

Korištenje vodnih snaga

- Predavanja
 - Do uključivo 08.03.2011. predavanja
 - 09.03.2011. (srijeda) počinju vježbe
 - Dalje su utorkom i četvrtkom predavanja a srijedom i petkom vježbe
 - Iza 24.03. održavaju se samo vježbe do kraja semestra (u dogovoru sa studentima održat će se još jedno predavanje)
- Vježbe
 - Auditorne i izrada 2 programa
- Uvjet za potpis prisustvo na predavanjima i vježbama i predaja oba programa.
- Rok predaje drugog programa je petak 08.04.2011. godine.
- Predviđena su dva kolokvija 18.03. i 08.04. Uvjet za potpis uz programe i najmanje 25% na oba kolokvija. Preko 60% na oba kolokvija oslobađa od pismenog ispita.
- Ispit pismeni i usmeni.
- Literatura
 - P.Stojić, Hidroenergetika, Split,.
 - B.Đorđević; Korišćenje vodnih snaga, I i II dio; Beograd
 - M.Žugaj; Posebne analize u hidrotehnici, Zagreb, GI,

KORIŠTENJE VODNIH SNAGA

- Energija se može kratko definirati kao sposobnost obavljanja rada.
- Energija je sposobnost da se izvrši rad i mjeri se radom koji se može izvesti.
- Jedinica za rad (energiju) je [Nm] (sila [N]; pomak (put) [m]). Posebno ime je džul (joul, [J], a definirana je kao rad sile od 1 [N] na putu od 1 [m] u smjeru djelovanja sile. Dozvoljeno je koristiti i jedinicu [Ws] (vat sekunda), što se pretežno koristi kao mjera električne energije.
- Jedina nama dostupna energija je energija koja se pojavljuje u prirodi (primarni oblici energije) u različitim oblicima.

KORIŠTENJE VODNIH SNAGA

- Prema osnovnom zakonu o održanju energije ona se ne može nepovratno izgubiti niti proizvesti, ona može promijeniti svoj oblik u procesu transformacije ili obavljanja rada.
- Sa stajališta postojanosti oblici pojave energije se mogu podijeliti u dvije grupe:
 - a) nagomilana energija u nekom prostoru ili tijelu,
 - b) prijelazna energija, energija kada nagomilana energija prelazi iz prostora u prostor ili s tijela na tijelo.
- (suštinska je razlika u tome da se nagomilana energija može u danom stanju održavati proizvoljno dugo, dok je kratkotrajnost pojave osnovno svojstvo prijelazne energije)

KORIŠTENJE VODNIH SNAGA

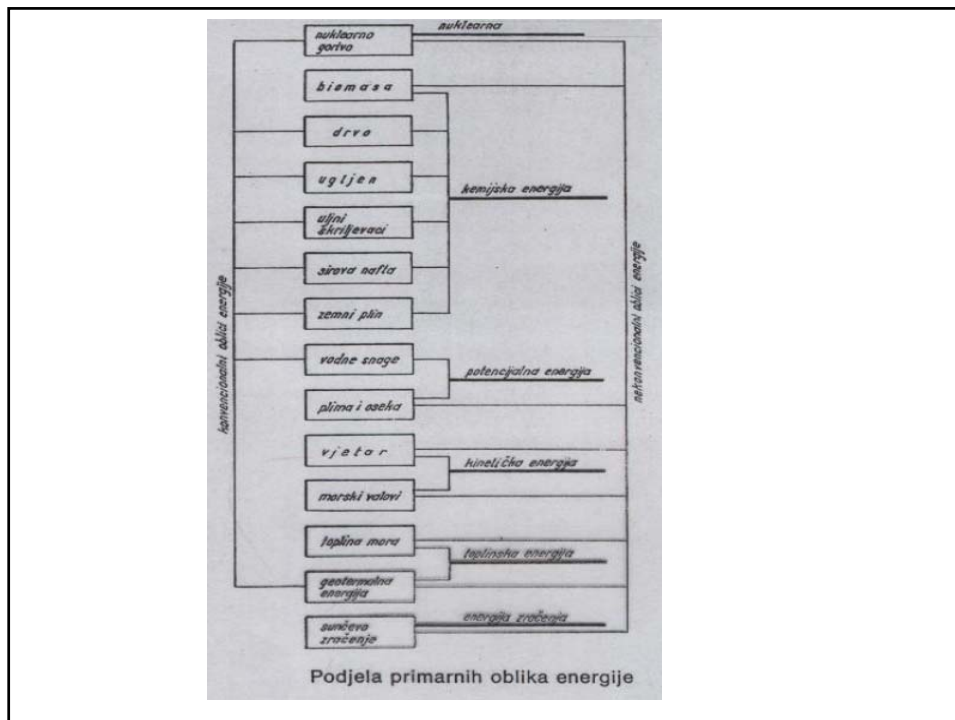
- Nagomilani oblici:
 - Energija položaja (potencijalna energija) ($E_p = mgH$)
 - Energija gibanja (kinetička energija) ($E_k = mv^2/2$)
 - Unutrašnja energija (potencijalna i kinetička energija unutar tijela)
 - Kalorična energija (razina molekula; dovođenje ili odvođenje topline)
 - Kemijska energija (razina atoma; energija sagorijevanja)
 - Nuklearna energija (razina jezgre; fuzija – spajanje jezgara lakih atoma ; fisija – dijeljenje-razbijanje jezgre teških atoma)
 - (kada se promjenama smanjuje unutarnja energija kao razlika dobiva se najveće količina koju tijelo daje i koja se može koristiti)
- Prijelazni oblici energije
 - Mehanička energija
 - Toplotna energija
 - Električna energija (viši oblik prijelazne energije, koji se može koristiti samo u trenutku kada se proizvede, a rezultat je svih ranije spomenutih oblika energija)

KORIŠTENJE VODNIH SNAGA

- Sa stajališta raspoloživosti i upotrebe oblici energije se mogu podijeliti u tri grupe:
 - Primarni oblik energije (raspoloživ u prirodi)
 - Transformirani oblik energije (prijelazni; pretvorba primarnog oblika u korisni)
 - Korisni oblik energije (neposredno uporabiva energija)
- PRIMARNI oblici energije koji se pojavljuju u prirodi većinom se transformiraju zbog:
 - pogodnijeg načina korištenja ili zbog
 - toga što prijenos u primarnom obliku nije moguć.

Primarni oblici energije

- Prema učestalosti korištenja dijele se na:
 - *Konvencionalni* primarni oblici energije (a) ne zahtjeva se novi znanstveni ili tehnički razvoj; b) dominantna uloga u energetske bilanci)
 - *Nekonvencionalni* primarni oblici energije (koji nisu konvencionalni) (a) mogu se koristiti za proizvodnju velikih količina energije tek nakon znanstvenog i tehničkog razvoja; b) manje učešće u energetske bilanci).
- Prema iscrpivosti dijele se na:
 - *Obnovljivi* oblici energije i
 - *Neobnovljivi* oblici energije.



Kratak osvrt na povijest korištenja energije

- U pradavna vremena osnovna potreba na energiji rješavana je prehranom i dnevna je potreba bila oko 8 [MJ/dan], dok se danas u razvijenijim zemljama troši oko 800 [MJ/dan/čovjek], dakle 100 puta više.
- (Tom se energijom ostvaruju materijalna dobra, transport, informacije i hrana)
- Kao prvo gorivo korišteno je drvo, asfalt (sirova nafta) (6000 god pne) i ugljen (Kina, 1100 pne).
- Vrlo rano započeto je korištenje vodnog kola (Rimljani) i vjetra (plovidba), što je dugo bila jedina (uz ljudsku i životinjsku energiju) korištena mehanička energija. Arapi koriste vodne snage i vjetrenjače oko 1000. god. pne.

- XVI st. Koks (grijanje, kuhanje, proizvodnja željeza)
- XVII st. Izvori sirove nafte (USA, Rumunjska 1650)
- XVIII st Watt – parni stroj, kojim se energija goriva pretvara u mehaničku energiju (može se proizvesti nezavisno od mjesta pojave primarne energije i nezavisno od intenziteta pojave)
Volta – električni kemijski element
- XIX st Pripreme za korištenje električne energije

- Obnovljivi izvori primarne energije:
 - Vodne snage
 - Energija sunca
 - Energija vjetra
 - Energija plime i oseke
 - Energija valova
 - Toplota mora
 - Energija morskih struja
- Jedino su vodne snage konvencionalni i obnovljivi oblik primarne energije, što joj daje poseban značaj u energetske bilancama.
- Osim toga od primarnih obnovljivih oblika energije jedino se energija vode može djelomično akumulirati što još više naglašava značaj te energije.

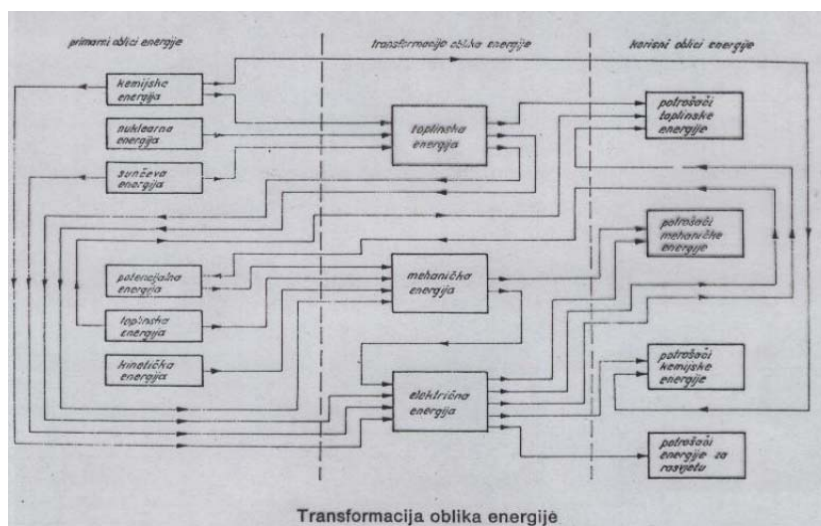
- Danas se snaga i energija vode koristi gotovo isključivo za proizvodnju električne energije – transformirane energije, koja se može upotrijebiti za dobivanje svih oblika korisne energije.
- Svi obnovljivi vidovi energije mogu se transportirati samo u obliku električne energije.
- Neobnovljivi oblici energije mogu se transportirati i uskladištiti u primarnom obliku što omogućuje ustaljenost u korištenju (značajno svojstvo).

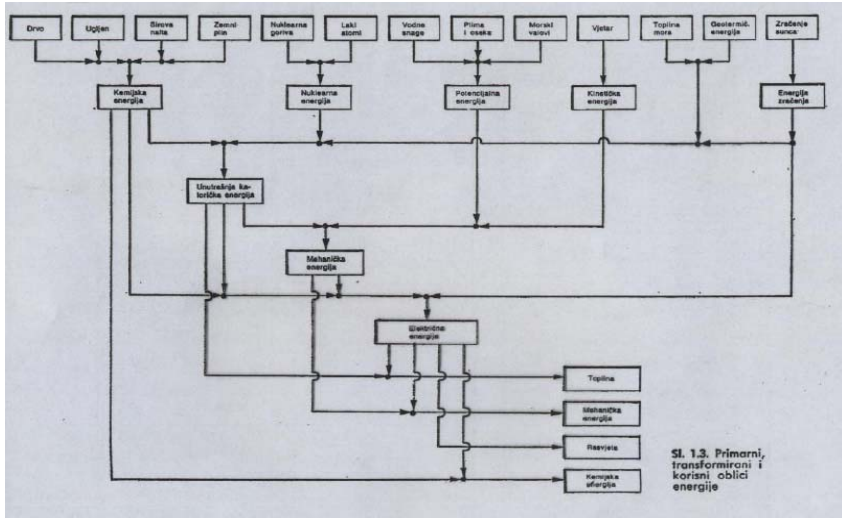
Korisni oblici energije

- Toplinska energija
 - Drvo
 - Ugljen (1100 god. pne Kina)
 - Nafta (Rim, istok, 1640 prva bušotina u Italiji)
 - Plin (1812, London)
 - Uljni škriljevci (loženje; 1700 god. prvo tekuće gorivo)
 - Biomasa
 - Sunčeva energija
- Mehanička energija
 - Ljudi
 - Životinje
 - Vjetar (Arapi 1000 god. pne; meh. energija, brodovi)
 - Vodne snage (1000 god. pne Arapi; 500 god. pne Rim – mlinsko kolo)
 - Toplinska energija (1790. god. parni stroj)
 - Električna energija (trofazna i okretno magnetno polje 1887. god)

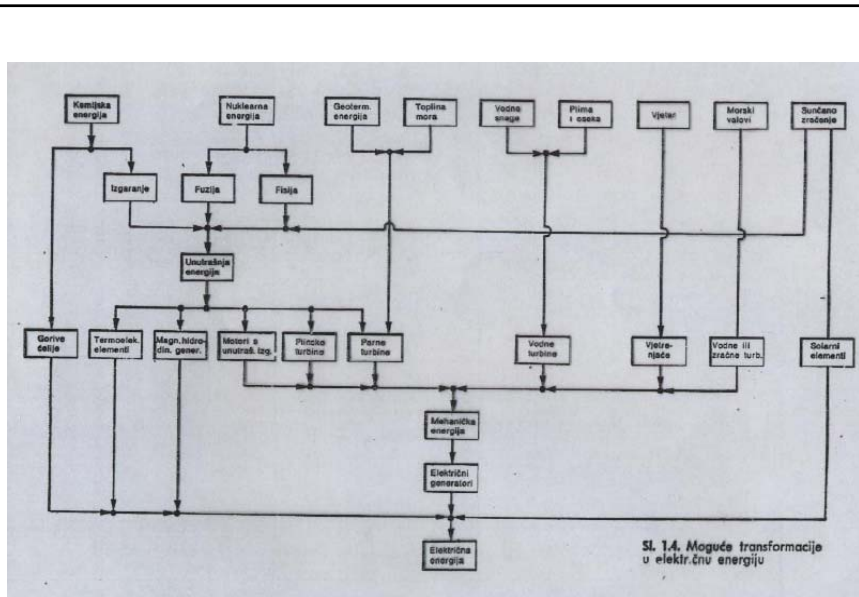
Korisni oblici energije

- Rasvjeta
 - Drvo
 - Voštane svijeće
 - Plin
 - Petrolej
 - Električna rasvjeta
- Kemijska
 - Koks
 - Električna energija

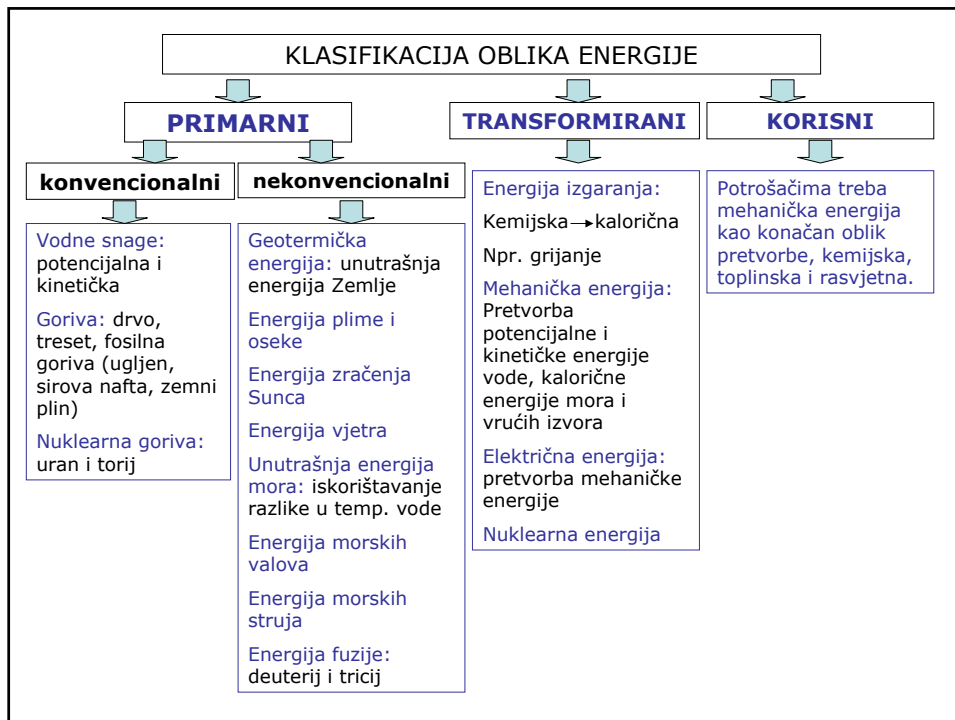




Sl. 1.3. Primarni, transformirani i korisni oblici energije



Sl. 1.4. Moguće transformacije u električnu energiju



- **PRIMARNI OBLICI ENERGIJE:**
 - Mehanička energija: čovjek, životinje
 - Kemijska energija: drvo, ugljen, sirova nafta, zemni plin
 - Nuklearna energija: uran, torij, deuterij
 - Potencijalna energija: vodotoci, plima/oseka
 - Kinetička energija: vodotoci, valovi, vjetar, morske struje
 - Toplinska energija: geotermalni izvori, toplina mora
 - Energija zračenja: Sunčeva energija
- **OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE:**
 - Drvo (posječeno drvo zamijeniti novoposađenim)
 - Vodne snage
 - Plima i oseka
 - Valovi mora
 - Toplina mora
 - Vjetar
 - Sunce
 - Toplina Zemlje
- Oblici energije koje je **tehnički moguće koristiti i ekonomski opravdano**: vodne snage, fosilna i nuklearna goriva.
- Oblici energije koje je **tehnički moguće koristiti, ali ekonomski neopravdano** (iako se negdje koriste): Sunčevo zračenje, energija vjetra, plime i oseke, morskih valova i topline mora.
- Oblici energije za koje još **nije riješen način iskorištavanja**: unutrašnja toplina zemlje, fuzija.

- Sa stajališta mogućnosti transformacije energije razlikujemo:
 - Neograničene transformacije (potencijalna, kinetička u mehaničku i električnu – koja se može prenositi na velike daljine)
 - Ograničene – ostale (unutarnja)
- Važno je uočiti da se samo dio energije dobiva u željenom obliku, te se omjer energije u traženom (dobivenom) obliku i dovedene energije naziva stupanj korisnog učinka transformacije

$$\bullet \eta = W_{tr}/W_{dov}$$

- Primjer
 - Za 1 [kWh] električne energije potrebno oko 3 [kWh] primarne energije ugljena ($\eta = 1/3 = 0,33$)
 - Za 1 [kWh] električne energije potrebno oko 1,25 [kWh] energije vode ($\eta = 1/1,25 = 0,8$)
 - Grijanje direktno preko ugljena $\eta \sim 0,5$, a preko električne energije $\eta \sim 0,25$.

Izračun snage i energije

- SNAGA ili učin nekog sustava ocjenjuje se brzinom kojom on može obaviti rad ili predati energiju. (Ukupni rad ili ukupna predana energija nije mjerilo snage, jer i mali sustav može predati veliku količinu energije ali u dugom vremenu).

- $P = dW/dt$

- ENERGIJA

- dominantno se koristi potencijalna energija, te je

- $W = mgh$

- m - masa [kg]
 - g - ubrzanje sile teže [m/s⁻¹]
 - h - razlika potencijala (položaja) [m]

- $W = \rho V g h = 1000 V 9,81 h = 9810 V h$ [Nm] ([J]; [Ws])

- $W = V h/367$ [kWh]

- Snaga

- $P = dW/dt = \rho g h Q dt/dt = \rho g h Q = 9810 h Q$ [W]

- $P = 9,81 Q h$ [kW]

- $W = \int P dt = 9,81 \int Q h dt$ [kWh] (dt u satima)

- Obzirom da su jedinice [J] i [W] za praktične potrebe malene koriste se veće jedinice:

| | | | | |
|--------|-----|----|------------------|-----------|
| – kilo | kWh | kW | 10 ³ | [Wh]; [W] |
| – mega | MWh | MW | 10 ⁶ | [Wh]; [W] |
| – Giga | GWh | GW | 10 ⁹ | [Wh]; [W] |
| – Tera | TWh | TW | 10 ¹² | [Wh]; [W] |
| – Peta | PWh | PW | 10 ¹⁵ | [Wh]; [W] |

- Otpori u provodnicima uzimaju se u obzir hidrauličkim proračunima h u izrazu za snagu i energiju iskazuje se s h_{neto}
- Otpori i gubici u strojevima uzima se kroz η (koeficijent korisnog učinka stroja (turbina, generator, transformator)).

- Kao prvi korak proučava se bruto energetski potencijal a zatim se procjenjuje tehnički i ekonomski iskoristiv potencijal te neto potencijal.

- ENERGIJA OBORINA

$$W = \frac{0}{367} \int H h dF$$

H oborina (srednja godišnja oborina na površini dF) [m/god]
 h pad (visina površine dF iznad referentne ravnine) [m]
 dF elementarna površina [m²]

- uvid u raspodjelu po terenu
- ocjena otjecanja
- dopuna podataka
- kontrola

- **ENERGIJA OTJECANJA**

$$W = \frac{\sum \mu H h \Delta F}{367}$$

μ koeficijent otjecanja [1]

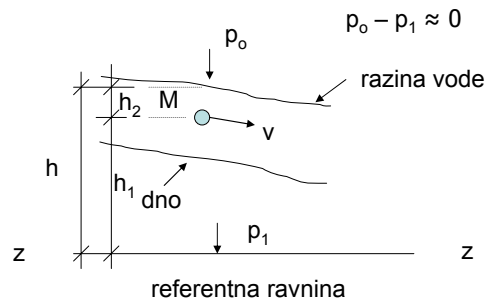
- ocjena enegije koncentriranih tokova
- erozija i ispiranje u kršu

- ***ENERGIJA KONCENTRIRANIH TOKOVA***

- Za korištenje vodne snage i energije dostupna je snaga i energija koncentrirana u vodotocima
- Posebno su s energetskeg stajališta značajne dionice s koncentriranim (usredotočenim) padom – slapovi, kaskade i slično.

Energija jedne elementarne mase

$$W = M g (h_1 + v^2/2g + h_2 + (p_o - p_1)/\rho g)$$

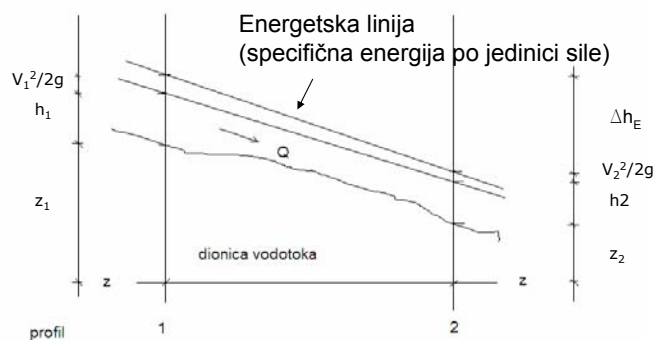


$$W = M g (h_1 + v^2/2g + h_2) \quad h_1 - \text{energija položaja}$$

$h_2 - \text{energija pritiska}$

$$W = M g (h + v^2/2g)$$

• Na slijedećoj skici prikazan je uzdužni profil dionice vodotoka:



L

- $dE_1 = P_1 dt = \rho g Q dt (z_1 + h_1 + v_1^2/2g)$ [Ws]
 $E_1 = \int P_1 dt$ [Ws]
- $dE_2 = P_2 dt = \rho g Q dt (z_2 + h_2 + v_2^2/2g)$ [Ws]
 $E_2 = \int P_2 dt$ [Ws]

- $dE_1 = P_1 dt = \rho g Q dt (z_1 + h_1 + v_1^2/2g)$ [Ws]
 $E_1 = \int P_1 dt$ [Ws]
- $dE_2 = P_2 dt = \rho g Q dt (z_2 + h_2 + v_2^2/2g)$ [Ws]
 $E_2 = \int P_2 dt$ [Ws]

Očigledno je
 $E_1 > E_2$

Razlika između energije na ulazu i izlazu iz promatrane dionice iznosi:

- $dE_{1-2} = dE_1 - dE_2 = \rho g Q dt \Delta h_E$ [Ws] (za $dt = 1(s)$)
- $P_{1-2} = \rho g Q \Delta h_E$ [W]
- $P_{1-2} = 9,81 Q \Delta h_E$ [kW]
- $E_{1-2} = \int P_{1-2} dt$ [kWh] (uz dt [h])

Energija E_{1-2} odgovara radu koji voda obavi u određenom vremenu krećući se od profila 1 do profila 2. Rad je obavljen u savladavanju svih otpora na dionici L te na pronos nanosa.

Iz ove spoznaje proizlazi osnovni princip korištenja snage i energije vode u prirodi – hidrotehničkim građevinama smanjiti rad vode u prirodi i oslobođenu energiju iskoristiti za obavljanje nama korisnog rada – proizvodnju električne energije.

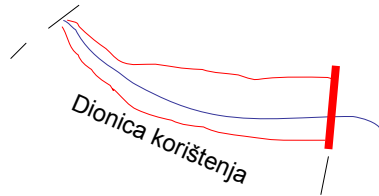
- Smanjenje rada vode na nekoj dionici u prirodi ostvaruje se:
- A) usporavanjem (građevine u vodotoku)
 - Usporavanje se ostvaruje izgradnjom brane, te se na taj način smanjuju brzine vode, vučna sila i u konačnici se smanjuje rad vode na kretanju od profila 1 do profila 2 (duž dionice).
- B) **Derivacijom** - odvajanjem dijela vode iz vodotoka i njenim provođenjem izgrađenim provodnicima. Zahvat se vode ostvaruje na početku dionice (oko profila 1) a povrat vode u vodotok se realizira na nizvodnom kraju dionice (profil 2). Provodnici su u pravilu kraći od vodotoka i manjih su otpora kretanju vode, te se na taj način smanjuje rad vode.
- C) **Kombinacijom usporavanja i derivacije.**

Hidroelektrane, kod kojih se koristi samo usporavanje nazivaju se PRIBRANSKE HIDROELEKTRANE, a ostale koje se ostvaruju derivacijom ili kombinacijom usporavanja i derivacije nazivaju se DERIVACIJSKE HIDROELEKTRANE.

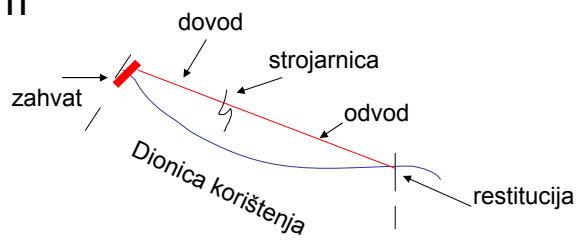
Svaka hidroelektrana (HE) sastoji se od 4 glavne grupe građevina:

zahvata (brana, ulazni uređaj), **dovoda**, **strojarnice** i **odvoda**. (U okviru ranijih kolegija obrađene su brane i provodnici dok se ulazni uređaji i strojarnice obrađuju u okviru ovog kolegija).

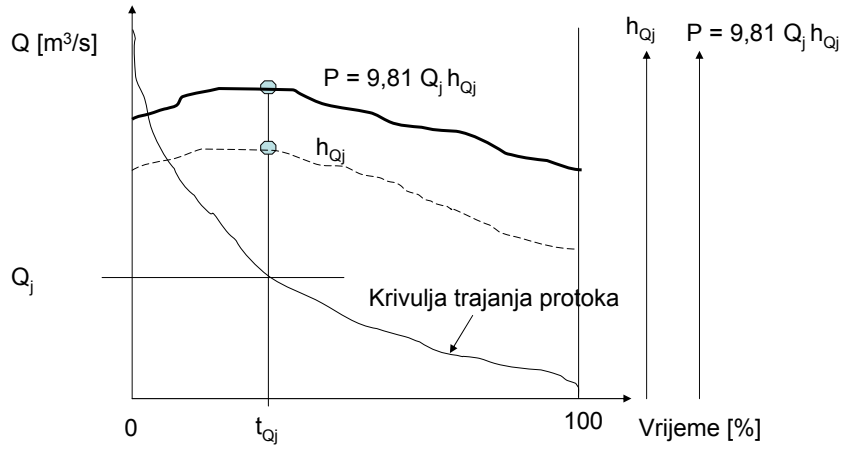
- usporavanjem



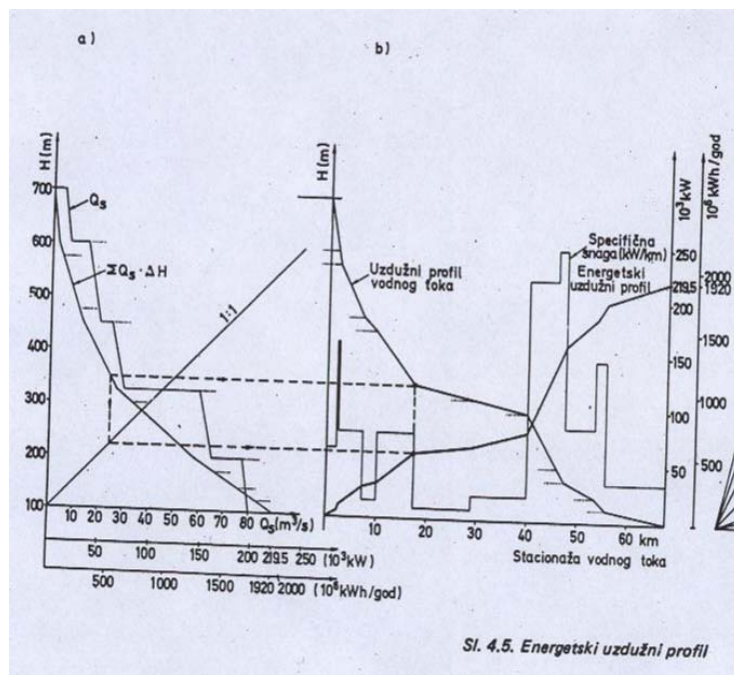
- derivacijom

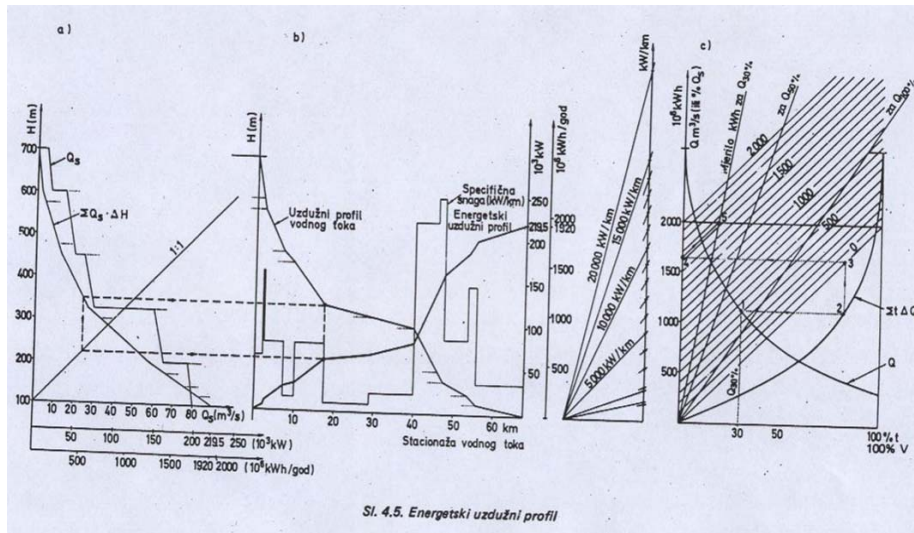


Proračun energije koncentriranog toka



- U analizi korištenja vodnih snaga prvo se procjenjuje ukupni raspoloživi bruto potencijal. U cilju proučavanja cijelih rijeka uvode se pojednostavljena, koja daju mogućnost brže procjene s manjom ali prihvatljivom točnosti.
- Umjesto sa svim protocima približni se račun provodi sa srednjim godišnjim (Q_{sr})
- Umjesto pada energetske linije koristi se pad dna korita koji je dostupniji na osnovi geodetskih podloga.
- (Na pr. r. Drava od Legrada do Dunava prema detaljnom računu ima prosječnu godišnju energiju 2 332 GWh, a preko Q_{sr} 2 322 GWh – razlika je 0,41%)



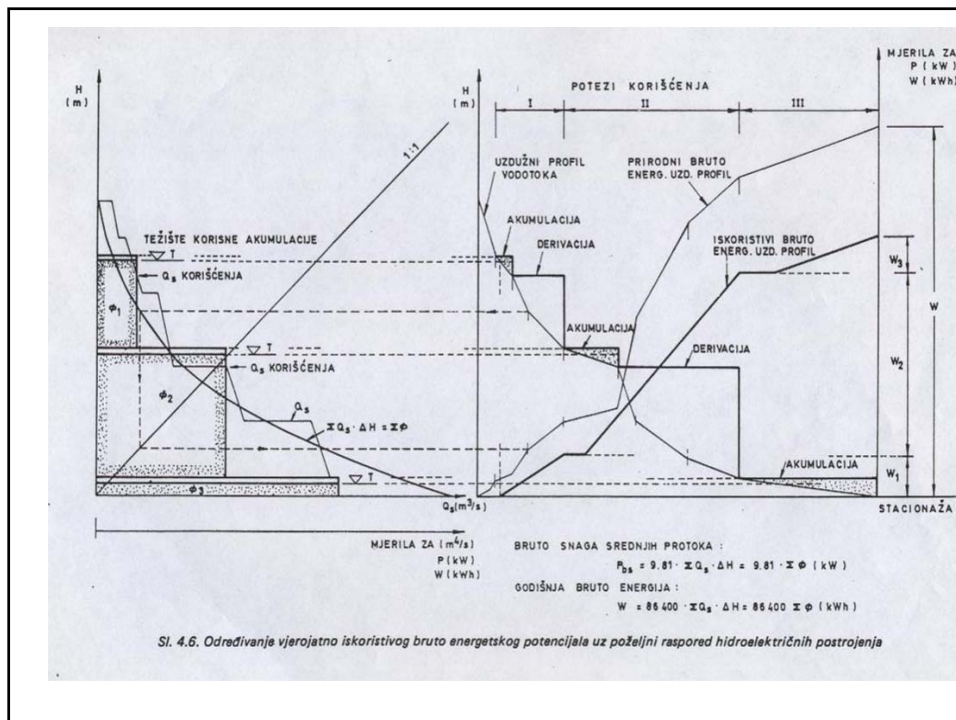
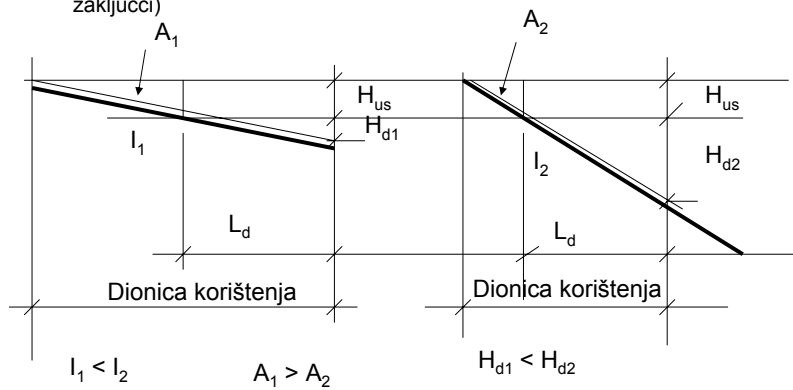


Sl. 4.5. Energetski uzdužni profil

- Usporedba pribranskog i derivacijskog tipa HE
- (na osnovi padova)
- Pretpostavke:
 - Jednaka visina usporne građevine
 - Jednaka dužina derivacije
 - Različiti padovi

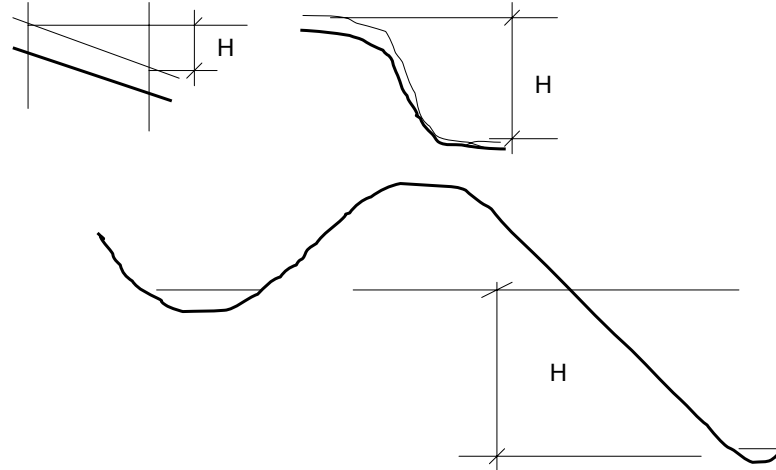
• Zaključak:

- Kod malih padova povoljnije pribransko rješenje (veći A)
- Kod većih padova povoljniji derivacijski tip (veći pad za jednaku dužinu derivacije)
- (vrijedi samo ograničeno – kada se uvedu drugi kriteriji mogući su drugačiji zaključci)

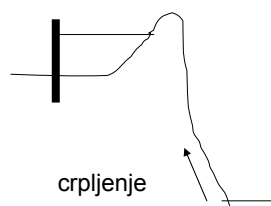


Neki tipični primjeri vodnih snaga u prirodi

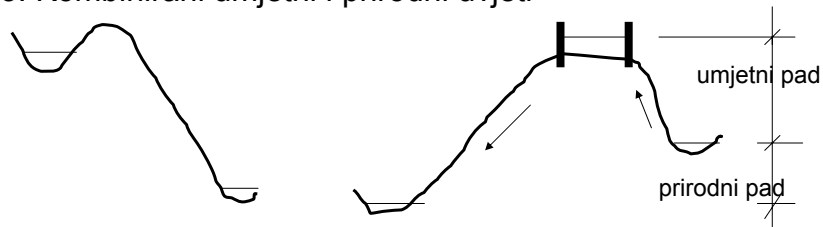
- 1. prirodne vodne snage



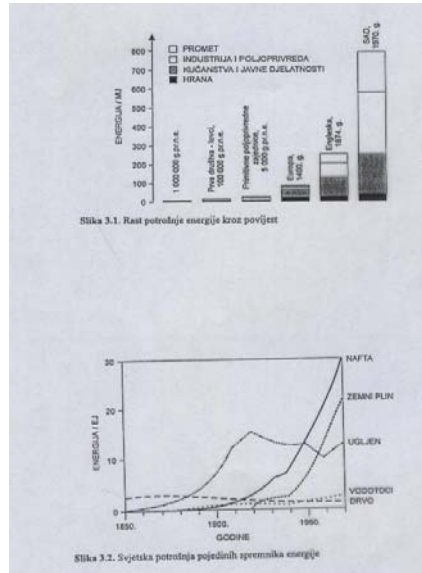
- 2. Umjetne vodne snage



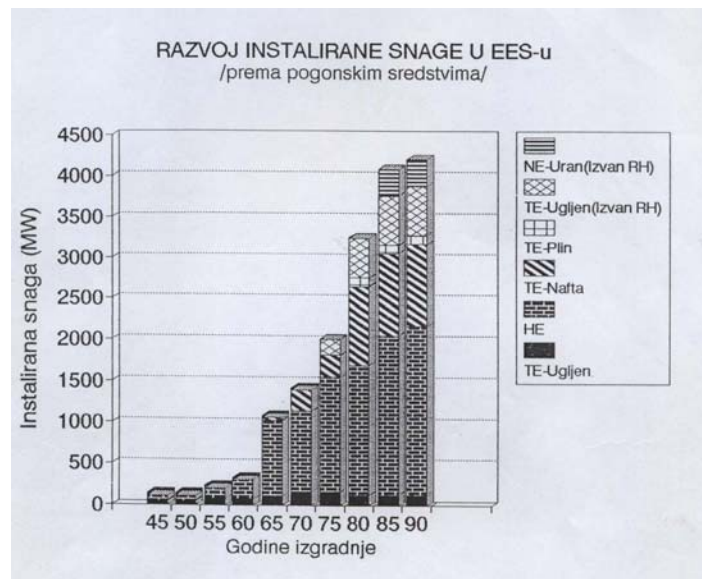
- 3. Kombinirani umjetni i prirodni uvjeti



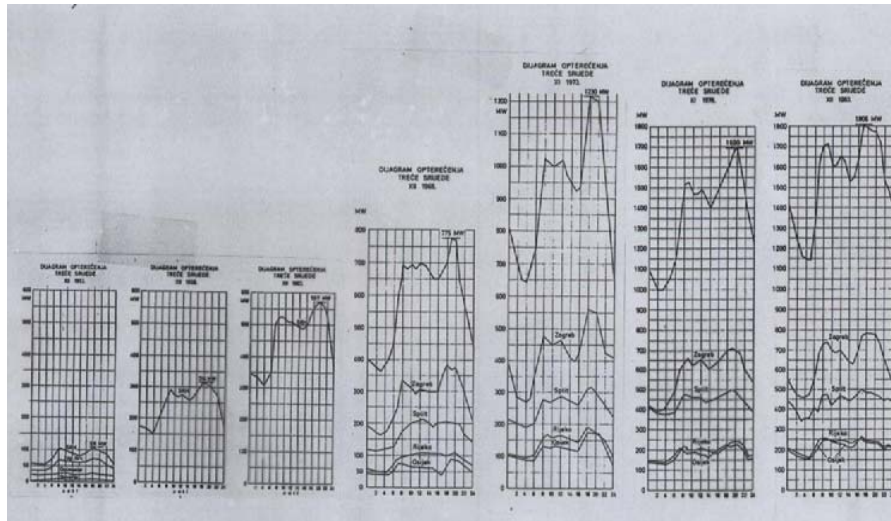
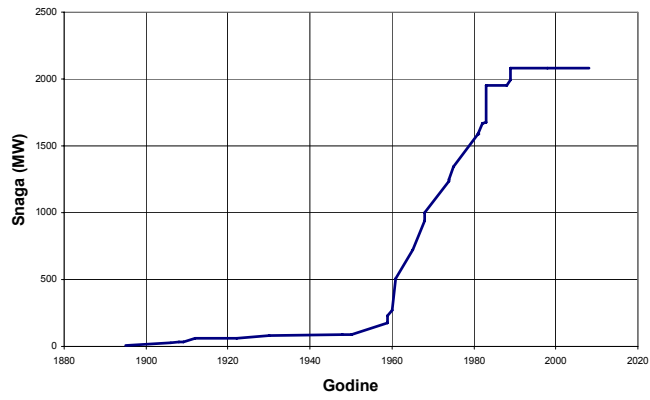
Rast potrošnje energije u svijetu

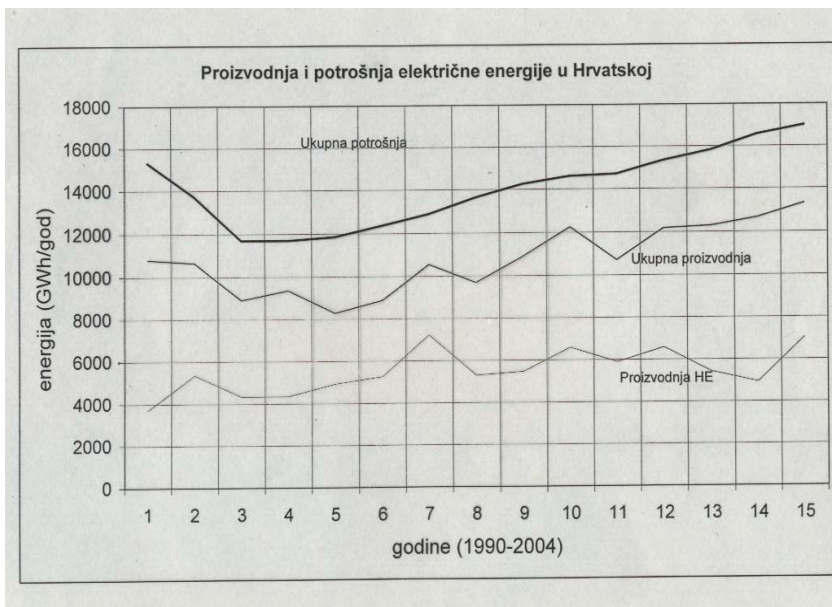
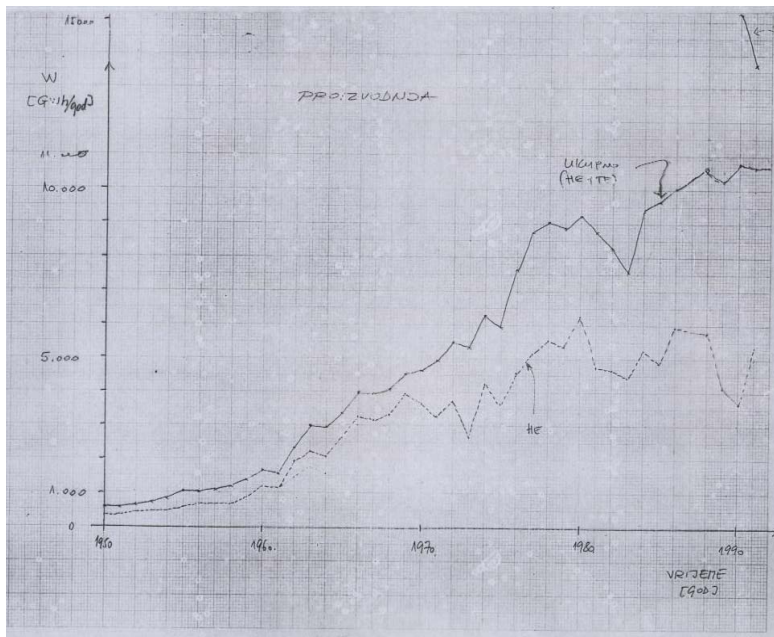


Vodne snage Hrvatske

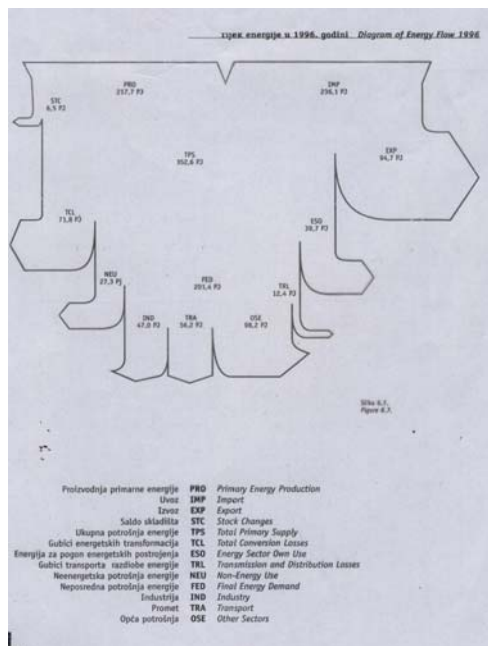
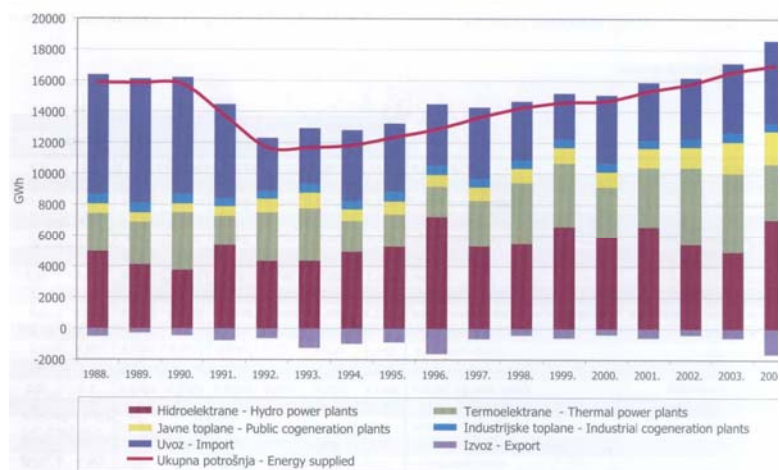


Izgradnja hidroelektrana u Hrvatskoj





Potrošnja i proizvodnja električne energije u Hrvatskoj



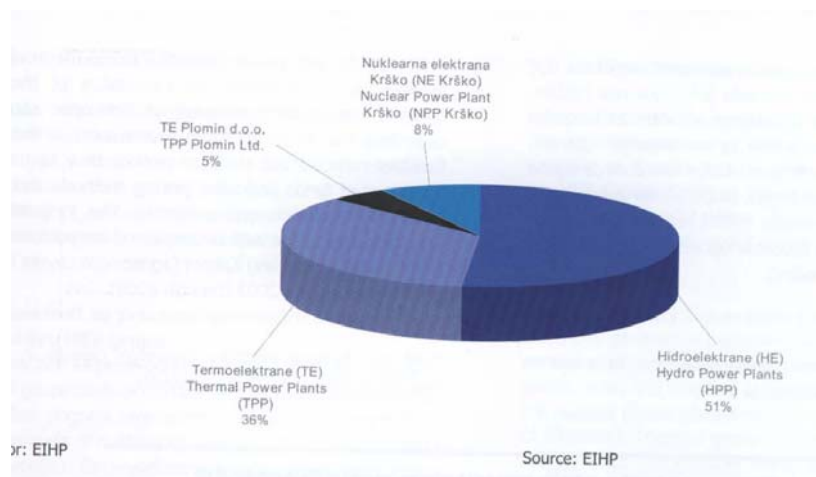
Raspoloživa snaga proizvodnih kapaciteta za električnu energiju
Available Electricity Generation Capacity

| | MW | % |
|---|---------------|------------|
| Hidroelektrane (HE) Hydro Power Plants (HPP) | 2078,6 | 51 |
| Termoelektrane (TE) Thermal Power Plants (TPP) | 1440,5 | 36 |
| TE Plomin d.o.o. TPP Plomin Ltd. | 192 | 5 |
| Ukupno u RH Total in the Republic of Croatia | 3711,1 | 92 |
| Nuklearna elektrana Krško (NE Krško) – 50% Nuclear Power Plant Krško (NPP Krško) – 50% | 338 | 8 |
| Ukupno Total | 4049,1 | 100 |

EIHP

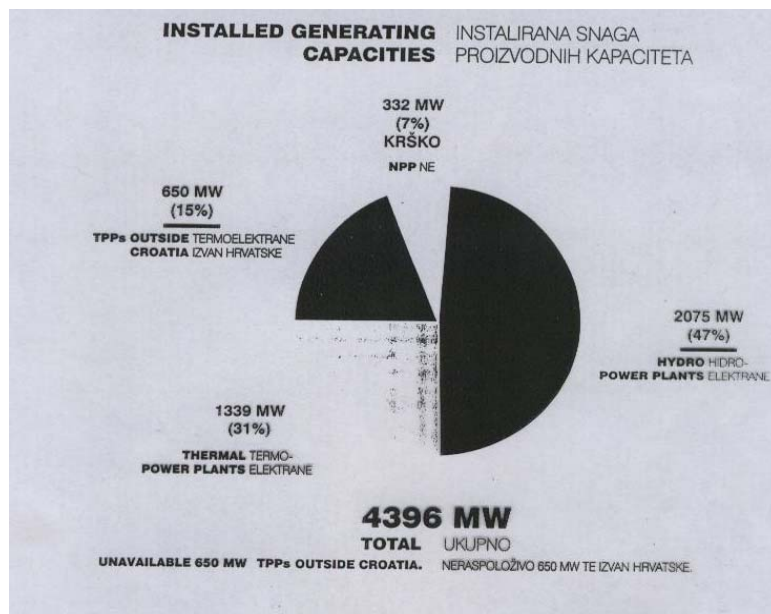
Source: EIHP

Uloga hidroelektrana (HE) u Hrvatskoj



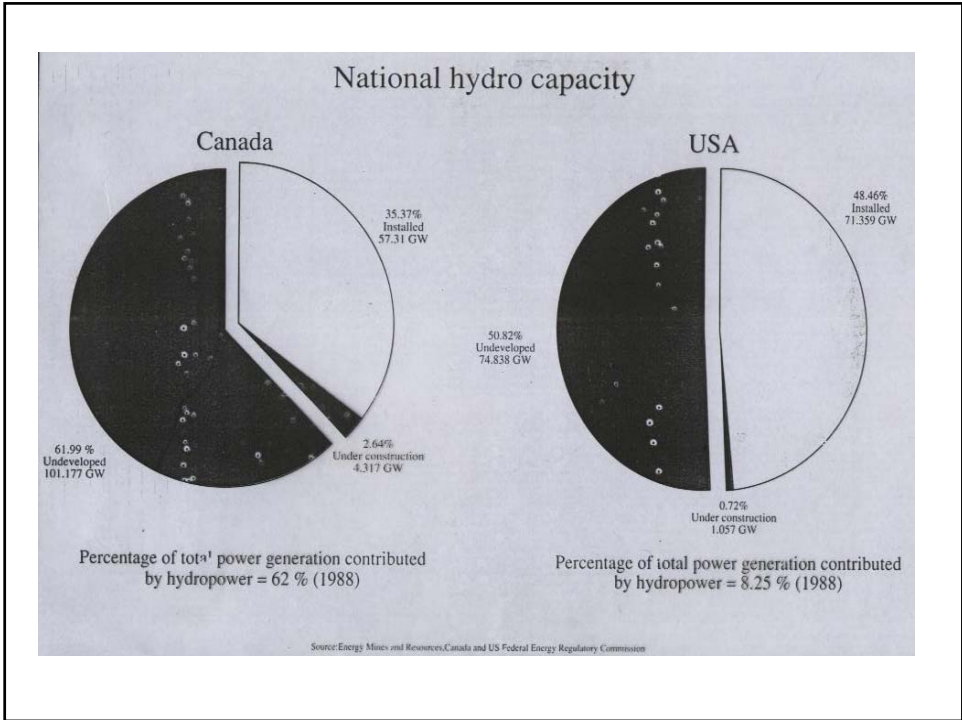
iz: EIHP

Source: EIHP



Svijet

- Značajni udio hidro izvora:
 - Kanada 60%
 - Brazil 94%
 - Paragvaj 99%
 - Albanija 83%
 - Austrija 70%
 - BiH 46%
 - HR 54%
 - Norveška 99,2%
 - Švicarska 60%
 - Island 83%
- Manji udio hidro izvora:
 - USA 8%
 - Mexico 15%
 - Kina 17%
 - Rusija 20%
 - Francuska 15%
 - Mađarska 0,5%
 - Srbija i CG 35
 - Italija 29%



5.2. Energetska bilanca električne energije

Tablica 5.2.1. Električna energija

5.2. Energy Balance of Electricity

Table 5.2.1. Electricity

| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 1999-03 | 1999-04 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| Proizvodnja | 12244.5 | 10701.6 | 12174.4 | 12285.9 | 12669.2 | 13322.2 | 8.3 | 1.7 |
| -hidroelektrane | -hydro power plants | 4592.1 | 5092.1 | 6005.1 | 5422.6 | 4975.4 | 7551.2 | 42.9 |
| -termoelektrane | -thermal power plants | 4106.7 | 3270.1 | 3632.2 | 4094.6 | 5129.5 | 3614.7 | -29.3 |
| -javne tvornice | -public cogeneration plants | 1005.3 | 879.6 | 1202.6 | 1127.8 | 2522.2 | 2129.9 | -8.9 |
| -industrijske tvornice | -industrial cogeneration plants | 541.4 | 559.8 | 522.5 | 540.9 | 521.9 | 524.5 | -0.3 |
| Uvoz | Import | 2955.0 | 4386.0 | 3741.8 | 3925.9 | 4470.1 | 5290.0 | 18.7 |
| Izvoz | Export | 995.6 | 385.9 | 587.8 | 401.7 | 586.0 | 1832.8 | 178.6 |
| Ukupna potrošnja | Energy supplied | 14601.9 | 14704.7 | 15330.4 | 15807.1 | 16561.0 | 2.6 | 3.1 |
| Gubitak pri prijenosu i distribuciji | Transmission and distribution losses | 2081.7 | 2061.8 | 2461.3 | 2074.9 | 2242.0 | 1223.9 | -12.3 |
| Gubitak pri prijenosu | Transmission losses | 117.5 | 138.8 | 158.6 | 166.5 | 153.1 | 580.6 | -111.1 |
| Gubitak distribucije | Distribution losses | 1964.2 | 1923.0 | 2302.7 | 1908.4 | 2088.9 | 1837.3 | -13.1 |
| Neto potrošnja | Total consumption | 12560.2 | 12639.9 | 12869.1 | 13732.2 | 14319.0 | 5.9 | 3.3 |
| Potrošnja energetske | Total energy sector | 840.9 | 813.4 | 878.4 | 1038.2 | 1059.1 | 1074.8 | 1.4 |
| -proizvodnja nafte i plina | -oil and gas extraction | 382.2 | 396.3 | 394.5 | 397.8 | 315.4 | 386.4 | -74.0 |
| -proizvodnja ugljena | -coal mines | 8.4 | | | | | | |
| -električnoprivreda | -electric energy supply industry | 15.9 | 24.4 | 24.7 | 24.8 | 21.3 | 30.9 | 17.4 |
| -hidroelektrane | -hydro power plants | 52.5 | 71.8 | 83.5 | 141.6 | 112.0 | 166.0 | 48.2 |
| -termoelektrane | -thermal power plants | 209.4 | 222.6 | 275.4 | 326.2 | 379.3 | 285.0 | 24.9 |
| -javne tvornice | -public cogeneration plants | 99.6 | 105.0 | 105.3 | 95.6 | 115.0 | 44.6 | 29.2 |
| -naftne rafinerije | -petroleum refineries | 285.0 | 279.9 | 272.7 | 294.3 | 296.3 | 323.4 | 8.4 |
| -degazirana | -NGL plant | 14.3 | 14.2 | 14.4 | 13.5 | 13.2 | 14.2 | 7.6 |
| Neenergetska potrošnja | Final energy demand | 11699.3 | 11826.5 | 11990.7 | 12694.0 | 13259.9 | 11567.8 | 5.6 |
| Industrija | Industry | 2728.2 | 2809.4 | 2881.9 | 2890.4 | 3123.3 | 3225.8 | 2.6 |
| -čelik i ostala | -iron and steel | 204.8 | 252.4 | 195.2 | 172.3 | 199.6 | 252.0 | 26.7 |
| -obojeni metali | -non-ferrous metals | 71.0 | 66.2 | 76.3 | 91.6 | 79.9 | 80.2 | 0.4 |
| -staklo i nem. metali | -non-metallic minerals | 98.4 | 98.2 | 101.3 | 96.0 | 113.4 | 128.4 | 31.5 |
| -kemija | -chemical | 543.2 | 541.6 | 511.0 | 501.0 | 526.3 | 478.6 | -10.8 |
| -građevinski materijal | -construction materials | 496.7 | 502.0 | 544.8 | 569.0 | 641.7 | 590.5 | 8.0 |
| -papir | -pulp and paper | 223.4 | 253.0 | 258.3 | 274.4 | 281.3 | 241.4 | -14.2 |
| -prehrana | -food production | 414.4 | 400.6 | 424.5 | 444.7 | 517.4 | 571.7 | 35.5 |
| -ostalo | -not elsewhere specified | 707.3 | 684.5 | 746.3 | 729.4 | 763.7 | 674.2 | 14.5 |
| Privatni | Residential | 242.8 | 280.2 | 264.4 | 281.3 | 287.2 | 296.1 | -6.4 |
| -kućanstva | -residential | 146.2 | 158.7 | 136.1 | 166.9 | 166.4 | 161.9 | -3.9 |
| -poslovanje i javni | -non-residential | 24.6 | 22.4 | 24.5 | 24.9 | 24.8 | 25.7 | 19.8 |
| -javni gradovi | -public city | 17.4 | 14.0 | 15.5 | 16.9 | 17.8 | 16.8 | -1.2 |
| -ostalo | -not elsewhere specified | 14.6 | 14.1 | 16.0 | 17.1 | 16.2 | 17.7 | 4.1 |
| Opća potrošnja | Other sectors | 8697.3 | 8724.9 | 8864.7 | 9220.6 | 9538.8 | 10185.9 | 6.8 |
| -kućanstva | -household | 5741.6 | 5729.0 | 5539.6 | 5954.2 | 5893.9 | 6072.1 | 6.6 |
| -volontari | -services | 2625.2 | 2806.9 | 2963.3 | 3251.0 | 3463.3 | 3715.9 | 6.7 |
| -proizvodnja | -agriculture | 66.5 | 68.1 | 68.0 | 67.0 | 63.1 | 68.4 | 3.6 |
| -građevinarstvo | -construction | 264.0 | 248.8 | 253.8 | 248.4 | 298.5 | 332.5 | 11.1 |

Hidroelektrane - HEP

Hydro power plants - HEP

Hidroelektrane - HEP Hydro power plants - HEP

| HIDROELEKTRANE HYDRO POWER PLANTS | RASPOLOŽIVA SNAGA AVAILABLE CAPACITY | | TEH. MINIMUM TECH. MINIMUM | TIP TYPE |
|--------------------------------------|---|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | GENERATOR (MW) GENERATOR (MW) | PRAG (MW) NET OUTPUT (MW) | | |
| HPP Sani | 3x72 | 216 | 3x31 | akumulacijska storage |
| HPP Sava | 1x22,5 | 22,5 | 0 | akumulacijska storage |
| HPP Slonje | 3x28 | 84 | 0 | akumulacijska storage |
| HPP Slončič | 4/(1-2) | 4/(1-2) | 0 | akumulacijska storage |
| CHL Lepenica | 1,4/(1-3) | 1,4/(1-3) | 0 | akumulacijska storage |
| CCP Lesnica | 2x20,8 | 41,6 | 5 | akumulacijska storage |
| HE Peruta | 3x70 | 210 | 50 | akumulacijska storage |
| CS Buha Bista | 11,3/(10-3) | 11,3/(10-3) | 0,81 | akumulacijska storage |
| HE Taborac | 3x108+2x135 | 480 | 50+80 | akumulacijska storage |
| HPP Dobruša | 2x130/(1-20) | 270/(1-20) | 80 | akumulacijska storage |
| HPP Dubrava | 2x108 | 216 | 50 | akumulacijska storage |
| HPP Dula | 2x20,4 | 40,8 | 8 | akumulacijska storage |
| HE Koginjec | 12,4+2x20,8+4,8 | 58,0 | 1 | akumulacijska storage |
| HPP Kriška | 2x18 | 36 | 2x0 | protisna run-of-river |
| HPP Kriška | 4,8+3x5,4 | 24 | 1 | protisna run-of-river |
| HE Gata | 2x3,27 | 6,5 | 1 | protisna run-of-river |
| HPP Gata | 3x18 | 54 | 2x2 | protisna run-of-river |
| HE Vrhovlje | 3x43 | 129 | 2x18 | protisna run-of-river |
| HE Črčava | 3x49,3 | 147,9 | 2x15 | protisna run-of-river |
| HPP Črčava | 2x40,3 | 80,6 | 2x15 | protisna run-of-river |
| HE Krško (50%) | 15,2 | 15,2 | | protisna run-of-river |
| HE Vrhovnje (50%) | 3,4 | 3,4 | | protisna run-of-river |
| Skupaj HE | | 2078/(2265) | | |

PS - pumping station
PSP - pumped storage HPP
RHP - reversible HPP

Tablica 3.2.5.
Table 3.2.5.

Termoelektrane - HEP

Thermal power plants - HEP

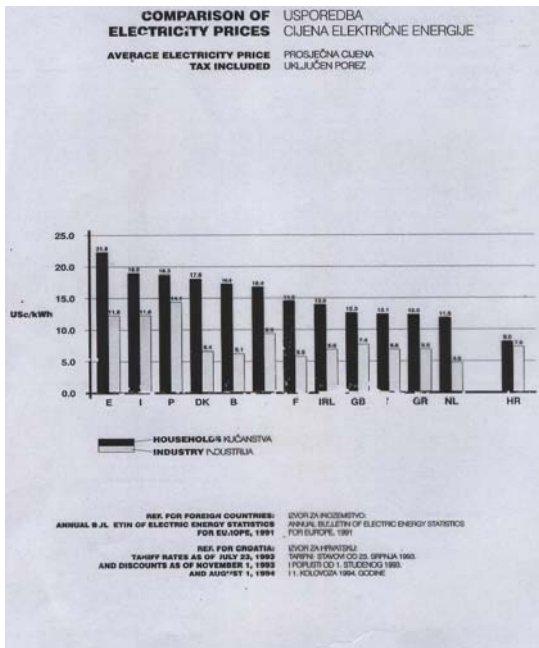
Termoelektrane - HEP Thermal power plants - HEP

| TERMEOELEKTRANE THERMAL POWER PLANTS | RASPOLOŽIVA SNAGA AVAILABLE CAPACITY | | TEH. MINIMUM TECH. MINIMUM | GORIVO FUEL |
|---|---|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | GENERATOR (MW) GENERATOR (MW) | PRAG (MW) NET OUTPUT (MW) | | |
| TE Ptomin | 1x120 | 98 | 60 | ugljen coal |
| TPE Ptomin | 1x320 | 303 | 90 | L. ulje f. oil |
| TE Rijeka | 2x210 | 396 | 90+90 | L. ulje/p. plin f. oil/n. gas |
| TPE Sisač | 2x210 | 396 | 90+90 | L. ulje/p. plin f. oil/n. gas |
| TE-TO Zagreb | 25+19+110 | 154 | 12+8+60 | L. ulje/p. plin f. oil/n. gas |
| TE-TO Zagreb CHP | 12,5+32 | 38 | 3,5+5,5 | p. plin/ELU n. gas/ELU |
| EL-TO Zagreb | 2x42,5 | 83 | 8+8 | p. plin/ELU n. gas/ELU |
| KTE Jertovac | 2x25 | 48 | 1+1 | n. gas/ELU f. oil/n. gas |
| CCP Jertovac | 45 | 42 | 10 | L. ulje/p. plin f. oil/n. gas |
| TPE Osljak | 332 | 316 | 16 | UO ₂ UO ₂ |
| GTP Osljak | 50,9 | 50,9 | | D2 D2 |
| TE-TO Osljak | 64,7 | 64,7 | | ZGT ZGT |
| TE-TO Osljak CHP | | | | |
| NE Krško (50%) - Slovenija | | | | |
| NE Krško (50%) - Slovenija | | | | |
| Interventne dizel (4) | | | | |
| Emergency diesel (4) | | | | |
| Interventne plinske (3) | | | | |
| Emergency gas (3) | | | | |
| Ukupno TE+HE | 1671,1 | 1593,6 | | |
| TOTAL TPPs+NPP | | | | |

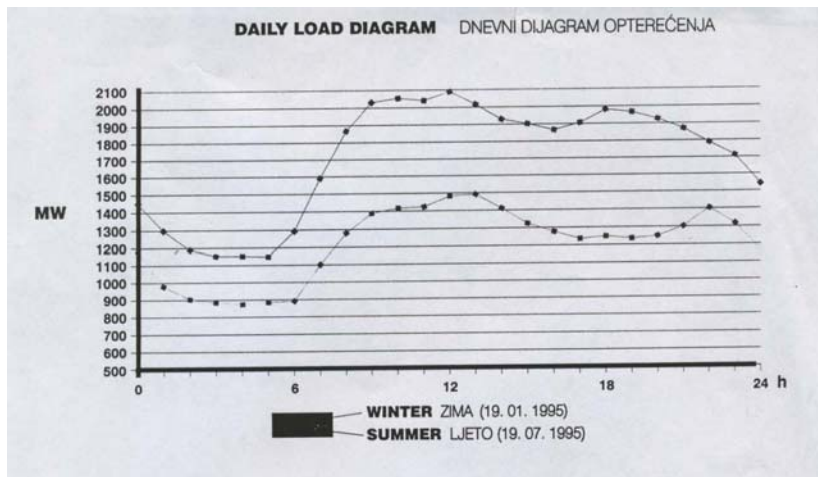
Tablica 3.2.6.
Table 3.2.6.

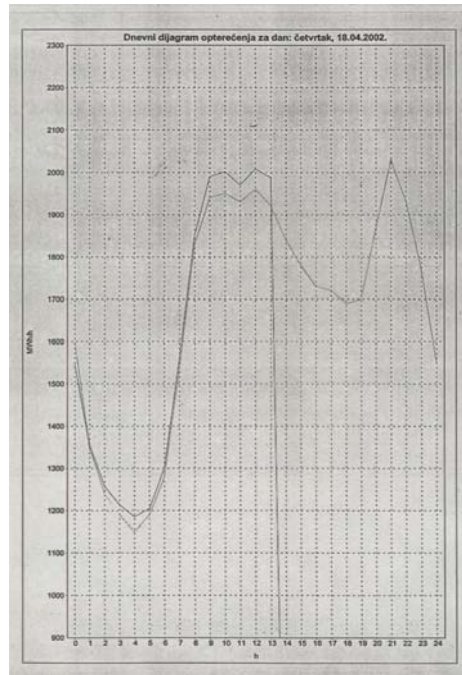
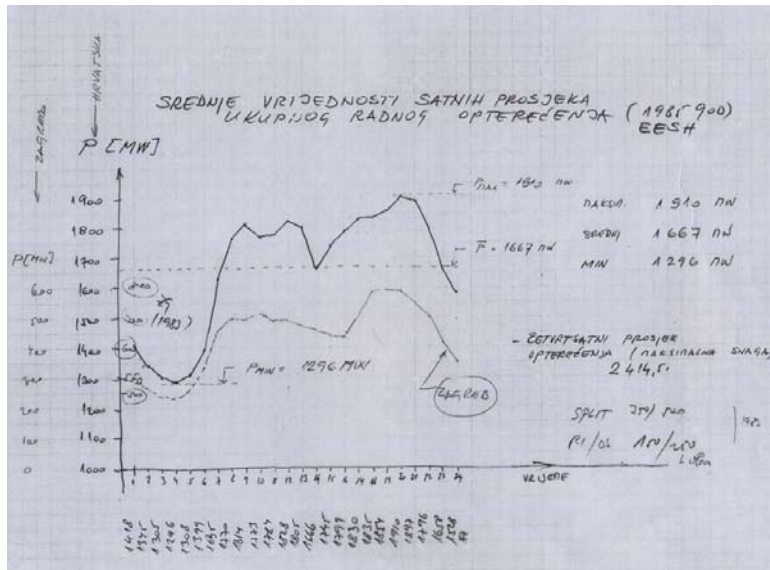
p. plin - prirodni plin
Lulje - loživo ulje
ELU - ekstra lako lož ulje
UO₂ - uranov oksid
D2, ZGT - specijalna ulja za pogon interventnih elektrana

n. gas - natural gas
f. oil - fuel oil
ELO - extra light oil
UO₂ - uranium oxide
D2, ZGT - special oils used in emergency plants



Uloga HE u Hrvatskoj

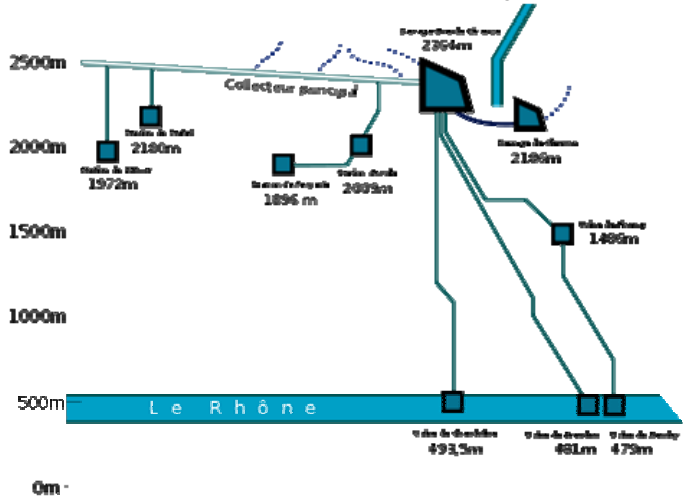




| Dan u godini: 112 | | Vozni red elektrana Hrvatske [MWh/h] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | utorak,22.travanj 2003. | |
|-------------------|--------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|--|
| Elektrana | Ukupno | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | |
| FTB OSTIJE | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| TE-TO OSTIJE | 480 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| HE VINDOČ | 40 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| HE BEHAJ+KLOPE | 3995 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 70 | 210 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | | |
| HE BIJEVA | 495 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| TE PLOMB | 2480 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| TE BIJEVA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| HE ZAKUČAC | 1510 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 75 | 85 | 85 | 85 | 80 | 80 | 85 | 85 | 100 | 65 | 50 | 55 | | |
| HE BALE | 125 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| HE ORLOVAC | 275 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 50 | 50 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| HE BERON | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| HE KRALJEVAC | 120 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| HE MILUTAC | 330 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | | |
| HE GOLUBIĆ | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| HE OSROVAC | 0 | 0 | -50 | -135 | -135 | -110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 130 | 130 | | |
| HE JANDRA | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| HE KURŠOVCI | 2300 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| HE BOJAK | 550 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 50 | 50 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 50 | 50 | 50 | | |
| HE VARAŽDIN | 2070 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 100 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 140 | 140 | 140 | 140 | | |
| HE ČAKOVEC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| HE SUBRAVA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| TE ŽETOVAC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| TE-TO ŽETOVAC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| TE-TO ŽAGREB 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| TE-TO ŽAGREB 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| EL-TO ŽAGREB | 260 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | |
| TE BIJAK 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| TE BIJAK 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| HN KRKO | 7697 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 318 | 318 | 318 | 318 | 318 | | |
| DE OSTIJE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| DE-BERON | 4680 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | | |
| DE-SARAJEVO | 4680 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | | |
| DE-SARAJEVO | 1200 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | |
| Konsum | Ukupno | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | |
| TE - Suma | 39060 | 1280 | 1160 | 1110 | 1070 | 1100 | 1220 | 1470 | 1760 | 1880 | 1860 | 1850 | 1860 | 1840 | 1770 | 1700 | 1680 | 1670 | 1660 | 1670 | 1800 | 2050 | 1900 | 1930 | 1690 | | |
| HE - Suma | 21357 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | | |
| HE - Suma | 11740 | 160 | 40 | -5 | -45 | -20 | 170 | 355 | 605 | 605 | 675 | 605 | 695 | 695 | 625 | 540 | 570 | 555 | 585 | 560 | 660 | 895 | 835 | 775 | 540 | | |
| Kompensacija | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Odstupanje | 33 | 7 | -3 | 2 | 2 | -3 | -3 | 1 | 1 | -4 | 6 | 1 | -3 | 5 | 0 | 3 | 9 | -5 | 4 | -1 | 9 | -1 | 9 | 2 | 2 | | |
| Total | 5351 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | | |

Velike HE u svijetu i u nas

- Prema padu:
 - Reisseck (Austrija, Drava) 1772 m
 - Grand Dixance (Švicarska) 1748 m/ od 1998. god. 1883 m)



– Portillon (Francuska) 1420 m

– Hrvatska:

- Vinodol 660 m
- Velebit 550 m
- Senj 437 m
- Orlovac 404 m
- Zakučac 270 m
- Dubrovnik 290 m
- Rijeka 226 m

• Prema proizvodnji:

- Itaipu (Brazil/Paragvaj) 70 TWh/god (pad 120 m)
- LG2 (La Grande Canada) 38,8 TWh/god
- U Europi Đerdap 11,4 TWh/god
 - ukupno Hrvatska 6,6 TWh/god
 - Zakučac (Cetina) 2 TWh/god

• Prema snazi:

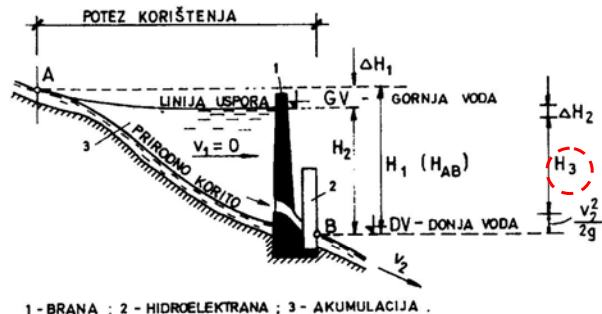
- (Three Gorges u gradnji – Kina) 25 GW
- Itaipu 12,87 GW (u planu povećanje na 21,5 GW)
- Đerdap 2,05 GW
 - Zakučac (0,468 GW); Velebit(0,276); Orlovac(0,237);
Dubrovnik(0,240); Senj(0,216); Varaždin(0,09);Dubrava (0,076);
Čakovec (0,077); Vinodol (0,070); Kraljevac (0,069); ostale oko 0,04
i manje)

Vodne snage Hrvatske

| | Prosječni hidro potencijal | Bruto TWh/god | Dio energije oborina | Dio energije konc. tokova |
|---|----------------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|
| 1 | Energija oborina | 73 | 1 | 3,65 |
| 2 | Energija otjecanja | 39 | 0,53 | 1,95 |
| 3 | Energija konc. tokova | 20 | 0,27 | 1 |
| 4 | Vjerojatno tehničko iskoristivo | 12,7 | 0,17 | 0,64 |
| 5 | Vjerojatno ekonomski iskoristivo | 11,2 | 0,15 | 0,56 |
| 6 | Iskorišteno | 6,6 | 0,09 | 0,33 |
| 7 | Potrošnja energije | 13-17 | - | - |

Vodne snage Hrvatske

- Vjerojatno tehnički iskoristivo – 6,1 TWh/god
- Samostalno (Hrvatska) 2,93 TWh/god
 - (dio u Hrvatskoj 2,67; dio u BiH – Čaprazlije)
- Pogranično 3,17 TWh/god
 - (od toga se procjenjuje da Hrvatskoj pripada 1,98 TWh/god)



- horizontalna udaljenost između točaka A i B, **potez korištenja**,
- H_1 , pad poteza korištenja,
- H_2 , **statički pad** (GV-DV), u ovom slučaju i koncentrirani pad,

- H_3 , **neto pad**, $H_3 = H_2 - (\Delta H_2 + v_2^2/2g)$,
- ΔH_1 , gubitak na padu u području uspora,
- ΔH_2 , gubitak na padu u dovodu do ulaza u turbinu.

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot H_{\text{neto}} \cdot \eta_t \text{ u (kW)}$$

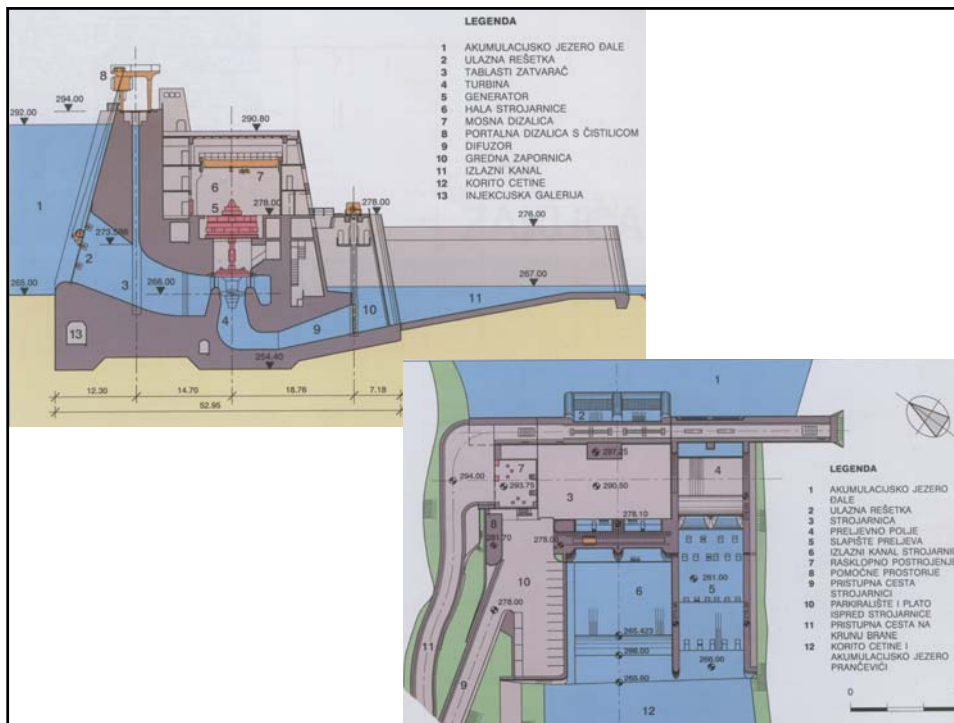
Primjer pribranske HE – HE ĐALE (rijeka Cetina)



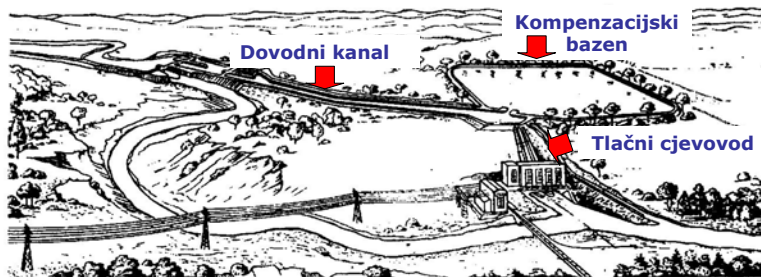
HE Đale je pribranska elektrana smještena na rijeci Cetini 5.8 km nizvodno od Trilja.

Akumulacija HE Đale služi za dnevno izravnanje protoka. Puštena je u pogon 1989. god.

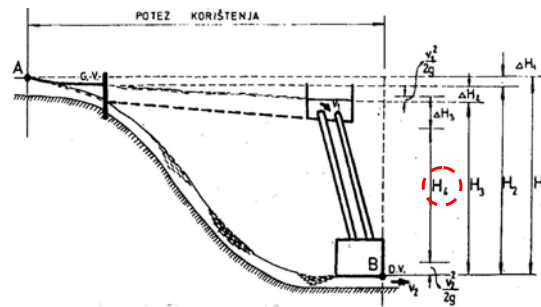
Betonska gravitacijska brana visine 40.50 m, zapremnine 3.7 hm³, ukupne dužine 110.0 m, širine u kruni 8.8 m, a u temelju 52.95 m. Preljev je širine 20.0 m opremljen zatvaračem, dva temeljna ispusta su opremljena regulacijskim pločastim zatvaračima, a turbine revizijskim preturbinskim zatvaračima. Strojarnica je smještena u tijelu brane, opremljena s dvije proizvodne grupe, turbine Kaplan, **instalirani protok** 220.0 m³/s, **pad** 21.0 m, **instalirana snaga** 40.8 MW. **Srednja godišnja proizvodnja** HE Đale je 107.5 GWh.



Derivacijske hidroelektrane



Derivacijska HE s dovodnim kanalom i tlačnim cjevovodom

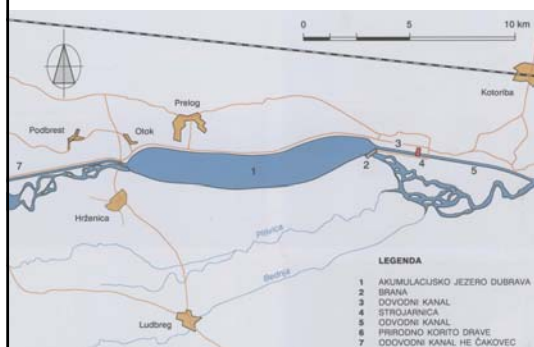


Derivacijska hidroelektrana s gravitacijskim dovodom-padovi

- horizontalna udaljenost između točaka A i B, **potez korištenja**,
- H_1 , pad poteza korištenja,
- H_2 , **statički pad** hidroektrane (GV-DV),
- H_3 , **konzentrirani pad**, $H_2 - \Delta H_2$,
- H_4 , **neto pad**, $H_3 + v_1^2/2g - v_2^2/2g - \Delta H_1 - \Delta H_3$,
- ΔH_1 , gubitak na padu u području uspora,
- ΔH_2 , gubitak na padu u derivaciji,
- ΔH_3 , gubitak na padu u dovodu.

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot H_{\text{neto}} \cdot \eta_t \text{ u (kW)}$$

Primjer derivacijske HE s dovodnim kanalom HE DUBRAVA (rijeka Drava)



HE Dubrava je višenamjenska protočno derivacijska hidroelektrana dravskog sliva koja predstavlja posljednju stepenicu na dionici Drave od granice Slovenije do utoka Mure. Hidroelektrana energetske koristi potencijal rijeke Drave za proizvodnju električne energije, povećava zaštitu od poplava, poboljšava odvodnju, omogućuje gravitacijsko natapanje poljoprivrednih površina te ostvaruje uvjete za razvoj športa i rekreacije.

Tip HE: derivacijska s akumulacijom za dnevno djelomično tjedno uređenje dotoka

Ukupna snaga: 76 MW

Energetski podaci:

instalirani protok: $Q_i = 500 \text{ m}^3/\text{s}$

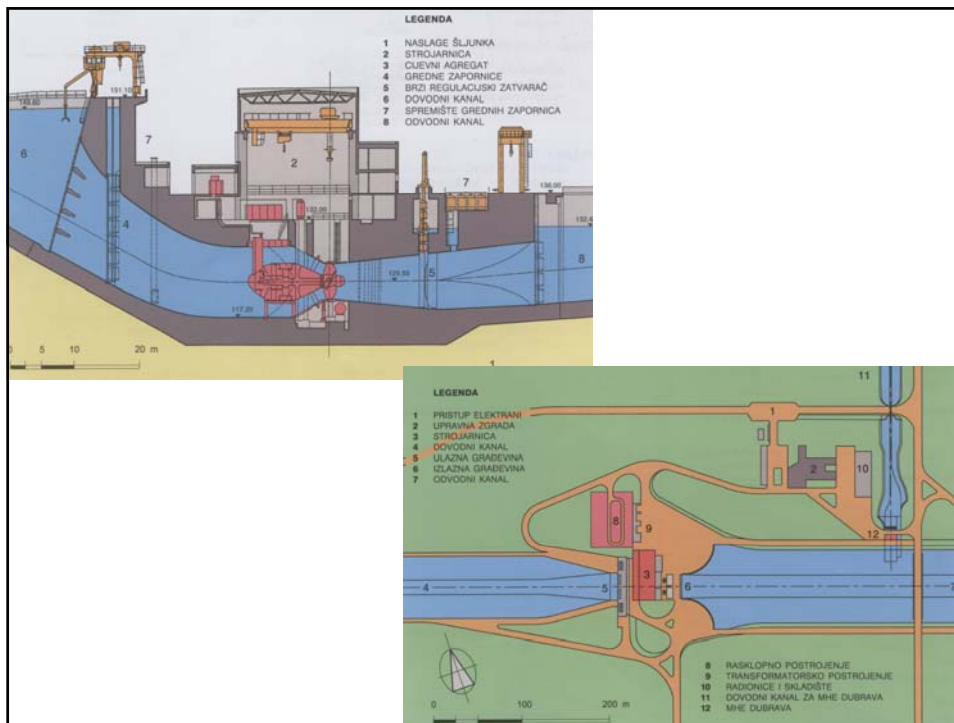
brutto pad za: Q_i , $H = 17,5 \text{ m}$

maksimalna snaga: $P_{\text{max}} = 76 (2 \times 38) \text{ MW}$

kor. volumen akumul.: $16,6 \text{ hm}^3$

prosječna god. proizvodnja: 350 GWh





Primjer derivacijske HE s tunnelskim dovodom sa slobodnim vodnim licem– HE MILJACKA (rijeka Krka)



Opći podaci:

položaj: područje županije Šibensko kninske na rijeci Krki, 15 km nizvodno od Knina

tip hidroelektrane: derivacijska

godina početka pogona: 1906.

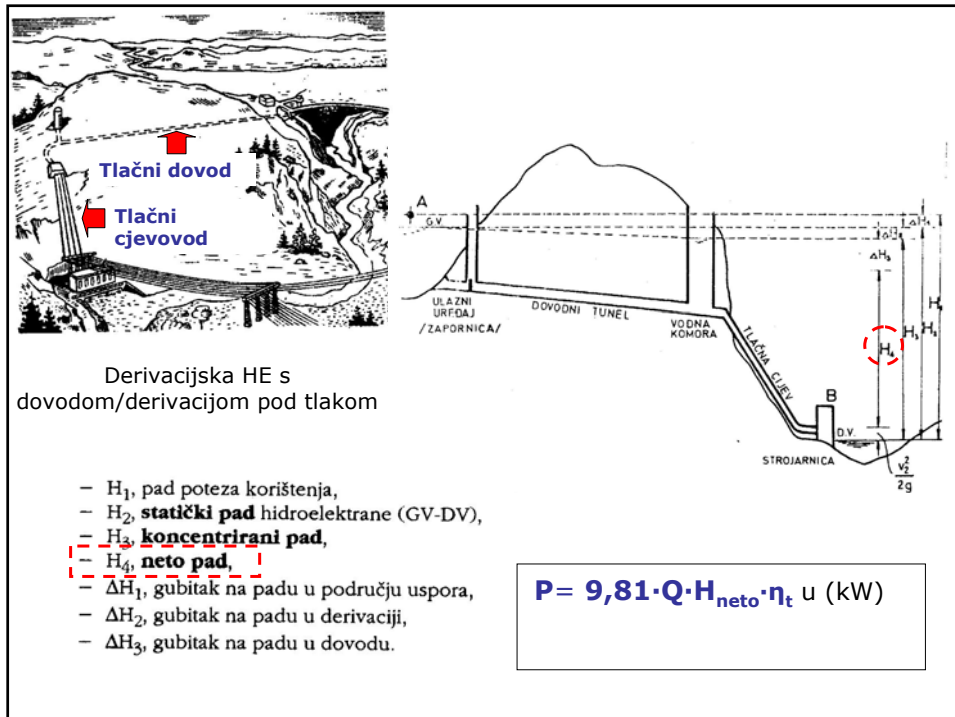
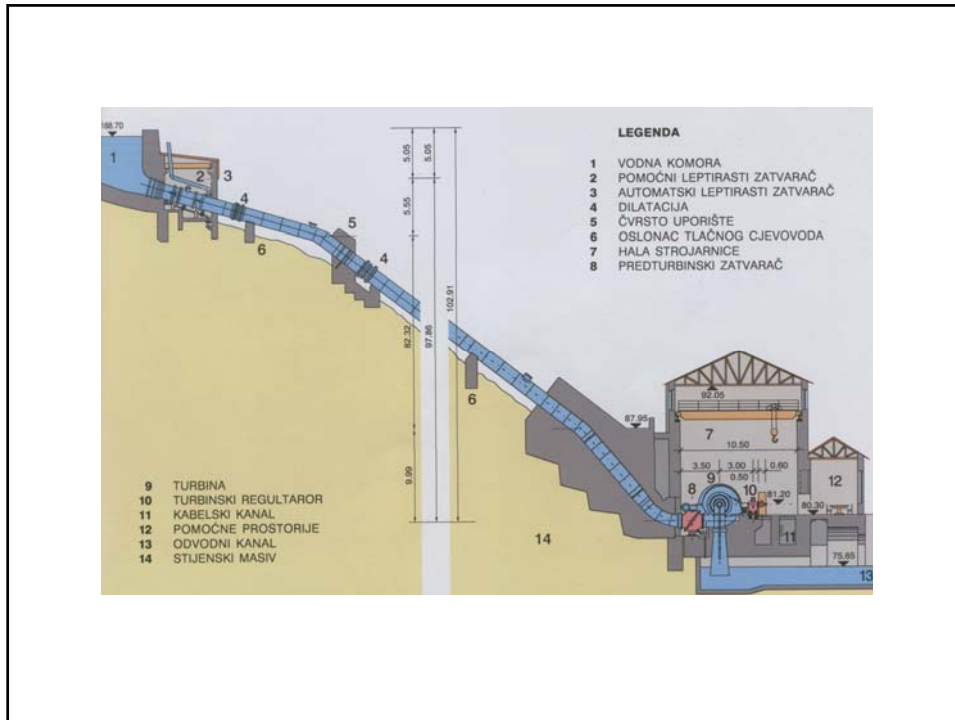
Energetski podaci:

instalirani protok: $Q_i = 30 \text{ m}^3/\text{s}$ (3x8 + 1x6)

konstruktivni pad: $H_t = 102 \text{ m}$

instalirana snaga turbina: 24 MW (3x6,4 + 1x4,8)

maksimalna godišnja proizvodnja: ('81-'97) $E_{\text{max}} = 147 \text{ GWh}$ ('74)



Primjer derivacijske HE s tunelskim dovodom pod tlakom – HE VINODOL

LEGENDA

- | | | | |
|---|-------------------------------|----|-----------------------------|
| 1 | CS CRNI LUG - PLANIRANO | 10 | RETENCIJA POTKOŠ |
| 2 | CS TOMAC - PLANIRANO | 11 | CS LIČ |
| 3 | CS KRIŽ | 12 | CS POTKOBILJAK - PLANIRANO |
| 4 | AKUMULACIJSKO JEZERO LOKVARKA | 13 | HE VINODOL |
| 5 | CS LOKVE - PLANIRANO | 14 | PAHE VINODOL II - PLANIRANO |
| 6 | CHE FUŽINE | 15 | DONJI BAZEN |
| 7 | AKUMULACIJSKO JEZERO LEPENICA | 16 | GORNJI BAZEN - PLANIRANO |
| 8 | CHE LEPENICA | 17 | CS TRIBALJ |
| 9 | AKUMULACIJSKO JEZERO BAJER | 18 | HE KAČJAK - PLANIRANO |
| | | 19 | JADRANSKO MORE |

