

Male hidroelektrane

ENergy Efficiency and
Renewables–**SUP**porting Policies
in Local level for Energy



Energetska efikasnost i
obnovljivi izvori energije –
potpora kreiranju energetske
politike na lokalnoj razini



Energetski institut Hrvoje Požar

Jointly for our common future

Struktura prezentacije

Uvod

Procesi pretvorbe energije u hidroelektranama

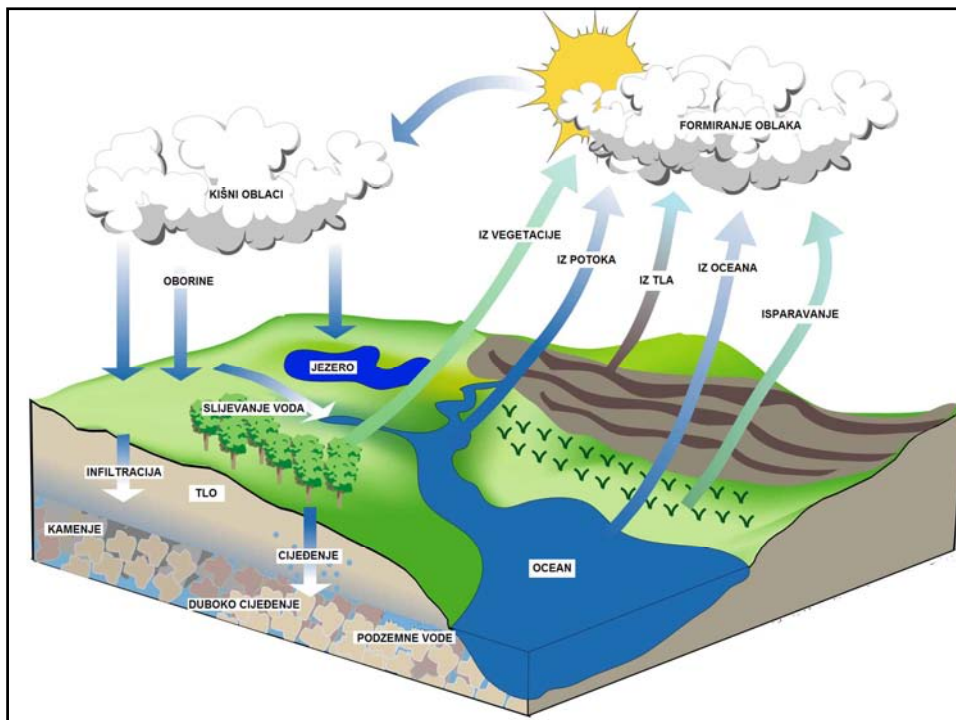
Osnovne karakteristike malih hidroelektrana

Prikupljanje podataka i određivanje potencijala

Budućnost hidroelektrana

Potencijal malih hidroelektrana u Hrvatskoj

Uvod



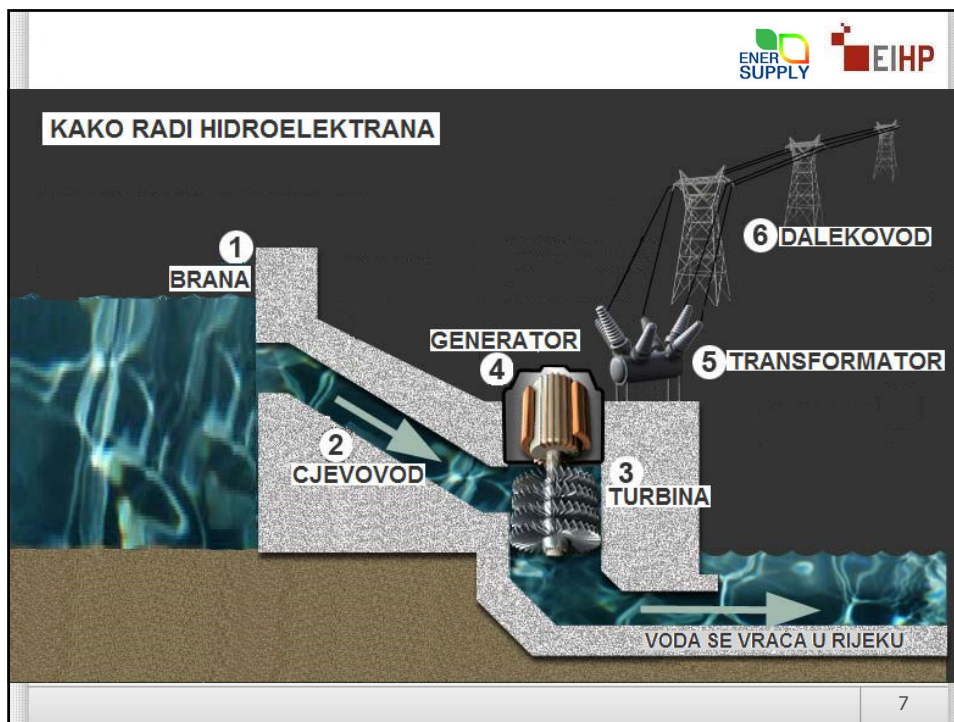
Hidroelektrane danas

- Jednak koncept kao i povijesnih mlinova, ali puno složeniji
- Danas proizvode oko 24% svjetskih potreba za električnom energijom
- Opskrbljuju više od 1 milijarde ljudi s energijom
- Ukupna instalirana snaga u svijetu 675 GW

5

Procesi pretvorbe energije u hidroelektranama

6



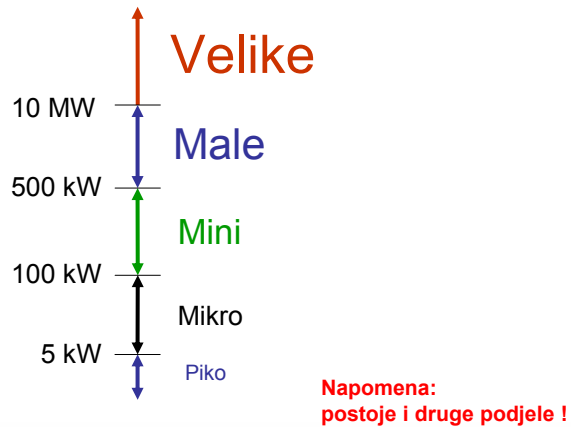
ENER SUPPLY **EIHP**

Procesi pretvorbe energije u hidroelektranama

- Potencijalna energija vode pretvara se u kinetičku energiju vode koja se dovodi turbini kroz kanale odnosno cjevovode
- Kinetička energija vode u pokretu se rotacijom turbine pretvara u mehaničku energiju
- Mehanička energija rotirajuće turbine se pretvara u električnu energiju u generatoru s kojim je mehanički povezana osovnom

8

Podjela hidroelektrana



9

Podjela hidroelektrana

- **Velike hidroelektrane**
 - Veće od 100 MW isporučuju energiju u velike elektroenergetske mreže
- **Srednje hidroelektrane**
 - 10 - 100 MW obično isporučuju energiju u mrežu
- **Male hidroelektrane**
 - 0,5 - 10 MW obično isporučuju energiju u mrežu

10

Podjela hidroelektrana

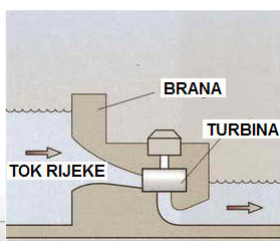
- **Mini hidroelektrane**
 - 100 - 500 kW
 - Otočni rad ili, što je češći slučaj, isporučuju energiju u mrežu
- **Mikro hidroelektrane**
 - 5 - 100 KW
 - Obično daju energiju za malo naselje ili ruralnu industriju na udaljenijim područjima udaljenima od mreže
- **Piko hidroelektrane**
 - Od nekoliko stotina W do 5 kW
 - Područja udaljena od mreže

11

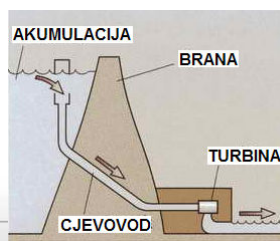
Osnovna podjela hidroelektrana

- Kako je cilj hidroelektrane je pretvaranje potencijalne energije volumena vode (koja teče zbog postojanja visinske razlike) u električnu energiju, snaga elektrane je proporcionalna s protokom i padom.
- Prema padu, postrojenja se mogu klasificirati u tri kategorije:
 - veliki padovi: veći od 100 m,
 - srednji padovi: 30 – 100 m,
 - mali padovi: 2 – 30 m.

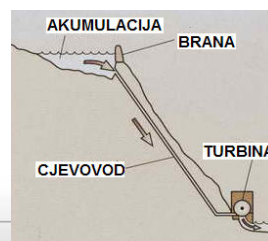
Mali pad



Srednji pad



Veliki pad



Osnovne karakteristike malih hidroelektrana

Osnovne karakteristike malih HE

- Mala hidroelektrana definira se kao hidroenergetski objekt električne snage do 10 MW (u RH te u većini zemalja EU).
- Ovakvo postrojenje zahtijeva prikladno područje sliva oborina, odgovarajući pad, te izgradnju odnosno montažu slijedećih komponenti:
 - dovodni cjevovod ili kanal koji dovodi vodu turbini odnosno strojarnici koja sadrži i električni generator te ostalu opremu za regulaciju vode.

Osnovne karakteristike malih HE

- Hidroelektrane su važan energetska izvor sa stajališta zaštite okoliša budući da praktički:
 - ne emitiraju CO₂,
 - ne emitiraju SO₂,
 - ne emitiraju NO_x niti bilo koji drugi tip štetnih plinova,
 - nema nikakvog otpada proizvodnje (čvrstog ili tekućeg).

- Hidroelektrana koristi prirodni ili "umjetni" (konstrukcijski stvoren) pad vodotoka

15

Osnovne karakteristike malih HE

+

- Obnovljivi izvor el. energije, nema emisije u okoliš, smanjivanje potrošnje fosilnih goriva
- Kontrola plavljenja i toka
- Sigurnija i pouzdanija opskrba el. energijom, stupanj djelovanja do 90%, povećana stabilnost, mali pogonski troškovi
- Pogodne za napajanje udaljenih izoliranih područja
- Pozitivan društveni utjecaj na regiju (zapošljavanje i sl.)

-

- Ozljede i migracije riba, utjecaj na neposredni biosustav
- Buka i vibracije, vizualno narušavanje okoliša
- Nestalan protok: varijacije toka i mala akumulacija – osnovni problem pri radu u EES
- Izgradnja: visoki inicijalni investicijski troškovi

16

Osnovne karakteristike malih HE

- Male hidroelektrane ponekad su prikladne za decentralizirana područja s malom potrošnjom te “otočni” pogon (*off-grid operation*).
 - Ali i za niskonaponske mreže i lokalne mikro mreže.
- Osim u vlasništvu velikih elektroprivrednih poduzeća, mogu biti i u vlasništvu manjih privatnih poduzetnika.
- Kratak period izgradnje, mogući značajan utjecaj na kvalitetu života sredine.
- Prilagodba brzim promjenama opterećenja.
- Vrlo dug životni vijek i sigurnost investicija.

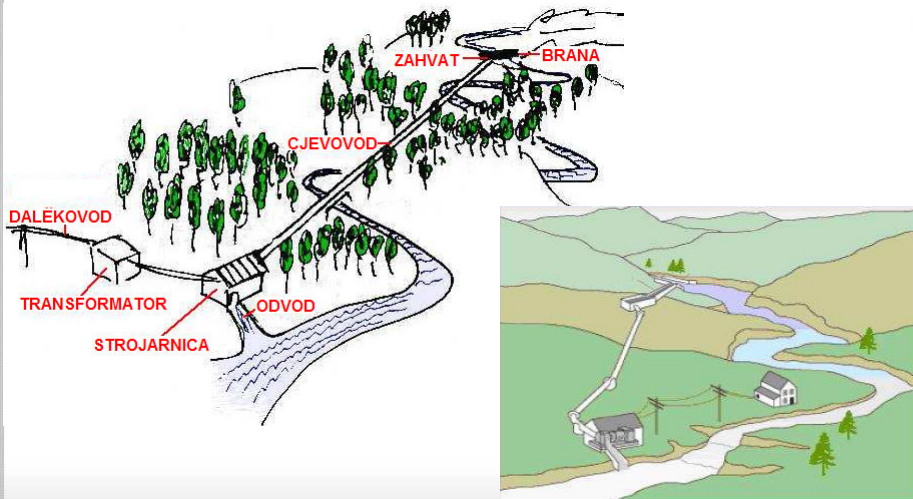
17

Tipovi malih hidroelektrana

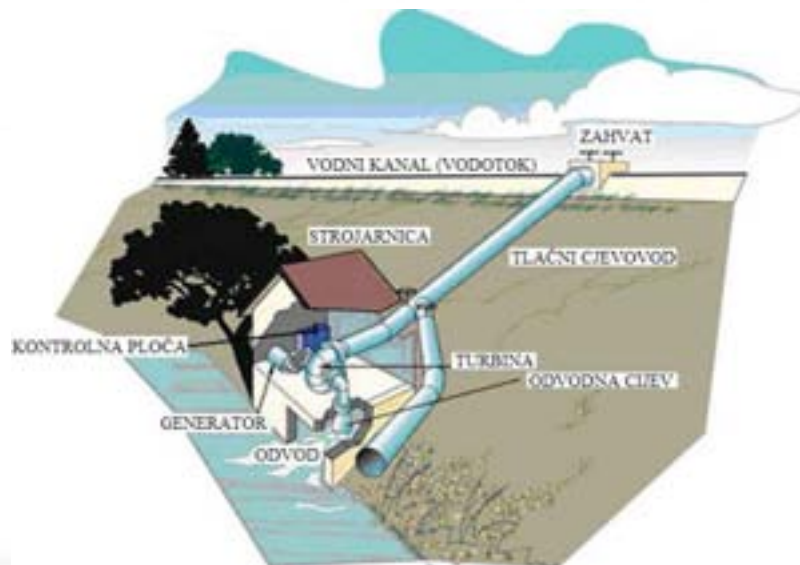
- S obzirom na tip mreže:
 - centralizirana elektroenergetska mreža,
 - otočna (izolirana) ili “*off-grid*” mreža,
 - za vlastite potrebe ili namjensku opskrbu (npr. tvornica cementa).
- S obzirom na tip regulacije:
 - protočna (manje snage, snaga varira s protokom),
 - protočna s malim bazenom (pokrivanje dnevnih vršnih opterećenja),
 - akumulaciona (veće snage, poplavljeno veće područje),
 - crpno akumulaciona (koristi energiju iz mreže kada je mreža manje opterećena za pumpanje vode, ne tako često i s malim snagama)

18

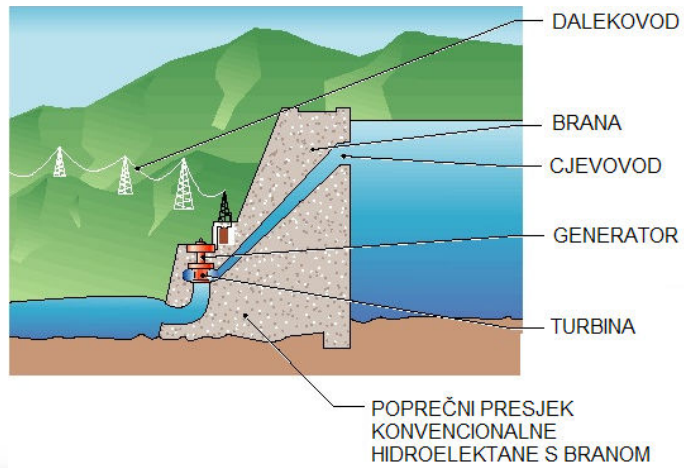
Protočna hidroelektrana



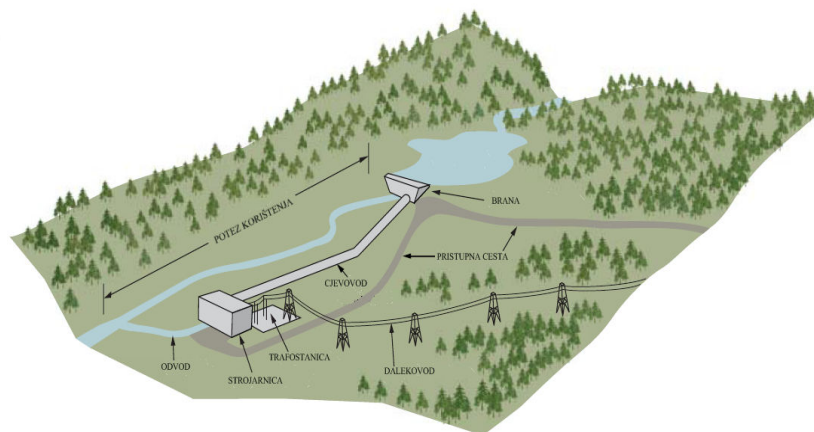
Mikrohidroelektrana (protočna)



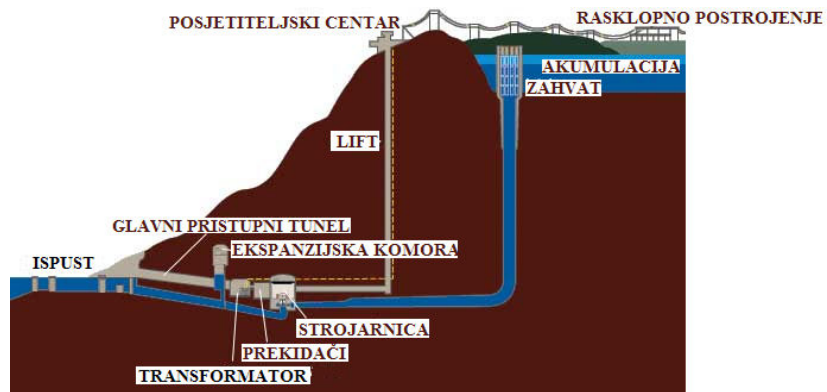
Akumulaciona hidroelektrana



Akumulaciona hidroelektrana

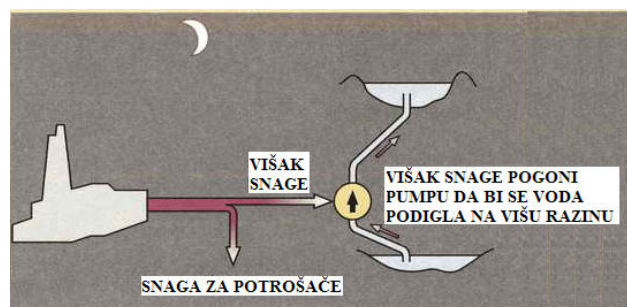


Crpno akumulaciona hidroelektrana



23

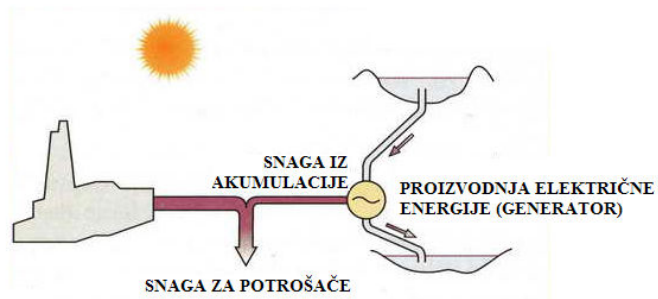
Crpno akumulaciona hidroelektrana



- za vrijeme niskog opterećenja sustava (noć)

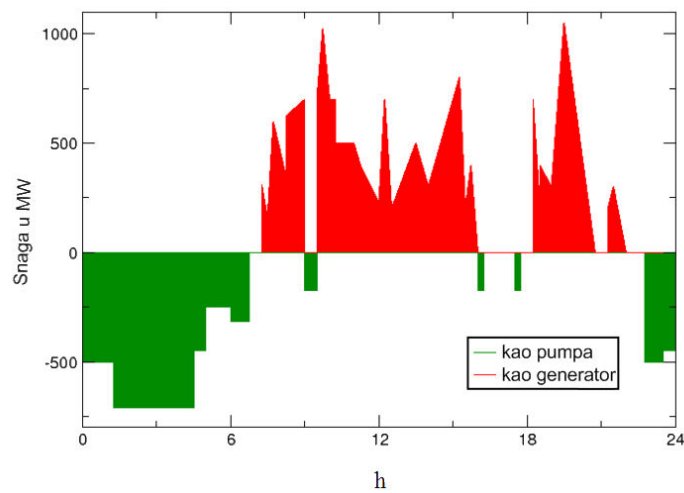
24

Crpno akumulaciona hidroelektrana



- za vrijeme visokih opterećenja sustava (dan)

Crpno akumulaciona – način rada tijekom dana



Prikupljanje podataka i određivanje potencijala

27

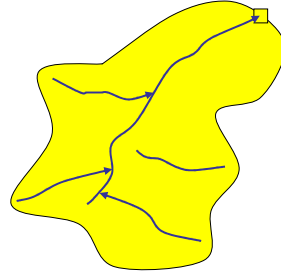
Prikupljanje podataka i određivanje potencijala

- Mjerenje protoka tijekom duljeg vremenskog razdoblja
- Određivanje krivulje trajanja protoka
- Ispitivanje izvodljivosti i cijene projekta
- Hidrologija, ekologija, prostorni planovi, utjecaj na kulturnu baštinu i život...
- Princip diskvalificiranja lokacije uz minimiziranje ulaganja

28

Bitni pojmovi

- Riječno područje odnosno slivno područje
- Protok (brzina protoka)
- Pad

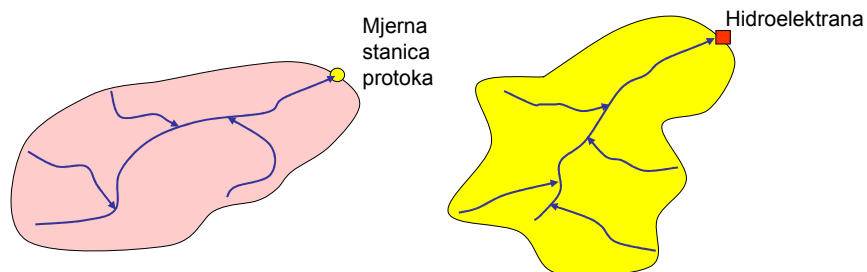


Osnovni hidrološki podaci potrebni za planiranje (male) hidroelektrane:

- Srednji dnevni (tjedni, mjesečni) protoci na zahvatu vode za dulji period (~ 20, 30, 40 godina)
 - (Ovi podaci su rijetko kada dostupni)
- Vrlo često se koriste indirektni postupci

Indirektni postupak:

- sastoji od premještanja (transponiranja) podataka dovoljno dugog perioda mjerenja protoka (≥ 20 godina) iz drugog slivnog područja na kojem postoji mjerna stanica

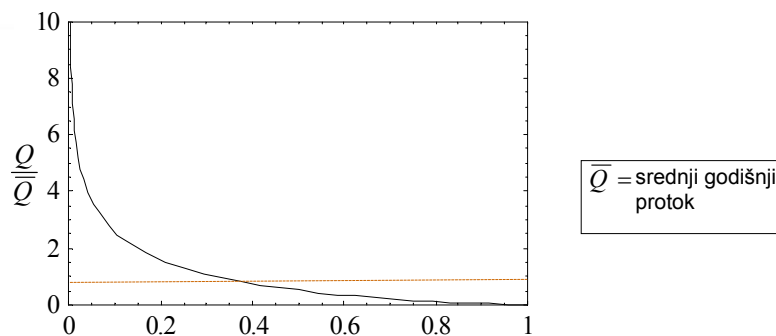


Indirektni postupak

- Slivno područje potencijalne hidroelektrane i slivno područje s mjernom stanicom protoka trebali bi biti locirani u istoj regiji, na sličnom području, sa sličnim ponašanjem hidrologije (ovdje se misli na slične razine srednjih godišnjih padalina) i sa sličnom geološkom konfiguracijom terena.
- Mjerni uređaji za mjerenje padalina bi se trebali nalaziti unutar (ili blizu) oba slivna područja i koristiti se za istovremeno mjerenje padalina.

31

Krivulja trajanja protoka



32

Procjena energije (primjer)

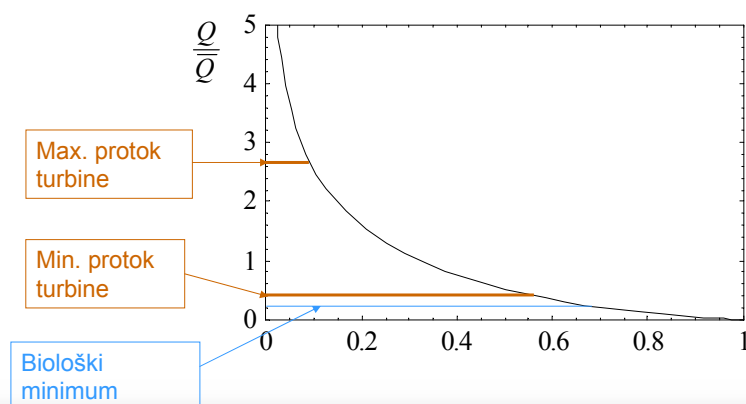
Akumulacijski bazeni su vrlo malog volumena

- Protočna hidroelektrana
 - Slučaj kod brojnih malih hidroelektrana
- Procjena moguće proizvedene električne energije iz krivulje trajanja protoka.
 - Nema vremenskog slijeda (predviđanje dan po dan) izlazne snage.
 - U najboljem slučaju, moguće je predvidjeti sezonske varijacije.

33

Procjena energije (primjer)

- Protočna hidroelektrana i krivulja trajanja protoka



34

Procjena energije (primjer)

Protočna hidroelektrana

Potrebni podaci za procjenu energije:

- Krivulja trajanja protoka,
- Maksimalni i minimalni protok turbine (određeno krivuljom turbine),
- Biološki minimum,
- Gubici u cjevovodu zbog pada,
- Krivulje efikasnosti turbine i električne opreme.

35

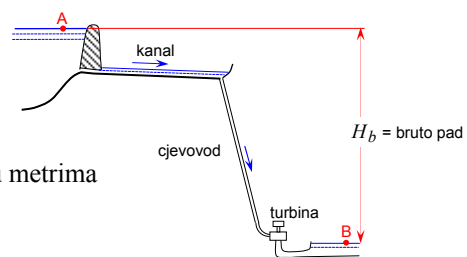
Energija vode → električna energija

H_b = bruto pad u metrima

L = gubici u kanalu, cjevovodu, u metrima

$H = H_b - L$ = neto pad

Q = brzina protoka ili usisa, u m³/s



36

Proračun snage hidroelektrane

$$P_b = \rho g Q H_b = \text{bruto snaga, u W} \quad g = \text{gravitacija (9.81 m/s}^2\text{)}$$

$$P_{av} = \rho g Q H = \text{snaga na turbini} \quad \rho = \text{gustoća (1000 kg/m}^3\text{)}$$

$$P_t = \eta_t \rho g Q H = \text{izlazna snaga turbine} \quad \eta_t = \text{učinkovitost turbine (0 < } \eta_t < 1\text{)}$$

$$P_e = \eta_e \eta_t \rho g Q H = \text{izlazna električna snaga} \quad \eta_e = \text{učinkovitost generatora i transformatora (0 < } \eta_e < 1\text{)}$$

37

Proračun snage hidroelektrane (pojednostavljeni izraz)

$$P = g \times \eta \times Q \times H$$

$$P \cong 10 \times \eta \times Q \times H$$

- P = snaga u kilovatima (kW)
- g = gravitacijsko ubrzanje (9.81 m/s²)
- η = učinkovitost turbina-generator-transformator (0 < η < 1)
- Q = protok (m³/s)
- H = neto pad (m)

38

Primjer 1a

Planinski potok s neto padom od 25 metara i brzinom protoka 600 litara u minuti. Kolika će biti snaga hidroelektrane? Pretpostaviti da učinkovitost elektrane η iznosi 83%.

$$H = 25 \text{ m}$$

$$Q = 600 \text{ l/min} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ l} \times 1 \text{ min}/60\text{sec} \\ = 0.01 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\eta = 0.83$$

$$P \cong 10\eta QH = 10 \times 0.83 \times 0.01 \times 25 = 2.075 \\ \cong 2.1 \text{ kW}$$

39

Primjer 1b

Koliko električne energije (E) hidroelektrana može proizvesti svake godine?

$$E = P \times t \\ = 2.1 \text{ kW} \times 24 \text{ h/dan} \times 365 \text{ dana/god} \\ = 18396 \text{ kWh godišnje}$$

Koliko se otprilike ljudi može s tom energijom opskrbiti? (pretpostaviti aproksimativno 3000 kWh/čovjeku)?

$$\text{Ljudi} = E \div 3000 = 18396/3000 = 6.13 \\ \text{Oko 6 ljudi}$$

40

Primjer 2

Na drugoj lokaciji s neto padom od 100 m i brzinom protoka od 6000 kubičnih metara u sekundi (slično Nijagarinim slapovima). Odgovorite na ista pitanja.

$$P \cong 10\eta QH = 10 \times 0.83 \times 6000 \times 100$$

$$\cong 4.98 \text{ mil. kW} = 4.98 \text{ GW}$$

$$E = P \times t = 4.98 \text{ GW} \times 24 \text{ h/dan} \times 365 \text{ dana/god}$$

$$= 43\,625 \text{ GWh} = 43.6 \text{ TWh}$$

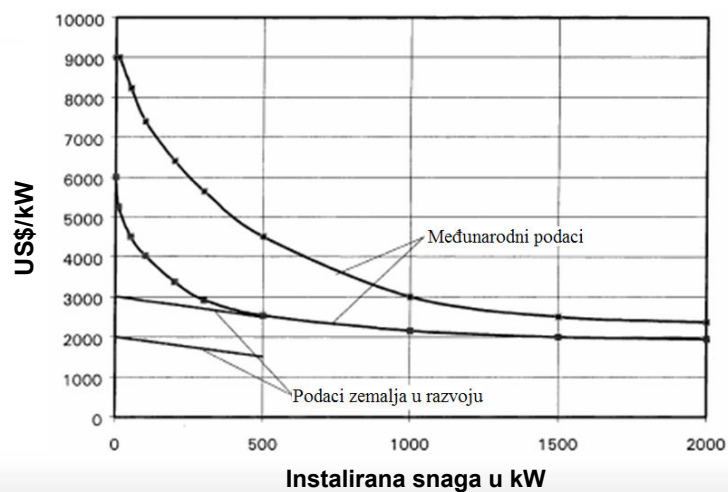
$$\text{Ljudi} = E \div 3000 = 43.6 \text{ TWh} / 3000 \text{ kWh}$$

$$= 1.45 \text{ milijuna ljudi}$$

➤ Napomena: ovdje se pretpostavlja maksimalno moguća proizvodnja 24x7

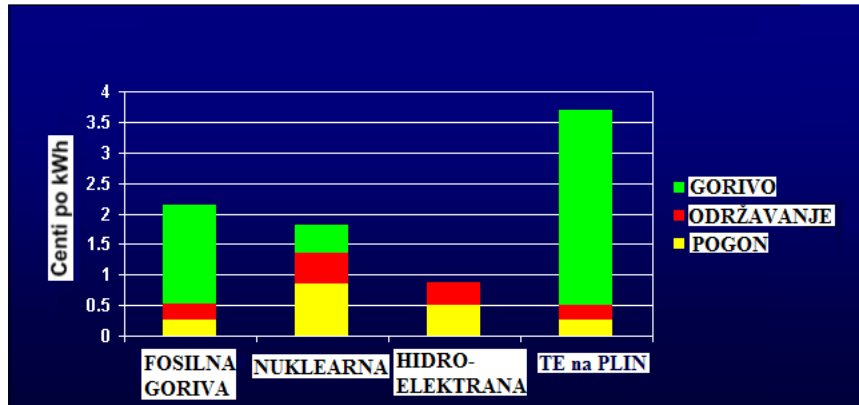
41

Raspon troškova projekata malih HE



42

Usporedba troškova proizvodnje energije



Budućnost hidroelektrana

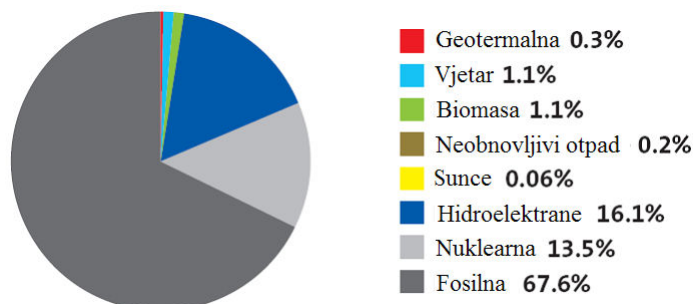
Proizvodnja el. energije u svijetu po izvorima

TWh	1998	2005	2006	2007	2008	AAGR 98/08	GR 07/08
Geotermalna	47.0	59.0	60.3	62.9	63.4	3.0%	0.8%
Vjetar	16.4	103.2	131.6	172.3	215.7	29.4%	25.2%
Biomasa	117.5	192.0	201.3	215.4	223.5	6.6%	3.8%
u čvrstom stanju	91.6	140.5	144.8	153.4	160.0	5.7%	4.3%
bioplin	9.5	21.9	24.7	28.6	30.2	12.2%	5.6%
tekuće stanje	0.0	3.0	3.7	3.4	3.8	120.6%*	11.7%
komunalni otpad	16.4	26.7	28.2	30.0	29.5	6.1%	-1.7%
Neobnovljivi otpad	30.9	37.7	39.4	40.7	40.7	2.8%	0.1%
industrijski	14.9	13.6	13.7	14.2	14.6	-0.2%	3.4%
komunalni otpad	16.0	24.1	25.7	26.6	26.1	5.0%	-1.7%
Sunce	0.901	4.2	5.7	7.9	12.1	29.6%	53.8%
fotonapon	0.402	3.9	5.5	7.5	11.130	39.4%	49.0%
sunčane temoelektreane	0.498	0.596	0.550	0.681	0.949	6.7%	39.4%
Hidro	2,612.5	2,971.1	3,079.7	3,138.1	3,247.3	2.2%	3.5%
udio crpnih	74.5	85.2	84.7	83.7	78.8	0.6%	-5.8%
Energija mora	0.622	0.565	0.550	0.550	0.544	-1.3%	-1.1%
Nuklearna	2,445.2	2,768.0	2,793.0	2,725.4	2,724.1	1.1%	0.0%
Fosilna	9,041.3	12,100.8	12,622.4	13,456.2	13,641.7	4.2%	1.4%
Ukupno obnovljivi izvori	2,794.9	3,330.1	3,479.1	3,597.1	3,762.6	3.0%	4.6%
Ukupno konvencionalni izvori	11,517.4	14,906.5	15,454.8	16,222.3	16,406.6	3.6%	1.1%
Ukupna proizvodnja	14,312.4	18,236.6	18,933.8	19,819.4	20,169.2	3.5%	1.8%
Udio obnovljivih	19.5%	18.3%	18.4%	18.1%	18.7%		

*AAGR 01/08

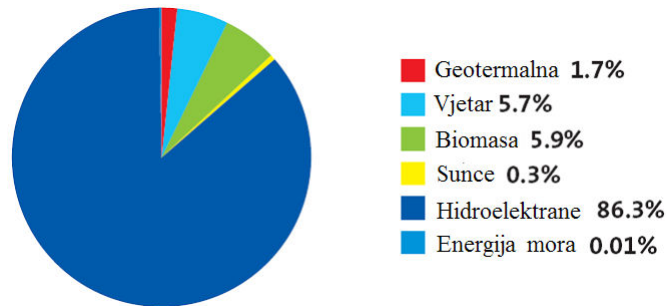
45

Struktura proizvodnje električne energije u svijetu u 2008. godini



46

Struktura proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije u svijetu u 2008. godini



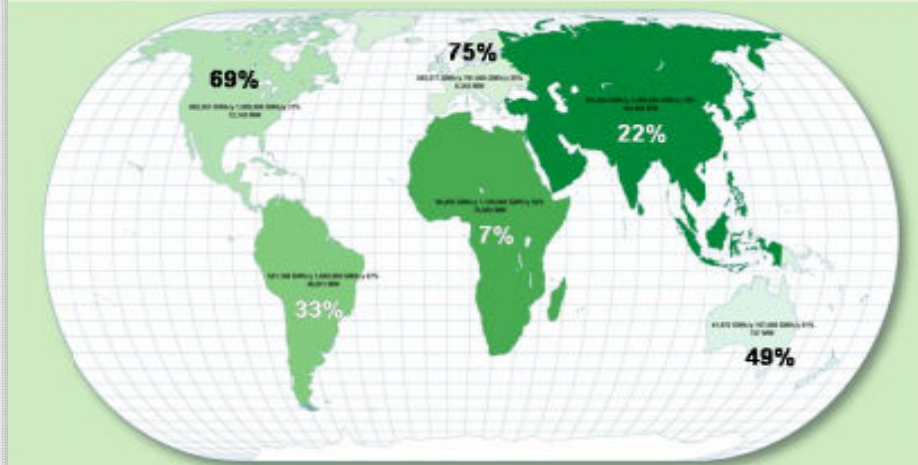
47

Struktura proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije u svijetu u 2008. godini

IZVOR	TWh U 2008.	% 2008.
Hidroelektrane	3,247.3	86.3%
Biomasa	223.5	5.9%
Vjetar	215.7	5.7%
Geotermalna	63.4	1.7%
Sunce	12.1	0.3%
Energija mora	0.54	0.01%
UKUPNO	3,762.6	100.0%

48

Izgrađeni kapaciteti hidroelektrana



World Atlas of Hydropower and Dams, 2002

49

Potencijal hidroenergije po kontinentima

Regija	Tehnički potencijal /TWh god ⁻¹	Godišnja proizvodnja* /TWh god ⁻¹	Proizvodnja kao postotak tehničkog potencijala
Azija	5093	572	11%
J. Amerika	2792	507	18%
Europa	2706	729	27%
Afrika	1888	80	4.2%
S. Amerika	1668	665	40%
Oceanija	232	40	17%
Svijet	14379	2593	18%

* Na temelju prosječne godišnje proizvodnje 1999.-2002.

Izvor: Adapted from WEC, 2003b and BP, 2003

Boyle, *Renewable Energy*, 2nd edition, Oxford University Press, 2003

50



Potencijal malih hidroelektrana u Hrvatskoj

Potencijal malih hidroelektrana u Hrvatskoj

- Iako se energija rijeka i potoka u Hrvatskoj koristila od davnina (za pogon mlinova i sl.), sustavna istraživanja mogućnosti za njezino iskorištavanje u hidroenergetske svrhe u malim hidroelektranama na području Hrvatske započela su tek 1980. godine.
- Izradom "Katastra malih vodnih snaga u Republici Hrvatskoj" preliminarno je za 63 vodotoka, od ukupno njih 134 analiziranih, utvrđeno postojanje 699 mogućih poteza korištenja (približne vrijednosti ukupne instalirane snage oko **177 MW** i tehnički iskoristivog energetskeg potencijala od 570 GWh) koji bi se mogli iskoristiti za izgradnju postrojenja specifične snage 50 kW/km do snage 5 MW.

53

Potencijal malih hidroelektrana u Hrvatskoj

- Daljnjim analizama kroz izradu "Katastra malih hidroelektrana – I faza" i "Katastra malih hidroelektrana – IIA faza" od ukupno 63 potencijalno iskoristivih obrađeno je za sada 20 malih vodotoka na kojima je utvrđeno ukupno 67 mogućih poteza korištenja (lokacija) za izgradnju postrojenja snage do 5 MW
- Međutim pokazalo se da je znatno manji broj (njih 18) realno iskoristivih lokacija, jer izgradnja ovakvih zahvata traži ispunjenje i niza preduvjeta (prostorni planovi, zaštita prirodne i kulturne baštine, biološki minimum,...) koji u vrijeme spomenutih istraživanja nisu adekvatno uzimani u obzir.
- U rasponu snaga hidroelektrana 5 do 10 MW, prema dostupnim izvorima moguća je izgradnja oko **125 MW**, međutim, kako su potrebna dodatna istraživanja za očekivati je da će se taj broj smanjiti.

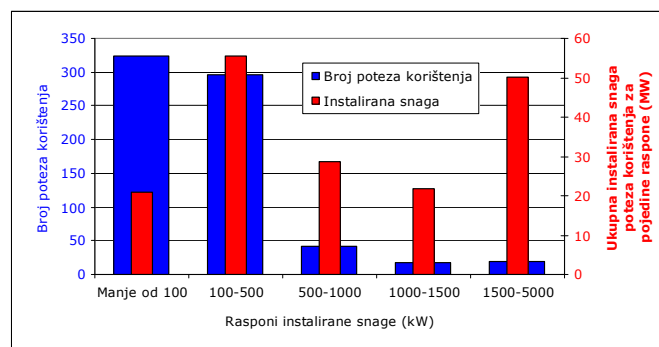
54

Potencijal malih hidroelektrana u Hrvatskoj

- Posebnost malih HE je u tome da je rasprostranjenost i broj potencijalnih lokacija veći što je predviđena snaga instalacije manja, jer prirodne vodne stepenice s manjom visinskom razlikom su češće nego one s velikom visinskom razlikom.
- Hrvatske vodotoke karakterizira veliki broj lokacija s malim padovima.
- U većini slučajeva povoljne lokacije nalaze se u gornjim dijelovima vodotoka, što u našim uvjetima znači da se radi o nepristupačnim i slabo naseljenim područjima, gdje ne postoji velika potrošnja i kvalitetno razvedena distributivna mreža, a to su također u većini slučajeva lokacije u netaknutoj prirodi.

55

Potencijal malih hidroelektrana u Hrvatskoj



- Približno 90% poteza korištenja nalazi u području snage ispod 500 kW, ali ako se kao mjerilo uzme instalirana snaga, dobiva se slika iz druge perspektive, tj. više od 50% snage koncentrirano je u 11% poteza korištenja.

56

ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Dr.sc. Hubert Bašić,
dipl.ing.el., MBA

Nikola Matijašević,
dipl.ing.el.



Male hidroelektrane

ENergy Efficiency and
Renewables–**SUP**porting Policies
in Local level for EnergyY



Energetska efikasnost i
obnovljivi izvori energije –
potpora kreiranju energetske
politike na lokalnoj razini



Energetski institut Hrvoje Požar

Jointly for our common future

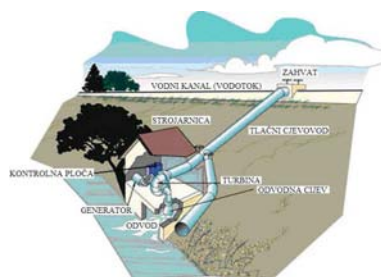
Građevinski radovi i objekti

59

Građevinski radovi i objekti

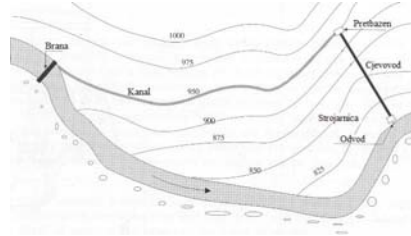
■ Glavni građevinski objekti infrastrukture malih hidroelektrana:

- brana, nasip, preljevni prag s potrebnim uređajima na zahvatu
- dovodni kanal, cjevovod ili tunel
- strojarnica
- odvodni kanal
- riblja staza
- priključni dalekovod s trafostanicom



60

- Brane/nasipi imaju dvije funkcije:
 - Povećanje raspoloživog pada
 - Stvaranje akumulacije vode



- Zahvat ima slijedeće funkcije:
 - Prevođenje vode u cjevovod odnosno dovodni kanal/tunel
 - Minimiziranje količine ostataka i taloga koja je nošena dolazećom vodom

Brana

- 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 prema tome obično koristi niska brana (ili nasip) jednostavnije konstrukcije.
- Konstrukcija može biti od betona, drveta, zidana ili kombinacija svega navedenog.

Dovod i odvod vode

- Dovod i odvod vode:
 - Tuneli/kanali: omogućavaju tijek vode prema turbinama, direktno ili preko cjevovoda.
 - Pretbazen: u nekim slučajevima projektira se radi osiguravanja samo onolike dodatne zalihe vode (ekstra volumen) koja je potrebna samo tijekom pokretanja turbine.
 - Cjevovod: tlačna cijev koja doprema vodu do turbina.
 - Odvod (ispust): na ovaj način se voda vraća u rijeku nakon što je prošla kroz turbine.
 - Riblja staza: za osiguranje nesmetane migracije riba.

Dovod/odvod vode

- **Zahvat** se općenito gradi od armiranog betona, okna za sprečavanje prolaza smeća se izrađuje od čelika, a vrata (ventil) na ulazu u kanal od drveta ili čelika.
- **Kanali** se općenito iskopavaju te slijede konture postojećeg terena
- **Tuneli** se smještaju pod zemlju i kopaju se bušenjem i miniranjem ili se koristi strojna tunnelska bušilica.
- **Cjevovod** može biti od čelika, željeza, plastike, betona ili drveta.
- **Ulaz i izlaz turbine** (koji uključuje ventile i vrata za zaustavljanje protoka kroz turbinu u slučaju prekida pogona ili održavanja) se općenito izrađuju od čelika i željeza.
- **Ispust** se najčešće, kao i kanal, iskopava.

Strojarnica

- Strojarnice malih hidroelektrana su općenito minimalne 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.
- Jednostavan dizajn s naglaskom na praktičnost
- lako izgrađive konstrukcije kako bi se postigli što niži troškovi (što je imperativ kod izgradnje malih hidroelektrana).



65

ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Programme co-funded by the EUROPEAN UNION



Dr.sc. Hubert Bašić,
dipl.ing.el., MBA

Nikola Matijašević,
dipl.ing.el.






Male hidroelektrane Elektrostrojarska oprema

ENergy Efficiency and Renewables–SUPporting Policies in Local level for EnergyY



Energetska efikasnost i obnovljivi izvori energije – potpora kreiranju energetske politike na lokalnoj razini









Energetski institut Hrvoje Požar

Jointly for our common future

Elektrostrojarska oprema

- ✓ **Strojarnica**
- ✓ **Turbina**
- ✓ **Generator**
- ✓ **Regulacija turbine**
- ✓ **Automatska regulacija**
- ✓ **Dodatna (pomoćna) električna oprema**

68

Strojarnica

- Kod malih hidroelektrana uloga strojarnice je da zaštiti elektromehaničku opremu od vremenskih nepogoda.
- Broj, tip i snaga turbina i generatora, njihova konfiguracija, izvedba pada te konstitucija lokacije (terena) utječu na oblik i veličinu zgrade.
- Povezivanje turbine i generatora u jednu vodootpornu (podvodnu) cjelinu koja se može ugraditi direktno u tok rijeke znači da uobičajena (konvencionalna) strojarnica nije potrebna.

69

Elektrostrojarska oprema

- ✓ Strojarnica
- ✓ **Turbina**
- ✓ Generator
- ✓ Regulacija turbine
- ✓ Automatska regulacija
- ✓ Dodatna (pomoćna) električna oprema

70

Turbina



- Funkcija turbine je transformacija kinetičke energije vode u mehaničku energiju rotirajućih dijelova turbine.
- Postoji mnogo različitih tipova turbina kako bi se pokrio široki raspon uvjeta koji proizlaze iz konfiguracije terena odnosno različitih kombinacija protoka i pada.
- U velikom broju slučajeva turbine koje se koriste kod malih hidroelektrana su umanjene verzije turbina koje se koriste u konvencionalnim velikim hidroelektranama.

71

Vodne turbine

- Izbor tipa, oblika i dimenzija turbine prvenstveno ovisi o:
 - Neto padu
 - Instaliranom (projektiranom) protoku
 - Brzini vrtnje, koja određuje tip i osnovni oblik rotora turbine i ostalih dijelova
 - Brzini pobjega: najveća brzina koja se može postići bez priključenog električnog opterećenja
 - Troškovima izgradnje male hidroelektrane

72

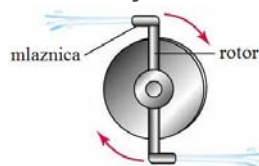
Turbina

- Male vodne turbine mogu postići učinkovitost oko 90%
- Budući da pojedini tipovi turbina efikasno rade samo unutar granica određenih protoka i padova, pri izboru pogodne turbine o tome se mora voditi računa.
- Kod većine lokacija malih protočnih hidroelektrana kod kojih protoci variraju značajno, obično se odabiru one turbine koje efikasno rade u širokim granicama protoka (npr. Kaplan, Pelton, Turgo i *Crossflow*)

73

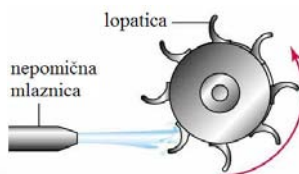
Klasifikacija turbina

■ Reakcijske turbine



- Snaga proizlazi iz pada tlaka na turbini
- Potpuno uronjena u vodu
- Obodna brzina se pretvara u snagu osovine
- Propelerna, Francisova i Kaplanova turbina

■ Akcijske turbine



- Pretvaraju kinetičku energiju vode tako da mlaznice pogađaju lopatice
- Nema pada tlaka na turbini
- Peltonova, Turgo i *Crossflow* turbina

74

Vodne turbine

- 3 su osnovne kategorije konvencionalnih turbina:



Kaplan i Propelerna turbina; to su reakcijske turbine s aksijalnim protokom koje se koriste za male padove.



Francis turbina: reakcijska turbina radijalnog protoka s fiksnim lopaticama rotora i podesivim vodilicama lopatica koja se koristi za srednje padove.



Pelton: ovo je akcijska turbina s jednom ili više mlaznica, a svaka mlaznica osigurava kontrolu protoka kroz prskalicu s iglom. Koristi se za srednje i velike padove.

75

Tipovi turbina

Francis turbina

Kaplan turbina

Pelton turbina

Turgo turbina

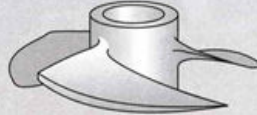
Ostali tipovi

76

Tipovi turbina



Francis



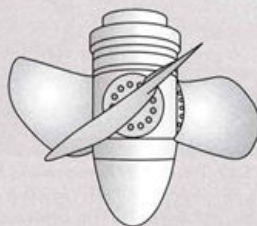
Fixed pitch propeller



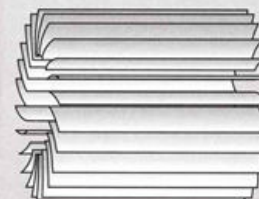
Turgo



Pelton



Kaplan



Crossflow

Tipovi turbina

Pelton



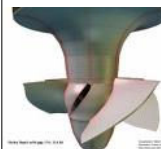
Turgo



Crossflow



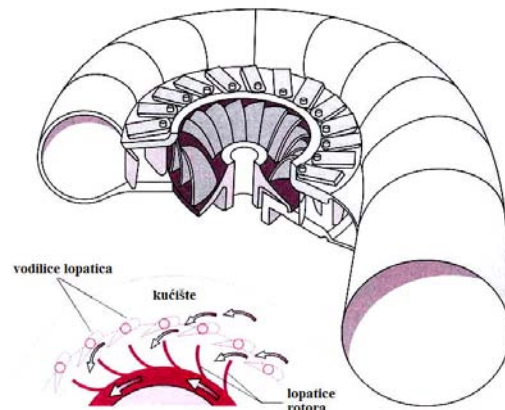
Kaplan



Francis



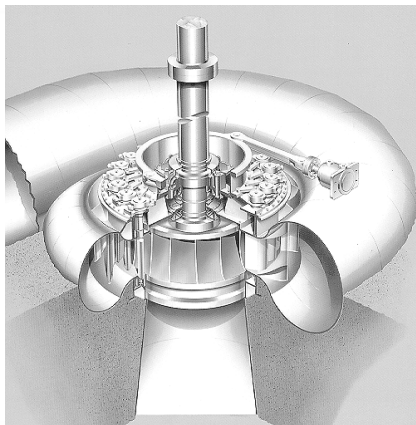
Shema Francisove turbine



Boyle, *Renewable Energy*, 2nd edition, Oxford University Press, 2003

79

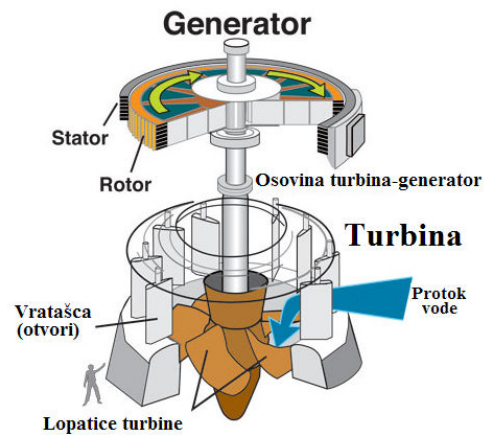
Francisova turbina



- Padovi od 15 do 700 metara
- Srednje brzine protoka
- Visoka efikasnost $\eta=0.96$ kod suvremenih izvedbi

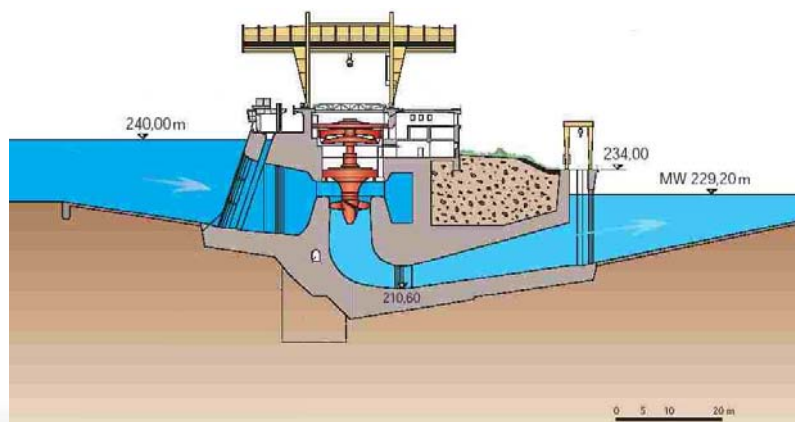
80

Shema Kaplanove turbine



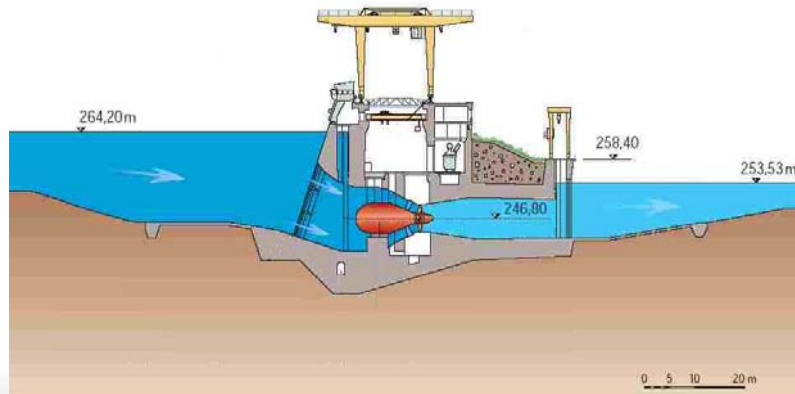
81

Vertikalno postavljena Kaplanova turbina



82

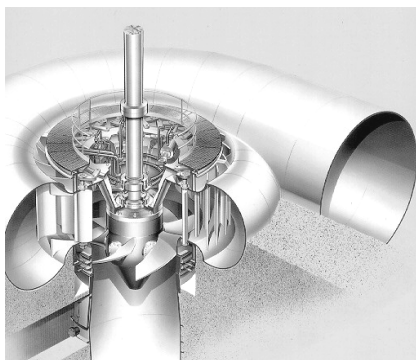
Horizontalna Kaplanova turbina



Boyle, *Renewable Energy*, 2nd edition, Oxford University Press, 2003

83

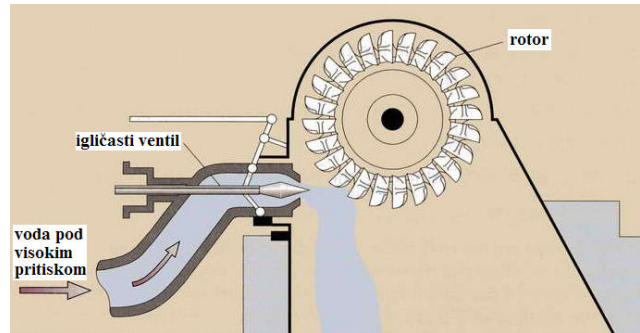
Horizontalna Kaplanova turbina



- Mali padovi (od 5 metara do 70 metara)
- Velike brzine protoka
- Moguće je upravljanje mlaznicama rotora, čime se postiže veća pogonska fleksibilnost u cilju postizanja većeg faktora efikasnosti za različite količine vode (protoke)
- Visoka efikasnost

84

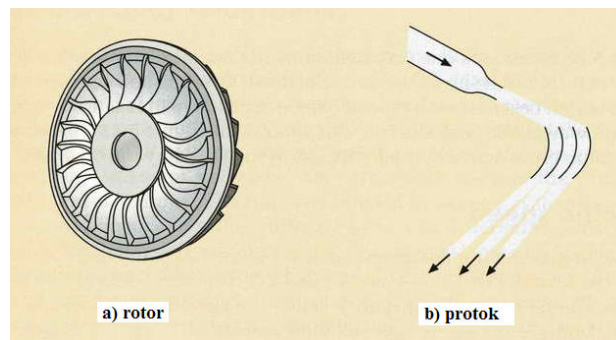
Peltonova turbina



- Veliki padovi (od 100 metara do 1800 metara)
- Relativno male brzine protoka
- Maksimalno do 6 mlaznica
- Visoka učinkovitost

85

Turgo turbina



- Turgo turbina:
 - a) rotor turbine
 - b) protok vode

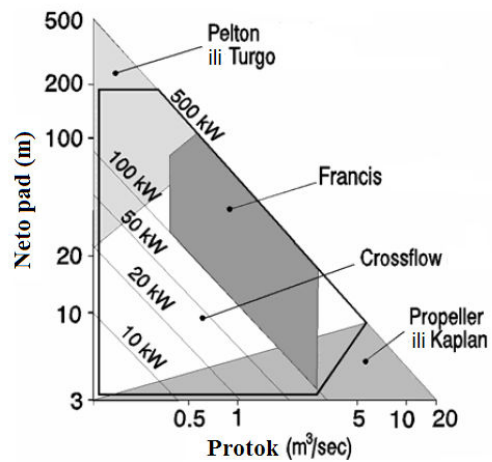
86

Radna područja različitih tipova turbina

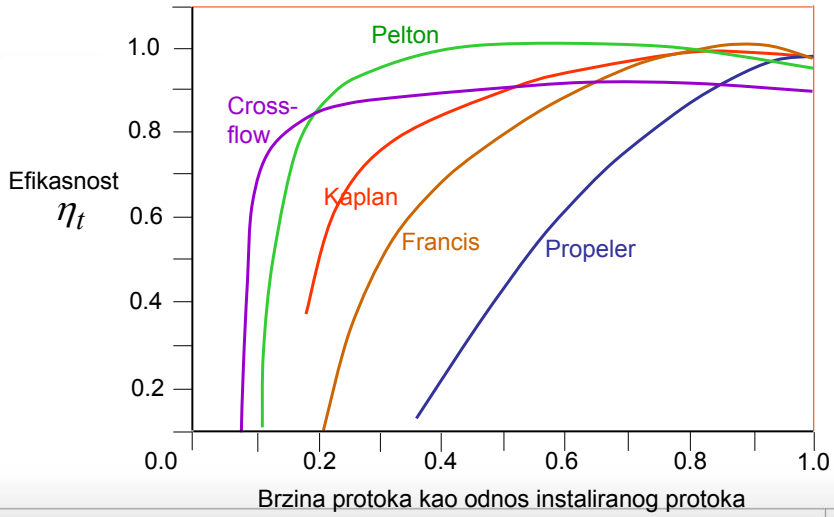
- [Kaplan](#) $2 < H < 40$
- [Francis](#) $10 < H < 350$
- [Turgo](#) $50 < H < 250$
- [Pelton](#) $50 < H < 1300$

(H = pad u metrima)

Radna područja različitih tipova turbina



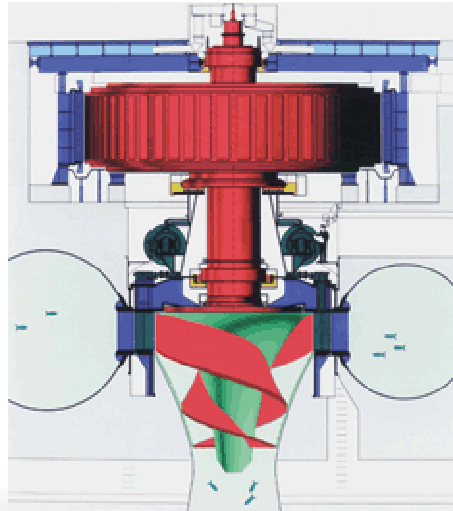
Učinkovitost malih vodnih turbina



Izbor tipa turbine

		Pad		
		Velik	Srednji	Niski
Akcijska		Pelton Turgo Pelton	Crossflow Turgo Pelton	Crossflow
Reakcijska			Francis	Propelerna Kaplan

“Fish Friendly” dizajn turbine



www.eere.energy.gov/windandhydro/hydro_rd.html

91

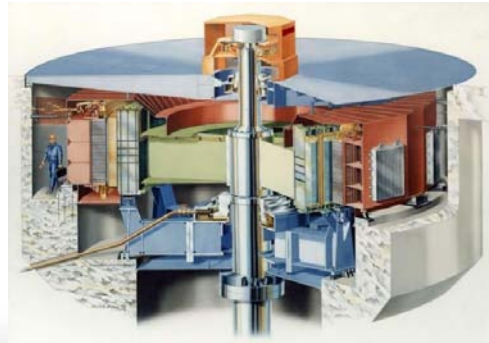
Elektrostrojarska oprema

- ✓ Strojarnica
- ✓ Turbina
- ✓ **Generator**
- ✓ Regulacija turbine
- ✓ Automatska regulacija
- ✓ Dodatna (pomoćna) električna oprema

92

Generator

- U generator se vrši transformacija mehaničke energije u električnu.
- Dvije vrste generatora:
 - **Sinkroni generator** opremljen s vlastitim sustavom uzbude,
 - **Asinkroni generator** koji uzbudu vuče iz mreže.



93

Generator

- **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 sustava, ali također i u manjim izoliranim mrežama kao i za samostalne primjene malih hidroelektrana (otočni rad).
- **Asinkroni generatori** često su najjednostavnije i najjeftinije rješenje za male hidroelektrane koje proizvode električnu energiju za isporuku u postojeću veliku elektroenergetsku mrežu.

94

Elektrostrojarska oprema

- ✓ Strojarnica
- ✓ Turbina
- ✓ Generator
- ✓ **Regulacija turbine**
- ✓ Automatska regulacija
- ✓ Dodatna (pomoćna) električna oprema

95

Regulacija turbine

- To je sustav za prilagodbu proizvedene snage promjenljivom vodnom dotoku, a time i za održavanje frekvencije u sustavu
- Kontrolna oprema:
 - Regulator koji može biti mehanički ili električni
 - Prekidači i njihova zaštita
 - Automatska kontrola (upravljanje)

96

Elektrostrojarska oprema

- ✓ Strojarnica
- ✓ Turbina
- ✓ Generator
- ✓ Regulacija turbine
- ✓ **Automatska regulacija**
- ✓ Dodatna (pomoćna) električna oprema

97

Automatska regulacija – daljinsko vođenje



98

Elektrostrojarska oprema

- ✓ **Strojarnica**
- ✓ **Turbina**
- ✓ **Generator**
- ✓ **Regulacija turbine**
- ✓ **Automatska regulacija**
- ✓ **Dodatna (pomoćna) električna oprema**

Dodatna (pomoćna) električna oprema

- **Transformator za potrebe postrojenja**
 - Vlastita potrošnja elektrane uključuje rasvjetu i pomoćne mehaničke uređaje postrojenja.
 - Na vlastitu potrošnju električne energije otpada oko 1 do 3% proizvedene električne snage u elektrani.
 - Viši postotak se odnosi na mikro hidroelektrane (instalirane snage manje od 500 kW).

Dodatna (pomoćna) električna oprema

- **Opskrba istosmjernim naponom za potrebe kontrole i upravljanja**
 - Hidroelektrane s instaliranom snagom većom od 500 kW zahtijevaju istosmjerni sustav s baterijama, punjačem baterija i dr.
 - Kapacitet u amper-satima mora biti toliki da (u slučaju prekida struje punjenja) bude osigurana potpuna kontrola (upravljanje) toliko dugo koliko bi bilo potrebno da se poduzmu mjere uklanjanja kvara.

101

Dodatna (pomoćna) električna oprema

- **Uređaji za mjerenje protoka i razine vode ispred i iza elektrane**
 - Kao dio monitoringa za potrebe turbinske regulacije
- **Uređaji u vanjskoj trafostanici za transformaciju napona na razinu dalekovodne mreže**
 - Prekidači moraju u kratkom vremenu odvojiti hidroelektranu od elektroenergetske mreže u slučaju pojave kvara u hidroelektrani.
 - Katodni odvodnici za zaštitu od prenapona iz mreže ili udara munje se obično montiraju u trafostanici.

102

ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Programme cofunded by the EUROPEAN UNION



Dr.sc. Hubert Bašić,
dipl.ing.el., MBA

Nikola Matijašević,
dipl.ing.el.



Male hidroelektrane

ENergy Efficiency and
Renewables–SUPporting Policies
in Local level for EnergyY



Energetska efikasnost i
obnovljivi izvori energije –
potpora kreiranju energetske
politike na lokalnoj razini



Energetski institut Hrvoje Požar

Jointly for our common future

Primjeri realiziranih projekata u Hrvatskoj

Izvori:

- Energija u Hrvatskoj 2008, Godišnji energetske pregled
- Hrvatska elektroprivreda

Male hidroelektrane u privatnom vlasništvu

Male hidroelektrane u privatnom vlasništvu



Elektrana	Snaga (kW)	Godina puštanja u pogon
Roški Slap	1400	1910., 1998.
Majdan	1200	1913. (trenutno ne radi)
Duga Resa	1160	1937.
Finvest 1	1000	1991.
Orljava 7	65	1985.
Kupčina 6	45	1995.
Finvest 2	30	1939., 1996.
Mrežnica M	15	2003.
Kupa M	10	1983.
Čabranka U	8	1988.
Mrežnica P	6	1939., 1981.
Mrežnica K	4	2001.

Ukupno instalirano oko 4,9 MW

107

Primjeri realiziranih projekata



MH Roški slap

- Izgrađena 1910.
- Rekonstruirana 1998.
- Instalirana snaga 1,64 MW
- Godišnja proizvodnja električne energije 7,11 GWh (u 2008.)

108





Primjeri realiziranih projekata

MH Tvornica cementa Majdan

- Izgrađena 1913.
- Trenutno izvan pogona
- (Instalirana snaga 1,2 MW)
- (Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 3,5 GWh)





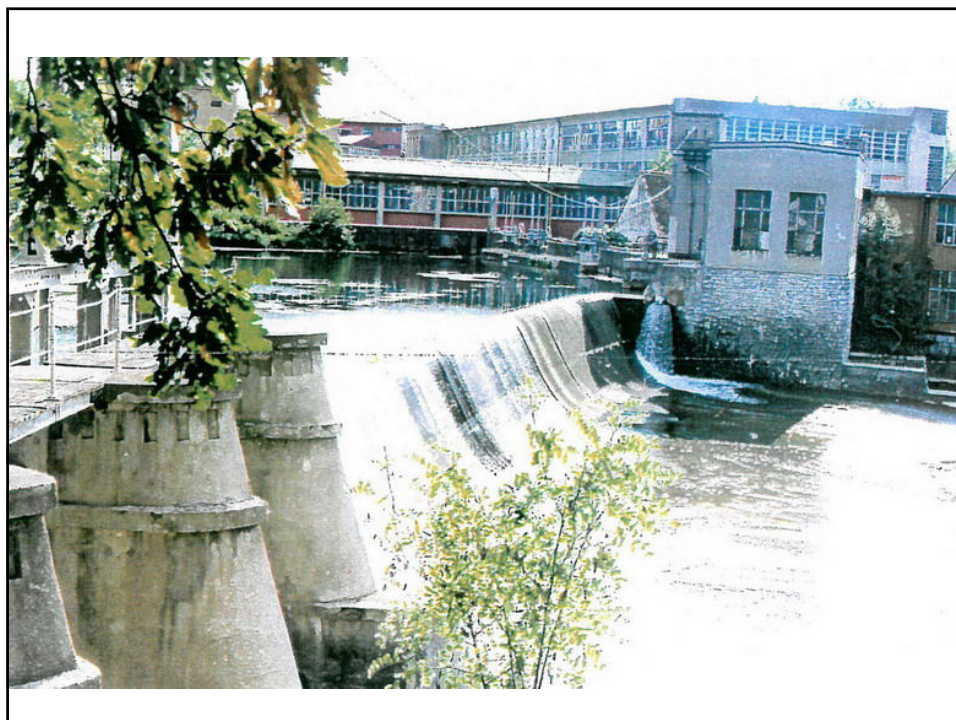
Primjeri realiziranih projekata

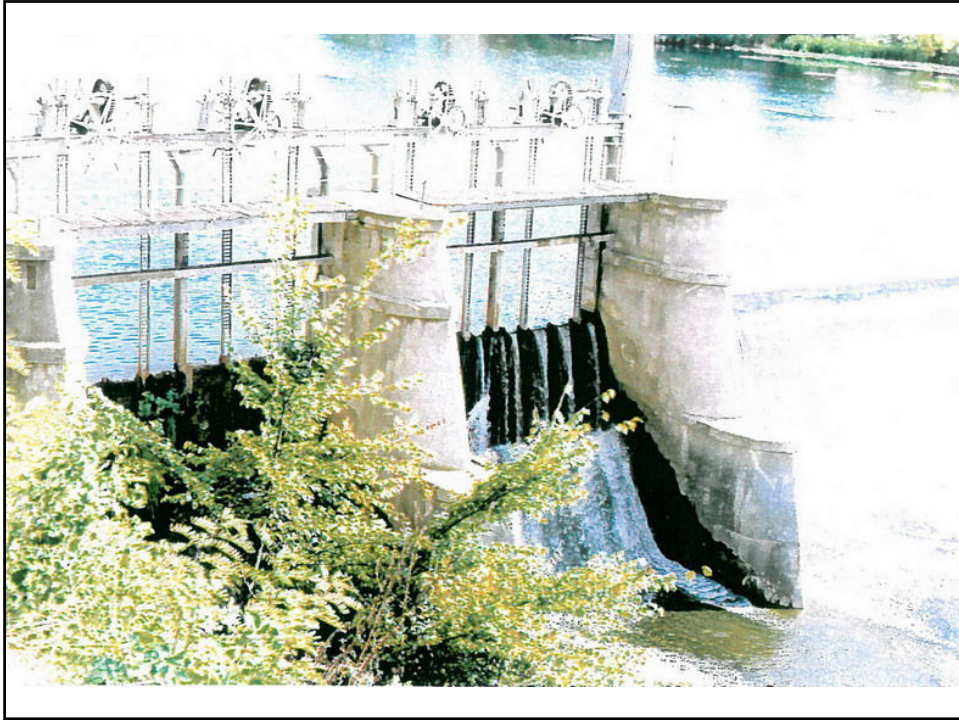


MH Pamučna industrija Duga Resa

- Izgrađena 1937.
- Instalirana snaga 1,1 MW
- Godišnja proizvodnja električne energije 2,01 GWh (u 2008.)

117





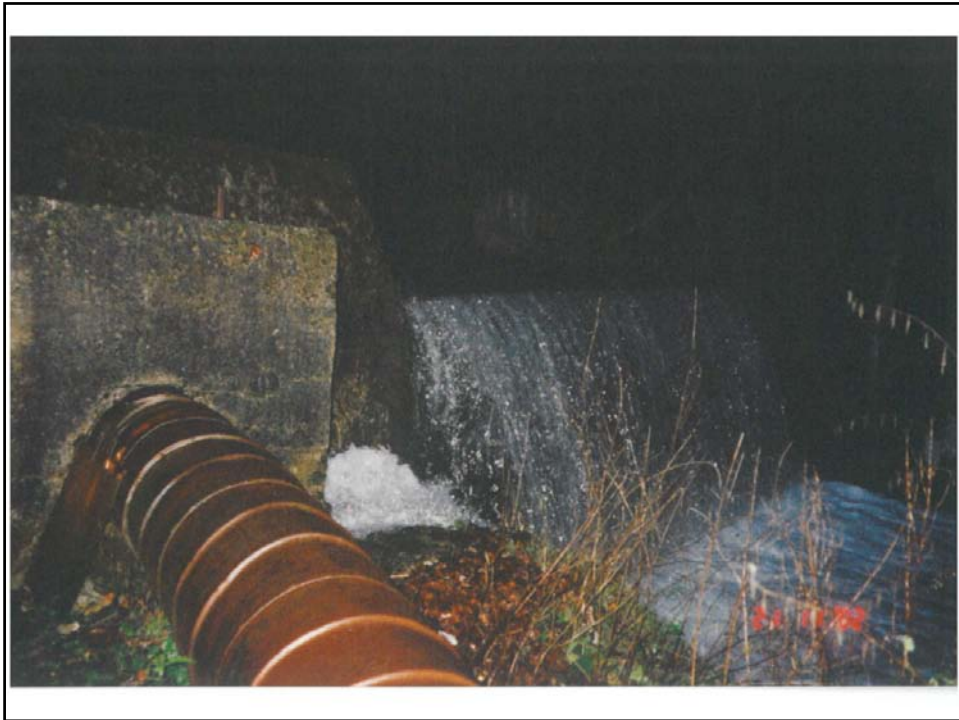


Primjeri realiziranih projekata



MH Čabranka (Urh)

- Izgrađena 1988.
- Instalirana snaga 8 kW
- Godišnja proizvodnja električne energije 50 MWh (u 2008.)





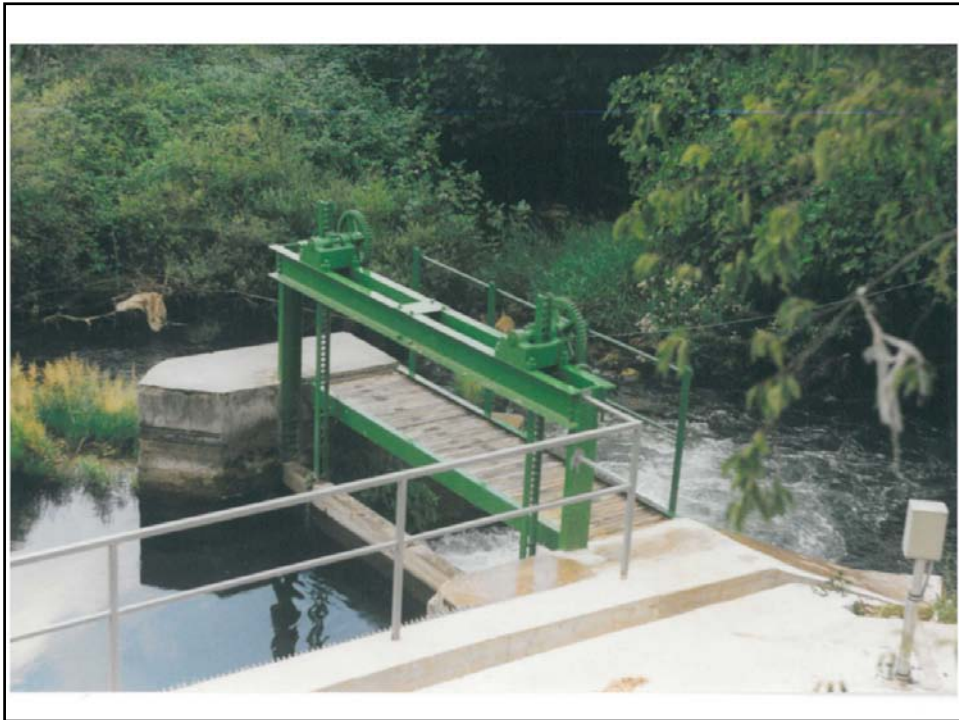


Primjeri realiziranih projekata

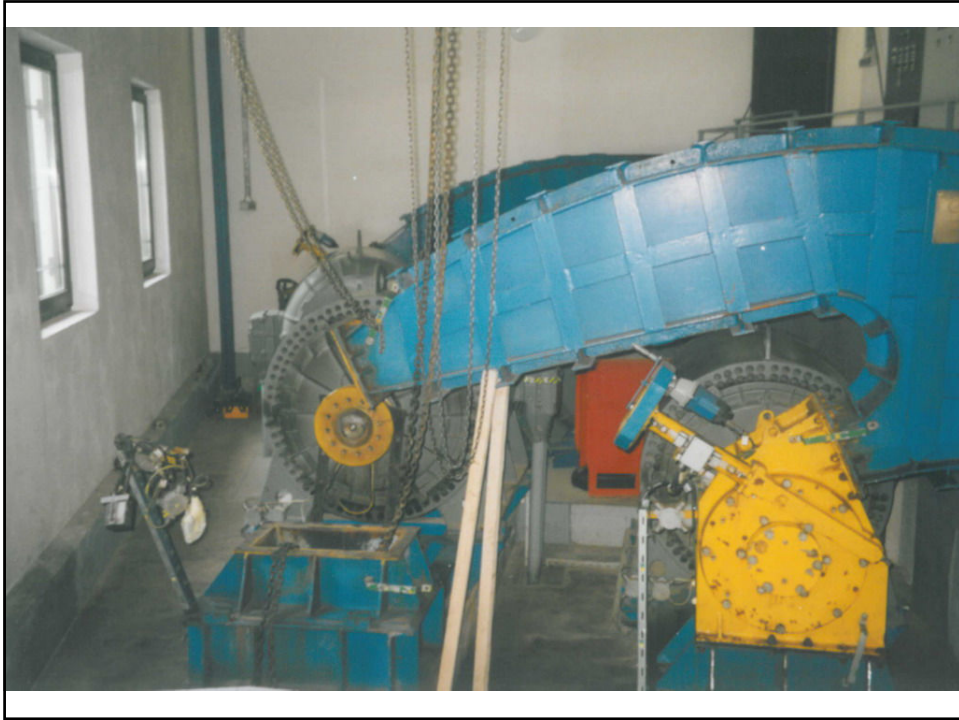


MH Čabranka 1 (Finvest)

- Izgrađena 1991.
- Instalirana snaga 1 MW
- Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 3,17 GWh









Primjeri realiziranih projekata

MH Kupčina (Bujan)

- Izgrađena 1995.
- Instalirana snaga 45 kW
- Godišnja proizvodnja električne energije 0,11 GWh (u 2008.)



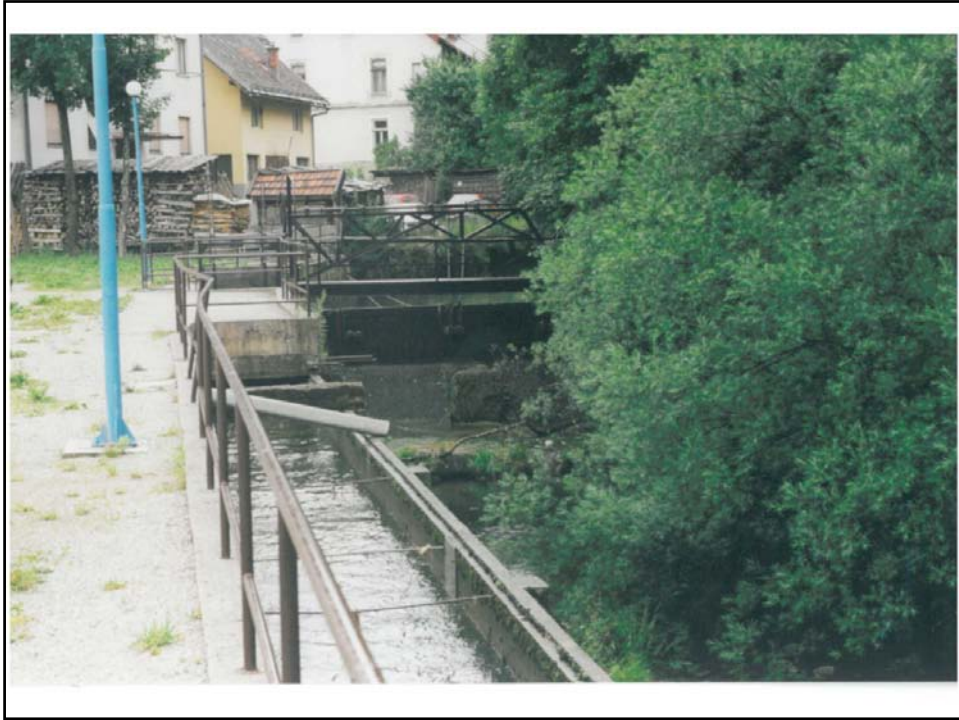


Primjeri realiziranih projekata



MH Čabranka 2 (Finvest)

- Izgrađena 1996.
- Instalirana snaga 30 kW
- Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 0,13 GWh





Primjeri realiziranih projekata

MH Mrežnica (obrt Mataković)

- Izgrađena 2003.
- Instalirana snaga 15 kW

145







Primjeri realiziranih projekata



Male hidroelektrane u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede

150

Primjeri realiziranih projekata



- Većina malih hidroelektrana u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede je u sklopu velikih hidroelektrana odnosno većih hidroenergetskih sustava, pa se male hidroelektrane u bilancama snage i energije ne promatraju zasebno i do njihovog pojedinačnog doprinosa nije lako doći.
- Ukupno instalirano u agregatima snage do 10 MW: oko 68 MW

151

Primjeri realiziranih projekata



MH Varaždin – agregat biološkog minimuma

- Izgrađena 1975.
- Instalirana snaga 585 kW
- Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 3,8 GWh

152





Primjeri realiziranih projekata



MH Čakovec – agregat biološkog minimuma

- Izgrađena 1982.
- Instalirana snaga 1,1 MW
- Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 6,83 GWh



Primjeri realiziranih projekata

MH Čakovec – agregat na drenažnom jarku

- Izgrađena 1982.
- Instalirana snaga 340 kW
- Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 2,2 GWh



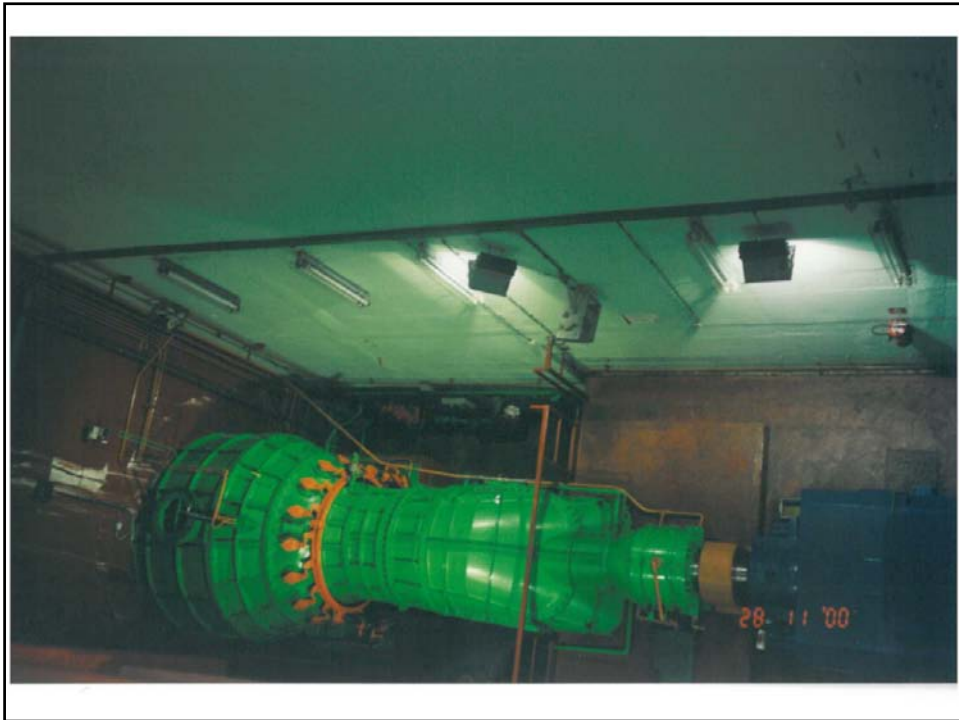


Primjeri realiziranih projekata



MH Dubrava – agregat biološkog minimuma

- Izgrađena 1989.
- Instalirana snaga 1,12 MW
- Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 7,28 GWh



Primjeri realiziranih projekata



MH Dubrava – agregat na drenažnom jarku

- Izgrađena 1989.
- Instalirana snaga 2x340 MW
- Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 4,02 GWh

165



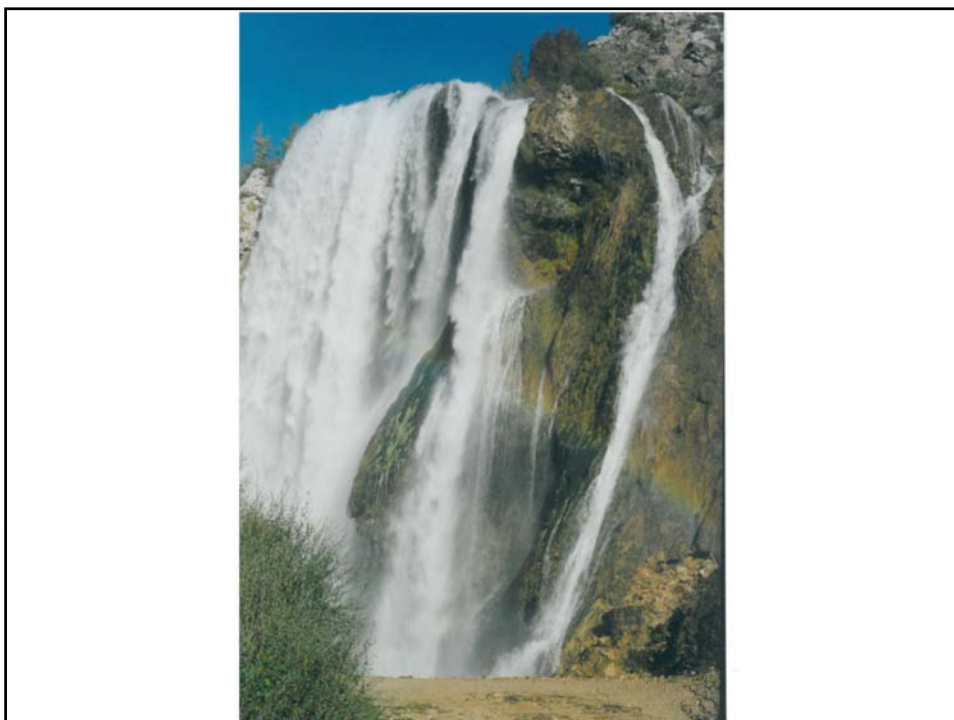


Primjeri realiziranih projekata

MH Krčić

- Izgrađena 1988.
- Instalirana snaga 300 kW
- Prosječna godišnja proizvodnja električne energije 2 GWh

169





ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Dr.sc. Hubert Bašić,
dipl.ing.el., MBA



Male hidroelektrane

ENergy Efficiency and
Renewables–SUPporting Policies
in Local level for EnergyY



Energetska efikasnost i
obnovljivi izvori energije –
potpora kreiranju energetske
politike na lokalnoj razini



Energetski institut Hrvoje Požar

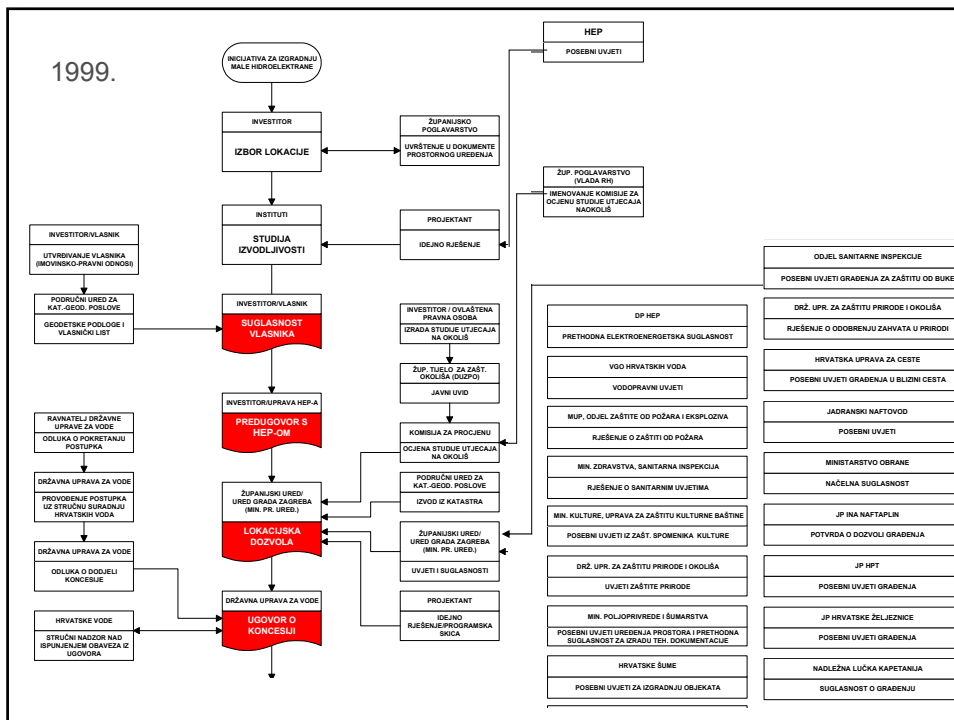
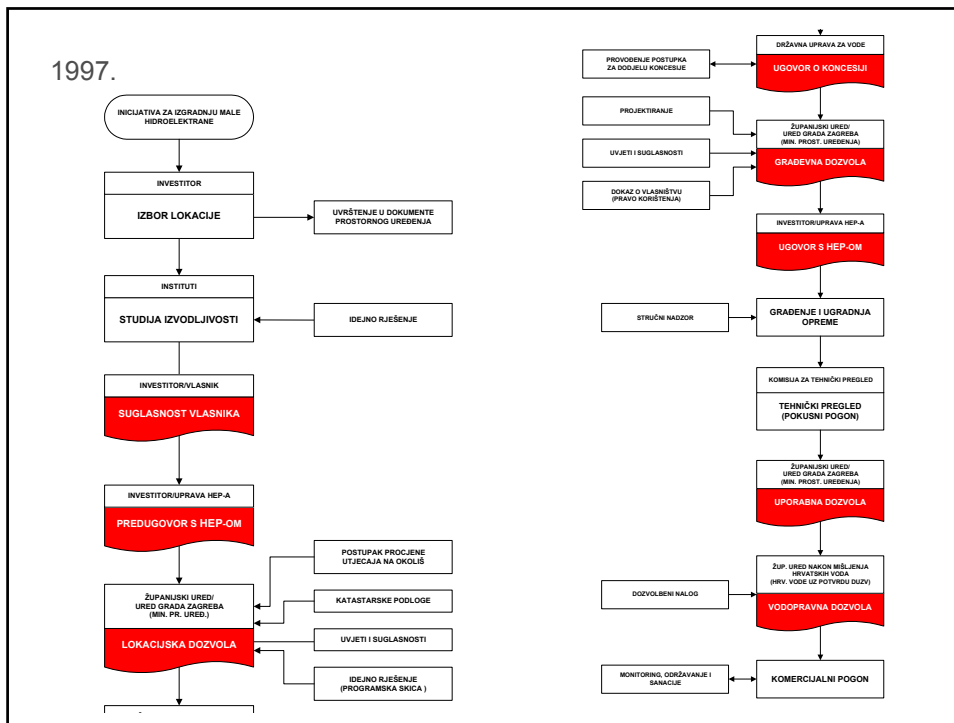
Jointly for our common future

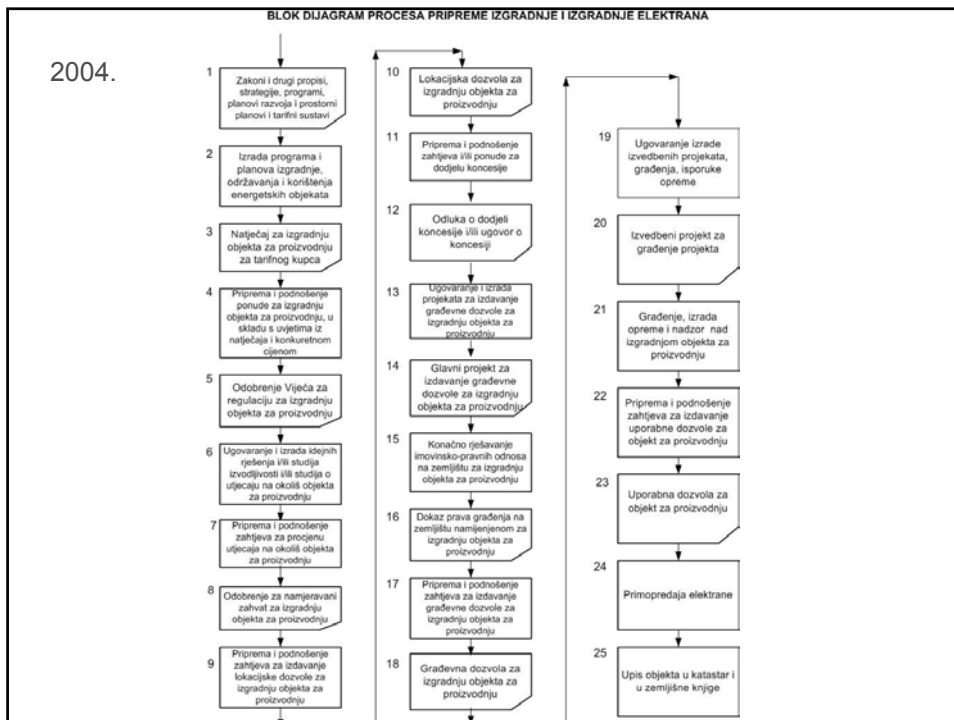
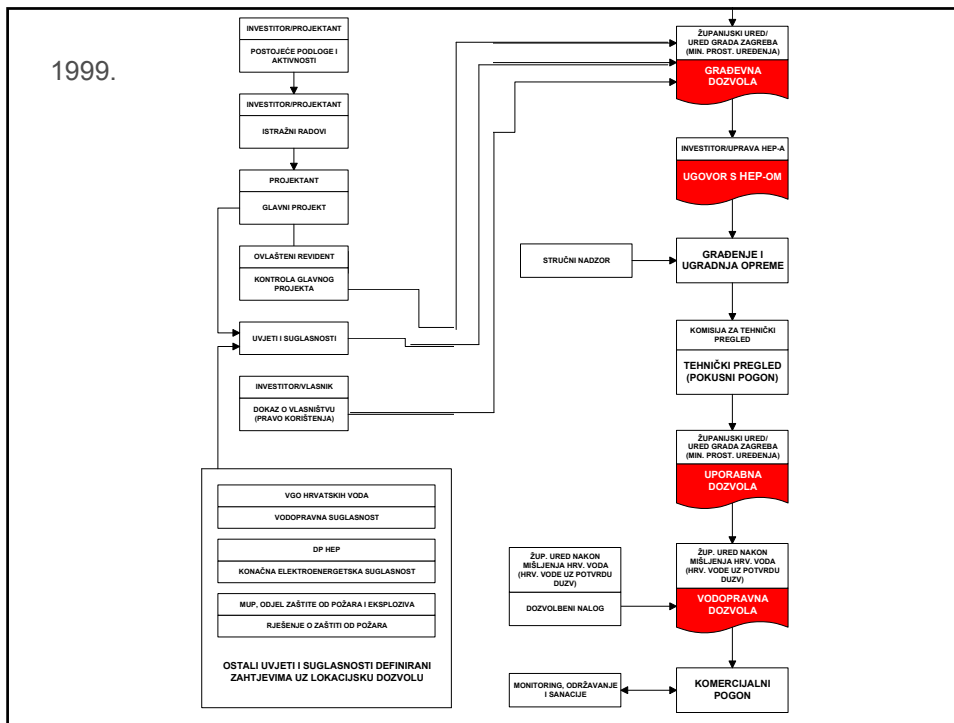
Realizacija projekata i problemi

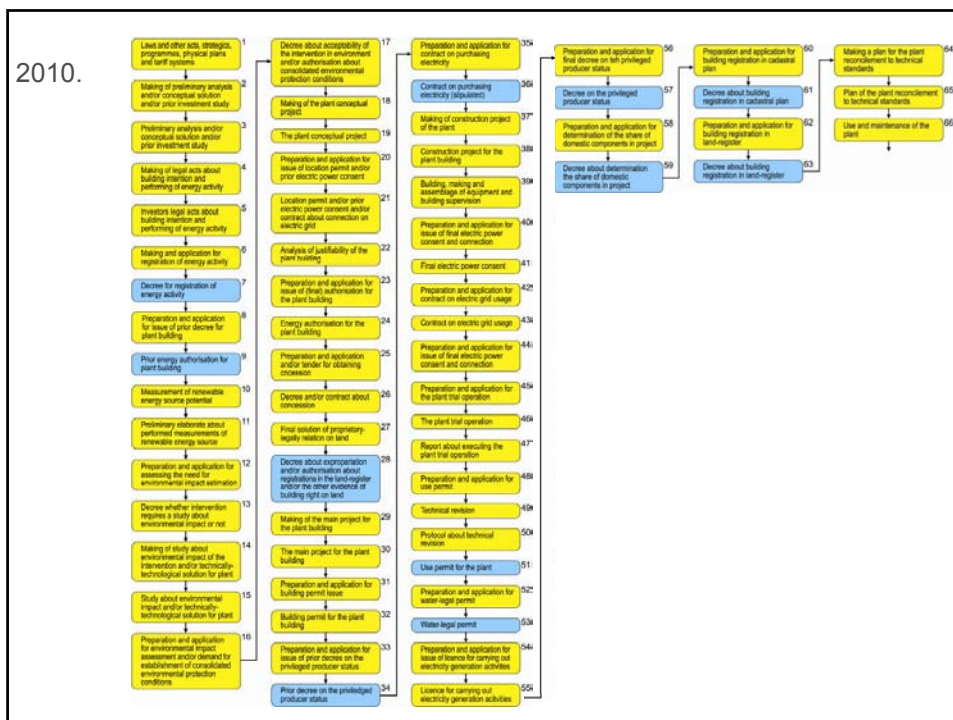
175

- Mogućnost realizacije projekata izgradnje malih hidroelektrana prvenstveno je određena zakonskom regulativom te situacijom na terenu
- S obzirom da se radi o tehnologiji koja je već dugi niz godina u primjeni, tehnički aspekti realizacije ne predstavljaju problem

176







Realizacija projekata i problemi



- Prepoznato je 48 potrebnih aktivnosti temeljem 19 osnovnih zakonskih akata
- To rezultira potrebom ishođenja 67 različitih dokumenata iz više institucija
 - ishođenje svakog dokumenta iziskuje i određene (ponekad i značajne) troškove
- Dodatna komplikacija proizlazi i iz dupliciranja odnosno repliciranja nekih podloga i dokumenata
- Nejasna je razina potrebnih obrada prilikom izrade studija utjecaja na prirodu i okoliš

- Procedura je ista za objekt od 10 MW kao i za objekt od 10 kW
- Procjene vremenskog opsega procedure (od ideje o gradnji do objekta u pogonu) je 5-7 godina
 - ovo se smatra dobrim rezultatom, jer u većini zemalja EU radi se o sličnom (ili duljem) vremenskom trajanju
- Zbog nedovoljno jasne procedure neke aktivnosti se mogu vršiti i paralelno, ali u tom slučaju postoji rizik da više investitora ishodi različite dokumente za istu lokaciju

- Neriješeni i/ili komplicirani imovinsko pravni odnosi na velikom broju promatranih potencijalnih lokacija
 - poseban je problem velikog broja vlasnika ako se radi o tehničkom rješenju koje uključuje akumulacijsko jezero
- Nedovoljna količina i tehnička razina podataka o protocima (višegodišnji hidrološki nizovi) na promatranim potencijalnim lokacijama
- Procedura za male HE je kompliciranija nego za ostale obnovljive izvore, jer uključuje i ishođenje dodatnog paketa dozvola i suglasnosti vezanih uz korištenje vodnih resursa (vodopravni uvjeti, vodopravna suglasnost, koncesija za korištenje voda i javnog vodnog dobra, dozvolbeni nalog, vodopravna dozvola)

- Čak i u stručnoj javnosti danas se olako barata s podatkom o potencijalu malih hidroelektrana u Hrvatskoj: 177 MW odnosno 568 GWh godišnje na 699 lokacija
- Ono što se ne zna je da se radi se o tehničkim rješenjima za male HE do 5 MW definiranim temeljem metodologije stare više od 30 godina
 - bez uzimanja u obzir današnjih shvaćanja o uvjetima i ograničenjima koja proizlaze iz zaštite prirodne i kulturne baštine te okoliša
 - bez analize mogućnosti realnog prihvata proizvedene električne energije u dalekovodnu mrežu
- To daje iskrivljenu sliku o stvarnim mogućnostima izgradnje, a za posljedicu ima olako pristupanje planiranju, projektiranju i izgradnji ovih objekata

ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Dr.sc. Hubert Bašić,
dipl.ing.el., MBA

Male hidroelektrane Aspekti zaštite okoliša

ENergy Efficiency and
Renewables–**SUP**porting Policies
in Local level for Energy



Energetska efikasnost i
obnovljivi izvori energije –
potpora kreiranju energetske
politike na lokalnoj razini



Energetski institut Hrvoje Požar
Odjel za obnovljive izvore energije i energetska efikasnost

Jointly for our common future

Program

- Strateški dokumenti/RH regulativa
- Pozitivni i negativni utjecaji na okoliš malih hidroelektrana
- Smjernice vezano uz utjecaj na okoliš

- **Strategija upravljanja vodama (NN 91/08)**
- Raspoložive vodne snage i preostali hidropotencijal strateški su važni za RH jer riječ je o vlastitom i obnovljivom izvoru energije prihvatljivom za okoliš
- Interes vodnoga gospodarstva jest sudjelovanje u realizaciji energetske projekata, čime se osigurava učinkovitije korištenje raspoloživih vodnih resursa (višenamjenska rješenja) i osigurava održivost vodnog režima (osiguranje ekološki prihvatljivih protoka, oplemenjivanje malih voda i slično)
- Cilj - Integralnim upravljanjem vodama potrebno je:
 - osigurati potrebnu količinu vode odgovarajuće kakvoće za različite gospodarske namjene
 - postići i očuvati dobro stanje voda zbog zaštite vodnih i o vodi ovisnih ekosustava
 - ...
- Zahvaćanje vode za razne potrebe (stanovništvo, poljoprivreda, industrija) mora biti održivo sa stajališta očuvanja okoliša i razvoja gospodarstva. Načelo održivog razvoja podrazumijeva integralno upravljanje vodama, kojim će se osigurati ravnoteža između korištenja resursa za poboljšanje životnih uvjeta i poticanje razvoja, te zaštite resursa i očuvanja njihovih ekoloških funkcija, a sve uz uvažavanje međunarodnih obveza i normi na graničnim i prekograničnim vodotocima

- **Nacionalna strategija zaštite okoliša (NN 46/02) i Nacionalni plan djelovanja na okoliš (NN 46/02)**
- Dugoročni sveobuhvatni cilj zaštite okoliša je dugoročna i cjelovita zaštita okoliša uz gospodarski napredak i socijalni boljitak kako bi se s vremenom postigli uvjeti za održivi razvitak
- Energetski sektor određen je kao jedan od primarnih sektora u koji je potrebno uvrstiti zahtjeve zaštite okoliša kao sastavni dio strategije i politike razvoja, a posebno u slučaju izgradnje novih energetske objekata
- Ciljevi zaštite okoliša za energetski sektor uključuju slijedeće:
 - Promjena tehnologije radi proizvodnje energije i energenata na način koji će biti prihvatljiv za okoliš
 - ...
- Strategijom je naglašeno da se pri ostvarivanju ciljeva razvoja energetike, posebna pažnja treba posvetiti vrednovanju energetske učinkovitosti i razvoju novih i obnovljivih izvora. Te da je neophodno uzeti u obzir gospodarske i državno-pravne čimbenike kao i zahtjeve koji proizlaze iz okoliša

- **Strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti Republike Hrvatske (NN 143/08)**
- Sveukupna biološka, krajobrazna i geološka raznolikost predstavlja temeljnu vrijednost i glavni resurs za daljnji razvitak RH
- Strateški ciljevi:
 - Očuvati sveukupnu biološku, krajobraznu i geološku raznolikost kao temeljnu vrijednost i potencijal za daljnji razvitak RH
 - Osigurati integralnu zaštitu prirode kroz suradnju s drugim sektorima
 - ...
- Energetika prepoznata kao jedan od sektora koji ima značajan utjecaj na biološku i krajobraznu raznolikost
- Potreba uvođenja obnovljivih izvora energije koji ne proizvode stakleničke plinove. Međutim, kontroverzna pitanja pojavljuju se i oko utjecaja obnovljivih izvora energije na biološku raznolikost
- Strateške smjernice: Gospodarenje i upravljanje u energetske sektoru temeljiti na načelima očuvanja sastavnica biološke i krajobrazne raznolikosti s posebnim naglaskom na zaštićena područja, područje ekološke mreže i buduća NATURA 2000 područja

- **Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09)**
- Cilj: Izgradnja sustava uravnoteženog razvoja odnosa između sigurnosti opskrbe energijom, konkurentnosti i očuvanja okoliša, koji će hrvatskim građanima i hrvatskom gospodarstvu omogućiti kvalitetnu, sigurnu, dostupnu i dostatnu opskrbu energijom
- Udio obnovljivih izvora energije u bruto neposrednoj potrošnji energije u 2020. godini iznositi će 20%
 - Udio električne energije iz obnovljivih izvora energije, uključivo velike hidroelektrane, u ukupnoj potrošnji električne energije će iznositi 35%
- Cilj za male hidroelektrane: Izgradnju barem 100 MW malih hidroelektrana do 2020. godine (zbog visokih specifičnih investicija i ograničenja vezanih za utjecaj na okoliš, zaštitu kulturno-povijesne baštine i krajobraza taj cilj će biti teško postići)
- Dosljednom primjenom instrumenata zaštite okoliša (strateška procjena utjecaja plana i programa na okoliš, procjena utjecaja zahvata na okoliš, ocjena prihvatljivosti za prirodu), planirani zahvati u energetske sektoru poštivat će načelo najmanjeg mogućeg utjecaja na biološku i krajobraznu raznolikost s posebnim naglaskom na zaštićena područja

- **Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09)**
- Tri opća cilja: stabilan gospodarski razvitak, pravedna raspodjela socijalnih mogućnosti te zaštita okoliša
- U ostvarivanju spomenutih ciljeva potrebno je zaštititi kapacitet Zemlje da održi život u svojoj raznolikosti, poštivati ograničenja koja postoje pri korištenju prirodnih dobara i osiguravati visoku razinu zaštite i poboljšanja kakvoće okoliša, sprječavati i smanjivati onečišćavanje okoliša i promicati održivu proizvodnju i potrošnju kako gospodarski rast ne bi nužno značio i degradaciju okoliša
- Uzimajući u obzir sve veće utjecaje na okoliš Strategija definira osam ključnih područja među kojima je i Energija
- Glavni cilj u području Energija je osiguravanje kvalitetne i sigurne opskrbe energijom, uz nužno smanjivanje negativnih učinaka na okoliš i društvo

- **Zakon o vodama (NN 153/09)**
- Uređuje pravni status voda, vodnoga dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštitu od štetnog djelovanja voda, detaljnu melioracijsku odvodnju i navodnjavanje, djelatnosti javne vodoopskrbe i javne odvodnje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro
- Ciljevi upravljanja vodama su:
 - Postizanje i očuvanje dobrog stanja voda radi zaštite života i zdravlja ljudi, zaštite njihove imovine, zaštite vodnih i o vodi ovisnih ekosustava
 - ...
- Zaštićena voda provodi se radi:
 - Očuvanja života i zdravlja ljudi
 - Zaštite vodnih ekosustava i drugih o vodi ovisnih ekosustava
 - Zaštite prirode
 - Smanjenja onečišćenja i sprječavanja daljnjeg pogoršanja stanja voda
 - Zaštite i unapređenja stanja površinskih voda, uključivo i priobalne vode te podzemnih voda, kao i radi uspostave prijašnjeg stanja gdje je ono bilo povoljnije od sadašnjega
 - Omogućavanja neškodljivog i nesmetanog korištenja voda za različite namjene

- Vodne građevine i uređaji za korištenje vodnih snaga moraju biti projektirani i izgrađeni tako da:
 - Omogućavaju vraćanje voda u vodotoke i druga vodna tijela
 - Ne smanjuju postojeći opseg korištenja voda za vodoopskrbu, navodnjavanje i druge namjene ili ne sprječavaju korištenje voda za druge namjene
 - Ne smanjuju stupanj zaštite od štetnog djelovanja voda i ne otežavaju provedbu mjera takve zaštite
 - Ne pogoršavaju zdravstvene prilike i ne utječu negativno na stanje voda
 - Ne ugrožavaju život i zdravlje ljudi, ne uzrokuju štetu na vodama i vodnom okolišu, na drugim sastavnicama okoliša, na okolišu u cjelini, na imovini i na zakonu utemeljenim interesima drugih osoba
 - Ne otežavaju pješački, cestovni i željeznički promet te plovidbu na unutarnjim vodnim putovima

- **Zakon o zaštiti okoliša (NN 110/07)**
- Ciljevi zaštite okoliša su:
 - Zaštita biljnog i životinjskog svijeta, biološke i krajobrazne raznolikosti te očuvanje ekološke stabilnosti
 - Zaštita i poboljšanje kakvoće pojedinih sastavnica okoliša
 - Zaštita i obnavljanje kulturnih i estetskih vrijednosti krajobraza
 - Racionalno korištenje energije i poticanje uporabe obnovljivih izvora energije
 - Održivo korištenje prirodnih dobara, bez većeg oštećivanja i ugrožavanja okoliša
 - ...
- Ciljevi zaštite okoliša se postižu primjenom načela zaštite okoliša i instrumenta zaštite okoliša
- Načela zaštite okoliša:
 - Načelo održivog razvitka
 - Načelo predostrožnosti
 - Načelo očuvanja vrijednosti prirodnih dobara, biološke raznolikosti i krajobraza
 - Načelo cjelovitog pristupa
 - ...
- Instrumenti zaštite okoliša:
 - Strateška procjena utjecaja plana i programa na okoliš
 - Procjena utjecaja zahvata na okoliš
 - Prostorni planovi
 - ...

- **Uredba o strateškoj procjeni utjecaja plana i programa na okoliš (NN 64/08)**
- Postupak kojim se procjenjuju vjerojatno značajniji utjecaji na okoliš koji mogu nastati provedbom plana ili programa
- Strateška procjena se obvezno provodi za:
 - Plan i program, isključujući njihove izmjene i/ili dopune, koji se donosi na državnoj i područnoj (regionalnoj) razini iz područja: poljoprivrede, šumarstva, ribarstva, energetike, industrije, rudarstva, prometa, telekomunikacija, turizma, gospodarenja otpadom i gospodarenja vodama
 - Za prostorni plan županije i Prostorni plan Grada Zagreba, isključujući njihove izmjene i/ili dopune
- **Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 64/08, 67/09)**
- Procjenom utjecaja zahvata na okoliš prepoznaje se, opisuje i ocjenjuje utjecaj zahvata na okoliš tako da se utvrđuje mogući izravni i neizravni utjecaj zahvata na: tlo, vodu, more, zrak, šumu, klimu, ljude, biljni i životinjski svijet, krajobraz, materijalnu imovinu, kulturnu baštinu, uzimajući u obzir njihove međuodnose
- Definirani zahvati za koje se provodi procjena utjecaja zahvata na okoliš
 - Hidroelektrane snage veće od 5 MWel (MZOKPUG provodi ocjenu o potrebi izrade PUO)

- **Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05, 139/08)**
- Ciljevi zaštite prirode su:
 - Očuvati i obnoviti postojeću biološku i krajobraznu raznolikost u stanju prirodne ravnoteže i usklađenih odnosa s ljudskim djelovanjem
 - Osigurati sustav zaštite prirodnih vrijednosti radi njihova trajnoga očuvanja
 - Osigurati održivo korištenje prirodnih dobara bez bitnog oštećivanja dijelova prirode i uz što manje narušavanja ravnoteže njezinih sastavnica
 - Sprječiti štetne zahvate ljudi i poremećaje u prirodi kao posljedice tehnološkog razvoja i obavljanja djelatnosti
 - ...
- Zaštićene prirodne vrijednosti su:
 - Zaštićena područja
 - Zaštićene svojte
 - Zaštićeni minerali, sigovine i fosili
- Uređuje Ocjenu prihvatljivosti plana, programa ili zahvata za ekološku mrežu

- **Uredba o proglašenju ekološke mreže (NN 109/07)**
- Ekološka mreža je sustav međusobno povezanih ili prostorno bliskih ekološki značajnih područja, koja uravnoteženom biogeografskom raspoređenošću značajno pridonose očuvanju prirodne ravnoteže i biološke raznolikosti. Njezini dijelovi povezuju se prirodnim ili umjetnim ekološkim koridorima
- Područja ekološke mreže u Hrvatskoj, sukladno ekološkoj mreži Europske unije NATURA 2000, podijeljena su na međunarodno važna područja za ptice te područja važna za ostale divlje svojte i stanišne tipove
- Ekološka mreža RH obuhvaća 47% kopnenog i 39% morskog teritorija RH
- **Pravilnik o ocjeni prihvatljivosti plana, programa i zahvata za ekološku mrežu (NN 118/09)**
- Ocjena je obvezna za plan, program i za zahvat koji sam ili s drugim planovima, programima ili zahvatima može imati značajan utjecaj na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže
- **Pravilnik o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za održavanje stanišnih tipova (NN 7/06, 119/09)**
- Propisuje ugroženi i rijetki stanišni tipovi te mjere za očuvanje ugroženih i rijetkih stanišnih tipova u povoljnom stanju
- **Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 99/09)**

- Uredba o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije čija se proizvodnja potiče (NN 33/07)
- Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/07)
- Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/07)
- Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora i kogeneracije (NN 67/07)
- Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN 67/07)

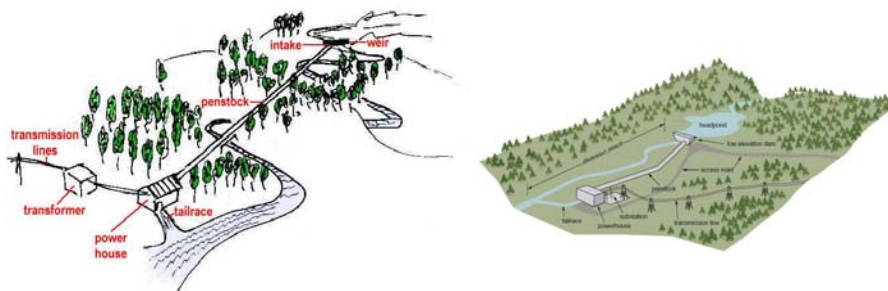
- Okvir za djelovanje Zajednice na području politike voda
- Upravljanje vodama na razini riječnih slivova, a ne na razini pojedinih država
- Cilj upravljanja je održiva uporaba voda i postizanje dobrog ekološkog statusa svih voda u roku od 15 godina od stupanja Direktive na snagu
- Potrebno identificirati sve riječne slivove, provesti analizu karakteristika voda, procijeniti utjecaje ljudskih aktivnosti na vode, provesti ekonomsku analizu uporabe vode i registrirati područja koja zahtijevaju posebnu zaštitu
- Na temelju provedenih analiza donijeti plan upravljanja i program mjera za pojedini riječni sliv
- Mjere preložene planom upravljanja riječnog sliva trebaju:
 - Spriječiti pogoršanje, poboljšati i vratiti u početno stanje površinske vode, dostići dobar kemijski i ekološki status tih voda, te smanjiti onečišćenje iz ispusta otpadnih voda i emisija opasnih tvari
 - Zaštititi, poboljšati i vratiti u početno stanje podzemne vode, spriječiti onečišćenje i pogoršanje podzemnih voda, i osigurati balans između crpljenja i prihranjivanja podzemnih voda
 - Očuvati zaštićena područja

- Crnomorski (68% teritorija) i jadranski (32% teritorija) sliv
- Ukupna duljina vodotoka oko 21.000 km
- Velika biološka raznolikost
- 152 vrste slatkovodnih riba – 18 endema (na 2. mjestu u Europi po broju slatkovodnih vrsta riba)
- 89 vrsta je uključeno u Crvenu knjigu slatkovodnih riba Hrvatske (znatan broj pred izumiranjem – uglavnom krške endemske vrste)
- Najveći utjecaj na zajednice riba ima unos alohtonih vrsta, onečišćenje, degradacija staništa, posebice zbog regulacije vodotoka te gradnje brana hidroakumulacija
- 1850 vrsta beskralješnjaka



Tipovi malih hidroelektrana

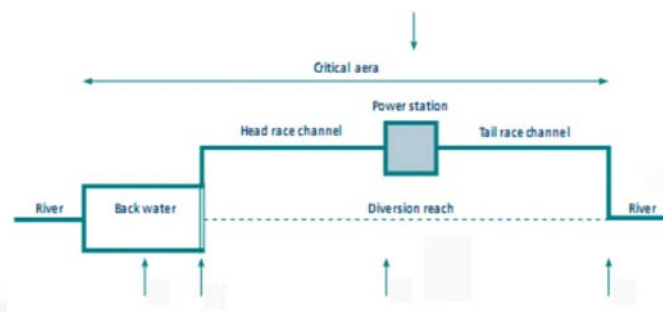
- Male hidroelektrane: 10 – 10.000 kW
 - Protočne
 - Akumulacijske



203

Utjecaj na okoliš

- Kritična mjesta
- Promjena fizikalno-kemijskih čimbenika
 - Niski preljevni prag i akumulacija
 - Dovodni kanal
 - Odvodni kanal
 - Stari tok rijeke/potoka
- Promjene staništa
- Promjena flore i faune



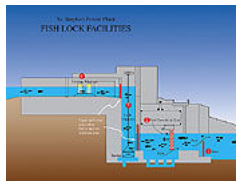
204

- Ekološki prihvatljiv protok (EPP) – osigurava ekološku ravnotežu i čuva prirodnu stabilnost ekosustava vodotoka
- EPP za određenu dionicu vodotoka ne treba nužno biti definiran kao jedna vrijednost minimalnog protoka koja važi tijekom cijele godine. Često se radi o nizu različitih protoka koje treba ispuštati tijekom različitih sezona godine
- Najčešće su vezani sa svojstvima izabranih bioindikatorskih vrsta. Kako se za to uobičajeno koriste ribe, različite vrijednosti EPP-a trebaju zadovoljiti njihove različite potrebe za vodom u otvorenom vodotoku tijekom mriještenja, polaganja jajašaca, migracije itd.
- Članak 51. Zakona o zaštiti prirode (NN 70/05, 139/08)
 - *U vlažnim staništima nije dopušteno pregrađivanje vodotokova, isušivanje, zatrpavanje ili mijenjanje izvora i ponora, bara i dr. ako se time ugrožava opstanak prirodnih vrijednosti i očuvanje biološke raznolikosti*
 - *Količinu vode u vlažnim staništima koja je nužna za opstanak prirodnih vrijednosti i očuvanje biološke raznolikosti, određuje Ministarstvo kulture uz prethodno pribavljenu suglasnost središnjeg tijela državne uprave nadležnog za vode, na temelju studije o potrebnim količinama vodnih zaliha u vlažnim staništima koju izrađuje Državni zavod za zaštitu prirode u suradnji s pravnom osobom za obavljanje poslova upravljanja vodama*
 - *Nadležna tijela u sklopu svoga djelokruga, te fizičke i pravne osobe u obavljanju djelatnosti, dužni su osigurati biološki minimum vode u vlažnim staništima*

- Brojne metode, modeli, pristupi za određivanje EPP-a – od jednostavnih i brzih do složenih, kompleksnih i dugotrajnih postupaka
- četiri osnovne skupine:
- Brzi i približni postupci određivanja EPP-a
 - Na osnovu hidrološki podataka
 - $Q_E = (0,15-0,20) \times Q$ (srednji godišnji protok)
 - $Q_E = (0,7-1,3) \times Q$ (prosječna vrijednost minimalnih godišnjih protoka)
 - Veća vrijednost koeficijentata se koristi za manje vodotoke
- Metode kod kojih se koristi jedan ili manji broj važnih kriterija za određivanje EPP-a
 - Metoda omočenog opsega; metoda presjeka
- Kompleksne interdisciplinarne metode određivanja EPP-a
 - Višekriterijalne metode
- Metode simulacija staništa u otvorenim vodotocima
 - IFIM (Instream Flow Incremental Methodology), PHABSIM (Physical HABitat SIMulation System)

Utjecaj na okoliš

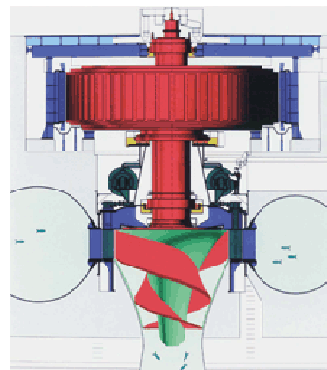
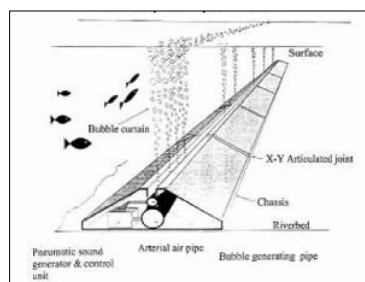
- Prepreke za migraciju riba
- Uzroci migracija višestruki
 - Traženje hrane
 - Traženje mjesta za prezimljavanje
 - Traženje prostora za razmnožavanje
- Uzrokuju smanjenje populacija pa čak i nestanak migratornih vrsta
- Riblje staze
 - Fish ladder
 - Fish bypass systems
 - Fish lift



207

Utjecaj na okoliš

- Bio-akustična ograda za ribe
 - Usmerava ribe prema ribljoj stazi
- Električne barijere
- "Fish friendly" dizajn turbine



208

Utjecaj na okoliš

- Promjene u pronosu sedimenta
 - Sedimentacija ispred brane
 - Erozija nizvodno od brane
- Utjecaj na krajobraz
 - Brana
 - Dovodni kanal
 - Zatvorenog tipa
 - Otvorenog tipa
 - Tlačni cjevovod
 - Strojarnica
 - Odvodni kanal
 - Pristupne ceste
 - Dalekovod



209

Utjecaj na okoliš

- Onečišćenja strojnim i transformatorskim uljima
 - Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 23/07, 111/07)
- Emisije buke iz strojarnice
 - Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09)
 - Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)
 - U zoni namijenjenoj samo stanovanju i boravku – emisije buke 55 dB(A) (dan), 40 dB(A) (noć)
- Zaštita postrojenja radi smanjenja buke



210

Utjecaj na okoliš

- Klimatske promjene – smanjivanje emisije CO₂
 - Emisije CO₂ iz termoelektrana u RH – 0,78 kg/kWh
 - Hrvatska je ratificirala Kyotski protokol i time preuzela obvezu smanjenja emisija stakleničkih plinova za 5% u razdoblju od 2008. do 2012. godine u odnosu na razinu emisija iz bazne godine
 - Cilj Europske unije je smanjenje emisija u odnosu na 1990. godinu za 20%, odnosno 30% ako određene obveze prihvate ostale države (posebice Kina, Indija, Brazil)
- Smanjenje emisija SO₂ i NO_x
 - Emisije SO₂ iz termoelektrana u RH – 4,82 g/kWh
 - Emisije NO_x iz termoelektrana u RH – 1,36 g/kWh
- Skupljanje i zbrinjavanje otpada iz vodotoka

211

Primjeri dobre prakse

- Backbarrow, Velika Britanija
- Instalirani kapacitet: 400 kW
- Smještena u NP Lake District
- Odvodni kanal – napravljeni meandri, postavljene stijene za stvaranje vrtloga i bazena
- Postrojenje obloženo materijalima koji se koriste u okolini
- Instalirana bio-akustična ograda kako bi ribe koristile riblju stazu i izbjegle turbinu
- Ispust vode iz postrojenja usmjerava ribe prema ribljaj stazi
- Postavljene električne barijere koje sprječavaju prolaz riba do postrojenja



212

Primjeri dobre prakse

- Saviore dell'Adamello, Italija
- Instalirani kapacitet: 1140 kWh
- Tlačni cjevovod gotovo u potpunosti ukopan u zemlju, u dijelu koji je na površini je obložen kamenjem iz okolice
- Postrojenje obloženo materijalima koji se koriste u okolici
- Izgrađena riblja staza koja imitira prirodni vodotok



213

Smjernice

- Adekvatan izbor lokacije
 - Izvan zaštićenih područja
 - Izbjegavati negativni utjecaj na kulturnu baštinu
 - Procjena utjecaja na biološku raznolikost
 - Procjena utjecaja na krajobraz
 - Korištenje već postojećih brana, pregrada i akumulacija
- Tehnička i tehnološka rješenja u cilju zaštite okoliša
 - Protočni rad
 - Uklapanje postrojenja u okoliš
 - Tlačni cjevovod ukopan u zemlju
 - Bio-inženjering
 - Riblje staze
 - "Fish-friendly" turbine
 - ...

214

Smjernice

- Višenamjensko korištenje postrojenja
 - Vodoopskrba
 - Navodnjavanje
 - ...
- Ekološki prihvatljiv protok
 - Ne predstavlja samo jednu vrijednost
 - Kompleksni režim dozvoljenih minimalnih količina vode različitih u raznim razdobljima godine i kod različitih vodnosti te stanja ekosustava
 - Multidisciplinarni pristup
 - Stručnjaci iz područja ekologije, hidrologije, geomorfologije i sl.
- Uključivanje javnosti
 - Lokalna zajednica, NVU i sl.

ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Programme co-funded by the
EUROPEAN UNION



Veljko Vorkapić, dipl.ing.bio.

Male hidroelektrane Prostorno-planski aspekti

ENergy Efficiency and
Renewables–SUPporting Policies
in Local level for Energy



Energetska učinkovitost i obnovljivi
izvori energije – potpora kreiranju
energetske politike na lokalnoj razini



Energetski institut Hrvoje Požar
Odjel za obnovljive izvore energije i energetska efikasnost

Jointly for our common future

Program

- **Zakonske obaveze**
- **Metodologija izbora lokacije**
- **Kriteriji za ocjenjivanje potencijalnih lokacija**
- **Primjeri definiranih lokacija**

Razvojna strategija Republike Hrvatske

- Ostvarivanje rasta i razvoja gospodarstva, makroekonomska stabilnost, socijalna kohezija i održivi razvitak svih regija
- Bitan element je i razvoj energetskeg sektora i njegov utjecaj na gospodarski i socijalni razvoj, zaštitu okoliša i korištenje prostora

Strategija energetskeg razvitka Republike Hrvatske

- Energetski sektor kao potpora za ostvarivanje rasta i razvoja gospodarstva, makroekonomske stabilnosti, socijalne kohezije i održivi razvitak svih regija

Energetski sustav planiran i ostvaren prema kriterijima:

- Diktiran potrebama korisnika,
- Raznolik i koristi različite raspoložive izvore i tehnologije ovisno o lokalnim uvjetima i mogućnostima,
- Decentraliziran,
- Koristi raspoloživu energiju učinkovito,
- Teži korištenju čistijih energenata i tehnologija u najvećoj mogućoj mjeri
- Uklapanje nacionalnog energetskeg sustava u regionalne, europske i svjetske trendove, tijekove i tržišta - stvaranje uvjeta za tržišno gospodarenje energijom

219

Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (1997)

- Temeljni državni dokument za usmjeravanje razvoja u prostoru (čl. 64. ZPUG NN 76/07). Donosi se za razdoblje od 8 godina.
- Određuje dugoročne zadaće prostornog razvoja, strateška usmjerenja razvoja djelatnosti u prostoru i polazišta za koordinaciju njihovih razvojnih mjera u prostoru
- Razvojni dokumenti pojedinih područja i djelatnosti ne mogu biti u suprotnosti sa Strategijom.

Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- utvrđuje mjere i aktivnosti za provođenje Strategije i određuje u skladu sa Strategijom temeljna pravila, kriterije i uvjete prostornog uređenja na državnoj, područnoj (regionalnoj) i lokalnoj razini za razdoblje od 8 (4) godina.

220

Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (1997)

Ciljevi, smjernice i mjere energetske razvoja obzirom na prostorni raspored i uređenje:

- Zadržati sve postojeće lokacije energetske objekata kao podlogu za širenje i razvoj energetske sustava (eksploatacijska polja nafte i plina s pripadajućim naftovodima i plinovodima, rafinerije, Jadranski naftovod, hidroelektrane i termoelektrane, dalekovode i transformatorske stanice itd.),
- Postojeće energetske i prijenosne sustave osuvremeniti i (ili) proširiti (osuvremenjivanje /proširenje ne postavlja značajnije nove prostorne zahtjeve),
- Zadržati sve do sada istražene i potencijalne lokacije za moguće nove energetske objekte za koje predstoje potrebna daljnja istraživanja,
- Zadržati postojeće i osigurati nove lokacije i koridore energetske objekata koji Hrvatsku povezuju sa susjednim zemljama,

Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (1997)

Ciljevi, smjernice i mjere energetske razvoja obzirom na prostorni raspored i uređenje:

- Dosljedno primjenjivati Kriterije za izbor lokacija termoelektrana i nuklearnih objekata u Republici Hrvatskoj (Uredba Vlade Republike Hrvatske),
- Istražiti s gospodarskog i ekološkog gledišta mogućnosti i opravdanost širenja plinske mreže u Republici Hrvatskoj,
- **Poticati i usmjeravati korištenje dopunskih energetske izvora na županijskoj ili općinskoj razini,**
- **Osigurati odgovarajuće nadoknade lokalnoj zajednici na čijem se teritoriju objekti grade,**
- Otvoriti mogućnost sudjelovanja u razvitku energetike različite vlasničke subjekata te definirati potrebu za određenom pravnom regulativom koja bi uredila odnose među sudionicima energetske sustava,
- Primjenjivati najrelevantnije kriterije zaštite okoliša kod gradnje energetske i prijenosne sustava.

Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- određeni su prioriteti i dana detaljna pravila i upute za određivanje i uređenje prostora koji će biti namijenjeni za proizvodnju energije
- 90% potreba za električnom energijom iz izvora na vlastitom teritoriju, modernizacijom i proširivanjem postojećih te izgradnjom novih kapaciteta
- Trenutno stanje: kratkoročni cilj o izgradnji 1500 MW novih kapaciteta do 2010. godine, neće biti ispunjen i da će ispunjenja tog cilja Hrvatska morati zadovoljavati energetske potrebe iz drugih izvora (najvećim dijelom uvozom električne energije)
- Mjere na postojećim postrojenjima – povećanje učinkovitosti

223

Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- Zadržavanje svih postojećih lokacija energetskih objekata, kod rekonstrukcije ili zamjene postrojenja, zahvate izvoditi po najvišim tehnološkim, ekonomskim i ekološkim kriterijima uz saniranje i uređenje okoliša elektrane, poboljšanje tehnologije i zamjena energenata gdje je to moguće, zadržavanje energetskih objekata koji su nas povezivali sa susjednim zemljama
- Izgradnja novih energetskih postrojenja predviđena je za tri područja: šire područje srednje i sjeverne Dalmacije, šire područje istočne Slavonije i šire područje Zagrebačke i Sisačko-moslavačke županije
- Zagovarati otvoreni pristup, odnosno određenu internacionalizaciju izgradnje energetskih postrojenja; razmotriti sve predložene potencijalne lokacije za nove energetske objekte uz određenu novelaciju, radi postupka optimalizacije snabdijevanja energijom do 2015. g. i pri odabiru primjenjivati Kriterije za lociranje termoelektrana i nuklearnih objekata u Republici Hrvatskoj; **osigurati nove lokacije za povezivanje/zajedničku izgradnju, prvenstveno hidroelektrana s Mađarskom, BiH, i Slovenijom; stvoriti uvjete za korištenje dopunskih izvora na županijskoj ili općinskoj razini, osigurati odgovarajuće nadoknade lokalnoj zajednici za energetske objekte, izraditi i provoditi nove plinske projekte, posebnu pažnju treba posvetiti izboru energenata.**

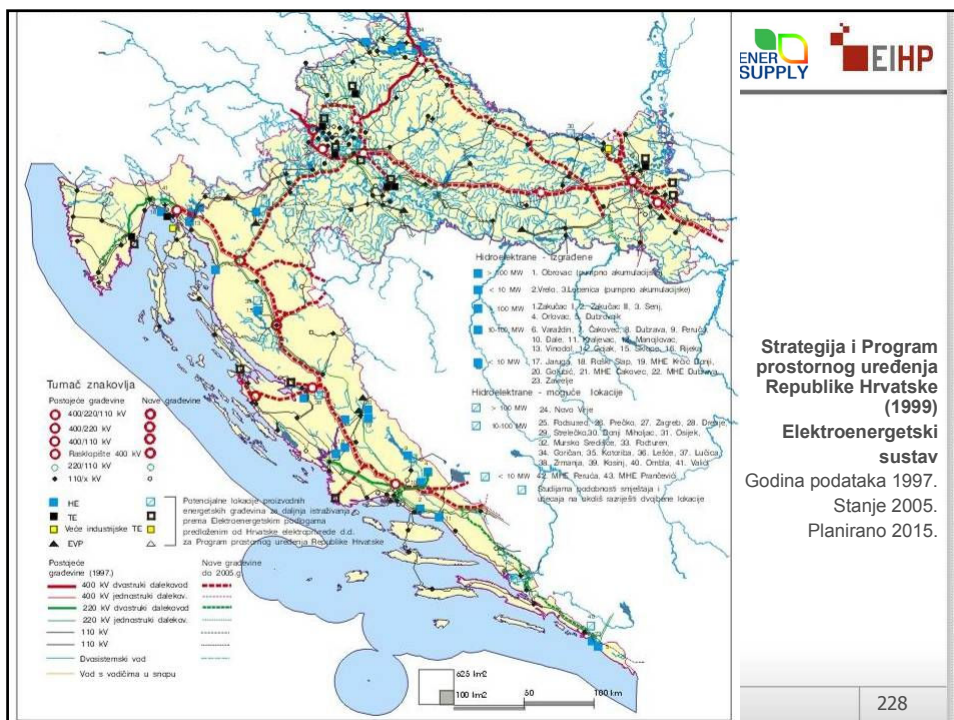
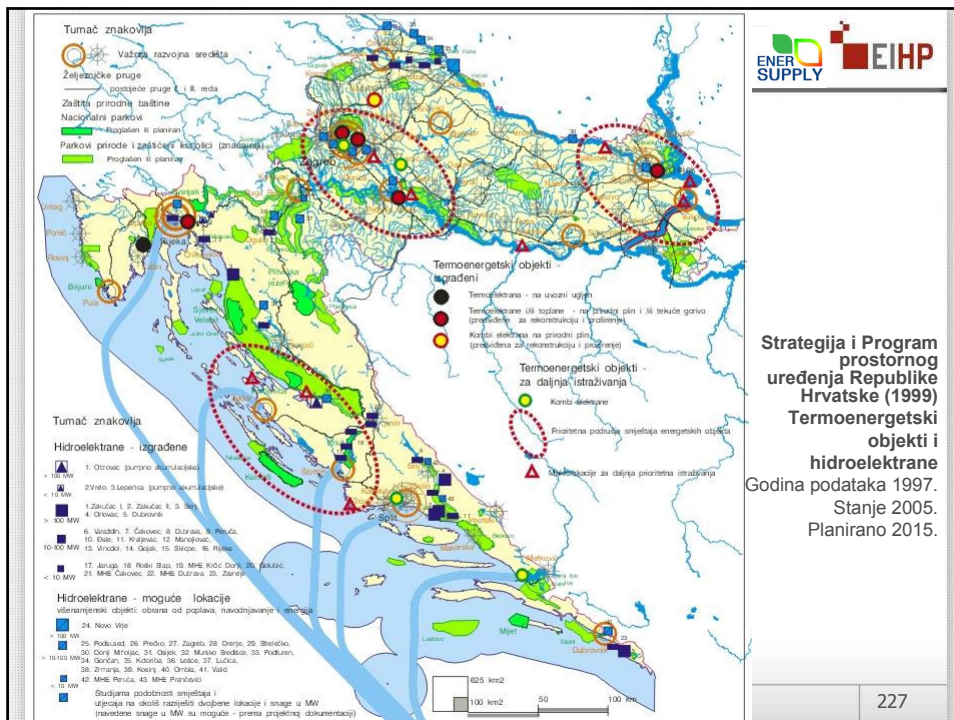
224

Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- **Korištenje drugih izvora energije i dopunska rješenja** s ciljem poboljšanja ukupnih bilanci i sigurnosti opskrbe, te štednji energije, a obuhvaća sustave postavljene u Nacionalnim programima za izgradnju malih postrojenja:
- sustav malih elektrana (MAHE),
- Sunceva energija (SUEN),
- bioenergija (BIOEN),
- energija vjetra (ENWIND),
- geotermalna energija (GEOEN).

Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- Ispitati i koristiti hidropotencijale na rijekama Sava, Drava, Lika i Gacka, provesti plinifikaciju države, planiranje višenamjenskih sustava kako bi se pristupilo rješavanju kompleksnih vodnogospodarskih problema na slivovima velikih rijeka
- Prioritetni, hidroenergetski višenamjenski objekti trebaju se uskladiti s drugim korisnicima prostora, te sa zahtjevima zaštite prostora, a planiraju se kao složeni prostorno gospodarski, infrastrukturni i ekološki sustavi, uključivši sve potrebne pripremne radove i postupke verifikacije koji omogućavaju cjelovit uvid i prosudbu o svrsishodnosti takvih zahvata
- S gledišta prostornog uređenja i osiguranja uvjeta u prostoru, smjernice za uspostavu sustava malih hidroelektrana za lokalne potrebe treba ugraditi u županijske prostorne planove uz uvažavanje očuvanja prostora i krajolika te osiguranja potrebnog biološkog minimuma vode i protoka za druge svrhe.



Zakonske obaveze

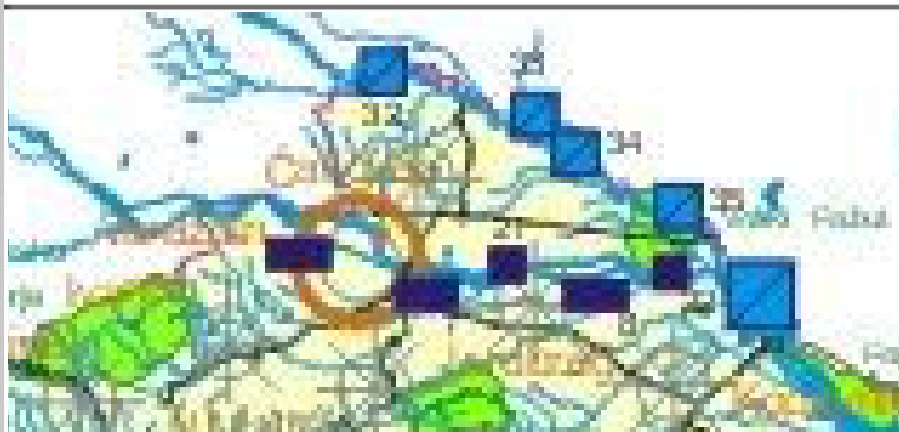


Strategija i Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- Do 10 MW MHE Peruća, MHE Prančevići

229

Zakonske obaveze



Strategija i Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- 10 - 100 MW Mursko Središće, Podturen, Goričan, Kotoriba

230

- Osnovni tehnički preduvjeti – potencijal
- Položaj energetskog postrojenja u elektroenergetskom sustavu
- Karakteristike okoliša lokacije – prepoznati ograničenja:
 - Ekološka
 - Prostorno – planska
 - Zaštita kulturne baštine
 - Nacionalna regulativa zaštite okoliša
 - EU regulativa
 - Međunarodne konvencije i sporazumi

Kriteriji i smjernice

- Korisni kod izrade prostornih planova i provedbe strateške procjene utjecaja na okoliš
- **Cilj: odabir lokacije s najmanjim nepovoljnim utjecajem na zaštićene dijelove prirode i vrijedne ekosustave, te u što većom mjeri osigurati povećanje životnog standarda ljudi**
- **Prirodne karakteristike**
 - Zaštićena područja – izbjeći lokaciju ili smanjiti utjecaj na zaštićeno područje
 - Ekosustav – izvan područja ekološki vrijednih i zaštićenih staništa (šume, močvare, migracijski koridori ptica, šišmiša i dr.) ili primijeniti mjere zaštite
- **Društvene (socijalne) karakteristike**
 - Preseljenje ljudi – prednost nenaseljenim lokacijama ili predstaviti zadovoljavajuće objašnjenje i osigurati kompenzacijska financijska sredstva uz sporazumni pristanak stanovništva
 - Životni standard – prednost lokacijama koje će ostvariti pozitivan utjecaj na životni standard stanovništva, postojeća i planirana infrastruktura zadovoljava potrebe energetskog objekta ili pripremiti i provesti plan unapređenja infrastrukture
 - Kulturne vrijednosti – prednost lokacijama bez ugrožavanja lokalnih arheoloških nalazišta ili drugih povijesnih i kulturnih građevina ili smanjiti utjecaje na najmanju moguću razinu i pripremiti plan zaštite i očuvanja ugroženih nalazišta/gr građevina
 - Krajobraz – prednost lokacijama bez narušavanja krajobraznih vrijednosti ili predvidjeti mjere kojima se smanjuju vizualni utjecaji

Metodologija izbora lokacije – male hidroelektrane

Procjena utjecaja na okoliš

- Ekosustav malog vodotoka – bioraznolikost, hidrološki režim, migracija riba i plovnost rijeka, sedimentacija u akumulaciji, kvaliteta vode
- Stanovništvo – iseljavanje, zdravlje, buka, ugrožavanje infrastrukture
- Krajobraz i kulturno nasljeđe – vizualni utjecaj, ugrožavanje arheoloških lokacija ili povijesnih objekata
- Kumulativni utjecaj izgradnjom više malih hidroelektrana na jednom vodotoku
- Mjere zaštite okoliša za sve nepovoljne utjecaje
- Na temelju stručnih analiza, intervjua, terenskih i ostalih istraživanja – prostorno planiranje, građevinarstvo, elektrotehnika, strojarstvo, biologija, arhitektura, povijest umjetnosti – uz suglasnost nadležnih lokalnih tijela

Metodologija izbora lokacije – male hidroelektrane

Doprinosi za prostor i zajednicu – komplementarnost aktivnosti

- Povećanje pouzdanosti u vezi s obranom od poplava i reguliranje toka vodotoka
- Adaptacija starih mlinova i pilana – očuvanje spomenika kulture
- Poboljšanje prometne, vodne i/ili energetske lokalne infrastrukture
- Razvoj zona za rekreaciju i sportove uz vodu
- Razvoj turizma (planinarenje, lov) i stvaranje novih turističkih atrakcija
- Poljoprivredno iskorištavanje zemljišta
- Uzgoj plemenite ribe u kavezima
- Zapošljavanje nove radne snage na upravljanju postrojenja i drugim posrednim gospodarskim aktivnostima

Kriteriji za ocjenjivanje potencijalnih lokacija – male hidroelektrane



Ocjene

Kriteriji ograničenja

- Podaci prostornog uređenja – namjena površina, mjere zaštite u prostoru, zaštita okoliša, zaštita prirode
- Infrastrukturni sustavi – elektroenergetski i prometni sustav
- Reljef – uzdužni presjek vodotoka ili digitalni model terena

Kriteriji lokacije

- Tehnički potencijal na temelju hidroloških, geodetskih i geotehničkih istražnih radova, podloga i elaborata
- Tehnologija postrojenja
- Uvjeti korištenja i raspoloživ protok vodotoka
- Vlasnički odnosi

Ekonomski kriteriji

- Isplativost projekta - troškovi pogona i održavanja, amortizacija, troškovi kapitala, porez na dobit, rezultati poslovanja

235

Kriteriji za ocjenjivanje potencijalnih lokacija – male hidroelektrane



Težišni faktori za ocjenjivanje potencijalnih lokacija

- Vrednuju ocjene ograničenja i podataka o lokaciji
- Daju konačni izbor lokacija

Konačna ocjena lokacije – metoda matrične evaluacije

$$S_{tot} = \sum S_k * z_k$$

gdje je,

S_{tot} – ukupna ocjena lokacije,

S_k – ocjena lokacije po kriteriju k,

z_k – težinski faktor kriterija k.

236

Metodologija izbora lokacije – male hidroelektrane

Urbanistički institut Hrvatske - studija "Prostorno planerske podloge za ocjenu poteza vodotoka za korištenje i lociranje malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj", MZOPUG i MINGORP (1995)

- vrednovanje svih analiziranih vodotoka s prijedlogom prostorno planskih odrednica, kao podloga za uključivanje u prostorne planove općina
- Katastar malih hidroelektrana - 163 vodotoka malih vodnih snaga s primijenjenim kriterijima ograničenja ili uvjetnog ograničenja (verificiranih od upravnih tijela nadležnih za zaštitu prirode, okoliša i kulturne baštine, gospodarenje vodama, prostorno planiranje), te ostalim osnovnim podacima.
- Zahtjevi ostalih korisnika u prostoru isključuju određeni broj lokacija - zaštite prirodne i kulturne baštine, zaštita okoliša
- Lokacije koje nisu u detaljno obrađene u dokumentima prostornog uređenja prema Uredbi o procjeni utjecaja na okoliš – izrada prethodne (uvrštavanje u PP) i konačne (na osnovu prethodno prihvaćene) Studije utjecaja na okoliš

Uredba o određivanju građevina od važnosti za RH NN 116/07

- Građevine za koje je u postupku izdavanja lokacijske dozvole potrebna suglasnost Ministarstva obuhvaćene su energetske građevine i hidroelektrane instalirane snage veće od 20 MW, dakle male hidroelektrane nisu obuhvaćene.

237

Primjer definiranja lokacija u PP

- Program korištenja hidroenergije koji se zasniva na vodnom sustavu rijeke Cetine – prirodni protok, gotovo je u cijelosti iskorišten u smislu proizvodnje električne energije.
- Mogućnost dodatnog iskorištenja hidropotencijala Županije (rijeke Cetine i njenih pritoka i rijeke Jadro) određuje se mogućnošću izgradnje ograničenog broja malih hidroelektrana, koje ne smiju imati utjecaj na ukupni režim vodotoka, zaštitnih dijelova prirode i krajobraznih vrijednosti - Studija o utjecaju promjene režima voda i utjecaja na floru i faunu vodotoka.
- Za gradnju malih hidroelektrana ne smiju se koristiti područja izvorišta, područja krajobraznih vrijednosti, te zaštićeni dijelovi prirode, a što će se utvrditi prostornim planovima uređenja gradova i općina.
- Prikazane su mogućnosti gradnje malih hidroelektrana na lokacijama: Prančevići, Peruča, Tisne stine i Ričice.

Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije Sl.glasnik 1/03, 5/05, 5/06, 13/07)

238

Primjer definiranja lokacija u PP

Planirani elektroenergetski objekti – male hidroelektrane:

- HE Peruča: izgradnja MHE Peruča, u krugu hidroelektrane HE Peruča 2,6 MW
- MHE Tisne stine, na rijeci Cetini 8 km uzvodno od Omiša, 4,26 MW
- MHE Ričice 6,5 MW

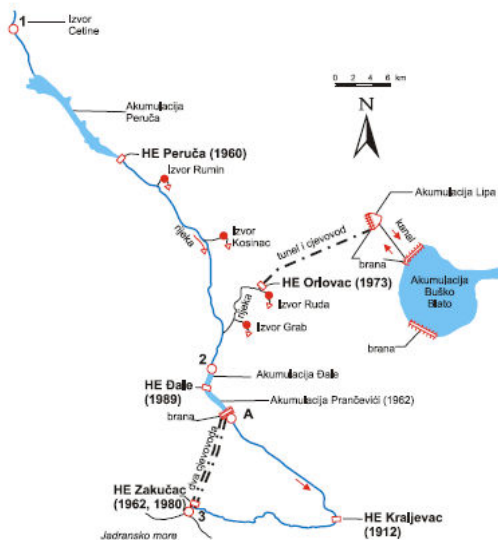
Potencijalne lokacije za male hidroelektrane (MHE) 12 lokacija:

1. MHE Plejčići: vodotok Cetina: 850 kW
2. MHE Ruda 2: vodotok Ruda Velika: 415 kW
3. MHE Ruda 3: vodotok Ruda Velika: 149 kW
4. MHE Bartulovići: vodotok Cetina: 780 kW
5. MHE Čikotina lađa: vodotok Cetina: 250 kW
6. MHE Voloder: vodotok Cetina: 250 kW
7. MHE Vrilo: vodotok Jadro 2: 600 kW
8. MHE Jadro 2: vodotok Jadro: 200 kW
9. MHE Jadro 1: vodotok Jadro: 192 kW
10. MHE Rumin 1: vodotok Rumin Veliki: 364 kW
11. MHE Kostanje: vodotok Cetina: 200 kW
12. MHE Ovrlja: vodotok Ovrlja: 72 kW

Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije Sl.glasnik 1/03, 5/05, 5/06, 13/07)

239

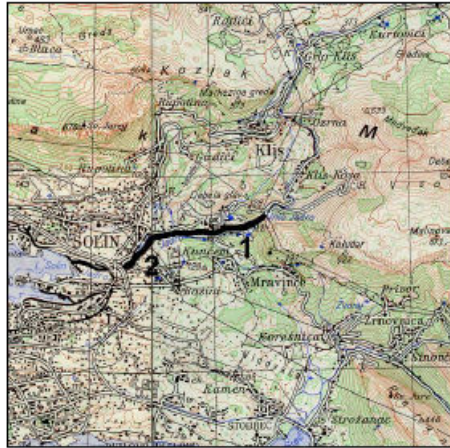
Primjer definiranja lokacija u PP



Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije Sl.glasnik 1/03, 5/05, 5/06, 13/07)

240

Primjer definiranja lokacija



Vodotok : **JADRO**
 Sliv : JADRANSKO MORE
 Županija : SPLITSKO-DALMATINSKA

Općina *91 : Solin
 Grad / Općina *97 : SOLIN
 KLIS

KARTOGRAFSKE PODLOGE

Mjerilo 1:100.000. :
 SPLIT; SINJ

Mjerilo 1:50.000. :
 SPLIT 4; SINJ 3

Mjerilo 1:25.000. :
 SPLIT; KLIS

Mjerilo 1:5.000. :
 SPLIT 25
 KLIS 21, 22

PROSTORNI PLANOVI

Županija: Status:
 SPLITSKO-DALMATINSKA Nema

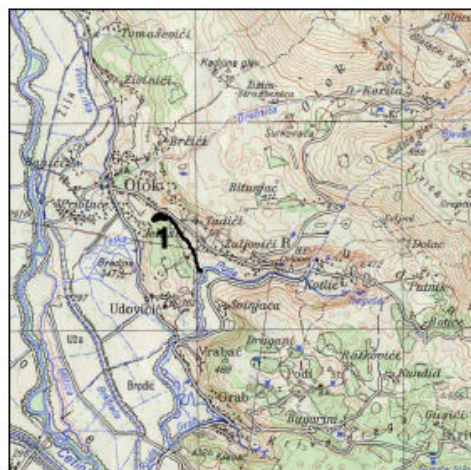
Prostorni plan bivše općine Solin:
 - Odluka o G.P. SG 12/89, 4/90, 3/91

Prostorni plan uređenja grada/općine:
 SOLIN Nema
 KLIS Nema

ZAŠTITA PRIRODNE BAŠTINE

Zaštitni:
 Posebni litiološki rezervat

Primjer definiranja lokacija



Vodotok : **OVRLJA**
 Sliv : CETINA
 Županija : SPLITSKO-DALMATINSKA

Općina *91 : Sinj
 Grad / Općina *97 : OTOK

KARTOGRAFSKE PODLOGE

Mjerilo 1:100.000. :
 SINJ

Mjerilo 1:50.000. :
 SINJ 3

Mjerilo 1:25.000. :
 SINJ

Mjerilo 1:5.000. :
 SINJ 15, 25

PROSTORNI PLANOVI

Županija: Status:
 SPLITSKO-DALMATINSKA Nema

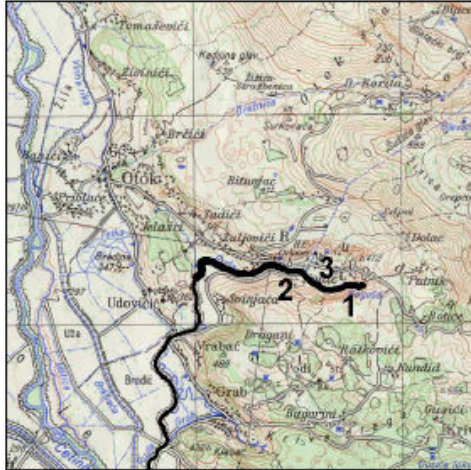
Prostorni plan bivše općine Sinj:
 - SG 5/89

Prostorni plan uređenja grada/općine:
 OTOK Nema

ZAŠTITA PRIRODNE BAŠTINE

Zaštitni:
 Nije evidentirana Lokalni

Primjer definiranja lokacija



Vodotok : **RUDA VELIKA**
Sliv : **CETINA**
Županija : **SPLITSKO-DALMATINSKA**

Općina '91 : **Sinj**
Grad / Općina '97 : **OTOK**

KARTOGRAFSKE PODLOGE
Mjerilo 1:100.000. : **SINJ**
Mjerilo 1:50.000. : **SINJ 4**
Mjerilo 1:25.000. : **RUDA**
Mjerilo 1:5.000. : **SINJ 26, 27**

PROSTORNI PLANOVI
Županija: **SPLITSKO-DALMATINSKA** Status: **Nema**

Prostorni plan bivše općine Sinj:
- SG 5/89

Prostorni plan uređenja grada/općine:
OTOK **PPG SINJ, 74**

ZAŠTITA PRIRODNE BAŠTINE
Značaj:
Spomenik prirode

Nacionalni program korištenja malih hidroelektrana

243

ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Margareta Zidar, dipl.ing.arh.