

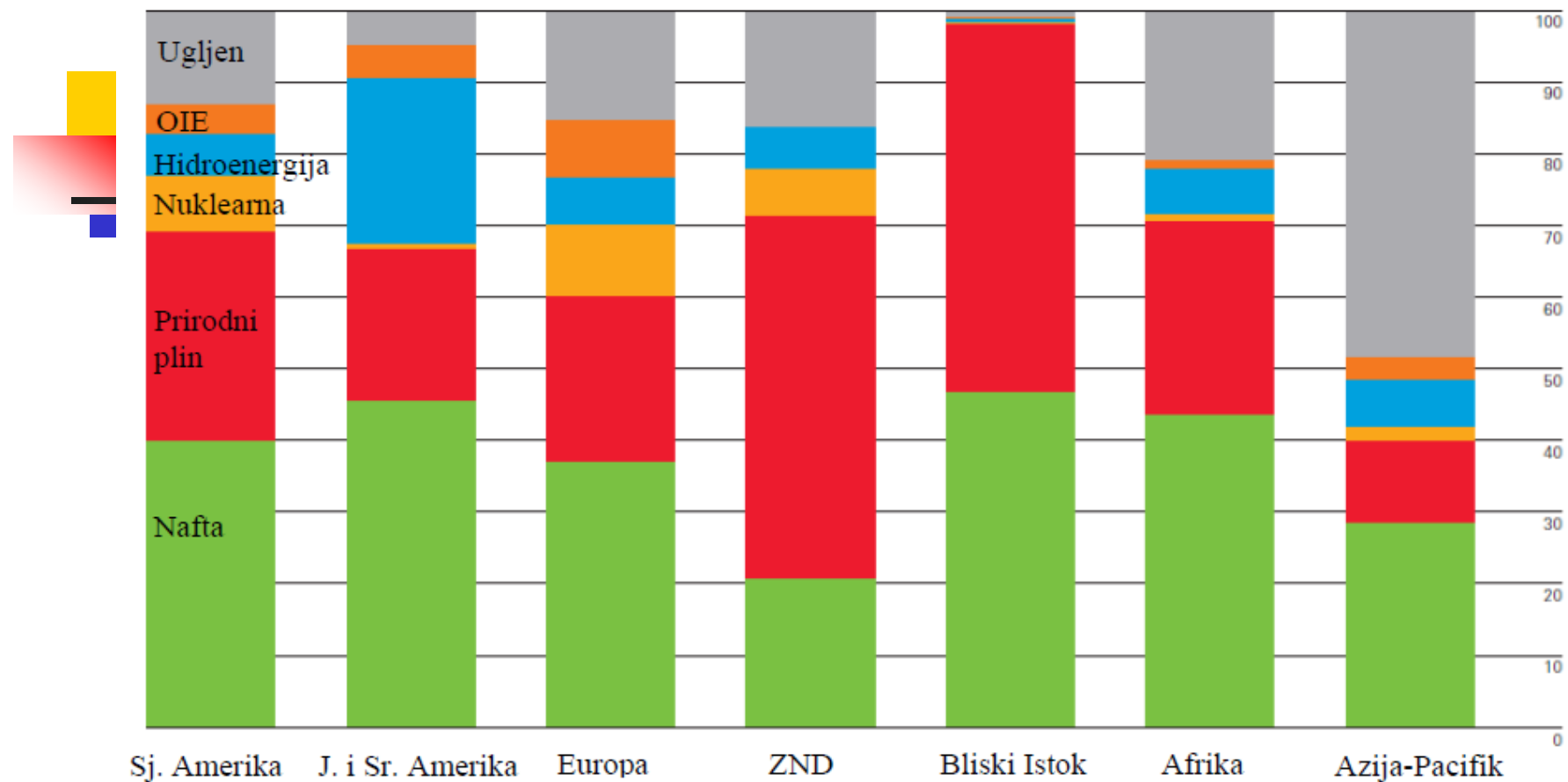
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Zavod za termodinamiku, strojarstvo i energetiku



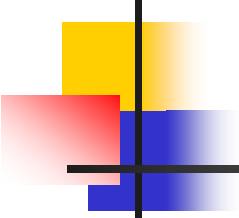
ENERGETIKA

Studij: Kemijsko inženjerstvo (V semestar)

prof. dr. sc. Igor Sutlović

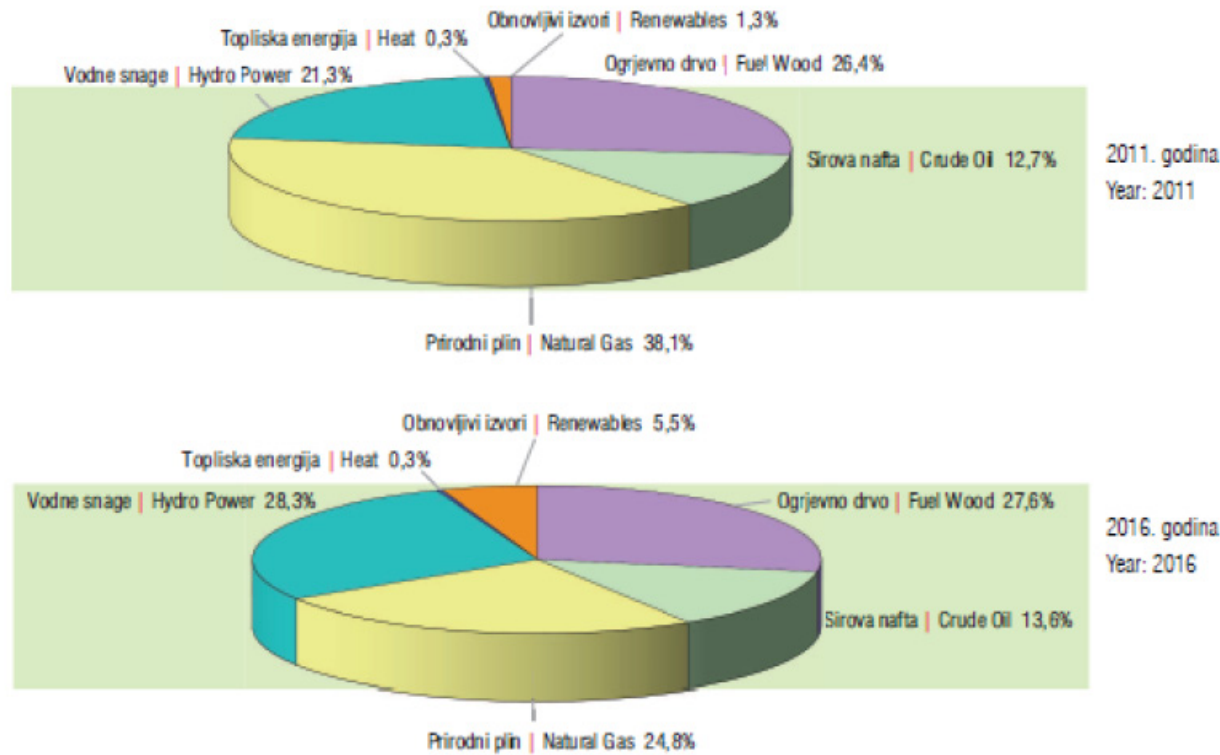


Slika 1. Potrošnja primarne energije po regijama (%) (Izvor: BP Statistical Review of World Energy 2017.) (ZND-Zajednica Neovisnih Država)



Tablica 2. Države s najvećim instaliranim kapacitetima u hidroelektranama (Izvor EHA, REN 21)

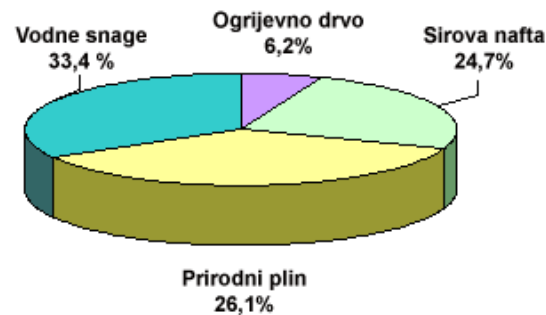
	Ukupna snaga krajem 2015. (GW)	Snaga instalirana u 2015. (GW)	Proizvedeno el. energije (TWh)
Kina	319	19	1126
SAD	102	0,1	250
Brazil	92	2,5	382
Kanada	79	0,7	376
Indija	52	1,9	120
Rusija	51	0,2	160



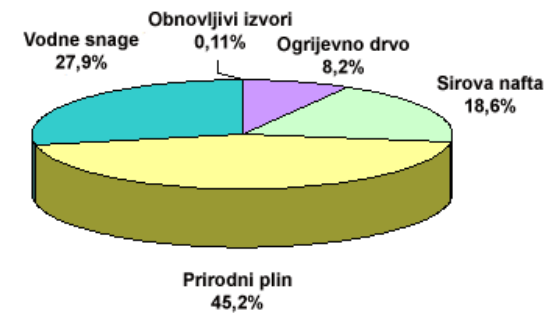
Udjel pojedinih izvora primarne energije u Hrvatskoj (EI Hrvoje Požar)

Slika 2. Udio vodnih snaga u ukupno proizvedenoj primarnoj energiji u Hrvatskoj u 2011. i 2016. (Izvor: Energija u Hrvatskoj 2016.)

2001. godina



2006. godina



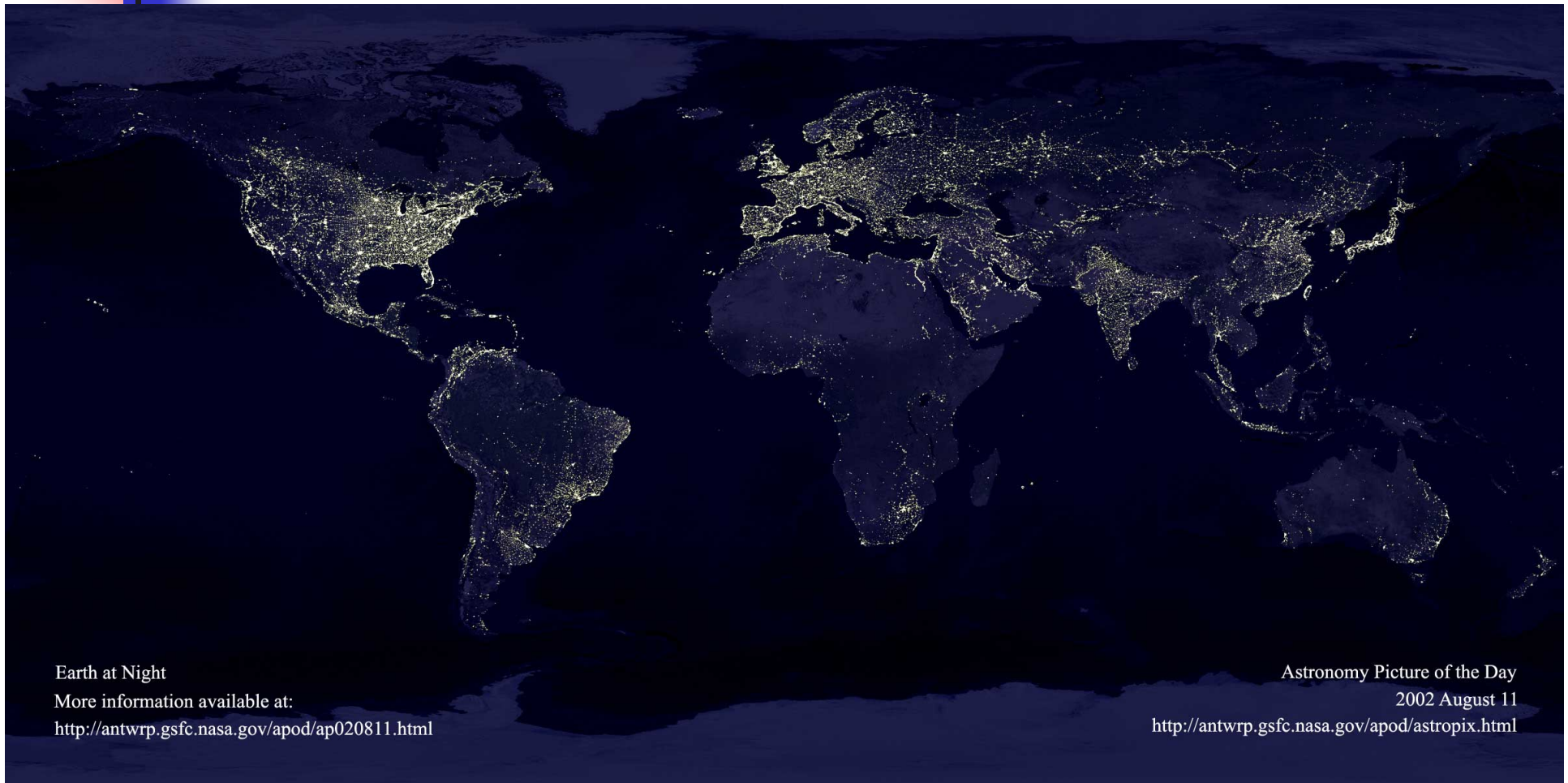
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za termodinamiku, strojarstvo i energetiku

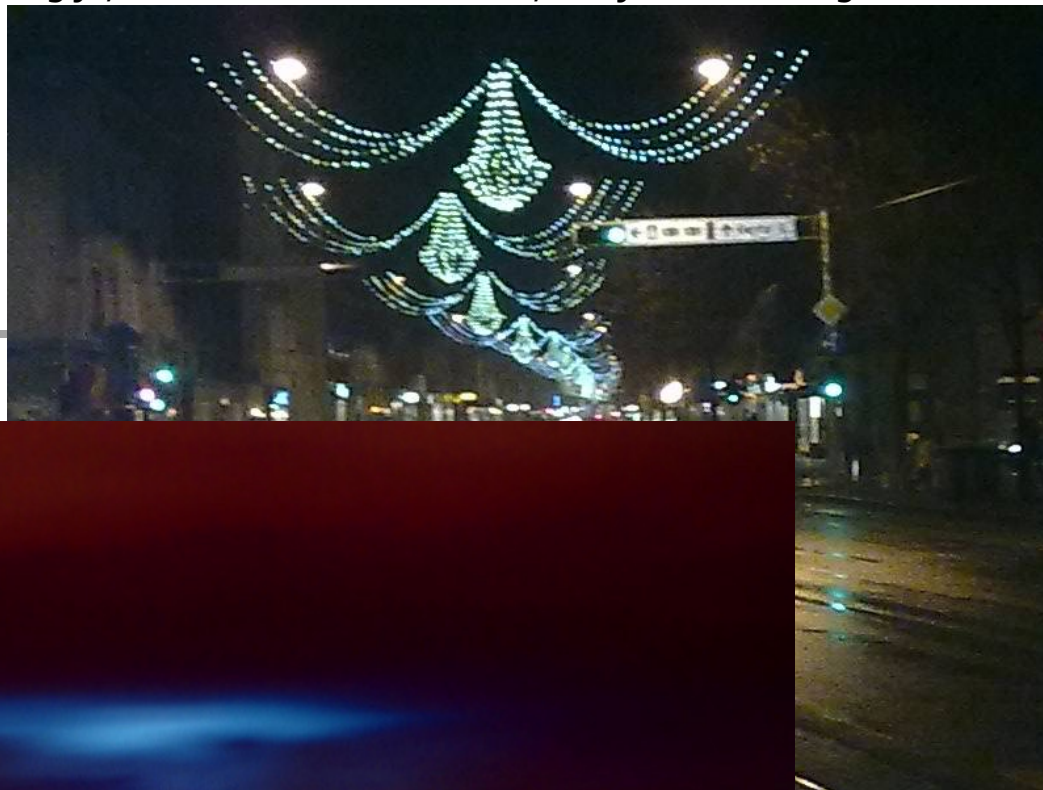
Kapaciteti za proizvodnju električne energije Electricity generation capacity	Raspoloživa snaga • Available power [MW]	Proizvedena električna energija u 2019. godini (na generatoru) Gross Electricity produced in 2019 [GWh]
Hidroelektrane • Hydro power plants	2 199,7 46,7%	5 932,6
Akumulacijske • Storage	1 485,7	3 584,5
Crpne • pumped-storage	275,4	502,0
Protočne • Run-of-river	405,3	1 731,1
Male HE • Small HPP	33,3	115,0
Termoelektrane • Thermal power plants	1 781,0 37,8%	5 277,1
Ugljen • Coal	331,0	1 639,4
Prirodni plin • Natural gas	969,1	2 629,4
Naftni derivati • Oil derivatives	343,5	38,3
Biomasa • Biomass	75,5	477,1
Geotermalna energija • Geothermal	10,0	91,9
Bioplin • Biogas	51,9	401,0
Vjetroelektrane • Wind Power Plants	646,3 13,7%	1 467,3
Sunčane elektrane • Solar Power Plants	84,8 1,8%	83,1
Ukupno • Total	4 711,8	12 760,1

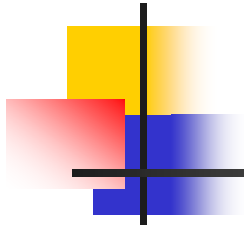
Tablica 4. Ukupno proizvedena i potrošena električna energija u Hrvatskoj s udjelima električne energije proizvedene u hidroelektranama (Izvor: Energija u Hrvatskoj 2016.)

	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
Proizvodnja, GWh						
ukupna	11372	10755,3	14052,2	13555,8	11402	12818,6
u HE	5161,7	4999,1	8727	9124,3	6555,4	7057,6
Ukupna potrošnja, GWh						
	18527,6	18186,4	17921,6	17506,7	18190,4	18349,5
Udio HE, %						
u proizvodnji	45,4	46,5	62,1	67,4	57,5	55,1
u ukupnoj potrošnji	27,9	27,5	48,6	52,1	36,0	38,5

Što prikazuje ova slika ?





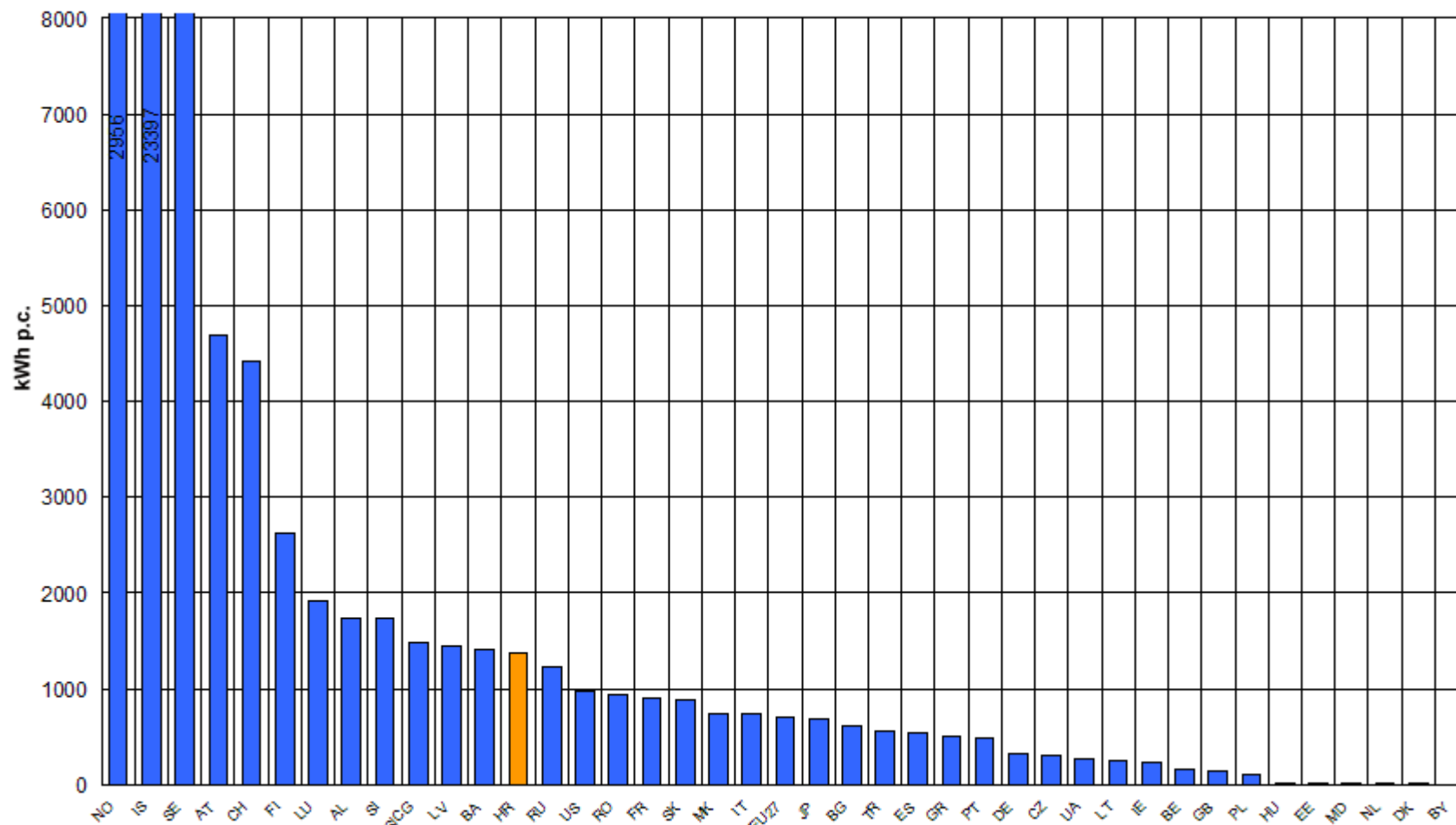


“Pogledajte, uđete li u mračnu sobu i uhvatite li se zida pored vrata i pritisnete ga, a soba ostane tamna – to je prirodno. Ali, ako bljesne svjetlo čim vi pritisnete tada to nije ništa manje doli jedno čudo. Stoga vam kažem – jer se danas, nažalost, udomaćilo sve uzimati posve prirodnim – tome čudu je ipak bio potreban teški, stoljetni rad mnogih, vrlo mudrih i vrlo vještih ljudi.”

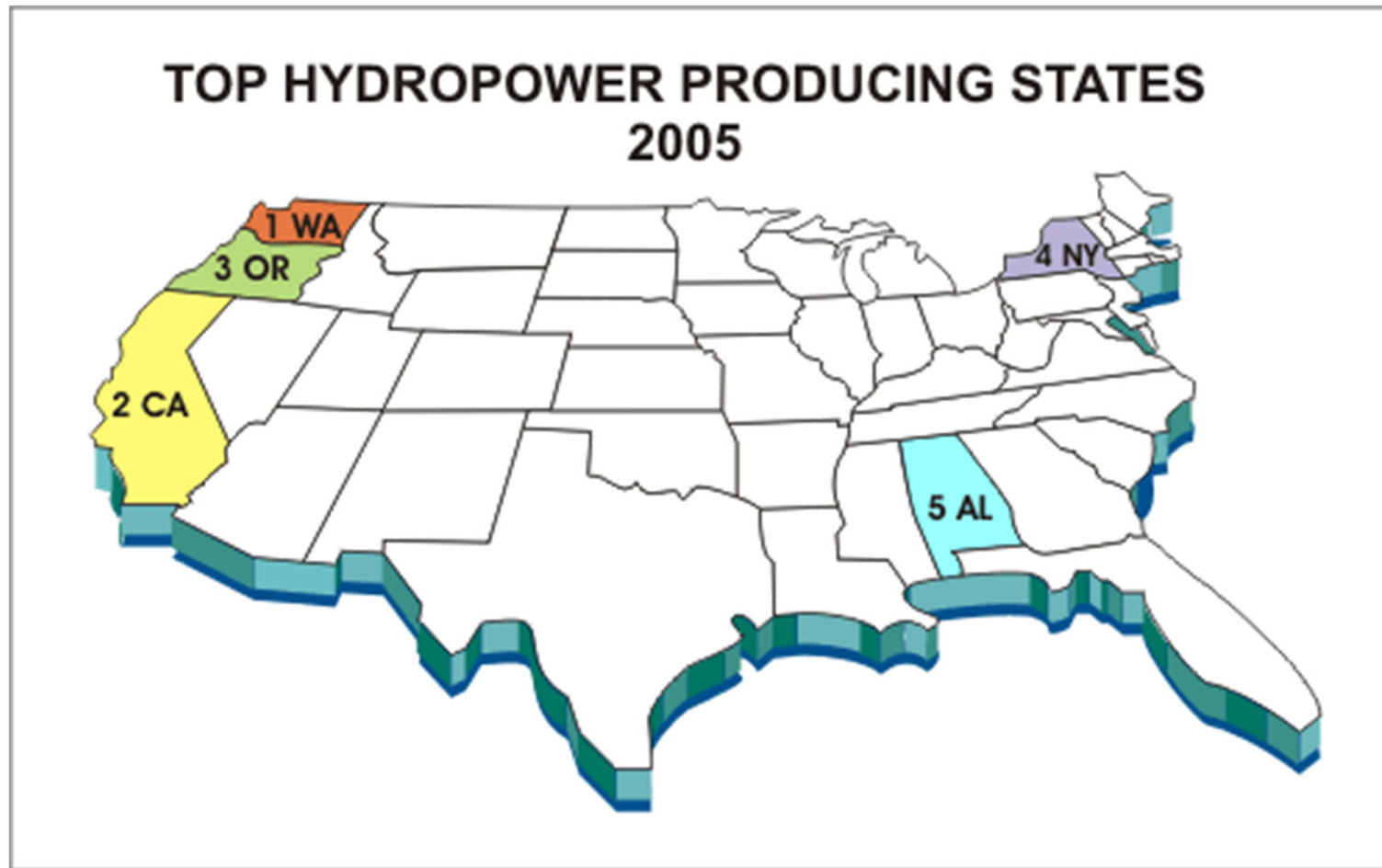
Werner Heisenberg (1950. g.) – njemački fizičar, dobitnik Nobelove nagrade za fiziku

Svjetska proizvodnja el. energije u HE (EIHP)

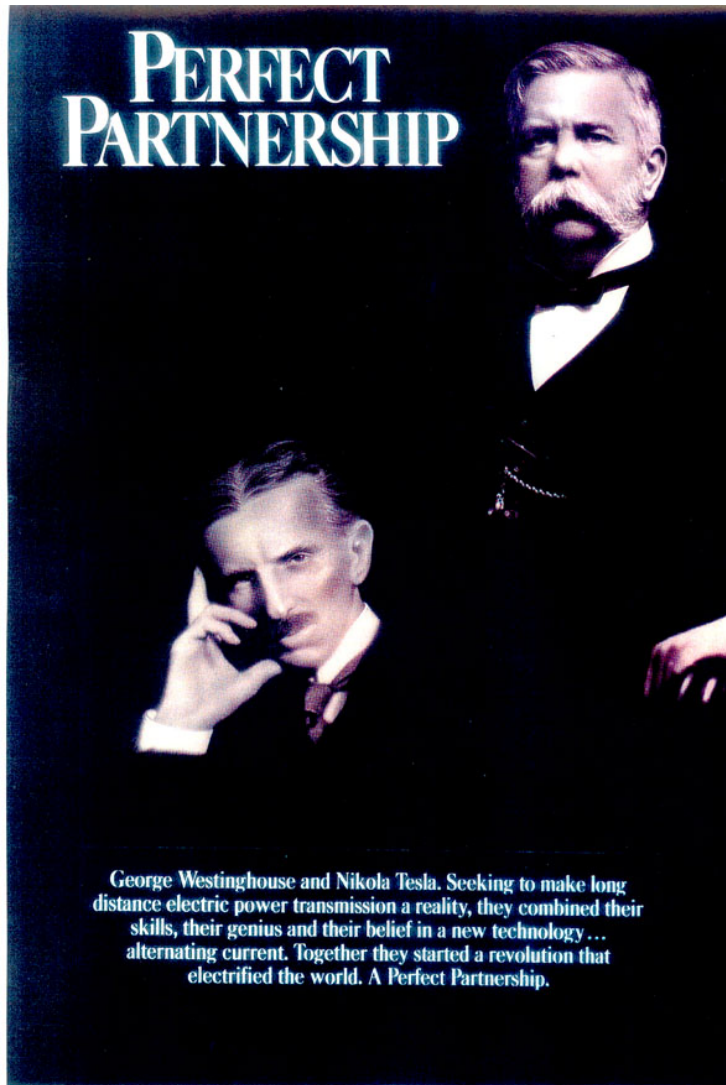
Proizvodnja električne energije u hidroelektranama po stanovniku



Polovina ukupnih hidroenergetskih kapaciteta u SAD-u nalazi se u tri države (Washington, California i Oregon) s udjelom Washingtona od 27%.



Povijest ovog područja vezana je uz Nikolu Teslu



Energetika, prof. dr. sc Igor Sutlović

NIKOLA TESLA The Genius Who Lit the World

Father of the Polyphase alternating current system electricity and A-C Induction Motor
Niagara Falls - the Electrical Wonder of the World

Harnessing of Niagara Falls power in 1896 as the first large scale hydro-electric power plant in the world, brought about widespread introduction of Tesla's polyphase system electricity.

In 1893 a contract was signed with Westinghouse Company to build the first two Niagara generators of 5,000 hp each, on Tesla's system.

In 1895 the first two Tesla-Westinghouse polyphase generators began turning at Niagara.

In 1896, a 22 mile transmission line was erected and equipped with transformers and rotary converters by the General Electric Company, carried Niagara electric power to run street cars and operate lights in Buffalo, New York.

The success of Niagara was immediate and glamorous. Seven more 5,000 hp generators were ordered from Westinghouse to complete Power House No. 1.

General Electric Company was given a contract to make 11 similar generators for Power House No. 2.

By the time the plant had been completed in 1903, practically all big generating stations in the United States had adopted Tesla's system.

Niagara was the final victory of Tesla's polyphase alternating current system electricity, which is today lighting the entire world.



Tesla Memorial Society

- Aleksey Leonov, Russian Cosmonaut
- Prof. Aleksandar Marincic, Writer/Educator
- Milan Obradovich, ME, Public Rel.
- Djordje Berar, Journalist
- John Wagner, Dir. Youth Div.
- Vlado Gojnic, Writer

- Dr. Ljubo Vujovic, Gen. Secretary
- Margaret Cheney, Writer
- Leland Anderson, Writer
- Vesna Nesovic, Journalist
- Jeffrey Stanley, Writer
- Gisela Bongard, German Publisher
- Osaki Shindu, Japanese Writer

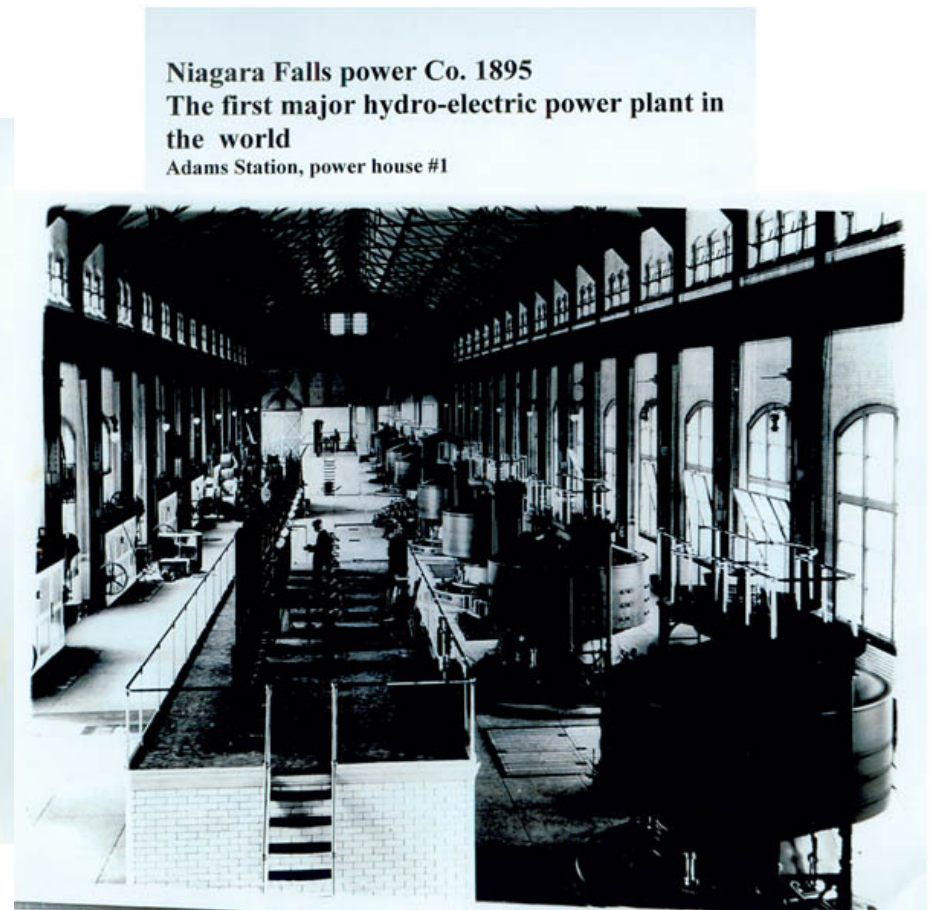
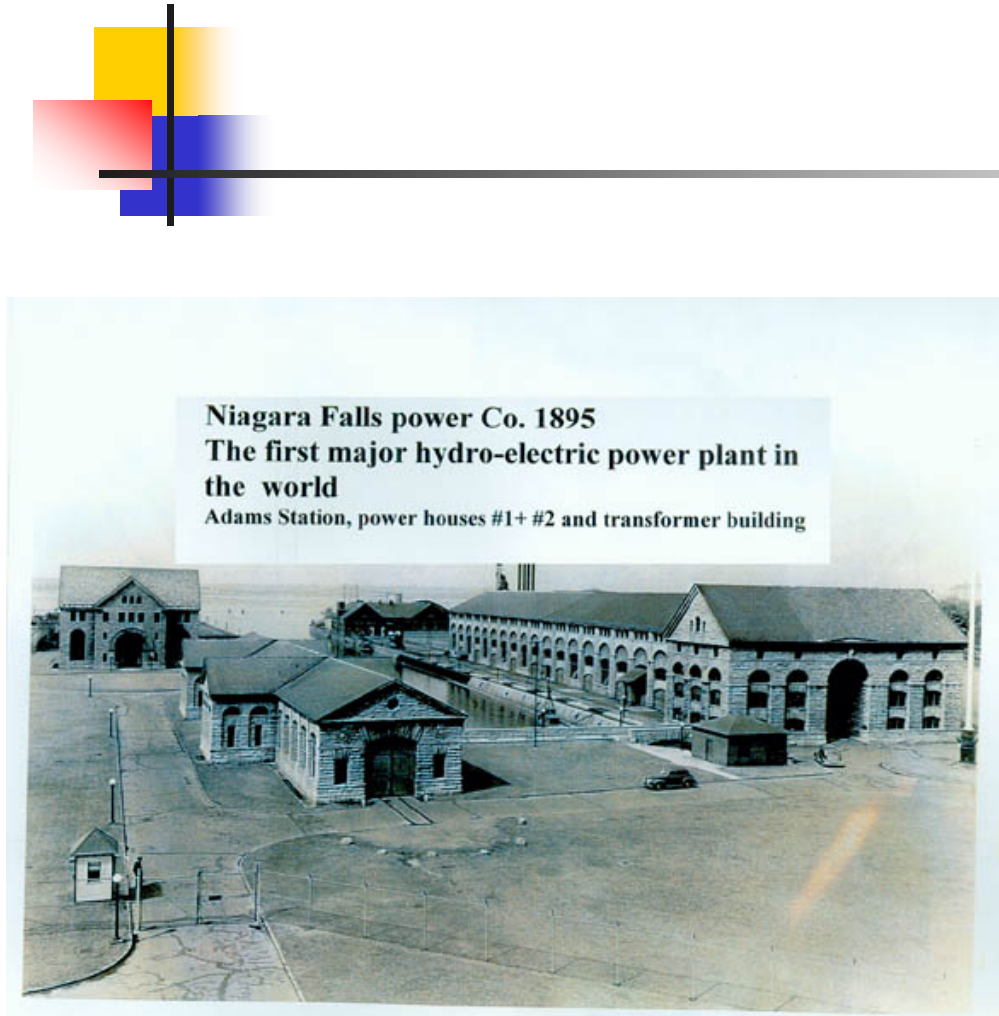
- Nicholas Kosanovich, Exec. Sec.
- William Terbo, Hon. Chairman
- Marc Seifer, Writer
- Prof. Boris Sinkovitch, NY Univer.
- Carol Costa, Writer
- Anton Angelich, Public Rel.
- Prof. Henry Stroke, NY Univer.

Tesla Memorial Society, Inc.
451 Martin Road
Lackawanna, New York 14218

Poster by: Dr. Ljubo Vujovic

In New York City, on July 10, 1997

Kako je to izgledalo 1895?



Prva hidroelektrana u Europi

JADRANKA KLISOVIĆ

ŠIBENIK - U ponedjeljak se u Šibeniku obilježava 110. obljetnica izgradnje hidroelektrane »Jaruga«, prve HE izgrađene u Europi. Na ideju o gradnji došao je sin poznatoga šibenskog gradonačelnika

V Šibenik je prvi u Europi dobio višefazni izmjenični sustav električne energije

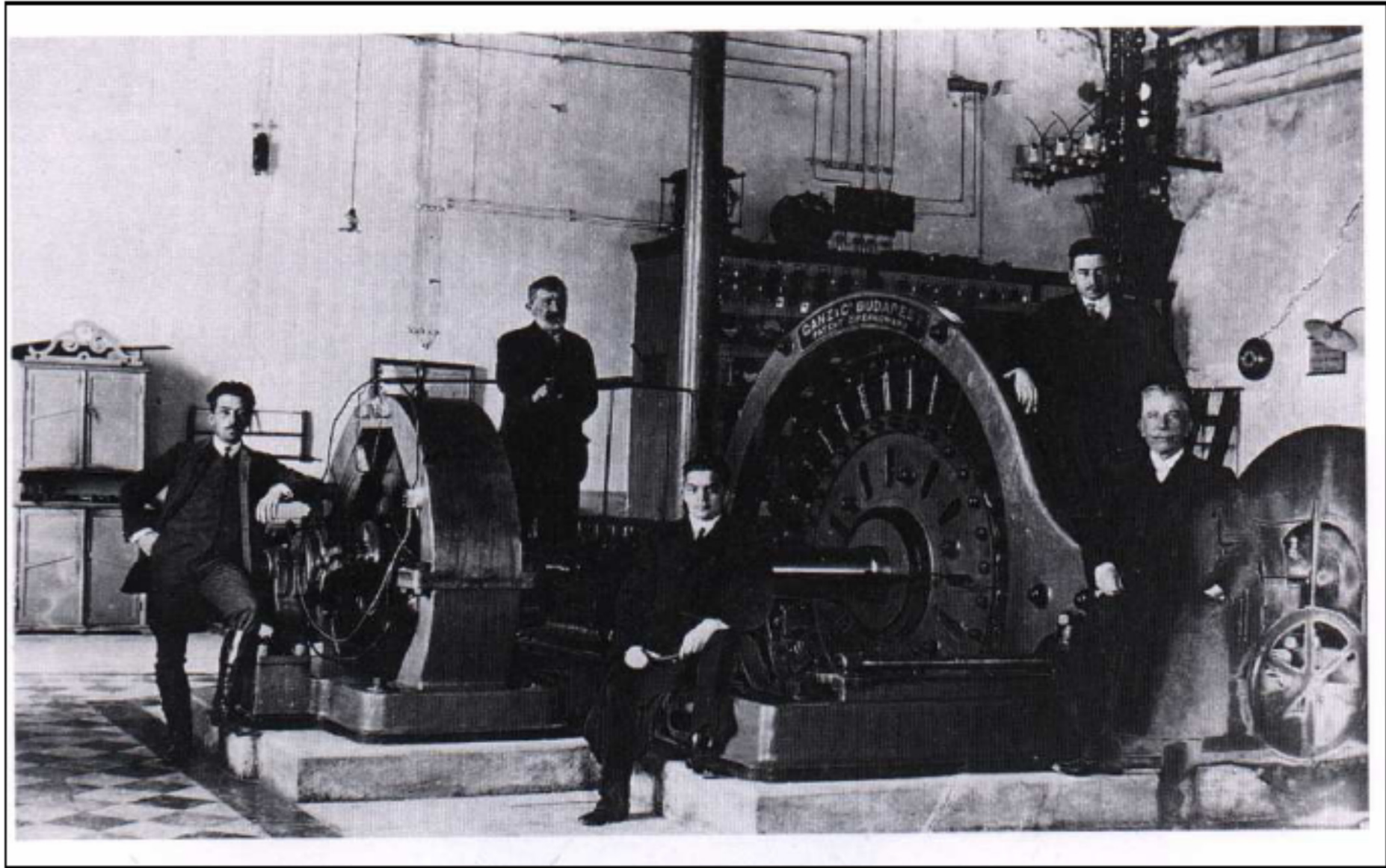
Ante Šupuka, Marko, koji je 1891.g. posjetio izložbu elektrotehnike u Frankfurtu gdje je vidio prijenos veće snage trofazne struje. Otac i sin realizirali su zamisao s inženjerom Vjekoslavom pl. Meichsnerom i tako se rodila prva HE u Europi. Nakon 16 mjeseci gradnje HE Jaruga je proradila 28. kolovoza

1895. u 20 sati. Šibenik je tako postao prvi grad u Europi koji je dobio višefazni izmjenični sustav, koji je preko 11 kilometara dugog dalekovoda do Šibenika i trafostanica opskrbljivao 320 gradskih svjetiljki. Tri dana nakon šibenske u pro-

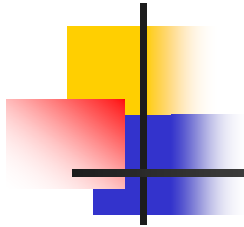
met je, prema Teslinu patentu, puštena hidroelektrana na slapovima Nijagare u SAD. Šibenska HE Jaruga radila je bez prestanka punih 20 godina, a onda je na istom mjestu sagrađena nova, koja je i danas u funkciji.



Na slapovima Krke HE »Jaruga« radila je 20 godina



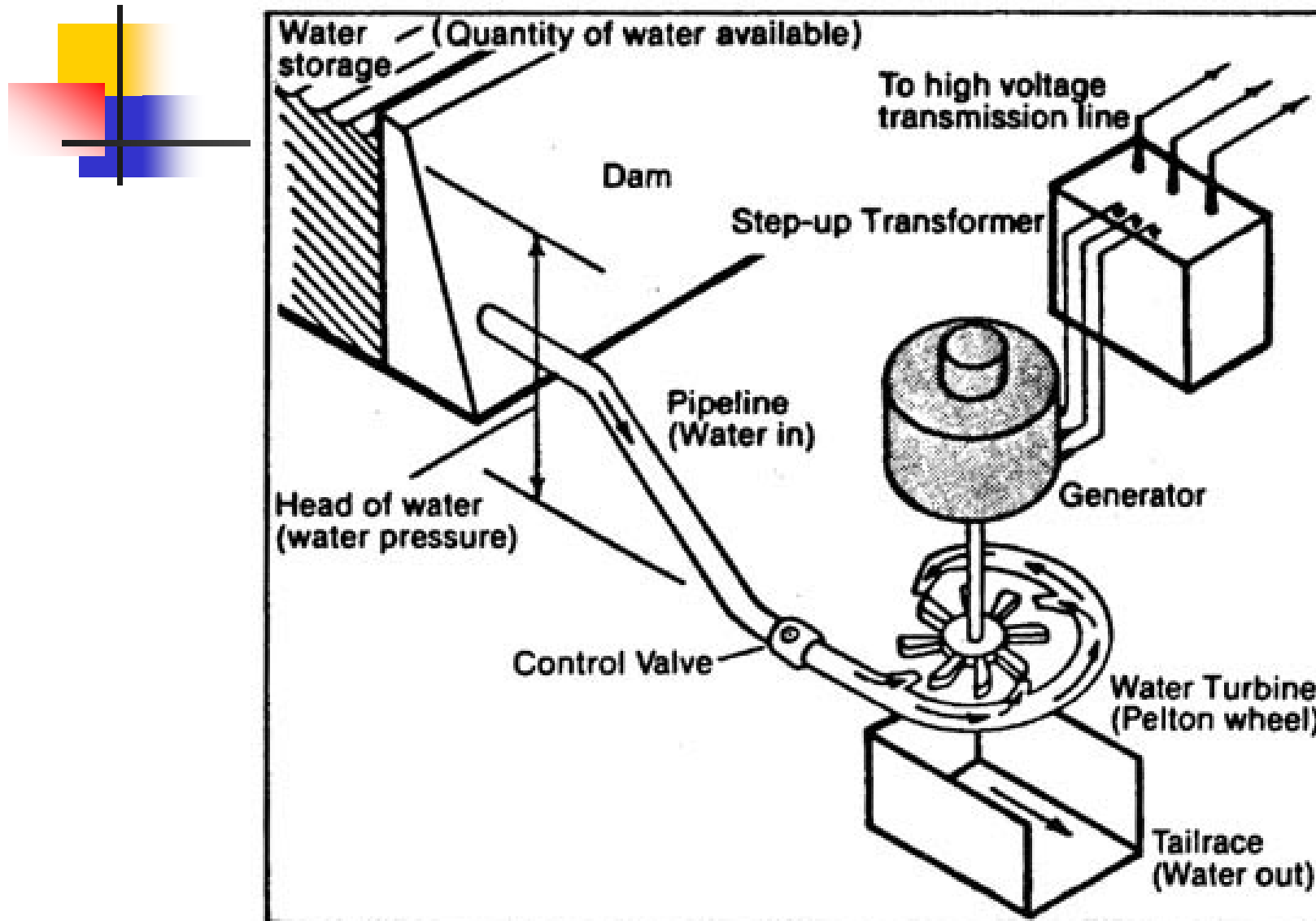
HE Krka (1895. g.) - članovi obitelji Šupuk i suradnici, izvor: Josip Moser: "Šibensko munjivo", izdavač "Gradska knjižnica "Juraj Šižgorić", Šibenik, 1998.



Da bismo proizveli električnu energiju iskorištenjem hidropotencijala trebamo ekonomski isplativu količinu vode koja posjeduje potencijalnu i/ili kinetičku energije

Pretvorba potencijalne i/ili kinetičke energije vode u električnu odvija se u hidroenergetskom postrojenju koje se naziva hidroelektrana.

Općenita shema hidroelektrane





Osnova svake hidroelektrane je vodna turbina

Turbina je stroj koji oduzima energiju vodi (Bernoullijeva j.)
odn. u turbini se potencijalna i/ili kinetička energija fluida
pretvara u mehanički rad

Vrsta turbine odabire se ovisno o:

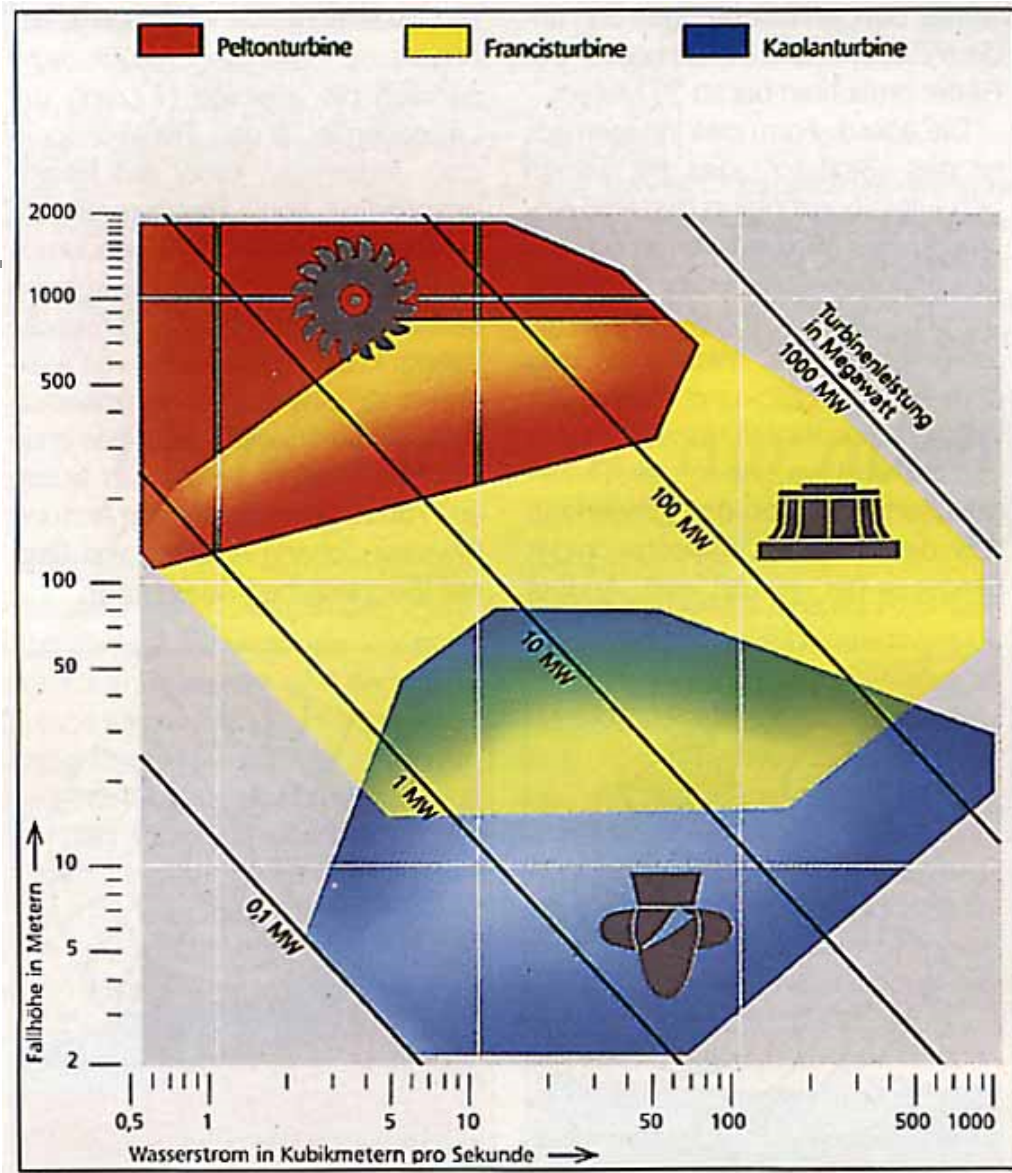
- raspoloživoj razlici visina između najviše i najniže točke vodotoka, mjereno na slobodnoj površini.
- raspoloživom protoku vode

Osnovni tipovi vodnih turbina su:

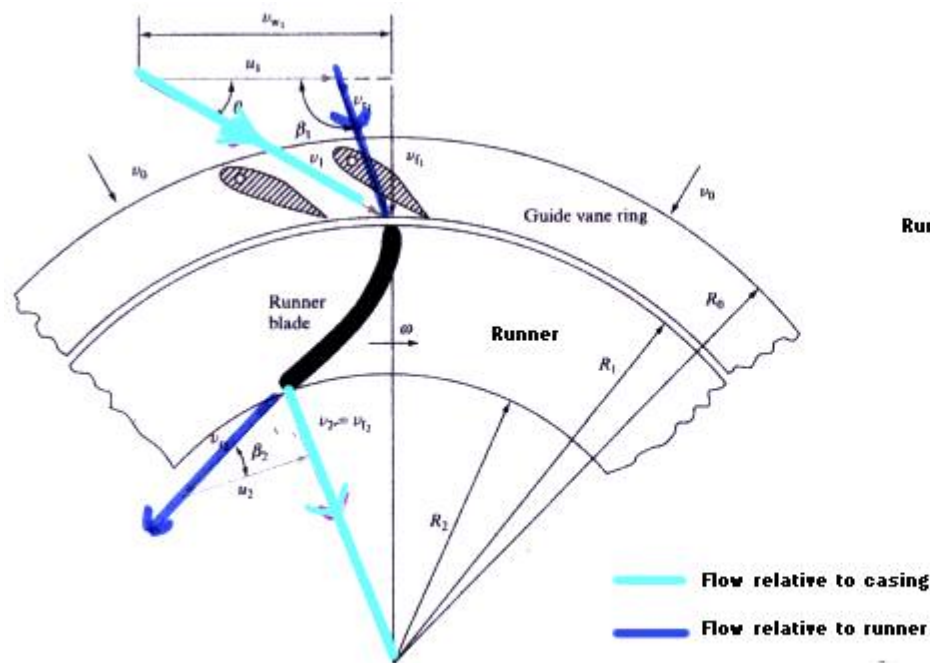
- Pelton,
- Francis i
- Kaplan



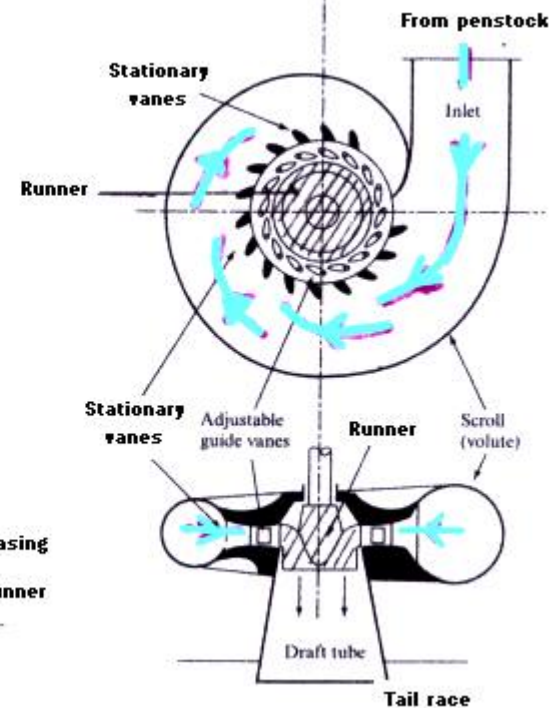
Odabir vrste turbine
ovisno o visini i protoku



Princip rada turbine opisan je Eulerovom j. za turbostrojeve

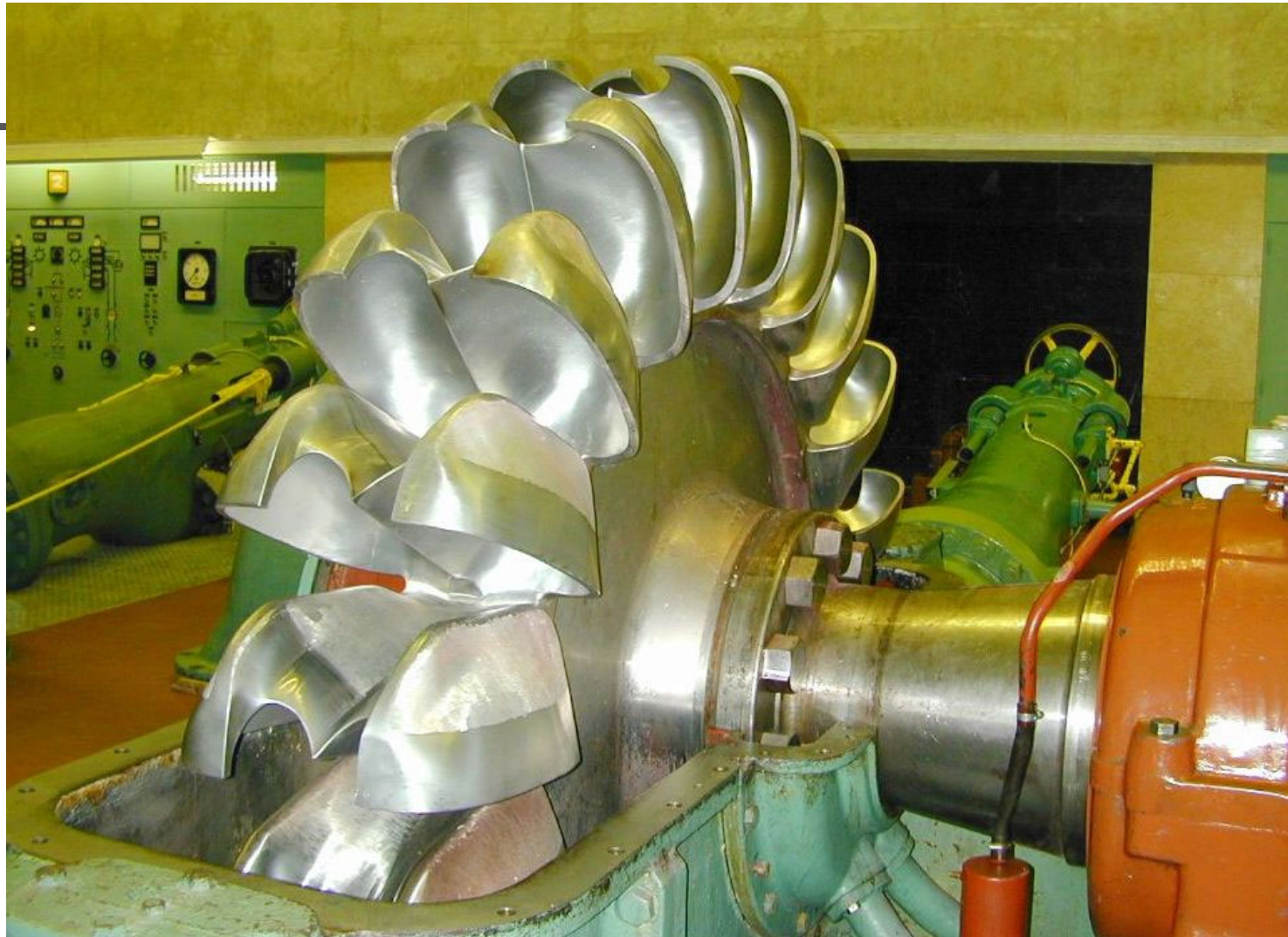


Francis Turbine



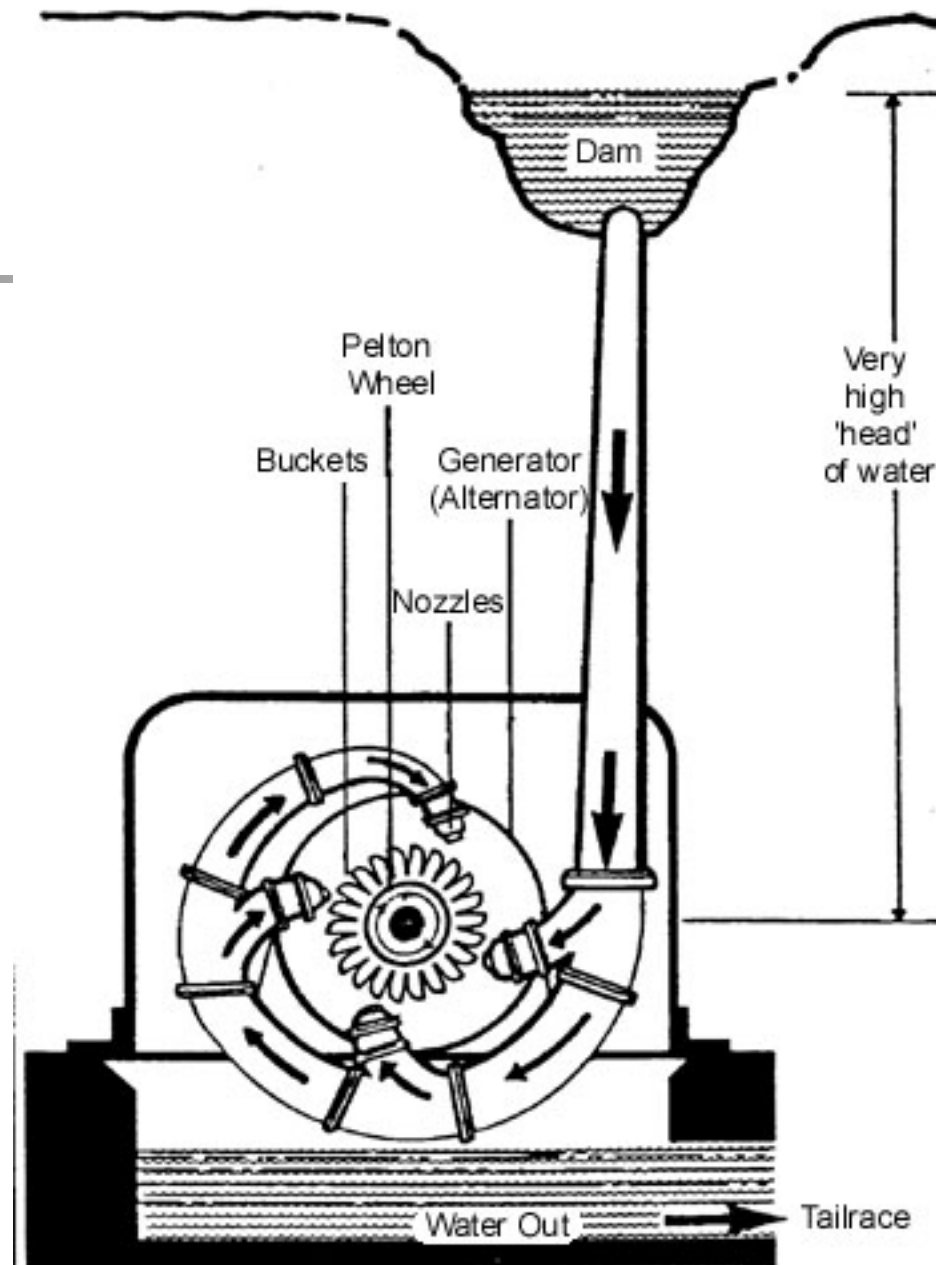
Pelton turbina koristi se za velike visine i manje protoke

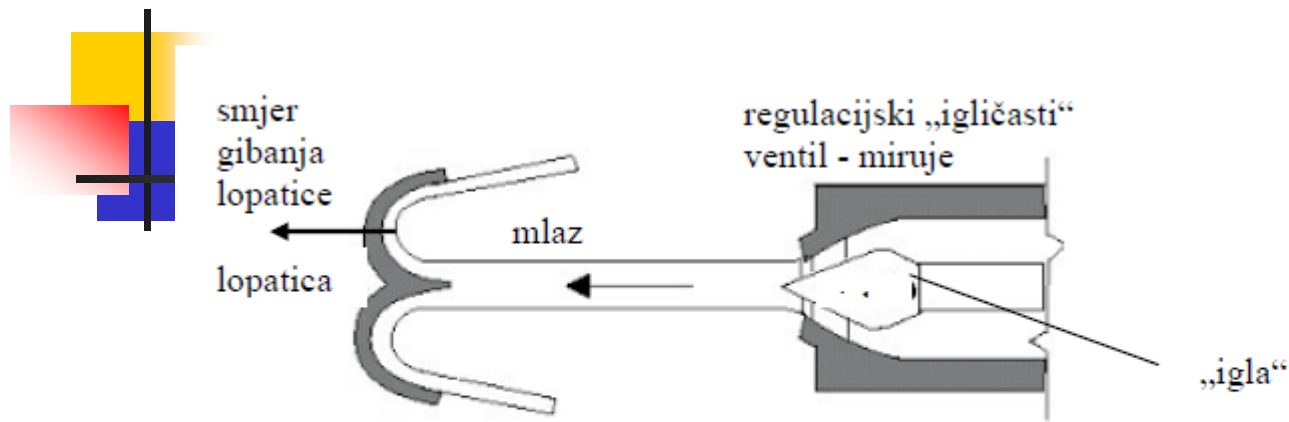
Radno kolo
Pelton
turbine je
čisto akcijsko
tj. koristi
samo
kinetičku
energiju
mlaza. Radno
kolo dok radi
nije
potopljeno
pod vodom



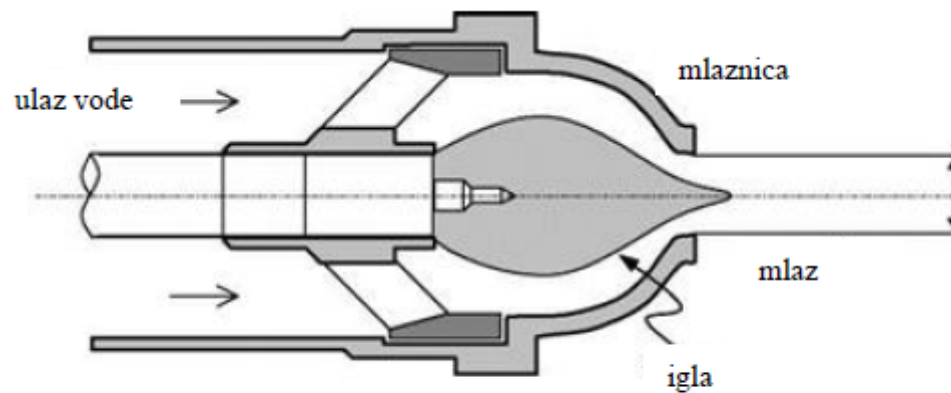


Shema postrojenja s Pelton turbinom



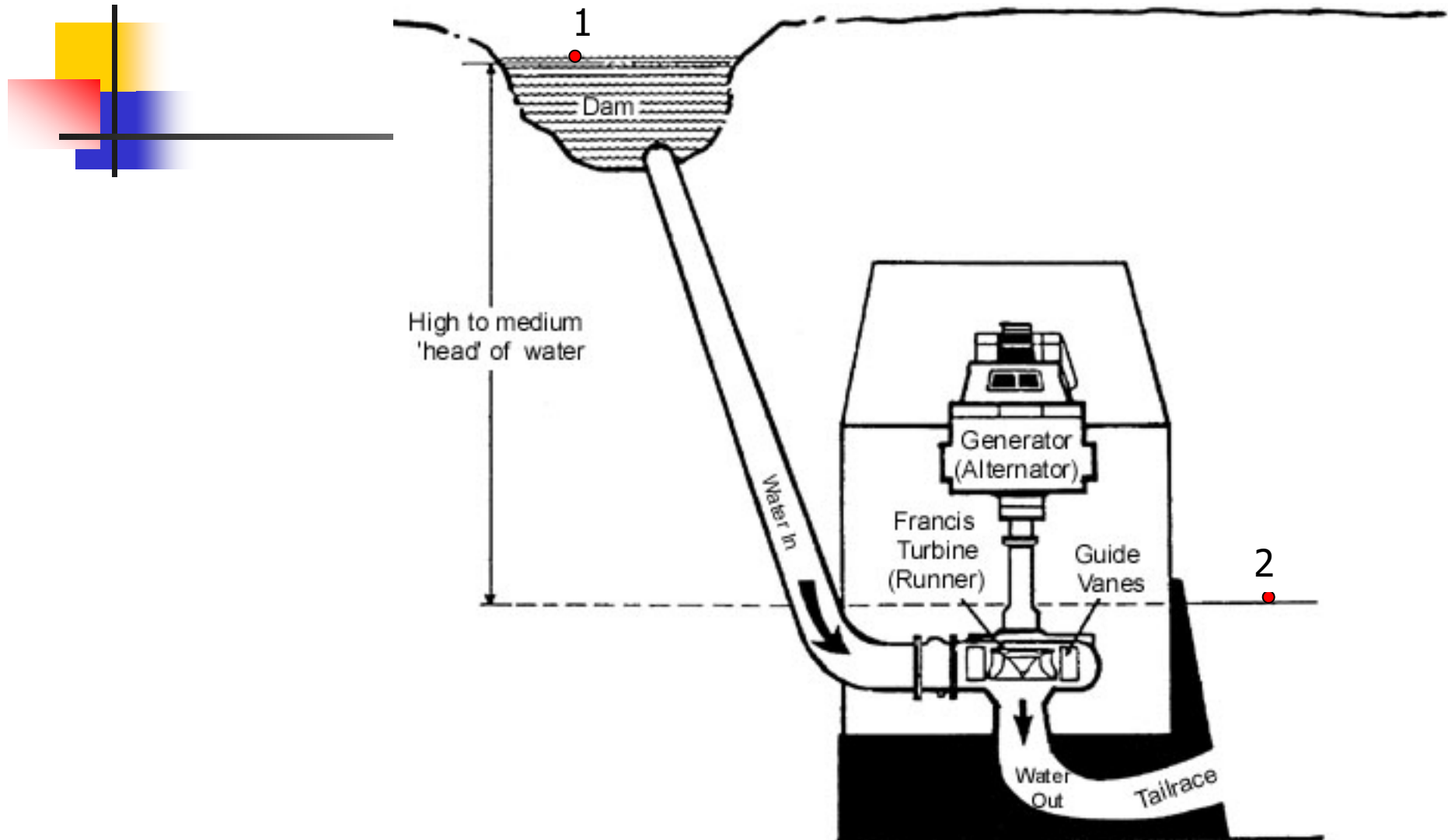


Slika 6. Prikaz gibajuće lopatice zbog djelovanja mlaza i mirujućeg igličastog ventila (izvor: <http://www.microhydropower.net>)



Slika 7. Regulacijski „igličasti ventil“ Pelton turbine (izvor: Solar Energy)

Shema hidroenergetskog postrojenja s Francis turbinom





Kako ćemo izračunati snagu turbine?

Postavljanjem modificirane Bernoullijeve jednadžbe između 1. i 2.

$$\frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 - h_t = \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2 + \sum h_f + \sum h_{fm}$$

$$\sum h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Linijski gubici

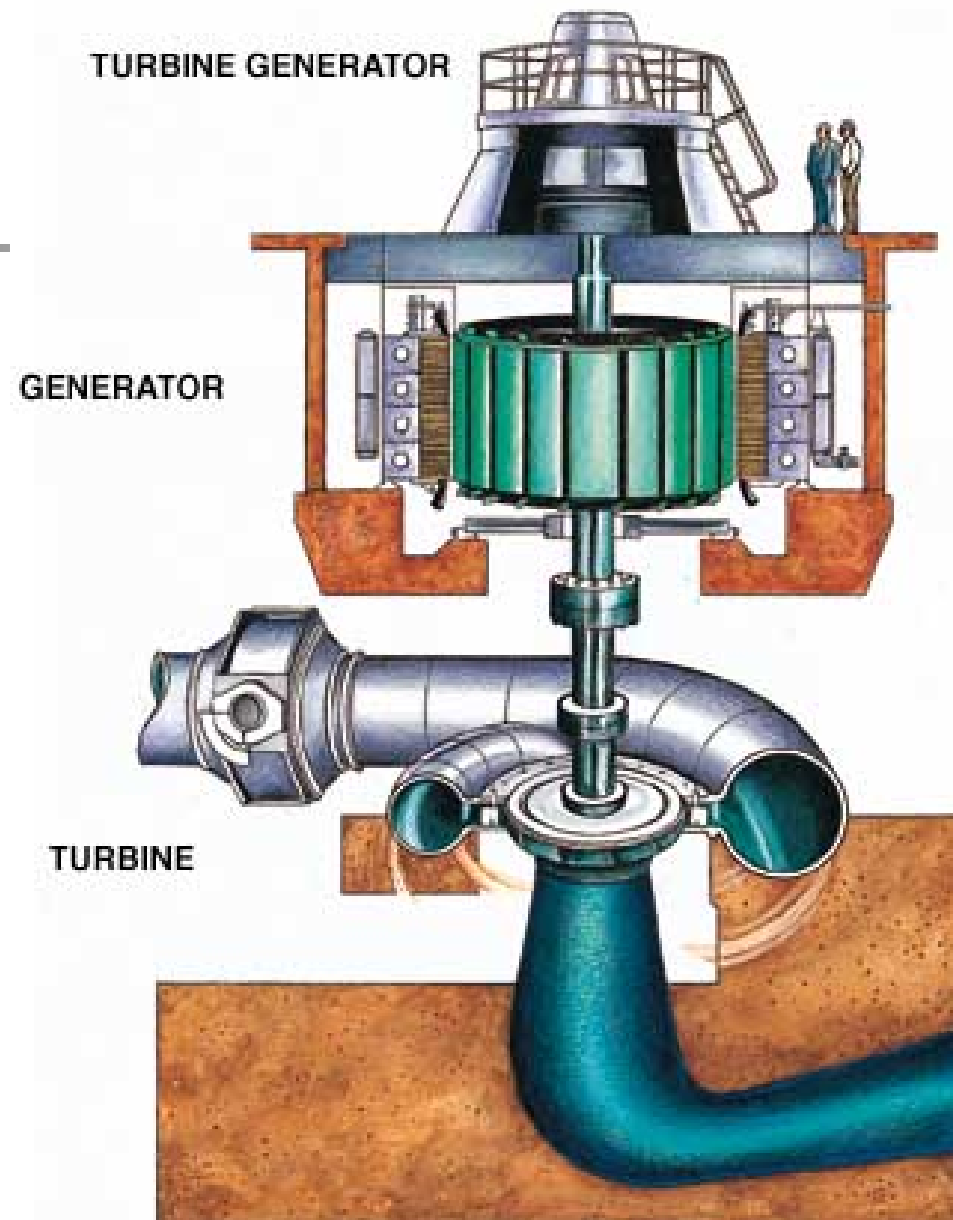
$$\sum h_{fm} = \sum_i K_i \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Lokalni gubici



Detaljnija shema
strojanice – Francis
turbina spojena s
generatorom

Rotor Francis turbine,
zajedno sa spiralnim
kanalom potopljen je u
vodi (za razliku od
Pelton turbine), gornja i
donja strana lopatice
nalazi se na različitim
tlakovima.

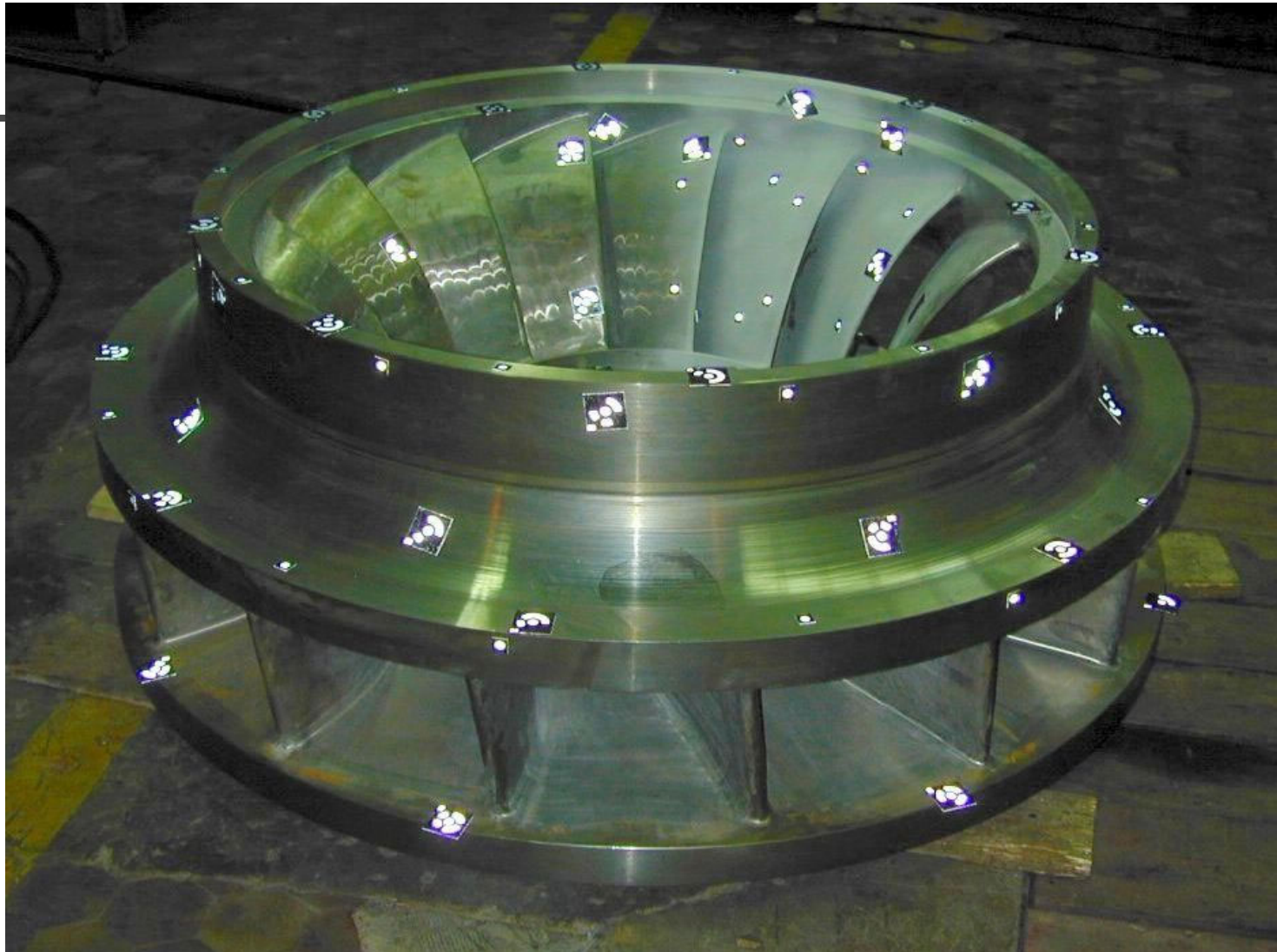
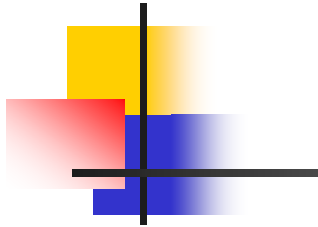


Rotor Francis turbine

Rotor Francis turbine u kućištu – žuto su privodne lopatice



I još jedan rotor Francis turbine

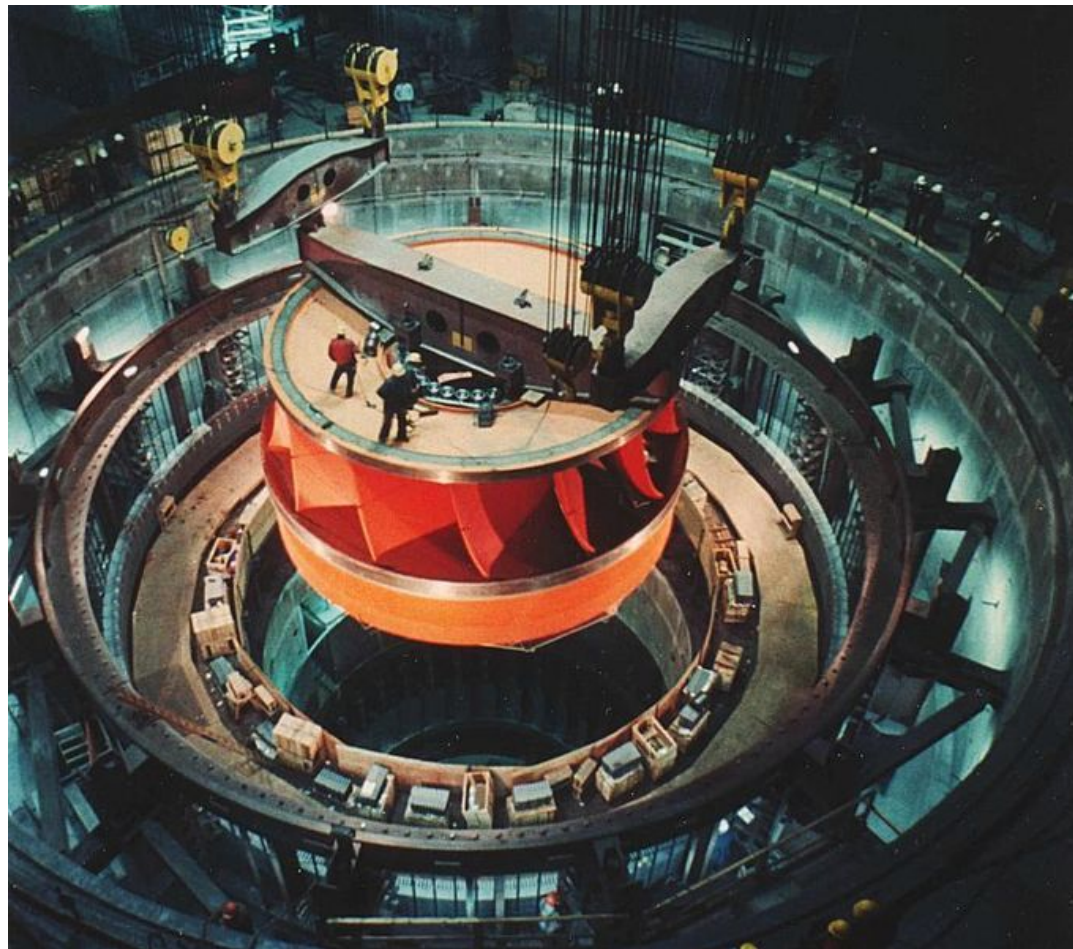


Jedan veliki rotor Francis turbine

Ovaj rotor
pripada projektu
"Three gorges"
na rijeci Yangtze
u Kini



... i montaža tog istog rotora



Još malo o projektu "Three gorges"

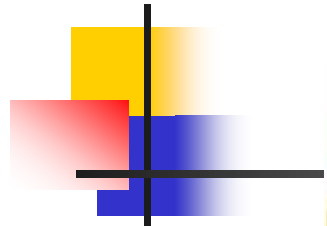
Osnovne činjenice:

- snaga: 26 generatora ukupne snage 18200 MW (do kraja 2009.) (700MW pojedinačno), za usporedbu: ukupna instalirana snaga u hrvatskim hidroelektranama je 2056 MW,
- proizvodnja el. energije 85 TWh/y podmiruje jednu desetinu trenutnih potreba Kine,
- brana: 185 m visine i 2,3 km duljine,
- početak gradnje 1993., a planirani svršetak 2009.
- ukupna cijena 24mlrd. USD

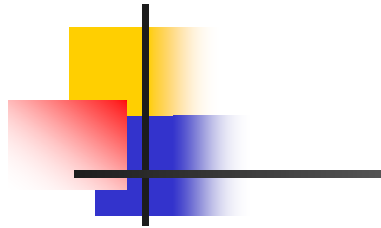
pored toga:

- regulira se vodotok rijeke Yangtze i zaustavljaju se katastrofalne poplave,
- produljuje se plovni put rijekom 2000km od mora prema unutrašnjosti

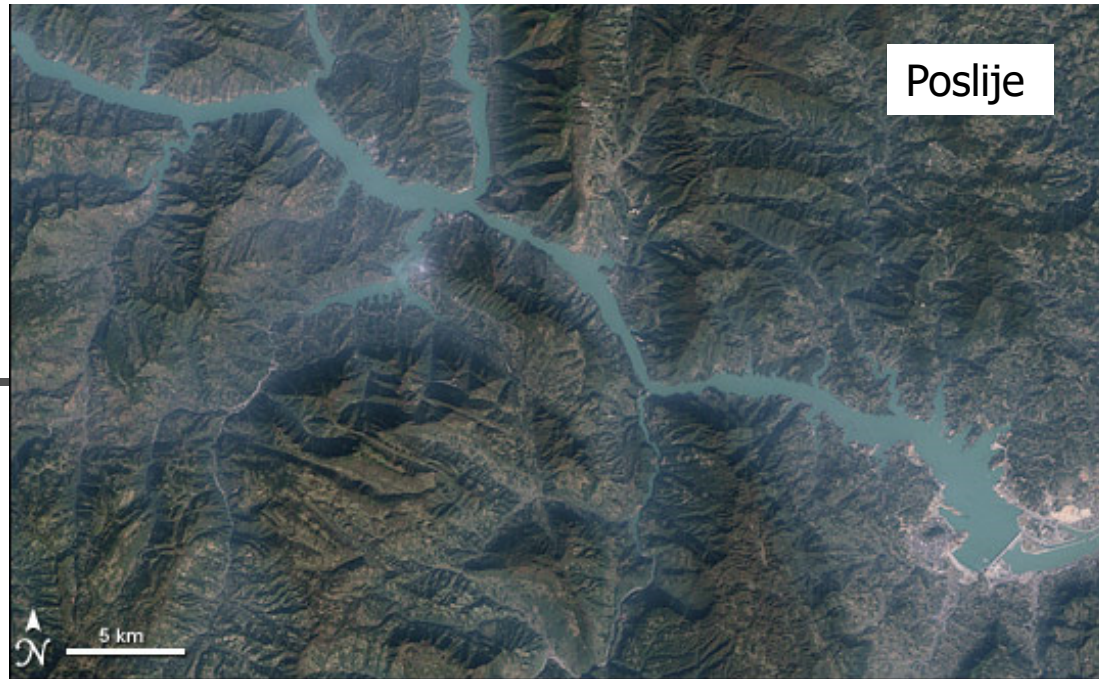
Kako to izgleda u stvarnosti?



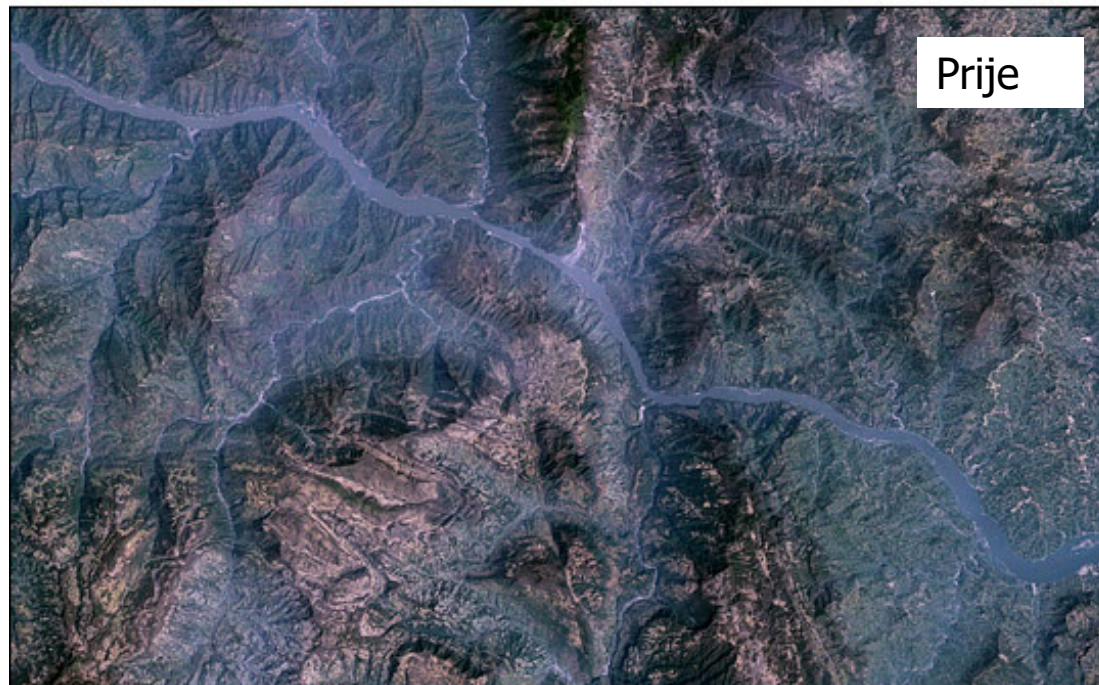
Smještaj



Iz satelita

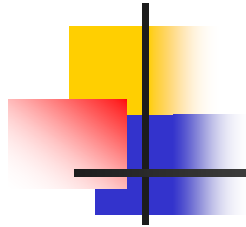


November 7, 2006



April 17, 1987

S manje visine



Poslije



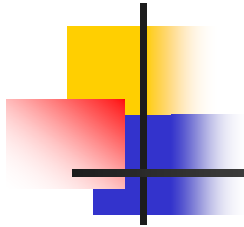
Koja je cijena ovog projekta (ne ona novčana)?

- Brana onemogućuje raznošenje plodnog mulja tijekom riječnog toka,
- Mulj će se taložiti uzvodno od brane, a nizvodno će se osjetiti manjak hranjivih tvari potrebnih životu u i oko rijeke,
- Preseljeno je između 1,2 i 1,9 milijuna ljudi zbog potapanja bazena,
- Potopljeno je plodno tlo uz rijeku, a ono zamjensko u višim predjelima nije ni približno jednake plodnosti,
- Potopljeno je 1600 tvornica.



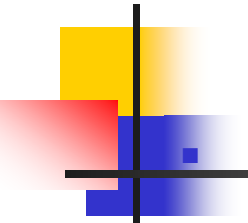
Kako se može sjediti na dvije stolice?

- Zapad je zabrinut zbog kršenja ljudskih prava (preseljenje i neadekvatna kompenzacija materijalne štete) i očekivanog nepovoljnog utjecaja na okoliš,
- Svjetska banka (World Bank) i američka EXIM banka (Export-Import Bank) odustale su zbog navedenih razloga od financijske potpore tom projektu, ali
- za tim stavom nisu se povele tvrtke iz SAD-a koje su konkurirale na natjecajima i privatne banke koje su im davale financijsku potporu,
- Vlade Njemačke, Švicarske, Švedske, Francuske i Velike Britanije ignorirale su argumente protiv gradnje hidroelektrane i obećale podršku svojim tvrtkama,
- Kanada je također obećala podršku svojim tvrtkama



- Japanci su ponudili argumente da bi opravdali svoju podršku tom projektu:
- Kontrola poplava: Japanci vjeruju da će se time riješiti problem poplava usprkos tvrdnjama da bi se moglo dogoditi suprotno zbog taloženja mulja ili pucanja brane. Ovaj argument bio je vrlo značajan u pridobivanju podrške šire javnosti,
- Smanjenje emisije CO₂: proizvodnja hidroelektrane jednaka je onoj nekoliko velikih termoelektrana koje bi izbacile 40 do 50 milijuna tona CO₂ godišnje u atmosferu, a koje imaju ogroman utjecaj na stvaranje kiselih kiša u Japanu,
- Japanci su vjerovali u realnost planova uz ogradu da treba nadzirati razvoj situacije.

Tko je dobio posao?

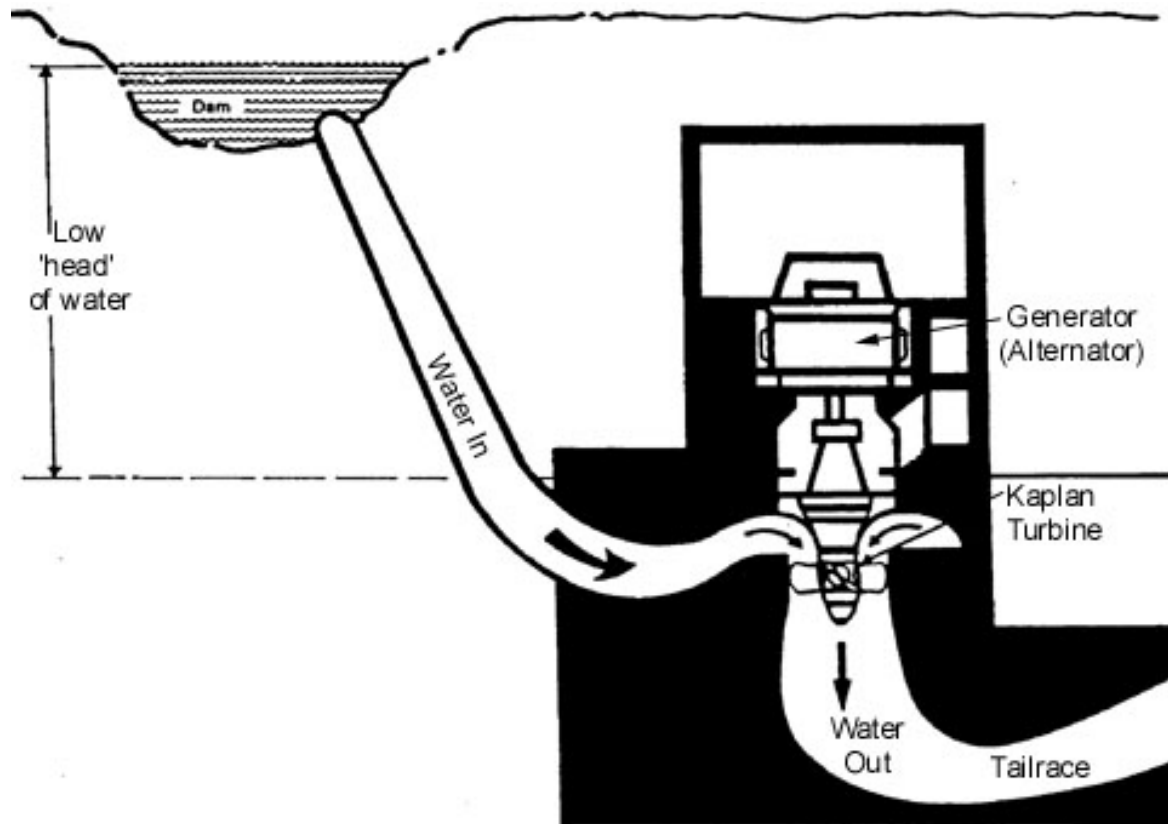
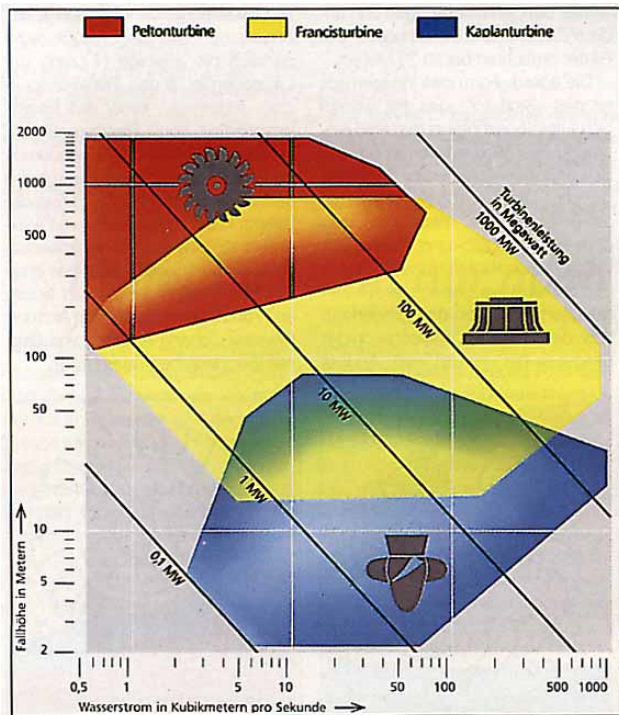
- 
- Nabava opreme podijeljena je između šest stranih grupacija udruženih u dva projekta. Od 14 jedinica pojedinačne snage 700MW, osam je dodijeljeno Alstom-u, ABB-u i Kvaerner-u, a šest Voith-u, Siemens-u i GE-u.
 - Alstom se nije pridružio ABB-u i Kvaerner-u, niti bilo kojem poznatom imenu u postupku natječaja. Kineska je strana htjela smanjiti rizik i ostvariti širi pristup zapadnoj tehnologiji rađe nego da se oslanja na jednog dobavljača. To je vjerojatno pomoglo konzorciju koji su osnovali Voith, Siemens i GE Hydro puno prije samog natječaja, predstavljajući neuobičajeno veliku koncentraciju struke (GE obično ne posluje sa svojim starim suparnikom Siemens-om navodi isti izvor).
 - Dva konzorcija podijelila su posao na sljedeći način:
 - Za osam jedinica Alstom dobavljač turbina u vrijenosti 212 milijuna USD. Nekoliko od tih jedinica pripalo je tvrtkama "Mecanica Pesada" iz Brazila i "Tianjin Chinese hydro turbine joint venture". Norveškom Kvaerner-u pripao je projekt, tehnologija, pet rotora i pripadajuće komponente u vrijednosti od od 40 milijuna USD. ABB je dobavljač osam generatora (ABB ne proizvodi vodne turbine) vrijednih 250 milijuna USD. Ukupna cijena nabave ovih osam jedinica je oko 500 milijuna USD.
 - Nabava šest jedinica je podijeljena između Voith-a, vodećeg dobavljača turbina, Siemens-a kao dobavljača generatora (koji poput ABB-a ne proizvodi vodne turbine), i GE-a koji će obaviti radove na montaži turbina i generatora. Vrijednost cijelog posla je oko 350 milijuna USD.
 - Prvi ugovori potpisani su 1997, Alstom je preuzeo ABB-ov sektor za proizvodnju energije, a GE Hydro je preuzeo Kvaerner. U ožujku 2004. Alstom je potpisao ugovor vrijedan 163 milijuna EU za nabavu još četiri turbine od po 700MW s generatorima, kao nastavak projekta.

Nešto nama bliže, iz povijesti.



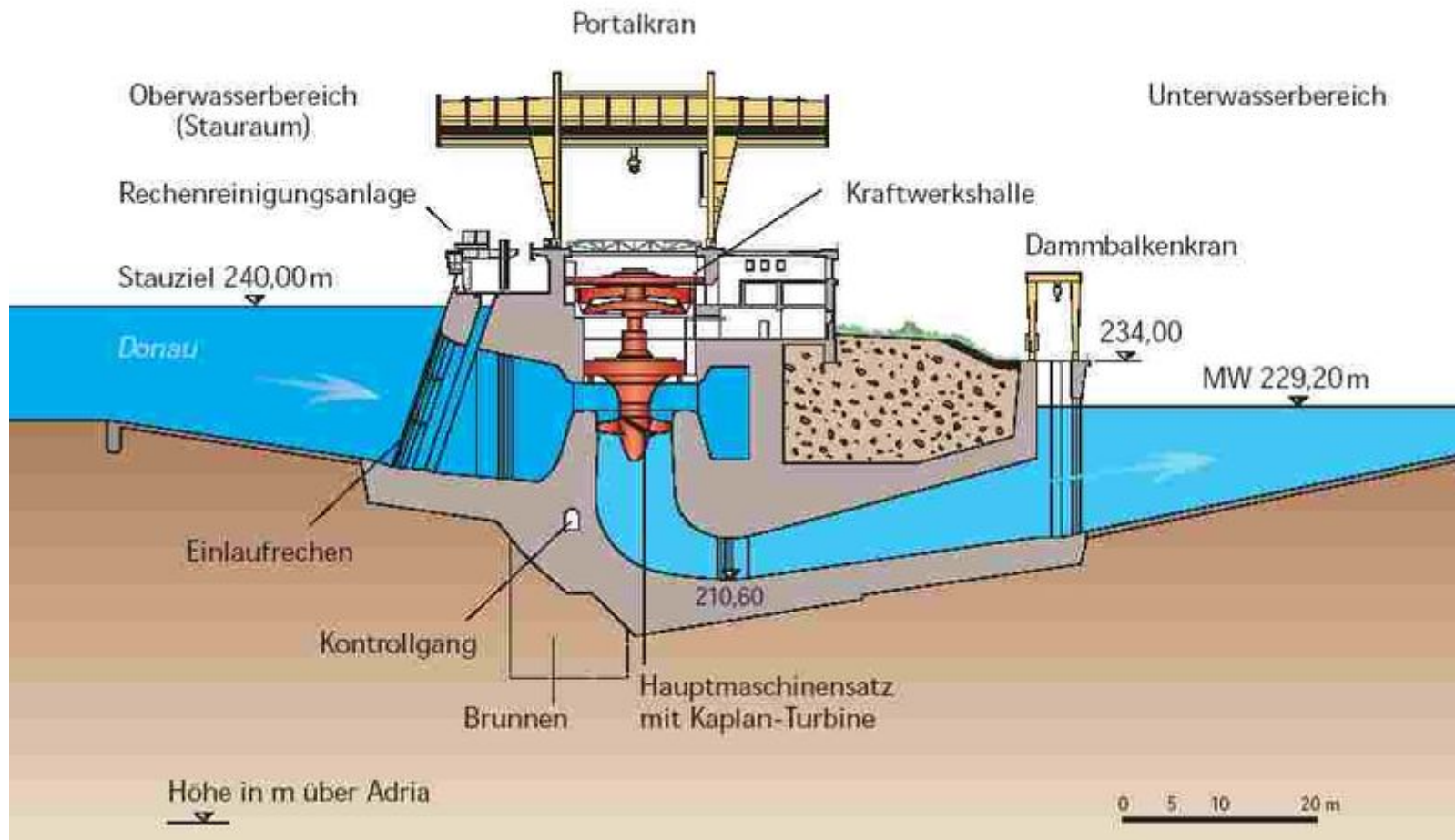
Rastoke su poznate po mlinicama

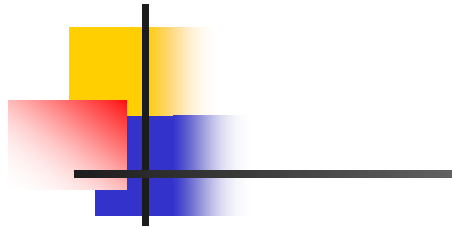
Shema hidroenergetskog postrojenja s Kaplan turbinom



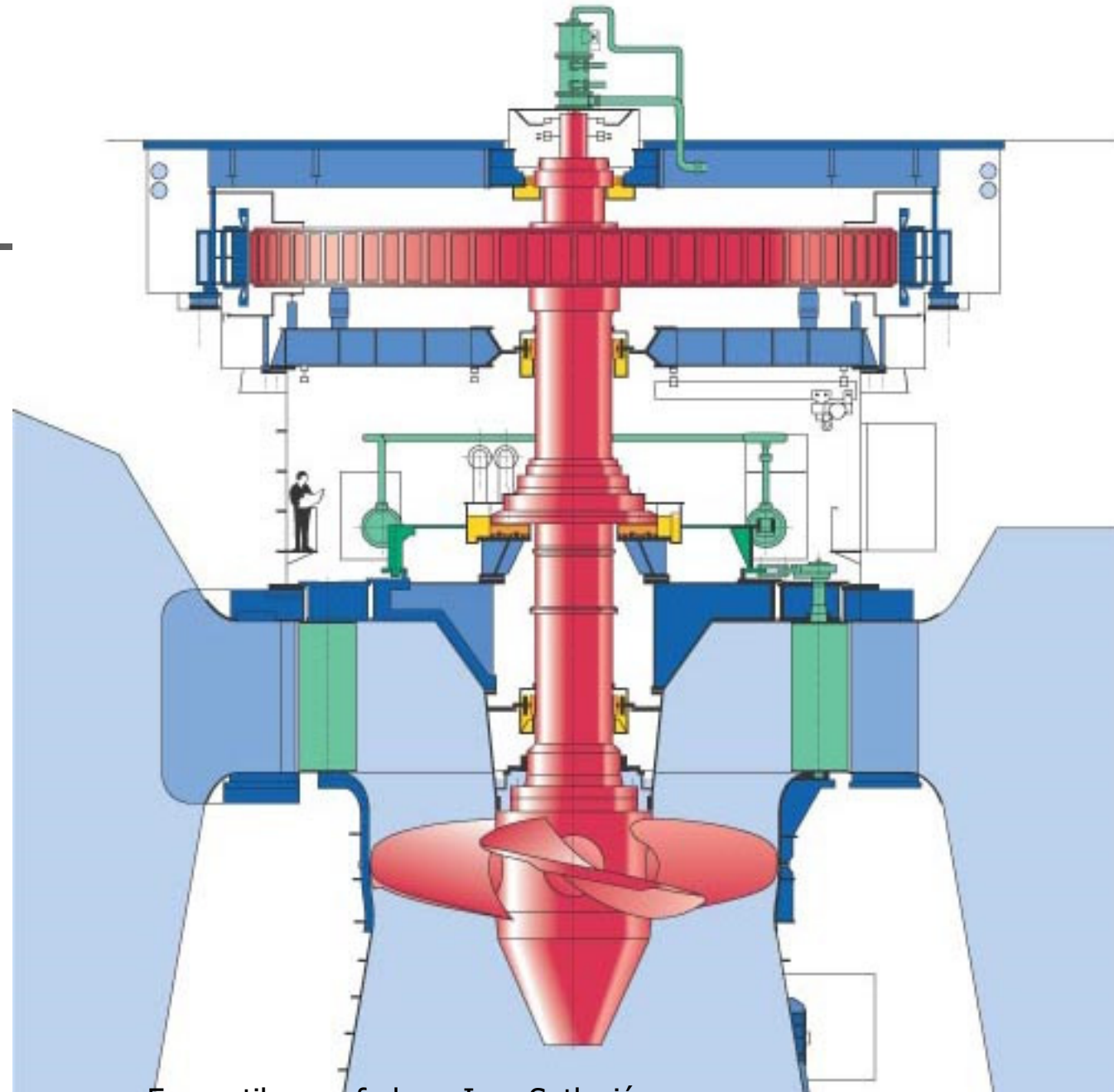
Presjek postrojenja s Kaplan turbinom

Kaplan turbina koristi se za male padove i velike protoke





Vertikalni
presjek
postrojenja s
Kaplan
turbinom

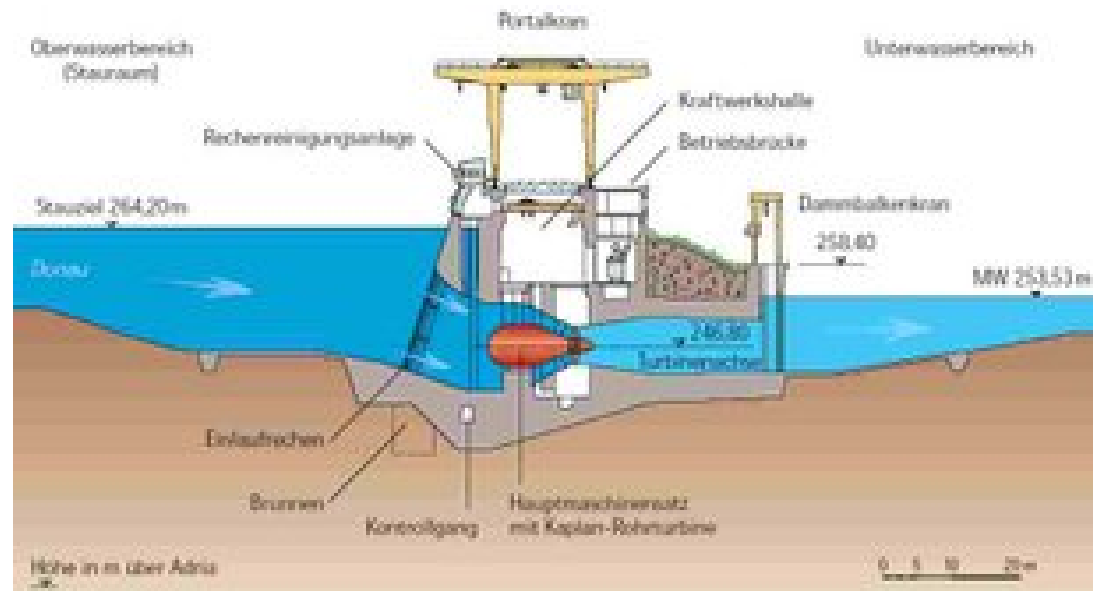


Proporcije



Cijevne turbine

Radi se o Kaplan
turbini koja je
montirana
horizontalno – koristi
se za male padove –
ravničarske rijeke



Vrste hidroelektrana



Prema načinu korištenja vode, odnosno regulacije protoka hidroelektrane se dijele na:

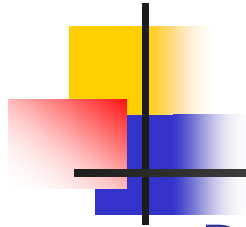
- protočne - kod kojih se snaga vode se iskorištava kako ona dotječe
- akumulacijske - kod kojih se dio vode prikuplja (akumulira) kako bi se mogao koristiti kada je potrebnije
- reverzibilne ili crpno-akumulacijske – proizvodi el. energiju u vrijeme više tarife, a u vrijeme niže tarife pumpa vodu u akumulaciju



Prema udaljenosti strojarnice od brane hidroelektrane se dijele na:

- Pribranske hidroelektrane - čija je strojarnica smještena neposredno uz branu, najčešće ispod nje
- Derivacijske hidroelektrane - čija je strojarnica smještena podalje od brane

- Strojarnica je građevina u kojoj su smještene turbine, generatori te svi potrebni upravljački i razni pomoćni uređaji

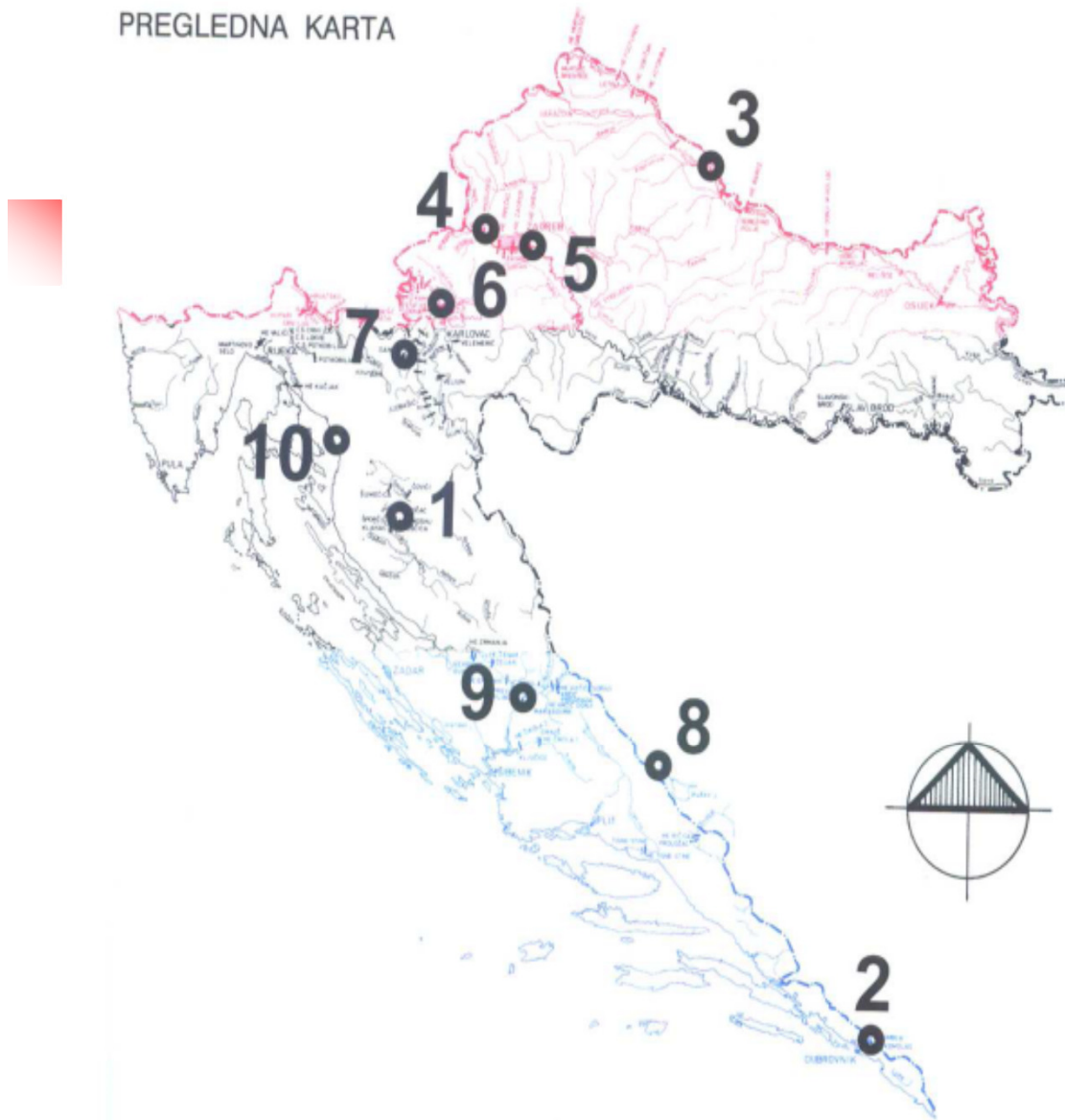


- Danas je u Hrvatskoj u pogonu 25 hidroelektrana, akumulacijskog i protočnog tipa, a raspoređene su u tri proizvodna područja-Sjever, Zapad i Jug (HE Dubrovnik je samostalni pogon).
- Hrvatska više od pola (52%) električne energije dobiva iz hidroelektrana.



Slika 1. Položaj postojećih velikih HE u Hrvatskoj
Energetika, prof. dr. sc Igor Sutlović

PREGLEDNA KARTA



- 1) Hidroelektrana Kosinj
- 2) Hidroelektrana Ombla
- 3) Hidroelektrana Novo Virje
- 4) Hidroelektrana Podsused
- 5) Hidroelektrana Drenje
- 6) Vodoprivredna energetska stepenica Brodarci
- 7) Hidroelektrana Lešće
- 8) Hidroelektrana Čaprazlije
- 9) Hidroelektrana Miljacka
- 10) Hidroelektrana Senj 2

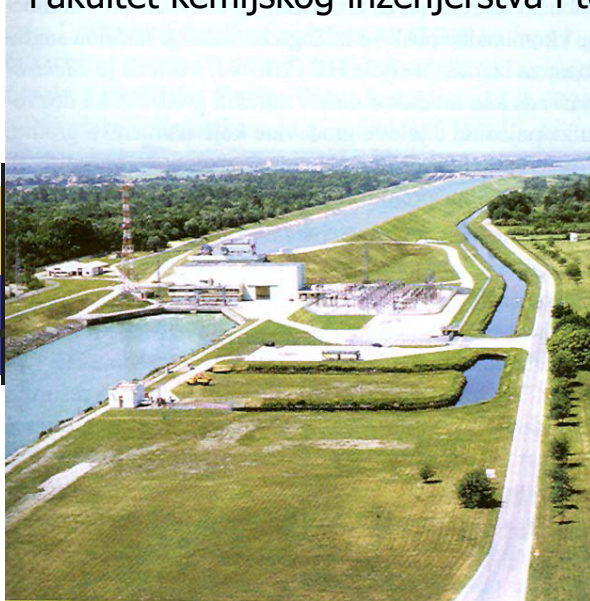
Slika 2. Položaj planiranih velikih HE u Hrvatskoj



HE Sjever

- Na Dravi su izgrađene tri HE: **HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava**
- glavne namjene su: proizvodnja električne energije, opskrba vodom, obrana od poplava, zaštita zemljišta od erozije, navodnjavanje, odvodnja, promet.

	HE Varaždin	HE Čakovec	HE Dubrava
Položaj	Varaždinska županija, dionica rijeke Drave Ormož-Varždin r.km 309 do r.km 288	područje županija: Međimurske i Varaždinske dionica rijeke Drave Varaždin - Hrženica r.km 288 do r.km 267	područje županija: Međimurske, Varaždinske i Koprivničko-križevačke, dionica rijeke Drave Hrženica - D.Dubrava r.km 267 do r.km 242
Tip elektrane	derivacijska s akumulacijom za dnevno uređenje dotoka	derivacijska s akumulacijom za dnevno i djelomično tjedno uređenje dotoka	derivacijska s akumulacijom za dnevno i djelomično tjedno uređenje dotoka
Ukupna snaga	94 MW	76 MW	76 MW
Turbina	Kaplan	Kaplan	Kaplan



Slika 3. HE Čakovec



Slika 5. HE Dubrava



Slika 4. Generator HE Čakovec



Slika 6. HE Varaždin



HE Zapad

- Proizvodno područje Zapad obuhvaća HE koje koriste vode sliva rijeke Kupe (**HE Ozalj**), Ogulinske Dobre i Zagorske Mrežnice (**HE Gojak**), Lokvarke, Križ potoka, Ličanke, Lepenice, Kostanjevice, Potkoša i ostatka Ličanke do CS Lič te potoka Benkovac (**hidroenergetski sustav Vinodol**) Rječine (**HE Rijeka**) i Like i Gacke (**hidroenergetski sustav Senj**)

	HE Rijeka	HE Gojak	HE Ozalj	HE Senj	
				HE Senj	HE Sklope
Položaj	primorsko-goranska županija na rijeci Rječini	brane na rijekama Ogulinskoj Dobri i Zagorskoj Mrežnici , strojarnica je na Gojačkoj Dobri	Županija karlovačka, na rijeci Kupi, u Ozlju	ličko-senjske županija na rijekama Liki i Gacki	ličko-senjske županija na rijeci Liki
Tip elektrane	protočna	akumulacijsko / protočna	protočna	derivacijska	derivacijska
Ukupna snaga	36,8 MW	48,0 MW	5,5 MW	216 MW	22,5 MW
Turbina	Francis	Francis	Kaplan	Francis	Francis

	HE Vinodol	CHE Fužine	RHE Lepenica	HE Zeleni Vir
Položaj	primorsko-goranska županija, u mjestu Tribalj	primorsko-goranska županija, pokraj mjesta Fužine	primorsko-goranska županija, pokraj mjesta Fužine	na potoku Curak, kod Skrada
Tip elektrane	visokotlačna akumulacijska derivacijskog tipa	crpna	reverzibilna	derivacijska, protočna
Ukupna snaga	94,5 MW	4,6 MW	1,14 MW	1,7 MW
Turbina	Pelton	Pelton	Pelton	Pelton



Slika 7. HE Senj



Slika 8. HE Rijeka



Slika 9. HE Vinodol

HE Jug

- Proizvodno područje HE Jug objedinjava hidroenergetski sustav u slivu rijeke Cetine (**HE Peruća, HE Orlovac, HE Đale, HE Zakučac- i HE Kraljevac**), slivu rijeke Krke (**HE na Krki**) te na Gračačkoj visoravni (**RHE Velebit**).

	RHE Velebit	HE Peruća	HE Orlovac	HE Đale	HE Kraljevac
Položaj	Zadarska županija, strojarnica je smještena uz rijeku Zrmanju	splitsko-dalmatinska županija na rijeci Cetini	Splitsko-dalmatinska županija, dijelom u Republici Bosni i Hercegovini	splitsko-dalmatinska županija na rijeci Cetini	splitsko-dalmatinska županija na rijeci Cetini, kod mjesta Zadvarja
Tip elektrane	reverzibilna /akumulacijska	pribranska s akumulacijskim jezerom	akumulacijska	pribranska akumulacijska	derivacijska, protočna
Ukupna snaga	276/240MW	51,4 MW	249 MW	40.8 MW	46,4 MW
Turbina	Jednostepena crpka	Francis	Francis	Kaplan	Francis

	HE Zakučac	HE na Krki		
		HE Golubić	HE Miljacka	HE Jaruga
Položaj	splitsko-dalmatinske županija na rijeci Cetini kod Omiša	šibensko – kninske županija na rijeci Butišnici	Šibensko-kninska županija na rijeci Krki, 15 km nizvodno od Knina	Šibensko-kninska županija na rijeci Krki, kod Skradinskog buka
Tip elektrane	akumulacijska	derivacijska	derivacijska	derivacijska
Ukupna snaga	486 MW	7,5 MW	24 MW	7,2 MW
Turbina	Francis	Francis	Francis	Francis



27. siječnja 1993.

- tijekom popodneva srpske postrojbe upadaju na prostor Peruče, tjeraju kenijske snage Unprofora i preuzimaju položaje na Alebića kuli.

28. siječnja 1993.

- neprijatelj je tijekom jutra nastavio s dovlačenjem pojačanja u ljudstvu i tehnici na položaje oko brane

- 10:48 sati – srpske snage aktiviraju eksploziv u brani koja unatoč teškim oštećenjima ne popušta

- odmah nakon detonacije, HV kreće u napad i ovladava potpunim područjem oko brane te izbija na planiranu crtu Umac – Gornji Kunci – Babića brig. Neprijatelj je odbačen sedam km prema Kninu.

<http://www.ubvvpdr.hr/2012/02/10/obljetnica-akcije-peruca/>



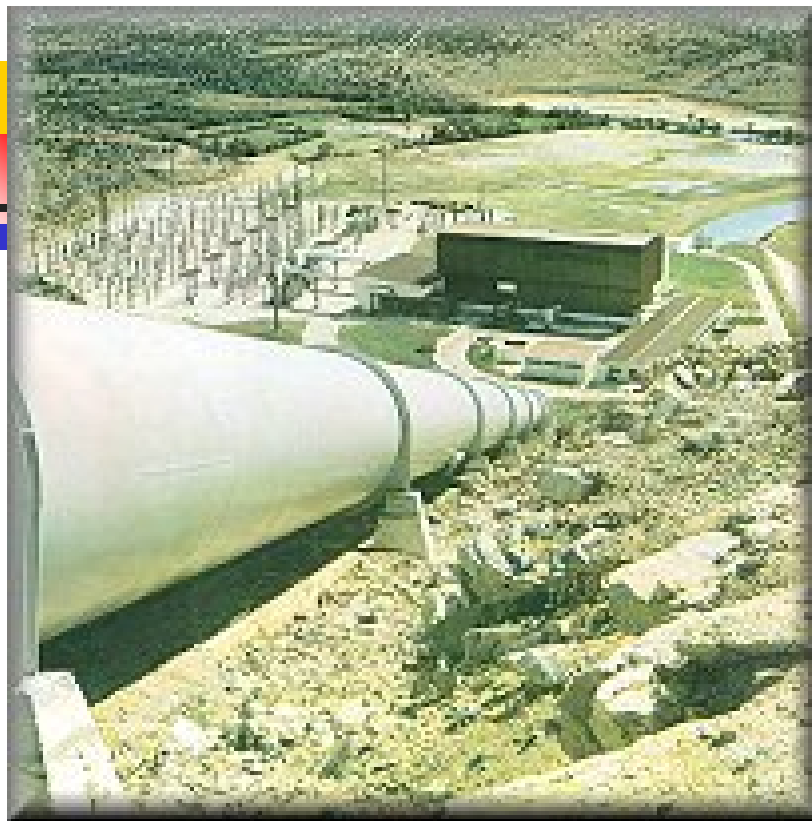
Fotografije: HEP d.d.





Obnova nakon miniranja brane Peruća





Slika 10. HE Velebit



Slika 11. HE Miljacka



Slika 12. HE Đale

HE Dubrovnik

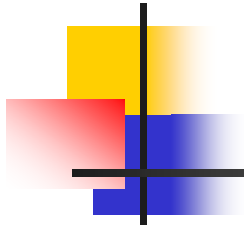
- Hidroelektrane sliva rijeke Trebišnjice nalaze se u dvije države: u Republici Hrvatskoj i u Bosni i Hercegovini, a HE Dubrovnik je posljednja stepenica tog hidroenergetskog sustava.

HE Dubrovnik koristi vodu rijeke Trebišnjice iz akumulacijskog jezera Bileća, nastalo izgradnjom brane Grančarevo.



HYDROSISTEM TREBIŠNJICA

	HE Dubrovnik	HE Zavrelje
Položaj	Plat kod Cavtata, 550 m od mora, akumulacija u Bosni i Hercegovini, koristi vode Trebišnjice	dubrovačko-neretvanske županija, Mlini, 12 km jugoistočno od Dubrovnika
Tip elektrane	derivacijska	derivacijska
Ukupna snaga	108+108 MW	2 MW
Turbina	Francis	Francis



Male hidroelektrane

Male hidroelektrane po svojim konstrukcijskim značajkama vrlo su slične onim velikim

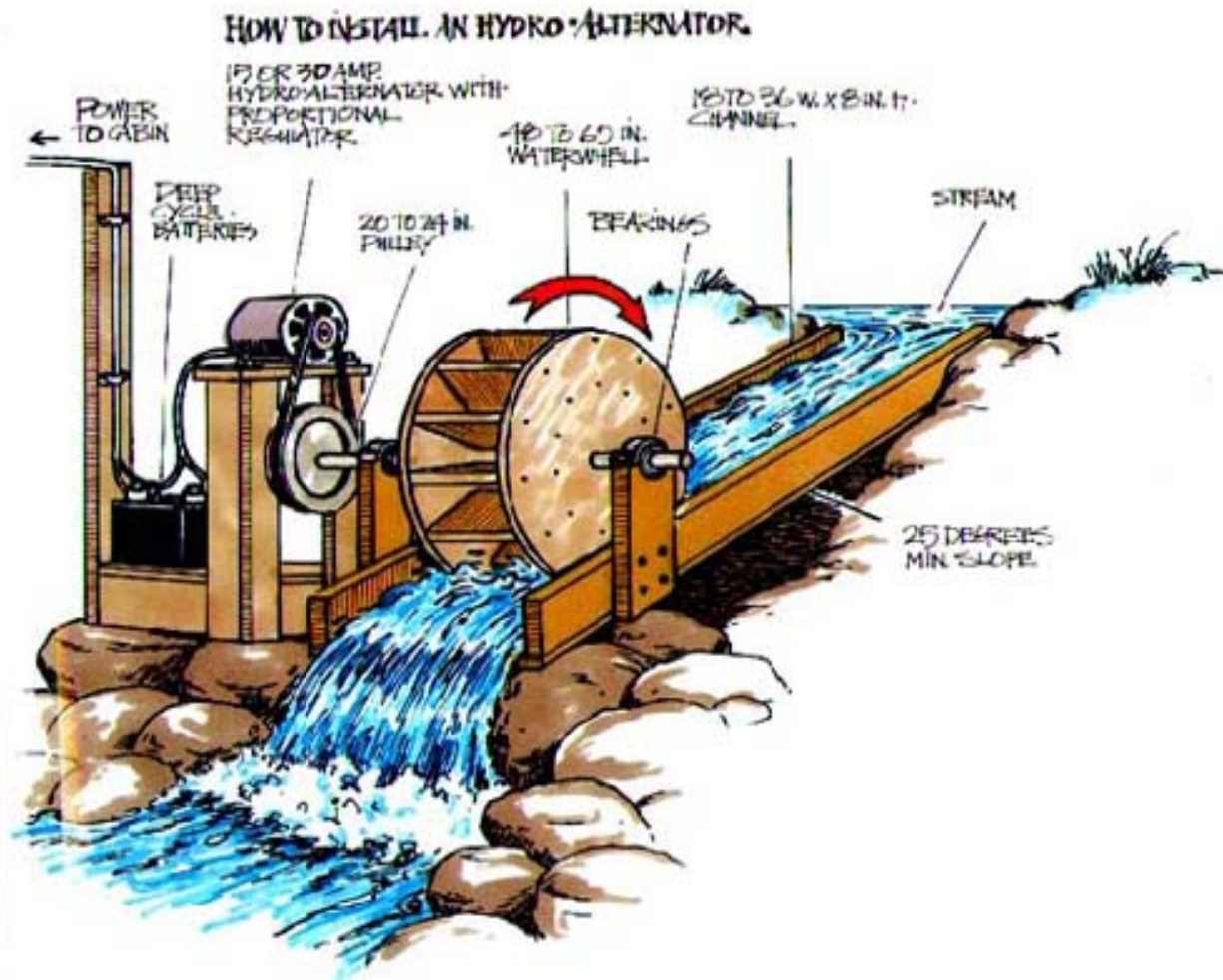
Posebnost su im manje snage, ispod 5 MW, pa se koriste za male padove i/ili male protoke

Cijena električne energije proizvedene u postrojenjima male snage i kapaciteta osjetno je viša nego u onima velike snage

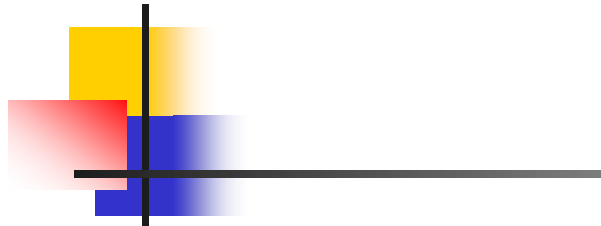
Posebno su pogodne za opskrbu el. energijom udaljenijih područja, povisuju kvalitetu opskrbe na krajevima mreže

Gdje se mogu postaviti male hidroelektrane?

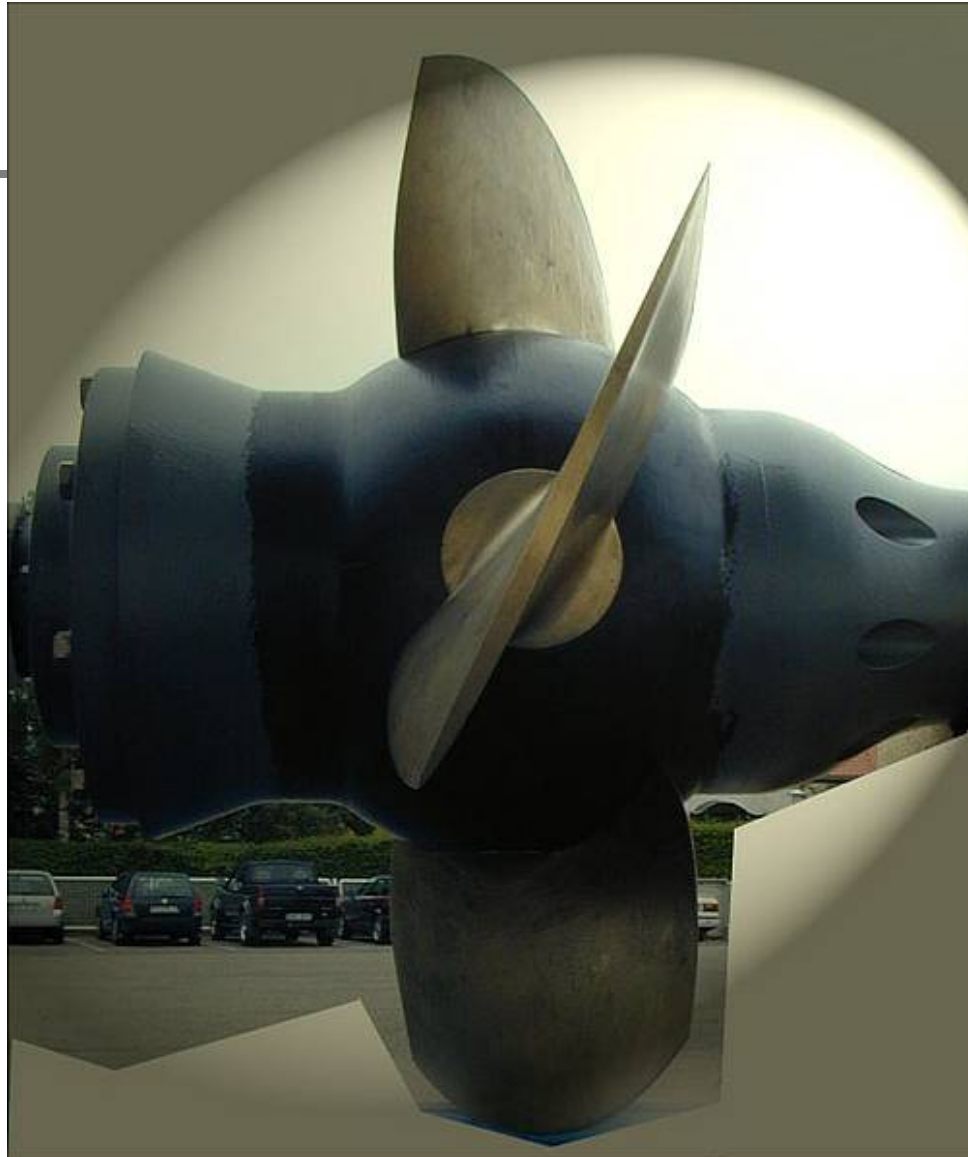
Gotovo
posvuda!



Neki primjeri...



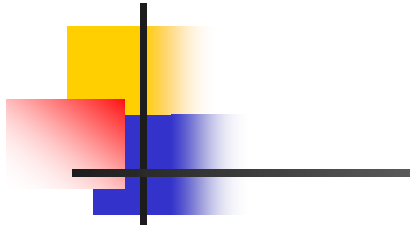
Rotor Kaplan
turbine
(izvor Ossberger)



Skladan izgled, dobro se uklapa u krajobraz (izvor Ossberger).



Zgodna kućica (izvor Ossberger).





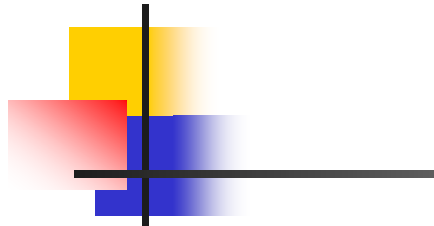
Privodni cjevovod.
(izvor Ossberger)



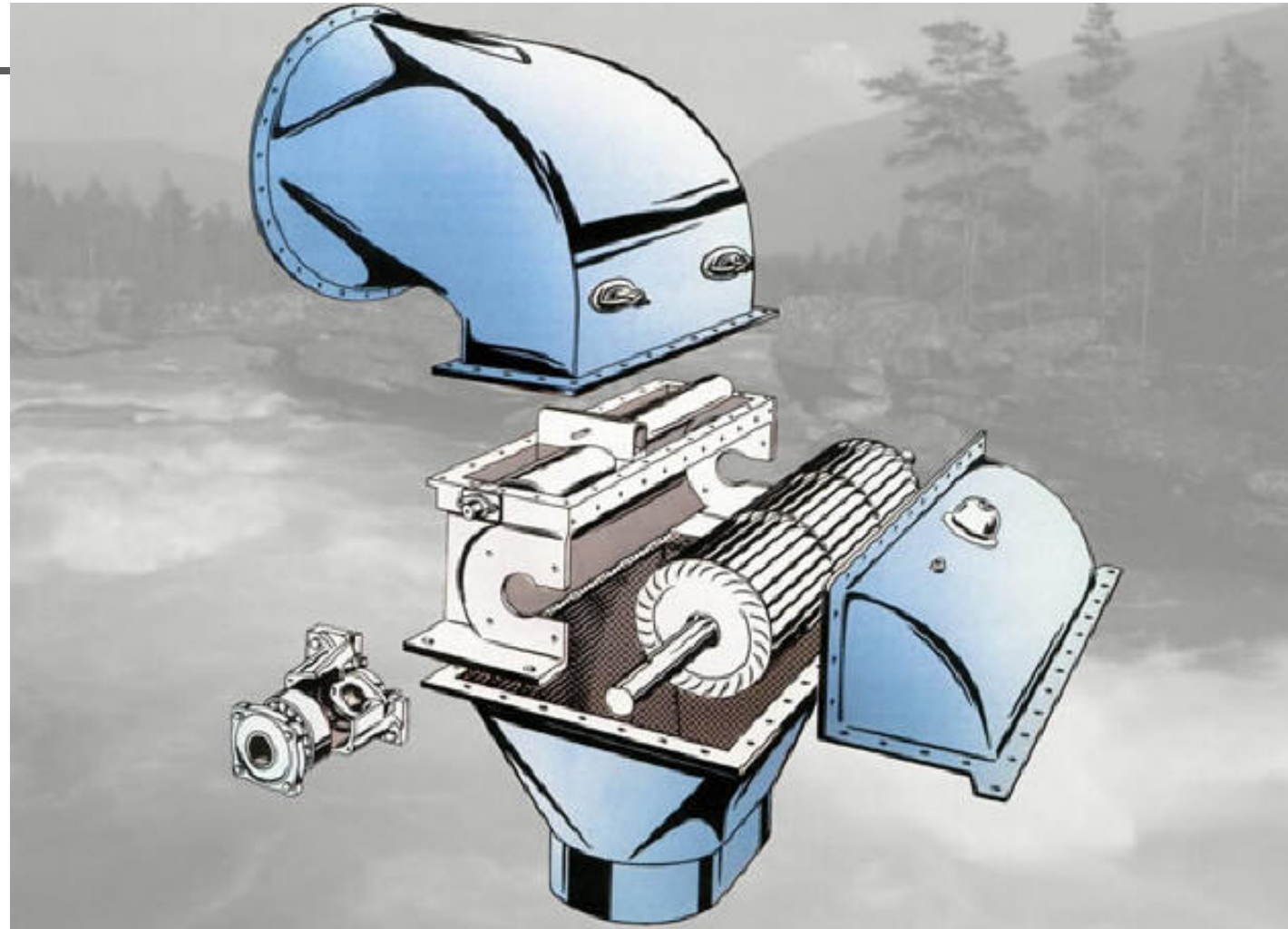
Još jedan primjer dobrog uklapanja u okoliš (izvor Ossberger).



Interesentna tehnička rješenja (smart solution) - Cink turbine (Češka)



Jednostavna
konstrukcija –
niži
investicijski
troškovi



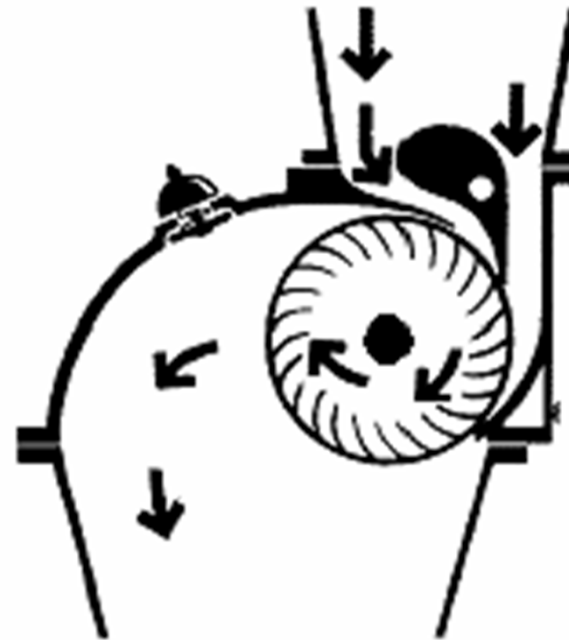
Po čemu su posebne ove turbine?

Rotorske lopatice izrađene su od lima što izvedbu čini jeftinijom

Horizontalni dovod vode

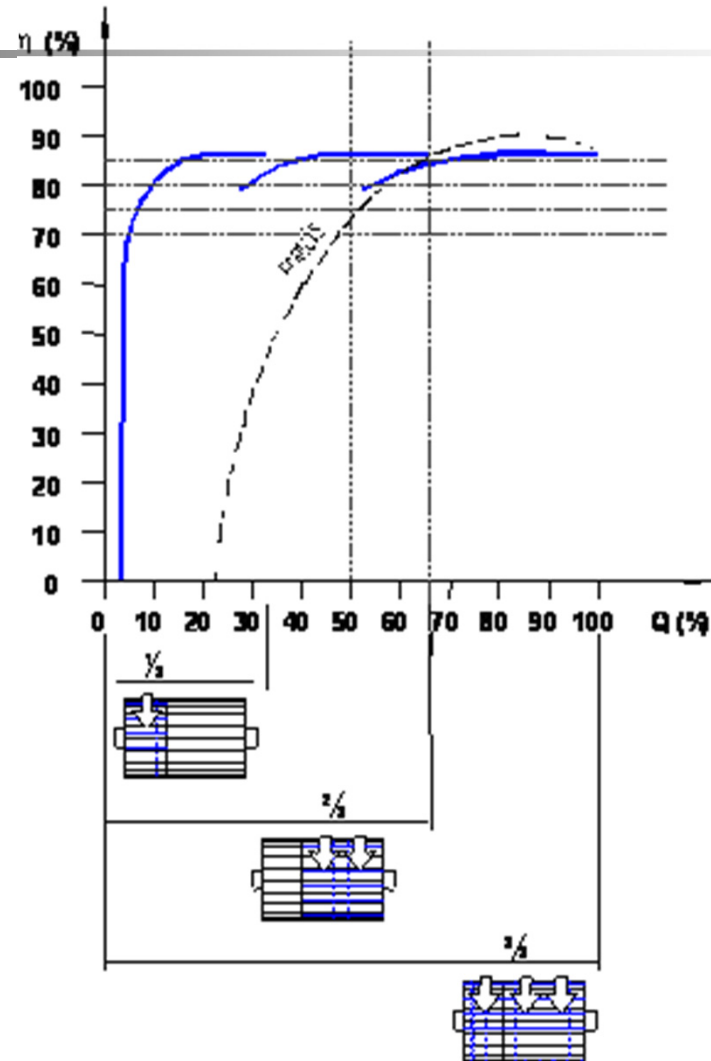


Vertikalni dovod vode



Cink turbine imaju jednostavnu regulaciju protoka odn. snage.
(veći protok – veća snaga turbine)

Sve ima svoju cijenu:
Cijena jednostavnije
konstrukcije je u nižoj
učinkovitosti (niži η)
turbine.



Slika rotora Cink turbine



Područje primjene. Cink vs. Kaplan.

Može se ugraditi i vodovodne kanale i sl.

