

ENERGIATERMELÉS KARSZTVÍZZEL JUGOSZLÁVIÁBAN

A karsztvizek energiatermelésre való felhasználásában Jugoszlávia világviszonylatban élen jár, és az ezzel kapcsolatos módszerek kidolgozásában is úttörő munkát végzett.

Kézenfekvő, hogy ott, ahol évenként olyan hatalmas mennyiségű karsztvíz folyik le, megpróbálják az abban rejlő energiát az ember szolgálatába állítani. Energiatermelési szempontból kedvező az is, hogy nagy szintkülönbségeket tudnak elérni. Prob-

lémát okoz azonban, hogy a karsztvízjárás — az éghajlati periodicitásnak megfelelően — rendkívül szélsőséges értékek között ingadozik. Ennek kiegyenlítésére hatalmas méretű völgyzárógátas tározókat kell építeni, ami karsztterületen — tudvalevőleg — különleges feladatot jelent.

Az utóbbi évtizedben három nagy vízierőmű-rendszert építettek ki, melyek főbb adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A hasznosított karsztvízfolyás neve	A nyert hasznos		A vízvezető alagutak hossza, km	Az erőművet tápláló tározó		
	esés, m	vízhozam, m ³ /s		neve	gátmagassága, m	hasznos tározótere millió m ³
Cetina	273	120 ± 80	9,8	Peruća	66	416
Trebišnjica	270	99	16,6	Prančević	34,5	4
				Grančarevo	123	1100
Lika és Gača	430	44	32,0	Gorica	33,5	9
				Sklope	81	139

A Cetina rendszere

Elsőnek Split közelében a Cetina torkolatánál épült erőmű. A vizet a mélyen bevágódott Cetina felsőbb szakaszán szerzik be, ahol 1961-ben 34,5 m magas gáttal 4 millió m³ térfogatú tározót (Prančević) építettek, amely az erőműhöz vezető alagút részére biztosítja a megfelelő vízszintet. A vízvezető alagút a folyó egyik nagy kanyarját vágja át, s ezzel 273 m-es szintkülönbséget nyertek.

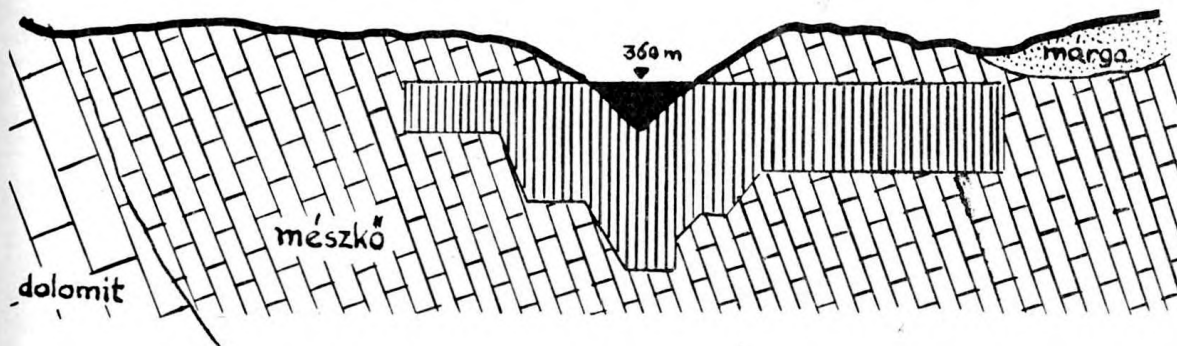
Az alagút fúrásakor kedvező közetviszonyokat találtak: csak néhány, törésvonalakkal zavart szakaszán kap csekély hozzáfolyást; a téli és tavaszi esapadékos időszakban azonban néhány szakasza — amikor a felső kréta mészkő karsztvízszintje jelentősen megemelkedik — víz alá kerül. Az alagút átlagosan 120 m³/s vizet vezet az erőműhöz, de legalább 8 m³/s-ot — egészségügyi és mederfenntartási okokból — a Cetina medrében tovább kell engedni.

A Prančević-tározó fölött, Peruća mellett épült meg 1958-ban a rendszerhez tartozó nagy tározó, mely a Cetina 5 és 850 m³/s között ingadozó vízhozamát hivatott kiegyenlíteni. A tározó helyét ott jelölték ki, ahol két alsó krétakori dolomitból felépült hegyvonulat közé egy felső kréta mészkőteknő ékelődött be, mely márgatelepekkel töltődött fel.

Ebbe az átlagosan 6 km széles, 400–450 m A.T. magasságú völgytalpba a Cetina átlagosan 80 m mélyen vágódott be. A folyó átlagosan 20 m³/s vízhozammal érkezik ide, további 40 m³/s-ot a tározótér északi oldalán egy sor nagy karsztforrás szolgáltat, melyek — a vízfestések tanúsága szerint — a 700 m magasán fekvő Livansko-polje vizeit szállítják. A tározótér nyugati oldalán is fakadnak időszakos források, így a víz megszökésétől csak a Cetina völgyében kellett tartani. Ezért a 66 m magas agyagmagos köszörős-gát alatt és mellett 2 km hosszán és 300 m mélyen szigetelő függőnyt injektáltak a kréta mészkőbe, összesen 169 590 m fúrással, a függőny 1 m²-ére számított 216 kg szárazanyagot préseltek be. Ezzel a vízvesztéséget 0,5 m³/s-ra csökkentették.

A duzzasztógátba kisebb erőművet építettek be, amely a duzzasztott víz 60 m-es magasságát hasznosítva évi 200 millió kWóra energiát termel. Ez természetesen csak kiegészíti a Cetina torkolatánál épült nagy erőmű évi 1,5 milliárd kWó termelését.

A gát mindkét oldalán sűrű karsztvízszintészlelőhálózatot építettek ki, hogy a karsztvízszint esetleges változását azonnal észlelhessék, és ennek nyomán a szükségessé váló pótlólagos szigeteléseket elvégezhessék.



A Cetina-völgy szelvénye a perućai duzzasztógátnál a mészköbe injektált szigetelő függönnyel

A Trebišnjica rendszere

A Dubrovnik mellett épült erőmű a Trebišnjica vizét hasznosítja. Itt is igen kedvező kőzettani viszonyokat találtak, amelyek a nyomóalagút építésénél rendkívül megkönnyítették a munkát. A 247 m-es szintkülönbséget hasznosító 16,5 km hosszú alagútnál kisebb tározó (Gorica) épült 1964-ben 33,5 m magas gáttal és 9,3 millió m³ térfogattal.

A nagy tározó építésének megkezdése előtt alapos karszthidrográfiai vizsgálatokat végeztek a Trebišnjica vízgyűjtőterületén. A folyó kb. 350 m A.f. magasságban, egy pados, vizet alig átteresztő mészkőben képződött barlangban ered. Ősszel száraz a barlang, a folyó mintegy 5 m-rel mélyebb szintben folyik. Vízfestéssel kimutatták, hogy a felső völgyszakaszon a Trebišnjicába a hegyoldalak felől felszín alatti hozzáfolyás van, a víznyelők viszont csak Trebinje alatt jelennek meg, amelyek aztán az egész vizet elnyelik.

A nagy Grančarevo-tározó 1967-ben készült el, s 1270 millió m³-es teljes és 1100 millió m³-es hasznos térfogatával, valamint 123 m magas íves betongáttjával az ország legnagyobb tározója. A gát alatti agyaggal kitöltött hasadékok nagy segítséget nyújtottak a szigetelésben, de így is igen nagymértékű injektálást kellett végezni, amivel nemcsak szigeteltek, hanem az állékonyságot is növelték. Meg kellett oldani néhány kisebb barlang elzárását is, melyek a tározótérbe nyílnak és onnan a mélybe vezetnek.

A gát alatt itt is kisebb erőmű működik, a tározó fő célja azonban a nagy erőmű kiszolgálása és a Trebišnjica szabályozása, amely a csapadékos időszakban a Popovo-poljét rendszeresen hosszú időre elárasztotta.

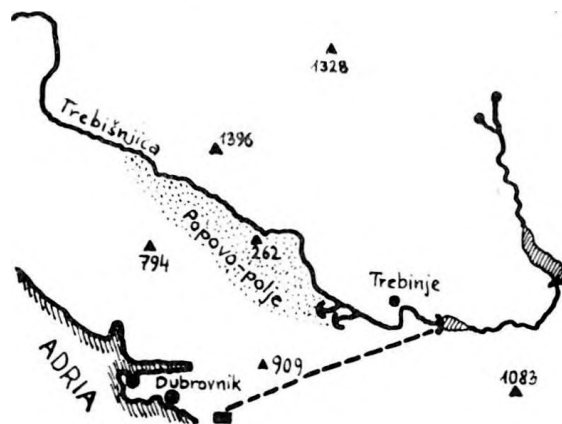
A Lika és a Gačka rendszere

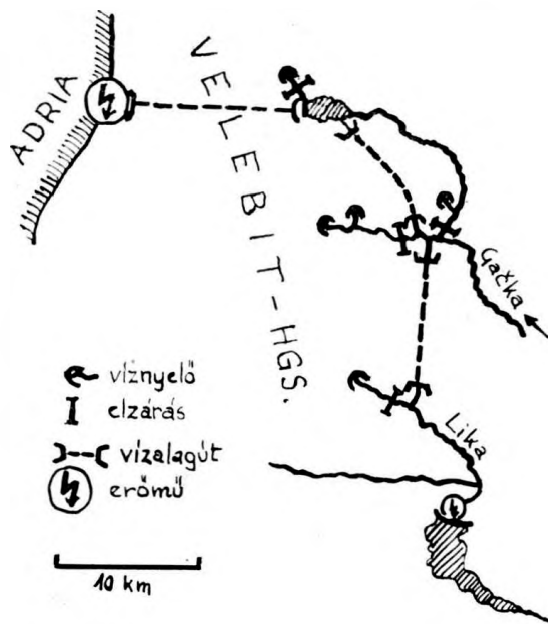
A legérdekesebb a Lika és a Gačka karsztpatakok vizének hasznosítása. Itt érték el a legnagyobb szintkülönbséget: 430 métert. A vízvezető alagutak kihajtásánál itt is igen kedvező kőzettani viszonyokat találtak, majdnem teljesen vízzáró mészkőben haladhattak.

A Lika-patakot elzáró 81 m magas betongát mögött 139 millió m³-es tározó létesült. A gát alatti kisebb erőművet elhagyva a patak mintegy 10 km hosszan eredeti medrét követi, majd útját — mielőtt egy víznyelő elnyelné — elzárják és 10 km hosszú alagúttal a Gačka medrére vezették át. A két patak egyesített vizét rövid felszíni folyás után ismét alagútba bújtatják, s 9 km-es föld alatti út végén ismét a Gačka eredeti medrét éri el. Ezzel átvágták a Gačka nagy kanyarját, ahol számos víznyelő vezetné el a vizet.

Innen indul a 14 km hosszú nyomóvezeték, ahol 5,5 m duzzasztási szintű kiegyenlítő tározó van, melyet a Guiseć-polje legvastagabb agyagkitöltésű

A Trebišnjica vízerőmű rendszere





A Lika-Gačka vízerőmű rendszere

részből gáttal választottak le. A nyomóvezeték a 400 m-rel lejjebb fekvő tengerparti erőműbe juttatja le a vizet.

A nagy tározó gátjánál itt is szükséges volt erőteljes injektálással szigetelni. A tározótérben található barlang bejáratát úgy zárták el, hogy az járható maradjon, mert ennek járataiban végzik a szivárgás- és karsztvízszintészleléseket.

Az ismertetett vízerőművek és tározók úttörő kezdeményezések. Valamennyi karsztosodott mészkőben, ill. mészkövön létesült, ellentétben az északra levő Karszt-hegységben épült víztározókkal, ahol a vizet vízzáró, márgás rétegek fölött duzzasztják, s csak a duzzasztási szint fölött bukkannak felszínre a karsztosodó kőzetek.

Karsztos kőzeteken az eredményes víztározás feltétele az, hogy a tározásra kiszemelt völgyszakasz viszonylag sok üledéssel legyen feltöltve, ami a vízvesztéseket csökkenti. A tározókat határoló hegyvonulatokban levő magas karsztvízszint a legjobb biztosíték a víz megszökése ellen. A gát vonalában azonban mind oldalirányban, mind a mélység felé nagy szigetelő függönyöket kell injektálással előállítani. Ezt a legkedvezőbb geológiai viszonyok mellett sem lehet elkerülni.

Az a kérdés, hogy mennyi ideig fognak a fenti, vagy az ezekhez hasonló létesítmények rendeltetészerűen, különösebb védelmi beavatkozás szükségessége nélkül üzemelni, még nyitott kérdés. Becslések alapján azonban arra számítanak, hogy több évtized is eltelhet, amíg egyes hasadékok annyira kitérülnek, hogy az előálló vízvesztések miatt újabb szigetelési munkák válnak szükségessé.

Hazslinszky Tamás

I R O D A L O M

- SOBOTHÁ, E. (1964): Nutz- und Karstwassergewinnung im jugoslawischen Karst. — Die Wasserwirtschaft Jg. 54. H. 8.
 KUJUNDŽIĆ, B.; VERČON, M.: Possibilities and Needs for the Construction of Large Dams and Storage Basins in Yugoslavia. — Transaction Vol. XIV. No. 44. Institute for Development of Water Resources. 1968.