

## **Kihasztnálatlan vízenergia a Vajdaság területén**

### *Bevezető*

Jugoszlávia szétesésével, és később Montenegró leválásával, Szerbia és ezzel egy időben Vajdaság területén is, az energiagazdálkodás megváltozott. Időszerűvé vált az új energiakészletek feltárása, a meglévő kapacitás jobb kihasználása, bővítések és korszerűsítések, illetve új fejlesztési lehetőségek kutatása. Számba kellett venni, a még nem felbecsült természeti értékeinket, és a fenntartható fejlesztés lehetőségeit.

1997 novemberében az Európai Parlament határozatban szólította fel az Euró Uniót, hogy 2010-re, az üvegházhatást keltő gázok kibocsátását 15%-al csökkenteni kell. Az Európai Unió „zöld könyve” határozottan előírja, a nyersolaj használatának csökkentését, ugyan akkor határozottan elutasította a nukleáris energiaforrások fejlesztését. A tudomány és a korszerű technológia segítségével kell a környezetkímélő energiaforrások fejlesztését előirányozni.

A Pannon-medence déli részén kevés a fosszilis energiakészlet, mégis a Vajdaság területén a földgáz energia használata a domináló, mint egy 80%, környezetvédelmi szempontból ez nem megengedhető. Az Euró Unióhoz való csatlakozás egyik feltétele, hogy az energia felhasználás minimum 12%-a megújuló energiákból származzon. A volt Jugoszlávia területén 92 vízerőmű termelte az energiát, de jelenleg a Vajdaság területén a vízenergia kihasználtság foka mindössze 3-4%.

### *Foszil energiák, megújuló energiák és környezetvédelem*

A foszil energiák azok az energiák, amik felhasználódnak és nem termelődnek újra, mint a nyersolaj, a szén (különböző alakja) stb. A foszil energiák felhasználásának csökkentésére kell törekednünk, hogy az üvegházhatást csökkentsük.

---

\* *Putarich Dr. Ivánszky Veronika, nyugalmazott egyetemi tanár, Újvidéki Egyetem, Mezőgazdaság Tudományi Kar, Vízrendezési Tanszék, Újvidék*

A megújuló energiák azok az energiák, amelyek olyan sebességgel kerülnek felhasználásra, mint amilyenvel megújulnak, azaz újratermelődnek. Megújuló energiák: a napenergia, szélenergia, vízenergia, geo-termálenergia, hő- és ásványvizek, valamint a szerves tömegekből (biomasszából) nyert energia. A biomassa energia lehet: szilárd energia, és lehet folyékony energia – ilyen a bioetanol, és a biodízel – vagy biogáz energia. Mivel a Dél-dunántúli Euró-régió szegény nyersolajban, a Vajdaságban más energiaforrások feltárását, kutatását és fejlesztését irányozták elő.

A természeti erőforrások gazdaságos kihasználtságát, egy adott területen, a földrajzi egység természeti adottságai határozzák meg, azaz korlátozzák (Maniak 1988). Vajdaság területén, a szélenergia hasznosítása lehet gazdaságos, a szeles napok száma a Delibláti-homokhátságon nagyon magas. Az amerikai títustervekben a szél-generátorok száma 200 körül van, egy telep összes energiatermelése mintegy 310 MW. A bioenergia hasznosításának a növelése csak a mezőgazdaság fejlesztése után jöhet szóba. A vízenergia jobb kihasználtságát, a csatornák rekonstrukcióját, a környezetvédelem alapjai a lakosság egészségvédelme teszi szükségesé, tehát gazdaságos.

#### *A vízenergia kihasználtsága (nem kihasználtsága) a Vajdaság területén*

A természetben a folyamatok egymásba kapcsolódnak, egymásra hatva (és visszahatva) működnek, ezeket a folyamatokat (melyek időben változóak) vizsgáltuk. A vízzel kapcsolatos folyamatokra, a természetben lejátszódó zárt körfolyamatokra érvényes törvényszerűségek a jellemzők, így meghatározható a hasznosítható vízkészlet. A vízkészlet természeti kincs, jellemezhető: a víz mennyiségével (Q), a víz minőségével (K) és a víz térben való helyzetével (L). Ugyan ez kifejezhető, mint energiakészlet (E), képletben felírva:

$$E = E(Q, K, L).$$

A hasznosítástól függően az energiakészlet átalakítható többféle energiává, ezek a részenergiák, ilyen:

- a vízerőművek energiája -  $E_h$
- a bioenergia, a talajjavításos rendszerekben előállított szerves anyag tömeg -  $E_b$

- a víz szállításkor megtakarított (transzport) energia -  $E_t$
- az üzemi feltételek (termelés) mellett megtakarított vízenergia -  $E_s$  és mások.

Többféle hasznosítás esetén, a részenergiák összességével számolunk:

$$E = E_h + E_b + E_t + E_s + \dots = \sum_i^n E_i$$

Minden energiaátalakításkor energiavesztés van, így az összes energiából veszítünk. Ezért a felhasználható vízkészletet úgy számítjuk ki, hogy a részenergiákat megszorozzuk a transzformációs veszteséggel ( $\lambda_i$ ), azaz, a hasznosítás együtthatójával. A vízkészlet hasznosítása folyamán a következő energia egyenletet használjuk:

$$E = \lambda_h E_h + \lambda_b E_b + \lambda_t E_t + \lambda_s E_s + \dots = \sum_i^n \lambda_i E_i$$

A vízgazdálkodási tudomány feladata, hogy a vízenergia átalakításakor a hasznosítható energiát  $E_i$ , a legnagyobb mértékben megőrizze, vagyis a hasznosítást a lehető legmagasabb szinten (a legkisebb veszteséggel) biztosítsa, ezzel foglalkozik a tudomány egy külön ága - a hidrotechnika. (Putarich 2006).

### *A vízerőművek energiája - $E_h$*

A Vaskapu VE (Djerdáp, 1951) megépült, az erőmű tározójának a hatása a felszíni vizeken, a Dunán Újvidékig, a Tiszán Új Becsőig visszaduzzaszt. A becsei gát a Tiszán a magyar határig visszaduzzaszt, így gyakorlatilag, a Vajdaság felszíni vízrendszere vezérelt. Egyedül a Duna, Újvidék feletti szakasza a magyar határig nem vezérelt, ezért ezt a szakaszt vizsgáltuk energiahasznosítási szempontból

Szakaszok	Horvátország	Vajdaság
Duna I (rkm 1265.0-1422.0) 217 km	50% 53,1 MW	50% 53,1 MW
Duna II (rkm 1422.0-1472.2) 50.2 km	50% 5.9 MW	50% 5.9 MW
Dráva III (rkm 37-0000) 37.0 km	100% 3.3 MW	
összes energiatermelés:	51.4% 62.3MW	48.6% 59.0 MW

*1. táblázat*

*A folyamszakaszok energiatermelésének elosztása*

A számításokhoz felhasznált hidrológiai és hidraulikai adatokat, mint a Duna közepes havi vízhozama, (átszámítottuk a tervezett vízerőmű keresztmetszelyére, a 1265 fkm-re), azaz a bogojevoi keresztmetszelyre:  $3021 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Az észlelt minimális vízhozam a vegetációs időszakban  $989 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , míg a vegetációs időszakon kívül csak  $680 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

Visszatérési idő(év)	10	20	50	100	1000	10000
Vízhozam Q ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ )	7350	7920	8600	9130	10750	12250

2. táblázat

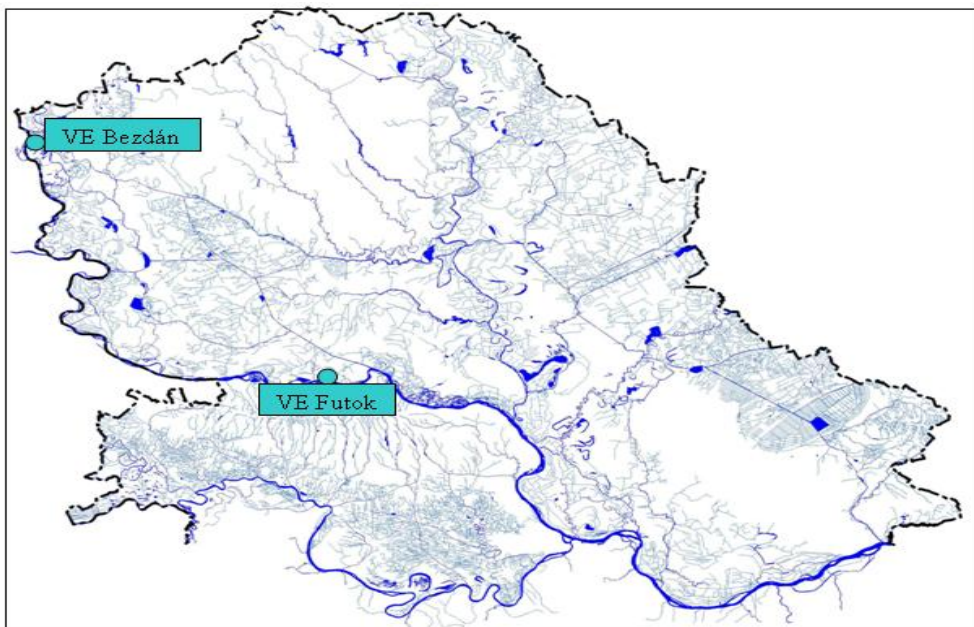
Maximális vízhozam a Dunán, a 1265 fkm-nél (Futok)

A Dráva vízhozamát, a Dunával való koincidencia esetére, az előfordulási valószínűség,  $p=50\%$ -os várható értékével számítottuk. A duzzasztott felszingörbékét, a vizsgált Duna szakasz ellenállási tényezőjével számítottuk, és megfelelő pontosságú eredményt kaptunk. Ezeket az eredményeket később modell vizsgálatok igazolták (Putarić 2001)

Az energiatermelés számításához elfogadott adatok, ha minden vízlépcső 10 darab elektromotorral rendelkezik (ez a megoldás a leg gazdaságosabb):

- a rotor átmérője 8.0 m,
- az elektromotorok (turbinák) teljesítménye 16 MW,
- vízfogyasztás elektromotoronként  $350\text{-}420 \text{ m}^3 \text{ sec}^{-1}$ ,
- veszteség a kifolyáskor (a szifonokból) 0.05-0.30 m.

A hidrológiai és hidraulikai vizsgálatok eredménye alapján, két vízlépcső (vízerőmű) építésére tettünk javaslatot. Az első (a Futok Vízerőmű), Újvidék és környéke energia igényét fedezné, a második (a Bezdán Vízerőmű) az áramtermelésen kívül, megemelné a Duna vízszintjét annyira, hogy gravitációsan biztosítaná a Duna-Tisza-Duna csatorna vízellátását.



1. ábra.  
A javasolt vízerőművek helykijelölése a Dunán

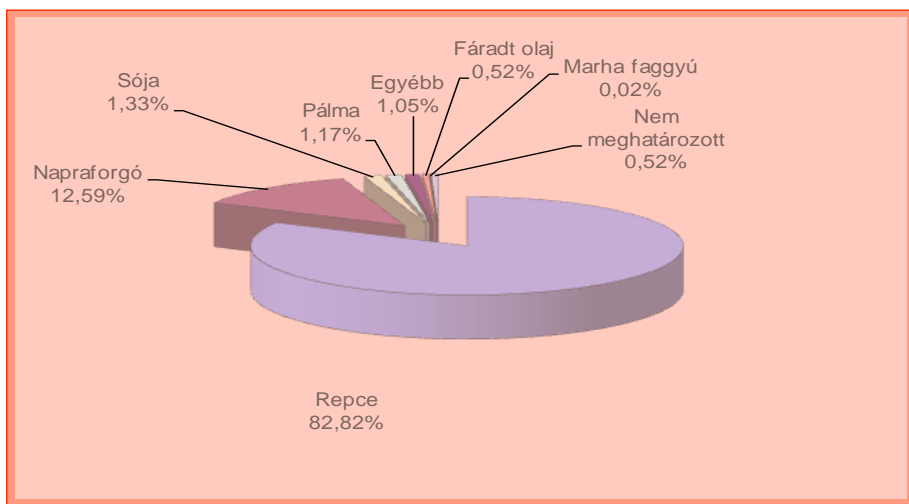
Mivel az előzőekben leírt beruházás az egész térséget érinti, ezért a nagy beruházásokra fordítandó regionális fejlesztési alapból, csak közösen lehet megoldani, több állam bevonásával. A Vajdaság a Dél-dunántúli Euró-régióba tartozik és a vízgazdálkodásban elképzelhetetlen, hogy ne regionális méretekben gondolkozzunk. A felszíni vízhálózat, valamint a talajvíz rétegek országhatárokat nem ismernek, ezt mindenkor figyelembe kell venni a fejlesztési tervek készítésekor.

#### *A bioenergia, és az előállított szerves anyag tömeg - E<sub>b</sub>*

A Vajdaság területének (21506 km<sup>2</sup>), mintegy 30%-a mezőgazdasági termelésre alkalmas. Zömében sík területen, jó minőségű talaj a jellemző. Sajnos a természetes csapadék nem kiegyenlített és ha az éghajlatváltozás előnyeit ki akarjuk használni, a három vetéshez akkor biztosítani kell az öntözés feltételeit. Azaz biztosítani kell a természetű növény vízigényének megfelelő vízellátást. Az öntözéses gazdálkodás

viszont nem csak vizet igényel, hanem sok energiát fogyaszt. A talajjavítási rendszerekben az öntözéssel, sokkal nagyobb a biomassza termelés, mint a hagyományos gazdaságokban, a takarmánytermesztés. A mezőgazdasági hulladék felhasználásakor ismét átalakult vízenergiát használunk fel, mint égéstermék és hőenergia jelentkezik.

A biodízel gyártás a Vajdaság területén korlátozott, mivel étolajtermelésünk nem csak a saját szükségleteinket kell, hogy fedezze, hanem a külföldi kiviteli kötelezettségeiket (szerződéseket) is ki kell, hogy elégítse. Ausztria, Németország és Lengyelország felé nagy az étolaj exportunk. A Síd-i biodízel gyár konkurenciát jelent az étolajgyártó üzemeknek, a napraforgó és a repce feldolgozásakor. Gyakorlatilag, napraforgóból és a repceből nem áll módunkba eleget termelni, a mezőgazdaság fenntartható fejlesztése nélkül.



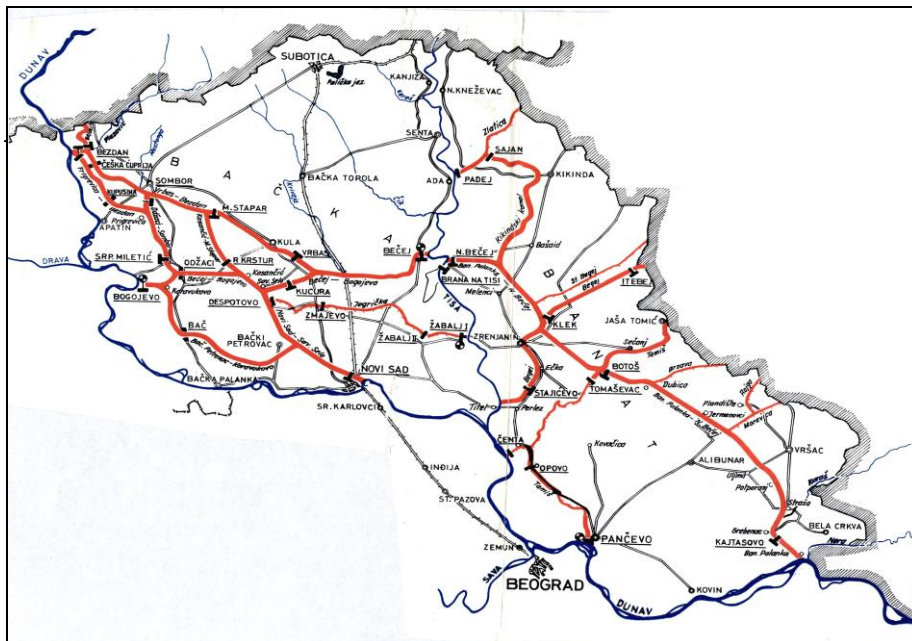
2. ábra

*A bioenergia termeléshez felhasznált mezőgazdasági termékek*

A Vajdaság területén az öntözéshez a vízellátást, a Duna-Tisza-Duna csatorna rekonstrukciója nélkül nem tudjuk biztosítani. Ez viszont csak a bezdáni vízlépcső megépítésével (vagyis gravitációs vízkivétellel) oldható meg gazdaságosan.

A DTD Európa legnagyobb több hasznosítású csatorna rendszere 20 évig épült, 1957-től 1977-ig, amerikai kölcsönből, a fölös víz elveze-

tésére és tenyészidőszakban az öntözés vízigényének kielégítésére, valamint hajóútnak. A jelenlegi vízállások mellett a DTD csatorna vízellátása nem megfelelő, csak az év 13%-ban ellátott gravitációsan vízzel, így az áramlás feltételei nincsenek biztosítva, elhanyagolt állapota tarthatatlan. A bácskai nagycsatorna felújításával (Putarić 1996), jelentős energia megtakarítást érhetnénk el, és a Dunai hajóút 100 kilométerrel meg rövidülne.



3. ábra

*A Duna-Tisza-Duna többhasznosítású csatornarendszer térképe*

A Duna-Tisza-Duna csatorna 598,3 fkm hosszban hajózható, megépült 16 hajóátemelő zsilip: Becse, Kucura, Gombos, Újvidék, Verbász, Kis Sztapár, Bezdán, Nemes Miletics, Zombor, Kajtaszovo, Botos, Újbecse (a csatornán), Sztajicsevo, Klek, Szerb Itebé, és Újbecse a Tiszán (Petrović 2000). A csatorna 1000 tonnás hajókkal (300kW motorral) hajózható volt. A csatornán jelenlegi állapota miatt most nincs hajóforgalom, ami gazdasági szempontból hátrányos, ha figyelembe vesszük a vízi úton való szállítás előnyeit.

### *Az üzemi feltételek (termelés) mellett megtakarított vízenergia - E<sub>s</sub>*

Legtöbb vízenergiát a vízminőség romlásakor, a szennyezettséggel veszítjük el. A víztisztítások energiafelhasználása nagyon nagy, tehát sok energiát takaríthatunk meg a biológiailag tiszta, környezetkímélő termelés folyamán. Leginkább szennyező a papírgyártás, a festékipar és a hadianyaggyártás. A szennyvíz és a csapadék víz szétválasztásával, energia megtakarítást érhetünk el. Németországban már alkalmazzák, a külön kiépített hálózatot, a csapadék víz elvezetésére.

### *Összefoglaló*

- Célunk növelni a mezőgazdasági termelést, a termelés fokozásához a tényész-időszakban (a három vetéshez) öntözés szükséges. Az öntözővíz ellátást gazdaságosan, csak a Duna-Tisza-Duna többhasznosítású csatornarendszer tudná biztosítani.

- Jelenleg a DTD csatorna vízellátása nem megfelelő, és az öntözés energia szükséglete sincs biztosítva, tehát új energiaforrásokat kerestünk.

- A Vajdaságban jelenleg a földgáz energia használata a domináló, környezetvédelmi szempontból, és gazdasági szempontból is ez nem megengedhető, törekednünk kell a természet adta lehetőségek, - a vízenergia - jobb kihasználására.

- A Duna Újvidék feletti szakasza a magyar határig nem vezérelt. Ezt a szakaszt vizsgáltuk energiahasznosítási szempontból, szeretnénk a vízenergia hasznosítását korszerű technikával előtérbe helyezni.

- A hidrológiai és hidraulikai vizsgálatok eredménye alapján, két vízlépcső (vízerőmű) építésére tettünk javaslatot: az első (a Futoki Vízerőmű), Újvidék és környéke energia igényét fedezné, a második (a Bezdáni Vízerőmű) az áramtermelésen kívül, megemelné a Duna vízszintjét, hogy gravitációsan biztosítaná a Duna-Tisza-Duna csatorna vízellátását.

- A Vajdaság a dél-dunántúli Euró-régióba tartozik, és mivel a tárgyalta probléma az egész térséget érinti, ezért csak a nagy beruházásokra fordítandó regionális fejlesztési alapról, közösen lehet megoldani a vajdasági vízenergia kérdést.



## **Felhasznált irodalom:**

*Maniak Ulrik 1988:* Hydrologie und Wasserwirtschaft. Springer-Verlag, Berlin

*Petrović Ilija 2000:* Mála enciklopédia plovídbě. Futura, Petrovaradin

*Putarić Veronika 1996:* The role of water dead branches in water management rationalization. Proceedings of the International Conference: Trends in Agricultural Engineering (TEA), Vol.2. pp. 617-619, Madrid

*Putarić Veronika 2001:* A Duna energiahasznosítás terve, a vas-kaputól a magyar határig terjedő szakaszon. Proceeding on International Conference on water and Nature Conservation in the Danube – Tisza River Basin, pp. 82-88, Debrecen

*Putarich Veronika 2006:* Hidrológia. Verzal, Újvidék