



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

Upravljanje energijom vode (VI semestar, izborni predmet, 2+2, 5 ESPB) Predavanje: Mini hidroelektrane

Jelena Marković - Branković
GAF, Univerzitet u Nišu

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

University of Nis  www.swarm.ni.ac.rs

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders
Project number: 597888-EPP-1-2018-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

Mini hidroelektrane



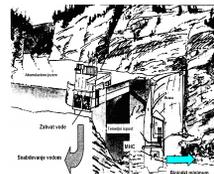
**4
MINI HIDROELEKTRANE**

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

		Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 	
Mini hidroelektrane			
SADRŽAJ			
4.1. DEFINICIJE I KARAKTERISTIČNI ELEMENTI.....	2		
4.2. ŠEME REŠENJA.....	10		
4.2.1. Mikrocentrale srednjeg i velikog pada.....	10		
4.2.2. Mikrocentrale malog pada.....	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		12
4.3. ENERGETSKO I EKONOMSKO DIMENZIONISANJE.....	16		
4.3.1. Proticaj i instalisana snaga.....	16		
4.3.2. Izbor tipa turbine.....	20		
4.3.4. Ekonomski elementi.....	23		
Početne investicije.....	23		
Troškovi eksploatacije.....	25		
Opravdanost investicija.....	25		
Primer analize opravdanosti investiranja.....	26		
Prateći finansijski rizik.....	28		
4.4. HIDROMEHANIČKA I ELEKTRO OPREMA.....	30		
Generator.....	31		
Multiplikator ili regulator broja obrtaja.....	32		
Ostali mehanički i elektro elementi.....	32		
4.4. KONSTRUKTIVNE KARAKTERISTIKE.....	33		
4.4.1. Uvod.....	33		
4.4.2. Zahvat.....	34		
4.4.3. Cevovod kao derivacija.....	39		
4.4.4. Zgrada centrale.....	43		

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

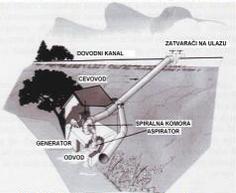
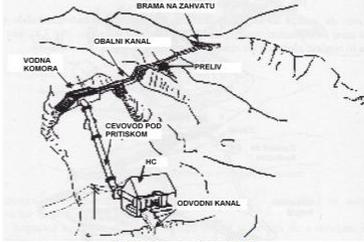
www.swarm.ni.ac.rs

		Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 	
4.1. DEFINICIJE I KARAKTERISTIČNI ELEMENTI			
PRVA KATEGORIJA MHC	—OVU KATEGORIJU ČINE MHC ČIJA JE OSNOVNA DELATNOST PROIZVODNJA ENERGIJE.		
DEFINICIJA MHC U FUNKCJI PADA	<ul style="list-style-type: none"> ○ PRVA DEFINICIJA MHC POLAZI OD INSTALISANE SNAGE 	<ul style="list-style-type: none"> —U VEĆEM BROJU EVROPSKIH ZEMALJA SNAG MHC<10MW —U ITALJI SNAGA MHC < 3MW —U FRANCUSKOJ SNAGA MHC<8 MW —U ENGLJSKOJ SNAGA MHC<5 MW —EVROPSKA KOMISIJA DEFINIŠE SNAGU MHC<10 MW 	 <p>SI.4.1. MHE na biološkom minimumu.</p>
KOREKTNIA DEFINICIJA	<ul style="list-style-type: none"> ○ DEFINICIJA MHC PREDIŠE SNAGU I NEUBEDLJIVA I INDIKATIVNA ○ POLAZI OD KARAKTERISTIKA PROIZVEDENE ENERGIJE I SNAGE 	<ul style="list-style-type: none"> — EVIDENTNA JE TENDENCIJA POVEĆANJA GORNJE GRANICE JER SU JEDINO MHC PRIHVAĆENE KAO PROIZVODIČI OBNOVLJIVE ENERGIJE. — TENDENCIJA EVROPSKOG ZAKONODAVSTVA JE DA SE SVE HIDROELEKTRANE BEZ OBZIRA NA SNAGU UKLJUČE U PROIZVODIČE OBNOVLJIVE ENERGIJE. — MHC NE MODIFIKUJE PROTICAJ REKE, NEMA AKUMULACIONO JEZERO. — SNAGA MHC JE U FUNKCJI PRIRODNOG PROTICAJA REKE. — MHC NEMA SNAGU VELIKE OBEZBEDENOSTI. 	

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

<p>DRUGA KATEGORIJA MHC</p>	<p>○ OVU KATEGORIJU ČINE MHC KOJE SU U SKLOPU DRUGIH KORISNIKA VODE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - NAVODNJAVANJE - VODOSNABDEVANJE - HC NA BIOLOŠKOM MINIMUMU 	<p>- SNAGA OVIH MHC JE OD 100 ... 300 MW.</p>  <p>SI.4.2. MHE na dovodnom kanalu za navodnjavanje.</p>
<p>PREDMET OVOG KURSA</p>	<p>○ MHC NA REČNIM TOKOVIMA</p>	 <p>SI.4.3. Osnovna šema MHE.</p>	

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

<p>OSNOVNA ŠEMA MHE</p>	<p>○ SASTOJI SE OD:</p>		<ul style="list-style-type: none"> - BRANE SA ZAHVATOM, BEZ AKUMULACIJE. - DOVODA KOJI MOŽE BITI <ul style="list-style-type: none"> ▪ KANAL NA OBALI ▪ DOVODNI CEVOVOD ▪ UKOPAN ▪ NA POVRŠINI - VODNE KOMORE. - CEVOVODA POD PRITISKOM. - CENTRALE HIDROELEKTRANE. - ODVODNE VADE.
<p>UTICAJ MHE</p>	<p>○ MHE ZAHTEVA PROMENU TRASE REKE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - PROMENA TRASE JE POTREBNA DA BI SE ISKORITIO PAD REKE NA PREDVIDENOM SEKTORU REKE. - PROMENOM TRASE REKE, SMANJUJE SE PROTICAJ REKE NA DELU IZMEĐU ZAHVATA VODE I HIDROCENTRALE - NA ZAHVATU MORA POSTOJATI PRELIVNI PRAG ILI PRAG SA USTAVAMA, DA BI SE PREUZEO PROTICAJ. 	
<p>EKONOMIČNOST MHE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ ZA MHE NIJE ISPLATIVO FORMIRATI AKUMULACIJU. ○ IZUZETNO SE MOŽE RADITI AKUMULACIJA NA IZOLOVANIM TERENIMA GDE JE VREDNOST ENERGIJE VRLO VELIKA. ○ AKUMULISANJE VODE ZA MHE JE OGRANIČENO NA MALE ZAPREMEINE VODE KOJE SE DOBLIAJU FORMIRANJEM ZAHVATA. ○ KOMPENZACIONE AKUMULACIJE MOGU POVEĆATI PROIZVODNJU NA MHE. 		

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

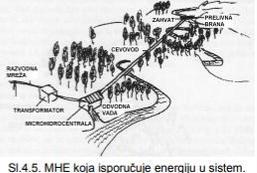
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

UTICAJ GEOGRAFSKIH KARAKTERISTIKA NA MHE	<ul style="list-style-type: none"> ○ U PLANINSKIM REONIMA 	<ul style="list-style-type: none"> - RAZLIKA NIVOVA FORMIRA SE PRIMENOM DERIVACIJE. - DERIVACIJA PREUZIMA DEO PROTICAJA IZ REKE I USMERAVA PREMA TURBINAMA A ZATIM U REKU.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ U RAVNIČARSKIM REONIMA 	<ul style="list-style-type: none"> - ENERGIJA ZAVISI OD PROTICAJA. - PADOVI OVIH REKA SU MALI. - MHE SE SALAZI U REČNOM TOKU ILI BOČNO NA KRATKOM DERIVACIONOM KANALU.

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

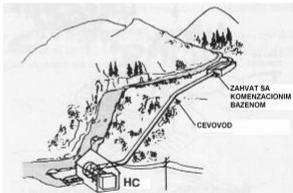
POTROŠAČI ENERGIJE MHE	<ul style="list-style-type: none"> ○ MOGU BITI IZOLOVANI 	<ul style="list-style-type: none"> - POTROŠAČI NISU POVEZANI NA ENERGETSKI SISTEM. - ISPORUČENA ENERGIJA JE SKUPLJA, SEM U SLUČAJU KADA JE IZGRADNJA MREŽE SKUPA. - REŠENJE SNABEVANJA SA HIDROENERGIJOM IZOLOVANIH POTROŠAČA JE JEFTINJE OD PRIMENE GENERATORA NA BENZIN ILI DIZEL. - PORED CENE GENERATORA TREBA IMATI U VIDU: INVESTICIJE, ODRŽAVANJE I VEK TRAJANJA GENERATORA NA DIZEL ILI BENZIN. 	 <p style="text-align: center;">Sl.4.4. MHE za izoloovane korisnike.</p>
	- ENERGETSKI SISTEM		
KARAKTERISTIKE SNAGE MHE	<ul style="list-style-type: none"> ○ DERIVACIONA MHE NEMA SIGURNU SNAGU. ○ PRIMENJUJE SE KADA PORED MHE POSTOJI I ALTERNATIVNO REŠENJE ZA DOBIJANJE SNAGE. ○ MHE NA DERIVACIJI MOŽE DA POKRIJE ZAHTEVANU SNAGU IZOLOVANIH POTROŠAČA UKOLIKO MINIMALNI PROTICAJ REKE MOŽE DA POKRIJE VRH NHOVE POTROŠNJE. 	 <p style="text-align: center;">Sl.4.5. MHE koja isporučuje energiju u sistem.</p>	

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

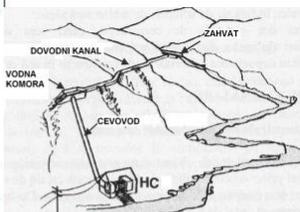
		Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 	
UTICAJ MHE NA ŽIVOTNU SREDINU	<ul style="list-style-type: none"> ○ MHE 	<ul style="list-style-type: none"> - NE UTIČU NA ŽIVOTNU SREDINU. - PROIZVODI OBNOVLJIVU ENERGIJU. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - SMATRA SE DA NEGATIVNO UTIČU NA ŽIVOTNU SREDINU. 		
	<ul style="list-style-type: none"> ○ HE VELIKE SNAGE 	<ul style="list-style-type: none"> - OVA KONSTATACIJA JE DELIMIČNO TAČNA, NAIME: 	

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders
 www.swarm.ni.ac.rs

		Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 	
4.2. ŠEME REŠENJA 4.2.1. Mikrocentrale srednjeg i velikog pada			
KARAKTERISTIKE	<ul style="list-style-type: none"> ○ PREUZIMAJU VODU NA UZVODNOM SEKTORU REKE PREKO ZAHVATA. ○ PAD SE FORMIRA PRELIVNIM PRAGOM ILI USTAVAMA I DERIVACIJOM. ○ PREKO TURBINE VODA SE VRAĆA U REČNI TOK. 		
DERIVACIJA - CEVOVOD	<ul style="list-style-type: none"> ○ DERIVACIJU ČINI CEVOVOD, NEKAD SE ZOVE DOVOD A NEKADA CEVOVOD POD PRITISKOM, SL.4.6. ○ UKOLIKO JE CEVOVOD DUGAČAK POSTAJE NEEKONOMIČAN. ○ VODNI UDAR JE VEĆI UKOLIKO JE CEVOVOD VEĆE DUŽINE. ○ DEBLJINA ZIDOVA CEVOVODA JE USLOVLJENA MAKSIMALNIM PRITISKOM. ○ CENA CEVOVODA SE POVEĆAVA SA POVEĆANJEM PRITISKA. ○ CEVOVOD TREBA ZAŠTITITI OD KOROZIJE. ○ U ZIMSKIM USLOVIMA CEVOVOD NA POVRŠINI TERENA IZLOŽEN JE ZAMRZAVANJU AKO NE RADI HIDROCENTRALE. 		 <p style="text-align: center;">Sl.4.6. Šema sa derivacijom koju čini cevovod.</p>

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders
 www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

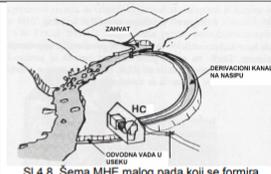
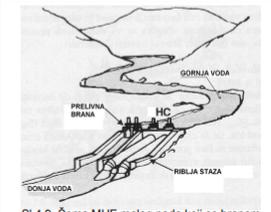
DERIVACIJA - KANAL	<ul style="list-style-type: none"> o KORISTI SE KADA JE DOVOD SA SLOBODNIM OGLEDALOM. o KANAL IMA MANJI PAD OD PADA REKE, ODNOSNO PRATI IZOHIPSU. o NA KRAJU KANALA SE NALAZI VODNA KOMORA, SL.4.7. o OVO REŠENJE IMA PREDNOST U KOLIKO MORFOLOGIJA TERENA OMOGUĆUJE RACIONALNE ISKOPNE KANALA I NE POSTOJE OGRANIČENJA ŽIVOTNE SREDINE. o U KOLIKO POSTOJI POTREBA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE REŠENJE JE SA UKOPANIM CEVOVODOM, JE ALTERNATIVA OTVORENOM KANALU. o KOD IZBORA REŠENJA TREBA IMATI U VIDU DA OTVORENI KANAL TRAŽI SISTEMATSKO ČIŠĆENJE, JER JE IZLOŽENO ZASIPANJU LIŠĆEM I MATERIJALOM KOJI SE ISPIRA SA OBALA. 	 <p>SI.4.7. Šema sa derivacijom koju čini dovodni kanal.</p>
MALA AKUMULACIJA KOD MHE	<ul style="list-style-type: none"> o MHE TREBA DA IMA MALU AKUMULACIJU NEZAVISNO OD TIPA DERIVACIJE. o MALA AKUMULACIJA TREBA DA PRIHVATI PROTICAJ DERIVACIJE ZA SLUČAJ PRESTANKA RADA HC. o AKUMULACIJA SE LOCIRA VAN REČNOG TOKA PORED ZAHVATA, U OKVIRU TALOŽNICE ILI U VIDU VODNE KOMORE. o VARIJANTA SA VODNOM KOMOROM IMA PREDNOST JER SE CEVOVOD DIMENZIONISE NA MANJI PROTICAJ OD INSTALISANOG PROTICAJA HC. 	

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

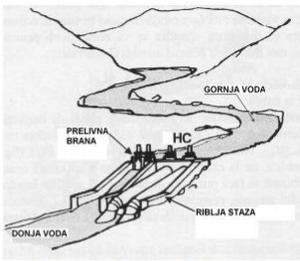
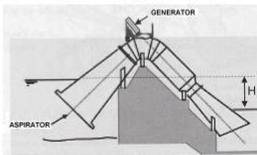
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

4.2.2. Mikrocentrale malog pada XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

TIPOVI MHE MALOG PADA	<ul style="list-style-type: none"> o MHE NA DERIVACIJI. o MHE TIP BRANA. 	
DERIVACIONA MHE MALOG PADA	<ul style="list-style-type: none"> o PAD SE FORMIRA DERIVACIJOM KOJA IMA PAD MANJI OD PADA REKE I HRAPAVOST MANJU OD HRAPAVOSTI REKE. SL.4.8. o DERIVACIONI KANAL SE FORMIRA NA NASIPU, A NA NJEGOVOM KRAJU SE NALAZI HC. o VODA KOJA NAPUŠTA TURBINU ODVODNOM VADOM SE VRAĆA U REČNI TOK. o ODVODNA VADA JE U USEKU. o PAD HC ČINI RAZLIKA U NIVOU VODE U DOVODNOM KANALU I ODVODNOJ VADI. 	 <p>SI.4.8. Šema MHE malog pada koji se formira derivacijom.</p>
MHE MALOG PADA TIP BRANA	<ul style="list-style-type: none"> o OVAJ TIP MHE JE LOCIRAN U KORITU REKE. o RASPOLAŽE SA VELIKIM PROTICAJIMA I MALIM PADOM. o PAD SE FORMIRA IZGRADNOM PRELIVNOG PRAGA ILI PRAGA SA USTAVAMA. o JEDAN DEO ŠIRINE KORITA ZAUZIMA PRELIV VELIKIH VODAA DRUGI DEO CENTRALA. o ŠEMA OVOG TIPA HC JE SLIČNA PRIBRANSKOM REŠENJU VELIKOG PADA. o KONSTRUKTIVNI DEO OVIH HE JE POJEDNOSTAVLJEN. o POJEDNOSTAVLJENA JE OPREMA, KOEFICIJENT SIGURNOSTI JE MANJI, ITD. 	 <p>SI.4.9. Šema MHE malog pada koji se branom</p>

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

		Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 
<p>JEDNOSTAVNO REŠENJE MHE MALOG PADA TIP BRANA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ SA USTAVAMA NA RUČNI POGON EVAKUIŠU SE VELIKE VODE I KONTROLIŠE NIVO GORNJE VODE. ○ U OKVIRU PREGRADE PREDVIDA SE I RIBLJI PRELAZ. ○ U REŠENJE MHE TIPA BRANA IZVODI SE BRANA ILI PRAG MALE VISINE. ○ UKOLIKO NA OVIM BRANAMA NE POSTOJI TEMELJNI ISPUST MOŽE SE UGRADITI TURBINA KAPLAN U SIFONU. ○ GENERATOR SE NALAZI NA PASARELI KOJA OMOGUĆUJE PRELAZ PREKO BRANE. SL.4.10. 	 <p>Sl.4.9. Šema MHE malog pada koji se branom.</p>  <p>Sl.4.10. Šema MHE malog pada sa sifonom.</p>
	<p>Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders</p> <p style="text-align: right;">www.swarm.ni.ac.rs</p>	

		Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 
<p>REŠENJE MHE KADA JE KORITO REKE UZANO</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ AKO JE PROFIL KORITA UZAN TURBINA SE POSTAVLJA U UNUTRAŠNOSTI PRELIVA SL.4.11. ○ DODATNI UZANI OTVOR SA USTAVAMA OMOGUĆUJE ISPIRANJE NANOSA KOJI ZADRŽAVA PRELIVNI PRAG. ○ PREKO OVOG OTVORA SA USTAVAMA MOŽE SE ISPUŠTATI I BIOLOŠKI MINIMUM KADA TURBINA NE RADI. 	  <p>Sl.4.11. Šema MHE u pragu preliva.</p>
	<p>TURBINE SISTEMA „MATRIX“</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ POJAVLJUJU SE IDEJOM ZA IZGRADNJU MHE, KOJE PROMVIŠU OBNOVLJIVU ENERGIJU. ○ NOVO REŠENJE MHE, KAO ŠTO JE NAPRIMAER „MATRIX“ PROMVIŠE AUSTRIJSKA FIRMA VA TECH HIDRO, IZ AUSTRIJE. ○ OVAJ TIP TURBINE JE UGRADEN NA PREVODNICI FREUDENAU NA DUNAVU, SL.4.12. ○ REŠENJE ČINI GRUPA ISTIH MALIH TURBINA-GENERATOR. ○ TURBINE SU PROPELERNOG TIPA (KAPLAN SA FIKSNIM PERALJIMA), AKSIJALNO POVEZANE SA ASIHROINIM GENERATOROM. ○ GENERATOR JE U KAPSULI KOJA JE UROJENA U VODU. ○ SVAKA OD OVIH TURBINA RADI NEZAVISNO. ○ DIMENZIJA JEDNE JEDINICE JE 1 x 1 x 3.0 m, NOMINALNA SNAGA JE 200 kW, BROJ OBRTAJA TURBINE JE 500 o/min. ○ TURBINE RADE NA PADU IZMEĐU 0.5 I 1.0 m.
<p>Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders</p> <p style="text-align: right;">www.swarm.ni.ac.rs</p>		



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



<p>TURBINE SISTEMA „MATRIX“ NA USTAVAMA PRELIVNE BRANE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ KOD PRELIVNIH BRANA JEDAN ILI VIŠE OTVORA SA USTAVAMA MOŽE DA SE OPREMI SA TURBINAMA „MATRIX“. ○ PRIMENOM OVE TURBINE ELIMINIŠE SE CENTRALA U REČNOM KORITU, SL.4.13. 	 <p style="font-size: small;">Sl.4.13. Šema MHE sa turbinama „Matrix“ na prelivnoj brani sa ustavama.</p>
		

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders
www.swarm.ni.ac.rs

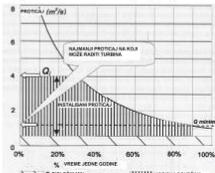


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



4.3. ENERGETSKO I EKONOMSKO DIMENZIONISANJE

4.3.1. Proticaj i instalisana snaga

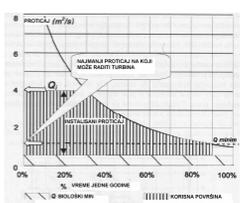
<p>POSTUPAK RADA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ DA BI SE DONELA ODLUKA DALI MOŽE DA SE NA SEKTORU REKE REALIZOVATI MHE, TREBA: <ul style="list-style-type: none"> - DEFINISATI RASPOLOŽIVE KOLIČINE VODE, I - DEFINISATI PAD. ○ ENERGETSKI POTENCIJAL REKE JE PROPORCIONALAN SA PROIZVODOM PROTICAJA I PADA. $P = 9,81 \times Q_m \times \eta_1 \times \eta_2 \times H_1 \dots \dots \dots 4.1.$ $P = 9,81 \times \eta_{10} \times Q_m \times H_{10}$ 	<p>GDE JE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - P – ISKORISTIVANA SNAGA HIDROELEKTRANE; - P_i – INSTALISANA SNAGA MHE; - ϵ – KOEFIČIJENT ISKORIŠĆENJA PROTICAJA, VODEČI RAČUN O PROTICAJI KOJI PRELIVAJI KOJI SE KORISTE ZA BILOŠKI MINIMUM KOJI NE MOŽE DA SE KORISTE ZA PROIZVODNJI ENERGIJE; - H_{br} – BRUTO PAD SEKTORA REKE; - η_h – HIDRAULIČKI UČINAK: $\eta_h = \frac{H_{10}}{H_{br}} = \frac{H_{10}}{H_{br}} - \sum h_i \dots \dots \dots 4.2.$ - η_t – GUBITAK PRITISKA NA PUTU PROTICAJA TURBINE - η_g – UČINAK TURBINE - η_{ge} – UČINAK GENERATORA - η_{gl} – GLOBALNI UČINAK $\eta_{gl} \times \eta_t \times \eta_g$
<p>ENERGETSKO DIMENZIONISANJE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ ENERGETSKO DIMENZIONISANJE PODRAZUMEVA: <ul style="list-style-type: none"> - DEFINISANJE INSTALISANOG PROTICAJA, - DEFINISANJE PROTICAJNIH PROFILA, I - IZBOR INSTALISANE SNAGE CENTRALE. ○ BRUTO PAD JE KONSTANTA. ○ PROTICAJ SE MENJA U TOKU GODINE. ○ ZA IZBOR ODGOVARAJUĆE HIDROMEHANIČKE OPREME, ZA PRORAČUN GODIŠNJE PROIZVODNJE ENERGIJE POTREBNO JE IMATI KRIVU TRAJANJA PROTICAJA. ○ KRIVA TRAJANJA DEFINIŠE U PROCENTIMA VREME U KOME JE PROTICAJ JEDNAK ILI VEĆI OD ODREĐENE VREDNOSTI. ○ KRIVA TRAJANJA OMOGUĆUJE BRZO ODREĐIVANJE KOLIČINE VODE KOJA PROLAZI KROZ TURBINE RAZLIČITIH DIMENZJA, SL.4.14. 	 <p style="font-size: small;">Sl.4.14. Kriva trajanja proticaja za lokaciju MHE.</p>

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders
www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



<p>ANALIZA KRIVE TRAJANJA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ NA SLICI JE PRIKAZANA KRIVA TRAJANJA PROTICAJA REKE NA LOKACIJI HIĐROELEKTRANE. ○ SNAGA REKE SE MENJA SA PROMENOM VELIČINOM PROTICAJA Q. ○ NE MOŽE SNAGA REKE DA SE U POTPUNOSTI ISKORISTI. ○ IZ KRIVE TRAJANJA TREBA PRVO ODSTRANITI PROTICAJ KOJI OSTAJE U RECI – BIOLOŠKI MINIMUM (NA SLICI RETKA ŠRAFURA). ○ PROTICAJ KOJI SE KORISTI NALAZI SA NA POVRŠINI IZNAD. ○ DA BI SE ISKORISTILA I EKSTREMNO VELIKA VODA REKE POTREBNE SU TURBINE VELIKIH DIMENZIJA. ○ OVE TURBINE BI BILE VRLIO SKEPE I FUNKCIONISALE BI U JEDNOM KRATAKOM PERIODU VREMENA ŠTO JE NEEKONOMIČNO. 	
--	---	--

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



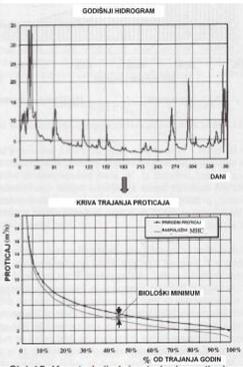
<p>IZBOR INSTALISANE SNAGE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ INSTALISANI PROTICAJ Q ODGOVARA DUŽEM PERIODU GODINE NA LINIJI TRAJANJA. ○ IZBOR INSTALISANE SNAGE BAZIRA NA POREĐENJU: ENERGIJE DOBLJENE SA SKUPNJOM OPREMOM I ENERGIJE DOBLJENE SA JEFTINIJOM OPREMOM, RAZLIKA U KOLIČINI ENERGIJE TREBA DA OPRAVDA DODATNE TROŠKOVE OPREME. ○ PROTICAJ TURBINE SE DEFINIŠE U ODREĐENIM GRANICAMA (MIN. I MAX). NI JEDNA TURBINA NE MOŽE DA RADI SA PROTICAJIMA OD NULE DO NOMINALNOG PROTICAJA. ○ MNOGE TURBINE MOGU DA RADE DO 60% OD INSTALISANOG (NOMINALNOG) PROTICAJA. I NAJBOLJE TURBINE NE MOGU DA SE SPUSTE ISPOD 50%. ○ ŠTO JE VEĆI INSTALISANI PROTICAJ VEĆ JE I MINIMALNI PROTICAJ ISPOD KOGA TURBINE NE MOGU DA FUNKCIONIŠU. ○ U PRELIMINARNIM PRORAČUNIMA MOŽE SE UZETI INSTALISANI PROTICAJ, KAO SREDNJI PROTICAJ UMANJEN ZA BIOLOŠKI MINIMUM. ○ KONAČNA VREDNOST INSTALISANOG PROTICAJA DOBLJA SE NA BAZI ENERGOEKONOMSKIH PRORAČUNA. ○ KOD IZBORA INSTALISANE SNAGE TREBA VODITI RAČUNA I O KORISNICIMA, <ul style="list-style-type: none"> - KOD IZOLOVANIH KORISNIKA TREBA OBEZBEDITI ENERGIJU TOKOM CELE GODINE. - KOD ENERGETSKOG SISTEMA, DOBIT OD PROIZVEDENE ENERGIJE TREBA DA BUDE ŠTO VEĆI. 	
---	---	--

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union
 

ODREĐIVANJE KRIVE TRAJANJA	<ul style="list-style-type: none"> ○ KRIVA TRAJANJA SE RADI NA BAZI REGISTROVANIH MEREŃA PADAVINA ILI PROTICAJA. ○ POTREBNO JE IMATI PADAVINE I PROTICAJE ZA DUŽI VREMENSKI PERIOD ZA POSMATRANI SLIV. ○ PREKO HIDROGRAMA PROTICAJA KOJI SE DOBILJA OD NEKE AUTORIZOVANE INSTITUCIJE, SREĐIVANJEM OVIH PODATAKA PO OPADAJUĆEM NIZU DOBILJA SE KRIVA TRAJANJA, SL. 4.15 ○ NA BAZI OVE KRIVE TRAJANJA MOŽE SE DEFINISATI ENERGETSKI POTENCIJAL LOKALJE. ○ AKO NE POSEDUJEM MEREŃA PROTICAJA, KRIVA TRAJANJA SE MOŽE ODREĐITI PRIMENOM HIDROLOŠKIH MODELA, POLAZEĆI OD REGISTROVANIH PADAVINA NA NEKOJ METEOROLOŠKOJ STANICI U SUSEDSTVU. ○ AKO JE MAKSIMALNI PROTICAJ REČNOG TOKA NEKOLIKO PUTA VEĆI OD MINIMALNOG PROTICAJA, ONDA JE BOLJE DA SE ORDINATE KRIVE TRAJANJA PRIKAŽU U LOGARITAMSKOJ FORMI ($\ln Q$ umesto Q). ○ ALTERNATIVA KRIVU TRAJANJA JE BEZDIMENZIONALNA KRIVA KOJA PREDSTAVLJA ODNOS IZMEĐZ PROTICAJA I SREDNJEG PROTICAJA Q/Q_m. GDE JE Q_m SREDNJI VIŠEGODIŠNJI PROTICAJ REČNOG TOKA ○ BEZDIMENZIONALNA KRIVA TRAJANJA OMOGUĆUJE POREĐENJE REŽIMA TEČENJA REČNIH TOKOVA SA RAZLIČITIM PROTICAJIMA. ○ BEZDIMENZIONALNA KRIVA TRAJANJA PRIMENJUJE SE NA SUSEDNIM REČNIM TOKOVIMA GDE NE POSTOJE MEREŃA, A POZNAT JE SREDNJI VIŠEGODIŠNJI PROTICAJ ILI JE IZMEREN NEKI PROTICAJ. 	 <p style="font-size: x-small;">Sl.4.15. Konstrukcija krive trajanja proticaja.</p>
-------------------------------	---	---

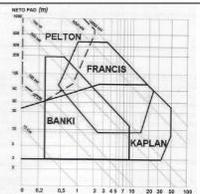
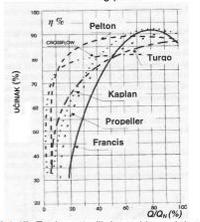
Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union
 

4.3.2. Izbor tipa turbine

POSTUPAK RADA	<ul style="list-style-type: none"> ○ NAKON DEFINISANJA INSTALISANOG PROTICAJA VRŠI SE IZBOR TURBINE. ○ TURBINA SE BIRA NA OSNOVU ENERGETSKIH PARAMETARA, NOMINALNI PROTICAJ TURBINE I PAD. ○ IZBOR TURBINE SE OBAVLJA NA GRAFIKU SA SL.4.16. ○ NA SLICI 4.17. PRIKAZAN JE SREDNJI UČINAK ZA RAZLIČITE TIPOVE TURBINA. ○ UČINAK TURBINE BRZO OPADA ISPOD ODREĐENOG PROTICAJA TURBINE. ○ PO PRAVILU MAKSIMALNI UČINAK TURBINE SE DOBILJA NA 80% OD NOMINALNOG PROTICAJA TURBINE. ○ ŠTO SE PROTICAJ VIŠE ODVAJA OD 80% NOMINALNOG PROTICAJA HIDRAULIČKI UČINAK TURBINE OPADA. ○ KOD IZBORA TURBINE TREBA IMATI U VIDU I NJENU FLEKSIBILNOST U FUNKCIONISANJU. ○ TURBINE PELTON I KAPLAN SA DUBLIM REGULACIJOM MOŽE FUNKCIONISATI SA VISOKIM HIDRAULIČKIM UČINAKOM U VELIKOM RASPONU PROTICAJA (OD JEDNE PETINE PROTICAJA PA NAVIŠE). ○ TURBINE KAPLAN SA JEDNOSTAVNOM REGLAŽOM IMAJU PRIHVATLJIV UČINAK OD JEDNE TREĆINE PROTICAJA TURBINE. ○ TURBINA FRANCIS SA JEDNOM POLOVINOM PROTICAJA IMA PRIHVATLJIV UČINAK. ○ AKO JE PROTICAJ FRANCISOVE TURBINE MANJI OD 40%, DOLAZI DO NESTABILNOG RADA, JAVLJAJU SE VIBRACIJE I MEHANIČKI ŠOKOVI. ○ TURBINE SA FIKSNIM DIREKCIJONIM APARATOM I FIKSNIM PERAJIMA FUNKCIONIŠU DOBRO U VRLO SUŽENIM GRANICAMA PROTICAJA. 	 <p style="font-size: x-small;">Sl.4.16. Definisavanje domena primene tipova turbine u funkciji proticaja i nominalnog pada.</p>  <p style="font-size: x-small;">Sl.4.17. Zavisnost učinka turbine od tipa turbine i nominalnog proticaja.</p>
---------------	--	--

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

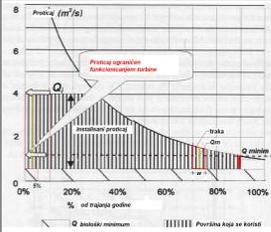
www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



4.3.3. Proračun proizvodnje energije u srednjoj hidrološkoj godini

POSTUPAK RADA	<ul style="list-style-type: none"> o POTREBNO JE DA IMAMO KRIVU TRAJANJA PROTICAJA, SL. 4.14. o NAKRIVOJ TRAJANJA JE DEFINISAN: <ul style="list-style-type: none"> - INSTALISANI PROTICAJ I MINIMALNI PROTICAJ KOJI MOŽE DA PRIMI TURBINA, I - BIOLOŠKI MINIMUM. o PODELI SE KRIVA TRAJANJA SA VERTIKALNIM LINIJAMA NA ELEMENTARNE PLOŠTINE (TRAKE) ŠIRINE OD 5% o POSLEDNJA TRAKA IMAĆE MANJU ŠIRINU JER JE LINIJA TRAJANJA OGRANIČENA MINIMALNIM PROTICAJEM TURBINE. o ENERGIJA JEDNE TRAKE DEFINISANA JE IZRAZOM: $\Delta E = w \times T \times Q_m \times (H_{br} - \Delta h) \times \eta_{turb} \times \eta_{gen} \times \eta_{trans} \dots 4.3$ o ENERGIJA PROIZVEDENA U JEDNOJ GODINI: $E_{god} = \sum \Delta E \dots 4.4$ o FAKTOR OPTEREĆENJA (CAPACITY FACTOR) DEFINISAN JE IZRAZOM: $CF = \frac{E_{god} [kWh/god]}{P_i [kW] \times 8760 [h/god]} \dots 4.5$ o U PRVOJ PROCENI FAKTORA OPTEREĆENJA KORISTI SE ODNOS INSTALISANOG PROTICAJA I SREDNJEG PROTICAJA: $Q_i / Q_m \text{ od } 0.33 \text{ do } 1$ <p style="text-align: center;">Faktor opterećenja 40% 50% 60% 70%</p> o ISKUSTVO KOD MINIH HIDROCENTRALA POKAZUJE DA JE FAKTOR OPTEREĆENJA OD 50% DO 70%. 	 <p style="font-size: small;">GDE JE: w – ŠIRINA TRAKE I ONA IZNOSI 5% γ – SPECIFIČNA TEŽINA VODE (9.81 kN / m³) T – BROJ ČASOVA U GODINI (8760 h = 31.536 × 10⁶ s) Q_m – PROTICAJ KOJI ODGOVARA SREDNJI TRAKI (m³ / h ili m³ / s) H_{br} – BRUTO PAD CENTRALE Δh – GUBITAK PRITISKA NA HIDRAULIČKOM KRETANJU VODE ZA Q_m η_{turb} – UČINAK TURBINE ZA Q_m η_{gen} – UČINAK GENERATORA η_{trans} – UČINAK VEZAN ZA BROJ OBRTAJA η_{total} – UČINAK TRANSFORMATORA</p>
---------------	---	---

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



4.3.4. Ekonomski elementi

POČETNE INVESTICIJE

KARAKTERISTIKE POČETNIH INVESTICIJA	<ul style="list-style-type: none"> o MINI HIDROCENTRALA U POREĐENJU SA DRUGIM TEHNOLOGIJAMA SU RELATIVNO SKEPE. o VELIČINA INVESTICIJA ZAVISI OD LOKACIJE I KLIMATSKIH USLOVIMA. o VELIČINU INVESTICIJA ČINE: <ul style="list-style-type: none"> - KONSTRUKCIJE (ZAHVAT, DOVOD, ZGRADA CENTRALE, I TD.), - OPREMA (TURBINA, GENERATOR, TRANSFORMATOR, ELEKTRIČNA MREŽA ZA PRIKLJUČAK NA GLAVNU MREŽU), - TERENSKA ISTRAŽIVANJA, - PROJEKTOVANJE, - KUPOVINA ZEMLJIŠTA, - TROŠKOVI KONCESIJA I MIŠLJENJA. o MINI HIDROELEKTRANE VELIKOG PADA SU U PRVOM MOMENTU JEFTINJE. o ZA ISTU SNAGU SA POVEĆANJEM PADA SMANJUJE SE INSTALISANI PROTICAJ. o ORIJENTACIONE VREDNOSTI SPECIFIČNIH INVESTICIJA: <ul style="list-style-type: none"> -ZA PADOVE OD 2,3 do 13.5 m, od 1500 do 9000 Eura/kW INSTALISANE SNAGE, -ZA PADOVE OD 27 do 350 m, od 1000 do 3000 Eura/kW INSTALISANE SNAGE.
-------------------------------------	---

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 

<p>PROBLEM LOKACIJE MHE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ MINI HIDROELEKTRANE VELIKOG PADA IZVODE SE U PLANINSKIM PODRUČJIMA. ○ U PLANINSKIM PODRUČJIMA JE NASELJENOST MALA. ○ ISPORUKA ENERGIJE LOKALNOM IZOLOVANOM STANOVNIŠTVU JE PROBLEMATIČNA ZBOG NJIHOVE MALE POTROŠNJE. ○ ISPORUKA ENERGIJE ENERGETSKOM SISTEMU JE PROBLEMATIČNA ZBOG NJENE VELIKE UDALJENOSTI. ○ SVE OVE PREPREKE MOGU ANULIRATI MALU CENU MHE VELIKOG PADA.
<p>UČEŠĆE OPREME I KONSTRUKCIJA U UKUPNIM INVESTICIJAMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ OPREMA MHE JE SKUPA. ○ CENA OPREME JE 40 DO 50% OD UKUPNIH INVESTICIJA. ○ INVESTICIJA U ZGRADE JE RAZLIČITA OD LOKACIJE DO LOKACIJE. ○ KONSTRUKTIVNA REŠENJA ZAVISI OD SITUACIJE I GEOLOGIJE TERENA. ○ PREMA NEMAČKIM ISKUSTVIMA: <ul style="list-style-type: none"> -ZGRADE ČINE 35% OD UKUPNIH INVESTICIJA -OPREMA ČINI 50% OD UKUPNIH INVESTICIJA, I -OSTALE KONSTRUKCIJE ČINE 15% OD UKUPNIH INVESTICIJA

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 

TROŠKOVI EKSPLOATACIJE

<p>TROŠKOVI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ OD OSTVARENOG BRUTO PRIHODA TREBA ODBITI TROŠKOVE: <ul style="list-style-type: none"> -OPŠTE TROŠKOVE AMORTIZACIJE, -SREDNJE GODIŠNJE TROŠKOVE EKSPLOATACIJE, <ul style="list-style-type: none"> ▪ PLATE RADNIKA, ▪ ODRŽAVANJE, ▪ SOPSTVENI TROŠKOVI. ○ DA BI INVESTICIJA BILA RENTABILNA TROŠKOVI EKSPLOATACIJE TREBA DA SU OD 0.8 DO 1.5%, OD UKUPNIH INVESTICIJA.
------------------------	--

OPRAVDANOST INVESTICIJA

<p>RENTABILNOST</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ RENTABILNOST INVESTICIJE U MHE PROCENJUJE SE NA BAZI DOBITI I TROŠKOVA U PERIODU TRAJANJA INVESTICIJE. ○ TROŠKOVE ČINE: <ul style="list-style-type: none"> -STALNI TROŠKO (TROŠKOVI INVESTICIJA, TAKSI ZA KONCESIJE, ITD), -PROMENLJIVI TROŠKOVI (ODRŽAVANJE, POPRAVKE, PLATE ITD.) ○ PERIODA EKSPLOATACIJE MHE JE PERIOD KOJI JE DEFINISAN KONCESIJOM ILI DOZVOLOM ZA KORIŠĆENJE VODNOG RESURSA. ○ NETO DOBIT (ND) PREDSTAVLJA RAZLIKU IZMEĐU OSTVARENOG PRIHODA I OSTVARENENIH TROŠKOVA. ○ NETO DOBIT NA KRAJU PERIODA EKSPLOATACIJE TREBA DA BUDE POZITIVAN. ○ VARIJANTE KOJE SE ANALIZIRAJU TREBA DA ISPUNE OVAJ USLOV, A OPTIMALNA VARIJANTA TREBA DA DA MAKSIMALNU VREDNOST NETO DOBITI.
----------------------------	--

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



PRIMER ANALIZE OPRAVDANOSTI INVESTIRANJA

PRIMER	<ul style="list-style-type: none"> o ANALIZIRATI MHE U PLANINSKOM PODRUČJU KOJA ĆE ISPORUČITI ENERGIJU ENERGETSKOM SISTEMU.
OSNOVNE KARAKTERISTIKE PROJEKTA	<ul style="list-style-type: none"> o INSTALISANA SNAGA 1000 kW o GODIŠNJA PROIZVODNJA ENERGIJE..... 3 210 MWh
VREDNOST INVESTICIJA U EURIMA	<ul style="list-style-type: none"> o 1. STUDIJA ISPLATIVOSTI, FEZABILITI STUDIJA, GENERALNI PROJEKAT..... 6 100 o 2. PROJEKTOVANJE I NADZOR NAD IZVOĐENJEM..... 120 000 o 3. GRADEVINSKI DEO..... 576 900 o 4. OPREMA..... 537 300 o 5. ELEKTRIČNE INSTALACIJE I PRATEĆA OPREMA..... 137 400 o - UKUPNO..... 1 377 700 o - NE PREDVIĐENI TROŠKOVI 3%..... 451 331 o UKUPNE INVESTICIJE..... 1 419 031 o SPECIFIČNE INVESTICIJE: 1 419 031/1000 = 1 419 EUR/kW o INVESTICIJE PO kWh GODIŠNJE PROIZVODNJE: 1 419 031/3 210 = 442 EUR/MWh o TROŠKOVI EKSPLOATACIJE I ODRŽAVANJA, 4% OD UKUPNIH INVESTICIJA: ... 1 419 031 x 0.04 = 56 761 EUR
ANALIZA RENTABILNOSTI	<ul style="list-style-type: none"> o TRAJANJE IZVOĐENJA MHE JE 4 GODINE. - U PRVOJ GODINI UGOVARA SE FEZIBILITI STUDIJA I DOBLJAJU SE DOZVOLE. U PRVOJ GODINI POTROŠE SE SREDSTVA ZA FEZABILITI STUDIJU I 1/3 SREDSTAVA ZA PROJEKTOVANJE. - DO KRAJA DRUGE GODINE POTROŠENA JE I DRUGA POLOVINA SREDSTAVA ZA PROJEKTOVANJE. - DO KRAJA TREĆE GODINE POTROŠI 60% SREDSTAVA ZA GRADEVINSKI DEO I 50% SREDSTAVA ZA NABAVKU OPREME. - DO KRAJA ČETVIRTE GODINE POTROŠI SE OSTALI DEO PARA ZA REALIZACIJU MHE. - U ČETVIRTOJ GODINI SE STARTUJE MHE I SA PUNIM OPTEREĆENJEM POČINJE POČETKOM PETE GODINE.

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



OBRAČUN NETO DOBITI	<ul style="list-style-type: none"> o PRIHOD O PRODATE ENERGIJE I TROŠKOVI EKSPLOATACIJE SE RAČUNAJU ZA SVAKU GODINU. o ROK DOZVOLE ILI KONCESIJE ZA KORIŠĆENJE VODE JE 35 GODINA, POČEVŠI OD DRUGE GODINE REALIZACIJE PROJEKTA. o DISKONTNA STOPA KAPITALA JE 8% o VREDNOST NETO DOBITI SE RAČUNA PO OBRASCU: $ND = \sum_{k=1}^{k=35} \frac{V_k - (O_k - M_k)}{(1-r)^k} - \sum_{k=1}^{k=1} \frac{I_k}{(1-r)^k}$ <p>GDE JE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - I_k = INVESTICIJE U GODINI k (UKUPNO 3 GODINE). - V_k = PRIHOD OD PRODATE ENERGIJE U GODINI k (TRAJANJE EKSPLOATACIJE 35-2 GODINE) - O_k = OPERATIVNI GODIŠNJI TROŠKOVI. - M_k = GODIŠNJI TROŠKOVI ODRŽAVANJA (ODRŽAVANJA I POPRAVKE). <ul style="list-style-type: none"> o U PRORAČUNU NETO DOBITI ND TREBA VODITI RAČUNA: <ul style="list-style-type: none"> -O MOGUĆOJ PROMENI CENE ENERGIJE (AKO NIJE DEFINISANA STABILNA CENE ENERGIJE) -O PORASTU TROŠKOVA ODRŽAVANJA U SKLADU SA RATOM INFLOACIJE. o PRORAČUN SE RADI TABELARNO OD GODINE DO GODINE. o KONAČNA VREDNOST DOBITI JE ELEMENT ODLUČIVANJA, PROCENE. o ZA NAVEDENI PRIMER MHE SLEDI DA JE ČISTA DOBIT 108 964 EUR
----------------------------	--

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



INTERNA STOPA RENTABILNOSTI	<ul style="list-style-type: none"> o RAČUNA SE PRIMENOM ITERATIVNOG POSTUPKA. o PREDLAŽU SE RAZLIČITE DISKONTNE STOPE KAPITALA r o ZA SVAKU STOPU r SE RAČUNA NETO DOBIT PO OBRASCU: $ND = \sum_{t=1}^{k+1} \frac{V_t - (O_t - M_t)}{(1-r)^t} - \sum_{t=1}^{k+1} \frac{I_t}{(1-r)^t}$ o VREDNOST r ZA KOJE JE $ND=0$, $ND = \sum_{t=1}^{k+1} \frac{V_t - (O_t - M_t)}{(1-r)^t} - \sum_{t=1}^{k+1} \frac{I_t}{(1-r)^t} = 0$ NAZIVA SE INTERNA STOPA RENTABILNOSTI. o ZA MHE U PRIMERU INTERNA STOPA RENTABILNOSTI JE $r = 8,8\%$. o UKOLIKO JE $ND > 0$ I $r > 0$ SLEDI DA JE INVESTICIJA ODGOVARAJUĆA, ISPLATIVA.
PRATEĆI FINANSIJSKI RIZIK	
MOGUĆI RIZICI	<ul style="list-style-type: none"> o AKO SU STUDIJE NA BAZI KOJIH JE URAĐEN PROJEKT BILE KOREKTNE I KOMPLETNE. o AKO POŠTOVANA DINAMIKA IZVOĐENJA RADOVA U SKLADU SA PROJEKTOM. o U TOKU EKSPLOATACIJE MOŽE SE DOGODITI ILI NASTATI SITUACIJA KOJA UTIČE NA ZAKLJUČKE STUDIJE. o U VREME RADA MHE, BROJNI TEHNIČKI ASPEKTI MOGU IMATI ZNAČAJAN UTICAJ NA PRIHODE I TROŠKOVE MHE., ODNOSNO: <ul style="list-style-type: none"> - SMANJENJE PROIZVODNJE ENERGIJE U ODNOSU NA ONU IZ PROJEKTA, ZBOG SUŠA (SMANJENIH PADAVINA) - NEOSTVARENI GARANTOVANI PARAMETRI OPREME (SNAGA, UČINAK, PONAŠANJE OPREME U DUŽEM VREMENSKOM PERIODU, VELIKI TROŠKOVI ODRŽAVANJA, POPRAVKE OŠTEĆENJA ITD.). - PREVRÊMENO HABANJE OPREME U KONTAKTU SA VODOM, ZBOG POSTOJANJA RAZLIČITE EROZIJE, SEDIMENATA U VODI ILI USLED AGRESIVNOG SADRŽAJA VODE.

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



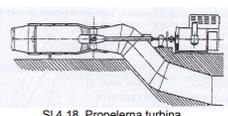
ZADATAK PROJEKTA U ELIMINISANJU RIZIKA	<ul style="list-style-type: none"> o DA BI SE UTVRDILO RIZIK PRIMENE UGOVORENOG PROJEKTA, NEOPHI SU DETALJNI PRORAČUNI KOJI TREBA DA DEFINIŠE: <ul style="list-style-type: none"> - NAČIN NA KOJI SE MENJA SVAKI EKONOMSKI ELEMENT KOJI UTIČE NA EKONOMIČNOST UGOVORENOG PROJEKTA, - SITUACIJE U KOJIMA MOŽE DOĆI DO SIMULTANE PROMENE VIŠE NEZAVISNIH FAKTORA EKONOMIČNOSTI UGOVORENOG PROJEKTA. o PRIMER: <ul style="list-style-type: none"> - MOŽE DOĆI DO PRODUŽENJA TERMINA IZVOĐENJA ZBOG NEPREDVIDENIH GEOLOŠKIH INCIDENATA, - NAKON ZAVRŠETKA OBJEKTA MOŽE SE POJAVITI VRLO SUŠNA GODINA. o ČINJENICA JE DA POVRATAK POZAJMLJENIH PARA MOŽE BITI VRLO PROBLEMATIČAN. o MOŽE DOĆI DO PLAĆANJA KAZNENIH KAMATA, ITD. o POSLEDICA SVEGA MOŽE BITI PAD RENTABILNOSTI PROJEKTA, ILI o PROJEKT MOŽE POSTATI NERENTABILAN.
---	---

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

4.4. HIDROMEHAČIČKA I ELEKTRO OPREMA

OSNOVNA HIDROMEHAČIČKA OPREMA MHE	<ul style="list-style-type: none"> o TURBINA o GENERATOR 	 <p>SI.4.18. Propelerna turbina.</p>
IZBOR TURBINE	<ul style="list-style-type: none"> o IZBOR TURBINE ZAVISI OD PADA I INSTALISANOG PROTICAJA TURBINE. o U TABELI 4.1. DATE SU SAŽETE KARAKTERISTIKE TURBINA KOJE SE PIMENJUJU KOD MHE. <p style="text-align: center;">TABELA 4.1.</p> <p style="text-align: center;">Tip turbine Pad Veliki (>50) Srednji (50 ...150m) Mali (3..50m) Impulsne turbine Pelton ili Turgo Banki ili Turgo Banki Reakcione turbine Francis Kaplan ili Propelerne</p>	
KARAKTERISTIKE PROPELERNE TURBINE	<ul style="list-style-type: none"> o DETALJI O TURBINAMA DATI SU U POGAVLJU 3. o NASL.4.18.PRIKAZANA JE PROPELERNA TURBINA KOJA SE ČESTO PRIMENJUJE KOD MHE. o OVA TURBINA NIJE DETALJNO OBJAŠNJENA U POGAVLJU 3. o KARAKTERISTIKE PROPELERNE TURBINE,SL.4.18.: <ul style="list-style-type: none"> - TURBINA MOŽE DA RADI IZMEĐU NOMINALNOG PROTICAJA I MINIMALNOG PROTICAJA, - KOD MANJIH PROTICAJA UČINAK TURBINE NAGLO OPADA, - AKO SE ŽELE ISKORISTITI MALI PROTICAJI BOLJE JE INSTALIRATI VEĆI BROJ MANJIH TURBINA NEGO JEDNU VELIKU. - AKO IMA VIŠE TURBINA MOGU SE ZAUSTAVITI PREMA POTREBI DA SVAKA TURBINA RADI SA NOMINALNIM PROTICAJEM I VELIKIM UČINAKOM. - MANJE TURBINE IMAJU MANJU TEŽINU I MANJU CENU TRANSPORTA I MONTAŽE. - PREČNIK ROTORA JE MANJI A BROJ OBRTAJA VEĆI. - NIJE POTREBAN REGULATOR OBRTAJA IZMEĐU TURBINE I GENERATORA. - SA DRUGE STRANE VEĆI BROJ TURBINA PODRAZUMEVA I VEĆI BROJ GENERATORA, VEĆI BROJ KOMANDI I SVE ZAJEDNO VEĆU CENU. 	

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

GENERATOR

TIPOVI GENERATORA	<ul style="list-style-type: none"> o POSTOJE DVA TIPRA GENERATORA: - SINHRONI (BRZINA ROTORA I MAGNETNOG FLUKSA STATORA JE ISTA), I - INDUKCIJNI (ASINHRONI) (BRZINA ROTORA I MAGNETNOG FLUKSA JE RAZLIČITA). 	 <p>Sinhroni generator</p>
SINHRONI GENERATOR	<ul style="list-style-type: none"> o SINHRONI GENERATOR MOŽE BITI IZOLOVAN - RADI NEZAVISNO, o SINHRONI GENERATORI SU SKUPLJI OD ASINHRONIH. o KORISTE SE KADA MHE POKRIVA U VELIKOJ MERI ILI CELOKUPNU POTROŠNJU - INDIVIDUALNU POTROŠNJU. 	
ASINHRONI GENERATOR	<ul style="list-style-type: none"> o KOD OVH GENERATORA NIJE SINHRONIZOVANA BRZINA ROTORA GENERATORA I MAGNETNOG FLUKSA. o RADI ISKLJUČIVO AKO JE HČ POVEZANA NA ENERGETSKI SISTEM. o JEFTINJI SU OD SINHRONIH. o ASINHRONI GENERATORI IMAJU ZA 2...3% MANJI UČINAK OD SINHRONIH. o KORISTE SE ISKLJUČIVO ZA SNAGE ISPOD 5000 kVA. 	
RADNI NAPON GENERATORA	<ul style="list-style-type: none"> o NAPON GENERATORA VARIRA SA SNAGOM. o OBIČNO SE KORISTI NAPON OD 380 V (ZA SNAGU OD 1400 kVA) ILI 430 V (ZA SNAGU OD 6000 kVA) ZA VELIKE INSTALISANE SNAGE. o VISOKI NAPONI ZAHTEVAJU NEZAVISAN TRANSFORMATOR KOJI TREBA DA SNABDEVA CENTRALU SA ENERGIJOM. <p style="font-size: small;">(V-volt, kV-kilovolt, kVA-kilovoltampera) – jedinica za merenje snage energije</p>	 <p>Asinhroni generator</p>

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 

MULTIPLIKATOR ILI REGULATOR BROJA OBRTAJA

TURBINA I GENERATOR - ISTI BROJ OBRTAJA	<ul style="list-style-type: none"> ○ VEZA IZMEDU TURBINE I GENERATORA JE DIREKтна PREKO OSOVINE, ○ NA OVAJ NAČIN SE IZBEGAVA GUBITAK MEHANIČKE ENERGIJE. ○ ODRŽAVANJE JE JEDNOSTAVNIJE. ○ SISTEM VEZE DEFINIŠE ISPORUČILAC OPREME JER TA VEZA TREBA DA BUDE FLEKSIBILNA DA BI SE SPREČILE EVENTILNE NELINEARNOSTI.
TURBINA I GENERATOR – BROJ OBRTAJA TURBINE MALI	<ul style="list-style-type: none"> ○ AKO JE BROJ OBRTAJA TURBINE MALI, 400 O/MIN. ○ AKO JE GENERATOR STANDARDNOG BROJA OBRTAJA 1000 ... 1500 O/MIN. ○ NEOPHODNA JEVA IZMEDU TURBINE I GENERATORA PREKO MULTIPLIKATORA OBRTAJA (SPEED INCREASER). ○ REŠENJE SA MULTIPLIKATOROM JE JEFTINJE OD IZRADE SPECIJALNOG GENERATORA KOJI BI BIO SKUPLJI.

OSTALI MEHANIČKI I ELEKTRO ELEMENTI

OSTALE KOMPONENTE	○ HIDRAULIKA	<ul style="list-style-type: none"> ○ ZATVARAČI ZA ZATVARANJE PRILAZA VODE TURBINI; I ○ SISTEM ZA HIDRAULIČKU KONTROLU I VENTILI. ○ SISTEM ZA KONTROLU I ZAŠTITU ELEKTRIČNIH INSTALACIJA;
	○ ELEKTRIKA	<ul style="list-style-type: none"> ○ ELEKTRIČNI PREKIDAČI; ○ TRANSFORMATORI ZA INTERNI SERVIS I PRENOS SNAGE; ○ INTERNI SERVISI: OSVETLJENJE, GREJANJE, I SNAGA NEOPHODNA FUNKCIONISANJE SISTEMA ZA KONTROLU I PREKIDANJE; ○ SISTEM ZA HLAĐENJE I PODMAZIVANJE (AKO POSTOJI POTREBA); ○ IZVOR REZERVNE SNAGE; ○ SISTEM TELEKOMUNIKACIJE; ○ SISTEM ALARMA PROTIV POŽARA I SIGURNOSTI (AKO SU POTREBNI); ○ SISTEM POVEZIVANJE ILI Prenošenje I RASPODELE ENERGIJE.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 

4.4. KONSTRUKTIVNE KARAKTERISTIKE

4.4.1. Uvod

USLOV ZA MALU CENU MHE	<ul style="list-style-type: none"> ○ JEDNOSTAVAN PROJEKAT, PODRAZUMEVA: <ul style="list-style-type: none"> - PRAKTIČNE ZGRADE KOJE SE JEDNOSTAVNO GRADE. - PRELIVNI PRAGOV I USTAVE TREBA DA IMAJU JEDNOSTAVNU KONSTRUKCIJU. - KONSTRUKCIJA MOŽE BITI OD BETONA, DRVETA, KAMENA, LOKALNOG MATERIJALA ILI NJIHOVA KOMBINACIJA. ○ JEDAN VAŽAN DEO U CENI ČINI DOVOD, <ul style="list-style-type: none"> - KANALE TREBA IZVODITI U USEKU PRATEĆI KONTURU TERENA. - CEVOVOD KOJI TRANSPORTUJE VODU POD PRITISKOM MOŽE BITI SAMO OD ČELIKA, ALI I OD STAKLENIH VLAKANA, POLIMERA BETONA ILI DRVETA. ○ ZGRADE TREBA NAPRAVITI ŠTO JE MOGUĆE MANJIH DIMENZIJA, SA JAKIM TEMELJIMA, SA PRILAZOM ZA ODRŽAVANJE I BEZBEDNOST. ○ KONSTRUKCIJA ZGRADE MOŽE BITI OD BETONA, ALI I OD DRUGOG LOKALNOG MATERIJALA.
KONSTRUKTIVNI ELEMENTI MHE	<ul style="list-style-type: none"> ○ KONSTRUKTIVNI ELEMENTI KONSTRUKCIJA NISU PREDMET OVOG KURSA VEĆ KURSA OBJEKTI HIDROELEKTRANA. ○ U NASTAVKU ĆE SE DATI PREGLED SPECIFIČNIH KARAKTERISTIKA KONSTRUKCIJA MHE.

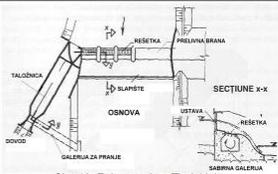
Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



4.4.2. Zahvat

ZAHVAT U DNU	<ul style="list-style-type: none"> ○ REŠENJE NA SL.4.19. PRIMENJUJE SE U REŠENJIMA MHE U PLANINSKIM OBLASTIMA. ○ U PLANINSKIM DELOVIMA BEZ IZUZETAKA SE IZVODI ZAHVAT U DNU TIROLSKI TIP KOJI NE MODIFIKUJE REŽIM TEČENJA REKE. ○ OVAJ ZAHVAT IMA JEDNOSTAVNU KONSTRUKCIJU. ○ RADI BEZ KONTROLE OSOBLJA U TOKU EKSPLOATACIJE. ○ PLANINSKE REKE IMAJU VELIKE PADOVE PREKO 0.1 ... 0.35 SA BUJICARSKIM TEČENJEM I RUŠILAČKIM TALASIMA KRATKOG TRAJANJA. 	 <p style="text-align: center;">Sl.4.19. Zahvat u dnu, Tirolski tip.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ○ PLANINSKE REKE IMAJU VELIKU MOĆ ISPIRANJA, KORITO FORMIRAJU VELIKI KAMENI BLOKOVIL. ○ ZBOG VELIKIH BRZINA NA ZAHVATU SE NE FORMIRA SLOJ LEDA. ○ ZAHVAT U DNU OMOGUĆUJE KAPTIRANJE PRI MALIM DUBINAMA REKE. ○ OVAJ ZAHVAT ŠTITI DOVOD OD ŠLJUNKA I PLIVAJUĆIH PREDMETA. ○ KONSTRUKCIJA MORA BITI ROBUSNA, JEDNOSTAVNA KAO KONSTRUKCIJA, BEZ POTREBE ZA ČEŠĆIM POPRAVKAMA. ○ U ODNOSU NA TRADICIONALNO REŠENJE, OVI ZAHVATI SU PRETRPELI ODREĐENA POBOLJŠANJA. ○ AKO ZAHVAT SNABEVA DIREKTNO ODVOD, OTVORI NA REŠETCI MORAJU BITI JEDNAKI KRUPNOĆI PLOVAJUĆIH TELA KOJI MOGU DA PRODU KROZ TURBINE. ○ AKO SU ZAHTEVI OŠTRILJI I MOŽE DOĆI DO ZAČEPLJENJA REŠETKE ONDA SE IZMEĐU ZAHVATA I ODVODA PROJEKTUJE TALOŽNIK. 	

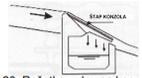
Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



REŠETKA U DNU SA KONZOLNIM ŠTAPOVIMA	<ul style="list-style-type: none"> ○ ŠTAPOVI REŠETKE SU USMERENE U PRACVU REČNOG TOKA. ○ REŠENJE NA SL.4.20. ELIMINIŠE BLOKADU ZAHVATA SA KAMENIM BLOKOVIMA. ○ REŠENJE JE PREDLOŽILA EDF (FRANCUSKA DRŽAVNA FIRMA ZA IGRADNJU ENERGETSKIH POSTROJENJA) 	 <p style="text-align: center;">Sl.4.20. Rešetka u dnu sa konzolnim štapovima.</p>
PRINCIPI REŠETKE TIPA „COANDA“	<ul style="list-style-type: none"> ○ NAPREDAK U DOMENU REŠETKI JE REŠETKA TIPA „KOANDA“ SL.4.21. ○ KOANDA EFEKAT JE SVAKODNEVNA POJAVA, KOJASE MOŽE VIDETI U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU. EFEKAT COANDA ○ 1910 MLADI RUMUNSKI INŽENJER, HENRI COANDA, INAČE UČENIK A.G.EIFFELA BACIO JE VIŠE SVETLA NA OVU POJAVU. ○ EFEKAT KOANDA OMOGUĆUJE ODVAJANJE NANOSA I RIBA KOJE SE MOGU NAĆI NA REŠETCI. ○ REŠETKU ČINE TRUGLASTI PROFILI OD INOKSA (NERDAJUČEG ČELIKA) KOJI SU POSTAVLJENI UPRAVNO NA PRACV TEČENJA VODE. ○ SA GORNE STRANE REŠETKE POSTOJI PLOČA VISINE H_a POSTAVLJENA POD VELIKIM NAGIBOM RADI UBRZAVANJA TOKA VODE. ○ PRELIVNI PROFIL I PLOČA REŠETKE TREBA DA OMOGUĆE LAMINARNO KRETANJE VODE PREKO REŠETKE SA BRZINOM KOJA ZAVISI OD OTVORA IZMEĐU ŠTAPOVA REŠETKE. ○ ŠTAPOVI REŠETKE SU TAKO POSTAVLJENI DA UZVODNA IVICA ZADIRE U MLAZ VODE I DELI TOK VODE U DVA SLOJA, SLOJ PREMA SABIRNOM KANALU I SLOJ NIZVODNO PREKO PRELIVA, KOJI POVLAČI ČVRSTE SASTOJKE SA REŠETKE (USISAVA). ○ REŠETKA TIPA COANDA ZADRŽAVA 90% ČESTICA DO 0.5 mm. KOD OVH REŠETKI NIJE POTREBNA IGRADNJA TALOŽNICE. 	
 <p style="text-align: center;">Ploča za odbojavanje točenja</p>	 <p style="text-align: center;">Sl.4.21. Princip rešetke tipa Coanda.</p>	 <p style="text-align: center;">EFEKAT COANDA</p>

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

 Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

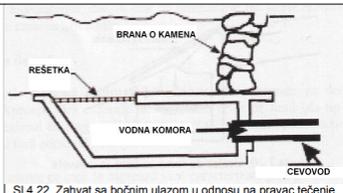
 Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 



Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 



<p style="color: red; font-weight: bold; font-size: small;">ZAHVAT SA BOČNIM ULAZOM U ODNOSU NA PRAVAC TEČENJA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ PRIMENJUJE SE KOD REKA SA VELIKIM PROTICAJEM. ○ PRESEK ULAZA U ZAHVAT POSTAVLJA SE BOČNO OD PRAVCA KRETANJA VODE. ○ NA OVAJ NAČIN SPREČAVA SE ULAZAK NANOSA U ZAHVAT. ○ OMOGUĆUJE SE PRANJE NANOSA ISPRED ZAHVATA. ○ NANOS ODLAZI PREKO PRELIVA. ○ AKO U VODNU KOMORU ZAHVATA UDE NANOS TREBA GA PRIHVATITI PESKOLOVCEM KOJI SE PROJEKTUJE U OKVIRU BAZENA VODNE KOMORE. ○ PESKOLOVAC TREBA DA ZADRŽI ČESTICE VEĆE OD 0.2 mm. 	
--	---	--

Sl.4.22. Zahvat sa bočnim ulazom u odnosu na pravac tečenje.

4.4.3. Cevovod kao derivacija

<p style="color: red; font-weight: bold; font-size: small;">IZBOR MATERIJALA ZA CEVOVOD</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ CEVOVOD POD VELIKIM PRITISKOM ○ PRVI PROBLEM KADA JE U PITANJU CEVOVOD JE CENA. ○ CENA CEVOVODA DIREKTNO ZAVISI OD MATERIJALA KOJI SE KORISTI ZA IZRADU CEVOVODA. ○ ZA CEVOVODE VELIKIH PREČNIKA I SAVRLO VELIKIM PADOVIMA ZAVARENI ČELIK JE JEDINO REŠENJE. 	
---	---	--

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 



<p style="color: red; font-weight: bold; font-size: small;">IZBOR MATERIJALA ZA CEVOVOD</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ CEVOVOD SA MALIM I SREDNJIM PRITISKOM 	<ul style="list-style-type: none"> ○ KOD CEVI VELIKOG PREČNIKA ○ ZA SREDNJE I MALE PADOVE CEVOVOD OD ČELIKA NIJE EKONOMIČNO REŠENJE. ○ SA PADOM PRITISAKA U CEVOVODU, DEBLJINA ZIDA CEVOVODA OPADA. ○ SLOJ ZA KOROZIVNU ZAŠTITU NE ZAVISI OD DEBLJINE ZIDA CEVOVODA. ○ DEBLJINA ZIDOVA CEVOVODA ZAVISI I OD NAČINA TRANSPORTA I MONTAŽE CEVI. ○ KOD MALIH PREČNIKA KORISTE I CEVI OD PREDNAPREGNUTOG BETONA - ČELIČNE CEVI SA MUFOM I LI FLANŠAMA KOJE ELIMINIŠU ZAVARIVANJE. - CEVI OD PREDNAPREGNUTOG BETONA - NEDOSTATAK SE OGLEDA U TRANSPORTU I MOTAŽI - CEVI OD PVC –A ILI POLIETILENA - PVC CEVI MORAJU BITI UKOPANE MINIMUM 1m, JER NESMEJU DA BUDU IZLOŽENE RADIJACIJU UV ZRAKA. - POLIETILENSKE CEVI VELIKE OTPORNOSTI MOGU BITI I NA POVRŠINI TERENA. - KOD SKRETANJA PRAVCA POLUPREČNIK NESME BITI MANJI OD 20 ... 40 PREČNIKA CEVI. SPAJANJE SE OBAVLJA NA SPECIJALAN NAČIN.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ KOD CEVI MALOG PREČNIKA KORISTI SE: 	

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
 Erasmus+ Programme
 of the European Union
 

PRORAČUN PREČNIKA CEVOVODA	<ul style="list-style-type: none"> ○ PREČNIK CEVOVODA SE ODREĐUJE NA BAZI EKONOMSKIH PRORAČUNA. ○ U PRELIMINARNIM PRORAČUNIMA DOZVOLJAVA SE GUBITAK NA CEVOVODU ISPOD 4% OD BRUTO PADA. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ IZRAZ ZA PRELIMINARNO DIMENZIONISANJE POLAZI OD IZRAZA MANINGA ZA GUBITAK PRITISKA (Δh): $\Delta h = 10.3 \times \frac{n^2 \times Q^2}{D^{5.33}} \times L \dots\dots\dots 4.6$ ○ AKO U MESTO (Δh) STAVIMO DOZVOLJENI GUBITAK PRITISKA $4 \times H / 100$, GDE JE H PAD CENTRALE, ODNOSNO PREČNIK CEVOVODA U PRELIMINARNIM PRORAČUNIMA: $D = 2.69 \times \left(\frac{n^2 \times Q^2 \times L}{H} \right)^{0.1875} \dots\dots\dots 4.7$ ○ DEBLJINA ZIDA CEVI t ODREĐUJE SE PRIMENOM KOTLOVSKE FORMULE: $t = \frac{p \times D}{2 \times \sigma_t \times k} + t_1 \dots\dots\dots 4.8$ ○ CEVOVOD TREBA DA BUDE DOVOLJNO KRUT DA BI SE MOGAO MANEVIRATI PRILIKOM MONTAŽE. ○ U SKLADU SA PREPORUKAMA DEBLJINA ZIDA CEVOVODA (u mm) TREBA DA BUDE 2.5 PUTA PREČNIKA CEVOVODA (u metrima), I TREBA DODATI 1.2 mm. 	GDE JE: - n = KOEFICIJENT RAPAVOSTI - Q = PROTICAJ KOJI PROLAZI KROZ CEVOVOD - D = PREČNIK CEVOVODA - L = DUŽINA CEVOVODA GDE JE: - t = DEBLJINA ZIDA CEVOVODA - σ_t = DOZVOLJENI NAPON NA ZATEZANJE, I ZAVISI OD VRSTE MATERIJALA CEVOVODA, - p = UNUTRAŠNJI PRITISAK - D = PREČNIK CEVOVODA - k = KOEFICIJENT USLOVA RADA USVAJA SE OD 0.9 ... 1.0. - t_1 = DODATAK ZA ZAŠTITU OD KOROZIJE.

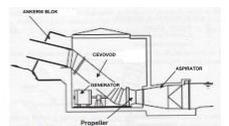
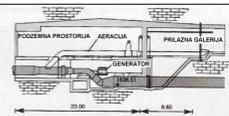
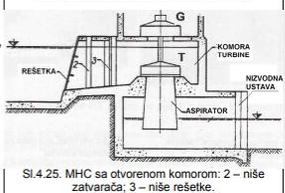
Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders
www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
 Erasmus+ Programme
 of the European Union
 

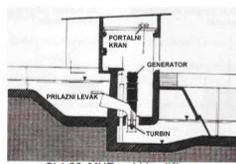
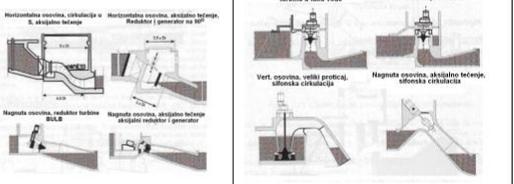
PRITISAK NA KOJI SE RAČUNA CEVOVOD	<ul style="list-style-type: none"> ○ CEVOVOD SE RAČUNA NA MAKSIMALNI PRITISAK p KOJI TREBA UVEĆATI ZA VODNI UDAR: 	- U NORMALNIM USLOVA RADA TURBINE PELTON, VODNI UDAR JE 25% OD BRUTO PADA TURBINE; - KOD REAKTIVNIH TURBINA, FRANCIS I KAPLAN, VODNI UDAR JE OD 25% ... 50% OD BRUTO PADA TURBINE.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ VODNI UDAR U SPECIJALNIM SLUČAJEVIMA MOŽE BITI I NEKOLIKO PUTA STATIČKI PRITISAK TURBINE. 	- U SLUČAJU HAVARIJE SISTEMA KONTROLE RADA TURBINE, KADA DOLAZI DO NAGLOG ZATVARANJA TURBINE;
	<ul style="list-style-type: none"> ○ VELIČINA VODNOG UDARA ZAVISI OD: 	- BRZINE PROPAGACIJE TALASA; - OD PREČNIKA CEVI; - OD DEBLJINE ZIDOVA CEVI; - OD MODULA ELASTIČNOSTI OD KOGA JE IZRADEN CEVOVOD.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ ELASTIČNOST MATERIJALA UTIČE NA VELIČINU VODNOG UDARA: 	- NAPRIMER: DINAMIČKI VODNI UDAR KOD ČELIČNIH CEVOVODA JE PREKO TRI PUTA VEĆI OD VODNOG UDARA KOD CEVOVODA OD POLIETILENA.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders
www.swarm.ni.ac.rs

		Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 	
4.4.4. Zgrada centrale			
ZGRADA CENTRALE KOD DERIVACIONIH MHE	<ul style="list-style-type: none"> ○ ZGRADA JE JEDNOSTAVNE KONSTRUKCIJE ZA SMEŠTAJ HIDRO I ELEKTRO OPREME; ○ KOD MALIH SNAGA MINI HIDROELEKTRANA OPREMA JE JEDNOSTAVNA: <ul style="list-style-type: none"> - NISU POTREBNE DODATNE INSTALACIJE, - ZA MOTAŽU I KONTROLU NIJE POTREBNA PORTALNA DIZALICA, - KONSTRUKCIJA JE JEDNOSTAVNA, - GABARITI ZGRADE SU MINIMALNI, 4.23. ○ REŠENJA ZGRADE SU RAZLIČITA, ZAVISI OD LOKALNIH USLOVA ○ NA SLICI 4.24. PRIKAZANO JE REŠENJE JEDNE PODZEMNE MHE FRASIN LOCIRANE U PRILAZNOJ ŠTOLNI ODVODNE VADE HC RUCAR. 	 <p>SI.4.23. Jednostavna konstrukcija za smeštaj opreme.</p>  <p>SI.4.24. Lociranje podzemne MHC Frasin.</p>	
ZGRADE TIPA BRANA	<ul style="list-style-type: none"> ○ IMAJU ZNAČAJNE PROMENE U ODNOSU NA TRADICIONALNA REŠENJA ○ KONSTRUKCIJA CENTRALE OBEZBEĐUJE DOVOD I ODVOD VODE, ○ SPIRALNA KOMORA I ASPIRATOR BILE SU KOMPLIKOVANE KONSTRUKCIJE OD BETONA SA KRIVINAMA, ○ U SLUČAJU MHE KOMPLKNA KONSTRUKCIJA JE POJEDNOSTAVLJENA, ○ TURBINA SE POSTAVLJA U OTVORENU PROSTORIJU ČIME SE ELIMINIŠE SPIRALNA KOMORA. ○ ASPIRATOR MHE IMA JEDNOSTAVAN OBLIK, BEZ KRIVINE, I IZVODI SE OD METALA, SL.4.25. 	 <p>SI.4.25. MHC sa otvorenom komorom: 2 – niše zatvarača; 3 – niše rešetke.</p>	

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

		Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 	
ZGRADE TIPA BRANA			
<ul style="list-style-type: none"> ○ DONJI DEO ZGRADE JE UMIRUJUĆI BAZEN, ○ KONSTRUKCIJA CENTRALE JE JOŠ JEDNOSTAVNIJA UKOLIKO JE CIRKULACIJA VODE PREKO SAMONOSEĆE METALNE KONSTRUKCIJE, SL.4.26. ○ ZAVISNO OD TIPA OPREMANJA I KARAKTERISTIKA TURBINA MOGUĆE SU RAZLIČITE DISPOZICIJE. ○ NA SL.4.27 PRIKAZANE SU RAZLIČITE DISPOZICIJE CENTRALA SA TURBINAMA KAPLAN. 			
 <p>SI.4.26. MHE sa hidrauličkom</p>		 <p>SI.4.27. Varijante lociranja turbine Kaplan.</p>	

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

 **swarm**

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 



HVALA NA PAŽNJI!

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs