**Vízenergia**

**Göőz Lajos - Kovács Tamás**

***Fogalma***

***Vízerőmű:*** *A vízfolyások, tavak, tengerek, mechanikai energiakészletét villamos energiává (régebben közvetlenül mechanikai energiává alakító műszaki létesítmény. Gyűjtőfogalomként magában foglalja mindazokat a műtárgyakat és berendezéseket, amelyek a villamosenergia-termeléshez szükségesek. A hasznosítható energia növelése érdekében a vizet duzzasztják, esetleg tárolják, és a vízerőtelepen a turbinákra ejtik, amelyek generátort hajtva termelnek villamos áramot. A hasznosítható esés (vízlépcsőmagasság nagysága szerint megkülönböztetnek kisesésű, közepes esésű és nagyesésű erőművet. Törpe erőműnek a 100 kW-os teljesítmény alattiakat tekintik. A világ vízerőműveiről és gátjairól rendszeres statisztikát közöl a Water Power c. angol nyelvű nemzetközi szaklap. Hazánk elméleti víz- erőkészlete 7478 . 106 kWh/a, a hasznosítható vízerőkészlet-teljesítményt 1060 MW-ra becsülik, amely átlagos évben 4500 GWh energiatermelésnek felel meg. A hazánkban működő erőművek száma 37, összes teljesítménye 50 MW, energiatermelésük 177 GWh. Ebből 90% a Tiszára és mellékfolyóira jut. Az egymáshoz csatlakozó erőművek sorozata az erőműlánc. Az energiagazdaságilag egymással együttműködő erőművek neve erőműrendszer. - A vízerőművek szerteágazó környezeti hatásai miatt mindenekelőtt a kis esésű folyókon létesített erőművek csak igen gondos környezeti hatástanulmányok után létesíthetők.*

*Környezetvédelmi lexikon*

***Története***

Egyes szakemberek szerint víz a Föld történetében mintegy 4 milliárd éve van jelen, az Archaicum elejétől. Az ősföldet egy vízgőzben gazdag légkör vette körül, amelynek lehűléséből származik a jelenleg bolygónkon található víz minden formája. A Föld különleges helyet foglal el a naprendszerben, e tekintetben, mivel a Föld-Nap távolság következtében - amely átlagosan 150 millió km - a víz mindhárom formájának (gőz, víz, jég) megjelenése lehetővé válik. Ez csak a naprendszer sugarának mintegy 2%-át kitevő keskeny sávban állhat elő. A Vénusz ennek nagyon keskeny sávnak, a potenciális vízzónának a szegélyén helyezkedik el. A víz jelenléte tette lehetővé mintegy 3,5 milliárd esztendővel ezelőtt a szerves élet kialakulását is.

A víz teljes tömegét 1,4 milliárd km3-re becsüljük és ennek 97,3 %-a az óceánokban található. Ezen vízmennyiség tekintélyes része részt vesz egy nagy körforgásban, amelynek átlagos időtartama 9 napnak vehető. Amikor felhajtunk egy pohár vizet, sohasem tudhatjuk, hogy egy-egy benne lévő vízrészecskét hanyadszor öntünk le a torkunkon. Egy adott molekula bejárhatta Európa egy részét, áramolhatott a Fekete-tenger, vagy esetleg az Atlanti-óceán medencéjében, majd megszámlálhatatlan társával együtt újra végigszárnyalt a szárazföld felett, valahol a hegyekben lehullott, beszívódott a föld mélyére, majd kibukkant egy forrás tövében, ahol éppen kimerünk maguknak egy pohár vizet. Azonban nem minden vízrészecske vesz részt ebben a körforgásban, gondoljunk csak az óceánok mélyén lévő vízre, amelyeket sokkal kisebb mértékben fenyeget az elpárolgás veszélye. E hatalmas körfolyamat éltető motorja a Nap, amelynek a Földre sugárzott energiájának egy jelentős részét a felszíni vizek párologtatása emészti fel. E szüntelen körforgásnak alapvető szerepe van az időjárás alakításában is.

A víz óriási pusztító és építő munkát is végez, tartós nyomokat hagy maga után. A tengerek hullámzása a szárazföldek partjait alakítja, a vízfolyások völgyeket vájnak a szállított hordalékkal, amelyekből majd máshol zátonyokat, szigeteket építenek. Ahol a vízfolyás sebessége a felszín erős lejtése miatt igen nagy, mély szinte függőleges falakkal rendelkező ún. szurdokvölgyeket alakítanak ki a vízfolyások. Például Észak-Amerikában a Colorado-folyó 1000 m-nél is mélyebb völgyet alakított ki: a [Grand-kanyont](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Grand%20Canyon.jpg).

A felszíni folyások nemcsak mechanikai munkájukkal pusztítanak, hanem a benne oldott szén-dioxid megtámadja a kőzeteket is. A mészköves dolomitos területeken e hatás eredményeként víznyelők, töbrök, nagyobb uvaláka és barlangok jöhetnek létre. A sziklák repedésein beszivárgó víz megfagyva mállasztja, aprózza a kőzeteket. Ez különösen az USA, Utah állambeli földkapuk mutatják.

A számítások szerint évente a folyók 3000 millió tonna anyagot hordanak a világtengerekbe. A kőzetréteg lehordásával a szárazföldek tengerszint feletti magasságát pl. 100 ezer év alatt 1 méterrel csökkentik. Nemcsak pusztítanak a folyók, hanem deltákat építenek a tengerbe, tavakat töltenek fel, pl. a Missisipi deltája 25 hektárral a Dunáé pedig egy fél hektárral növekszik évente. Ott ahol a folyó a tengerbe ömlik, a tengertől hódít el területeket.

Hozzávetőleges számítások alapján a Napból Földre jutó energiamennyiségnek kb. 23 %-a a víz körforgásának fenntartására fordítódik. Ennek az energiának mintegy 99 %-a a párolgás-lecsapódás átalakulására fordítódik, amely számunkra kihasználhatatlan. A megmaradó töredék a földfelszínen mozgó víz helyzeti és mozgási energiája. Az állóvizek csak helyzeti és nyomási energiával rendelkeznek, de az áramló vizeknél ezek mellett a mozgási (kinetikai) energia is megjelenik. Vízenergián ezen energiák összességét értjük. Becslések szerint a világ hasznosítható vízenergia kapacitása kb. 20.000 TWh körül lehet. Az egész világon termelt összes vízenergia termelés kb. 2000 TWh. Ez a műszakilag hasznosítható energia 10 %-át jelenti.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | Elméleti vízerő-készlet Twh | Műszakilag hasznosítható TWh | Összes villamos energiatermelés TWh | Vízenergia termelés TWh | Vízenergia aránya % | Műszaki vízerőkészlet hasznosítottsága % |
| **Európa** | 4360 | 1430 | 2599 | 453 | 18 | 32 |
| **Észak-Amerika** | 6150 | 3120 | 3202 | 642 | 20 | 21 |
| **Latin-Amerika** | 5670 | 3780 | 370 | 281 | 76 | 7 |
| **Afrika** | 10120 | 3140 | 234 | 49 | 21 | 2 |
| **Ázsia** | 20430 | 7530 | 3475 | 564 | 16 | 7 |
| **Óceánia** | 1500 | 390 | 161 | 39 | 24 | 10 |
| **Összesen** | 18230 | 19390 | 9962 | 2028 | 20 | 11 |

A víz volt az a legrégebbi erőforrás, amit arra használtak, hogy csökkentsék az emberi és állati terhet.Nem lehet tudni biztosan mikor is találták fel a [vízikereket](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Vizikerek.jpg), de az biztos, hogy a legrégebbi öntözőrendszerek kb. 5000 évesek. A vízikereket már az ókori Kelet országaiban: Egyiptomban, Kínában és Indiában is használták, vízimalmok pedig az ókori Görögországban és Rómában is működtek. A legkorábbi vízimalmok talán a függőleges tengelyű kukoricaőrlő malmok voltak, melyeket norvég, ill. görög típusú malom névvel illettek.

Ezek valószínűleg Kr. e. az I.- illetve a II. században jelentek meg Közép Keleten, néhány századdal később pedig Skandináviában. Ismereteink szerint Angliában már használtak mind vízszintes tengelyű, mind függőleges tengelyű vízimalmokat az angolszászok. A XI. század végén Anglia 3000 felmért településén 5624 vízimalom működött, Franciaország egyetlen megyéjében (Aube) pedig kétszáz. Magyarországi vízimalmokra utaló adat legkorábban a XI. századból ismert. *"1061-ben egy nagybirtokon 320 mansio (kb. 1600 lélek) számára 6, 1124-ben egy másik nagybirtokon 120 mansio (1150 lélek) számára 7, 1141-ben egy harmadik nagybirtokon 120 mansio (600 lélek) számára 3, azaz 266, 165, ill.200 lélekre esett egy malom."*

Magyarországon is fontos volt a termények nagyobb hatékonyságú feldolgozása érdekében a korábban használt kézi malmok helyett a vízimalmok használata. Két ember kézimalommal 4,5-7 kg lisztet tudott őrölni óránként, míg egy átlagos teljesítményű vízimalom 150 kg-ot.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Megnevezés | Ember, emelővel | Ember, markolaton | Kézzel hajtott függőleges kerék | Szamaras járgány | Ökrös járgány | Lovas járgány | Alulcsapott vízikerék | Felülcsapott vízikerék |
| Sebesség (m/sec) | 1,10 | 0,80 | 0,15 | 0,80 | 0,60 | 0,90 | 3,00 | 2,50 |
| Teljesítmény (mkg/sec) | 5,50 | 8,00 | 9,60 | 11,20 | 39,00 | 40,00 | 131,00 | 175,00 |
| Napi munka (mkg-ban) | 158400 | 230400 | 276480 | 322560 | 1123200 | 1166400 | 11328400 | 15120000 |

Természetesen a vízimalmok nagy beruházást igényeltek, ezért rendszerint a földesúr vagy a kolostor tulajdonában voltak. A földesurak sokszor kötelezővé tették ezek használatát, megfelelő díj ellenében, és hogy ezt ki ne játszhassák a kézi malmokat összetörették. A víz energiáját azonban nemcsak gabonaőrlésre használták, hanem különböző célokra: így a textiliparban, a bányászatban, bányavíz-kiemelésre is és később a kohók légfúvóit is vízierő hajtotta.

1568-ban a kincstári kezelés alá vont körmönci, úrvölgyi bányákban megépítettek egy 10258 öl hosszúságú vízvezetéket. Ez a több mint 20 kilométeres vezetékrendszer látta el vízi energiával télen-nyáron körmöci aknákat és zúzóműveket oly módon, hogy a segítségével vízikereket hajtottak. A vízkereket pedig közlőművek beiktatásával munkagépek meghajtására használták.

A XVIII. század végére három vízikeréktípus volt használatban, amelyek a víz nyomómagasságában térnek el:

[***alulcsapott vízikerék***](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/alulcsapott.jpg)

[](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/alulcsapott.jpg)ennél a típusnál a lapátok belemerülnek az áramló folyóba, így szinte minden áramló vízben lehet használni. A hátránya azonban, hogy használhatatlan ha a víz folyásiránya áradás miatt megváltozik.

[***felülcsapott vízikerék***](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/felulcsapott.jpg)

[](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/felulcsapott.jpg)itt a zárt lappátokra felülről érkezik a víz, ezért maga a kerék sokkal masszívabb mivel el kell bírnia a víz súlyát. Az áradások nem befolyásolják a működését, mivel a víz egy csatornán keresztül érkezik a kerékre, amelyen egy zsilipkapuval szabályozható a víz mennyisége.

[***középen csapott vízikerék***](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/kozepen%20csapott.jpg)

[](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/kozepen%20csapott.jpg)a víz itt is egy csatornán keresztül érkezik és kb. a keréktengelynél folyik a kerék lapátjaiba. Előnye, hogy nem szükséges olyan nagy esésmagasság mint a felülcsapottnál, ahol a beáramló és kiáramló víz magasságkülönbségének legalább akkorának kell lennie, mint a kerék átmérője.

A XVIII. század hetvenes éveiben az Altaj vidéki ezüstbányákban áttértek a mélyebb rétegek kitermelésére. Azonban ezeknél a korábban használt, kézi erővel ill. lovas járgánnyal működtetett vízemelő gépek nem tudták biztosítani a víz elvezetését ill. az érc felhozatalát a felszínre. Ezt egy K. D. Frolov nevű orosz feltaláló sikeresen megoldotta. [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Florov.JPG)Az egyik helyi folyón egy 17,50 m magas duzzasztógátat épített, ahonnan a víz egy 443 m hosszú, speciális aknán valamint egy 96 m-es csatornán keresztül jutott el az első, 4,3 m átmérőjű vízikerékre amely egy fafűrészt működtetett. Ezután a vizet két csatornán vezették tovább. Az egyik a preobrazsenszkiji bányához, a másik pedig egy 128 m hosszú föld alatti járaton át a jekatyerinszki bányaérc felvonójának vízikerekéhez folyt. Ez a kerék 45 m, 77 m és 102 m mélyről emelte fel az ércet. E keréktől a víz egy 64 m hosszú járaton át a szivattyú-berendezéshez folyt. Az itteni kerék 17 m átmérőjű volt és egy rúd segítségével juttatták el a szivattyúhoz a hajtóerőt, amelyek 213 m mélyből emelték ki a vizet. Miután a víz ezt a vízemelő szerkezetet is meghajtotta, a víz egy másik vágatban a voznyeszenszki bánya vízikerekéhez folyt, amely mind az ércfelvonót, mind pedig a vízemelő szerkezetet működtette a tárnában. Az ércet egy serleges felvonó 60 m mélyről emelte a felszínre.
A XVIII. század harmincas éveiben született Hell József Károly kezei alatt a “vízoszlopgép”[](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/vizoszlopgep.jpg)-nek nevezett vízikerék. Működési elve a következő:

[](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Vizoszlopgep%20rajz.jpg)A csövön érkező víz nyomást gyakorol egy dugattyúra. Mivel a víz nyomása nagyobb volt a levegő nyomásánál, ezért a dugattyú felfelé haladt, és eközben terhet emelt. Ahhoz, hogy a dugattyú ismét alsó helyzetbe térjen, a vizet egy csapon át vissza kellett vezetni az alsó csatornába. Tehát egy csap átkapcsolásával sikerült egyszer a dugattyú egyik, majd a másik oldalára nyomást gyakorolni, s ezáltal hasznos munkát végeztetni.

Egy bizonyos Reichenbach Ilsak nevű helyen állította üzembe 1817-ben vízoszlopos gépét, amelyet 1927-ig szinte megállás nélkül üzemeltettek. Ez naponta 230 m3 vizet emelt 356 méter magasra. Dugattyúja percenként 2 és fél mozgást végzett. Ezt a század elején feljavították, így percenként 6 lökettel napi 600 m3 vizet szivattyúzott ki a tárnákból.

 Azonban megjelentek a gőzgépek, és így a vízenergia felhasználása az 1800-as évek végére háttérbe szorult. Mint sok más találmánynál, a vízikeréknél is kiszámíthatatlan volt a jövőbeli felhasználási lehetőség. Ezt bizonyítja, hogy amikor Faraday felfedezte az elektromágneses indukciót újabb távlatok nyíltak a vízenergia hasznosítására, így a róla alkotott kép ismét megváltozott.

***Elméleti háttere***

A víz energiájának hasznosítása a kezdeti időben azért volt korlátozott, mivel azt csak helyben tudták felhasználni. A fejlődésnek óriási lendületet adott a villamos energia termelésének lehetősége - amely az energia nagyobb távolságra való szállítását is biztosította - ill. amikor egy francia mérnök feltalált egy új és sokkal hatékonyabb vízikereket, amely az első sikeres vízturbina volt. [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Fourneyron%20turbina.jpg)A feltaláló Benoit Fourneyron volt. [Fourneyron turbinája](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Fourneyron%20turbina.jpg) magában foglalt több, addig nem alkalmazott újítást is. Az egyik legfontosabb, hogy a vízbe merülő turbina vezetőlapátokkal rendelkezett, amely a vizet pontosan a lapátokra irányította. Ez biztosította a víz egyenletes eloszlását ezáltal megnövelte a hatékonyságot (a víz energiájának 80 %-át alakítja hasznos mechanikai energiává). Az első ilyen turbinát a Badeni Nagyhercegség egyik kisvárosában St. Blasien-ben használták. A fejlődés azonban nem állt meg. Újabb turbina típusok jelentek meg. Ilyen volt a magyar Bánki Donát által kifejlesztett és róla elnevezett Bánki-turbina. További típusok a Francis-, Pelton-, Kaplan-tirbinák. Az eltérő típusú turbinák kifejlesztésével megpróbálták a különböző vízhozamú és esésmagasságú vizek energiáját a lehető legnagyobb hatásfokkal hasznosítani.

De mit is nevezünk turbinának? Vízturbina minden olyan erőgép, amely a folyadék munkavégző képességét járókerék forgatásával mechanikai munkává alakítja. Mielőtt az egyes turbina típusok paramétereit megvizsgálnánk, nézzük meg egy nagyon egyszerű vízerőmű felépítését amely az ábrán látható. A víz a felvízből egy nyomócsövön keresztül lép be a turbinába annak nyomócsonkján keresztül. A turbina járókerekén, energiáját átadva mechanikai energiát közöl a járókerékkel, majd a szívócsövön keresztül az alvízbe ömlik.

A *vízhozam (víznyelés)* (Q) a vízturbina nyomócsonkján időegység alatt beáramló folyadéktérfogat. Mértékegysége: [m3/s].

Az *esésmagasság* (H) a vízturbinán átáramló, egységnyi súlyú folyadék munkaképességének (energiájának) csökkenése. Mértékegysége (m].

Az ún. *geodetikusesés* (Hg) a felvíz és az alvíz vízszintjének különbsége. Mértékegysége: [m]. Az esésmagasság mindig kisebb, mint a geodetikusesés. Az eltérés a felvíztőI a turbináig (alvízig) épített csővezetékek veszteségének és a turbinából kilépő víz sebességi energiájának (amennyiben van) az összege. Képlettel:

H=Hg - hny

(Ahol hny a nyomóvezeték áramlási ellenállása.)

A vízturbina *fordulatszáma (n)* a forgórész időegységre eső körülfordulásainak száma. Mértékegysége: [l/min].

A vízturbina *bevezetett teljesítménye (N)* a folyadék által a turbinának átadott teljesítmény:



A vízturbinai hasznos *teljesítménye* (Nh) a hajtott gépnek a tengelykapcsolónál átadott teljesítmény]. A vízturbina hatásfoka ():



Ebből a képletből, hasznos teljesítmény:



Egy-egy konkrét esetben - ismerve a helyszín adottságait - a fenti jellemzők alapján választható ki a megfelelő vízturbina mind a típusát, mind a teljesítményét illetően.

Mint előzőekben említettük a különböző típusú turbinákat azért kísérletezték ki, hogy az eltérő esésmagasság és vízhozam mellett is gazdaságosan üzemeltethető legyen egy vízerőmű. A turbinák járókerekén átáramló folyadék iránya szerint lehetnek:

* radiális,
* axiális,
* fél axiális.

Attól függően, hogy a járókeréken való átáramláskor a víz nyomása megváltozik, vagy sem lehet beszélni reakciós ill. akciós turbinákról. Reakciós turbina például a Francis-turbina és a Kaplan-turbina, akciós a Pelton- és a Bánki-turbina.

Napjainkban az erőműveknél leggyakrabban a [***Francis turbinát***](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Francis-turbina%20%20%20%20.JPG)alkalmazzák (1849). [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Francis-turbina%20kep.JPG) Itt a víz nyomócsonkon keresztül a támlapátokkal merevített csigaházban körbehalad a turbina
 kerületén, majd a szabályozás céljából állítható vezető-lapátkoszorún keresztül áramlik a járókerékre. A járókerék hajtja a vele közös tengelyre szerelt villamos generátort. A víz a szívósövön  keresztül áramlik a szabadba. A víz a járókerékre  radiális  irányban  lép  be és  axiális irányba lép ki. A Francis-turbina a közepes esésű és közepes vízhozamú vízerőművek [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Francis-turbina%20kep%202.jpg)turbinája. Fordulatszáma 60-450 (1/min) lehet. A turbina járókerekének az alakja függ a fordulatszámtól (12.15. ábra).  Megkülönböztetünk lassú  járású
(n = 60-125), normál járású (n = 125-225) és gyors járású (n = 225-450) járókereket.

*A* [***Bánki-turbina***](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Banki-turbina.jpg)egy kétszeres átömlésű szabadsugár turbina. Dob alakú  járókerekében két [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Banki-turbina.jpg)tárcsa között köríves (hengerfelületű) lapátok vannak. A vízsugár a szabályozó nyelvel ellátott vezetőcsatornából, vagy vízszintesen, vagy függőlegesen a járókerék külső palástján lép be a lapátok közé, majd a lapátokon túljutva belülről újból átömlik a lapátkoszorún. Elsősorban törpe vízerőművekben alkalmazzák.

A [***Pelton turbinát***](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Pelton-turbina.jpg)1880-ban szabadalmaztatta Lester Pelton. A turbinát a californiai [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Pelton-turbina%20kep.jpg)gyorsfolyású hegyi folyókra tervezte, így a nagyesésű, kis vízhozamú vízerőművekben alkalmazzák. A nyomócsövön érkező víz a szabályozótűvel ellátott sugárcsőből nagynyomáson lép ki a járókerék kettős kanalaiba. Fordulatszáma egy sugárcsővel 4-30 [1/min], több sugárcsővel 30-70 [1/min] is lehet. A vízhozamot a szabályozótű ellőre vagy hátra mozgatásával ill. a sugárlevágóval lehet szabályozni. E kettős szabályozással elkerülhetők a hosszú nyomóvezetékben kialakult nyomáslengések.

Az ún. ***szárnylapátos vízturbinákra*** jellemző a nagy fordulatszám és az [axiális átömlés](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/axialis%20turbina.jpg). Elnevezésük onnan ered, hogy a járókerék lapátok a szárnyelmélet alapján méretezett profilokból vannak kialakítva. Három típusát különböztetjük meg:

A [***Kaplan-turbinának***](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Kaplan%20turbina.jpg) mind a járókerék, mind a vezetőkerék-lapátjai állíthatóak. Összehangolt   állításukkal elérhető, hogy a turbina nagy eséstartományokban jó hatásfokkal tudjon dolgozni. A víz a beton csigaházon a támlapátokon és a vezetőkerék állítható lapátjain keresztül - 90° -os irány elérést követően - tengelyirányban érkezik a szintén állítható lapátú járókerékre, majd egy könyökszerű szívócsövön át jut az alvízbe.

A ***propeller-turbinának***csak a vezetőkereke állítható, a járókerekei fixen vannak az agyba erősítve. Jó hatásfokkal csak állandó esés és vízhozam esetén üzemeltethető.

A ***Thomann-turbinának*** csak a járókerék lapátjai állíthatóak. Hatásfokgörbéje laposabb, mint a propeller turbináé, de a Kaplan-turbináénál kedvezőtlenebb.

 A ***csőturbinát*** kis vízierőművekben  alkalmazzák.  A víz itt szinte  irányváloztatás  nélkül halad át a turbinán, ezért a hidraulikai hatásfoka jobb, mint a Kaplan turbináé. Előnyei a Kaplan-turbinával szemben: azonos járókerékátmérő mellett nagyobb vízhozam és fordulatszám. Azonos vízhozamnál kisebb főméretek kisebb hidraolikus veszteségek. Hátrányai: nehézkes ellenőrzés, korlátozott egységteljesítmény.

Láthatjuk tehát, hogy a Pelton kereket nagy esésnél, a Bánki- és a Francis-turbinát közepes esésnél, alacsony esésnél pedig a Kaplan-, Propeller-, Thomman-turbinákat ill. a csőturbinát alkalmazzák. Azonban az esés nem az egyetlen tényező amely meghatározza, hogy mikor melyik típus a legmegfelelőbb. A különböző turbináknál fontos paraméter a specifikus sebesség (Ns), amely összefüggésben van a (P[kw]). Ami számunkra elsődleges, hogy adott paraméterek mellett midig olyan turbinát alkalmazzunk, amely a leghatékonyabban dolgozik és így a legtöbb energiát termeli.



H: esés [m] ; n: percenkénti fordulat [1/min]; Ns : specifikus sebesség ; P: termelt energia

Ez az egyenlet alkalmas arra, hogy mindig meghatározhassák a feltételeknek megfelelő turbinát. A turbina fordulatszámát (n) alapvetően meghatározza az áramhálózat, amelyhez a generátor kapcsolódik (Magyarországon a hálózati frekvencia 50 Hz). Az esést (H) maga a hely határozza, meg ahová az erőmű épül. Az Ns értéket a turbina paraméterei határozzák meg. Így:

- a beáramló víz, vagy a vízsugár sugarának és a turbina sugarának az aránya (r/R)

- a lapát és a víz sebesség aránya (VB/VW)



Ezek alapján minden turbinatípusnak - függetlenül a mérettől - saját Ns értéke van. Ezen érték alapján a  táblázatból kikereshető a megfelelő turbinatípus. Az energia követelmény pedig természetesen meghatározza a turbina méretét is.

***Felhasználási lehetőségek***

    A műszaki kihasználtság lehetősége tehát szoros kapcsolatban van a természetföldrajzi környezettel. A folyókon általában szakaszjellegeket szoktunk megkülönböztetni, ahol az esésnek megfelelően a felső, középső vagy alsó szakasz jelleg dönti el a vízierő nagyságát. Ahol nagy esésmagasságok vannak, azok a helyek kiválóan alkalmasak vízerőmű építésére: pl. Skandináv félszigeten, az Alpokban, a Pireneusokban, a Sziklás-hegységben. Az energia hatékonyságot lehet növelni a felszíni adottságoknak megfelelően, ha például egy könnyen lezárható völgyben, vagy völgykatlanban, kanyonban völgyzárógátak segítségével megnöveljük a szintkülönbséget, és ugyanakkor egyenletessé tudjuk tenni a vízhozamot. A vízenergia nagysága mindig szorosan összefügg a folyóvizek vízjárásával is. A vízierőművek építése szempontjából a kétperiódusú esős övezet a legkedvezőbb, ahol egyenletes a folyók vízjárása, pl. a Kongóé, az Amazonasnak a vízjárása rendkívül egyenletes. Az egyperiódusú esőzónában és a trópusi monszunéghajlat alatt már igen nagy eltérésekkel találkozunk, félévenként a vízhozam szakaszosságával kell számolni, pl. a Nílus, az Orinoco, a Gangesz is ebbe a kategóriába tartozik. A mérsékelt övben, az óceáni klímában a legegyenletesebb a csapadék és ebből a szempontból az itt építendő erőművek igen kedvező helyzetben vannak, így Skóciában, Új-Zélandon. A vízhozamban a legnagyobb egyenetlenség a kontinentális és mediterrán klímájú területek folyóin mutatkozik. Például a Tiszánál, Szolnoknál a legkisebb és a legnagyobb vízszint aránya, több mint százszoros különbséget mutat. Nyilvánvaló, hogy az erőmű kapacitásának meghatározásánál mindig a legnagyobb vízhozamra kellene építeni, de ha az év bizonyos részében csak csökkentett kapacitással tudjuk üzemeltetni – mivel a vízhozam nem elegendő - így ez rendkívül gazdaságtalanná teszi az erőművet. Ilyen esetben az a vízmennyiség számítható, ami az év nagy részében egyenletes hozamot biztosít.

Korszerű erőműveknél figyelembe kell venni az eljegesedést, a téli fagyást, a jégzajlást és még sok egyéb tényezőt is. Alacsony hőmérsékletnél a folyók nem kapnak elegendő vizet még akkor sem, ha a tél egyébként csapadékos. A hosszú tél nagy problémát jelent a szibériai és a kanadai vízierőművek kihasználásában. De Európában is előfordul, hogy komoly ellátási zavarok léptek fel, pl. 1962-63 telén éppen a hideg miatt.

A völgyzáró gátak igen jelentős kultúrmérnöki teljesítmények, de nagy veszélyeket is hordanak magukban, ha a geológiai viszonyok, adottságok nem megfelelően voltak vizsgálva, nem elég körültekintő volt a tervezés, előkészítés. Pl. 1963-ban Észak-Olaszországban Vaiont-gát esete. A gát mögött felgyülemlett víz a hatalmas esőzések hatására földcsuszamlást eredményezett és 240 millió m3 földtömeget zúdított le a víztározóba az óriási földtömeg nyomására a víz átbukott a gáton és a települések egész sorát öntötte, pusztította el, háromezer ember halálát okozva. Eddig a világ ötödik legmagasabb gátjával, tehát ezzel a gáttal -ami 266 m magas- történt a legsúlyosabb gátszerencsétlenség. A vizsgálatok azt igazolták, hogy a geológiai adottságokat nem vették kellőképpen figyelembe.

Az alacsony esésű erőműveket többnyire beépítik a folyómederbe. Ilyen a [tiszalöki erőmű](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/tiszalok.html). A középesésű erőműveknél szintén gyakori ez a megoldás, de az energia jobb kihasználása érdekében a folyóvizet nem egyszer elzárják [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/hoover01.jpg) gáttal és az erőművek külön épített mederbe, terelik.  Az ilyen erőműveket üzemi víz csatornás erőműveknek nevezik.  A nagyesésű erőművek építésénél különleges megoldásokat alkalmaznak, a víz esését többnyire duzzasztógátakkal növelik, amellyel a hasznosítható energia is növekszik. Ilyenek épültek az USA-ban a [Colorado-folyónál](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/colorado.jpg)több is(pl. a [Hoover gát](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/hoover.html)).  Nagyon gyakran a vizet nyomóalagúton vagy nyomócsőrendszeren juttatják el a turbinákhoz. Ilyenekkel találkozunk Norvégiában is, de pl. Bulgáriában a Battak erőmű is ilyen rendszerű. De itt a szomszédban, Kárpátalján meg is lehet tekinteni szintén ilyen típusú erőművet építettek, amelyet annak idején még a II. világháború előtt magyar tervezőmérnökök is papírra vetettek, de megvalósítani már csak a szovjet időszakban tudták. Ezekkel a módszerekkel pl. a hegy másik oldalán egy völgybe kivezetve a vizet egy csőrendszerrel, igen nagy esést lehet  elérni, csak rendkívül megnöveli az építési, beruházási költségeket.
forrás:<http://www.hooverdam.com>

A legnagyobb vízenergia felhasználók a világon Svájc, Olaszország, Norvégia, Svédország és Finnország. Majd az utóbbi évtizedekben Oroszország, Németország, USA és Dél-Amerikában, Brazíliában, valamint Afrikában is létesítettek hatalmas erőműveket. A világ legnagyobb vízienergia-készletével Afrika rendelkezik. Itt is elsősorban a Kongó áll első helyen. Ezek a felmérések, amelyek a vízi energia hasznosítására vonatkoztak nem mindig voltak reálisak. Tudniillik számításba kell venni a beruházási költségeket, amelyek rendkívül nagyok a vízierőműveknél, az amortizáció hosszát, távlatait, az áramtermelésnek a költségeit, a szállítást és még sok egyéb tényezőt.

Az erőművek környezeti hatása külön vizsgálatot érdemel. A vízierőművek gyakran egy-egy állam életében igen nagy szerepet játszanak az energiatermelésben, de ugyanakkor az ökológiai hatásuk rendkívül negatív, különösen hosszú távon számolva. Ha csak a brazíliai Parána folyót vesszük - Argentína és Paragvay területén - itt egy egész tórendszert, tavak láncolatát alakította ki a kiépült vízerőmű, és így rendkívül mélyrehatóan befolyásolta a környezetet és élővilágot. [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/asszuan.htm)Ha például nem megfelelő az erőmű kiépítése, egyes halak nem tudnak eljutni a felső szakaszokra, hogy ott ikráikat lerakják, így veszélybe kerülhet a faj fennmaradása. A lebegő vízinövények a lelassult folyókon és a víztárolóban rendkívül elszaporodhatnak, ezzel akadályozzák a víz áramlását. Megállapítható, hogy a térségben kialakított vízrendszer, ami főleg a hajózást szolgálja (pl. ilyen a hidrovia terv, amely Paragvay vízrendszerét kötné össze) egy teljes mocsárvilágot fog majd kialakítani, vagy már részben kialakított.

Ilyen és ehhez hasonló ökológiai hatást tapasztalunk  Kelet-Afrikában,  Nyugat-Afrikában és számos helyen, ahol ezek a gátak leblokkolják az üledéket és a tápanyagok áramlását. A folyótorkolatok, delták, amelyeken eddig mindig mangrove-erdők díszlettek, folyamatosan gyorsított erózióval pusztulnak el. Az üledék ellátottság csökkenése, ami helyenként viszont a tápanyag ellátást biztosította a part menti övezetekben élő földművelési kultúrák fennmaradását veszélyezteti, ill. a tengeri élővilágot is, hiszen a beáramló üledék sok állat számára jelent táplálékot, valamint a rák és kagylófélék - a meghatározott növekedési ciklusban - ivására igen távol a parttól kerülhet sor.

A világ 10 legmagasabb gátja

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sorrend** | **A gát neve** | **Ország** | **Magasság [m]** | **Befejezés éve** |
| **1** | **Rogun** | **USSR** | **335** | **1989** |
| **2** | **Nurek** | **USSR** | **300** | **1980** |
| **3** | **Grand Dixence** | **Switzerland** | **285** | **1961** |
| **4** | **Inguri** | **USSR** | **272** | **1980** |
| **5** | **Boruca** | **Costa Rica** | **267** | **1990** |
| **6** | **Vaiont** | **Italy** | **262** | **1961** |
| **7** | **Tehri** | **India** | **261** | **1990** |
| **8** | **Chicoasen** | **Mexico** | **261** | **1980** |
| **9** | **Kishau** | **India** | **253** | **1995** |
| **10** | **Guavio** | **Columbia** | **246** | **1989** |

A világ 10 legnagyobb teljesítményű erőműve

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sorrend** | **A gát neve** | **Ország** | **Üzembehelyezés éve** | **Kapacitás (KW)** | **Kapacitás** **(KW)** |
|   |   |   |   | **1989-ben** | **Maximum** |
| **1** | **Turukhansk** | **USSR** | **1994** | **-** | **20.000.000** |
| **2** | **Itaipu** | **Brazil/Paraguay** | **1983** | **7.400.000** | **12.600.000** |
| **3** | **Grand Coulee** | **USA** | **1942** | **7.460.000** | **10.830.000** |
| **4** | **Grui (Raul Leoni)** | **Venezuela** | **1968** | **10.300.000** | **10.300.000** |
| **5** | **Tucurui (Raul G. Lhano)** | **Brazil** | **1984** | **7.460.000** | **7.960.000** |
| **6** | **Sayano-Shushensk** | **USSR** | **1980** | **6.400.000** | **6.400.000** |
| **7** | **Corpus Posadas** | **Argentina/Paraguay** | **1990** | **-** | **6.000.000** |
| **8** | **Krasnoyarsk** | **USSR** | **1968** | **6.000.0001** | **6.000.000** |
| **9** | **La Grand 2** | **Canada** | **1979** | **5.328.000** | **5.328.000** |
| **10** | **Churchill Falls** | **Canada** | **1971** | **5.225.000** | **5.225.000** |



**Erőmű fejlesztési tervek a nagyvilágban**

Az elkövetkező években várhatóan Dél-Kelet-Ázsia fejlődő országaiban, Indiában és Kínában fognak leggyorsabban növekedni az új villamosenergia-termelő kapacitások. Az elektromos energia iránti igény növekedése Ázsiában 2000-ig évente 6%-ra tehető. Ezt követően pedig 2020-ig 4-5% növekedés várható. Ehhez a növekedéshez az ázsiai országokban 1350 GW új kapacitást kell üzembe helyezni. A fejlett európai országokban korlátozott az új villamosenergia-termelő kapacitások iránti igény. Ebben a régióban az a trend érvényesül, hogy a régi, kevéssé hatékony erőművi egységeket korszerű kombinált ciklusú gázturbinás egységekre cserélik ki. Jelentősebb új erőműépítés a kelet-európai országokban, Törökországban és az Európai Közösség déli országaiban várható. A volt szocialista országokban nem a kapacitások szűkös volta jelentett korábban problémát, hanem a működés alacsony hatásfoka. Ezért itt a korszerűsítés, a hatásfok növelése és a környezetszennyezés csökkentése volt a fő cél az elmúlt években. Az elkövetkező húsz évben a közép- és dél-amerikai országokban évente 2,6%-oselektromos -energiaigény növekedés várható. Tekintve, hogy Dél-Amerikai igen jelentős vízenergia-potenciállal rendelkezik, ez a régió lesz a vízierőművi berendezések legnagyobb piaca. 2010-ig várhatóan 121 GW új erőművi kapacitást helyeznek üzembe, amelyből 58 GW vízenergiára, 37 GW földgázra, 15 GW pedig szénbázisra épül. A maradékot megújuló energiahordozókra tervezik. Bár a Dél-Afrikai Köztársság a kontinens területének mindössze 4%-át teszi ki, lakosainak száma pedig éppen, hogy eléri Afrika összes lakosainak 6%-át, itt termelik az egész kontinens összes villamosenergia-felhasználásának 50%-át. Az afrikai kontinens elektromosenergia-termelése 2010-re várhatóan megduplázódik. A Dél-Afrikai Köztársaságban termelt villamos energia döntő részét jelenleg hazai szénből állítják elő. Mivel az ország igen jelentős szénkészletekkel rendelkezik, a belátható jövőn belül ez a helyzet nem fog változni. Tekintettel arra, hogy a Dél-Afrikai Köztársaság 6000 MW fölös kapacitással rendelkezik, a következő néhány éven belül nem várható új, az alapterhelés kielégítésére szolgáló kapacitások beléptetése. Figyelemmel azonban az elektromos energiaigények növekedésére, várható a csúcsigények növekedése is, ami szükségessé teszi új kapacitások kiépítését. Az Egyesült Államokban a lakossági villamosenergia-felhasználás az előrejelzések szerint 2015-ig 15%-kal fog növekedni. Ugyanebben az időszakban az ipar igénye 20,3%-kal növekszik majd. 1994-től 2001-ig 252 GW új kapacitást helyeznek üzembe, amelynek 80%-át gázturbinás vagy kombinált ciklusú erőmű egységek teszik ki. A szénerőművi részesedése 11%, a maradék 9%-ot pedig megújuló energiaforrásokra, nagyobb részben vízenergiára tervezik. A nyári csúcsigény itt az előrejelzések szerint évente 2,5%-kal fog növekedni.

<http://www.pert.hu/taj_pub/1997_5/erfejl_hnf.htm>

Nem beszéltünk még a vízerőművek azon fajtájáról amelyeket ***szivatyús-tározós erőművek*** névvel illetnek. Ezek valójában egy völgykatlanban, ill. elhagyott bányaüregekben kialakított mesterséges tavak, ahová vizet szivattyúznak fel azokban az időszakokban, amikor az erőművek[](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/cruachan.JPG) olcsón termelnek.  A villamos energia nagyipari méretekben ugyanis nem tárolható. A csúcsterhelések időszakában előnyös - a gyorsan indítható tározós vízerőművi egységek - használata. Az energia a víz helyzeti energiájában tárolódik. A veszteség 20-25%-os. A tározós vízerőmű turbógenerátorai két irányban működnek. Éjszaka munkagépként a hálózatból felvett villamos energia felhasználásával vizet szivattyúznak a magaslaton elhelyezett víztározóba. Nappal a csúcsterhelés időszakában a tározóból lefolyó víz hajtja meg a hidrogenerátort és termel áramot.
Így páldául Luxemburgban a Viaden mellett megépített szívattyús energiatárolót éjjel feltöltik Németországból vett olcsó villamosenergia segítségével, majd nappal vagy csúcsidőben - természetesen nappali tarifával, azaz drágábban - újra eladják a tároló leürítésével nyerhető villamos energiát.(Magyarországon a Dömsöd és Dobogó között tervezett tározós erőművet nem építették meg.) A világon kb. 200 ilyen erőmű működik. Például:Cruachan tározós erőmű Skóciában.

A vilád 10 legnagyobb szivattyús-tározós erőműve

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sorrernd** | **Az erőmű neve** | **Ország** | **Tátoló kapacitás** **(millió m3)** | **Üzembehelyezés éve** |
| **1** | **Owen Falls** | **Uganda** | **204.800** | **1954** |
| **2** | [**Kariba**](http://www.geocities.com/TheTropics/1951/kariba.htm) | **Zimbabwe/Zambia** | **180.600** | **1959** |
| **3** | [**Bratsk**](http://www.tourintel.ru/cities/BRATSK.HTM) | **USSR** | **169.270** | **1964** |
| **4** | [**Aswan**](http://pharos.bu.edu/Egypt/Wonders/Modern/aswandam.html)**, High** | **Egyiptom** | **168.900** | **1970** |
| **5** | **Akosombo** | **Ghana** | **148.000** | **1965** |
| **6** | **Daniel Johnson** | **Canada** | **141.852** | **1968** |
| **7** | **Guri (Raul Leoni)** | **Venezuela** | **138.000** | **1986** |
| **8** | **Krasnoyarsk** | **USSR** | **73.300** | **1967** |
| **9** | **Bennett W.A.C** | **Canada** | **70.309** | **1967** |
| **10** | **Zeya** | **USSR** | **68.400** | **1978** |

forrás :<http://is1.eng.ku.ac.th/~irre/E10LARGE.HTM>

forrás: <http://www.geocities.com/TheTropics/1951/kariba.htm>


forrás:

<http://www.tourintel.ru/cities/BRATSK.HTM>

**Magyarországi energiahasznosítás és egyéb lehetőségek**

A vízrendszer jellegéből adódóan Magyarországon hihetetlenül alacsony a folyók esése - nagy alföldi térségbe futnak ki a hegyvidéki területekről - és világ legalacsonyabb esésű folyói kategóriájába sorolhatóak. A Tiszának például 1 km-en csak 2-3 cm az esése. Ilyen viszonyok mellett - gazdaságossági szempontból - az energetikai kihasználásra nem sok remény van, ezért pl. a tervezett erőműveket, amelyeket még évtizedekkel ezelőtt tulajdonképpen az I. világháború után már megterveztek, nem nagyon tudták kivitelezni. Megépült ugyan a tiszalöki erőmű, ami már háború előtti tervezés, majd később a kiskörei erőmű, de pl. Csongrádnál már elkezdték a duzzasztógát építését, de erőművet már nem terveztek be. Azért is merült fel a csongrádi duzzasztónak a megépítése, hogy így egy hosszú szakaszon a hajózást lehetne biztosítani a megemelt szinttel. Mivel a jugoszláviai részen a jugoszláv állam már Nagykikindánál megépítettek egy duzzasztót, így tulajdonképpen a kiskörei erőmű és a jugoszláviai határszakasz között vált szükségessé, hogy még egy magyar duzzasztómű épüljön, de erre mint említettem, energetikai felhasználás tekintetében még terv sem készült el.

Említettük a Tisza energetikai lehetőségeit, amelyek elég korlátozottak, de nem beszéltünk még a Dunáról és esetleg más folyókról. A [Bős-Nagymarosi probléma](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/Bos.html) megítélésénél már tulajdonképpen kész helyzet elé vagyunk állítva, és jelenleg olyan utat kellene követni, ami nem jelentsen az ország számára sok százmilliárd forint kiadást, de ha lehetőség van rá, ne hagyjuk veszni a már beruházott összegeket. Ezen kívül pedig a lehető legkisebbre tudjuk csökkenteni a szigetközi degradációs jelenségeket és a tározóból megfelelő vízmennyiséget tudnánk biztosítani.

Magyarország műszakilag hasznosítható vízerő-potenciálja kb. 1000 MW, amely természetesen több mint az optimálisan hasznosítható energia. A megoszlás a következő:

Duna 72%

Tisza 10%

Dráva 9%

Rába, Hernád 5%

Egyéb 4%

A teljes hasznosítás esetén kinyerhető energia 7,0-7,5 TWh/év, azaz 7000-7500 millió kWh évente. A valóságban viszont:

* a Dunán nincs villamos energiatermelésre szolgáló létesítmény
* a Tiszán a Tiszalöki Vízerőmű és a Kiskörei Vízerőmű található 11,5 MW és 28 MW teljesítménnyel
* a Dráván jelenleg nincs erőmű
* a Rábán és a Hernádon, ill. mellékfolyóikon üzemel a hazai törpe vízművek többsége
* egyéb vizeken nincs működő energiatermelő rendszer

Környezetvédelmi szempontból, ahol viszonylag nagyobb esése van a folyóknak, könnyebb olyan tájba [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/kiturbina.JPG)illő erőműrendszert beépíteni, ami nem okoz ökológiai károkat. Erre számos példát találunk, főleg Ausztriában, ha csak a Dunánál maradunk, de a többi folyón pedig, amelyek nagy esésűek, ezeket az ökológiai károkat lényegesen könnyebben ki tudják küszöbölni. Nagy divatja van jelenleg a kisteljesítményű erőműveknek. Ezt nagy esésű patakoknál vagy kisebb folyóknál nagyobb környezeti beavatkozás nélkül lehet kialakítani. Ezek a turbinaházak néhány méteresek, de a legújabb megoldások olyan jellegűek, hogy szinte észrevétlenül, magában az áramló vízbe helyezett igen érzékeny turbina fejleszti az áramot és lát el esetleg kisebb településcsoportot, kisebb elektromos szolgáltatást igénylő [](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/kisturbina1.JPG) üzemet. Ezeknek megítélésem szerint nagy jövője van és környezetvédelmi szempontból is tökéletes konstrukciók. Ezek főleg jelenleg Angliában és ugyanakkor még Németországban épültek, illetve készülnek az üzemekben futószalagon ilyen kis turbinás erőművek.

A hazai kis-és törpe vízerőművek nagy része a kedvezőbb adottságokkal rendelkező Nyugat-Dunántúlon, a **Rába baloldali vízgyűjtő területének kisvízfolyásain található.**[****](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/vizenergia/map.JPG)**Az itt található négy vízerőmű** együttes teljesítménye 2085 kW, évi átlagos energiatermelésük 10 millió kWh. A négy erőmú közül a legnagyobb és egyben a legrégebbi az Ikervári Vízerőmű, amelyet 1896-ban alakítottak át egy régi malomból. Az erőműben 5 db vízszintes tengelyű iker Francis-turbina üzemel, összesen 1,4 MW beépített teljesítménnyel, amelyek átlagosan évi 7,6 millió kWh energiát termelnek. Az ún. kiépítési vízhozam 28 m3/s, az esésmagasság 8,4 méter. A Kőrmendi Vízerőművet ugyancsak egy régi vízimalomból alakították át 1930-ban. Az eröműben 2 db Francis-turbina üzemel, összesen 0,24 MW, azaz 240 kW teljesítménnyel, amelyek éves szinten 1,3 millió kWh energiát tudnak termelni. A kiépítési vízhozam 8,6 m3 /s, az esésmagasság 4,1 méter. Érdekessége az erőműnek, hogy a duzzasztást egy - manapság már ritkaságszámba menő - rőzsegát biztosítja.

**A Csőrőlneki** Vízerőműben 3 db Francis-turbina üzemel ugyancsak 240 kW beépített teljesítménnyel már 1909 óta. Az évenként termelt villamosenergia 1,2 millió kWh, amelyet 13 m3/s kiépítési vízhozam és 3,5 méteres esésmagasság mellett produkál az erőmű. A duzzasztást itt is rőzsegát biztosítja. Az Alsószólnöki Vízerőműben 4 db Francis-turbína 200 kW beépített teljesítményű 12 m3/s vízhozammal és 3 méteres esésmagassággal.

    Észak-Magyarország területén a Hernádból kiágazó **Bársonyos csatornán öt törpe vízerőmű üzemel.** Mindegyik a század elején létesült, helyi energiaforrásként, egy-egy 40 kW-os Francis-turbinával. Összteljesítményük 200 kW, éves átlagos energiatermelésük 0,5 millió kWh lenne, de kettő már üzemképtelen közülük. Rajtuk kívül három közepes teljesítményű vízerőmű hasznosítja még a Hemád vízerökészletét.

    **A Kesznyéteni Vízerőm**ű 1943 óta üzemel. Két, egyenként 2,2 MW teljesítményű Kaplan-turbinával az évi átlagos energiatermelés 23,5 millió kWh. A kiépítési vízhozam 40 m3/s, az esésmagasság 13,5 méter.
    **A Felsődobszai vízerőműben** 2 db Francis- és két db Kaplan-túrbina üzemel. Együttes teljesítményük 0,52 MW, éves termelésük 3 millió kWh. A kiépítési vízhozam 20,8 m3/s, az esésmagasság 3,5 méter. Az erómű 1906-ban létesült.
    **A Gibárti Vízerőmű** 1903-ban létesült két db Francis-turbinával. Összteljesítménye 0,5 MW, éves termelése 3 millió kWh. A kiépítési vízhozam 18 m3/s, az esésmagasság 4,4 méter.

Mindkét területen az erőművek rekonstrukciójával növelni lehetne a teljesítményt.