Takse	Takse
Istraživanje i razvoj (I&R)	Specifično iskazani I&R	Vlastiti I&R iskazan u projektu	Globalni I&R (uključujući i javni I&R)
Nezgode	Premija osiguranja	Premija osiguranja	Očekivani trošak nezgode
Vanjski čimbenici	Ako ima davanja (takse na emisije) ili dobit (poticaji)	Terminski plan davanja ili dobiti	Terminski plan vanjskih troškova/dobiti

Izvor: Višković, A., „Usporedba troškova proizvodnje električne energije“, Tehnički fakultet, Rijeka, 2010., str. 9.

Bilančni troškovi se temelje na podacima prikupljenim za određeno vremensko razdoblje (najčešće godinu dana) i mogu poslužiti kao dobar izvor informacija o gubicima proizvodnog poduzeća ili za utvrđivanje onih područja unutar kojih je učinkovitost još uvijek moguće poboljšati te za definiranje cjenovnih politika.

Za razliku od bilančnih, informacije dobivene temeljem predračuna služe i kao polazna osnova za utvrđivanje budućih troškova proizvodnje.

Glavni parametri o kojima ovisi aktualizirani trošak kWh proizvedenog u malim hidroelektranama i vjetroelektranama su cijena postrojenja, prosječni godišnji broj sati rada i investicijski trošak po jedinici snage. Od dosadašnjih poteškoća koje u proračunima stvaraju parametri koje je teško predvidjeti i procijeniti (cijena goriva kod konvencionalnih tehnologija) nisu oslobođene niti ove tehnologije.

<sup>54</sup> Višković, A., „Usporedba troškova proizvodnje električne energije“, Tehnički fakultet, Rijeka, 2010., str. 9.

Godišnji broj sati rada, točnije srednja produktivnost postrojenja (ekvivalentni broj sati rada tijekom godine) ovisi o prirodnim uvjetima koji variraju iz godine u godinu i, kao i troškovi postrojenja, od lokacije do lokacije.

Za proračun cijene kWh uzima se stopa aktualizacije od 10%, za analizu osjetljivosti stope od 8% i 12% (za optimistički pesimistički scenarij), za cijenu postrojenja uzimaju su podaci postrojenja izgrađenih tijekom posljednje dvije godine. Za životni vijek postrojenja uzima se vrijednost 20 godina (za hidroelektrane 30 godina za elektrostrojarsku opremu, odnosno 60 godina za građevinske objekte).

Za procjenu proizvodnih troškova u vjetroelektranama uzimaju su investicijski troškovi od 100 do 250 c€/kW i ekvivalentno vrijeme trajanja proizvodnje pri nazivnoj snazi od 2000 do 2300 sati. Za brzinu vjetra uzimaju se vrijednosti od 5 do 6,5 m/s. Pogonski troškovi održavanja iznose od 2 do 3,5 posto od ukupnih investicijskih troškova. Na temelju ovih referentnih uvjeta izračunata cijena proizvedene energije iznosi od 5,25 do 10,50 c€/kWh, odnosno prosječno 7,5 c€/kWh.

Relativno nizak proizvodni trošak (predviđa se da će se kretati prosječno oko 7,5 c€/kWh) ako se usporedi sa ostalim nekonvencionalnim tehnologijama proizvodnje, jednostavnost instalacije, visina ukupne investicije i brzina puštanja u pogon te zakonodavni okvir kojim se jamči otkupna cijena i otkup dijela proizvedene energije doveli su do velikog zanimanja investitora.<sup>55</sup>

Od elemenata koja najviše utječu na proizvodnu cijenu kWh, kod hidroelektrana je promjenjivost investicijskih troškova najnaglašenija i mijenja se od lokacije do lokacije. Za investiciju od 1500-2500 €/kW s periodom amortizacije od 60 godina za 53 posto (građevinski objekti) i 30 godina za elektrostrojarsku opremu te prosječan broj radnih sati godišnje od 3700 dobiveni su troškovi proizvodnje od 4,25 do 10,00 c€/kWh (6,75 c€/kWh). Operativni troškovi čine oko 2-3 posto od cijene investicije. Rasponi ušteda, ovisno od lokacije do lokacije su veliki, isto kao i znatna prekoračenja gornje granice od 10,00 c€/kWh. Viša cijena može se opravdati višedimenzionalnim prednostima malih hidroelektrana u energetsom sustavu, posebice ukoliko se radi o mogućnosti izgradnje male hidroelektrane u rubnim područjima elektrodistribucijske mreže.<sup>56</sup>

Usporedbu troškova proizvodnje malih hidroelektrana s troškovima proizvodnje vjetroelektrana može se vidjeti u tablicama 2. i 3.

---

<sup>55</sup> Višković, A., op.cit., str. 38.

<sup>56</sup> Višković, A., op.cit., str. 39.

**Tablica 2: Procjena proizvodnih troškova električne energije**

Tip postrojenja i gorivo	Donja granica	Osnovni referentni trošak	Gornja granica
Mala hidroelektrana	3,25	6,75	10,0
Vjetroelektrana	5,25	7,5	10,5

Izvor: Višković, A., „Usporedba troškova proizvodnje električne energije“, Tehnički fakultet, Rijeka, 2010., str. 53.

**Tablica 3: Procjena troškova proizvodnje električne energije (c€/kWh)**

Tip postrojenja i gorivo	Industrijski troškovi	Vanjski troškovi (c€/kWh)	Ukupni troškovi (c€/kWh)
Mala hidroelektrana	6,75	0,25	7,0
Vjetroelektrana	7,5	0,15	7,65

Izvor: Višković, A., „Usporedba troškova proizvodnje električne energije“, Tehnički fakultet, Rijeka, 2010., str. 54.

### **3.5. Ekološke karakteristike malih hidroelektrana i njihov utjecaj na okoliš**

Ekosustav tekućih voda temeljen je na periodičkim izmjenama razine vode, prijenosu sedimenata i organskih tvari te temperaturnim promjenama kroz izmjene godišnjih doba. Upravo ti prirodni ciklički procesi predstavljaju pokretač dinamike razvoja biljnog i životinjskog svijeta vezanog za vodu. Izgradnjom hidroelektrane ti se parametri mijenjaju, što za određeni ekosustav nema uvijek nužno loše posljedice, ali se utjecaj izgradnje malih hidroelektrana svakako treba analizirati. Pri tome valja imati na umu da je utjecaj prilikom obnove, odnosno proširenja postojećih objekata, manji nego pri izgradnji novih postrojenja. Razlog tome je prvenstveno taj što se djelomično zadržavaju postojeći, već izgrađeni objekti. Osim toga, u kontekstu utjecaja na okoliš, dobro je graditi višenamjenske objekte jer se na taj način relativni utjecaj svake od namjena na okoliš umanjuje.<sup>57</sup>

Male hidroelektrane, kao i velike, predstavljaju određenu intervenciju u prostoru. Male hidroelektrane u usporedbi s velikim znatno su prilagodljivije okolišu budući da dopuštaju primjenu prilagodljivijih tehničkih rješenja. Unatoč tome, problemi uklapanja male hidroelektrane u okoliš svakako postoje, posebice u današnjim uvjetima kada se postavljaju sve viši standardi u smislu zaštite okoliša.

<sup>57</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 106.

Kada se razmatra utjecaj malih hidroelektrana na okoliš, veliki problem nastaje pri vrednovanju utjecaja na okoliš, što je posebice izraženo u slučaju takozvanih neizravnih utjecaja (poremećaji u prirodnim režimima promjena podzemnih i površinskih voda, promjene kvalitete voda te utjecaj na biljni i životinjski svijet). Te je utjecaje nemoguće kvantificirati pa često dolazi do razilaženja u mišljenjima pri njihovu razmatranju. Međutim, najveći problem ne predstavlja utvrđivanje utjecaja, već odluka o primjeni primjerenih preventivnih mjera budući da za to ne postoje univerzalna i opće prihvaćena načela. Stoga je već u ranoj fazi projektiranja male hidroelektrane potrebno uspostaviti komunikaciju s mjerodavnim institucijama zaštite okoliša. Pri tome valja imati na umu da primjena određenih preventivnih mjera u smislu zaštite okoliša podrazumijeva znatna financijska sredstva pa i te izdatke valja obuhvatiti financijskom analizom projekta male hidroelektrane. Ukupna cijena svih mjera koje se primjenjuju u svrhu zaštite okoliša kreće se do 10%, pa čak i 20% ukupne investicije u osjetljivim područjima.<sup>58</sup>

Osim izvedbom, i načinom vođenja male hidroelektrane nepovoljni utjecaj na okoliš mogu se znatno umanjiti. Stoga je prije puštanja u pogon male hidroelektrane dobro propisati i njene okvire rada koji će biti uvjetovani i živim svijetom na koji elektrana ima utjecaj.

U nastavku rada predočena je analiza nepovoljnih, ali i povoljnih utjecaja male hidroelektrane na okoliš koji se trebaju razmotriti i na primjeren način vrednovati, kao i prikaz mjera za prevenciju nepovoljnih utjecaja na okoliš.

### **3.5.1. Nepovoljni utjecaji male hidroelektrane na okoliš**

Glavni problem u smislu utjecaja malih hidroelektrana na okoliš uzrokovan je preusmjerenjem dijela vodotoka iz svog prirodnog korita. To rezultira promjenama u zahvaćenom ekosustavu rijeke od ulaznog uređaja do mjesta ulijevanja iskorištenog toka u svoje prirodno korito. Osim toga, i populacija nizvodno od mjesta ponovnog ulijevanja u prirodno korito može biti ugrožena zbog naglih promjena protoka koje mogu biti posljedica periodičkih potreba elektroenergetskog sustava za ulaskom i izlaskom iz pogona male hidroelektrane. Nepovoljni utjecaj na riblju populaciju može biti tolikih razmjera da se u potpunosti gube vodena staništa ili da se staništa u tolikoj mjeri mijenjaju da postaju nepovoljna za život određenih biljnih i životinjskih vrsta.

Utjecaj malih hidroelektrana na okoliš uvelike je uvjetovan lokacijom te primijenjenom tehnologijom male hidroelektrane.

---

<sup>58</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 106.

Tako tehničko rješenje elektrane u visokim planinskim područjima obično sadrži preusmjerenje vode iz svog prirodnog korita pa se stvaraju preduvjeti za znatno veći utjecaj na okoliš od elektrana u nizinskim područjima. Primjeren odabir lokacije, ali i sagledavanje svih aspekata utjecaja na okoliš te u skladu s time i poduzimanje primjerenih zaštitnih mjera u smislu redukcije tih utjecaja, od presudne je važnosti.<sup>59</sup>

### **3.5.1.1. Utjecaj na okoliš u fazi izgradnje male hidroelektrane**

Tijekom izgradnje male hidroelektrane uobičajeno dolazi do rasipanja građevinskog materijala i prašine u vodu što kratkoročno može rezultirati taloženjem tog materijala i time odbijanjem vodenih vrsta te reduciranjem prirodne privlačnosti u smislu javnog korištenja primjerice u turističke svrhe. Osim toga, oprema koja se koristi prilikom izvođenja radova emitira određeno onečišćenje koje, iako relativno malo, može djelovati na živi svijet.

Kako je prikazano u prethodnim razmatranjima, male hidroelektrane su uglavnom protočnog tipa bez velikih akumulacija. Stoga su često i građevinski radovi širokih razmjera za izgradnju brane izbjegnuti, a time i utjecaj istih na okoliš. Međutim, ukoliko se grade akumulacije, utjecaj se ne razlikuje od onog nastalog izgradnjom brana za velike hidroelektrane. Očituje se gubitkom zemljišta u prvom redu, izgradnjom pristupne ceste, iskopnim radovima, miniranjem, ovisno o veličini brane ponekad i izgradnjom betonare. Mijenjaju se i fizikalno kemijski uvjeti: temperatura, količina kisika, akumulacija sedimenata, prijenos hranjivih tvari iz uzvodnog u nizvodni tok itd. Za razliku od velikih hidroelektrana koje svojom akumulacijom često negativno utječu na geološke i pedološke karakteristike zemljišta na kojem su izgrađene, taj je utjecaj, s obzirom na manje akumulacije, kod malih hidroelektrana umanjen.

Utjecaj ulaznog uređaja, otvorenog kanala, tlačnog cjevovoda, odvodnog kanala do sada je također istražen i poznat. Očituje se bukom koja ima utjecaj na životne navike životinja, opasnošću od erozije izazvanom gubitkom vegetacije kroz iskopne radove, zamućenošću vode itd. Kako bi se izbjegli ovi utjecaji, preporuča se obavljanje iskopnih radova u sezoni niskog vodostaja te što brže vraćanje iskopane zemlje na svoj izvorni položaj. Također je dobro, u smislu prevencije erozije, obnoviti vegetaciju na riječnim obalama i to autohtonim vrstama koje najbolje uspijevaju i najbolje se uklapaju u prirodni ambijent. Utjecaj radnika i njihovih životnih potreba i navika, u obično nenaseljenom području prirode, također valja razmotriti.<sup>60</sup>

---

<sup>59</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 107.

<sup>60</sup> Ibidem

### 3.5.1.2. Utjecaj na okoliš tijekom pogona male hidroelektrane

#### a) Zvučni utjecaj malih hidroelektrana na okoliš

Zvučni utjecaj male hidroelektrane na okoliš, odnosno dopuštena razina buke, ovisna je o položaju male hidroelektrane, odnosno o blizini naseljenih ili prirodno zaštićenih područja. Buka je uzrokovana radom sustava za čišćenje zaštitne rešetke, generatora, multiplikatora, turbine i transformatora. U najvećoj mjeri uzrokovana je radom agregata i multiplikatora. Primjenom suvremenih tehnologija razine buke se može reducirati do 70 dB unutar strojarnice te gotovo na nultu razinu izvan nje. Do sada primijenjene mjere u smislu redukcije razine buke sastoje se od:<sup>61</sup>

- primjene malih tolerancija prilikom proizvodnje multiplikatora,
- primjene zvučnih pokrova preko turbine,
- primjene sustava hlađenja generatora vodom umjesto zrakom,
- pažljivog projektiranja pomoćnih sustava,
- primjene zvučne izolacije zgrada (stropova i zidova), na primjer oblaganje staklenom vunom te primjenom gumenih elemenata pri montaži isporučenih gotovih betonskih i čeličnih elemenata kako bi se reducirala razina buke izvan strojarnice,
- isporuke turbine, multiplikatora i generatora u zajedničkom kućištu, zvučno izoliranom, itd.

#### b) Vizualni utjecaj malih hidroelektrana na okoliš

Problem vizualnog utjecaja male hidroelektrane na okoliš najviše dolazi do izražaja u dva ekstremna slučaja: kod lokacija gdje se male hidroelektrane suočavaju s do sada netaknutom prirodom (npr. u visokim planinama) te u urbanim područjima gdje utječu na životno okruženje lokalnog stanovništva koje je često vrlo osjetljivo na promjene u svom životnom okruženju. Svaka od struktura male hidroelektrane (preljevni prag, strojarnica, preljevno polje, tlačni cjevovod, ulazni uređaj, ispust, vod) može uzrokovati promjenu u krajobrazu u smislu promjene forme, linije, boje ili materijala. Najbolji način smanjenja vizualnog utjecaja strojarnice postiže se njenim ukapanjem. Takvo rješenje je skupo i često čini cijeli projekt male hidroelektrane neisplativim. Jeftiniji način sastoji se u korištenju lokalno dostupnih materijala, kamena, tla, vegetacije ili pak bojanjem u primjerene boje te korištenjem tekstura primjerenih krajobrazu.

---

<sup>61</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 108.



Tlačni cjevovod najčešće predstavlja najveći problem u kontekstu vizualnog utjecaja, ali i u smislu prepreke na putu divljih životinja. Uobičajeno je stoga, ukoliko se želi postići uklapanje u postojeći krajobraz, ukapanje tlačnog cjevovoda, iako ovo rješenje predstavlja ono skuplje te nepovoljnije u smislu održavanja. Upravo iz tog razloga, primjenom suvremenih metoda i tehnologija, razvijeni su ukopni tlačni cjevovodi koji gotovo uopće ne zahtijevaju održavanje nekoliko desetljeća, kao na primjer staklom ojačani plastični cjevovodi. Na taj način također se reducira i potreba za dilatacijskim spojnica i betonskim anker blokovima. Velika prednost ovako položenog tlačnog cjevovoda je ta što se originalno tlo iskopano za potrebe ukapanja tlačnog cjevovoda vraća na svoj prvotni položaj te se tako ne stvara prepreka na putu divljim životinjama.

Otvoreni kanal također može predstavljati prepreku pri slobodnom prolasku životinja. Kako bi se to izbjeglo, otvoreni kanali se u današnje vrijeme potpuno ukopavaju, ponekad i revegetiraju te kao takvi predstavljaju minimalni utjecaj na okoliš. Ukoliko se ne pokrivaju, preporuča se gradnja s pomoćnim strukturama kojima se omogućuje izlazak životinja koje upadaju u njih.

Pristup objektu katkad može imati znatan utjecaj na okoliš, posebice u vizualnom smislu. To se posebno odnosi na gradnju prilaznih cesta u dolinama strmih, ponekada slikovitih kanjonskih padina u kojima svaka, pa i pažljivo izgrađena cesta, predstavlja pejzažnu degradaciju.

Nadzemni vodovi koji se koriste kod priključka male hidroelektrane na elektroenergetsku mrežu također mogu imati negativan utjecaj na okoliš. Taj se utjecaj može ublažiti prilagodbom izvedbe stupova krajobrazu ili u ekstremnim slučajevima ukapanjem. Gotovo je pravilo da je upravo ono rješenje nadzemnog voda koje u ekonomskom i tehničkom smislu predstavlja optimalno rješenje najnepovoljnije u smislu utjecaja na okoliš. Stupovi se tako postavljaju na vrhove brda tvoreći vrlo dominantan element krajobraza, posebice u osjetljivim planinskim područjima. Pri sagledavanju utjecaja na okoliš valja razmotriti koliko je gradnja nadzemnog voda uvjetovana upravo gradnjom hidroelektrane, budući da se vod koji se gradi koristi i za napajanje udaljenih naseljenih područja.<sup>62</sup>

Može se zaključiti da se male hidroelektrane svojim dizajnom mogu u potpunosti uklopiti u krajobraz i time vizualno onečišćenje svesti na minimum. Opseg u tu svrhu primijenjenih mjera rezultat je kompromisa cijene i postignutog učinka.

---

<sup>62</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 109.

### c) Utjecaj malih hidroelektrana na živi svijet

Postoje brojna istraživanja kojima je cilj bio utvrditi utjecaj nadzemnih vodova na zdravlje ljudi. Do sada je utvrđen određen utjecaj elektromagnetskih polja visokonaponskih vodova na zdravlje, međutim visokonaponski vodovi se gotovo nikada ne koriste kod priključka malih hidroelektrana na elektroenergetsku mrežu. Na osnovi prikazanih, često kontradiktornih rezultata brojnih istraživanja ne može se donijeti konačni zaključak o utjecaju nadzemnih vodova koji se primjenjuju kod malih hidroelektrana na zdravlje ljudi.<sup>63</sup>

Na biljni i životinjski svijet poseban utjecaj imaju male hidroelektrane koje koriste akumulaciju i rade u vršnim opterećenjima elektroenergetskog sustava. Kod takvih shema, za vrijeme manjih potreba za električnom energijom, budući da nizvodni protok uvelike pada, javlja se problem za ribe koje tamo obitavaju. Također i velike promjene u protoku koje u takvim režimima rada variraju od velikih protoka pa do ekstremno niskih, gotovo isušavanja riječnog korita, uvelike mogu štetiti živom svijetu. Stoga se definira minimalna količina protoka koja uvijek treba biti zadovoljena.

Akumulacija može imati utjecaj i na živi svijet koji živi uzvodno, odnosno u samoj akumulaciji. Akumulirana voda se može uslojeviti i to tako da se toplija voda skuplja na površini, a hladnija u dubini. Na taj način je hladna voda izolirana od zraka i dolazi do gubitka kisika. Takvi uvjeti onemogućavaju život određenih ribljih vrsti koje obitavaju u dubini.<sup>64</sup>

Riblja populacija (ihtiofauna) je vrlo podložna utjecajima okoline u kojoj živi, posebice migracijske populacije riba koje u svom životnom ciklusu iziskuju velike različitosti u staništima kako bi zadovoljile svoje osnovne životne potrebe poput razmnožavanja ili pronalaska hrane.

Izgradnjom brane ili preljevnog praga ugrožavaju se migracije nužne za preživljavanje tih ribljih vrsta. Stoga je prilikom gradnje male hidroelektrane potrebno razmotriti gradnju strukture riblje staze kojom bi se te migracije omogućile. Prilikom razmatranja ribljih staza valja razlikovati one staze koje su prilagođene ribama čije je kretanje nizvodno te one prilagođene uzvodnim kretanjem riba. U svakom slučaju riblja staza ne može se definirati univerzalnim pristupom jer je njena izgradnja uvelike uvjetovana lokacijskim mogućnostima te treba biti prilagođena ribljim vrstama koje dominiraju na određenoj lokaciji. Odabir tipa ribljih staza treba prepustiti stručnjacima koji će prema vrstama, brojnosti i ponašanju riba te lokacijskim uvjetima ocijeniti koji tip u najvećoj

---

<sup>63</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 109.

<sup>64</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 110.

mjeri može zamijeniti prirodni vodeni put. Količina potrebne vode za ostvarenje riblje staze ovisna je o tipu i veličini sustava: što je sustav veći, veća je i potrebna količina vode. Gruba procjena daje rezultate između 1% i 5% srednjeg protoka, ovisno o veličini srednjeg protoka.<sup>65</sup>

Na živi svijet također mogu imati utjecaj onečišćenja strojnim i transformatorskim uljima zbog loše izvedbe, nestručnog popravka ili incidenta. Stoga valja izbjegavati uporabu toksičnih ili po okolinu štetnih produkata koji se koriste kod sustava podmazivanja i hlađenja. Umjesto njih, potrebno je koristiti ekološke proizvode na prirodnoj ili sintetičkoj bazi, poput brzo razgradivih tekućina za podmazivanje. Ukoliko se koriste određene otrovne tvari, potrebno je odrediti i poštivati proceduru rukovanja njima.

### **3.5.2. Doprinos malih hidroelektrana smanjenju nepovoljnog utjecaja energetskog sektora na okoliš**

Glavna prednost male hidroelektrane u odnosu na konvencionalne izvore električne energije u kontekstu utjecaja na okoliš očituje se u tome što svojim radom ne uzrokuju emisiju stakleničkih plinova u atmosferu. Tako se procjenjuje da mala hidroelektrana snage 5 MW godišnje svojim radom zamjenjuje 1400 tona nafte fosilnog goriva i umanjuje emisiju od 16000 tona CO<sub>2</sub> i 1100 tona SO<sub>2</sub> u usporedbi s postrojenjima na fosilna goriva jednake godišnje proizvodnje.<sup>66</sup> Iako kod velikih hidroelektrana ipak dolazi do određene emisije u okoliš, budući da se na zaštitnim rešetkama sakuplja živa tvar koja tamo truli i tako emitira metan kao posljedicu raspadanja organske tvari, kod malih hidroelektrana to često nije slučaj. Male hidroelektrane naime koriste male brane i preljeve, a kod određenih ulaznih uređaja, poput tirolskog zahvata ili coanda zahvata, voda pri prolasku ne mijenja svoj sadržaj. Emisije naravno postoje u fazi proizvodnje materijala i konstrukcije male hidroelektrane.

Kao povoljni utjecaj na okoliš valja istaknuti ulogu male hidroelektrane u regulaciji vodenog toka te zaštititi od poplava. To se očituje kroz građevinske zahvate proširenja i povećanja nasipa na riječnim obalama čime se povećava protok kojeg riječno korito može prihvatiti. Drugi način kojim se utječe na prevenciju od poplava kod hidroelektrana očituje se u izgradnji akumulacijskog bazena kojim se omogućava prihvat velikih količina vode. Kod malih hidroelektrana bazeni su malog kapaciteta pa je i taj učinak umanjen.<sup>67</sup>

---

<sup>65</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 110.

<sup>66</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 114.

<sup>67</sup> Ibidem

Većina malih hidroelektrana opremljena je uređajem za čišćenje zaštitne rešetke koja se ugrađuje na ulaznom uređaju. Na taj se način svake godine tone materijala (plastičnih vrećica, boca, konzervi i ostalog otpada neorganskog i organskog porijekla) uklanjaju iz vodotoka. Takav materijal, nakon što je uklonjen iz vodotoka, potrebno je zbrinuti na primjeren način što iziskuje određene troškove pa je i njih potrebno uključiti u razmatrane troškove pogona i održavanja male hidroelektrane. Jasno je da mala hidroelektrana na ovaj način ima ključnu ulogu u čišćenju vodotoka.<sup>68</sup>

Pozitivni utjecaj na okoliš malih hidroelektrana ne može se razmatrati na isti način kao kod velikih hidroelektrana koje u pravilu imaju višenamjenski karakter i od općeg su značaja za regionalno područje, a time i državu. Tako se kod velikih hidroelektrana pozitivni utjecaj može razmatrati u kontekstu zaštite od poplava nekog šireg područja, uređenju i regulaciji vodotoka, opskrbi pitkom vodom, osiguravanju potrebnih količina vode za navodnjavanje, povezivanju dviju obala prometnicom, izgradnje ribogojilišta, izgradnje objekata i uređenja površina za turizam i rekreaciju i drugo. U slučaju malih hidroelektrana ovakav način vrednovanja nije moguć te se općenito gledajući ne može konstatirati da doprinosi zbog njihove izgradnje nadmašuju nepovoljne utjecaje. Gledište na ovu problematiku se može promijeniti primjenom pristupa malim hidroelektranama kao višenamjenskim objektima. U takvim slučajevima, slično kao i kod velikih hidroelektrana, mala hidroelektrana je u sklopu nekog višenamjenskog objekta i to, u većini slučajeva, kao sporedna komponenta.<sup>69</sup>

---

<sup>68</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 114.

<sup>69</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 115.

#### **4. ENERGETSKA POLITIKA, ZAKONODAVSTVO I PLANOVI IZGRADNJE MALIH HIDROELEKTRANA U ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE I REPUBLIKE HRVATSKE**

Problemi vezani uz stanje okoliša, kao posljedica tehnološkog razvitka, pogotovo elektroenergetskog, doveli su u Europskoj uniji do potrebe definiranja zajedničkih ciljeva u području iskorištavanja obnovljivih izvora energije. Prepoznavši njihovu važnost Europska unija je kroz službene dokumente Green Paper (Zelena knjiga), White Paper (Bijela knjiga) i razne Direktive<sup>70</sup> donijela cjelokupni program njihova korištenja i poticanja. Tako je još 1996. godine na razini Europske unije nastao dokument pod nazivom Green Paper.<sup>71</sup> U tom je dokumentu zaključeno da je u 1996. godini udio obnovljivih izvora, uključujući i velike hidroizvore, u zadovoljenju ukupne potrošnje zemalja Europske unije samo 6 posto. Ovaj je dokument bio tek samo prva faza razvitka energetske strategije Europske unije. Dokument daje pregled tadašnje situacije, objašnjava nužnost povećanja udjela obnovljivih izvora u zadovoljenju potrošnje, te daje samo osnovne smjernice energetske politike, za Europsku uniju kao cjelinu i za pojedine zemlje.

Kao prvi korak prema zajedničkoj strategiji razvitka obnovljivih izvora u Europskoj uniji, Europska komisija prihvatila je krajem 1996. godine ranije spomenuti Green Paper. Europski parlament je u svojoj rezoluciji o tom dokumentu istaknuo važnu ulogu obnovljivih izvora, posebno malih hidroelektrana, u smanjenju utjecaja staklenika, povećanju energetske sigurnosti, te u kreiranju novih radnih mjesta u malim i srednjim tvrtkama. Nakon toga je Europska komisija 1997. godine izradila novi dokument, kao temeljni dokument koji određuje politiku Europske unije prema obnovljivim izvorima energije, pod nazivom White Paper.<sup>72</sup> U tom dokumentu predložen je plan aktivnosti, u kojem se navodi da promocija električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije ima visoki prioritet zajednice. Ponajprije zbog sigurnosti i raznolikosti dobave energije, zbog zaštite okoliša te socijalno ekonomske kohezije. Plan je usvojen od strane Vijeća rezolucijom 08. lipnja 1998. godine, te od Europskog parlamenta u njegovoj rezoluciji o White Paper. Rezolucijom je usvojeno da treba promovirati obnovljive izvore energije. Treba

---

<sup>70</sup> Bijela knjiga Europske komisije je dokument koji sadržava prijedloge programa provedbe za pojedino područje. U nekim se slučajevima nadovezuje na Zelenu knjigu koja se objavljuje radi pokretanja diskusije i konzultacija na europskoj razini. Na osnovi pozitivno ocijenjene Bijele knjige od Vijeća Europe stvara se program provedbe Europske unije za navedeno područje. Direktive, odnosno smjernice se uobičajeno nadovezuju na Bijelu ili Zelenu knjigu i detaljnije određuju potrebne mjere i ciljeve za realizaciju programa. Direktive predlaže Europska komisija, a usvaja ih Vijeće Europe

<sup>71</sup> COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES - Energy for the Future: Renewable Sources of energy, Brussels, 1996.

<sup>72</sup> COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES - Energy for the Future: Renewable Sources of energy, White Paper for a Community Strategy and Action Plan, Brussels, 1997.

naglasiti da uloga ovog cilja nije zakonski obvezujuća. Svaka zemlja Europske unije u tom smislu donosi vlastitu strategiju, unutar čega predlaže svoj doprinos ukupnom cilju i navodi planirane poticajne mjere.

S ciljem promocije korištenja obnovljivih izvora za proizvodnju električne energije Europska je komisija 2001. godine objavila dokument pod nazivom: Direktiva o promociji električne energije iz obnovljivih izvora na unutarnjem tržištu električne energije.

Godine 2009. objavljena je nova Direktiva 2009/28/EC od Europskog parlamenta i Vijeća o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora energije kojom se izmjenjuju i dopunjuju i nakon toga ukidaju Direktive 2001/77/EZ i 2003/30/EZ. Neke odredbe Direktive 2009/28/EZ su uključene u Akcijski plan za obnovljive izvore energije. On određuje dugoročnu perspektivu do 2020. s procjenom na 2030. godinu i plan aktivnosti za razvoj infrastrukture obnovljivih izvora energije u EU u skladu s paketom provedbenih mjera za ciljeve EU-a o klimatskim promjenama i obnovljivim izvorima energije za 2020. godinu.

#### **4.1. Energetska politika Europske unije u području obnovljivih izvora**

Da bi se ostvarili planovi razvitka obnovljivih izvora energije u Europskoj uniji, Europska komisija preporučuje zemljama Unije koje to nisu napravile da u tom pravcu usmjere svoje ekonomske politike. U tom smislu potrebno je poboljšati financijske uvjete za obnovljive izvore energije putem stvaranja raznih namjenskih "zelenih" fondova, zatim javnih fondova i drugih oblika subvencija, povoljnih kredita i otkupom proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije, a sve s ciljem poticanja potencijalnih investitora.

Europska investicijska banka (EIB) i Europska banka za obnovu i razvoj (EBRD), zajedno sa svojim nacionalnim podružnicama, već sudjeluju u financiranju energije iz malih hidroelektrana. Potrebno je intenzivirati edukaciju i pilot-projekte. Prateće zakonodavstvo, nacionalno i regionalno energetske planiranje i međunarodna suradnja trebaju pomagati u stvaranju povoljne klime za brži razvitak malih hidroelektrana.

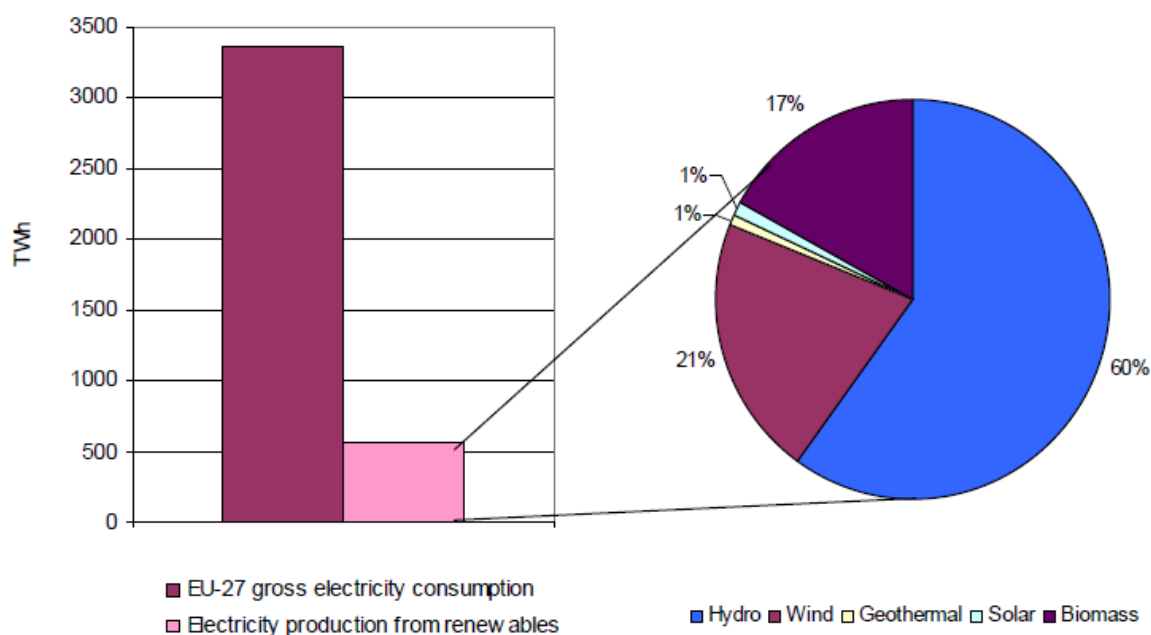
U zemljama članicama EU-a, 2008. godine je potrošeno približno 3374 milijarda kWh (petina svjetske potrošnje električne energije), a do 2030. godine očekuje se porast potrošnje električne energije za približno 25%.<sup>73</sup> U EU-u će se polovica potrošnje električne energije pokrivati proizvodnjom elektrana na ugljen i prirodni plin. Obnovljivi izvori energije će u strukturi potrošnje primarne energije imati sve veću ulogu.

---

<sup>73</sup> URL: <http://epl.org.ua/en/environment/hydropower-generation-in-the-context-of-the-eu-wfd/>, (20.09.2017.)

Zemlje članice EU-a su postavile visoke ciljeve u svezi s izgradnjom obnovljivih izvora energije. Direktiva 2009/28/EU utvrđuje cilj od 20% udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji energije do 2020. godine. Analizom nacionalnih akcijskih planova, može se zaključiti da je taj cilj EU-a ostvariv do 2020. godine. Naime, u nacionalnim akcijskim planovima vlada zemalja članica je predviđeno da će udjel obnovljivih izvora energije u sektoru proizvodnje električne energije iznositi 34%. Zemlje članice su se obvezale da će od 2011. godine svake dvije godine podnositi Europskoj komisiji izvješće o ostvarivanju napretka u svezi s poticajima i korištenjem obnovljivih izvora energije.<sup>74</sup> U tablici 4. prikazana je procjena ostvarivanja ciljeva rasta udjela obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji zemalja članica EU-a.

**Tablica 4: Procjena ostvarivanja ciljeva udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji zemalja članica EU-a**



Izvor: Hydropower Generation in the context of the EU WFD, Project number 11418 | version 5 | 12-05-2011, str. 9.

U EU-27 u 2008. godini u hidroenergetskim postrojenjima je proizvedeno 327TWh energije sa instaliranim kapacitetom snage 103GW. Zajedno sa tadašnjim zemljama kandidatima (Hrvatska, Makedonija, Turska, Island, Crna gora) i Švicarskom proizvodnja iznosi 554TWh sa instaliranim kapacitetom od 161GW. NREAP (National Renewable Energy Action Plan) planom u 2020. godini predviđen je porast proizvodnje iz malih hidroelektrana od 11%, a porast instaliranih kapaciteta od 38%. Za to vrijeme planiran je porast proizvodnje iz velikih hidroelektrana od 5%, a porast instaliranih kapaciteta od 16%. U tablici 5. prikazana je proizvodnja i instalirani kapaciteti

<sup>74</sup> URL: <http://epl.org.ua/en/environment/hydropower-generation-in-the-context-of-the-eu-wfd/>, (20.09.2017.)

na hidroenergetskim postrojenjima.<sup>75</sup>

*Tablica 5: Proizvodnja i instalirani kapaciteti na hidroenergetskim postrojenjima*

Hydro power		Generation [TWh]			Capacity [GW]		
		total	SHP	LHP	total	SHP	LHP
EU-27	2008 (EUROSTAT)	327	42.7	284	103	12.6	90
	2020 (NREAP)	370	55.0	315	131	16.7	114
EU-27 (2008, EUROSTAT) candidate, associated countries, CH		554	52.7	501	161	13.9	147

Izvor: Hydropower Generation in the context of the EU WFD, Project number 11418 | version 5 | 12-05-2011, str. 10.

Ukupan broj hidroelektrana u EU-27 je približno 23000. Ima deset puta više malih hidroelektrana nego velikih, ali zato je proizvodnja malih hidroelektrana 13% ukupne proizvodnje hidropostrojenja.<sup>76</sup>

Daljnji strateški razvitak malih hidroelektrana i nastavak usmjeravanja ekonomske politike zemalja Europske unije za ulaganje u male hidroelektrane značio bi još jaču gospodarsku aktivnost na strani proizvodnje opreme tehnološki usavršenije, na montaži, pogonu i održavanju, a što bi opet značilo otvaranje novih radnih mjesta i rješavanje problema zaposlenosti, koji muči mnoge zemlje Europske unije.

#### **4.1.1. Poticaji izgradnji malih hidroelektrana**

U kontekstu razmatranja isplativosti male hidroelektrane potrebno je u obzir uzeti i poticajne mjere kojima Europska Unija nastoji potaknuti razvoj obnovljivih izvora energije, a time i malih hidroelektrana. Osim izravnih financijskih, poticajne mjere sastoje se od čitavog niza neizravnih mjera: od administrativnih olakšanja do privilegiranog položaja obnovljivih izvora energije kao proizvođača na tržištu električne energije. Ta privilegiranost bi se u najvećoj mjeri trebala očitovati kroz garantirani otkup cjelokupne proizvedene električne energije, garantiranu otkupnu cijenu električne energije te olakšan pristup na elektroenergetsku mrežu. U direktivama Europske Unije obnovljivi izvori energije se definiraju kao „obnovljivi ne fosilni izvori energije (energija

<sup>75</sup> URL: <http://epl.org.ua/en/environment/hydropower-generation-in-the-context-of-the-eu-wfd/> (20.09.2017.)

<sup>76</sup> URL: <http://epl.org.ua/en/environment/hydropower-generation-in-the-context-of-the-eu-wfd/> (20.09.2017.).



vjetra, solarna energija, geotermalna energija, energija valova, energija plime i oseke, hidroenergija, energija biomase, energija zemnog plina, energija plina nastalog iz otpada i energija bioplina)“.

Europska Unija je u 50%-tnom udjelu svoje potrošnje energije ovisna o uvozu. Projekcije pokazuju da bi ta ovisnost mogla porasti na 70% do 2020. godine ukoliko se ne poduzmu konkretne akcije. Taj postotak se u velikoj mjeri odnosi na naftu i plin koji će se u budućnosti u sve većim razmjerima pribavljati iz vrlo udaljenih izvora, obično uz neizbježne popratne geopolitičke rizike. Osim toga, Europska Unija je u okviru kampanje za smanjenje emisije stakleničkih plinova ratificirala Kyoto protokol. Time je prihvaćena pregovaračka pozicija 15%-tnog smanjenja emisije stakleničkih plinova za industrijalizirane zemlje do 2020. godine u odnosu na razinu iz 1990. godine. S obzirom na te činjenice, Europska Unija je odredila promicanje obnovljivih izvora energije kao prioritet. Povećanom uporabom obnovljivih izvora energije smanjuje se potreba za konvencionalnim izvorima energije, čime se reducira potreba za uvozom energenata te pospješuje njihova diverzifikacija i pouzdanost opskrbe. S druge strane, obnovljivi izvori energije malo ili uopće ne zagađuju okoliš, posebice s gledišta emisije stakleničkih plinova pa se njihovim povećanim udjelom u ukupnoj proizvodnji električne energije znatno doprinosi postizanju ciljeva definiranih Kyoto protokolom.<sup>77</sup>

Osim već navedenog, implementacija obnovljivih izvora energije pruža i niz drugih prednosti kao što su stvaranje novih radnih mjesta ili pak, s tehničkog stajališta, pozitivnog utjecaja na elektroenergetsku mrežu. Tako je, na primjer, iskorištavanjem energije vjetra već stvoreno 30 000 novih radnih mjesta u Europi. Zanimljiva je detaljna procjena stvaranja novih radnih mjesta koja je načinjena u TERES II studiji. Prema toj studiji predviđa se da će do 2020. godine biti stvoreno novih 500 000 radnih mjesta, što izravno u sektoru obnovljivih izvora energije, što posredno kroz sektore koji ga opslužuju.<sup>78</sup> Polazna pretpostavka te studije je ostvarenje ciljeva vezanih uz obnovljive izvore energije o kojima će biti riječi kasnije. Pri tome su u obzir uzeta i popratna smanjenja broja radnih mjesta u drugim energetske sektorima. Nadalje, ako se razmotri s tehničkog stajališta, priključkom obnovljivih izvora energije na prikladna mjesta u elektroenergetskoj mreži može se pojačati sama mreža, ali i smanjiti gubici električne energije u mreži.

Veliku prepreku u razvoju obnovljivih izvora energije predstavljaju administrativne poteškoće i procedure u fazi planiranja s kojima se susreću potencijalni izvori. To je posebno naglašeno od

---

<sup>77</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 153.

<sup>78</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 153.

brojnih organizacija nadležnih za obnovljive izvore energije u Europi. Daljnju prepreku u razvoju obnovljivih izvora energije predstavljaju visoke cijene priključka na mrežu. Cijene priključka mogu znatno povisiti investicijske troškove što može imati utjecaj na neprofitabilnost cijelog projekta. U slučaju obnovljivih izvora energije to je izraženo jer je riječ o malim generatorskim jedinicama pa troškovi priključka na mrežu čine znatno veći relativni udio u ukupnim investicijskim troškovima nego u slučaju konvencionalnih elektrana.

Kako se navodi u Direktivama Europske Unije, određeni oblici energije, kao obnovljivi, mogu se podupirati kroz specifične programe ili subvencije kako bi pronašle svoje mjesto na tržištu. Važno je da su ti oblici energije privilegirani u fiskalnim regulativama i u važećim propisima koji se odnose na instalaciju novih električnih kapaciteta kao i na pristup na elektroenergetsku mrežu. Europska Unija će također pružiti svaku potporu pri realizaciji potencijala obnovljivih izvora energije kroz podupiranje istraživačkih projekata. Potpora se odnosi na stimuliranje suradnje u razvoju i širenju novih tehnologija kroz definiranje prikladnih standarda za različitu opremu te na uspostavljanje okvira na razini Europske Unije za nacionalne fiskalne i druge poticaje kako bi se tehnološke prednosti pretočile u tržišno prihvatljive proizvode. Smisao je tih inicijativa, predstavljenih kroz Bijelu i Zelenu knjigu, reducirati cijenu tehnologija obnovljivih izvora energije ostvarivanjem masovne proizvodnje na razini Europske Unije te ojačati izvoz istih. Na taj se način želi postići da Europska Unija u području tehnologija obnovljivih izvora energije postane vodeća sila na svjetskom tržištu.<sup>79</sup>

U promicanju obnovljivih izvora energije ključnu ulogu imaju zemlje članice Europske Unije kroz svoje nacionalne planove i mjere nužne za dostizanje svojih nacionalnih te, kroz njih, i europskih ciljeva. Zemlje članice se u potpori obnovljivim izvorima energije služe različitim mehanizmima uključujući zelene certifikate, investicijske aranžmane, porezna izuzeća ili redukcije, porezne refundacije i direktne sheme novčanih potpora. Kako bi se steklo povjerenje investitora u ovaj sektor nužno je garantiranje funkcioniranja tih mehanizama potpore. Europska komisija detaljno analizira različite sheme potpore obnovljivim izvorima energije prezentirane u zemljama članicama u svrhu propisivanja direktive koja bi osigurala harmonizirani okvir nacionalnim mjerama. Legislativne akcije s razine Europske Unije bit će primijenjene tek kada mjere potpore na nacionalnim razinama neće biti dostatne ili će biti neprikladne, odnosno kada će biti zahtijevano ujednačenje tih mjera na razini Europske Unije. Ujednačavanje mjera potpore nužno je u slučajevima znatnih razlika jer različite financijske potpore različitim obnovljivim izvorima energije mogu uzrokovati trgovinsku neujednačenost koja može štetno djelovati na razvoj obnovljivih izvora energije na razini cijele Europske Unije.

Nužan uvjet za razvoj obnovljivih izvora energije je i osiguran pristup na električnu mrežu. Tako se od operatera prijenosnog i distribucijskog sustava traži davanje prioriteta u pristupu na elektroenergetsku mrežu električnim izvorima koji koriste obnovljive izvore energije, otpad ili rade na principu kogeneracije.

Što se tiče financiranja i financijskih mjera potpore obnovljivim izvorima energije propisuje se da, u pojedinim slučajevima, vlade zemalja članica mogu propisati nužno zakonodavno ili neki drugi vid poticaja u područjima porezne politike za treću stranu u financiranju obnovljivih izvora energije. Predlažu se početne subvencije za nove proizvodne kapacitete te financijski poticaji korisnicima pri kupnji opreme i usluga obnovljivih izvora energije. Međunarodne financijske institucije kao EIB i EBRD te njihove nacionalne podružnice već su upoznate s načinom financiranja obnovljivih izvora energije, posebno hidroelektrana i vjetroelektrana. Njihov model može biti ojačan davanjem mekih zajmova i kreditnih garancija te stvaranjem posebnih olakšica za obnovljive izvore energije. Financijske olakšice za obnovljive izvore energije dopuštene su i kroz porezne olakšice. Naime, od 1. siječnja 2004. godine minimalne razine poreznih stopa za električnu energiju su fiksne, 0,5% za električnu energiju koja se koristi u poslovne svrhe te 1% za električnu energiju koja se koristi u kućanstvu. Zemlje članice međutim mogu primijeniti i niže razine poreznih stopa. Ta dopuštena odstupanja od propisanih poreznih stopa mogu se primjenjivati najdulje 10 godina od stupanja na snagu direktive 2003/96/EC kojom se propisuje način i razine oporezivanja električnih proizvoda i električne energije u Europskoj Uniji.<sup>80</sup>

U Europskoj Uniji je također pokrenuta i kampanja promicanja malih hidroelektrana u okviru SHERPA programa (Small Hydro Efficient Promotion Campaign Action). Cilj ovog programa je načiniti značajan iskorak u pomicanju prepreka koje se nameću razvoju malih hidroelektrana. Koordinator ovog projekta je ESHA (European Small Hydro Association), a uključuje osam nacionalnih udruženja iz Europske Unije.<sup>81</sup>

Kako se navodi u izvješćima nacionalnih udruženja, glavna prepreka dosadašnjem razvoju malih hidroelektrana nisu bile financijske okolnosti, već administrativne i ekološke barijere. Procedure za dobivanje dozvola i suglasnosti dugotrajne su i složene. Procjenjuje se da vrijeme potrebno za administrativne procedure i ishođenje svih dozvola iznosi od 4 do 5 godina.<sup>82</sup> Stoga se predlaže objedinjavanje pojedinih aktivnosti, a nositelji poslova bi bili komisije ili posebna tijela sastavljena od predstavnika svih institucija koje sudjeluju u pojedinim aktivnostima u okviru

---

<sup>79</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 154.

<sup>80</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 154.

<sup>81</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 155.

<sup>82</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 156.

svojih nadležnosti. U Hrvatskoj je taj problem posebno izražen, ne razlikuju se specifičnosti male hidroelektrane u odnosu na veliku pa je tako za malu hidroelektranu potrebno proći svu proceduru i aktivnosti koje su nužne za veliku hidroelektranu od recimo 100MW.

Činjenica je da je sektor malih hidroelektrana zabilježio znatno manji rast od ostalih obnovljivih izvora energije, kako u svijetu tako i kod nas. Razlog tome je i način razmišljanja po kojem male hidroelektrane narušavaju prirodni okoliš. Osim toga, financijske institucije ne daju povoljne i prikladne kredite za investiranje u male hidroelektrane, ali se i uvjeti liberaliziranog tržišta električnom energijom, obzirom na dosadašnje tendencije, negativno odražavaju na razvoj malih hidroelektrana, posebice ukoliko nisu posebno vrednovane kroz certifikate zelene energije. Ovaj problem istaknut je i u našoj zemlji. To se prvenstveno odnosi na zakonske podloge i zahtjeve proizašle iz postroženih ekoloških normi.

Kako bi se ove barijere premostile, uz postojanje gospodarskih poticajnih mjera, nužno je i postojanje zakonskih propisa koji će osiguravati sve potrebne uvjete poslovanja i podloge za buduća ulaganja pa i dodatne stimulativne mjere u svrhu poticanja privatne inicijative. Konkretno mjere trebaju sadržavati povoljne bankovne kredite, carinske olakšice za nabavku opreme te smanjenje obveza u početku eksploatacije. Svakako je potrebno izvršiti dodatnu diferencijaciju otkupnih cijena električne energije s obzirom na snagu u korist manjih hidroelektrana. Malu hidroelektranu potrebno je vrednovati i s ekološkog stajališta postavljajući ih pri tome u kontekst smanjenja emisije stakleničkih plinova, i u tom smislu korigirati otkupnu cijenu električne energije.

Ukoliko se želi potaknuti investiranje u male hidroelektrane, odnosno učiniti malu hidroelektranu profitabilnom, nužno je prije svega povisiti otkupne cijene električne energije.

To se može opravdati pozitivnim utjecajima male hidroelektrane na elektroenergetski sustav i okoliš. Za to postoje mogućnosti s obzirom na to da je cijena električne energije u Hrvatskoj za domaćinstva još uvijek znatno niža nego u Europi pa se u budućnosti očekuje ujednačavanje tih cijena. Kako bi se osigurale povoljne kreditne linije za realizaciju projekta malih hidroelektrana nužan je angažman države koji je mjerljiv kroz stimuliranje pa čak i zakonodavnim mjerama uvjetovanje bankarskim institucijama takav vid kreditiranja. Također se predlaže oslobađanje od naknada za korištenje voda i koncesijske naknade koje bitno opterećuju malu hidroelektranu, u samom početku, odnosno u trajanju od 5 do 10 godina. S obzirom na neisplativost investicije, također se predlaže produljenje vremenskog roka trajanje koncesije na 99 godina, u odnosu na do

sada određeni maksimalni rok od 30 godina.<sup>83</sup>

U Republici Hrvatskoj se većina potencijalnih lokacija za male hidroelektrane nalazi u ruralnim područjima pa i u područjima od posebne državne skrbi. Logično je očekivati da bi se u takvim područjima očekivao znatni interes za gradnju malih hidroelektrana, posebice iz perspektive promatranja svjetskih i europskih iskustava gdje su u takvim područjima male hidroelektrane zabilježile znatan rast budući da sudjeluju u znatnom gospodarskom doprinosu za ta područja. Paradoks je da se čak i u takvim područjima lokalna zajednica protivi izgradnji malih hidroelektrana čak i uz zadovoljavanje ekoloških zahtjeva koji se postavljaju na postrojenje. Stoga je evidentno da je nužna intervencija države u smislu edukacije i informiranja lokalnog stanovništva.

Dodatne poticajne mjere poput financijskih olakšica i potpora, fleksibilnije porezne politike, osiguravanja povoljnih kreditnih linija i sličnih od strane države, uklopile bi se u postojeću državnu politiku poticanja razvoja gospodarstva područja od posebne državne skrbi. Značajna bi bila uloga države i u istraživanju energetskog potencijala za male hidroelektrane, izradi studijskih pa čak i projektnih dokumentacija. Na taj način smanjili bi se troškovi investitora te bi se privukao interes za gradnju malih hidroelektrana. Ideja je da država preuzme na sebe rizik pokazivanja određene lokacije kao neisplative. Osim toga, administrativne procedure su zahtjevne, dugotrajne i skupe pa je u svakom slučaju i na tom polju nužno uložiti dodatni angažman od strane mjerodavnih državnih institucija.

Priključak na mrežu male hidroelektrane, kako je naglašeno u ranijim razmatranjima, može predstavljati veliku prepreku realizaciji projekta male hidroelektrane. To je posebno aktualno iz aspekta obveze financiranja spojnog voda od strane investitora kao i eventualnih nužnih tehničkih prilagodbi na mjestu priključka. U budućnosti je realno očekivati, s obzirom na višedimenzionalnu korist iz malih hidroelektrana koju ostvaruje više različitih subjekata, usvajanje načela podjele troškova između tih subjekata.

Sredstva utrošena u promicanje obnovljivih izvora energije, pa tako i promicanje malih hidroelektrana, predstavljaju ulaganje u strateški interes jedne države. Osim toga, ostvaruju se i opći društveni interesi kroz poticanje lokalnog gospodarstva. Svi ovi doprinosi su teško mjerljivi pa ih je stoga teško postaviti u odnos spram sredstava uložениh u promociju razvoja malih hidroelektrana.

Izgradnja malih hidroelektrana je investicijski projekt koji karakteriziraju visoka inicijalna

---

<sup>83</sup> Tomšić, I., op.cit., str. 157.

ulaganja, dugi vijek projekta, kao i visok nivo rizika u vezi sa proizvodnjom i prodajom električne energije. Međutim, kako male hidroelektrane stvaraju veći broj pozitivnih eksternalija (smanjenje zagađenja okoline, smanjenje zavisnosti od uvezene energije, zapošljavanje, itd), u državnom interesu je što veći broj takvih projekata. Da bi se investitori privukli na ulaganja u male hidroelektrane, potrebno im je kompenzirati rizik s kojim se susreću, budući da je društvena korist od malih hidroelektrana veća od privatne.

Kompenzacija se javlja u dva oblika: kao investicijska podrška (investment subsidy), ili kao fiksna svota po jedinici proizvedene električne energije tzv. feed in tarifa. Važno je uočiti ključnu razliku između ova dva mehanizma.<sup>84</sup>

Feed in tarifa je kontinuirana podrška koja se može ostvariti samo dok se proizvodi električna energija, dok je, s druge strane, investicijska podrška jednokratna, i ne potiče kontinuiranu proizvodnju električne energije. U tablici 6. mogu se vidjeti osnovni instrumenti poticanja obnovljivih izvora.

**Tablica 6: Osnovni instrumenti poticanja obnovljivih izvora**

Proizvodni	Investicijski
Fiksne feed in tarife	Investicijska podrška
Fiksni premijski modeli	Porezne olakšice

Izvor: Priprema strategije razvoja malih hidroelektrana u Crnoj Gori, Energetski institut „Hrvoje Požar“, Zagreb, 2006, str. 249

Tijekom osamdesetih godina prošlog stoljeća investicijske podrške u obliku povoljnih kredita ili smanjenih poreznih stopa bile su uobičajene metode poticanja obnovljivih izvora u Europskoj uniji. Međutim, to nije garantiralo provođenje projekta do kraja, tj. proizvodnju električne energije. Rješenje se naziralo devedesetih godina, kada su se obnovljivi izvori počeli poticati putem reguliranih tarifa. Daljnje iskustvo je pokazalo da korištenje samo jednog od dva mehanizma u poticanju proizvodnje električne energije, neće omogućiti ostvarenje punog potencijala malih hidroelektrana. Neophodno je koristiti oba pristupa zajedno, kako bi se riješili tržišni neuspjesi koji su vezani za problem asimetričnih informacija, i na taj način potakla veća proizvodnja električne energije putem malih hidroelektrana.

<sup>84</sup> Energetski institut „Hrvoje Požar“, Priprema strategije razvoja malih hidroelektrana u Crnoj Gori, Zagreb, 2006., str. 249.

Male hidroelektrane ne mogu biti konkurentne bez državnih mjera, koje će ispraviti tržišne neuspjehe. U tom pogledu, uloga države je u:<sup>85</sup>

- stvaranju stabilnog regulatornog okruženja koje će smanjiti rizik,
- provođenju ekonomsko-financijskih mjera,
- provođenju poticajnih mjera tehničke prirode.

Stabilno regulatorno okruženje je uvjet bez kojega se ne može, u pogledu investicija u male hidroelektrane. Bez stabilnog okruženja koje osigurava stabilne otkupne tarife, projekti malih hidroelektrana su prerisikantni, pa ih se zbog toga neće mnogo ni realizirati. U slučaju stabilnog okruženja, jedina prepreka s kojom će se suočiti potencijalni investitori, je problem asimetričnih informacija koji se javlja između njih i financijskih institucija. Posljedica te prepreke su poteškoće u pronalaženju stranih izvora financiranja, koji se mogu riješiti adekvatnim ekonomsko-financijskim mjerama.

Proizvodnji električne energije putem malih hidroelektrana financijske ustanove pristupaju s dosta sumnje, što za sobom povlači problem pronalaska izvora financiranja. U slučaju da investitor nađe izvor financiranja, dobiveni kapital je u većini slučajeva preskup za ovakvu vrstu projekata. Budući da male hidroelektrane nemaju velikih operativnih troškova ključ njihovog uspjeha leži u jeftinijim izvorima financiranja.

Velike energetske tvrtke nemaju problema u dobivanju jeftinih kredita. Međutim, one u praksi nisu zainteresirane za male hidroelektrane. Problem se javlja za mala poduzeća, koja su glavni investitori u izgradnji malih hidroelektrana. Međutim, ona su suočena sa skupim kapitalom što u konačnom projekt malih hidroelektrana čini neisplativim.

Kako bi se stimulirala izgradnja malih hidroelektrana na raspolaganju imamo nekoliko mehanizama:<sup>86</sup>

- Državne investicijske podrške (subvencije), koje bi pokrivale dio ili cijeli projekt izgradnje malih hidroelektrana. Budući da su male hidroelektrane često locirane na izoliranim i manje razvijenim mjestima, ulaganje u njih ujedno znači i revitalizaciju slabo razvijenih područja. Državne podrške se mogu davati u nekoliko oblika:

---

<sup>85</sup> Energetski institut „Hrvoje Požar“, op.cit., str. 250.

<sup>86</sup> Energetski institut „Hrvoje Požar“, op.cit., str. 251.

- jednake subvencije iz proračuna,
  - državne garancije,
  - porezna izuzeća,
  - jednaka državna ulaganja kapitala.
- Krediti sa povoljnim uvjetima otplate: Ova shema može biti vrlo korisna (kako za investitora tako i za zakonodavca), tako da se u procesu odobrenja kredita provjeri da li je predloženi projekt opravdan sa ekološke, tehničke i ekonomske strane. Povoljni uvjeti mogu se odnositi na niže kamatne stope, manje zahtjevne mehanizme osiguranja, duži početak otplate kredita, itd.
  - Nadoknada za porez na utrošenu energiju: Nadoknada se primjenjuje tako da elektroprivredno poduzeće uplaćuje proizvođačima električne energije iz malih hidroelektrana novčani iznos koji je ekvivalentan iznosu poreza na utrošenu energiju. Time energija dobivena iz konvencionalnih izvora, postaje relativno skuplja, čime se potiču proizvođači električne energije iz malih hidroelektrana.
  - Porezne olakšice: Pravnim i fizičkim licima koji investiraju u opremu i tehnologiju, koji, proizvode energiju iz obnovljivih izvora i doprinose zaštiti okoline, odobrile bi se porezne olakšice. Oporeziva dobit može se umanjiti za oko 40-55% ukupne vrijednosti investicije. Porezne olakšice primjenjuju se i na korisnike sredstava iz namjenskih fondova (fondovi za posebne namjene, kreditne linije, investicijski fondovi, jamstveni fondovi).
  - Zelenu energiju: Primjenom ovog mehanizma potrošači bi plaćali veću cijenu za električnu energiju proizvedenu iz malih hidroelektrana. Povećana cijena energije kompenzirala bi se smanjenjem poreza na dodanu vrijednost.



*Tablica 7: Mehanizmi podloga za izgradnju malih hidroelektrana u EU*

Zemlja	Instrument
Belgija, Finska, Grčka, Njemačka, Norveška, Portugal, Švedska, Švicarska	Investicijska podrška od strane lokalnih ili nacionalnih vlasti u iznosu od 15% do 50% investicijskih troškova
Njemačka, Norveška, Portugal i Švicarska	Kreditni sa povoljnijim uvjetima otplate
Grčka, Irska, Njemačka, Španjolska	Porezna izuzeća

Izvor: Priprema strategije razvoja malih hidroelektrana u Crnoj Gori Energetski institut „Hrvoje Požar“, Zagreb, 2006, str. 252.

U tablici 7. mogu se vidjeti neki od instrumenata koji se koriste za podršku izgradnje malih hidroelektrana u nekim zemljama EU. Trenutno su prepoznata nastojanja za poticanjem razvoja izgradnje malih hidroelektrana na koje se, sa stanovišta sustava, gleda kao na opciju efikasnog povećanja raspoloživog energetskog kapaciteta, ali uz istovremeno očuvanje slobodnog tržišta električne energije. Poticajne mjere tehničke prirode, koje treba primijeniti radi izbjegavanja diskriminiranja distribuirane proizvodnje sa stanovišta priključenja, su slijedeće:<sup>87</sup>

- novi jedinstveni standardi priključenja za distribuiranu proizvodnju,
- standardizirani postupci priključenja za distribuiranu proizvodnju,
- obavezujuća regulatorna pravila priključenja za distribuiranu proizvodnju,
- regulatorna jamstva protiv pretjeranih kašnjenja u postupku priključenja.

Među poticajnim mjerama tehničke prirode, koje su usmjerene na stvaranje povoljnijeg okruženja za izgradnju malih hidroelektrana, posebno značajno mjesto pripada uvjetima njihovog priključenja na mrežu, kao i nadoknadama za priključenje i korištenje mreže. Među uvjetima priključenja, sheme prema kojima se ono izvodi često unosi vremensko kašnjenje. Naime, operator distribucijskog sustava najčešće preferira priključenje u polje postojećeg postrojenja koje se nalazi u blizini korisnika, a opciju priključenja u postojeći vod drži kao rezervnu i često samo teorijski moguću varijantu. To je posebno slučaj u prijenosnoj mreži odnosno kod operatora prijenosnog sustava i to najčešće zbog potrebe ponovnog usklađivanja sustava zaštita nakon

<sup>87</sup> Energetski institut „Hrvoje Požar“, op.cit., str. 252.

priključenja. S obzirom da je priključenje u postojeći vod često jeftinije od priključenja u polje postojećeg postrojenja (npr. zbog manje udaljenosti), potrebno je putem regulatornog nadzora ukazati operatoru distribucijskog sustava na obavezu razmatranja obje opcije i na izbor koji je financijski povoljniji za investitora.

Aspekti priključenja na mrežu vrlo često zavise od konfiguracije predmetne mreže i očekivanih uvjeta pogona, što dalje motivira potrebu za izvođenjem studijskih radova ili testnih mjerenja za svaki specifični slučaj priključenja, uz odgovarajuće modeliranje i točnost ulaznih podataka različitih komponenti i sustava (elektrana, mreža i sučelje među njima). Zato je potrebno inzistirati na kontinuiranom osposobljavanju i obučavanju operatora distribucijskog sustava za izvođenje i/ili tumačenje rezultata studija. Operator distribucijskog sustava mora biti osposobljen i opremljen za izvođenje takvih zadataka s odgovarajućim računarskim programima i mjernom opremom. U tu svrhu je potrebno odvojiti posebna financijska sredstva, u okviru plana investicija i razvoja operatora distribucijskog sustava.

U slučaju nestandardnih uvjeta priključenja, treba omogućiti trećim stranama investiranje u izgradnju potrebne infrastrukture u prijenosnoj ili distribucijskoj mreži, u slučajevima kada operatori sustava ne mogu odobriti priključenje zbog nedovoljne sposobnosti mreže. Također, treba utvrditi i nadoknadu za priključenje na osnovu standardnih jediničnih troškova za vod, transformator i rasklopnu opremu. Nadoknade za korištenje sustava (kao i nadoknade za prijenos, nadoknade za pomoćne usluge, nadoknade za narušavanje kompatibilnosti, tarife vezane za kapacitet) treba izbjeći u svrhu poticanja izgradnje malih hidroelektrana.

Izgradnja malih hidroelektrana može se poticati i većim uključenjem regulatornog tijela putem nadzora u postupku priključenja, kako bi se izbjegla kašnjenja u postupku izdavanju odobrenja za priključenje, odnosno sankcionirala njihova pojava. U tu svrhu, zakonodavnim putem treba definirati kaznene odredbe, prema kojima će se procjenjivati neopravdanost kašnjenja.<sup>88</sup>

---

<sup>88</sup> Energetski institut „Hrvoje Požar“, op.cit., str. 253.

#### 4.1.2. Prikaz slovenskih iskustava u izgradnji malih hidroelektrana

Mala hidroelektrana, prema slovenskim propisima, je elektrana snage do 10MW. Instalirana snaga izgrađenih malih hidroelektrana u Republici Sloveniji do 2002. godine iznosila je oko 110MW u oko 400 objekata, što iznosi 2% udjela u ukupnoj proizvodnji električne energije u Sloveniji. U većini slučajeva, ostvarene su privatnim ulaganjem u izgradnji i korištenju hidropotencijala malih vodotoka.<sup>89</sup>

Inače, s obzirom na pad, slovenske male hidroelektrane mogu se podijeliti u tri grupe:

- mali pad do 5 m je zastupljen na 10% lokacija,
- srednji pad 5-15 m je zastupljen na 60% lokacija,
- veliki pad preko 15 m je zastupljen na 30% lokacija .

Iako se smatra da se procjene ekonomski isplativog potencijala kreću u granicama između 40% i 60%, može se primijetiti da u posljednjih desetak godina dolazi do stagnacije izgradnje novih objekata. Naime, do devedesetih godina prošlog stoljeća bio je primjetan porast ukupne instalirane snage, ali nakon toga broj izgrađenih objekata i ukupna instalirana snaga više ne raste istom dinamikom, već se kreće uglavnom oko navedenih 110MW. Ovo se može objasniti na slijedeći način. Brzi rast izgradnje tijekom perioda 1985.-1991. i još brži rast u periodu 1992.-1994., rezultat je vladinog poticajnog programa s niskim kamatnim stopama. Međutim, tijekom tih perioda izgrađen je velik broj objekata uz vrlo male zabrane, sa stanovišta zaštite životne sredine, što je uskoro dovelo do negativne reakcije u javnosti i među ekološkim stručnjacima, što je na kraju rezultiralo vrlo lošim javnim mišljenjem o malim hidroelektranama. Primijećen je i znatan porast utjecaja raznih nevladinih i/ili ekoloških organizacija s relativno negativnim stavom prema malim hidroelektranama, iako te organizacije zastupaju stav da su hidroelektrane prihvatljivije od drugih elektroenergetskih objekata. Sve ovo je imalo posljedice i na državne institucije, jer prilikom inicijativa za uvrštavanjem u prostorne planove novih potencijalnih lokacija za male hidroelektrane, nadležno Ministarstvo za životnu sredinu, prostorno planiranje i energetiku nije moglo odobriti uvrštavanje tih lokacija u prostorne planove. Postupak uvrštavanja u prostorni plan se pokazao kao netransparentan, nakon čega se interes investitora za gradnju ovakvih objekata značajno smanjio. Kao jedna od preporuka za prevladavanje ovog problema, savjetuje se povećanje transparentnosti i jednostavnosti procedura, s mogućnošću uočavanja

---

<sup>89</sup> Energetski institut „Hrvoje Požar“, op.cit., str. 157.

neperspektivnosti pojedinog projekta na što nižem stupnju razrade.

Kao najveći uzrok za otpore u gradnji novih malih hidroelektrana u Sloveniji, navodi se negativan vizualni utjecaj na krajolik i negativan stav ribolovaca, a manjim dijelom i sukob s regulacijom vodnih tokova i namjenom određenih lokacija za druge svrhe. U posljednje vrijeme kao najveća prepreka pojavljuje se i sve prisutnija tendencija za podizanjem nivoa zaštite određenih prirodnih područja na nivou Europske unije, na osnovu EU Direktive za promociju mreže zaštićenih područja. U takvim područjima, izgradnja malih hidroelektrana je izuzetno otežana, ako ne i nemoguća.

Dakle, relativno velik iznos instalirane snage u malim hidroelektranama u Sloveniji, rezultat je prethodne zakonodavne regulative primjerene olakšanom ulaganju i gradnji ovih postrojenja. Međutim, i ta regulativa je u zadnjih desetak godina postala složenija, naročito uzevši u obzir nove EU standarde u pogledu zaštite životne sredine. Nakon uvrštavanja određene lokacije u prostorni plan, pristupa se izradi projektne dokumentacije. Dokument "informacija o lokaciji", smatra se dokazom da je planirani objekt uvršten u prostorni plan pod određenim uvjetima, izdaje se od strane lokalnih vlasti i predstavlja vodič za daljnje projektiranje. Provođi se i postupak procjene utjecaja na okoliš, koji predviđa izradu studije utjecaja na okoliš, kao i učešće javnosti u čitavom postupku procjene utjecaja na okoliš.

Investitor je dužan da od države, kao vlasnika prirodnog dobra – vode, dobije pravo za korištenje tog prirodnog dobra u energetske svrhe. Za vlasničko korištenje voda na pojedinim dionicama vodotoka, za proizvodnju energije neophodno je sklopiti ugovor o koncesiji. Koncesija mora biti usklađena s planskim i prostornim aktima, a potrebno ju je dobiti prije namjeravanog zahvata u prostoru. Osnovno načelo pri dodjeljivanju koncesije je da moraju biti ispunjeni svi uvjeti zaštite okoliša. Ministarstvo za okoliš i prostor raspisuje javni natječaj za dodjelu koncesije. Odluku o izboru koncesionara izdaje Vlada, i nakon toga sklapa ugovor sa izabranim koncesionarom, koji sadrži način i rokove plaćanja nadoknade za koncesiju.

Koncesija za korištenje voda dodjeljuje se na rok od 30 godina i odnosi se na lokaciju predmetne dionice korištenja vodnog potencijala, s određenim iznosom za koncesiju, koji se plaća jednom godišnje, a izračunava se na osnovu bruto potencijala vodotoka, izraženog u kW. Vrijednost jednog kW bruto potencijala jednaka je prosječnoj otkupnoj vrijednosti 120kWh realizirane isporuke električne energije male hidroelektrane u slovenski elektroenergetski sustav u protekloj godini. Računanje počinje sa danom početka isporuke električne energije u mrežu.<sup>90</sup> Sredstva

---

<sup>90</sup> Energetski institut „Hrvoje Požar“, op.cit., str. 158.

koncesijskih nadoknada koristi država, odnosno jedinica lokalne samouprave u mjeri i na podlozi plana razvitka infrastrukture i opterećenosti okoliša, na način određen u Uredbi o koncesiji. Koncesiju je moguće dodijeliti bez plaćanja nadoknade, na demografski ugroženim područjima.

Na osnovu informacije o lokaciji i ostalih dobivenih suglasnosti, izrađuje se Idejni projekt, na osnovu kojeg se izdaje građevinska dozvola. Potreban sadržaj Idejnog projekta propisan je posebnim pravilnikom, a izrađuje ga organizacija registrirana za projektiranje. Ukoliko investitor ne gradi objekt osobnim sredstvima, koristeći pritom bankovni ili državni kredit, potrebna je izrada investicijskog programa i financijske konstrukcije, sa navedenim izvorima financiranja. Investicijski program se izrađuje na osnovu Idejnog projekta i konkretnih ponuda dobavljača opreme i izvođača radova.

Pri izradi Idejnog projekta odabira se optimalna varijanta korištenja vodotoka, koja proizlazi iz nekoliko varijanti rješenja objekta. Idejni projekt određuje snagu, godišnju proizvodnju, mikrolokaciju objekta, tip opreme elektrane, način gradnje itd. Detaljni sadržaj Idejnog projekta propisan je posebnim pravilnikom.

U većini slučajeva potrebno je izraditi i Izvedbeni projekt (detaljni nacrti izvedeni na osnovu podataka dobavljača elektro i strojarske opreme). Građevinsku dozvolu za malu hidroelektranu snage do 1MVA, izdaje područna upravna jedinica Republike Slovenije, a za snage iznad 1MVA republički upravni organ (Ministarstvo za okoliš i prostor). Za vrijeme izvođenja građevinskih radova, investitor je dužan osigurati stručni nadzor nad građenjem objekta, odnosno nad izvođenjem radova. Sama izgradnja i nadzor gradnje objekta, zatim tehnički pregled izgrađenog objekta, mora biti u skladu sa Zakonom o građenju i Zakonom o energetsom vlasništvu.<sup>91</sup>

Nakon montaže uređaja i opreme, investitor može, nakon obavljenog tehničkog pregleda postrojenja, u skladu sa odredbama Zakona o građenju objekta, početi probni pogon, koji smije trajati najviše godinu dana. Po tehničkom pregledu, a zatim na osnovu ustanovljenog probnog pogona i prijedloga komisije, tijelo koje je izdalo građevinsku dozvolu izdati će uporabnu dozvolu, ili odrediti otklanjanje otkrivenih nepravilnosti. Za elektrane, koje su izgrađene, potrebno je dobiti pozitivnu ocjenu o sposobnosti za siguran pogon. Na osnovu pregleda, nju izdaje nadležno inspeksijsko tijelo.

Vodnovlasničku dozvolu izdaje upravno tijelo, koje je nadležno za izdavanje vodnovlasničke suglasnosti.

---

<sup>91</sup> Energetski institut „Hrvoje Požar“, op.cit., str. 158.

Uz zahtjev je potrebno priložiti podatke o namjeni, vremenu i načinu korištenja voda, kao i vodnovlasničku suglasnost, projekt izvođenja radova i uporabnu dozvolu.

Priključak male hidroelektrane na elektroenergetsku mrežu mora zadovoljiti zahtjeve mreže u vezi energetske, sigurnosne i pogonske kriterija za neometani pogon, kako elektroenergetske mreže, tako i elektrane. S obzirom na klasifikaciju elektrana po veličinama razreda snage, po vrstama generatora, kao i karakteristikama mreže, uvjeti priključenja i pogona su različiti. To područje je obrađeno u posebnim sustavnim preporukama.

Električna energija se ne može koristiti ako se od nje ne plaća propisani porez na promet. Elektrana koja proizvodi energiju za svoje potrebe (za neki objekt u krugu elektrane, pilanu i sl.), dužna je od proizvedene energije obračunavati i plaćati porez propisan zakonom.

#### **4.2. Male hidroelektrane u kontekstu energetske politike Republike Hrvatske**

Hrvatski sabor je na sjednici 16. listopada 2009. donio STRATEGIJU ENERGETSKOG RAZVOJA REPUBLIKE HRVATSKE. U Strategiji energetske razvoja posebno je naglašena potreba za iskorištavanje obnovljivih izvora energije. Obnovljivi izvori energije su domaći izvor energije i njihova je uporaba sredstvo poboljšanja sigurnosti opskrbe energijom, poticaj razvoju domaće proizvodnje energetske opreme i usluga, te način ostvarenja ciljeva zaštite okoliša.

Republika Hrvatska će maksimalno poticati obnovljive izvore energije, ali uz prihvatljive društvene troškove njihove uporabe. Stoga su postavljeni ovi strateški ciljevi:

- Republika Hrvatska će ispuniti obveze prema prijedlogu Direktive Europske unije o poticanju obnovljivih izvora energije o udjelu obnovljivih izvora energije, uključujući i velike hidroelektrane, u bruto neposrednoj potrošnji energije u iznosu od 20%;
- Republika Hrvatska će ispuniti obveze prema Direktivi Europske unije o udjelu obnovljivih izvora energije u neposrednoj potrošnji energije u prijevozu u 2020. godine u iznosu od 10%;
- Republika Hrvatska postavlja cilj da se udio proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije, uključujući velike hidroelektrane, u ukupnoj potrošnji električne energije u razdoblju do 2020. godine održava na razini 35%.

Iskorištavanjem hidroenergije za proizvodnju električne energije u malim hidroelektranama u hrvatskoj energetske bilanci moglo bi se dugoročno pridonijeti:

- diverzifikaciji proizvodnje električne energije i sigurnosti dobave i opskrbe potrošača,
- smanjenju uvoza energenata i povećanju energetske neovisnosti o stranim izvorima energije,
- značajnom smanjenju lošeg utjecaja energetskeg sektora na okoliš,
- otvaranju novih radnih mjesta i razvitku nerazvijenih područja i područja od posebne državne skrbi i razvitku energetskeg tržišta i poduzetništva.

Navedeni ciljevi predstavljaju jednako vrijedne sastavnice energetske strategije i izuzimanje bilo kojeg od spomenutih ciljeva značilo bi umanjeње vrijednosti i kvalitete energetske politike.

Dinamika, kao i sve strukturne karakteristike razvitka energetskeg sektora, ovisi o velikom broju utjecajnih faktora, od kojih su najvažniji:

- gospodarski razvitak,
- reforma energetskeg sektora i mjere države,
- razvitak međunarodnog tržišta energije i međunarodni utjecaj,
- razvitak tehnologije i
- globalna ograničenja u zaštiti okoliša.

Svaki od faktora ima svoju dimenziju utjecaja, a posljedice će biti različite razine potrošnje energije i različite strukture proizvodnje energije.

#### **4.2.1. Energetska politika Republike Hrvatske u području malih hidroelektrana**

Ulaganjem u izgradnju malih hidroelektrana, prema iskustvima zemalja razvijenoga gospodarstva, osim kruženja i zadržavanja novca u državi te razvitka nerazvijenih područja i područja od posebne državne skrbi, osiguralo bi se povećanje zaposlenosti stanovništva. To bi se postiglo s dvije osnove: prva se odnosi na direktno zapošljavanje kvalificirane i obučene radne snage unutar energetskeg sektora, a druga se odnosi na zapošljavanje u drugim sektorima

gospodarstva, primjerice proizvodnoj industriji (dijelovi energetske opreme), građevinskoj industriji, pratećim nužnim (servisnim) djelatnostima i slično.

To se postiže uključivanjem domaće industrije u projekte izgradnje malih hidroelektrana, a s obzirom na tehnološke mogućnosti domaća industrija bi mogla kompletno sudjelovati u izradi male hidroelektrane osim izrade i montaže turbina.

Dakle, riječ je o vrlo ozbiljnom poslu, o projektima koji vuku državu naprijed, jer je riječ o transferu tehnologije i usvajanju proizvodnje dijelova za male hidroelektrane od strane domaćih proizvođača. S tim "know-how" naše bi se tvrtke mogle pojaviti kao izvoznici tehnologije dalje na istok, s obzirom na to da taj sektor bilježi goleme stope rasta.

#### **4.2.2. Zakonska regulativa tržišta električne energije u Republici Hrvatskoj**

U sklopu euro-integracijskih procesa Republika Hrvatska je cjelokupni koncept reforme energetskog sektora kroz pravni i institucijski okvir prilagodila zahtjevima Europske unije, dakako u granicama specifičnog nacionalnog rješenja.

Usvajanjem zakonodavnog okvira u sklopu reforme energetskog sektora Republike Hrvatske omogućen je razvoj i iskorištavanje obnovljivih izvora energije. Iz Zakona o energiji (NN 120/12, 14/14, 95/15, 102/15)<sup>92</sup> i Zakona o tržištu električne energije (NN 22/13, 95/15, 102/15)<sup>93</sup> proizlazi devet podzakonskih akata, kojima se regulira korištenje, prava i obveze, poticajne mjere, te organizacija i institucije vezane uz implementaciju obnovljivih izvora energije:

- Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN 14/06),<sup>94</sup>
- Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN 36/06),<sup>95</sup>
- Mrežna pravila prijenosnog sustava (NN br. 67/17)<sup>96</sup>
- Pravilnik o naknadi za priključenje na mrežu i povećanje priključne snage (NN 28/06),<sup>97</sup>

<sup>92</sup> URL: <https://www.zakon.hr/z/368/Zakon-o-energiji>, (03.10.2017.)

<sup>93</sup> URL: <https://www.zakon.hr/z/377/Zakon-o-tr%20C5%BEi%C5%A1tu-elektri%C4%8Dne-energije>, (03.10.2017.)

<sup>94</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_02\\_14\\_369.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_02_14_369.html), (03.10.2017.)

<sup>95</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_36\\_907.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_36_907.html), (05.10.2017.)

<sup>96</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017\\_07\\_67\\_1585.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_07_67_1585.html), (05.09.2017.)

<sup>97</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_28\\_664.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_28_664.html), (05.10.2017.)



- Pravila o uravnoteženju elektroenergetskog sustava (NN 133/06),<sup>98</sup>
- Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 133/13, 151/13, 20/14, 107/14, 100/15),<sup>99</sup>
- Uredba o naknadi za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 128/13),<sup>100</sup>
- Uredba o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije čija se proizvodnja potiče (NN 33/07, 8/11),<sup>101</sup>
- Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 88/12),<sup>102</sup>
- Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN 132/13, 81/14, 93/14, 24/15, 99/15, 110/15).<sup>103</sup>

Time je kroz primarno i sekundarno zakonodavstvo prenesena Direktiva 2001/77/EZ o promicanju električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije na unutarnjem tržištu električne energije, a koja je donošenjem Direktive 2009/28/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009. naknadno ukinuta.

Općim uvjetima za opskrbu električnom energijom uređuju se postupak izdavanja elektroenergetske suglasnosti i stvaranja uvjeta za priključenje na elektroenergetsku mrežu, uvjeti za priključenje, opskrbu električnom energijom i korištenje mreže, praćenje sigurnosti opskrbe i kvalitete napona, međusobni ugovorni odnosi između energetske subjekata i korisnika mreže, prava i dužnosti energetske subjekata i korisnika mreže, uvjeti mjerenja, obračuna i naplate isporučene električne energije, uvjeti za primjenu postupaka ograničenja ili obustave isporuke električne energije te postupci utvrđivanja i obračuna neovlaštene potrošnje električne energije i naknada štete.

Mrežnim pravilima elektroenergetskog sustava uređuje se pogon i način vođenja, razvitak i izgradnja te uspostavljanje priključaka na prijenosnu i distribucijsku mrežu u elektroenergetskom sustavu, kao i mjerna pravila za obračunsko mjerno mjesto.

<sup>98</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_03\\_28\\_664.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_03_28_664.html), (05.10.2017.)

<sup>99</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_11\\_133\\_2888.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_11_133_2888.html), (06.10.2017.)

<sup>100</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_10\\_128\\_2778.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_10_128_2778.html), (06.10.2017.)

<sup>101</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007\\_03\\_33\\_1080.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_03_33_1080.html), (09.10.2017.)

<sup>102</sup> URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012\\_08\\_88\\_2015.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_08_88_2015.html), (09.10.2017.)

<sup>103</sup> URL: <https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/429194.pdf>, (09.10.2017.)

Pravilnikom o naknadi za priključenje na elektroenergetsku mrežu i povećanje priključne snage propisuje se metodologija utvrđivanja naknade za prvo priključenje građevine proizvođača ili kupca na prijenosnu ili distribucijsku mrežu, kao i za povećanje priključne snage priključenog proizvođača ili kupca.

Pravilima o uravnoteženju elektroenergetskog sustava definiraju se troškovi nastali zbog odstupanja u vrijednostima planirane i proizvedene električne energije iz postrojenja povlaštenih proizvođača koji imaju pravo na poticajnu cijenu, sukladno odredbama tarifnog sustava za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

Tarifnim sustavom za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i kogeneracije određuje se pravo povlaštenih proizvođača električne energije na njezinu poticajnu cijenu koju operator tržišta plaća za isporučenu električnu energiju proizvedenu iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja, sukladno članku 29. stavku 5. Zakona o energiji. Ovim Tarifnim sustavom utvrđuju se tarifne stavke i visina tarifnih stavki za električnu energiju proizvedenu iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja, ovisno o vrsti izvora, snazi i drugim elementima isporučene električne energije, kao i način i uvjeti primjene tih elemenata. Ovaj Tarifni sustav temelji se na opravdanim troškovima poslovanja, izgradnje, zamjene, rekonstrukcije te održavanja postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja te razumnom povratu sredstava od investicije. Pravo na poticajnu cijenu stječe proizvođač električne energije koji koristi obnovljive izvore energije, odnosno kogeneraciju za proizvodnju električne energije pod uvjetom da je ishodio rješenje o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije sukladno članku 11 stavku 2. Zakona o tržištu električne energije te da je sklopio s operatorom tržišta ugovor o otkupu električne energije sukladno članku 53. stavku 6. podstavku 15. Zakona o tržištu električne energije. Visina poticajne cijene za male hidroelektrane instalirane električne snage veće od 300Kw do uključivo 2MW priključene na prijenosnu ili distribucijsku mrežu iznosi 0,93 kn/kWh za 2017. godinu. Visina poticajne cijene za male hidroelektrane instalirane električne snage veće od 2MW do uključivo 5MW priključene na prijenosnu ili distribucijsku mrežu iznosi 0,88 kn/KWh. Tarifnim sustavom određeni su i korekcijski faktori za udio domaće komponente u projektu. Prema službenoj obavijesti od Državnog zavoda za statistiku od 20. siječnja 2017. g. umanjena je visina poticajne cijene za 0,01 kn/kWh za male hidroelektrane.

Uredbom o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije određuje se način korištenja, visina, obračun, prikupljanje, raspodjela i plaćanje naknade za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije

sukladno strateškim ciljevima Republike Hrvatske. Ti se ciljevi odnose na udio obnovljivih izvora energije i kogeneracije u ukupnoj potrošnji električne energije, pri čemu se vodi računa o stanju na energetsom tržištu Republike Hrvatske i troškovima proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i kogeneracija. Sredstva naknade za poticanje koriste se za isplatu poticajne cijene povlaštenim proizvođačima za isporučenu električnu energiju sukladno odredbama tarifnog sustava za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije. Sredstva naknade za poticanje koriste se i za financiranje poslova koje operator tržišta obavlja u sustavu poticanja proizvodnje električne energije iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja. Sredstva naknade za poticanje koriste se i za plaćanje troškova uravnoteženja elektroenergetskog sustava nastalih zbog odstupanja u vrijednostima planirane i proizvedene električne energije iz postrojenja povlaštenih proizvođača koji imaju pravo na poticajnu cijenu. Prema izmjeni Tarifnog sustava za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 100/15) određena je kvota od 35 MW ukupne planirane proizvodnje električne energije malih hidroelektrana ( $P < 10 \text{ MW}$ ), a koje imaju pravo na poticaj.

U naknadu za poticanje nije uključen porez na dodanu vrijednost. Naknadu za poticanje plaćao bi kupac električne energije (tarifni kupac i povlašteni kupac) i bila bi sadržana u cijeni električne energije, te bi se na računu koji se dostavlja kupcu za prodanu električnu energiju naznačilo kao posebna stavka iznos ukupne naknade za poticanje.

Uredbom o izmjenama i dopunama Uredbe o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije čija se proizvodnja potiče (NN 33/07, 8/11,) planirano je da do 31. prosinca 2020. godine minimalni udio električne energije proizvedene iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije čija se proizvodnja potiče, iznosi 13,6% u ukupnoj neposrednoj potrošnji električne energije. Svu električnu energiju koju proizvedu povlašteni proizvođači električne energije iz postrojenja koja koriste OIEK, a čija se proizvodnja potiče, otkupljuje operator tržišta, odnosno preuzima svaki pojedini opskrbljivač na način i pod uvjetima propisanim Uredbom. S obzirom na trenutnu globalnu financijsku i gospodarsku krizu te ograničenu dostupnost kapitala, kao i produljenih rokova za nabavku opreme za obnovljive izvore energije, došlo je do znatnog usporavanja, pa i do zastoja prilikom razvoja brojnih već započetih projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj. Međutim, planiranim olakšavanjem administrativnih procedura koje će omogućiti investitorima brže ishodaenje dokumenata i početak gradnje odnosno bržu realizaciju njihovih projekata iskorištavanja OIE, predviđa se ostvarenje obaveznog cilja do kraja 2020. godine. Hrvatska će također nastojati primjenom posebnih ekonomskih i financijskih instrumenata ubrzati realizaciju projekata.

Pravilnikom o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije utvrđuju se: obnovljivi izvori energije i kogeneracijska postrojenja koja se koriste za proizvodnju energije, propisuju uvjeti i mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije i kogeneracijskih postrojenja te uređuju druga pitanja od značaja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije, propisuje oblik, sadržaj i način vođenja Registra projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača. Ovim Pravilnikom utvrđuju se i ciljevi korištenja obnovljivih izvora energije i kogeneracije, osobito u pogledu:

- dugoročnog smanjenja ovisnosti o uvozu energenata,
- učinkovitog korištenja energije i smanjenja utjecaja uporabe fosilnih goriva na okoliš,
- otvaranja novih radnih mjesta i razvoja poduzetništva u energetici,
- poticanja razvoja novih tehnologija i domaćeg gospodarstva u cjelini i
- diverzifikacije proizvodnje energije i sigurnosti opskrbe.

Pravilnikom o uvjetima za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača električne energije propisuju se uvjeti za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača električne energije koji može steći nositelj projekta ili proizvođač koji u pojedinačnom proizvodnom objektu istodobno proizvodi električnu i toplinsku energiju, koristi otpad ili obnovljive izvore energije za proizvodnju električne energije na gospodarski primjeren način usklađen sa zaštitom okoliša. Grupe postrojenja koje za proizvodnju električne energije koriste obnovljive izvore energije, odnosno kogeneracijska postrojenja za koja nositelj projekta ili proizvođač može ishoditi status povlaštenog proizvođača utvrđene su Pravilnikom o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

Priprema sekundarnog zakonodavstva o poticanju grijanja i hlađenja iz obnovljivih izvora energije temelji se na odredbama Zakona o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05, 20/10). Članak 9. Zakona predviđa izradu podzakonskih akata koji će definirati tehnologije za proizvodnju toplinske ili rashladne energije iz obnovljivih izvora energije, odrediti minimalni godišnji udio toplinske i rashladne energije koja će se proizvoditi iz obnovljivih izvora energije, te odrediti oblik financijske potpore za pojedinu tehnologiju ili obnovljivi izvor energije.

Također je u skladu s Direktivom 2001/77/EZ pripremljen Akcijski plan za obnovljive izvore energije do 2020. godine kojeg je Republika Hrvatska bila dužna izraditi u okviru pregovora u

poglavlju 15. Energetika.

Što se tiče ciljeva Republike Hrvatske do 2020. godine i implementacije nove Direktive 2009/28/EC od Europskog parlamenta i Vijeća o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora energije kojom se izmjenjuju i dopunjuju i nakon toga ukidaju Direktive 2001/77/EZ i 2003/30/EZ, neke odredbe Direktive 2009/28/EZ su uključene u Akcijski plan za obnovljive izvore energije. On određuje dugoročnu perspektivu do 2020. s procjenom na 2030. godinu i plan aktivnosti za razvoj infrastrukture obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj u skladu s paketom provedbenih mjera za ciljeve EU-a o klimatskim promjenama i obnovljivim izvorima energije za 2020. godinu.

Uz određene odredbe nove Direktive 2009/28/EZ koje su već implementirane kroz Zakon o biogorivima za prijevoz i Akcijski plan za obnovljive izvore energije do 2020. g.. Direktiva 2009/28/EZ će se implementirati u hrvatsko zakonodavstvo kroz buduće izmjene i dopune zakonskih i provedbenih propisa za obnovljive izvore energije.

#### **4.2.3. Potencijalne lokacije za izgradnju malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj**

Instalirani kapacitet hidroelektrana u RH iznosi 2202MW s godišnjom proizvodnjom od 5673GWh (odnosi se na podatke iz 2015.godine) i čini 49,3% u ukupnoj proizvodnji električne energije<sup>104</sup>. U pogonu je 26 malih hidroelektrana s ukupno instaliranom snagom od 36,79MW. Od toga je 16 elektrana u privatnom vlasništvu, a ostale su u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede (HEP). Udio svih malih hidroelektrana s obzirom na instaliranu snagu u elektroenergetskom sustavu Hrvatske iznosi oko 1,76%. Ukupni iskoristivi prirodni (ili bruto) hidropotencijal u RH procjenjuje se na oko 21,3TWh/god, a ukupni tehnički iskoristivi hidropotencijal procjenjuje se na oko 12,4TWh/god od čega je do danas iskorišteno oko 49%. Prema iskustvima iz drugih zemalja sličnih topografskih i morfoloških karakteristika može se računati da od toga oko deset posto tehnički iskoristivog potencijala otpada na potencijal malih vodotoka. Provedenom analizom bruto energetskeg potencijala uzduž 130 malih vodotoka određena je grupa od 63 interesantnija vodotoka gledano s energetskeg stajališta (vodotoci sa specifičnom snagom većom od 50 kW/km). Za grupu od 63 vodotoka s boljim energetskeg mogućnostima utvrđeno je postojanje 699 potencijalnih lokacija za izgradnju malih hidroelektrana snage do 5MW. Ukupna instalirana snaga iznosila bi 177,1MW uz moguću godišnju proizvodnju od oko 567,7GWh.<sup>105</sup> Popis potencijalnih lokacija malih hidroelektrana (1 do 10MW) prikazan je u tablici 8.

<sup>104</sup> URL:<http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf>, (20.10.2017.)

<sup>105</sup> Vrednovanje preostalog hidropotencijala u Republici Hrvatskoj, Energetski institut Hrvoje Požar, 2016., str. 52.

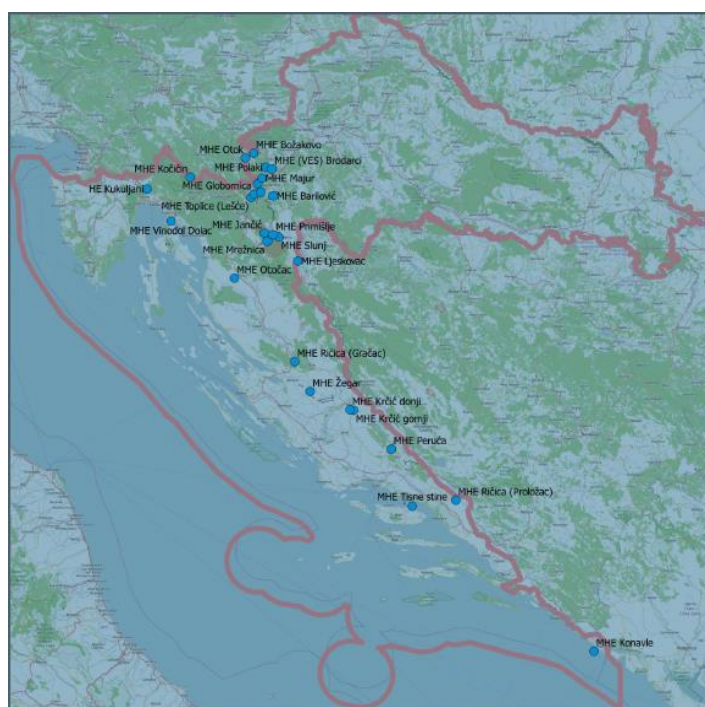
**Tablica 8: Potencijalne lokacije malih hidroelektrana**

Red. br.	Projekt	Vodotok	Instalirana snaga [MW]	Moguća proizvodnja [GWh/god]
1.	MHE Toplice (Lešće)	Dobra	4,03	11,9
2.	MHE Globornica	Dobra	4,77	18,2
3.	MHE Jarče Polje	Dobra	5,90	24,0
4.	MHE Majur	Dobra	2,23	10,9
5.	MHE Polaki	Dobra	2,09	10,5
6.	MHE Mrežnica	Dretulja (Mrežnica)	10,0	36,6
7.	MHE Jančić	Mrežnica	3,44	9,6
8.	MHE Zvečaj	Mrežnica	8,54	27,0
9.	MHE Ljeskovac	Korana	4,34	10,3
10.	MHE Slunj	Korana	6,40	17,0
11.	MHE Primišlje	Korana	1,55	n.p.
12.	MHE Barilović	Korana	5,00	20,0
13.	MHE Kočićin	Kupa	9,52	24,3
14.	MHE Otok	Kupa	9,04	29,3
15.	MHE Božakovo	Kupa	8,92	32,0
16.	MHE (VES) Brodarci	Kupa	3,4	15,8
17.	MHE Vinodol Dolac	Dubračina	5,7	9,3
18.	MHE Otočac	Gacka	2,5	12,6
19.	MHE Žegar	Zrmanja	8,8	23,9
20.	MHE Krčić gornji	Krčić (Krka)	6,8	30,8
21.	MHE Krčić donji	Krčić (Krka)	7,86	37,9
22.	MHE Peruća	Cetina	2,33	17,0
23.	MHE Tisne Stine	Cetina	4,4	27,7
24.	MHE Konavle	Ljuta	3,3	9,7
25.	MHE Ričica (Proložac)	Suvaja (Ričina)	6,5	8,5
26.	MHE Ričica (Gračac)	Ričica	4,0	11,6

Izvor: Vrednovanje preostalog hidropotencijala u Republici Hrvatskoj, Energetski institut „Hrvoje Požar“, 2016, str.54

Karta potencijalnih lokacija malih hidroelektrana prikazana je na slici 15.

**Slika 15: Karta potencijalnih lokacija malih hidroelektrana**



Izvor: Vrednovanje preostalog hidropotencijala u Republici Hrvatskoj, Energetski institut Hrvoje Požar, 2016, str. 55.

#### **4.2.4. Mjesto i uloga malih hidroelektrana na tržištu električne energije u Republici Hrvatskoj**

Pokretanjem postupaka izmjena i dopuna postojećih zakona radi usklađivanja istih s Direktivama Europskog parlamenta o općim pravilima za unutarnje tržište električne energije, Republika Hrvatska je malim hidroelektranama dodijelila značajno mjesto na tržištu električne energije. Prema Zakonu o tržištu električne energije, mala hidroelektrana kao energetska subjekt, koji u pojedinačnom proizvodnom objektu koristi obnovljivi izvor energije za proizvodnju električne energije na gospodarski primjeren način, a koji je usklađen sa zaštitom okoliša, stekla je mjesto povlaštenog proizvođača električne energije na tržištu električne energije u RH.

Tržište malih hidroelektrana predstavlja skup aktualnih i potencijalnih kupaca električne energije te prodavatelja električne energije. Prema tome, veličina tržišta malih hidroelektrana ovisi o izgradnji malih hidroelektrana kao proizvođača/ponuditelja robe/usluge i o broju potrošača električne energije (količini potrošene električne energije).

##### **4.2.4.1. Analiza dosadašnje proizvodnje i potrošnje električne energije u Republici Hrvatskoj**

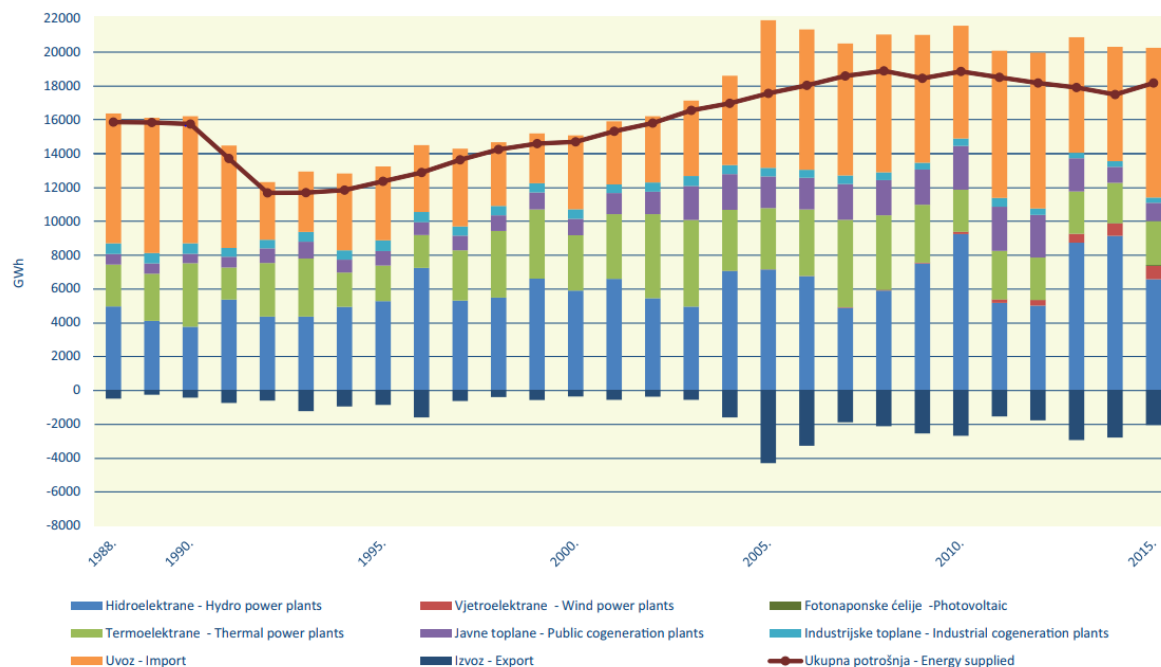
Proizvodnja i potrošnja električne energije u RH temeljne su značajke gospodarskih aktivnosti, odnosno posljedica vođenja civiliziranog načina života. U najgrubljim analizama proizvodnja i potrošnja električne energije u Republici Hrvatskoj obilježene su slijedećim veličinama:

- raspoloživa električna energija i
- bruto potrošnja električne energije.

Prvi dio elektroenergetske bilance (raspoloživa električna energija) strukturiran je od dva važna segmenta (slika 16):

- strukture proizvodnje električne energije
- i uvoza električne energije.

Slika 16: Struktura raspoložive električne energije u Republici Hrvatskoj



Izvor: [URL:http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf](http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf), (20.10.2017) str. 159.

Ovaj dio bilance definiran je potrebama za električnom energijom te definira sigurnost opskrbe, jednu od najznačajnijih karakteristika elektroenergetskog sustava.

Ukupna raspoloživa električna energija u Republici Hrvatskoj 2015. godine iznosila je 17.596GWh.<sup>106</sup> HEP je u svojim elektranama proizveo 7.535GWh električne energije, što je 42,8% ukupno raspoložive električne energije, 15,3% (2.685GWh) preuzeto je iz NE Krško, 7,4% (1.295GWh) preuzeto je iz TE Plomin te 5,4% (945GWh) iz povlaštenih proizvođača i proizvođača van HEP grupe, a 21,6% (3.818GWh) nabavljeno je izvan Hrvatske. Proizvodnja u HEP-ovim elektranama manja je za 23,2% nego u 2014. godini. U hidroelektranama je proizvedeno 32,1% manje, a u termoelektranama 28,4% više električne energije. Uvoz električne energije (kupnja na inozemnom tržištu) je povećan za 106% u odnosu na 2014. godinu.

Drugi dio bilance (bruto potrošnja električne energije) strukturiran je od slijedećih važnih segmenata (tablica 9. i slika 17.):

- bruto domaće potrošnje
- i prodaje na inozemnom tržištu.

<sup>106</sup> [URL:http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf](http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf) (20.10.2017.)



Bruto domaća potrošnja sastoji se od prodaje domaćim kupcima na visokom naponu, srednjem naponu, niskom naponu - poduzetništvo, niskom naponu - javna rasvjeta, niskom naponu - kućanstvo i povlašteni kupci, te gubitaka na mreži prijenosa, gubitaka i neobračunate potrošnje na mreži distribucije i vlastite potrošnje na mreži prijenosa.

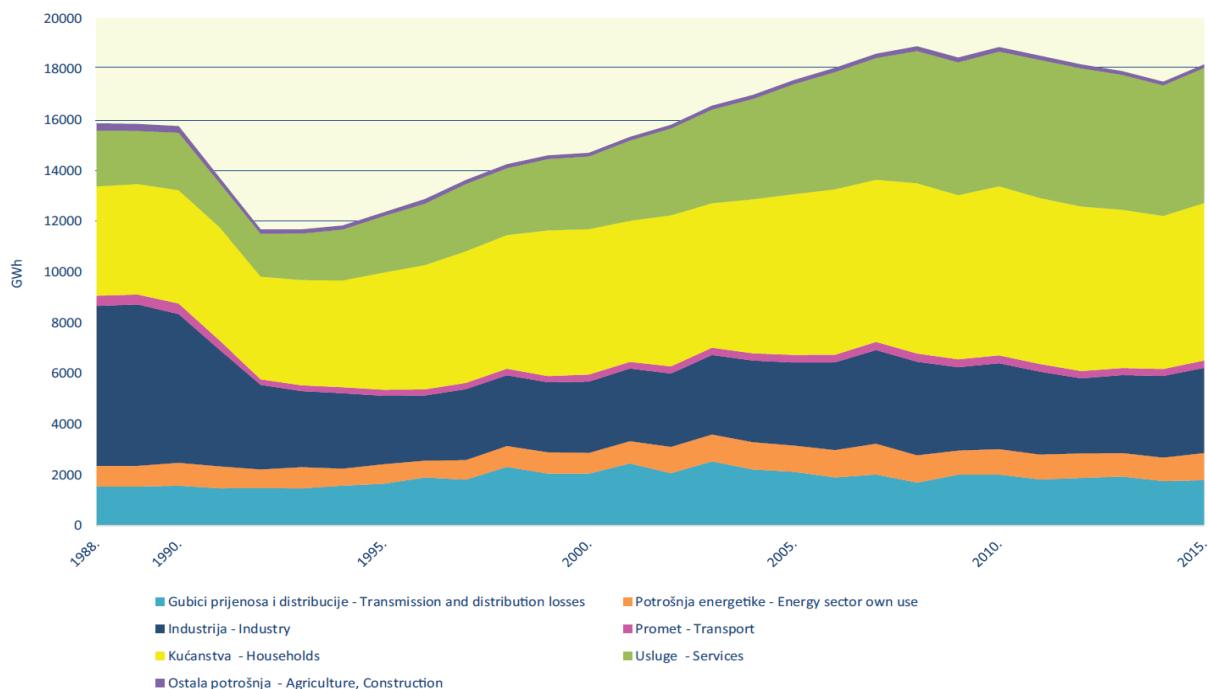
**Tablica 9: Bruto potrošnja električne energije u Republici Hrvatskoj**

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.
Ukupna potrošnja u GWh	18870	18527,6	18186,4	17921,6	17506,7	18190,4

Izvor: [URL:http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf](http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf)(20.10.2017) str. 158.

Prema podacima iz tablice 9. vidi se da je ukupna potrošnja električne energije u Hrvatskoj u 2015. godini iznosila 18.190GWh, što je porast od 3,9% u odnosu na 2014. godinu. Ukupna potrošnja je od 1992. do 2008. bila u rastu, od 2008. do 2014. u padu zbog gospodarske krize te sada ponovno raste. Rast domaće potrošnje električne energije rezultat je povećane potrošnje električne energije u kućanstvima i ostalih kupaca na niskom naponu te povlaštenih kupaca, dok je pad za vrijeme gospodarske krize bio najviše uzrokovan smanjenjem industrije, a ne smanjenjem potrošnje domaćinstava. Na slici 17. može se vidjeti strukturu bruto potrošnje električne energije u Republici Hrvatskoj.

**Slika 17: Struktura bruto potrošnje električne energije u Republici Hrvatskoj**



Izvor: [URL:http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf](http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf), (20.10.2017) str. 159.

#### 4.2.4.2. Uvoz i izvoz električne energije u Republici Hrvatskoj

U RH do sada je licencirano nekoliko tvrtki za proizvodnju električne energije: Najveća od njih, HEP Proizvodnja (ovisno društvo u sastavu HEP d.d.), je društvo s ograničenom odgovornošću s dozvolama za obavljanje dvije energetske djelatnosti: proizvodnju električne energije za tarifne kupce i proizvodnju električne energije za tržište (iz eventualno neangažiranih postojećih proizvodnih i novih kapaciteta).

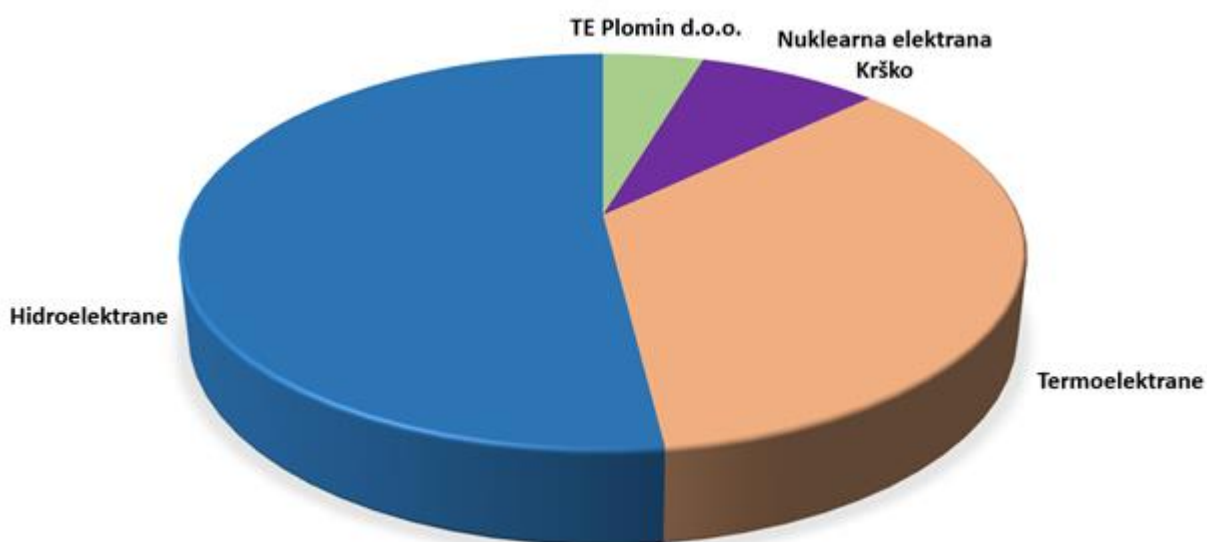
HEP Proizvodnja d.o.o. ima u svom sustavu proizvodnje električne energije na raspolaganju termoelektrane i hidroelektrane (tablica 10.i slika 18.). Goriva koja se koriste u termoelektranama su ugljen, plin i loživo ulje.

*Tablica 10: Raspoloživa snaga proizvodnih kapaciteta u Republici Hrvatskoj*

Vrsta elektrane	Snaga u MW
Hidroelektrane	2202
Termoelektrane	1906
Nuklearna elektrana Krško	348
Industrijske elektrane	165
Ostale elektrane	526

Izvor: [URL:http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf](http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf), (20.10.2017) str. 151.

*Slika 18: Struktura proizvodnih kapaciteta u Republici Hrvatskoj*



Izvor: [URL:http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf](http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12/Energija2015.pdf), ( 20.10.2017), str. 152.

Prema podacima iz tablice 10. i slike 18. vidi se da je ukupna instalirana snaga svih elektrana u Republici Hrvatskoj iznosi 5.147MW, a od toga je 4.456MW u sastavu HEP grupe (uključujući

TE Plomin d.o.o. 192MW). Od 4.456MW, 1.906MW je u termoelektranama (uključujući TE Plomin d.o.o.) , 2.202MW u hidroelektranama, 348MW iz NE Krško koja je 50% u vlasništvu Republike Hrvatske, 165MW u industrijskim elektranama i oko 526MW ostalih proizvođača, što uključuje male hidroelektrane van HEP grupe, vjetroelektrane (418MW), elektrane na biomasu i bioplin te sunčane elektrane. U ukupnoj strukturi proizvodnih kapaciteta u RH termoelektrane čine 37,0%, hidroelektrane 42,8%, NE Krško 6,8%, industrijske elektrane 3,2% i ostale proizvođače 10,2%.

U 2015. godini hidroelektrane u vlasništvu HEP grupe proizvele su 5.673GWh, a termoelektrane 1.862GWh. Budući da je potrošnja veća od proizvodnje električne energije, ista je podmirena nabavom električne energije iz uvoza. U istom razdoblju izvezeno je 1.065GWh električne energije. Bitno je napomenuti da je Republika Hrvatska dio svojih potreba za električnom energijom i u prethodnom razdoblju podmirivala uvozom.

Uz zanemarivanje strukture energije koja se uvozi i one koja se izvozi, bilanca uvoza i izvoza pokazuje da trend uvoza raste, ali raste i trend izvoza električne energije. Danas oko 30% svojih elektroenergetskih potreba Hrvatska trenutačno osigurava uvozom električne energije. Zastupljenost uvoza u budućnosti još će se povećati, jer Hrvatska nema značajnijih zaliha primarnih oblika energije. To se posebice odnosi na zalihe fosilnih goriva kao što su ugljen, sirova nafta i prirodni plin. Što se tiče i obnovljivih energetske resursa u koje spadaju vodne snage, sunčeva energija, energija vjetra te uvjetno obnovljiv oblik energije - geotermalna energija, tu je Hrvatska u povoljnijim okolnostima nego s fosilnim gorivima.

Uvoz električne energije predstavlja jedan od načina za opskrbljivanje potrošača u Hrvatskoj. Isključivo i dugoročno oslanjanje na uvoz električne energije vrlo je nepouzđano jer ovisi o nepredvidivim raspoloživim viškovima električne energije na inozemnom tržištu, mogućnostima prijenosa te energije, kao i o potražnji električne energije od drugih zemalja. Elektrane se u osnovi ne grade radi izvoza električne energije nego za podmirenje vlastite potrošnje. Navedena tvrdnja može se potkrijepiti činjenicom da se potencijalni viškovi kapaciteta za proizvodnju električne energije u svim europskim zemljama već nekoliko godina neprekidno smanjuju. Povremeni viškovi električne energije na tržištu mogu nastati zbog prekomjerne gradnje elektrana u nekim zemljama zbog neostvarenog porasta domaće potrošnje. Valja naglasiti da se zbog dužeg razdoblja podinvestiranja u proizvodnju i prijenos električne energije u Europi, uz istodobno povećanje konzuma i izlaženje iz pogona zastarjelih elektrana, u bliskoj budućnosti može smanjiti ponuda viškova električne energije na koje Hrvatska može računati.

Raspoloživost električne energije preduvjet je za svekoliki gospodarski razvitak i standard stanovništva, a postojeće stanje proizvodnih objekata izaziva zabrinutost na tržištu električne energije.

#### **4.2.4.3. Planirana gospodarska kretanja i buduće potrebe električne energije u Republici Hrvatskoj do 2020. godine**

Ekonomski razvitak svake zemlje vezan je uz potrošnju električne energije. Veza između stope rasta bruto društvenog proizvoda (BDP) i stope rasta potrošnje električne energije ispitana je za niz zemalja na različitim razinama ekonomskog razvitka i kod svih je utvrđeno da je odnos tih stopa (poznat kao faktor elastičnosti) blizak jedinici. U manje razvijenim zemljama u prosjeku je viši i bliži jedinici nego u visoko razvijenima. Valja napomenuti da je stopa promjene potrošnje električne energije u svim zemljama svijeta pozitivna.

Postoje, dakako, i znatne razlike između zemalja istog stupnja razvijenosti, ovisno o tome u kojoj se mjeri električna energija koristi za proizvodne i uslužne djelatnosti, a u kojoj za društveni standard i domaćinstva. O tim zakonitostima treba voditi računa i pri planiranju potrošnje električne energije u Hrvatskoj jer se očekivana stopa rasta BDP-a u budućem razdoblju neće moći ostvariti bez odgovarajuće stope rasta potrošnje električne energije.

Tijekom izrade Strategije energetske razvitka Republike Hrvatske uvaženi su slijedeći strateški ciljevi dugoročnog društvenog i gospodarskog razvitka:

- formiranje trajnog tržišnog modela gospodarstva koji se temelji na slobodnoj inicijativi i dominantnom privatnom vlasništvu,
- približavanje Republike Hrvatske po stupnju razvijenosti zapadnoeuropskim zemljama i
- što veća otvorenost, odnosno internacionalizacija gospodarskih aktivnosti.

Ograničenja gospodarskog razvitka Republike Hrvatske u prvom redu proizlaze iz samog procesa tranzicije kroz koji Hrvatska prolazi, a koji je iz iskustva svih zemalja koje prolaze slične procese zahtjevan i po dinamici neizvjestan. Moguća ograničenja razvitku energetske sektora proizlazit će iz stanja gospodarstva i uspješnosti procesa promjena u ukupnom životu Republike Hrvatske.

Strategija energetske razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09) postavlja tri temeljna energetska cilja za razdoblje do 2020. godine: sigurnost opskrbe električnom energijom, konkurentnost

energetskog sustava i održivost energetskog razvoja.

U elektroenergetskom sektoru predviđa se da će prosječni godišnji porast ukupne potrošnje električne energije do 2020. iznositi oko 3,5%. To znači da će ukupna potrošnja električne energije iznositi oko 28TWh u 2020. godini s vršnim opterećenjem oko 4600MW.

Za tako projiciranu potrošnju, Strategija predviđa izgradnju 2700MW temeljnih proizvodnih kapaciteta, od čega 300MW u velikim hidroelektranama i 2400MW u termoelektranama.

Predviđa se i intenzivna izgradnja energetskih objekata koji koriste obnovljive izvore, sa svim standardno primijenjenim tehnologijama kao što su vjetroelektrane, elektrane na biomasu, male hidroelektrane, termoelektrane na bioplin, geotermalne elektrane i sunčeve elektrane. Cilj je da se u razdoblju do 2020. godine udjel proizvodnje električne energije iz velikih hidroelektrana i obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji električne energije održava na postojećoj razini, te da 2020. godine iznosi 35% ( taj udjel je već sada ostvaren). Uz proizvodnu komponentu, Strategija predviđa i kontinuirani fizički i tehnološki razvoj prijenosne i distribucijske mreže.

U području korištenja toplinske energije, Strategija predviđa porast priključne površine potrošača s centralnim toplinskim sustavima od 2,1% godišnje uz energetski razvoj naselja kojim se sustavno planira komplementarni razvoj sustava opskrbe prirodnim plinom i centraliziranih toplinskih sustava.

Strategija također predviđa poticanje izgradnje distribuiranih izvora toplinske i električne energije, kao komplementarnih sustava velikim energetskim sustavima.

Najavljena je realizacija sljedećih proizvodnih objekata:

- kombi-kogeneracijski blok na prirodni plin u TE Sisak (230MWe, 50MWt),
- zamjenski blok od 500MW na ugljen u TE Plomin,
- višenamjenski hidroenergetski objekti na Savi (120MW, očekivanja godišnja proizvodnja 600GWh),
- hidroenergetski sustav Like i Gacke (akumulacija Kosinj, HE Kosinj, HE Senj 2 – dodatnih 400MW i 450GWh),
- dvije protočne hidroelektrane od po 50MW na Dravi (Molve 1 i Molve 2).

Među investicijskim projektima od interesa za Republiku Hrvatsku, nalaze se još i HE Dubrovnik II, te projekti obnovljivih izvora energije. U 2010. godini dovršena je izgradnja HE Lešće (42MW), te je nastavljena izgradnja novog bloka u TE Sisak. U 2016. godini u pogon je pušten i ABM Varaždin (650kW), a u 2017. godini MHE Prančevići (1,15MW). Na području obnovljivih izvora električne energije, HEP razvija projekte vjetroelektrana Jelenje i Zelovo. Osim izgradnje novih proizvodnih postrojenja, kontinuirano se obavlja zamjena opreme, rekonstrukcije te revitalizacija postojećih postrojenja, od kojih je najopsežnija revitalizacija HE Zakućac.

Za svaku novu elektranu-kandidata, poznat (izračunat) je energetska doprinos u elektroenergetskom sustavu, koji se određuje simulacijom okolnosti u elektroenergetskom sustavu prije i poslije izgrađene elektrane, uz zadanu sigurnost opskrbe potrošača električnom energijom. Uvažavajući bonitet objekata i ostale uvjete koje treba zadovoljiti izborom objekta za izgradnju, proizlazi da će veći dio proizvodnih jedinica biti termoelektrane ložene ugljenom, potom plinske kombi elektrane, i to prije svega tamo gdje je moguća kogeneracijska proizvodnja električne energije i topline, te hidroelektrane u kojima se koncentrirano iskorištava veliki dio preostalog hidropotencijala.

Glavnina pokriva povećane potražnje električne energije u Hrvatskoj u idućem kratkoročnom razdoblju (do 2020. godine) zasniivat će se na vrlo ograničenim domaćim izvorima energije, gradnji elektrana uz korištenje uvoznih energenata i uvozu električne energije.

Zbog vrlo ograničenih vlastitih zaliha fosilnih goriva, kao vlastiti energetska izvori za proizvodnju električne energije u Hrvatskoj preostaju tradicionalni obnovljivi izvori (velike i male hidroelektrane) i ostali obnovljivi izvori energije (sunčeva energija, energija vjetra, energija biomasa i ponegdje geotermalna energija).

## **5. EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA I NJEN UTJECAJ NA DIVERZIFIKACIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE**

### **5.1. Metodologija istraživanja**

U svrhu dokazivanja ili opovrgavanja hipoteza istraživanja koristile su se metode koje je moguće podijeliti u dvije grupe: opće i pomoćne metode znanstvenog istraživanja.

U svrhu izrade teorijskog dijela koristile su se opće znanstvene metode. U teorijskom dijelu rada, izvršila se analiza pribavljene domaće i inozemne literature koja tretira probleme proizvodnje i plasmana na tržištu električne energije. Nakon toga, utvrdila su se potrebe za izgradnjom malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj i istražili su se uvjeti proizvodnje i plasmana električne energije iz malih hidroelektrana u nekim od zemalja Europske unije, a za njihovo sistematiziranje korištene su znanstvene metode: metoda deskripcije, metoda analize, metoda sinteze, metoda kompilacije, metoda indukcije, metoda dedukcije i metoda komparacije.

Metodom anketiranja se provelo istraživanje na uzorku od 20 velika i srednja poduzeća u Republici Hrvatskoj koja se bave projektiranjem i izgradnjom malih hidroelektrana. Anketni upitnik je ispunilo svih 20 poduzeća čime je stopa povrata iznosila 100%. Anketno ispitivanje je provedeno u vremenu od 27.10.2017. godine do 03.11.2017. godine.

Metodom anketiranja su se identificirale karakteristike i utjecaj implementacije strategije malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnju električne energije u Republici Hrvatskoj. Nakon što su se podaci prikupili, pristupilo se statističkoj obradi podataka primjenom metoda deskriptivne statistike, korelacije i komparativne statistike. S ciljem ispitivanja statističke značajnosti postavljenih hipoteza istraživanja koristio se t-test, metoda za utvrđivanje statističke značajnosti aritmetičkih sredina između dva uzorka u istraživanju. Ako rezultat provedenog t-testa pokaže da razlika među aritmetičkim sredinama nije statistički značajna, onda se hipoteza istraživanja statistički odbacuje. S druge strane, ako je razlika između aritmetičkih sredina statistički značajna, statistički se prihvaća hipoteza istraživanja. Provođenje t-testa ispituje se statistička značajnosti na razini od 5%. Ukoliko je  $p > 0,05$  ne postoji statistički značajna razlika, a ako je  $p < 0,05$  postoji statistički značajna razlika. Kod primjene t-testa postoji jednosmjerni i dvosmjerni t-test. Primjenom statističkog programa za potrebe ovog rada može se

izabrati jedan od tri tipa t-testa, ovisno o tome o kakva je dva skupa (uzorka) riječ, i to:

- Tip 1 – zavisni uzorci – slučaj kada imamo parove rezultata,
- Tip 2 – dva uzorka s (približno) jednakim varijancama,
- Tip 3 – dva uzorka s različitim varijancama.

## 5.2. Analiza rezultata istraživanja

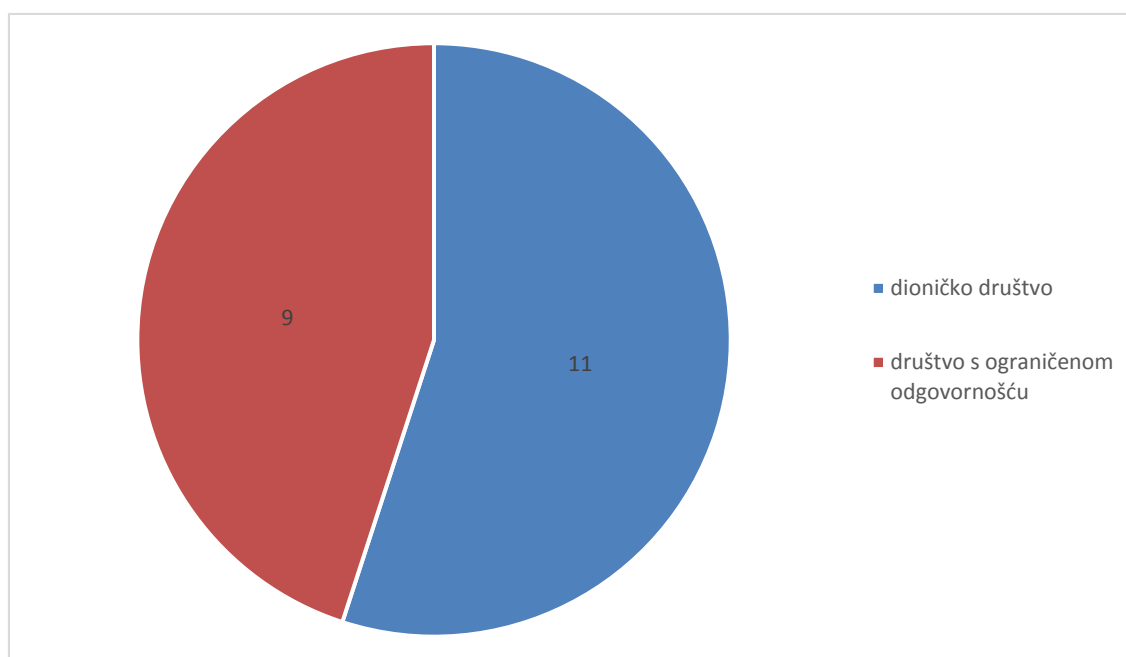
### 5.2.1. Deskriptivna statistika istraživanja

Prije nego što se prikažu rezultati istraživanja postavljenih hipoteza, dat će se pregled deskriptivne statistike koja će prikazati tri temeljna obilježja anketiranih poduzeća, i to:

- pravni oblik poduzeća,
- vlasnička struktura poduzeća,
- veličina poduzeća.

Za potrebe istraživanja anketirana su poduzeća koja su dioničko društvo ili društvo s ograničenom odgovornošću. Na slici 19. prikazan je pravni oblik anketiranih poduzeća.

*Slika 19: Pravni oblik poduzeća*



Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017



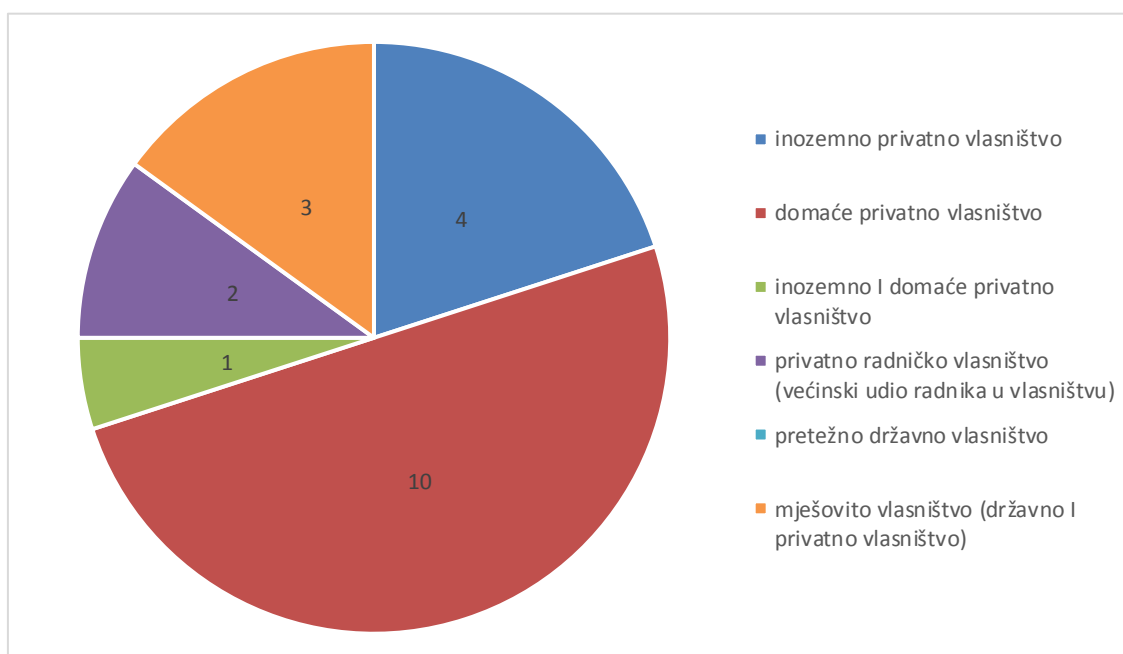
Kao što se vidi iz prethodne slike 19. od anketiranih poduzeća jedanaest su dioničko društvo, a ostalih devet su društvo s ograničenom odgovornošću.

Za potrebe istraživanja anketirana su poduzeća koja su po vlasničkoj strukturi:

- inozemno privatno vlasništvo,
- domaće privatno vlasništvo,
- inozemno i domaće privatno vlasništvo,
- privatno radničko vlasništvo (većinski udio radnika u vlasništvu),
- pretežno državno vlasništvo,
- mješovito vlasništvo (državno i privatno vlasništvo).

Na slici 20. se vidi podjela anketiranih poduzeća s obzirom na vlasničku strukturu poduzeća.

*Slika 20: Vlasnička struktura poduzeća*



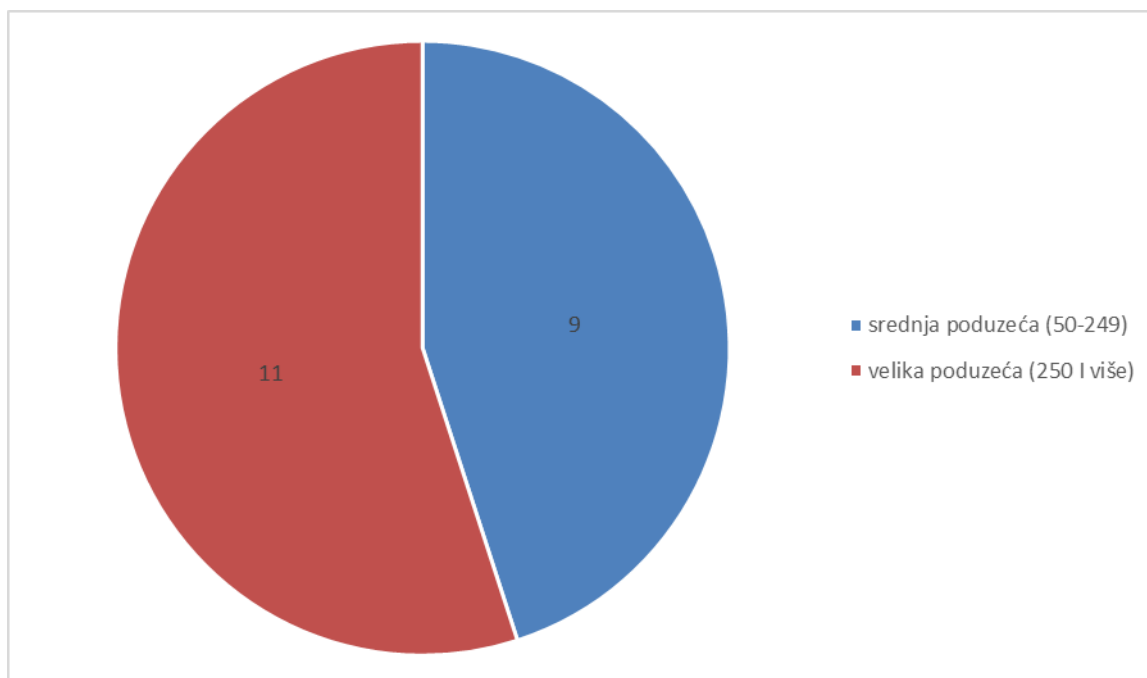
*Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017*

Kao što se vidi iz prethodne slike 20. od anketiranih poduzeća deset su u domaćem privatnom vlasništvu, četiri u inozemnom privatnom vlasništvu, tri u mješovitom državno-privatnom vlasništvu, dva u privatnom radničkom vlasništvu dok je jedno u inozemnom-domaćem privatnom vlasništvu.

Za potrebe istraživanja anketirana su poduzeća koja spadaju u grupe srednjih i velikih poduzeća.

Na slici 21. se vidi podjela anketiranih poduzeća s obzirom na veličinu poduzeća.

*Slika 21: Veličina poduzeća*



*Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017*

Kao što se vidi iz prethodne slike 21. od anketiranih poduzeća devet spadaju u srednja poduzeća sa 50 do 249 zaposlenih, dok jedanaest spadaju u velika poduzeća sa više od 250 zaposlenih.

### **5.2.2. Testiranje istraživačkih hipoteza**

U ovom dijelu rada, testirat će se istraživačke hipoteze temeljem kojih će se utvrditi stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj. U svrhu identifikacije stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana definirana su dva stupnja, i to viši i niži stupanj implementacije. Sva anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije veću od 2,5 pripadaju grupi višeg stupnja implementacije. S druge strane, sva anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije manju od 2,5 pripadaju grupi nižeg stupnja implementacije. U tablicama 11. i 12. prikazan je stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana anketiranih poduzeća temeljem obrađenih podataka.

Tablica 11: Stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ekološki problemi nastali proizvodnjom energije iz obnovljivih izvora, (zagađenje voda, zraka i tla, odlaganje otrovnog i radioaktivnog otpada, kisele kiše i promjena klime) djeluju na zdravlje ljudi.	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5
EU i Republika Hrvatska imaju razvijene poticajne programe i mjere za izgradnju malih hidroelektrana.	3	4	4	3	1	1	4	1	3	1
U Hrvatskoj ne postoji mnogo poduzeća koja se bave implementacijom obnovljivih izvora energije.	4	4	5	4	1	4	3	3	3	1
Ulaganje u male hidroelektrane je strateški interes Republike Hrvatske.	1	3	5	4	5	5	4	4	3	4
<b>Analiza okoline</b>	<b>3</b>	<b>3,75</b>	<b>4,75</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3,25</b>	<b>2,75</b>
Budućnost proizvodnje električne energije treba biti bazirana na obnovljivim izvorima energije	4	2	5	4	5	4	4	5	5	1
Ulaganje u izgradnju malih hidroelektrana potrebno je dodatno poticati.	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5
U Hrvatskoj treba više koristiti male hidroelektrane za proizvodnju električne energije nego danas.	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
<b>Postavljanje misije, vizije i ciljeva</b>	<b>4,666667</b>	<b>3,666667</b>	<b>5</b>	<b>4,666667</b>	<b>5</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,333333</b>	<b>3,666667</b>
Razvoj tvrtke treba biti baziran na implementaciji obnovljivih izvora energije.	4	3	5	3	4	4	3	4	4	1
Ulaganje u izgradnju malih hidroelektrana je društveno korisno.	3	4	5	4	5	5	4	3	5	5
Opasnost za okoliš proizvodnjom elektr	5	4	5	3	5	5	4	5	4	1
<b>Formuliranje strategije</b>	<b>4</b>	<b>3,666667</b>	<b>5</b>	<b>3,333333</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,666667</b>	<b>3,666667</b>	<b>4</b>	<b>4,333333</b>	<b>2,333333</b>
Više od polovice godišnjih prihoda tvrtke trebaju usmjeriti na ulaganja u obnovljive izvore energije.	1	1	4	1	3	3	4	3	3	1
Ljudi unutar tvrtke trebaju pratiti svjetske trendove razvoja malih hidroelektrana.	3	4	4	5	3	5	5	5	4	4
Potrebno je ulagati sredstva u nove proizvode za implementaciju malih hidroelektrana.	3	3	5	4	3	5	4	4	4	4
<b>Implementacija strategije</b>	<b>2,333333</b>	<b>2,666667</b>	<b>4,333333</b>	<b>3,333333</b>	<b>3</b>	<b>4,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>4</b>	<b>3,666667</b>	<b>3</b>
Vrlo bitno je praćenje Zakonskih regulativa koja se odnose na male hidroelektrane.	3	3	5	4	3	5	5	5	4	5
Treba prilagoditi postojeću kadrovsku strukturu zaposlenika kako bi se mogao realizirati projekt implementacija malih hidroelektrana.	3	4	5	4	4	5	4	5	4	1
Potrebno je pratiti trend ulaganja u obnovljive izvore energije u svijetu.	5	4	4	4	4	5	5	3	4	1
<b>Strateška kontrola</b>	<b>3,666667</b>	<b>3,666667</b>	<b>4,666667</b>	<b>4</b>	<b>3,666667</b>	<b>5</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,333333</b>	<b>4</b>	<b>2,333333</b>
<b>STUPANJ IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA</b>	<b>3,533333</b>	<b>3,483333</b>	<b>4,75</b>	<b>3,866667</b>	<b>3,866667</b>	<b>4,433333</b>	<b>4,266667</b>	<b>4</b>	<b>3,916667</b>	<b>2,816667</b>

Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017

Tablica 12: Stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana (nastavak)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ekološki problemi nastali proizvodnjom energije iz neobnovljivih izvora, (zagađenje voda, zraka i tla, odlaganje otrovnog i radioaktivnog otpada, kisele kiše i promjena klime) djeluju na zdravlje ljudi.	5	5	4	5	3	4	5	4	5	5
EU i Republika Hrvatska imaju razvijene poticajne programe i mjere za izgradnju malih hidroelektrana.	5	4	4	4	5	3	4	5	3	3
U Hrvatskoj ne postoji mnogo poduzeća koja se bave implementacijom obnovljivih izvora energije.	4	3	5	4	1	4	5	1	3	5
Ulaganje u male hidroelektrane je strateški interes Republike Hrvatske.	4	1	5	3	5	1	1	5	3	1
<b>Analiza okoline</b>	<b>4,5</b>	<b>3,25</b>	<b>4,5</b>	<b>4</b>	<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>3,75</b>	<b>3,75</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>
Budućnost proizvodnje električne energije treba biti bazirana na obnovljivim izvorima energije	2	5	4	5	4	4	4	3	5	1
Ulaganje u izgradnju malih hidroelektrana potrebno je dodatno poticati.	5	5	5	4	3	5	5	5	4	4
U Hrvatskoj treba više koristiti male hidroelektrane za proizvodnju električne energije nego danas.	5	5	5	4	3	4	5	5	4	3
<b>Postavljanje misije, vizije i ciljeva</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,333333</b>	<b>3,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>2,666667</b>
Razvoj tvrtke treba biti baziran na implementaciji obnovljivih izvora energije.	2	4	4	4	4	3	4	4	5	1
Ulaganje u izgradnju malih hidroelektrana je društveno korisno.	4	4	5	3	5	5	5	5	4	4
Opasnost za okoliš proizvodnjom elektr	5	2	2	3	4	5	5	4	5	3
<b>Formuliranje strategije</b>	<b>3,666667</b>	<b>3,333333</b>	<b>3,666667</b>	<b>3,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,333333</b>	<b>4,666667</b>	<b>2,666667</b>
Više od polovice godišnjih prihoda tvrtke trebaju usmjeriti na ulaganja u obnovljive izvore energije.	1	1	1	3	1	3	1	1	5	1
Ljudi unutar tvrtke trebaju pratiti svjetske trendove razvoja malih hidroelektrana.	4	5	5	4	5	5	4	5	4	3
Potrebno je ulagati sredstva u nove proizvode za implementaciju malih hidroelektrana.	4	5	4	4	4	5	4	4	4	2
<b>Implementacija strategije</b>	<b>3</b>	<b>3,666667</b>	<b>3,333333</b>	<b>3,666667</b>	<b>3,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>3</b>	<b>3,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>2</b>
Vrlo bitno je praćenje Zakonskih regulativa koja se odnose na male hidroelektrane.	5	5	5	4	5	5	5	5	4	3
Treba prilagoditi postojeću kadrovsku strukturu zaposlenika kako bi se mogao realizirati projekt implementacija malih hidroelektrana.	2	4	4	4	5	5	4	3	4	4
Potrebno je pratiti trend ulaganja u obnovljive izvore energije u svijetu.	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
<b>Strateška kontrola</b>	<b>4</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,333333</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4,666667</b>	<b>4</b>	<b>4,333333</b>	<b>4</b>
<b>STUPANJ IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA</b>	<b>3,833333</b>	<b>3,983333</b>	<b>4,166667</b>	<b>3,933333</b>	<b>3,9</b>	<b>4,2</b>	<b>4,15</b>	<b>3,95</b>	<b>4,233333</b>	<b>2,966667</b>

Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017

Kao što se vidi iz tablica 11. i 12. prvo se izračunala aritmetičke sredina analize okoline, postavljanja misije, vizije i ciljeva, formuliranje strategije, implementacija strategije i strateške kontrole svakog poduzeća. Nakon toga prosječni stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana za pojedina poduzeća se dobio iz aritmetičke sredine dobivenih aritmetičkih sredina analize okoline, postavljanja misije, vizije i ciljeva, formuliranje strategije, implementacija strategije i strateške kontrole svakog poduzeća. Istraživanjem je dobivena najniža srednja vrijednost 2,816.

Budući da prilikom izračuna prosječnih vrijednosti iz tablice 11. i 12. ne postoji prosječna ocjena koja je manja od 2,5 te se ne može prema prethodno navedenim intervalima definirati grupa višeg i nižeg stupnja intenziteta implementacije, u ovom radu pristupilo se novom izračunu novih intervala implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana. Naime, kod ukupnih ocjena stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana uzeta je najmanja dobivena prosječna ocjena 2,816 i najveća postavljena ocjena 5. Između najmanje dobivene prosječne ocjene i najveće postavljene ocjene će se izračunati aritmetička sredina aritmetičkih sredina. Primjenom prethodno navedenog postupka dobivena je vrijednost prosječne ocjene 3,908. Sada će sva anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije veću od 3,908 pripadati grupi višeg stupnja implementacije. S druge strane, sva anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije manju od 3,908 će pripadati grupi nižeg stupnja implementacije.

Iz tablica 11. i 12. se vidi da od anketiranih poduzeća osam pripadaju grupi nižeg stupnja implementacije, dok dvanaest pripadaju grupi višeg stupnja implementacije.

#### **5.2.2.1. Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj**

U ovom dijelu rada ispitivat će se utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj. Kao što je prethodno navedeno, anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana veću od 3,908 pripadaju grupi višeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana. S druge strane, anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana manju od 3,908 pripadaju grupi nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana.

Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj ispitat će se pomoću dvije pomoćne hipoteze istraživanja. Prvom pomoćnom hipotezom istraživanja ispitat će se da li veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na veću diverzifikaciju proizvodnje električne energije, dok će se drugom pomoćnom hipotezom istraživanja ispitati da li niži stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na nižu diverzifikaciju proizvodnje električne energije. U svrhu tog ispitivanja, u tablicama 13. i 14. prikazani su rezultati stupnja diverzifikacije proizvodnje električne energije.

**Tablica 13: Diverzifikacija proizvodnje električne energije za poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi energetske neovisnosti o stranim izvorima energije.	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	3	4
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi sigurnosti dobave i opskrbe potrošača.	3	5	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4
U vašem poduzeću se električna energija proizvodi iz različitih izvora.	5	5	3	3	4	3	3	3	4	5	5	5
<b>DIVERZIFIKACIJA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4,333333</b>	<b>4</b>	<b>3,666667</b>	<b>3,666667</b>	<b>3,666667</b>	<b>4,666667</b>	<b>5</b>	<b>3,666667</b>	<b>4,333333</b>

Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017

Iz tablice 13. vidi se da je najmanja vrijednost 3,667, a najveća 5. Aritmetičkom sredinom ove dvije aritmetičke sredine dobivena je prosječna vrijednost od 4,333.

**Tablica 14: Diverzifikacija proizvodnje električne energije za poduzeća nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana**

	1	2	3	4	5	6	7	8
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi energetske neovisnosti o stranim izvorima energije.	4	4	5	5	4	2	4	1
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi sigurnosti dobave i opskrbe potrošača.	5	5	5	5	4	5	5	2
U vašem poduzeću se električna energija proizvodi iz različitih izvora.	1	1	3	5	1	4	5	3
<b>DIVERZIFIKACIJA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE</b>	<b>3,333333</b>	<b>3,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3,666667</b>	<b>4,666667</b>	<b>2</b>

Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017

S druge strane, iz tablice 14. vidi se da je najmanja vrijednost 2, a najveća 5. Aritmetičkom sredinom ove dvije aritmetičke sredine dobivena je prosječna vrijednost od 2,5.

Temeljem prethodno dobivenih rezultata zaključuje se da poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana imaju veću diverzifikaciju proizvodnje električne energije. S druge strane, poduzeća nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana imaju nižu diverzifikaciju proizvodnje električne energije.

Za provjeru hipoteza koristio se dvosmjernan t-test. Kako je riječ o nezavisnim uzorcima trebalo se odlučiti između tipa 2 i tipa 3.

Trebalo je utvrditi je li riječ o uzorcima s jednakim ili različitim varijancama. Odgovor na to pitanje dobio se na temelju F-testa.

= FTEST(raspon1. uzorka; raspon 2. uzorka)

Kao i kod t-testa program nam izbacuje odgovarajuću p-vrijednost imajuću u vidu:

- ako je  $p > 0,05$  – da je riječ o uzorcima s (približno) istim varijancama,

- ako je  $p < 0,05$  – da je riječ o uzorcima s različitim varijancama.

F-testom se dobila vrijednost  $p=0,049441$  iz čega se zaključilo da je riječ o uzorcima s različitim varijancama te je korišten 3. tip testa.

Nakon provedenog t-testa dobila se vrijednost  $p=0,212695$ . Budući da je  $p>0,05$  zaključuje se da ne postoji statistički značajna razlika.

Iako poduzeća s većim stupnjem implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana imaju veću diverzifikaciju proizvodnje električne energije od poduzeća s nižim stupnjem implementacije strategije, zaključuje se da ***stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana statistički ne utječe na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.***

### 5.2.2.2. Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj

U ovom dijelu rada ispitivat će se utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj. Kao što je prethodno navedeno, anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana veću od 3,908 pripadaju grupi višeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana. S druge strane, anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana manju od 3,908 pripadaju grupi nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana.

Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj ispitat će se pomoću druge temeljne hipoteze istraživanja. Hipotezom istraživanja ispitati će se da li veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na veći razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj. U svrhu tog ispitivanja, u tablicama 15.i 16. prikazani su rezultati stupnja razvoja energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj.

**Tablica 15: Razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj za poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi razvitku nerazvijenih područja.	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju zaposlenosti unutar energetskeg sektora.	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	3	4
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju zapošljavanja u drugim sektorima gospodarstva.	4	5	4	2	1	5	3	4	4	5	4	3
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi smanjenju uvoza energenata.	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	3	4
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju proizvodnje električne energije u hrvatskoj energetskeg bilanci.	5	5	5	5	4	5	3	5	5	5	4	5
<b>RAZVOJ ENERGETSKOG TRŽIŠTA U RH-oj</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>3,8</b>	<b>4,6</b>	<b>4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>5</b>	<b>3,6</b>	<b>4,2</b>

Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017

Iz tablice 15. vidi se da je najmanja vrijednost 3,6, a najveća 5. Aritmetičkom sredinom ove dvije aritmetičke sredine dobivena je prosječna vrijednost od 4,3.



**Tablica 16: Razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj za poduzeća nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana**

	1	2	3	4	5	6	7	8
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi razvitku nerazvijenih područja.	2	4	4	5	5	4	5	4
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju zaposlenosti unutar energetskeg sektora.	4	4	5	5	5	4	5	2
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju zapošljavanja u drugim sektorima gospodarstva.	2	4	5	5	5	1	5	4
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi smanjenju uvoza energenata.	2	5	5	5	5	4	5	3
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju proizvodnje električne energije u hrvatskoj energetskeg bilanci.	4	5	5	5	5	4	5	3
<b>RAZVOJ ENERGETSKOG TRŽIŠTA URH-oj</b>	<b>2,8</b>	<b>4,4</b>	<b>4,8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3,4</b>	<b>5</b>	<b>3,2</b>

Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017

S druge strane, iz tablice 16. vidi se da je najmanja vrijednost 2,8, a najveća 5. Aritmetičkom sredinom ove dvije aritmetičke sredine dobivena je prosječna vrijednost od 3,9. Temeljem dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti da poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana imaju veći razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj od poduzeća s nižim stupnjem implementacije strategije.

Za provjeru hipoteza koristio se dvosmjernan t-test. Kako je riječ o nezavisnim uzorcima trebalo se odlučiti između tipa 2 i tipa 3.

Trebalo je utvrditi je li riječ o uzorcima s jednakim ili različitim varijancama. Odgovor na to pitanje dobio se na temelju F-testa.

= FTEST(raspon1. uzorka; raspon 2. uzorka)

Kao i kod t-testa program nam izbacuje odgovarajuću p-vrijednost imajuću u vidu:

- ako je  $p > 0,05$  – da je riječ o uzorcima s (približno) istim varijancama,

- ako je  $p < 0,05$  – da je riječ o uzorcima s različitim varijancama.

F-testom se dobila vrijednost  $p=0,021022$  iz čega se zaključilo da je riječ o uzorcima s različitim varijancama pa se koristio 3. tip testa.

Nakon provedenog t-testa dobila se vrijednost  $p=0,675664$ . Budući da je  $p>0,05$  zaključuje se da ne postoji statistički značajna razlika.

Iako poduzeća s većim stupnjem implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana doprinose većem razvoju energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj od poduzeća s nižim stupnjem implementacije strategije, zaključuje se da *stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana statistički ne utječe na razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj.*

### **5.2.2.3. Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije**

U ovom dijelu rada ispitivat će se utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj. Kao što je prethodno navedeno, anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana veću od 3,908 pripadaju grupi višeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana. S druge strane, anketirana poduzeća koja imaju ukupnu prosječnu ocjenu stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana manju od 3,908 pripadaju grupi nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana.

Utjecaj stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije ispitat će se pomoću hipoteze istraživanja. Hipotezom istraživanja ispitat će se da li veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na veći intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije. U svrhu tog ispitivanja, u tablicama 17. i 18. prikazani su rezultati intenziteta korištenja obnovljivih izvora energije

**Tablica 17: Intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije za poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi smanjenju onečišćenja okoliša.	5	5	5	1	4	5	4	5	5	2	3	5
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi regulaciji vodenog toka i zaštiti od poplava.	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4
U vašem poduzeću se sve više koriste obnovljivi izvori za proizvodnju električne energije.	4	3	3	4	1	3	5	5	5	5	3	4
<b>INTENZITET KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE</b>	<b>4,666667</b>	<b>4,333333</b>	<b>4,333333</b>	<b>3,333333</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4,333333333</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3,333333</b>	<b>4,333333</b>

Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017

Iz tablice 17. vidi se da je najmanja vrijednost 3, a najveća 5. Aritmetičkom sredinom ove dvije aritmetičke sredine dobivena je prosječna vrijednost od 4.

**Tablica 18: Intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije za poduzeća nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana**

	1	2	3	4	5	6	7	8
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi smanjenju onečišćenja okoliša.	2	4	5	5	4	5	5	4
Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi regulaciji vodenog toka i zaštiti od poplava.	4	5	3	5	5	4	5	3
U vašem poduzeću se sve više koriste obnovljivi izvori za proizvodnju električne energije.	2	3	3	2	5	4	5	3
<b>INTENZITET KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE</b>	<b>2,66667</b>	<b>4</b>	<b>3,66667</b>	<b>4</b>	<b>4,66667</b>	<b>4,33333</b>	<b>5</b>	<b>3,33333</b>

Izvor: Obrada autora na temelju prikupljenih podataka, 2017

S druge strane, iz tablice 18. vidi se da je najmanja vrijednost 2,66, a najveća 5. Aritmetičkom sredinom ove dvije aritmetičke sredine dobivena je prosječna vrijednost od 3,83. Iz dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti da poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana imaju veći intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije od poduzeća s nižim stupnjem implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana.

Za provjeru hipoteze koristio se dvosmjernan t-test. Kako je riječ o nezavisnim uzorcima trebalo se odlučiti između tipa 2 i tipa 3.

Trebalo je utvrditi je li riječ o uzorcima s jednakim ili različitim varijancama. Odgovor na to pitanje dobio se na temelju F-testa.

= FTEST(raspon 1. uzorka; raspon 2. uzorka)

Kao i kod t-testa program nam izbacuje odgovarajuću p-vrijednost imajući u vidu:

- ako je  $p > 0,05$  –da je riječ o uzorcima s (približno) istim varijancama,
- ako je  $p < 0,05$  –da je riječ o uzorcima s različitim varijancama.

F-testom se dobila vrijednost  $p=0,0637925$  iz čega se zaključuje da je riječ o uzorcima s različitim varijancama te je korišten 2. tip testa.

Nakon provedenog t-testa dobila se vrijednost  $p=0,570205$ . Budući da je  $p>0,05$  zaključuje se da ne postoji statistički značajna razlika.

Iako poduzeća s većim stupnjem implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana doprinose većem intenzitetu korištenja obnovljivih izvora energije od poduzeća s nižim stupnjem implementacije strategije, zaključuje se da ***stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana statistički ne utječe na intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije.***

## 6. ZAKLJUČAK

U posljednjih nekoliko desetljeća, a posebno danas, obnovljivi izvori energije imaju sve veću ulogu u svjetskoj proizvodnji energije. Priroda nas "opskrbljuje", i to potpuno besplatno, velikim količinama voda. S druge strane, na našem planetu sve je manje nafte, ugljena i ostalih eksploatiranih dobara, čija je cijena usporedo s tom činjenicom sve veća. Uz to, posljednjih godina postaje sve jasnije kako se prevelikim iskorištavanjem fosilnih goriva sve više zagađuje okoliš i da energetska sektor u velikoj mjeri pridonosi takvom stanju. Utjecaji energetskih izvora na zagađenje prirodnog okoliša, promatrano u lancu od proizvodnje do potrošnje energije, vrlo su raznovrsni.

Kao posljedica činjenice da su konvencionalni izvori energije količinski ograničeni te da je energetska sektor velikim dijelom uzrok emisije gore navedenih štetnih tvari, u svijetu se sve više razvijaju tehnologije za korištenje obnovljivih i ekološki čistih izvora energije. Među njima najznačajniji izvor je energija vode kao ekološki čisti izvor bez većih emisija štetnih tvari i štetnih utjecaja na čovjeka i prirodu. Sve zemlje Europske unije obvezale su se na povećanje udjela obnovljivih izvora u energetici. Hrvatska kao članica Europske unije također ima obvezu povećati udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji električne energije.

Zbog svega navedenoga predmet rada je bio analizirati mogućnost i utjecaj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.

S obzirom na predmet, problem i ciljeve istraživanja postavljene su i hipoteze istraživanja koje su ispitivane na uzorku od 20 poduzeća u republici Hrvatskoj koji se bave projektiranjem i izgradnjom malih hidroelektrana..

U testiranju prve hipoteze, koja se ispitivala pomoću dvije pomoćne hipoteze, da stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na diverzifikaciju proizvodnje električne energije, krenulo se od pretpostavke da veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana, kao proizvođača električne energije radi opskrbe potrošača električnom energijom priključenih na elektroenergetsku mrežu na tržištu električne energije, pridonosi većoj diverzifikaciji proizvodnje električne energije i sigurnosti dobave i opskrbe potrošača te smanjenju uvoza energenata i povećanju energetske neovisnosti o stranim izvorima energije. Iz rezultata dobivenih ispitivanjem dokazana je ispravnost zadane hipoteze.

U testiranju druge hipoteze da veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na veći razvoj energetske tržišta u Republici Hrvatskoj krenulo se od pretpostavke da će se ulaganjem u izgradnju malih hidroelektrana, osim kruženja i zadržavanja novca u državi te razvitka nerazvijenih područja i područja od posebne državne skrbi, osigurati povećanje zaposlenosti stanovništva. Uz to, trebalo se utvrditi da implementacija strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na povećanje zaposlenosti stanovništva po dvije osnove: prvo se odnosi na direktno zapošljavanje kvalificirane i obučene radne snage unutar energetske sektora, a druga se odnosi na zapošljavanje u drugim sektorima gospodarstva, primjerice proizvodnoj industriji (dijelovi energetske opreme), građevinskoj industriji, pratećim nužnim (servisnim) djelatnostima i slično. Iz rezultata dobivenih ispitivanjem dokazana je ispravnost druge hipoteze.

U testiranju treće hipoteze da veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana utječe na veći intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije krenulo se od pretpostavke da se prednosti malih hidroelektrana u odnosu na konvencionalne izvore električne energije u kontekstu utjecaja na okoliš očituju u tome što svojim radom ne uzrokuju emisiju stakleničkih plinova u atmosferu, pridonose regulaciji vodenog toka i zaštiti od poplava. Iz rezultata dobivenih ispitivanjem dokazana je ispravnost i treće hipoteze.

Zaključno prethodno provedenim istraživanjima moguće je kazati da će se ***većom implementacijom strategije razvoja malih hidroelektrana povećati diverzifikacija proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.***

Uz neupitne povoljne učinke na okoliš, iskustva razvijenih zemalja pokazuju da veće korištenje obnovljivih izvora energije ima i važne ekonomske učinke i koristi. Strateški razvitak malih hidroelektrana i nastavak usmjeravanja ekonomske politike zemalja Europske unije za ulaganje u male hidroelektrane znači još jaču gospodarsku aktivnost na strani proizvodnje opreme tehnološki usavršenije, na montaži, pogonu i održavanju, a što bi opet značilo otvaranje novih radnih mjesta i rješavanje problema zaposlenosti, koji muči mnoge zemlje Europske unije.

Analizom zakonodavne regulative dolazi se do zaključka da prostorno - planski uvjeti predstavljaju najveća ograničenja za izgradnju malih hidroelektrana. Ovdje je potrebno naglasiti da se ti uvjeti razlikuju od lokacije do lokacije, pa se prijedlog novog pristupa planiranju malih hidroelektrana, može sažeti u jednu osnovnu misao – individualni pristup svakom pojedinačnom projektu, s naglaskom na određivanje realno iskoristivog potencijala i ekonomske isplativosti.

Stoga se predlaže napuštanje ideje promatranja malih hidroelektrana kao grupe objekata koji se mogu analizirati zajednički, kako po tipu objekta i postrojenja, tako i po ograničenjima koja se postavljaju prije njihove gradnje. Iako neki načelni uvjeti i ograničenja mogu biti postavljeni predlaže se usvajanje individualnog pristupa svakoj potencijalnoj lokaciji, uz kriterij financijske i ekološke, odnosno društvene prihvatljivosti. Ako se uzmu u obzir iskustva drugih zemalja, određivanje jedinstvenih uvjeta i kriterija za određivanje mogućnosti realizacije određenog projekta malih hidroelektrana, unaprijed je osuđeno na neuspjeh, jer ne postoje dvije iste lokacije. Stoga se može zaključiti da je jedinstveni način promatranja malih hidroelektrana u novim uvjetima neprimjenjiv, pa je neophodno prilagođavanje na nove uvjete (nova zakonska regulativa, izraženija ekološka svijest pojedinaca, otvaranje energetske tržišta, izmijenjena uloge države i elektroprivrede u planiranju elektroenergetskog sustava, razvoj tehnologije).

Posebnu pažnju treba obratiti na određivanje priključka male hidroelektrane na elektroenergetsku mrežu. Često je slučaj da prilikom razmatranja priključka elektrane na elektroenergetski sustav nije na odgovarajući način prepoznat značaj uzimanja u obzir kompletnog stanja mreže na mjestu samog priključka, odnosno u njegovom okolišu. Ovaj aspekt je posebno bitan jer priključak na mrežu može biti znatan dio investicije, a time i presudan pokazatelj o mogućnostima realizacije nekog projekta, s obzirom na kriterij isplativosti ulaganja. U slučaju postojanja slabe mreže na mjestu priključka, neophodni su određeni zahvati u smislu pojačavanja postojećeg dijela mreže radi omogućavanja prihvata energije proizvedene u maloj hidroelektrani. Ulaganja u spomenute rekonstrukcije mogu biti dosta velika i mogu dovesti u pitanje realizaciju određenog projekta.

Uvažavajući prethodno navedeno, predlaže se značajno povećanje opsega istraživanja i analiza koje je potrebno provesti, ne samo prije određivanja tehničkog rješenja priključka male hidroelektrane na mrežu, nego čak i prije donošenja odluke o pokretanju detaljnije razrade određenog projekta, imajući u vidu već spomenutu činjenicu da priključak na mrežu može predstavljati toliki financijski izdatak da promatrani projekt uopće nije isplativ, pa time ni zanimljiv za dalje obrade.

Uzimajući u obzir činjenicu o tehnološkim dostignućima posljednjih godina u pogledu turbina, neophodno je naglasiti da je danas mogućnost primjene tipizacije strojarne opreme dovedena u pitanje, a također i izvođenje građevinskih objekata, jer današnja praksa pokazuje da je prilagođen i nestandardiziran pristup projektiranju i izgradnji malih hidroelektrana, u velikom broju slučajeva bolje rješenje od tipskih rješenja, odnosno često je slučaj da tipska rješenja nije moguće primijeniti.

Većina tehničkih rješenja je u prošlosti rezultirala jednonamjenskim projektima, odnosno objektima koji se koriste isključivo za proizvodnju električne energije korištenjem vodnih resursa na konkretnoj

lokaciji. Ovdje se, nasuprot tome, predlaže dosljedna primjena višenamjenskog pristupa prilikom planiranja izgradnje, odnosno projektiranja tehničkih rješenja malih hidroelektrana, imajući u vidu da su male hidroelektrane objekti koji ne vraćaju brzo uložena sredstva, pa je svaka dodatna namjena dobrodošla.

Činjenica je da je sektor malih hidroelektrana zabilježio znatno manji rast od ostalih obnovljivih izvora energije, kako u svijetu tako i kod nas. Razlog tome je i način razmišljanja po kojem male hidroelektrane narušavaju prirodni okoliš. Osim toga, financijske institucije ne daju povoljne i prikladne kredite za investiranje u male hidroelektrane, a posebno ukoliko nisu vrednovane kroz certifikate zelene energije. Ovaj problem istaknut je i u našoj zemlji. To se prvenstveno odnosi na zakonske podloge i zahtjeve proizašle iz postroženih ekoloških normi.

Veći stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana, kao proizvođača električne energije radi opskrbe potrošača električnom energijom priključenih na elektroenergetsku mrežu na tržištu električne energije, pridonosi većoj diverzifikaciji proizvodnje električne energije i sigurnosti dobave i opskrbe potrošača te smanjenju uvoza energenata i povećanju energetske neovisnosti o stranim izvorima energije. Sagledavanjem današnjeg političkog okružja u svijetu jasno je da bi energetska politika Republike Hrvatske trebala biti, u što je moguće većoj mjeri, orijentirana na domaće izvore energije. Posebice je to izraženo zbog prisutne energetske neizvjesnosti i ovisnosti o uvozu energenata, kako na razini Europske Unije, tako još i više na razini naše zemlje. U tom kontekstu posebice do izražaja dolaze obnovljivi izvori energije poput biomase, vjetra te hidroenergije. Ovakvi politički uvjeti dopuštaju izgradnju energetskih izvora koji proizvode energiju i trenutno skuplju od one uvezene budući da je pouzdanost, a time i cijena električne energije iz uvoza u budućnosti vrlo neizvjesna. Poznata je i uvelike utemeljena činjenica da je energija najskuplja upravo onda kada je nema. Time se naravno ne može u cijelosti riješiti „problem“ električne energije u našoj zemlji, ali se svakako može znatno doprinijeti stabilizaciji i ublažavanju energetske ovisnosti naše zemlje. Iz svega navedenoga za očekivati je da će Republika Hrvatska činiti potrebne napore da se udio proizvodnje električne energije iz malih hidroelektrana poveća na razinu veću nego što je to bio slučaj do sada i da će većom implementacijom strategije razvoja malih hidroelektrana povećati diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.



## LITERATURA

### 1) KNJIGE I ČLANCI

1. Aggidis, G. A., i ostali.: *Estimating the costs of small-scale hydropower for the progressing of world hydro development*, HYDRO 2008, Ljubljana, Slovenia, 6 - 8 October, 2008.
2. Andaroodi, M., i ostali: *Standardization of Civil Engineering Works of Small Hydropower Plants and Development of an Optimization Tool*, Hydroenergia, 2006.
3. Ansel, A., Nasser, L., Robyns, B.: *Variable Speed Small Hydro Plant Connected to Power Grid or Isolated Loads*, 12<sup>th</sup> International Power Electronics and Motion Control Conference EPE-PEMC, Portorož, Slovenia, August 30 - September 1, 2006.
4. Bašić, H.: *Novi pristup planiranju izgradnje malih hidroelektrana*, Doktorska disertacija, Zagreb, 2003.
5. Bašić, H., Matijašević, N.: *Male hidroelektrane*, <http://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/6-hidroelektrane.pdf> (15.03.2017.)
6. Bizjak, G., Zvikar, D.: *Behavior of Small Hydroelectric Power Plant Generators During the Fault in Distribution Network (Digital Simulation Study)*, Transmission and Distribution Conference and Exposition, 2001 IEEE/PES Atlanta, GA, USA, 2001.
7. Bobrowicz, W.: *Small Hydro Power - Investor Guide*, Koncern Energetyczny SA, 2006.
8. Bruno, G. S.: *Developing small hydro to its full economic potential: a European perspective*, HYDRO 2008, Ljubljana, Slovenia, 6 - 8 October, 2008.
9. Buble, M., Cingula, M., Dujanić, M., et. al.: *Strateški menadžment*, Sinergija, Zagreb, 2005.
10. Buetikofer, L. B.: *The art of engineering small and medium private hydro projects*, The International Journal on Hydropower & Dams, Issue Two, 2006.
11. Cui, X., Binder, A., Schlemmer, E.: *Straight-Flow Permanent Magnet Synchronous Generator Design for Small Hydro Power Plants*, Clean Electrical Power, 2007. ICCEP '07. International Conference on, Capri, 21-23 May, 2007.
12. Doolla, S., Bhatti, T. S.: *Automatic generation control of an isolated small hydro-power plant*, Elsevier Science Ltd., Electric Power System Research, 2005.
13. Dragu, C., Sels, T., Belmans, R.: *Small Hydro Power - State of the art and*

- Applications*, Energy Institute, Leuven, Belgium, 2005.
14. Dulčić, Ž.: *Strategijski management*, prezentacija s predavanja, EFST, 2010.
  15. Dulčić, Ž.: *Društvena odgovornost*, prezentacija s predavanja, EFST, 2010.
  16. Dulčić, Ž.: *Korporacijske strategije*, prezentacija s predavanja, EFST, 2010.
  17. Franjic, K.: *Analiza isplativosti izgradnje malih hidroelektrana u Hrvatskoj*, Zagreb, 1997.
  18. Gospodjinački, M.: *SHP Investment Opportunities in Eastern European Countries*, Hidroenergia, 2006.
  19. Hosseini, S. M. H., i ostali.: *Determination of the optimal installation capacity of small hydro-power plants through the use of technical, economic and reliability indices*, Elsevier Science Ltd., Energy policy, 2004.
  20. Janić, Ž.: *Small Hydro Power Plants in Croatia*, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2005
  21. Kaldellis, J. K., Vlachou, D. S., Korbakis, G.: *Techno-economic evaluation of small hydro power plants in Greece: a complete sensitivity analysis*, Elsevier Science Ltd., Energy Policy, 2004.
  22. Klepac, Ž.: *Mogućnost gradnje malih hidroelektrana u Hrvatskoj*, Hrvatske vode br. 4, Zagreb, 1996.
  23. Krejči, M.: *Male hidroelektrane*, priručnik, Zagreb, 2010.
  24. Kueny, J.-L.: *Objectives for Small Hydro technology*, Institut national polytechnique de Grenoble, 2005.
  25. Lauber, V.: *The EU Directive on Electricity from Renewable Energy Sources*, CTI Capacity Building Seminar for CEE/FSU Countries, September 20 - 24, 2003.
  26. Malik, L. K.: *Problems of Small Hydroelectric Stations on Small Rivers*, Hydrotechnical Construction, Vol. 32, No. 6, 1998.
  27. Pačavar, S.: *Tehničko-gospodarski aspekti izgradnje malih hidroelektrana u tržišnim uvjetima*, Magistarski rad, FESB, Split, 2009.
  28. Paish, O.: *Small hydro power: technology and current status*, Elsevier Science Ltd., Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2002.
  29. Papetti, L.: *Refurbishment of small hydropower plants and green certification: the first successful case in Italy*, Hydro 2003, Dubrovnik, Croatia, 2003.
  30. Ramos, H., De Almeida, A. B.: *Small Hydro as One of the Oldest Energy Source*, Water Power and Dam Construction, Small Hydro, Lisbon, 8-12 May, 2000.
  31. Romas, H., De Almedia, A. B.: *Small Hydropower Schemes as an Important Renewable Energy Source*, Hidroenergia, 1999.

32. Sarasúa, J. I. i ostali.: *Control of a run of river small hydro power plant*, Power Engineering, Energy and Electrical Drives, 2007. POWERENG 2007. International Conference on, Setúbal, Portugal, April 12-14, 2007.
33. Stojić, P.: *Hidroenergetika - energetska iskoristavanje vodnih resursa*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 1995.
34. Schafer, D., Simond, J. J.: *Adjustable speed Asynchronous Machine in Hydro Power Plants and its Advantageous for the Electric Grid Stability*, Cigré Paris Session, 1998.
35. Šaban, J., i ostali: *Generatori za male hidroelektrane*, XVIII savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije (CIGRE), Budva, 1987.
36. Šaban, J.: *Pristup izboru i unifikaciji sinhronih generatora za male hidroelektrane*, 2004
37. Thorburn, K., Leijon, M.: *Case study of upgrading potential for a small hydro power station*, Elsevier Science Ltd., Renewable Energy, 2004.
38. Tomšić, I.: *Značaj i uloga malih hidroelektrana u elektroenergetskom sustavu*, Magistarski rad, FER, Zagreb, 2009.
39. Udovičić, B.: *Energetsko-ekonomska valorizacija malih hidroelektrana*, Izgradnja i eksploatacija malih hidroelektrana, Delit, Sisak, 1985.
40. Višković, A.: *Usporedba troškova proizvodnje električne energije*, Tehnički fakultet, Rijeka, 2010.
41. Vlahinić-Dizdarević, N., Žiković, S.: *Ekonomija energetskog sektora: izabrane teme*, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2011.
42. Vlahinić-Dizdarević, N., Žiković, S.: *The role of energy in economic growth: The case of Croatia*, The Proceedings of Rijeka Faculty of Economics – Journal of Economics and Business, 2010.
43. Ždankus, N., Sabas, G.: *Investigations of Hydropower Plant Impact to River Flow and Ecosystem*, Hydroenergia, 2006.
44. Žugaj, R.: *Hidrološke podloge za hidroelektrane*, Elektroprojekt inženjering d.d., 1997

## 2) OSTALI IZVORI

45. *A Guide to UK Mini Hydro Developments*, Version 1.2, The British Hydropower Association, 2005.
46. *Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant*, European Small Hydropower Association - ESHA, 2004.
47. HEP Vjesnik, siječanj, 2012. (20.10.2017.)

48. HEP Vjesnik, siječanj, 2016. (20.10.2017)
49. Hydropower Generation in the context of the EU WFD, Project number 11418/version 5/12-05-2011,
50. *Katastar malih vodnih snaga u SR Hrvatskoj*, Knjiga 1/1, Elektroprojekt, Zagreb, 1984.
51. *Katastar malih HE u SR Hrvatskoj - I faza*, Knjiga H2/2, Elektroprojekt, Zagreb, 1989.
52. *MAHE, Program izgradnje malih hidroelektrana, prethodni rezultati i buduće aktivnosti*, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1998.
53. *Metodologija i smjernice za projektiranje i izgradnju malih hidroelektrana u SR Hrvatskoj*, Elektroprojekt, Zagreb, 1982.
54. *New Solutions in Energy, Status report On Variable Speed Operation In Small Hydropower*, KWIAE Consultants - Energie, 2002.
55. *Prostorno planerske podloge za ocjenu poteza vodotoka za korištenje i lociranje malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj*, Ministarstvo gospodarstva, Urbanistički institut Hrvatske, 1995.
56. *Reserved Flow - Short Critical Review of the Methods of Calculation*, Thematic Network on Small Hydroelectric Plants, Environmental group, ESHA, 2004
57. *Small Hydro Power General Framework for Legislation and Authorization Procedures in the European Union*, European Commission Directorate General for Energy, 1994.
58. *Small Hydro Project Analysis*, RET Screen International, Canada, 2003.
59. *Small Hydro Power General Framework for Legislation and Authorization Procedures in the European Union*, European Commission Directorate General for Energy, 1994.
60. *Strategija razvoja malih hidroelektrana u Republici Crnoj Gori*, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 2006.
61. *Studija izvodljivosti tipiziranih rješenja opreme za male hidroelektrane*, Končar - institut, Zagreb, 2007.
62. *Static frequency converters for Hydro Power Applications*, ABB Power Generation Inc., 2004
63. *Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom*, Narodne novine RH, NN 88/15
64. *Mrežna pravila elektroenergetskog sustava*, Narodne novine RH, NN 36/06
65. *Mrežna pravila prijenosnog sustava*, Narodne novine RH, NN 67/17
66. *Pravilnik o naknadi za priključenje na elektroenergetsku mrežu i povećanje priključne snage*, Narodne novine RH, NN 28/06

67. *Pravilnik o energiji uravnoteženja*, Narodne novine RH, NN 133/06 i 135/11.
68. *Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije*, Narodne novine RH, NN 132/13, 81/14, 93/14, 24/15, 99/15 i 110/15.
69. *Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije*, Narodne novine RH, NN 128/13.
70. *Vrednovanje preostalog hidropotencijala u Republici Hrvatskoj*, Energetski institut „Hrvoje Požar“, Zagreb, 2016.
71. *Zakon o tržištu električne energije*, Narodne novine RH, NN 22/13, i 120/15.
72. *Zakon o energiji*, Narodne novine RH, NN 120/12, 14/14 i 102/15.
73. *Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji*, Narodne novine RH, NN 100/15.
74. *Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*, Official Journal of the EC No. L140, 05.06.2009.
75. *Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market*, Official Journal of the EC No. L283, 27.20.2001.
76. *Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 96/92/EC*, THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, Official Journal L 176 , 15/07/2003 P. 0037 - 0056
77. *Council Directive 2003/96/EC of 27 October 2003 restructuring the Community framework for the taxation of energy products and electricity (Text with EEA relevance)*, THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, Official Journal L 283 , 31/10/2003 P. 0051 - 0070
78. *Proposal for a European Strategy of Research, Development and Demonstration (RD&D) for Renewable Energy from Small Hydropower*, Prepared by the Thematic Network on Small Hydropower (TN SHP), 2005.
79. *White Paper for a Community Strategy and Action Plan*, European Commission, Energy for the Future: Renewable Sources of Energy, COM(97)599 final (26/11/1997)
80. *Economic Risk and Sensitivity Analysis for Small - scale Hydropower Projects*, IEA Technical Report, 2000., <http://www.ieahydro.org/annex2.htm>.

81. *Energija 2015*, <http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2016/12>
82. *Environmental Integration of Small Hydro Power Plants*, ESHA, <http://www.esha.be>,
83. *FAQ Frequently Asked Questions on Small Hydropower (SHP)*, 2007. <http://www.esha.be>,
84. <http://web.efzg.hr/dok/OIM/dtipuric/2014>
85. <http://www.hep.hr/hep/publikacije/godisnie/2010Godisnie.pdf>:
86. *Hydropower and Environment, Technical and Operational Procedures to Better Integrate Small Hydropower Plants in the Environment*, SHERPA, <http://www.esha.be>,
87. *Hydropower Respects the Environment*, SHERPA, <http://www.esha.be>.
88. *Hydropower Technology*, SHERPA, <http://www.esha.be>.
89. *Hydropower the Sector*, SHERPA, <http://www.esha.be>.
90. *Hydropower the Policy Framework*, SHERPA, <http://www.esha.be>.
91. *Report on Small Hydropower Statistics: General Overview of the Last Decade (1990-2001)*, ESHA, Brussels, 2003. <http://www.esha.be>,
92. *Small Hydropower for Developing Countries*, ESHA, <http://www.esha.be>.
93. *Small Hydropower Situation in the New EU Member States and Candidate Countries*, Lithuanian Hydropower Association, Prepared by the Marketing Working Group of the Thematic Network of Small Hydropower (TNSHP), 2004., <http://www.esha.be>,
94. *Small Hydropower: Innovation is our Business*, ESHA, <http://www.esha.be>.
95. *State of the Art of Small Hydropower in EU - 25*, ESHA, <http://www.esha.be>.
96. *Small Hydro Energy Efficient Promotion Campaign Action Project Info*, SHERPA, <http://www.esha.be>.

## POPIS SLIKA

Slika 1: Aktivnosti koje vode do učinkovite strategije.....	11
Slika 2:Hijerarhija strategija kao odraz organizacijskih razina.....	13
Slika 3: Ključni ciljevi menadžera.....	13
Slika 4: Dijamant društvene odgovornosti .....	14
Slika 5: Razvojna usmjerenja ovisno o lancu vrijednost.....	16
Slika 6: Proces strategijskog menadžmenta – W-H Model .....	20
Slika 7: Izgled prvih vodenica .....	24
Slika 8: Područje primjene pojedinih tipova turbina kod malih hidroelektrana.....	31
Slika 9: Iskoristivost različitih tipova turbina ovisno o opterećenju .....	33
Slika 10: Shematski prikazi priključka male hidroelektrane na niskonaponsku mrežu; a) mala hidroelektrana s asinkronim generatorom priključena na niskonaponski vod, b) mala hidroelektrana sa sinkronim generatorom priključena na niskonaponske sabirnice bez mogućnosti otočnog pogona, c) mala hidroelektrana s više sinkronih generatora priključena na niskonaponske sabirnice s mogućnošću otočnog pogona.....	46
Slika 11:Shematski prikazi priključka male hidroelektrane na srednjenaponski vod; a) asinkroni generator, b) sinkroni generator uz mogućnost otočnog pogona.....	46
Slika 12: Shematski prikazi priključka male hidroelektrane na srednjenaponske sabirnice; a) bez mogućnosti otočnog pogona, b) s mogućnošću otočnog pogona .....	47
Slika 13: Specifični investicijski troškovi zavisno o snazi male hidroelektrane i padu .....	61
Slika 14: Ovisnost specifičnih investicijskih troškova o godišnjoj proizvodnji male hidroelektrane .....	62
Slika 15: Karta potencijalnih lokacija malih hidroelektrana .....	98
Slika 16: Struktura raspoložive električne energije u Republici Hrvatskoj.....	100
Slika 17: Struktura bruto potrošnje električne energije u Republici Hrvatskoj.....	101
Slika 18: Struktura proizvodnih kapaciteta u Republici Hrvatskoj .....	102
Slika 19: Pravni oblik poduzeća .....	108
Slika 20: Vlasnička struktura poduzeća.....	109
Slika 21: Veličina poduzeća .....	110

## POPIS TABLICA

Tablica 1: Elementi potrebni za procjenu različitih vrsta troškova proizvodnje električne energije .....	63
Tablica 2: Procjena proizvodnih troškova električne energije .....	65
Tablica 3: Procjena troškova proizvodnje električne energije (c€/kWh) .....	65
Tablica 4: Procjena ostvarivanja ciljeva udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji zemalja članica EU-a .....	75
Tablica 5: Proizvodnja i instalirani kapaciteti na hidroenergetskim postrojenjima .....	76
Tablica 6: Osnovni instrumenti poticanja obnovljivih izvora .....	82
Tablica 7: Mehanizmi podloga za izgradnju malih hidroelektrana u EU .....	85
Tablica 8: Potencijalne lokacije malih hidroelektrana .....	98
Tablica 9: Bruto potrošnja električne energije u Republici Hrvatskoj .....	101
Tablica 10: Raspoloživa snaga proizvodnih kapaciteta u Republici Hrvatskoj .....	102
Tablica 11: Stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana.....	111
Tablica 12: Stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana.....	112
Tablica 13: Diverzifikacija proizvodnje električne energije za poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana .....	114
Tablica 14: Diverzifikacija proizvodnje električne energije za poduzeća nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana .....	114
Tablica 15: Razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj za poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana .....	116
Tablica 16: Razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj za poduzeća nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana .....	117
Tablica 17: Intezitet korištenja obnovljivih izvora energije za poduzeća većeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana .....	119
Tablica 18: Intezitet korištenja obnovljivih izvora energije za poduzeća nižeg stupnja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana .....	119



## POPIS KRATICA

### *Popis engleskih kratica:*

ANSI - *American National Standards Institute*  
DC - *Direct current*  
EBRD - *European Bank for Reconstruction and Development*  
EIB - *European Investment Bank*  
ESHA - *European Small Hydro Association*  
HPP - *Hydro power plant*  
NREAP - *National Renewable Energy Action Plan*  
SHERPA - *Small Hydro Efficient Promotion Campaign Action*  
THD - *Total Harmonic Distortion*  
W-H Model - *Whelen-Hungerov model*

### *Popis hrvatskih kratica:*

ABM - agregat biološkog minimuma  
APU - automatski ponovni uklop  
AG - asinkroni generator  
BDP - bruto društveni proizvod  
CHE - crpna hidroelektrana  
EES - elektroenergetski sustav  
EU - Europska unija  
HE - hidroelektrana  
HEP - Hrvatska elektroprivreda  
HERA - Hrvatska energetska regulatorna agencija  
MHE - mala hidroelektrana  
NE - nuklearna elektrana  
NN - narodne novine  
OIE - obnovljivi izvori energije  
OIEK - obnovljivi izvori energije i kogeneracija  
ODS - operator distribucijskog sustava  
RH - Republika Hrvatska  
SG - sinkroni generator  
TE - termoelektrana

## SAŽETAK

U radu je predstavljena analiza male hidroelektrane s naglaskom na sagledavanje male hidroelektrane kao specifičnog elektroenergetskog objekta te utjecaj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj. Obradene su temeljne vrste strategije i analiziran proces strateškog managementa. Opisana je uloga i značaj strateškog managementa u društvu. Prikazani su temeljni podaci o maloj hidroelektrani kao tehničko-tehnološkom sustavu za proizvodnju električne energije te načini izvedbe priključenja malih hidroelektrana na elektroenergetski sustav. Opisan je, također, utjecaj male hidroelektrane na okoliš te su prikazani postupci kojih se valja pridržavati prilikom projektiranja, izgradnje, ali i pogona male hidroelektrane kako bi se taj utjecaj što većoj mjeri umanjio. Predočena je ekonomska politika Europske unije i Republike Hrvatske u području malih hidroelektrana i njihovo energetska zakonodavstvo koje definira tržište energije. Prikazani su planovi izgradnje malih hidroelektrana u pojedinim zemljama Europske unije i navedene potencijalne lokacije za izgradnju malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj. Metodom anketiranja su se identificirale karakteristike i utjecaj implementacije strategije malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnju električne energije u Republici Hrvatskoj. Nakon što su se podaci prikupili, pristupilo se statističkoj obradi podataka primjenom metoda deskriptivne statistike, korelacije i komparativne statistike. U konačnici je prikazana analiza rezultata istraživanja i donesen je zaključak o utjecaju implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.

## SUMMARY

The paper presents the small hydro power plant analysis with an emphasis on small hydro power plants as specific power facilities. It covers an impact of the small hydro power plants development strategy implementation on the diversification of electricity generation in the Republic of Croatia. The basic strategy types were elaborated and a strategic management process analyzed. The role and significance of strategic management in the society is described. Basic data of small hydropower plants as technical-technological systems for electricity generation is presented and the methods of the small hydro power plant connection to the electric power grid covered. The impact of small hydro power plants on the environment is given and the procedures of their designing, construction and operation with the aim to decrease environmental impact as much as possible shown. The economic policies of the European Union and the Republic of Croatia in the area of the small hydro power plants and their energy regulations which define the energy market are presented. Plans for the construction of small hydropower plants in several EU countries are shown as potential locations for the construction of small hydropower plants in the Republic of Croatia. The poll methodology has identified the characteristics and the impact of the small hydro power plants strategy implementation on the diversification of electricity generation in the Republic of Croatia. Once the data was collected, statistical data processing was applied using the descriptive statistics method, correlation and comparative statistics. Finally, an analysis of the research results was presented and a conclusion made about the impact of the small hydro power plants strategy implementation on the diversification of electricity generation in the Republic of Croatia.

## **KLJUČNE RIJEČI**

Mala hidroelektrana, elektroenergetski sustav, okoliš, implementacija, strategija, diverzifikacija, menadžment, električna energija, obnovljivi izvori energije

## **KEYWORDS**

Small hydro power plant, electricity power system, environment, implementation, strategy, diversification, management, electricity, renewable energy sources

## PRILOZI

### ANKETNI UPITNIK

#### UTJECAJ IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA NA DIVERZIFIKACIJU PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
EKONOMSKI FAKULTET SPLIT  
**Ime i prezime: Stanko Sapunar**  
**Adresa: Mosečka 70, 21000 Split**  
**e-mail: stanko.sapunar@hep.hr**  
**Mob.:098/983 78 15**

Split, 27. 10. 2017. godine

Poštovani,

U svrhu izrade završnog rada na poslijediplomskom specijalističkom studiju Poslovne ekonomije provodi se istraživanje na temu „**Utjecaj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj**“. Istraživanje je obuhvatilo uzorak od 20 velika i srednja poduzeća u implementaciji malih hidroelektrana među kojima se nalazi i Vaše poduzeće.

Molio bih Vas da se, odvajanjem do 20 minuta Vašeg vremena, uključite u ovo istraživanje ispunjavanjem priloženog upitnika. Upitnik je anonimn, a sastoji se iz pet dijelova: osnovni podaci o poduzeću, stupanj implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana, diverzifikacija proizvodnje električne energije, razvoj energetskeg tržišta u Republici Hrvatskoj te intenzitet korištenja obnovljivih izvora energije.

Vaši odgovori koristit će se isključivo za izradu empirijskog dijela završnog rada što može značajno doprinijeti utvrđivanju utjecaja implementacije strategije razvoja malih hidroelektrana na diverzifikaciju proizvodnje električne energije u Republici Hrvatskoj.

S poštovanjem,

Stanko Sapunar

## DIO 1. OSNOVNI PODACI O PODUZEĆU

Šifra djelatnosti: \_\_\_\_\_

1. Pravni oblik Vašeg poduzeća:
  - a) dioničko društvo
  - b) društvo s ograničenom odgovornošću
  - c) ostalo: \_\_\_\_\_
  
2. Vlasnička struktura Vašeg poduzeća:
  - a) inozemno privatno vlasništvo
  - b) domaće privatno vlasništvo
  - c) inozemno i domaće privatno vlasništvo
  - d) privatno radničko vlasništvo (većinski udio radnika u vlasništvu)
  - e) pretežno državno vlasništvo
  - f) mješovito vlasništvo (državno i privatno vlasništvo)
  
3. Po broju zaposlenih, Vaše poduzeće spada u:
  - a) srednja poduzeća (50-249)
  - b) velika poduzeća (250 i više)

## DIO 2. STUPANJ IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA

*Procijenite na skali od 1 do 5 u kojem se stupnju slažete s navedenim tvrdnjama.*

*Značenje pojedinih vrijednosti je sljedeće: 1= ne slažem se, 2= djelomično se ne slažem, 3= niti se ne slažem niti se slažem, 4= djelomično se slažem, 5= slažem se:*

### Analiza okoline

r.b.	Tvrdnja	1	2	3	4	5
1.	Ekološki problemi nastali proizvodnjom energije iz neobnovljivih izvora, (zagađenje voda, zraka i tla, odlaganje otrovnog i radioaktivnog otpada, kisele kiše i promjena klime) djeluju na zdravlje ljudi.					
2.	EU i Republika Hrvatska imaju razvijene poticajne programe i mjere za izgradnju malih hidroelektrana.					
3.	U Hrvatskoj ne postoji mnogo poduzeća koja se bave implementacijom obnovljivih izvora energije.					
4.	Ulaganje u male hidroelektrane je strateški interes Republike Hrvatske.					

*Procijenite na skali od 1 do 5 u kojem se stupnju slažete s navedenim tvrdnjama.*

*Značenje pojedinih vrijednosti je sljedeće: 1= ne slažem se, 2= djelomično se ne slažem, 3= niti se ne slažem niti se slažem, 4= djelomično se slažem, 5= slažem se:*

### *Postavljanje misije, vizije i ciljeva*

r.b.	Tvrdnja	1	2	3	4	5
1.	Budućnost proizvodnje električne energije treba biti bazirana na obnovljivim izvorima energije					
2.	Ulaganje u izgradnju malih hidroelektrana potrebno je dodatno poticati.					
3.	U Hrvatskoj treba više koristiti male hidroelektrane za proizvodnju električne energije nego danas.					

*Procijenite na skali od 1 do 5 u kojem se stupnju slažete s navedenim tvrdnjama.*

*Značenje pojedinih vrijednosti je sljedeće: 1= ne slažem se, 2= djelomično se ne slažem, 3= niti se ne slažem niti se slažem, 4= djelomično se slažem, 5= slažem se:*

### *Formuliranje strategije*

r.b.	Tvrdnja	1	2	3	4	5
1.	Razvoj tvrtke treba biti baziran na implementaciji obnovljivih izvora energije.					
2.	Ulaganje u izgradnju malih hidroelektrana je društveno korisno.					
3.	Opasnost za okoliš proizvodnjom električne energije iz malih hidroelektrana je zanemariva..					

*Procijenite na skali od 1 do 5 u kojem se stupnju slažete s navedenim tvrdnjama.*

*Značenje pojedinih vrijednosti je sljedeće: 1= ne slažem se, 2= djelomično se ne slažem, 3= niti se ne slažem niti se slažem, 4= djelomično se slažem, 5= slažem se:*

### *Implementacija strategije*

r.b.	Tvrdnja	1	2	3	4	5
1.	Više od polovice godišnjih prihoda tvrtke trebaju usmjeriti na ulaganja u obnovljive izvore energije.					
2.	Ljudi unutar tvrtke trebaju pratiti svjetske trendove razvoja malih hidroelektrana.					
3.	Potrebno je ulagati sredstva u nove proizvode za implementaciju malih hidroelektrana.					



*Procijenite na skali od 1 do 5 u kojem se stupnju slažete s navedenim tvrdnjama.*

*Značenje pojedinih vrijednosti je sljedeće: 1= ne slažem se, 2= djelomično se ne slažem, 3= niti se ne slažem niti se slažem, 4= djelomično se slažem, 5= slažem se:*

#### **Strateška kontrola**

r.b.	Tvrdnja	1	2	3	4	5
1.	Vrlo bitno je praćenje Zakonskih regulativa koja se odnose na male hidroelektrane.					
2.	Treba prilagoditi postojeću kadrovsku strukturu zaposlenika kako bi se mogao realizirati projekt implementacija malih hidroelektrana.					
3.	Potrebno je pratiti trend ulaganja u obnovljive izvore energije u svijetu.					

### **DIO 3. DIVERZIFIKACIJA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE**

*Procijenite na skali od 1 do 5 u kojem se stupnju slažete s navedenim tvrdnjama.*

*Značenje pojedinih vrijednosti je sljedeće: 1= ne slažem se, 2= djelomično se ne slažem, 3= niti se ne slažem niti se slažem, 4= djelomično se slažem, 5= slažem se:*

r.b.	Tvrdnja	1	2	3	4	5
1.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi energetskej neovisnosti o stranim izvorima energije.					
2.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi sigurnosti dobave i opskrbe potrošača.					
3.	U vašem poduzeću se električna energija proizvodi iz različitih izvora.					

### **DIO 4. RAZVOJ ENERGETSKOG TRŽIŠTA U RH-oj**

*Procijenite na skali od 1 do 5 u kojem se stupnju slažete s navedenim tvrdnjama.*

*Značenje pojedinih vrijednosti je sljedeće: 1= ne slažem se, 2= djelomično se ne slažem, 3= niti se ne slažem niti se slažem, 4= djelomično se slažem, 5= slažem se:*

r.b.	Tvrdnja	1	2	3	4	5
1.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi razvitku nerazvijenih područja.					
2.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju zaposlenosti unutar energetskog sektora.					

3.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju zapošljavanja u drugim sektorima gospodarstva.					
4.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi smanjenju uvoza energenata.					
5.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi povećanju proizvodnje električne energije u hrvatskoj energetskej bilanci.					

### **DIO 5. INTENZITET KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE**

***Procijenite na skali od 1 do 5 u kojem se stupnju slažete s navedenim tvrdnjama.***

***Značenje pojedinih vrijednosti je sljedeće: 1= ne slažem se, 2= djelomično se ne slažem, 3=ni se ne slažem niti se slažem, 4= djelomično se slažem, 5= slažem se:***

r.b.	Tvrdnja	1	2	3	4	5
1.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi smanjenju onečišćenja okoliša.					
2.	Ulaganje u male hidroelektrane pridonosi regulaciji vodenog toka i zaštiti od poplava.					
3.	U vašem poduzeću se sve više koriste obnovljivi izvori za proizvodnju električne energije.					