

- Titkin, Hariton. 1988. *Rumänisch-Deutsches Wörterbuch. 2a eld., tralaborita kaj kompletigita de Paul Miron. Wiesbaden: Harrassowitz.*
- Tobler, Adolf & Erhard Lommatsch. 1956-2002. *Altfranzösisches Wörterbuch. Wiesbaden: Steiner.*
- Vasmer, Max. 1950-1959. *Russisches etymologisches Wörterbuch. Heidelberg: Winter.*
- Viereck, Wolfgang. 2000. *Pri la kulturhistorio de Eŭropo. Kontribuado al la Eŭropa Jaro de la Lingvoj 2001 / Zur Kulturgeschichte Europas. Ein Beitrag zum Europäischen Jahr der Sprachen 2001. Acta Sanmarinensia vol. 5, n-ro 3.*
- (eldonisto). 2002. *Atlas Linguarum Europae. Vol. I, 6a volumero: Commentaires kaj Cartes. Rome: Istituto Poligrafico.*
- Walde, Alois. 1930-1956. *Lateinisches etymologisches Wörterbuch. 3a eld., tralaborita de Johann B. Hofmann. (Indogermanische Bibliothek. Zweite Reihe: Wörterbücher.) Heidelberg: Winter.*
- Wiedemann, Ferdinand J. 1964 [1880]. *Syrjänisch - Deutsches Wörterbuch: nebst einem Wotjakisch - Deutschen im Anhang und einem deutschen Register. London/The Hague/Paris: Mouton & Co.*
- Wright, Joseph (eldonisto). 1898-1905. *The English Dialect Dictionary. London: Frowde.*
- Žamanakakic hajoc lezvi bacatrankan bararan. Vol. I. 1969. Erevan: Hajkakan SSH Gitouthyouneri Akad. Hratarakchothjoun.

### Adreso de la aŭtoro

Prof. Dr. Dr.h.c. mult. Wolfgang VIERECK  
p.a. Otto-Friedrich-Universität Bamberg  
An der Universität 9  
DE - 96045 - B a m b e r g  
GERMANIO

<wolfgang.viereck@split.uni-bamberg.de>

### Priaŭtora informo

La aŭtoro estas orda universitata profesoro por anglaj filologio kaj mezepoka literaturo kaj orda membro de *Academia Europaea* kaj efektiva membro de Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino.

## Utiligo de la akvoenergio iam kaj hodiaŭ

HASZPRA Ottó

Vi, muelsklavinoj, povas dolĉe dormi sur la kuŝejo,  
vane volas kok' matena vin jam alarmi per kriad',  
ĉar laboron vian donis al nimfaro la dia Deo:  
jen kiel facile tiuj saltas nun tra muela rad',  
tiel ke l' skuataj aksoj, radoradioj dum turniĝo  
turnas kun si ankaŭ l' ŝtonon por la dispistad' de la gren'.  
Gaje vivu ni, ĝojante pri l' donaco de granda riĉo,  
kiun la diino donas al ni jam sen ŝarĝo de pen'!

Por la eltrovo de la akvomuelilo  
de Antipatros SIDONIOS (ĉ. 100 a.K.)  
en la traduko de Kálmán KALOCSAY (1891-1976)

### Enkonduko

La celo de jena artikolo estas doni koncizan popularsciencan raporton pri la plej gravaj karakterizaĵoj de la energetika utiligo de la akvo de riveroj kaj riveretoj. La utiligon de la maraj ondoj kaj la tajdo mi ne traktos.

### Praaj akvomaŝinoj

La utiligo de la energio de la fluanta akvo komenciĝis en la unua jarmilo a.K., aŭ eĉ pli frue, plurloke, ekz. en Ĉinio kaj la Proksima Oriento. Atestas tion antikvaj priskriboj kaj desegnaĵoj, kaj eĉ ĝis la lastaj tempoj funkciaj konstruciaĵoj. Temas plejparte pri **akvoradoj** (foje mirige grandaj, diametre 25 metroj) kun laŭranda padelaro, kiujn la frapado de la alfluanta aŭ surfalanta akvo de river(et)o turnadis (rotaciigis). La rotacianta akso de la akvorado movis kun si aŭ alian radon kun laŭrandaj siteloj, aŭ arkimedon ŝraŭbon (Bildo 1) por levi akvon el la sama rivero, aŭ pere de diversaj transmissiiloj



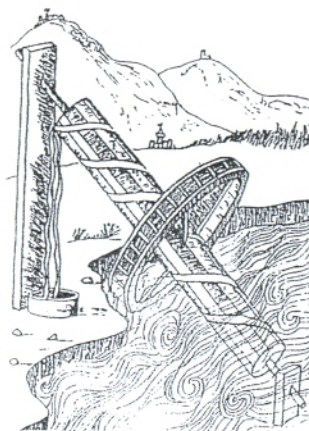
(ŝaftoj, dentradoj, kamoj, senfinaj ĉenoj aŭ ledrimenoj) ĝi povis efektiviĝi tre diversajn laborojn, ekz. mueli grajnoj (Bildo 2), diseriĝi ŝtonojn, ercojn, lifti materialojn kaj homojn, pumpi akvon el minejoj, prilabori metalojn, movi la labor- kaj ilmaŝinojn de tre diversaj metiejoj kaj fabrikoj ktp. Sed krom la radoj ekzistis ankaŭ **alitipaj akvomaŝinoj**, ekz. la martelsimile batanta korea senŝeligilo (Bildo 3).

Tiaj relative simple konstrueblaj meĥanismoj de lertaj metiistoj estis funkciaj ĉie en la mondo ĝis la 19a jc., en kies mezo funkciis la plej granda amaso da akvomuelejoj, konstruitaj parte sur ŝipoj aŭ pontonoj (ankritaj sur riveroj dum la senlacia periodo de la jaro), parte sur la bordoj de riveretoj aŭ kanaloj en solidaj lignaj aŭ ŝtonaj konstruaĵoj.

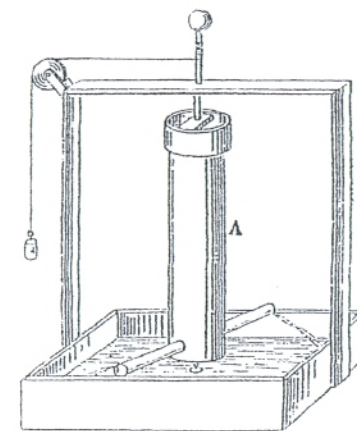
La science bazita utiligo de la akvoenergio komenciĝis per la invento de la "**Segner-rado**" (Bildo 4). *Johann Andreas SEGNER*, germano, naskiĝis en *Pozsony*, tiama kronurbo de Hungario (nun Bratislava, Slovakio) en 1704. Akiris kuracistan diplomon en Jena, Germanio kaj praktikis kiel kuracisto en sia patrio: en la germana-hungara-slovaka *Pozsony* kaj en la pure hungara *Debrecen*. Poste reiris en Germanion kaj profesoris pri matematiko kaj fiziko en la universitatoj de *Jena*, *Göttingen* kaj fine *Halle*, kie li mortis en 1777. Sian radon, kiu demonstris la reakcion estigitan de subpreme elfluanta akvo, kaj tiel estas praversio de la t.n. **reakciaj turbinoj**, en 1750 li ankaŭ praktike aplikis por funkciigo de muelejo en *Nörten*, proksime al *Göttingen*. Li abunde verkis pri matematiko, fiziko, astronomio kaj medicino.

### Modernaj turbinoj kun generatoroj

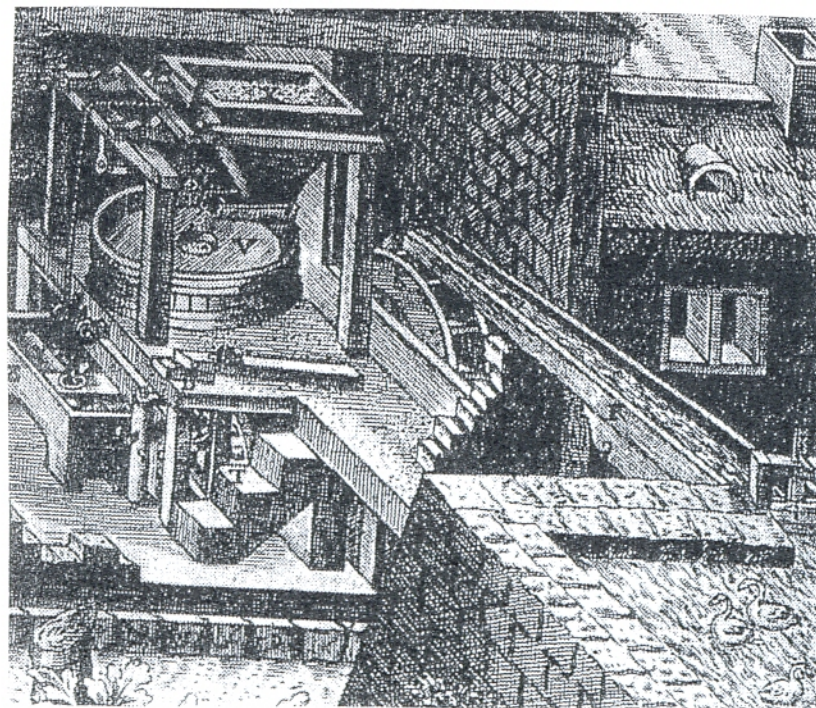
Post pluraj primitivaj iniciatoj dum la meza triono de la 19a jc., kiuj tamen estis regule uzablaj en la praktiko, la nun uzataj du ĉefaj (hidro)turbintipoj estas perfektigaĵoj de la **reakcia turbino** de *Francis* kaj la **impulsa turbino** de *Pelton*. *James Bicheno FRANCIS* (1815, Anglio - 1892, Usono) sen inĝeniera edukiteco fariĝis unu el la plej rekonataj inĝenieroj en Usono, inventis en 1849 sian tielnomatan reakcian turbinon, plej bone aplikeblan por kelkdek ĝis kelkcent metraj akvonivelo-diferencoj, kaj publikigis 200 teĥnikajn artikolojn. *Lestar Allan PELTON* (1829 - 1908), usona inĝeniero patentigis en 1889 sian "**Pelton-rado**" ("**Pelton wheel**") plej bone aplikeblan por plurcent metraj niveldiferencoj.



Bildo 1 : Akvolevanta Arhimedeo ŝraŭbo

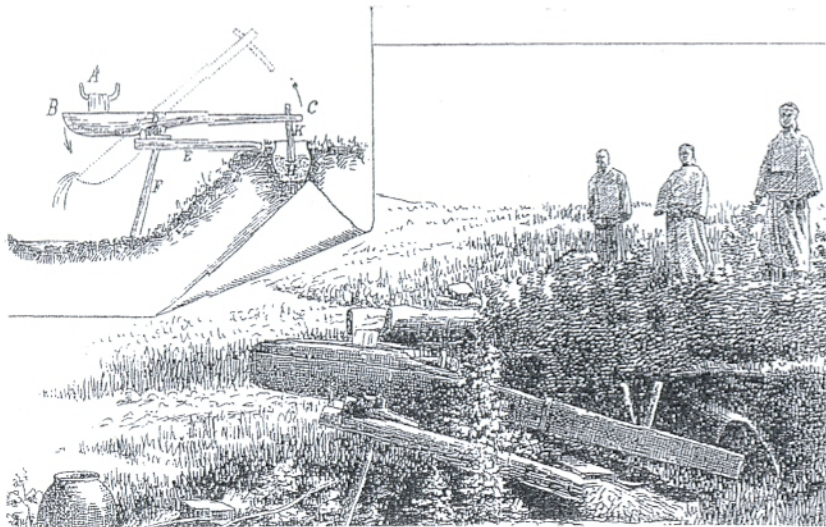


Bildo 4 : Segner-rado (Pallas 1897)

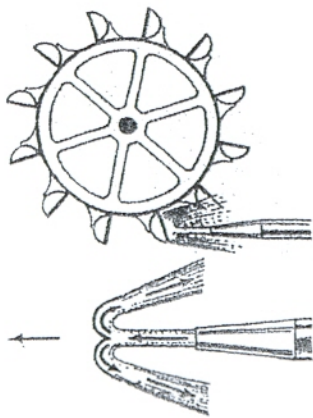


Bildo 2 : Akvomuelejo kun akvorado supre frapata de akvo (Mosony 1952)

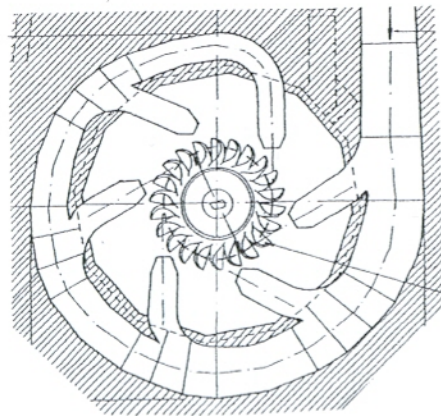




Bildo 3 : Korea akvopistilo por senŝeligi milion (Cholnoky 1902)



Bildo 5 : Funkciado de Pelton-turbino kun unu ajuto (Random House 1993)



Bildo 6 : Pelton-turbino kun pluraj ajutoj (Mosonyi 1991)

La principo de la **impulsa** aŭ **Pelton-turbino** estas pli facile komprenebla por nefakuloj (Bildo 5-7). Tre altaprema akvo tra duzo estas elpafita kiel altrapida akvofasko, kiu trafas kaj puŝas la padelojn aranĝitajn laŭrande de la Pelton-rado (Pelton-turbino), turnebla ĉirkaŭ akso. La turbino rotaciigas ian maŝinon, nuntempe jam preskaŭ ĉiam **generatoron**, produktantan elektran kurenton.

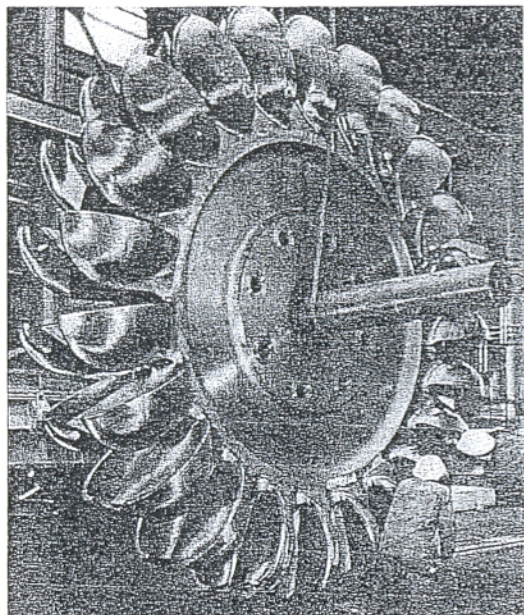
Tiu kurento estas transmisiebla per elektra reto al grandaj distancoj por estigi lumon, movi trajnojn, tramojn kaj aliajn veturilojn, aktivigi plej diversajn maŝinojn, ebligi dissendadon de signaloj, parolo, muziko kaj bildoj, t.e. funkciigon de radio, kino, televido, krome de elektronikaj aparatoj, komputiloj, lokaj kaj tutmondaj retoj de telekomunikado ktp.

La funkciado-principon de la **reakcia** aŭ **Francis-turbino** montras Bildo 8. La akvofluo proksimiĝanta al la turbino el la ĉirkaŭa akvospatco aŭ tra alkonduka spirala turbinujo ricevas direktadon de alĝustigeblaj direktantaj padeloj, el inter kiuj la fluo atingas la rotorpadelojn laŭ angulo plej favora por la efikeco de la turbino. La akvo, plu ŝanĝanta sian direkton inter kaj pro la rotorpadeloj, ekzercas premon al tiuj kaj trudas la rotoron rotacii kaj la turman momanton transdoni al generatoro muntita al la plilongigita ŝafto de la turbino. Iom simple por nefakuloj: La formo (Bildo 9) kaj la grandeco de la turbino dependas de la dezirata rivolufrekvenco (Hz), la diferenco de la supra kaj malsupra akvoniveletoj (m) kaj la grandeco de la akvoflukso ( $m^3/s$ ).

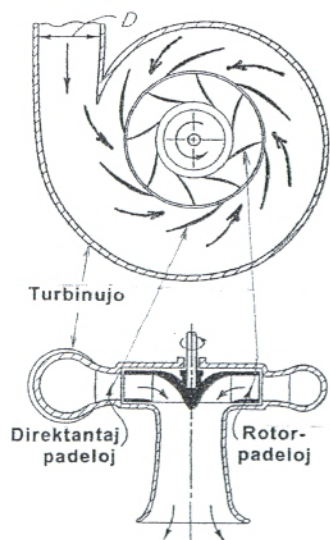
Bildo 10 montras foton de Francis-turbino inter la tipoj  $N_s = 0.2$  kaj 0.4 de Bildo 9, planita por niveldiferenco de 67 m kaj rivolufrekvenco de 167/min, kies alklučita generatoro povas produkti 36 MW-ojn (megavattojn). La hidroelektrejo de Itaipu (Bildo 11) havas jam 18 kaj en 2004 havos 20 Francis-turbinojn kun nominala elira povo de po 715 MW. La alklučitaj generatoroj nominale produktas povon de po 700 MW. Do la totala kapacito de Itaipu estos 14 000 MW, nun plej granda en la mondo. La jara produkto, anstataŭ la prognozita averaĝa 70.000 GWh, foje jam superis 90.000 GWh dum meteorologie favora jaro.

Interese, ke la generatoroj de la hidroelektrejoj Tri Gorĝoj en Ĉinio kaj Grand Coulée en Usono havas same 700 MW-ajn generatorojn, kvankam la maksimumaj povoj ne samas ĉe la tri. Ĉe la Tri Gorĝoj estos enmuntitaj 26 tiaj generatoroj kun totala kapacito de 18.200 MW, kiu estos la plej granda en la mondo. Oni kalkulas je averaĝa jara energioprodukto de 87 milionoj da MWh de post la finiĝo de la

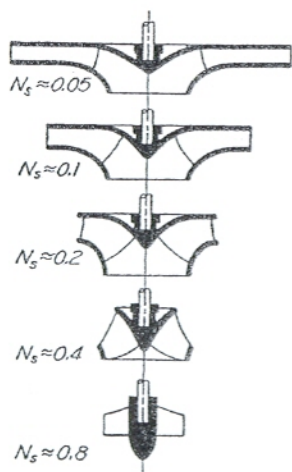




Bildo 7 : Moderna Pelton-turbino



Bildo 8 : Francis-turbino en la turbinejo (Rouse 1953)



Bildo 9 : Variantoj de Francis-turbino: Supre por plurcentmetra niveldiferenco, sube (jam ne Francis-, sed helicturbino) por kelkmetra niveldiferenco (Rouse 1953)

konstruado en 2009, sed la fakta jara produkto, kiel ĉe *Itaipu*, dependas de la aktualaj meteologiaj-hidrologiaj kondiĉoj, do povas esti konsiderinde pli alta aŭ pli malalta.

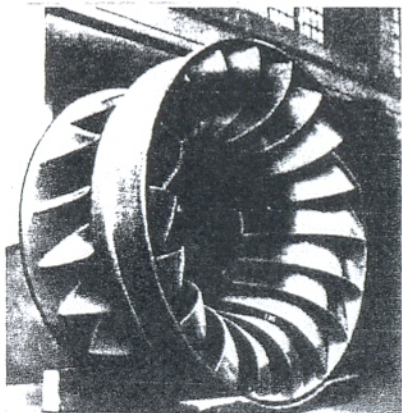
La ĝenerala aranĝo de hidroelektrujo dependas de la niveldiferenco kaj la geografia-geologia ĉirkaŭaĵo. Hidroelektrujoj (hidroelektraj centraloj) ne estas konstruitaj solaj. Preskaŭ ĉiam estas bezonata transformatorstacio kun metiejo, krome oficejo, loĝejo por la teĥnika kaj gardista personaro, sed plej ofte estas bezonataj ankaŭ alicelaj objektumoj. Sur Bildo 11-12, montrantaj la hidrokomplekson de *Itaipu* sur la brazila-paragvaja sekcio de la rivero *Paraná*, krom la hidroelektrujo estas videblaj ankaŭ granda **betona valbaraĵo kaj terdigo**, kiuj ŝveligas la riveron, kreante artefaritan lagon, t.e. **akvorezervujon**, kies akvonivelo estas super la malsupra (natura) akvonivelo de la rivero.

El la rezervujo povas konsumi la akvon la turbinoj de la hidroelektrujo, kiam la akvo estas super la necesa minimuma nivelo. Oni konstruis ankaŭ **superfluigan objektumon** por povi tralasi la akvon, ekz. se la nivelo de la rezervujo pro troa precipitaĵo (pluvo) leviĝus super la permesitan maksimuman nivelon. Oni ofte devas konstrui ankaŭ **ŝipluzon** aŭ **ŝipliftojn**, kiuj levas kaj mallevas la ŝipojn, kiuj volas trafiki inter la supra kaj malsupra sekcioj de la rivero. Ofte konstruiĝas ankaŭ diversspecaj **fiŝvojoj** tra la digo.

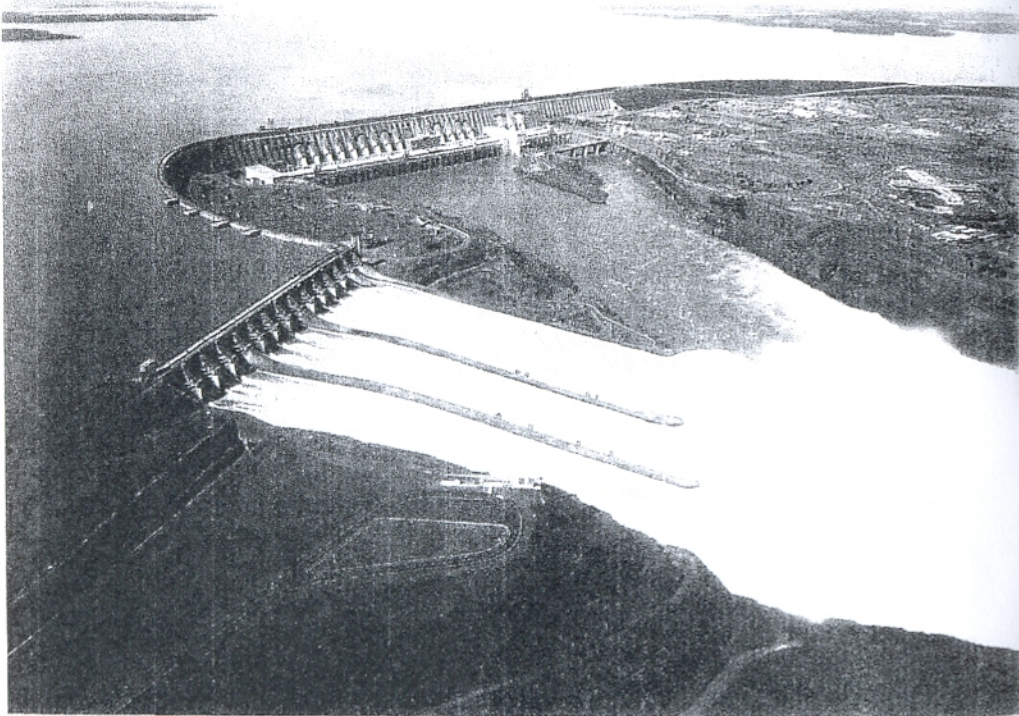
Sur Bildo 13a estas aranĝo de hidroelektrujo, se la niveldiferenco ne estas granda, nur maksimume 15 metroj. Sur Bildo 13b estas videbla la kazo, se la niveldiferenco estas plurdek metroj kaj la elektrujo estas konstruita en, aŭ ĉe la piedo de, la valbaraĵo mem. Sur Bildo 13c la rezervujo(j) kaj la **ricevuj** estas sur malsamaj flankoj de montaro. Tiam **tunelo(j)** povas konduki la akvon el la rezervujo(j) tra la montokorpo al la hidroelektrujo konstruita en artefarita kaverno de la monto.

Tuj antaŭ la maŝinar-kaverno, kie troviĝas la turbinoj, la generatoroj, krome transformatora stacio, revizia metiejo, rega ĉambrego k.a., troviĝas **prem-dampujo**, malrapidiganta kaj amortizanta la eblajn premsaltojn, estiĝantajn se la ŝarĝo de la elektra retaro abrupte elfalas kaj la valvegoj rapide fermas la tunelon antaŭ la turbinoj por malhelpi ties troan akceliĝon kaj la troajn centrifugajn fortojn kaj materiostreĉon. Nome, la rapida fermo (do rapida haltigo de la akvomaso fluanta en la tunelo) estigus abruptan kaj detruan premo-ondon, alinome akvobaton (eĉ pli altnivelan ol la nivelo de la supra rezerv-



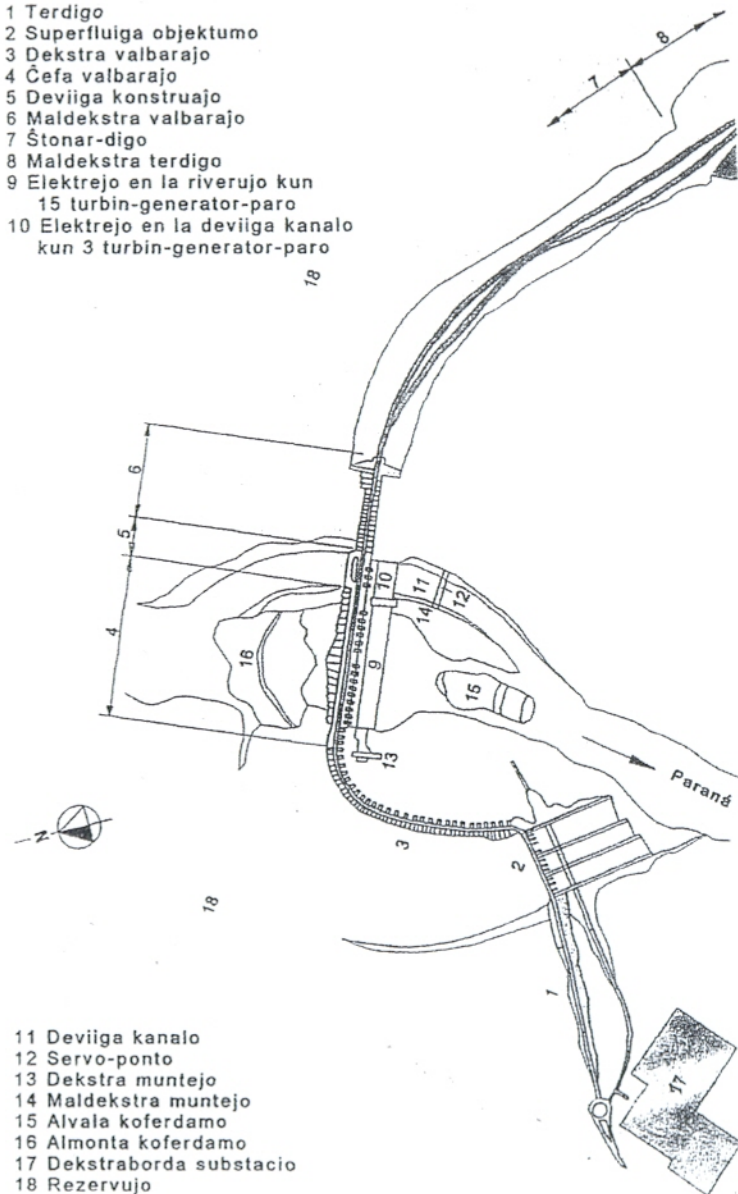


Bildo 10: Francis-turbino (Mosonyi 1991)



Bildo 11 : Foto de la hidrokomplekso de Itaipu, Brazilo (Main 1992)

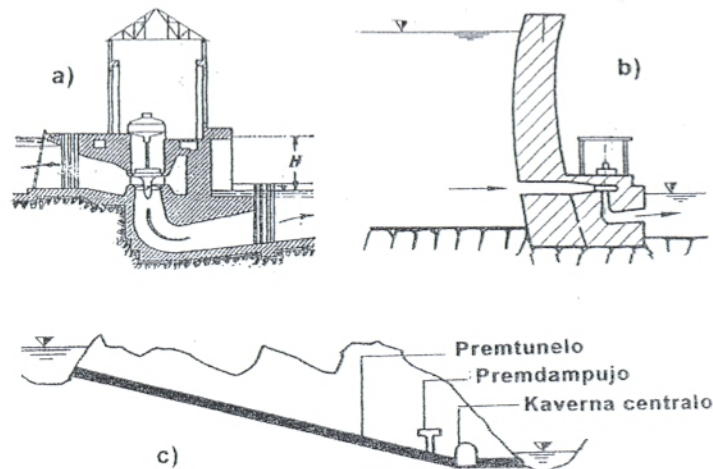
- 1 Terdigo
- 2 Superfluiga objektumo
- 3 Dekstra valbarajo
- 4 Ĉefa valbarajo
- 5 Deviiga konstruaĵo
- 6 Maldekstra valbarajo
- 7 Ŝtonar-digo
- 8 Maldekstra terdigo
- 9 Elektrejo en la riverujo kun 15 turbin-generator-paro
- 10 Elektrejo en la deviiga kanalo kun 3 turbin-generator-paro



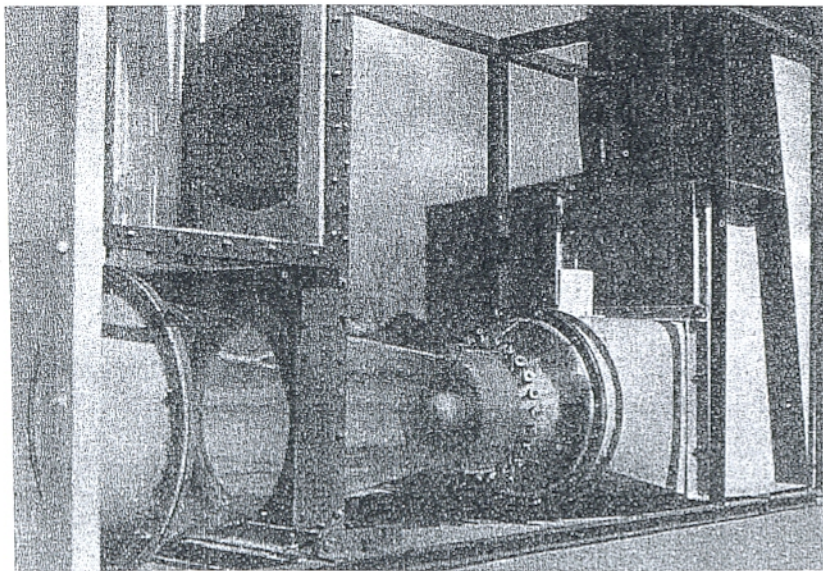
- 11 Deviiga kanalo
- 12 Servo-ponto
- 13 Dekstra muntejo
- 14 Maldekstra muntejo
- 15 Alvala koferdamo
- 16 Almonta koferdamo
- 17 Dekstraborda substacio
- 18 Rezervujo

Bildo 12 : Skiza mapo de la hidrokomplekso de Itaipu (Main 1992)





**Bildo 13** : Kelkaj karakterizaĵoj (ne ekskluzivaj) aranĝoj de hidroelektrajoj:  
 a) Sur rivero ĝis ĉ. 15-metra niveldiferenco (Mosonyi 1952); b) Piede de valbarajo ĝis ĉ. 50-metra niveldiferenco c) subgrunda aranĝo por plurcentmetra niveldiferenco (b kaj c laŭ Vischer & Huber 1993)



**Bildo 14** : Hidraŭlika modelo de skalo 1:25 de subakva horizontalaksa turbino-generatoro de la hidrokomplekso de Kisköre. La helica turbino estas muntita en la plej malvastan sekcion de la horizontalaksa tubo, la generatoro antaŭ ĝi en la pli vastan (Haszpra 1976).

ujo!) laŭlonge de la tuta tunelo, sed en la premdampujo la akvonivelo povas libere kaj - pro ties granda kversekco - relative malrapide leviĝi kaj malleviĝi, do la tunelo estas savata de la tro ekstremaj premniveloj.

Pli aŭ malpli la sama aranĝo estas uzebla por **hidroelektrajoj kun pompe plenigata rezervujo**. Se super, kaj proksime al, lago aŭ rivero troviĝas kratero aŭ ĉirkaŭdigebla altebenaĵo, taŭga por rezervi akvon, oni povas plenigi tiun rezervujon per pumpado el la malsupra akvujo dum la horoj kiam la elektro-konsumo estas malgranda, kaj malplenigi tiun tra turbinoj por gajni elektron en la horoj de alta elektro-konsumado. Nuntempe la sama, dudirekte funkciigebla, hidromaŝino estas uzata aŭ kiel pumpilo aŭ kiel turbino, kuplita kun same dufunkcia elektra maŝino. La elektra maŝino aŭ motore rotaciigas la pumpile funkciantan hidromaŝinon, aŭ kiel generatoro estas rotaciigata de la turbine funkcianta hidromaŝino. Do la dufunkcia maŝinduopo aŭ pumpas akvon de malsupre al la supra akvorezervujo - kiu estas nomata ankaŭ **energio-rezervejo** -, aŭ produktas elektran energion, kiam la akvo defluas el la rezervejo. Bildo 13 montras tian aranĝon, kie la turbino kaj la generatoro estas sur la sama horizontala ŝafto sub la akvo.

### Elektra avantaĝo de la konstanta revolufrekvenco

Rezulte de tre preciza aŭtomata regulado de la akvoflukso (trafluanta akvo ekz. en  $m^3/s$ ) kaj de la direktantaj padeloj (kiuj servas ankaŭ por tute fermi la vojon de la akvo), la revolufrekvenco (rivolunombro per sekundo) restas konstanta, sendepende de la forprenita elektra energio.

Tiamaniere la preskribitaj frekvenco kaj elektra tensio de la produktata elektra kurento estas zorge konstantigitaj (ekz. en Eŭropo al 50 Hz (herco), en Usono al 60 Hz). La precizege konstanta revolufrekvenco de la turbino ebligas, ke pluraj, eĉ multaj generatoroj estu samtempe alŝaltitaj al la sama elektroproviza reto, tutlanda aŭ tutregiona. (Kompreneble ankaŭ la *Pelton*- kaj aliaj turbinoj devas rotacii kun precize konstanta revolufrekvenco.)

La elira tensio de la trifaza kurento el la diversaj generatoroj devas esti konstantaj, sed ne nepre la samaj. Kutime generatoro produktas kelkmil Voltan tension. Tio plej ofte estas plialtigata per transformatoroj al la komuna tensio rigore preskribita por la altensia elektra reto (kutime de plurcent mil Voltoj) kaj konsumloke same transformatore malaltigata al la bezonoj de la konsumantoj (ekz. en Eŭropo



plej multloke 230 V por civila elektra reto en urboj kaj aliaj setlejoj, 380 V por industriaj metiejoj, 500 V por urbaj tramlinioj, 16000 V por elektrizitaj fervojoj ktp.).

### Helica turbino kaj Kaplan-turbino

Sur Bildo 9 la tipo  $N_s = 0.8$  estas nomata **helica turbino**, patento de *Victor KAPLAN* el 1913. Plej ofte ĝi servas por kelkmetra niveldiferenco. *Kaplan* mem ekhavis kaj realigis ankaŭ la ideon, ke se ĉe ŝanĝiĝantaj akvoŝtupoj la aloj (padeloj) de la helica turbino estus ĝustigeblaj diversangule al la fluo, tio kontribuas al la pliefikigo de la turbino. Fakte tiu lasta turbinotipo havas la nomon **Kaplan-turbino** (Bildo 15). (Bildo 16 montras la tutan maŝinon kunmuntitan el turbino kaj generatoro kaj la servan aparataron, el kio videblas ties komplikeco rilate al la skizoj ĝis nun montritaj.) Fakte la ĝis nun traktataj turbinoj laboras per alta efikeco en relative mallarĝa zono ĉirkaŭ la nominalaj akvoŝtupo kaj niveldiferenco. *Kaplan*, per la alĝustigo de la aloj, atingis multe pli larĝan altefikan funkciadon. Tial por niveldiferencoj inter ĉ. 1 kaj 60 metroj, se la diferenco kaj/aŭ la akvoŝtupo varias dum la funkciado, la *Kaplan*-turbinoj estas la plej favorataj hidromaŝinoj.

### Akvoŝtupo

Koncerne la utiligeblan **akvoŝtupon**, malgrandaj turbinoj de ĉiuj tipoj povas utiligi tre malgrandajn akvoŝtupojn (litro, aŭ malpli, per sekundo), sed la maksimumo ĉe la *Pelton*-turbino estas kelkaj kubometroj, ĉe la *Francis*-turbino kelkcent kubometroj, dum ĉe la *Kaplan*-turbino kelkmil kubometroj, ĉiu per sekundo.

### Efikeco de hidroelektraj maŝinoj kaj kompleksoj

Efikeco estas grava karakterizilo de ĉiaspecaj maŝinoj. Ĉe **turbinoj** tio estas la proporcio de la elira (utila) energio de la turbino dividita per la energio forprenita el la akvo. Praktike ĉiuj turbino-tipoj atingas hodiaŭ iom pli ol 90%-an efikecon, dum ĉ. la jaro 1840 la efikeco estis ĉ. 60-70%. La diferenco estas, ke la zono de optimuma efikeco estas konsiderinde pli larĝa ĉe la *Kaplan*-turbino ol ĉe la *Francis*-, *Pelton*- aŭ la helica turbinoj.

Bedaŭrinde, la *Kaplan*-turbino aplikeblas nur por niveldiferencoj inter ĉ. de 1 ĝis 60 m, dum *Francis* estas bona de ĉ. kelkdek ĝis 750, kaj *Pelton* de ĉ. 150 ĝis 1500 m.

La efikeco de la **generatoroj** estas alta, povas esti 97%. **Povumo** de generatoro kun *Pelton*-turbino povas atingi ĉ. 350 MW-ojn, kun *Francis*-turbino ĉ. 750 MW-ojn. Por realisma ekonomia studo tamen ne nur la efikeco de la turbino kaj la generatoro estas konsiderenda, sed la efikeco de la tuta hidroelektra komplekso, en kiu estas energioperdoj ne nur ĉe la turbino kaj la generatoro, sed ankaŭ en la tubo aŭ tunelo transportanta la akvon, la transformatoroj, kiuj produktas la elektran tension por la reto, kaj perdo estas ankaŭ la energio uzata por la funkciado de la tuta hidroelektra komplekso mem. La rezultanta efikeco do estos ĉ. 80%-oj, kiu estas la kvociento de la elektra energio forlasanta la kompleksojn kaj la konsumita energio de la akvo.

### Efikeco de hidroelektraj kunpumpo plenigata rezervujo

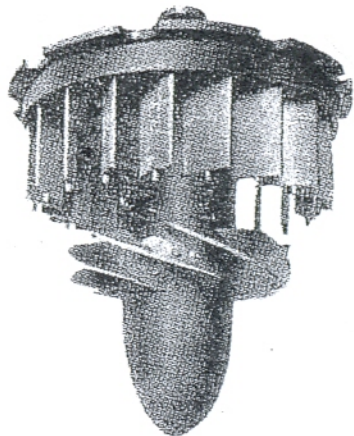
Kompreneble kaj ĉe la pumpado, kaj ĉe la elektroproduktado okazas energioperdoj, do la rezultanta efikeco de la tuta komplekso – la produktita elektra energio por la reto, dividita per la elektra energio konsumita por pumpado – estas pli malalta (ĉ. 65%) ol ĉe unudirekta funkciado de turbino kaj generatoro. Por komparo, la efikeco de perkarbe, pergase, perpetrole kaj peratome hejtataj elektroproduktantaj centraloj ĝenerale atingas 30 ĝis 50%-ojn, do duono de la energio de la neniam reproduktebla minata energioportanto (karbo, petrolo, gaso, radioaktiva materialo) nur hejtas la atmosferon, krome poluas aŭ minacas ĝin kaj la homojn. La akvo trafluanta hidroelektrajojn, nek konsumiĝas, nek poluiĝas de la hidroelektrajoj, kaj la varmoradiado de la Suno zorgas ke la akvo neniam forkonsumiĝu, sed ĉiam reaperu el la granda hidrologia ciklado de la Tero.

### Ekonomieco, naturamikeco

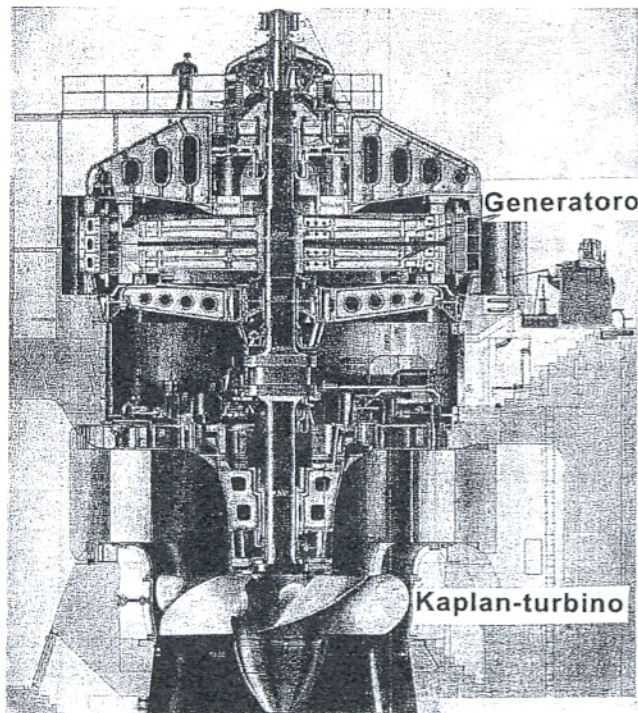
Nuntempe serie estas renovigataj la (pli ol) centjaraj hidroelektraj relative malmultekoste, ĉar la tre multekostaj grandmasaj bazaj konstruaĵoj, betonaj kaj teraj objektumoj bezonas nur kutiman surfacan renovigon, dum la maŝinaro estas ŝanĝebla al plialtefikaj modernaj maŝinoj kaj la regado fariĝas tute aŭtomata. Kompare: 25-jaran atomcentralon oni devas tute malkonstrui.

Per plivastigata atento al, kaj zorgado pri, la naturo kaj ĝenerale la vivmedio, kaj per rehabilitado de la ĉirkaŭaĵo de la hidroelektraj centraloj, ĉi lastaj estos nur puraj fontoj de energio. Estas precipe tiaj la pli kaj pli popularaj tielnomataj **nanaj hidroelektrajoj**, kies





Bildo 15 : Kaplan-turbino  
(Mosonyi 1952)



Bildo 16 : Kaplan-turbino kun generatoro kaj servo-aparataro en sia loko (Mosonyi 1952)

povumo estas pli malgranda ol 1 MW, kaj kiuj estas konstrueblaj kun malgrandaj rezervujoj sur malgrandaj river(et)oj sen kia ajn rimarkebla malbonigo de la medio. Dum la lastaj du jardekoj la naciaj kaj internaciaj konferencoj de la asocioj pri hidroenergetiko kaj hidroteĥnikaj objektumoj neniam forgesas trakti la spertojn, demandojn, kaj rekomendojn pri la medioprotektado.

### Literaturo

- BARTY-KING H. (1992) : *Water - The Book*. Quiller Press, London.
- CHOLNOKY T. (1902) : *A sárkányok országából II* (El la lando de la drakoj II). Franklin, Budapest.
- HASZPRA O. (1976) : Teorio de la hidroelastika simileco. Sciencaj Komunikajoj, julio 1976.
- HASZPRA O. (1987) : *Hidraulika I* (Hidraŭliko I). Tankönyvkiadó, Budapest.
- KALOCSAY K. (1981) : Tutmonda Sonoro I. Hungara Esperanto-Asocio, Budapest.
- Main Brazilian Dams, Vol II. CBDB, (2000).
- MOSONYI E. (1952) : *Vízérőhasznosítás I-II* (Utiligo de akvoenergio I-II). Tankönyvkiadó, Budapest.
- MOSONYI E. (1991) : *High-Head Power Plants II*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- NAGY L. (2002) : *A Három Szurdok vízerőmű* (La hidroelektra centralo Tri Gorgoj). Vízügyi Közlemények 3.
- Pallas Nagy Lexikona (1897) (La Granda Lexikono de Pallas) XIV. Pallas, Budapest.
- Random House Unabridged Dictionary (1993) : Random House, New York.
- ROUSE H. (1953) : *Basic Mechanics of Fluids*. John Wiley and Sons, New York.
- VISCHER D. & HUBER A. (1993) : *Wasserbau*. Springer, Berlin, New York etc.

### Adreso de la aŭtoro

Prof. Dr. Ottó HASZPRA  
Húr u. 9A, III.lph. 1/3  
HU-1223 Budapest  
HUNGARIO

<haot@freemail.hu>

### Priaŭtoro informo

La aŭtoro diplomiĝis 1952 ĉe Budapeŝta Teĥnika Universitato kiel konstruista inĝeniero kaj doktoriĝis 1967 pri teĥnikaj sciencoj. Li estas membro de la Novjorka Akademio de Sciencoj kaj gajnis plurfoje la Medalon "Eminenta Laborulo de Akvomastrumado" (1962, 1963, 1969), la Premion "Loránd Eötvös" (1978) kaj la Premion "Albert Szent-Györgyi" (1993). Ekde 1998 li estas *Professor emeritus*.