

7. A VILLAMOS ENERGIA ELŐÁLLÍTÁSA

A villamos energiát erőművekben termelik, ahol a természet energiáit alakítják villamos energiává.

Erőművek osztályozása hajtóerő, áramnem, rendeltetés és az üzem természete szerint:

Hajtóerő: Az erőműveket a primer energiahordozók fajtája szerint hőerőművekre, vízerőművekre, atomerőművekre és különleges erőművekre (nap, szél...stb.) oszthatjuk.

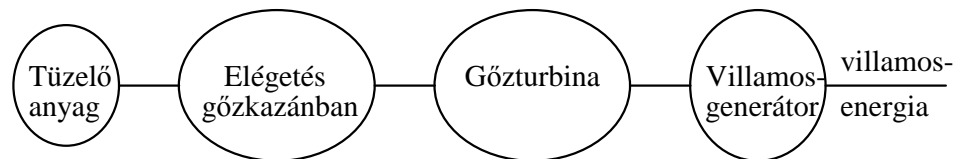
Hőerőművek Tüzelőanyag: szén, olaj, olajszármazékok, földgáz.

Munkafolyamatok:

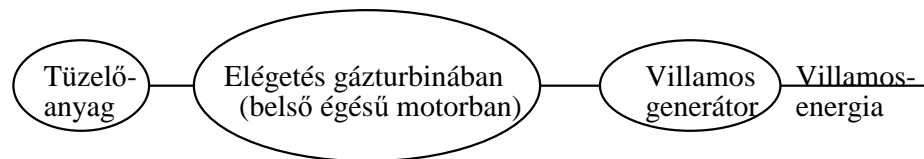
- a tüzelőanyag kémiai energiájának átalakítása hőenergiává (elégetés)
- hőenergia átadása a közvetítő közegnek
- a közvetítőközeg hőenergiájának átalakítása mechanikai energiává
- mechanikai energia átalakítása villamos energiává

Az elégetés módja szerint:

- Gőzerőművek



- Gázturbinás erőművek:



Vízerőművek - a felszíni vizek helyzeti energiáját vízturbinák alakítják forgó mozgássá, és az így nyert mozgási energiát a hidrogenerátorok alakítják át villamos energiává.

Atomerőművek - a maghasadáskor keletkező energiát hasznosítják.

Áramnem szerint: egyenáramú és váltakozó áramú.

Rendeltetés szerint: sajáthasznú (bánya, vasút); közhasznú (közfogyasztás céljára)

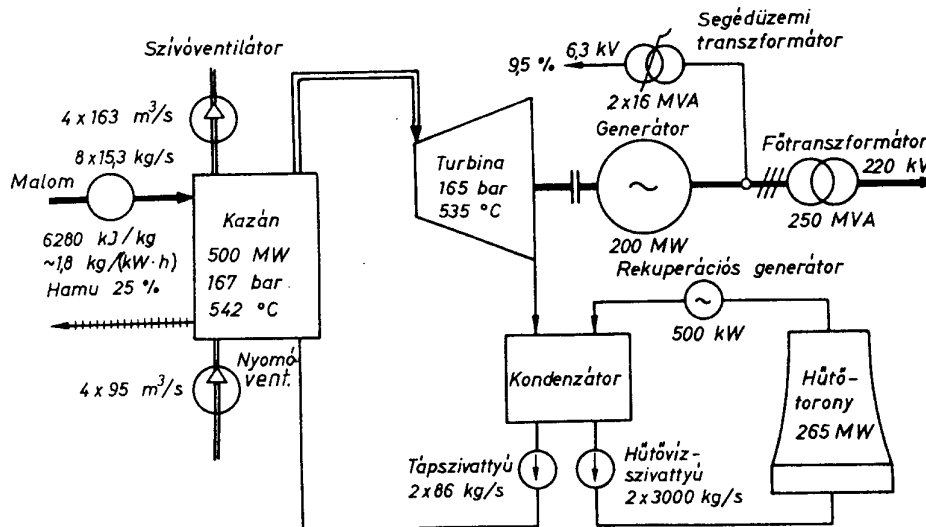
ezen belül táplálási körzet szerint : körzeti, helyi, helyközi és országos.

Az üzem természete szerint: alap-, menetrendtartó- és csúcserőművek.

7.1 Hőerőművek

7.1.1 Gőzerőművek

Legrégibb és máig is alkalmazott a klasszikus hőerőműves folyamat (hőkörfolyamat), mely az

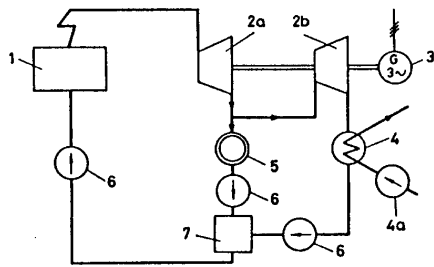


ábrán látható. A kazánban a víz felveszi a hőenergiát és gőzzé alakul. A vízgőz az energiát a turbinához továbbítja, ahol a hőenergia forgási energiává alakul.

A munkavégzés során csökken a gőz nyomása és hőmérséklete. A gőzből annál több energiát tudunk kinyerni, minél jobban kitágul, vagyis minél kisebb a gőz nyomása a munkavégzés utolsó fázisában. A kis nyomás célszerűen úgy hozható létre, hogy a már munkát végzett gőzt vízzel csapjuk le. Ehhez azonban a körfolyamatból el kell vonni a párolgási hőt, mégpedig hűtéssel. A hőelvonás helye a kondenzátor. Az így elvont hőt a hűtővíz tartalmazza, mely további felhasználásra általában nem kerül. Ha ismételtlen ugyanazt a vizet többször is felhasználjuk hűtésre, előbb hűtőtoronyban vagy hűtőtóban elvonjuk a többlet hőt.

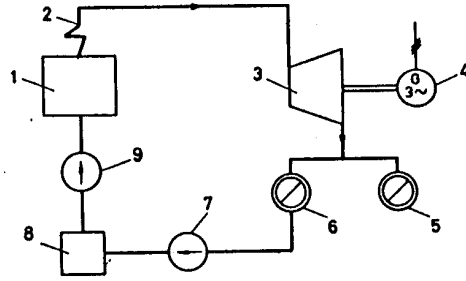
A víz-gőz körfolyamat fizikai tulajdonsága, hogy a folyamatba bevitt hő jelentős részét nem tudjuk munkavégzésre felhasználni. A hőkörfolyamat hatásfokának javítása az energetikusok állandó törekvése. A hatásfok javításának lehetőségei:

- a kondenzátorban uralkodó hőmérséklet csökkentése (termikus hatásfokjavítás);
- az elgőzöltetés nyomásának ill. hőmérsékletének emelése (termikus hatásfokjavítás);
- túlhevített gőz alkalmazása (hatásfokjavítás, élettartam növelés);
- újrahevítés, vagyis a gőzt a turbina nagy nyomású fokozatából visszavezetjük a kazánba, ahol felhevítjük, és innen kerül a turbina további fokozataira;
- megcsapolásos tápvíz előmelegítés;
- a kondenzációs veszteséget mérsékeli, ha a gépegység nem csak villamos energiát, hanem hőenergiát is szolgáltat.



1 kazán; 2a nagynyomású, ellennyomású turbina; 2b kianyomású, kondenzációs turbina; 3 generátor; 4 kondenzátor; 4a hűtővízszivattyú; 5 hőfogyasztók; 6 tápszivattyú; 7 táptartály

a) ábra

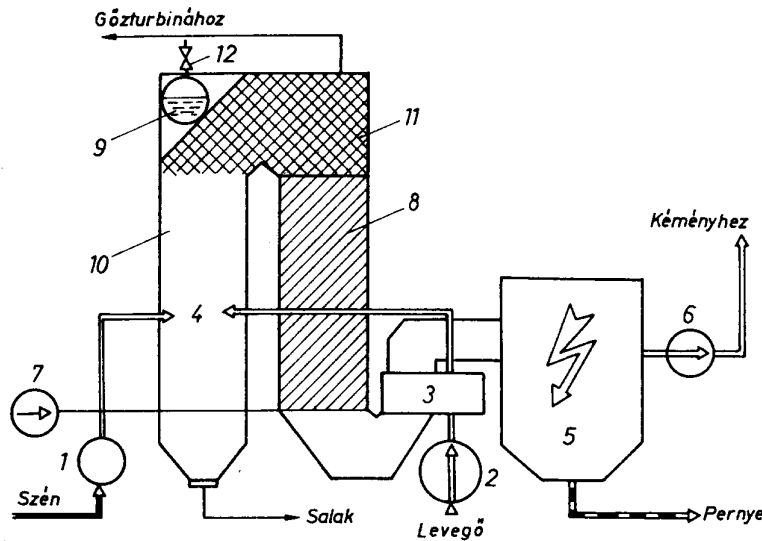


1 kazán; 2 túlhevítő; 3 turbina; 4 generátor; 5 a kondenzvizet felhasználó fogyasztó; 6 a kondenzvizet visszaszolgáltató fogyasztó; 7 kondenzvízszivattyú; 8 tápviztartály; 9 tápszivattyú

b) ábra

A hőszolgáltató turbinák ellennyomásúak (a ábra), vagy elvételesek (b ábra). Ellennyomású a turbina, ha a teljes gőzmennyiség nem kondenzátorba kerül, hanem a légkörinél nagyobb nyomáson a hőfogyasztóhoz. Az ilyen gépek villamos teljesítményét a fogyasztó hőteljesítménye határozza meg. Az elvételes turbinák egyik megcsapolása szolgáltatja a hőt. Az ilyen gépek terhelhetősége a fogyasztótól függetlenül is szabályozható. A hőfogyasztókhoz került víz egy része visszatér a körfolyamatba, másik részét a fogyasztó használja fel.

A kondenzációs erőművek teljes egészében a közcélú villamosenergia-ellátást szolgálják.



1 szénadagolás és őrlés; 2 nyomóventilátor; 3 levegő-előmelegítő; 4 tüztér; 5 pernyeleválasztó; 6 szívóventilátor; 7 tápszivattyú; 8 víz-előmelegítő (eco); 9 dob; 10 forraszó; 11 túlhevítő; 12 biztonsági szelep

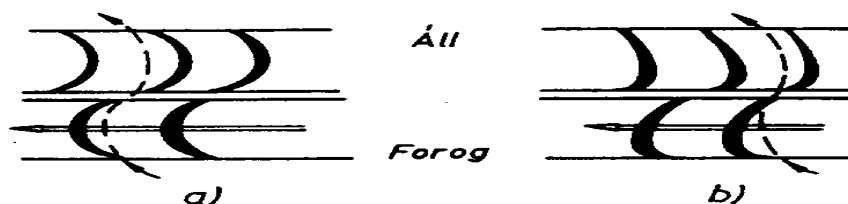
A gőzerőmű fő berendezései

A legjobb hatásfokú, leggazdaságosabb erőműveket - alaperőműként, a közepes költségűeket menetrendtartó erőműként alkalmazzák, melyek jól szabályozhatók és követik a napi fogyasztói terhelésingadozást. A nagy fajlagos költségű erőművek csúcserőműként üzemelnek.

A gőzerőmű fő berendezései alapján három üzembrészt különböztetünk meg:

A kazánok alapvetően két részből állnak: a tüzelőkörökből és a vízkörökből. Az égéshez a szénhidrogéneket közvetlenül a tüztérbe porlasztják; a porszéntüzelésű kazán (4) tüztérébe szénórlemény kerül. A rostélyos kazánokban a szenet mozgó rostélyokra adagolják, egyenletes rétegben. Az égéshez a levegőt a ventilátor (2) a környezetből szívja, és az előmelegítőn (3) át a tüztérbe nyomja. A tüztérrel úgy alakítják ki, hogy biztosítsa a tüzelőanyag meggyulladásához szükséges hőmérsékletet. A tüzelőanyagban eddig kémiai energia formájában kötött energia felszabadul. Az égéstermék a szívóventilátor (6) szívja el a kazánból, majd a kéménybe nyomja. Az égéstermék a hőtartalmát a túlhevítőben (11), az előmelegítőben (8) és a levegő-előmelegítőben (3) adja le.

A vizet a tápszivattyú (7) az előmelegítőn (8) át a dobba (9) nyomja. A dobból a víz a tüztér külső oldalán az alsó gyűjtőkamrába kerül, majd innen a tüztér belső falán a forrcsőbe (10), ahol elgőzölög. A gőz a túlhevítőbe (11) jut, majd innen a turbinához. A közbenső túlhevítés szintén a túlhevítőben megy végbe.



A turbina álló- és forgórészből áll. Mind az állórészen, mind a forgórészen lapátok helyezkednek el. A nagynyomású, forró gőz fúvókákon át nagy sebességgel áramlik a lapátokra úgy, hogy azokon irányt változtat. A sebesség megváltozása impulzust hoz létre, amely a forgórészt forgásban tartja. Az *akciós turbina lapátjai szimmetrikusak (a ábra)*, így a keletkező impulzusnak nincs tengelyirányú összetevője. A *reakciós turbina lapátjai aszimmetrikusak (b ábra)*, így jelentős tengelyirányú erő keletkezik. Ezt úgy egyenlítik ki, hogy az azonos tengelyirányú erőt képviselő turbinarészeket egymással szembe fordítják.

A turbinát és a generátort együtt turbógépcsoportnak nevezik.

A turbinába a gőz a gyorszáron és a szabályozószelepen át érkezik. A gyorszáróval a gőzbeömlést szükség esetén igen gyorsan meg tudják szüntetni, a szabályozószeleppel pedig a gőzmennyiség szabályozható fokozatmentesen.

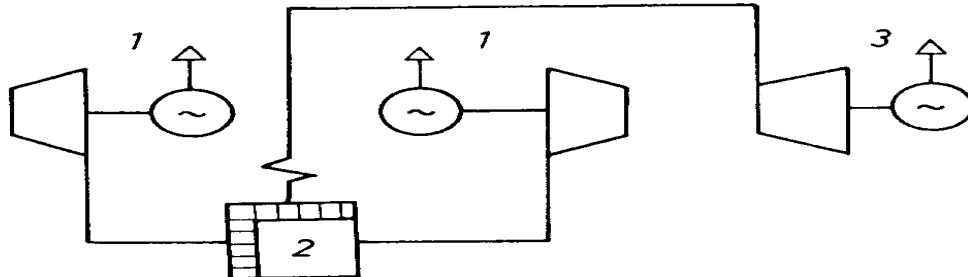
A kondenzátor nagyméretű hőcserélő. Kivitele szerint kétféle: felületi vagy keverőkondenzátor. A felületi kondenzátorban az előlagyított hűtővíz zárt csőrendszerben folyik, a fáradt gőzt a csövek közé vezetik. A keverőkondenzátorban a fáradt gőz és a hűtővíz összekeveredik, így a hűtővíz kazánvíz minőségű kell, hogy legyen. A hűtővizet a hűtővízszivattyúk keringtetik, a csapadékvizet pedig a tápszivattyú nyomja vissza a kazánba.

A kondenzátorba mindig hideg hűtővizet kell vezetni! Frissvíz-hűtés esetén ezt a folyóból nyerik, egyébként a hűtővízből a hőt párologtatással vagy felületi hűtéssel el kell vonni. Párologtatáskor a levegőbe víz távozik, ezért folyamatos vízutánpótlásról kell gondoskodni.

Vízszegény vidékeken felületi hűtést alkalmaznak. Itt a zárt rendszerben keringő hűtővizet nagy felületű, apróbordás hűtőelemeken vezetik át. A hűtőelemek fölött levő torony kéményhatása keresztirányban levegőt szív át (Heller-Forgó-féle hűtőtorny). Gondosan ügyelni kell arra, hogy az ilyen hűtőtornyok hűtőcsöveibe télen a víz bele ne fagyjon! Kis hőmérséklet esetén a toronyban levő vizet az alatta levő tartályba ürítik.

7.1.2 Gázturbinás hőerőművek

A gázturbinás folyamatban a gázt vagy tüzelőolajat a gázturbina égéskamrájában égetik el. Az égéshez a sűrített levegőt kompresszor állítja elő, amelyet maga a gázturbina hajt. A levegőt és az égéstermékeket az égéshő felhevíti, és ez a közeg fúvókákon át a gázturbina lapátjaira áramlik. Itt energiája nagy részét leadva kiterjeszkedik.



1 gázturbinás egységek; 2 kazán; 3 gőzturbinás egység

A gázturbinát külső hajtógép hozza forgásba. A gázturbina gyorsan elindítható, 20...40 perc alatt, ezért csúcserőművi blokként alkalmas, de üzeme igen drága. A hatásfokát meghatározza - a turbina és a kompresszor hatásfoka;

- a turbinába beömlő gáz hőmérséklete;
- a turbinából kilépő gázok hőtartama, hasznosításának foka.

A nyitott körfolyamatból jelentős hő távozik, ezért gazdaságossá tehető a folyamat, ha a távozó közeg hőjét hasznosítják kombinált ciklusú körfolyamat során.

7.2 Atomerőművek

A fizikusok már mintegy 70 éve felfedezték azt, hogy bizonyos atommagok megfelelő sebességű részecskékkkel (pl. neutronokkal) bombázva hasadásra képesek, s a maghasadás során nagy energia szabadul fel. Az atomerőmű és a hagyományos hőerőmű között az alapvető különbség, hogy az atomerőműben a hőtermelés a kazán helyett a reaktorban történik. A reaktorban szabályozott láncreakció megy végbe. A viszonylag kis energiájú, ún. termikus neutronok hatására létrejön a magreakció, amelynek eredményeképpen hőenergia szabadul fel. A folyamat láncreakcióra alkalmas, mert a maghasadásakor felszabaduló neutronok további maghasadást hozhatnak létre.

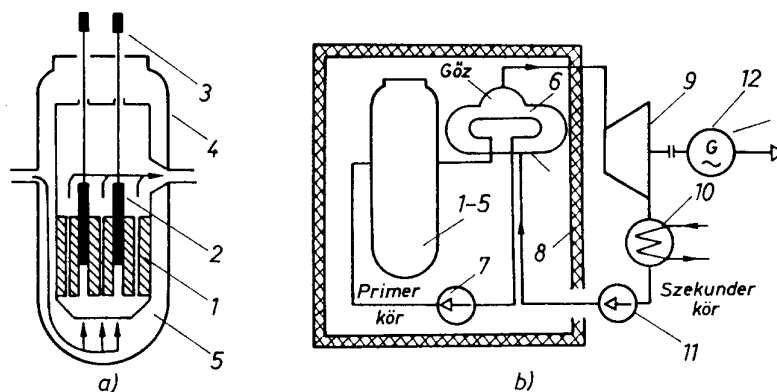
A reaktorban keletkező hőenergiát energiahordozó közeg továbbítja a hőcserélőhöz, ahol gőz keletkezik. Az atomerőmű egyéb folyamatai megegyeznek a tüzelőanyagot felhasználó hőerőművek folyamataival.

A reaktorok üzemanyaga általában 235-ös tömegszámú urán izotóppal (U^{235}) dúsított természetes uránium (U^{238}), vagy urán-oxid (UO_2). A láncreakció a reaktor aktív zónájában megy végbe, azonban a láncreakció fenntartásához itt mindig valamilyen lassító közeget (moderátort) is elhelyeznek, amely a láncreakciót fenntartó neutronok mozgását lassítja. A lassú neutronok ugyanis eredményesebben képesek az U^{235} atommagjának hasítására. A reaktorban a lelassított neutronok átlagsebessége a gázmolekulák hőmozgási sebességének felel meg. Innen származik a reaktortípus elnevezése, hogy termikus reaktor. A reaktor aktív zónáját megfelelő hűtőközeggel hűtik. A láncreakció szabályozása neutronelnyelő szabályozó rudak besüllyesztésével, ill. kiemelésével történik. Az atomreaktorok üzemanyag-szükségletére jellemző, hogy kb. 1g U^{235} -ből elméletileg 1MW teljesítmény nyerhető 1 napig.

A termikus reaktoroknak a gyakorlatban több típusa létezik:

- a grafittal moderált, széndioxid gázzal hűtött reaktor,
- az elgőzöltető vízű hűtésű reaktorok,
- a nyomás alatti vízzel hűtött (nyomottvízes) reaktorok

Az eddig kifejlesztett atomreaktor-típusok közül a nagynyomású vízzel hűtött, ún. nyomott vízes reaktort tárgyaljuk (Paks). A reaktor nagynyomású tartály. Ebbe helyezik az üzemanyagot tartalmazó fűtőelemeket. A fűtőelemek anyaga dúsított urán-oxid. A fűtőelemekben lejátszódó maghasadás során hő keletkezik, amelyet a tartályon átáramló nagynyomású víz visz magával. A víz, mint moderátor elveszi a fűtőelemekből kilépő neutronok mozgási energiáját, amelyek lelassulnak, és így alkalmassá válnak a további maghasadás előidézésére (szokás grafit moderátorokat is alkalmazni). A víz moderátor hatását bórsav beleadagolásával szabályozzák. A folyamat energia-egyensúlyát a reakcióban részt vevő neutronok számának beállítása teszi lehetővé. Erre a célra a szabályozó rudak szolgálnak, amelyek elnyelik a neutronokat.



a) a reaktor szerkezete; b) az atomerőmű körfolyamata; 1 uránrúd; 2 szabályozórúd; 3 szabályozómotor; 4 reaktortartály; 5 hűtővíz; 6 gőzgenerátor; 7 fő keringtető-szivattyú; 8 beton (védelem); 9 turbina; 10 kondenzátor; 11 tápszivattyú; 12 generátor

A forró víz a gőzgenerátorba kerül. A gőzgenerátor felületi hőcserélő, amelyben a reaktorból jövő primer kör vize fűti a hagyományos hőkörfolyamatot jelentő szekunder kör gőzét. A primer kör vizét a fő keringtető-szivattyúk cirkuláltatják. A magreakció során a reaktor és a primer kör radioaktívan szennyezett, ezért a környezet biológiai védelmeként a radioaktív szennyeződésű elemeket nehézbetonnal körülvett térben helyezik el, amely által többszörösen biztosítva van, hogy a reaktor üzemzavara esetén se jöhessen létre szabályozatlan magreakció (robbanás), valamint különös gonddal ügyelnek arra, hogy a környezetet szennyező sugárzás csekély maradjon.

Az atomreaktorban leállás (pl. üzemzavari gyors leállítás) után is van kisebb mértékű, ún. maradék hőfejlődés. A segédüzem villamosenergia-ellátását tehát úgy kell megoldani, hogy a reaktoron át mindig áramoljon a maradék hőfejlődéssel arányos hűtővíz. Ennek hiányában a reaktor károsodik, esetleg nem lesz újraindítható, de a környezetét akkor sem veszélyezteti.

7.3 Vízerőművek

A víz helyzeti energiáját hasznosítják, vízturbinákban alakítják át mozgási energiává. A vízturbinák generátort hajtanak, melyben a mozgási energia villamos energiává alakul.

Vízturbinák:

1. Szabadsugár turbinák (Pelton turbinák)

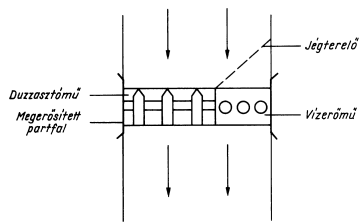
- A víz állítható keresztmetszetű csöveken, fúvókákon át jut a járókerék lapátjaira. A lapátoknak ütköző vízszög hajtja a járókereket, vagyis forgatja a turbina tengelyét, amelyhez a villamos generátor csatlakozik. Ezeknek kicsi a fordulatszáma (10...60/min), nagy esésű (100...2000m) vízerőművekben alkalmazzák.

2. Réstúlnyomásos turbinák: egy álló vezetőkeréken keresztül a víz kis túlnyomással jut a futókerék lapátjaira.

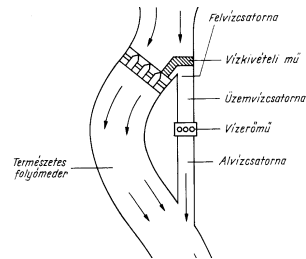
- Francis turbina - közepes és nagy esésű (50...500m) erőművekben alkalmazzák. Fordulatszámuk: 100...500/min.
- Kaplan turbina - kis esésmagasságoknál (max. 60m) alkalmazható. Fordulatszáma viszonylag nagy, 500...200/min.

Vízerőművek csoportosítása:

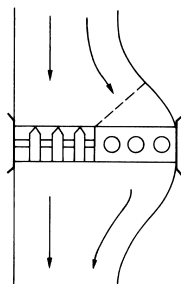
- Folyóvízes: üzemvízcsatornás vagy mederbe épített. *Üzemvízcsatornás*: A szükséges esés biztosítására duzzasztóművet, vízlépcsőt kell építeni. Olyan helyre telepíthető, ahol a folyó éles kanyar van. *Mederbe épített*: Csak kellően széles medrű, kiegyenlített vízjárású, kevés hordalékot, jeget szállító folyókon.
- Tározós: természetes tavak vagy mesterséges víztározók mellé épített. Hegyvidéken épül. A tárolt vízmennyiségtől függően napi, heti, havi és éves tározásról beszélhetünk. Speciális fajtája: szivattyús- tározós erőmű. Csúcsidőben termel, energia "felesleg" idején a nyomóvíz csatornán feltöltik a víztározót ⇒ fogyaszt.



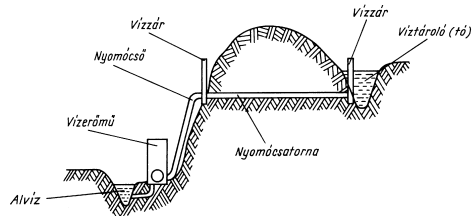
mederben elhelyezett



üzemvízcsatornás



öbölben elhelyezett



tározós