

## A vízi energia jelentősége az energetikai átmenetben

A világ 159 országában éves szinten 3500 TWh energiát állítanak elő a vízi energia segítségével, ez a globális megújuló-energia használat 85% és mennyisége a jövőben minden kétséget kizárólag nőni fog. Ennek egyik módja a meglévő energiatermelő berendezések följújtása és hatékonyságuk növelése, a másik lehetőség olyan új rendszerek építése, amikkel kompenzálható az egyéb megújuló energiahordozók termelésében tapasztalható, időben ingadozó intenzitás. Mindkettőt befolyásolja azonban az, hogy a klímaváltozás hatásaként adott földrajzi környezetben a korábbiaktól akár lényegesen eltérő működtetési gyakorlatra kell áttérni, ami a meglévő berendezésekben esetleges műszaki változtatásokat is szükségessé tehet, az újakat pedig szélsőséges esetben akár teljesen más koncepció szerint kell megépíteni.

A vízi energiának a francia energetikai átmenetben betöltött jelentőségéről, lehetőségeiről tartottak konferenciát Grenoble-ban november 26-án az „[Entretiens du Centre Jacques Cartier](#)” programsorozat újabb állomásaként, az esemény megrendezésében a [Centre Jacques Cartier](#) partnere ebben az évben is a [Hydro 21](#)<sup>i</sup> volt. Mint azt a szervezők megfogalmazták, a vízi energia a világ megújuló energia-termelésének 85%-át jelenti, 159 országban termelik, mennyisége eléri az évi 3500 TWh-t, és további bővülés is várható ezen a téren. A [Tenerrdis](#) versenyképességi pólus és a Société Hydrotechnique de France védnöksége alatt tartott konferencia két fő területre fókuszált, ezek a következők voltak:

- a vízi energia és a meglévő energiatermelő berendezések működtetése,
- a vízi energia és az időben ingadozó intenzitással rendelkezésre álló egyéb megújuló energiahordozók kapcsolata.

A konferencia igyekezett a vízi energia azon előnyeire is felhívni a figyelmet, amik a közvélemény számára nem feltétlenül nyilvánvalók vagy nem kellő mértékben ismertek, így például:

- az általa termelt energia gyakran olcsóbb, mint bármi más úton előállítotté,
- a használt műtárgyak gyakran hatékony eszközök az egyes vízfolyások vízhozamának szabályozásában (öntözés, hajózás, szabadidős használat),
- a tározók raktározó kapacitásának köszönhetően időben kiegyenlítettebbé tehető a vízhozam (árvízvédelmi puffer-kapacitás, aszályos időben történő vízpótlás),
- kompenzálható az egyéb megújuló energiahordozók termelésében tapasztalható, időben ingadozó intenzitás.

A megnyitók során minden fölszólaló a vízi energia és a fenntartható fejlődés kapcsolatát hangsúlyozta, így tett **Jérome SAFAR**, Grenoble polgármester-helyettese, **Brigitte PLATEAU**, a [Grenoble INP](#) elnöke és **Anne BOLLE** (Member of [Eurelectric Working Group](#)) is.

Az első szekció témája a **már létező berendezések karbantartása és hatékonyságuk növelése** volt, ahol **Frédéric DOMPIERRE** ([Alstom Hydro Power](#), Grenoble) a berendezések följújtásában rejlő lehetőségeket elemezte a vízkészletek minél optimálisabb kihasználása érdekében, majd **Bruce HAZEL** (kutató és projektfelelős, [Institut de recherche d'Hydro-Québec](#)<sup>ii</sup> (IREQ), Varennes) a turbinák *in situ* javítására kifejlesztett robotizált hőkezelési eljárást mutatta be. Fejlesztésüknek köszönhetően a hegesztéssel szemben nem csak komoly és egyébként veszélyes élőmunka takarítható meg, de a munkafolyamat nagyságrendekkel nagyobb pontossága és hatékonysága miatt az anyag tulajdonságai is sokkal kedvezőbben alakulnak. **Hélène PIOT** (Dyna) a turbina-rendszerek különböző egységeinek analizálásánál alkalmazott eljárásokat mutatta be – különöse tekintettel a vibrációs

analízisre - gyakorlati példákon keresztül, őt **Astrid HOTELLIER** (EDF) követte az áramszolgáltató által működtetett erőművi berendezések és műtárgyak megerősített ellenőrzési rendszeréről tartott előadást. Az EDF számára az alapos fölújítás egyre több műtárgy esetében elodázhatatlan, a 453 vízi erőmű átlagos életkora 60 év, a legöregebb 1896. óta működik! A **RenouvEau – vision 2015** program részeként mintegy 300 erőmű 1000 turbináját modernizálják és egységesítik, valamint ellátják a berendezéseket olyan berendezésekkel, amikkel lehetőség lesz a lehető leghatékonyabb és folyamatos biztonsági és üzembiztossági ellenőrzésre. **Olivier BERTRAND** (részlegvezető, pôle Modélisation Hydraulique et Systèmes d'Information, [Artelia Eau & Environnement](#), Grenoble) a **PENELOP-2** kutatási projektet mutatta be, ennek lényege olyan modellek kifejlesztése, amikkel javítani lehet a síkvidéki körülmények között létesített erőművek (*production hydroélectrique de basse chute*) energetikai, ökonómiai és környezetvédelmi hatékonyságát.

A második szekció a **vízi energia és az időben ingadozó intenzitással rendelkezésre álló egyéb megújuló energiahordozók kapcsolatának elemzése** volt. Az előadók abból indultak ki, hogy a vízi energia termelésében használt berendezések és műtárgyak nem csak az adott vízfolyás hozamában bekövetkező ingadozásokat képesek kiegyenlíteni vagy tudnak alkalmazkodni az időben változó villamosenergia-igényekhez, de használhatók az egyéb megújuló energiaforrások termelésében tapasztalt hektikuságok pufferelésére is.

**David HUARD** (tudományos tanácsadó, [Ouranos](#)<sup>iii</sup>, Montréal) azokat a folyamatosan változó hidro-klimatikus tényezőket vette górcső alá, amik a vízi erőművek műtárgyainak kialakításakor és működtetésekor mindenképpen figyelembe kell venni. A munkában a fő szerepet a klimatikus előrejelzések, lehetséges forgatókönyvek jelentik, a globális modellekből regionális és helyi modelleket és előrejelzéseket szerkesztve. Ezekben belül természetesen a legfontosabb szerepe a csapadéknak van, mivel ez nem csak a termelés szintjére és kiszámíthatóságára van hatással, de befolyásolja a tározók vízkészlet-gazdálkodását és a gátak biztonsági kérdéseit is. A cél egyértelműen a kockázatok és az esetleges károk bekövetkezési valószínűségének csökkentése, ugyanakkor egyes eseményekből profitálni is lehet, pl. a tározók föltöltésével. A **hosszú távú hőmérsékleti adatok** elemzésével az Ouranos-nál arra a megfigyelésre jutottak, hogy a havi középhőmérsékletek valamelyest emelkednek, ami várhatóan érdemben csökkenteni fogja Québec tartomány fűtési energia-igényét, miközben nőni fog a nyári klimatizálás energia-igénye, a mérleg azonban összességében negatív lesz, azaz csökkenni fog az éves globális energia-szükséglet, ezzel együtt pedig várhatóan kisebb csúcsidőszaki terhelésekre kell télen készülni.

A statisztikák szerint 1943-65 között nem voltak ritkák a szárazabb évek, de ezek és a csapadékosabbak nagyjából egyensúlyban voltak. 1965-85 között kifejezetten csapadékos időszak következett be, majd 1985-től kifejezetten csapadékszegény évek voltak nagy számban, ami a folyók vízhozamát is érezhetően csökkentette. Ezzel együtt a modellek azt valószínűsítik, hogy Québec területén az elkövetkezendő évtizedekben 5-15%-kal nőhet az éves csapadék mennyisége, ami a folyók vízhozamát és érdemben növeli – az energiatermelő berendezések viszont már jelenleg is gyakorlatilag teljes kapacitással dolgoznak, így a termelés érdemben csak újabb beruházásokkal lehetne növelhető. A csapadék nagy valószínűséggel bekövetkezendő növekedése mellett a szövetségi állam déli részén akár 30%-kal kevesebb hó is lehet a talajon, miközben a tavasz is 7-14 nappal korábban érkezhethet, ami az erőművekben is előbbre hozza a tavaszi üzemre való átállást. Mindenezek azt is jelentik a szakértők számára, hogy a jövőben nagyobb lehet az árvízi vízhozam, sőt nagyobb valószínűséggel következhet be olyan szélsőségesen nagy csapadékmennyiség egységnyi idő

alatt, ami meghaladja a tározók puffer-kapacitását és esetlegesen komolyan veszélyeztetheti a műtárgyak állóképességét és a környező területeken lakókat is.

A várható klimatikus változások legfontosabb tanulsága, hogy alapvetően át kell alakítani az erőművek működtetési gyakorlatát és adaptálni kell azt a változó klimatikus feltételekhez, Ennek hiányában ugyanis az érvényben lévő szabályok jelentette megkötések miatt akár 10%-ot meghaladó mértékben is csökkenhet a megtermelt áram mennyisége, míg intelligens alkalmazkodással akár a mostaninál 15%-kal több áram is termelhető az infrastruktúra bővítése nélkül.

**Benoît HINGRAY** (kutató, [Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement](#) (LTHE), UMR 5564, Grenoble) a Durance és a Verdun folyók alkotta, 12 ezer négyzetkilométernyi vízgyűjtő terület vízhasználatában a klímaváltozás miatt szükségszerűen bekövetkezendő változásokat elemezte egy olyan hegyvidéki környezetben, ahol az energiatermelés mellett a lakosság, a mezőgazdaság, a szabadidős tevékenység és a környezetvédelem vízigényét is biztosítani kell. A különböző modellek alapján nagy valószínűséggel érdemben változtatni kell a vízgyűjtőn létesített tározók vízkészlet-gazdálkodásán, azaz az eddigi tavaszi nagyobb víz-elengedések helyett elsősorban a nyáron lesz szükség nagyobb vízmennyiségek leengedésére kell készülni, azaz minél tovább és a lehető legnagyobb mennyiségben meg kell őrizni az őszi és téli csapadékból, valamint a tavaszi hóolvadásból származó vizet. A klimatikus előrejelzések ugyanis egybehangzóan azt vetítik előre, hogy a vízgyűjtőt befogadó Délkelet-Franciaországban az elkövetkezendő évtizedekben a hőmérséklet és az evaporáció egyértelműen nőni, a természetes csapadék mennyisége, a hóborítás időtartama és mértéke, valamint a folyók vízhozama pedig csökkenni fog. Ez azt is jelenti, hogy a tározók működtetése során a jövőben sokkal nehezebb lesz az egyes vízhasználói körök igényét érdeksorbulás vagy a vízhasználók közötti konfliktushelyzet kialakulása nélkül megoldani. Másik nagyon fontos következtetése az előadónak az volt, hogy az energiatermelés szinten tartása érdekében minden lehetséges módon növelni kell az egyéb, időben egyébként hektikusan rendelkezésre álló megújuló energiahordozók (szél, fotovoltaiikus energia) termelését, és a vizet elsősorban az ebben bekövetkezendő negatív csúcsok közömbösítésére kell használni. Bővebben: <http://www.lthe.fr/RIWER2030/>.

**Frédéric STORCK** (energetikai igazgató, ([Compagnie Nationale du Rhône](#), CNR<sup>iv</sup>, Lyon) a vízi energiát mint a megújuló energiahordozók elektromos hálózatba történő integrálását megkönnyítő faktort vizsgálta. A CNR ma a második legnagyobb áramtermelő Franciaországban az EDF mögött, és a legnagyobb a kizárólag megújuló energiát termelő cégek sorában. A beépített saját termelő kapacitás 3338 MW, ezt 40 MW fotovoltaiikus és 35 MW törpe vízi erőmű kapacitás egészíti ki, valamint ők kezelik a SHEM társaság 774 MW kapacitását is. Jelenlegi terveikben elsősorban a szél erőművek telepítése és működtetése szerepel, amit a fotovoltaiikus kapacitás bővítésével kapcsolnak össze, az így termelt áram időbeli mennyiségi ingadozását a vízi erőművekkel egyenlítik ki. Az általuk működtetett erőművek a Rhône-on épültek, ezek, mint síkvidéki műtárgyak nagy hátránya, hogy nincs mögöttük érdemi tároló és puffer-kapacitás, így egyrészt nagyon ki vannak téve a mindenkori vízhozamnak, másrészt inkább folyamatos, nem pedig szakaszos üzemre alkalmasak. A CNR-nek emiatt speciális értékesítési stratégiát kellett kidolgoznia a megtermelt áram értékesítésére, így ennek egy részét az európai nagybani áram-piacon hosszú távú szerződésekkel, másik részét pedig a mindenkori 24 órás ár-előrejelzések függvényében a rövid távú áramtözsdén értékesítik. Igyekeznek minél jobban kihasználni, hogy a folyón az egymást követő műtárgyak között 50 centiméteres vízszint-ingadozás mellett jelentős vízmennyiséget lehet átmenetileg tárolni (12 órán keresztül 400 MW-nak megfelelő mennyiséget), így képesek a magasabb árat jelentő csúcsoldali termelésre is. Ehhez azonban az

is szükséges, hogy a tőzsdei értékesítéssel, az ár-előrejelzéssel foglalkozó és az időjárási előrejelzések függvényében a vízhozamot tervező csapatok maximális hatékonysággal dolgozzanak, és az általuk előre jelzett igényekhez a termelés tökéletesen alkalmazkodni tudjon.

A legfontosabb azonban, hogy a különböző megújuló kapacitások összekapcsolásával a lehető legrugalmasabb áramkínálatot lehessen biztosítani, mivel ezen keresztül a nem megfelelő időben való termelés miatti veszteségek érdemben csökkenthetők. A három különböző széljárású területen kiépített 430 MW szélerőmű-kapacitás (ami már önmagában is csökkentett kockázatot jelent), a 100 MW fotovoltaikus áram és a 3000 MW vízi energia (Rhône) együttesen közel felére csökkenti a termelésben előforduló és nem, vagy csak alig befolyásolható ingadozás miatt esetlegesen bekövetkező kiesést (éves szinten 6,6 milliárd euró helyett 3,8 milliárdra).

**Farid MAZZOUJI** (a hidraulikus kutatások igazgatója, [Alstom Hydro Power](#), Grenoble) az egyéb megújuló energiahordozók termelésének időbeli hektikuságát kompenzáló hidraulikus berendezéseket mutatta be. Előadásának legfontosabb mondanivalója az volt, hogy az egyre nagyobb mennyiségben termelt, de időben hektikusan és nem szabályozható módon jelentkező megújuló energiahordozók (elsősorban szél és fotovoltaikus) megjelenésével alapvetően átalakult a vízi energia termelésének rendszere, egyre inkább a szakaszos vagy pontszerű üzemeltetés a jellemző, amivel az előbb említett energiahordozók ingadozásait lehet kiegyenlíteni. Ez azonban sok esetben azt is jelenti, hogy az eredetileg más üzemmódra tervezett turbinákban bizonyos műszaki átalakításokat is eszközölni kell annak érdekében, hogy az új működési feltételek között is maximális hatékonysággal tudjanak dolgozni. A legnagyobb innováció ezen a téren azon speciális turbinák kifejlesztése és gyakorlati alkalmazása, amik nem csak áramtermelő, hanem szivattyú üzemben is tudnak dolgozni, így akár az energia átmeneti tárolására kialakított rendszerekben is alkalmazhatók.

**Martin DE MONTIGNY** (projektvezető kutató, Réseaux électriques et mathématiques, [Institut de recherche d'Hydro-Québec](#) (IREQ), Varennes) azt mutatta be, miként befolyásolja a szélerőművek üzembe állítása a nagy számú vízi erőművet fősorakoztató hálózat működtetését. A legfontosabb kérdés ezzel kapcsolatosan az volt, mennyiben rontja a turbinák és kapcsolódó berendezések állapotát, mennyivel növeli a karbantartási költségeket és/vagy csökkenti az élettartamot, ha a korábbi, gyakorlatilag folyamatos és állandó teljesítményű üzem helyett szakaszos és változó teljesítményre kell átállniuk? A vizsgálatokat szimulációs modellekkel végezték, a kontroll esetében szélerőműveket nem kötöttek a virtuális rendszerre. 3000 MW szélerőmű-kapacitás elméletileg probléma nélkül becsatlakoztatható a rendszerbe, az emiatt megnövekedett leállás-szám, karbantartási költség a vállalható határon belül marad, viszont szakmailag nagyobb kihívást jelent a mindenkori „kereslet-kínálat” zökkenőmentes egymásnak való megfeleltetése.

*A 2012. novemberében a grenoble-i Energia-, Víz-és Környezetmérnöki Karon (École Nationale Supérieure de l'Énergie, l'Eau et l'Environnement, [ENSE3](#)) rendezett korábbi [Hydro 21-konferencia](#) teljes anyaga (v.ö. 2064/PAR/2012 és 2065/PAR/2012) elérhető és letölthető az alábbi honlapról: <http://www.hydro21.org/colloque2013/presentations2012.htm>.*

**Somogyi Norbert, Párizs**

---

<sup>i</sup> A szervező **Hydro 21** egyesületet ([www.hydro21.org](http://www.hydro21.org)) a vízienergia hasznosításában érdekelt cégek, szakértők, kutatók és oktatók hozták létre azzal a céllal, hogy a grenoble-i régió vízienergia-potenciálját minél jobban megismerjék és kihasználják, tevékenysége során mintegy 1500 fő dolgozik együtt lazább-szorosabb kapcsolatban.

---

<sup>ii</sup> A vízienergiát termelő [Hydro-Québec](#) (40 GW kapacitás, 160 TWh/év, 99%-ban vízi energiából előállítva, tárolási kapacitás 100 TWh) az egyetlen olyan vállalat Észak-Amerikában, aminek saját kutatóintézete van, ez az IRHQ, ami mindezen kihívásokra igyekszik hatékony választ adni.

<sup>iii</sup> Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques

<sup>iv</sup> A cég 1934-ben kapott koncessziót arra, hogy a Rhône teljes franciaországi szakaszán elektromos áramot termeljen, biztosítsa a hajózást és kielégítse a folyóhoz kapcsolódó vízigényeket, elsősorban a mezőgazdaság esetében. A francia árampiac liberalizálásával a cég 2001-ben önálló áramtermelőként jelent meg a piacon, a tulajdonosi körben 49,4%-kal a GDF Suez a legnagyobb részvényes, az önkormányzatok tulajdoni hányada nem éri el a 20%-ot.