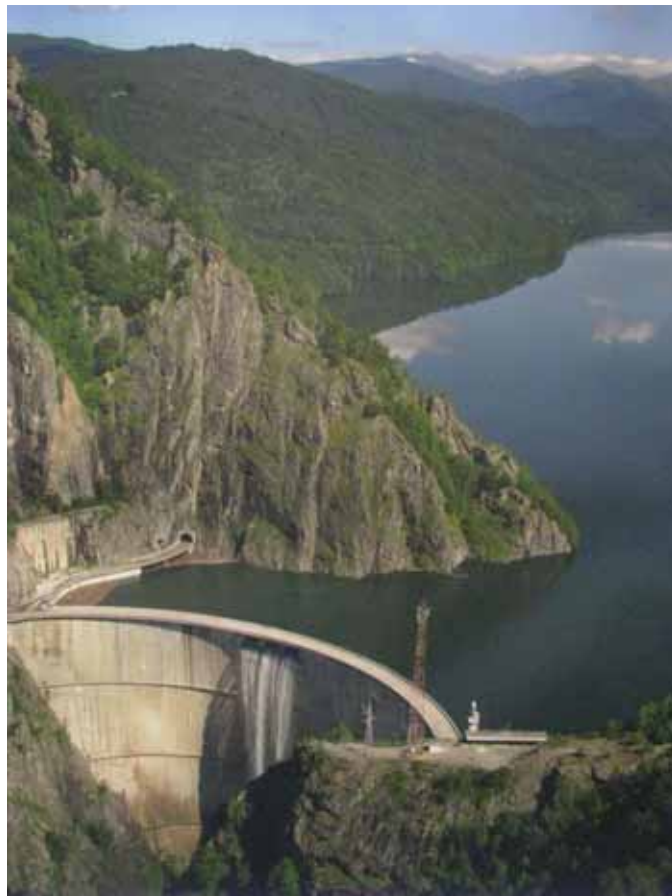


Rumuńskie obiekty hydrotechniczne – relacja z wyprawy naukowej

# Energia z Karpat

Małgorzata Zawilska<sup>1</sup>



Zapora Vidraru



Rumunia jest pięknym krajem o wyżynnym i górskim ukształtowaniu terenu. Górskie rzeki, zasilane obfitymi na tym obszarze opadami, stanowią duży potencjał dla hydroenergetyki. Zostało to wykorzystane i obecnie na większości dużych rzek znajdują się kaskady zapór wraz z elektrowniami.

Koło Naukowe Inżynierii Wodnej, działające przy Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, zorganizowało na przełomie maja i kwietnia 2008 r. wyprawę w te rejony. Wzięli w niej udział nie tylko studenci tego wydziału, ale również przedstawiciele sponsorujących wyprawę firm (Hydroprojekt – Warszawa Sp. z o.o., Energoprojekt – Warszawa SA, ZEW Niedzica SA) oraz studenci Inżynierii Łądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

## Energia z gór

W ciągu pięciu dni spędzonych w Rumunii zwiedziliśmy reprezentatywne obiekty należące do kaskad rzek: SOMEȘ (zapory FANTANELE, TARNIȚA, GILĂU oraz elektrownia MĂRIȘELU), OLT (zapora GURA LOTRULUI, elektrownie CAINENI i GURA LOTRULUI), LOTRU (zapory BRADISOR, MALAIA, elektrownia CIUNGETU) i ARGES (zapora i elektrownia VIDRARU).

Godny podziwu jest stopień wykorzystania potencjału energetycznego, tkwiącego w tych górskich rzekach. Są one całkowicie

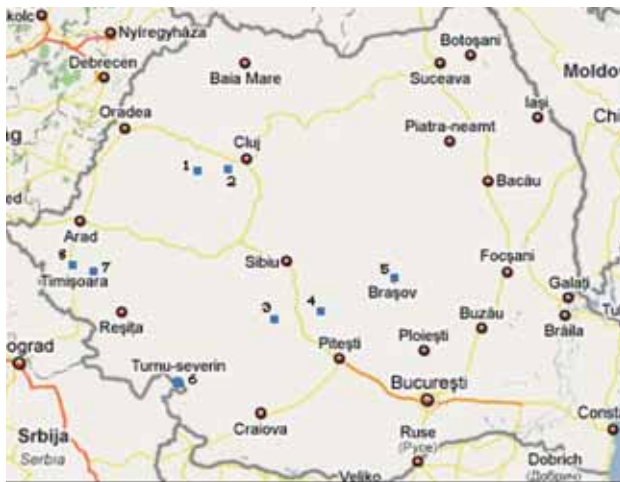
zestopniowane i wyposażone w elektrownie, od niewielkich (np. CLUJ I – 0,94 MW) do bardzo dużych (np. MĂRIȘELU 220,5 MW). Niektóre z nich wymagały trudnych robót, np. w zakresie drażenia w skale sztolni o średnicy do 5 m i długości kilku kilometrów. Zwiedzane zapory to konstrukcje betonowe, łukowe, ziemne i narzutowe, a większość elektrowni znajduje się pod ziemią i jest wyposażona w turbiny Kaplana, Francisa, Peltona.

Najbardziej imponująca jest znajdująca się na rzece ARGES zapora VIDRARU. Wysokość zapory sięga 166 m; w korpusie zapory wykonano osiem galerii kontrolno-pomiarowych. Woda jest doprowadzana do podziemnej elektrowni sztolnią o średnicy 5 m i długości 2,5 km. Moc zainstalowana elektrowni wynosi 220 MW.

Szczególnie zainteresowała nas elektrownia CAINENI. Jest to obiekt, którego budowa została przerwana i obecnie stoi niezagospodarowany i niezabezpieczony, między szosą a rzeką OLT, daleko od najbliższych osiedli. Po rozmiarze drzewek rosnących tam, gdzie nie powinny, wnioskujemy, że roboty nie są prowadzone już od kilku lat. Mieliśmy dzięki temu niepowtarzalną okazję obejrzenia tego, co na co dzień jest niedostępne. Widzieliśmy więc szykany w niecce wypadowej, taśmy uszczelniające między sekcjami roboczymi, filary i przelewy w różnych fazach budowy. Co energiczniejsi mieli możliwość sprawdzenia swojej kondycji przy wbieganiu na szczyt przelewu.

Podstawowym zastosowaniem obiektów piętrzących w rumuńskich górach jest energetyka. W niektórych zbiornikach

<sup>1</sup> Współpraca: dr inż. Paweł Popielski, Katarzyna Budzianowska, Iwona Książek; Politechnika Warszawska, Koło Naukowe Inżynierii Wodnej.



#### Legenda:

- 1 - Zapora Fantanele, Mariselu HPP
- 2 - Tamia (zapora + HPP), zapora Gilau
- 3 - Gura Lotruului HPP, Lotru Ciungnet HPP (zapora Vidra), zapora Malsia, zapora Bradisor
- 4 - Zapora Vidraru
- 5 - Zamek Wlada Palownika w Bran
- 6 - Żelazne Wrota I
- 7 - Kanał łączący rzeki Timis i Bega
- 8 - Wydział Hydrotechniczny na Politechnice w Timisoara

HPP - Hydroelectric Power Plant - elektrownia wodna

Obiekty zwiedzane w Rumunii

zaporowych prowadzi się hodowlę ryb, np. BRADISOR i GILAU. Dodatkowo zbiorniki mogą być wykorzystywane do celów rekreacyjnych i sportowych, jednak infrastruktura jest jeszcze bardzo uboga, a problemem jest usuwanie śmieci gromadzących się przy zaporach. Rumuńskie rzeki, poza pewnym odcinkiem Dunaju, nie są przystosowane do żeglugi.

#### Blaski i cienie

Nie da się zapomnieć, że wszystkie oglądane przez nas obiekty były zaprojektowane i wykonane w ponurych latach dyktatury Nicolae Ceausescu. Dążono wówczas do uzyskania w nich jak największej mocy zainstalowanej, a koszty środowiskowe w ogóle nie były brane pod uwagę. Całkowity przepływ ze stanowisk górnych zapor jest kierowany sztolniami do współpracujących z nimi podziemnych elektrowni, znajdujących się nierzadko wiele kilometrów dalej. Przykładem tego jest zapora FĂNTĂNELE i oddalona od niej o 8,7 km elektrownia MĂRIŞELU: dla wytworzenia większej mocy (jest ona wprost proporcjonalna do iloczynu przepływu i spadku) doprowadzono do sytuacji, w której stanowisko dolne zapory jest praktycznie suche, a przepływ w korycie rzeki na odcinku między zaporą a zrzutem wody z elektrowni występuje raz na kilka lat, gdy pracują przelewy powodziowe. W takich warunkach niemożliwa jest nie tylko wędrówka ryb, ale i utrzymanie się rzeczno-ekosystemu na wyłączonym z przepływu odcinku rzeki.

#### Zapory na granicy

Ciekawym obiektem jest zapora i elektrownia Żelazne Wrota I (PORTILE DE FIER I). Znajduje się on na Dunaju, granicznej rzeki między Rumunią a Serbią. Powstał w latach 1964–1972 jako wspólna inwestycja Rumunii i byłej Jugosławii, przy czym każdy z krajów prowadził roboty na swoim terenie. Konstrukcja jest symetryczna względem granicy przebiegającej pośrodku rzeki. Po każdej stronie znajduje się elektrownia wyposażona w sześć turbin Kaplana i całkowitej mocy zainstalowanej 1050 MW, dwustopniowa śluza oraz część przelewową. Ze względu na trudną sytuację polityczną w Serbii, będąc na koronie zapory dostaliśmy surowy zakaz fotografowania. Udało się go ominąć tylko częściowo, zatrzymując się na pobliskiej stacji benzynowej. Przy zaporze, po stronie rumuńskiej, znajduje się muzeum,



Zapora w budowie na rzece Olt

w którym prezentowane są informacje o przyrodzie, historii i kulturze regionu.

Kolejnym etapem rozwoju rumuńskiej energetyki na Dunaju są Żelazne Wrota II, znajdujące się ok. 100 km poniżej Żelaznych Wrot I. Ta inwestycja również powstała w ścisłej współpracy Rumunii z byłą Jugosławią. Każde państwo dysponuje elektrownią o mocy 270 MW i jednostopniową śluzą.

#### Powiew historii

Zupełnie inny od dotąd wymienionych obiektów obejrzeć niedaleko miejscowości LUGOJ. Znajdują się tam: jaz stały, stacja wodomiarowa i pluwiometryczna, będące częścią systemu przeciwpowodziowego rzek TIMIŞ i BEGA. Na pewnym odcinku koryta tych rzek biegną równolegle. Połączono je dwoma kanałami, z których jeden zasila BEGĘ w czasie niżówki wodą z TIMIŞ (właśnie na wlocie do tego kanału znajduje się jaz, który widzieliśmy), a drugi pozwala na odprowadzenie nadmiaru wody z BEGI do TIMIŞ i na okoliczne poldery. Inwestycja była wykonana w 1758 r. przez specjalistów austriackich i holenderskich w celu ochrony pięknego, starego miasta TIMIŞOARY leżącego nad BEGĄ, zarówno przed niedoborami wody w czasie niżówek, jak i przed powodzią. Ponadto w systemie znajduje się pięć minielektroni wodnych.

#### Nie tylko woda nas interesuje

Poza obiektami hydrotechnicznymi mogliśmy obejrzeć wiele ciekawych miejsc w Rumunii. Należały do nich urokliwe miasta: ORADEA, CLUJ – NAPOCA, TURNU SEVERIN. W TIMIŞOARZE odwiedziliśmy Wydział Hydrotechniczny tamtejszej politechniki. Mieliśmy też czas na spacer uliczkami tego malowniczego miasta, którego korzenie sięgają VII w.

Będąc w sercu Transylwanii nie mogliśmy ominąć BRAN, gdzie znajduje się zamek Draculi. Niestety, jest to „podróbka” – został wybudowany w XIX w. wyłącznie dla przyciągnięcia turystów.



Zapora w budowie na rzece Olt



Elektrownia podziemna Lotru-Ciunget

Warto było tam jechać głównie ze względu na zapierającą dech w piersi drogę. Te 120 km zapewniło nam prawie cztery godziny niezapomnianych wrażeń w postaci przepięknych widoków karpackiej wiosny, „zakrętów śmierci”, przewróconej ciężarówki... Prawdziwą siedzibę Włada Palownika, znajdującą się wysoko w górach, mieliśmy okazję podziwiać sprzed wejścia do elektrowni Vidraru. Zamek jest w ruinie, ale można go zwiedzać, wystarczy tylko pokonać 1400 schodów dzielących go od podnóża góry, na której stoi. Mimo wszystko odmówiliśmy sobie tej przyjemności.

Wszędzie spotykaliśmy się z życzliwością rumuńskich gospodarzy. O ile uśmiechy sprzedawców zwykle miały na celu odwrócenie uwagi od faktu, że przy zakupach płacimy „podatek turystyczny”, to uprzejmość oprowadzających nas po obiektach pracowników i naukowców była szczerą. Doceniliśmy ją tym bardziej, że nasz przyjazd zbiegł się nie tylko ze Świętem Pracy, ale również z prawosławną Wielkanocą.

#### A po drodze – Słowacja

Chociaż zasadniczym celem wyprawy było poznanie rumuńskiej hydrotechniki, nie mogliśmy ominąć kilku stopni wodnych na Słowacji. W przeciwieństwie do zorientowanych na energetykę obiektów rumuńskich, inwestycje słowackie charakteryzują się wielofunkcyjnością i szerszym wykorzystaniem możliwości wynikających z budowy zapór oraz poszanowaniem przyrody. Przykładem wszechstronnego wykorzystania stopnia wodnego jest zespół GABCIKOVO – CUNOVO na Dunaju, który zapewnia ochronę przeciwpowodziową, energię elektryczną (elektrownie w GABCIKOWIE i CUNOWIE), poprawę warunków żeglugi, rekreację (olimpijski tor kajakarstwa górskiego, zaliczany do najlepszych na świecie i jednocześnie pełniący rolę przepławki dla ryb). Ponadto odwiedziliśmy elektrownie przepływowe na WAGU: LIPTOVSKÁ MARA, MADUNICE, KRÁĽOVÁ, KRPEĽANY i elektrownię szczytowo-pompową ČIERNY VÁH.

Powstał już plan kolejnej wyprawy, tym razem na Ukrainę.

Dane techniczne dotyczące obiektów zwiedzanych w Rumunii

nr	Rzeka	Obiekt	Rok uruchomienia	Zapora			Zbiornik			Elektrownie współpracujące		
				Konstrukcja	Długość korony [m]	Wysokość [m]	NPP [m n.p.m.]	Powierzchnia przy NPP [ha]	Objętość zbiornika [tys. m <sup>3</sup> ]	Moc zainstalowana [MW]	Produkcja energii [GWh/rok]	Rodzaj i liczba turbin
1	Olt	Gura Lotrului	1986	Ziemna	140	26	310	130	5400	29,4	58	Kaplan - 2
2	Lotru	Vidra	1973	Narzutowa	350	121	1289	1240	340000	510	1100	Pelton - 3
3		Malaia	1977	Ziemna	384	31	480	47	3440	18	34	Kaplan - 2
4		Bradisor	1981	Łukowa	225	62	452	229	39000	115	228	Francis - 2
5		Fantanele	1978	Narzutowa	400	92	991	824	225000	220,5	390	brak danych
6	Someș	Tarnita	1974	Łukowa	237	97	521,5	220	74000	45	80	brak danych
7		Gilau II	1971	Ziemna	285	23	405	68	4200	6,9	12,2	Kaplan - 1 EOS* - 2
8	Arges	Vidraru	1965	Łukowa	305	166	830	1000	465000	220	400	Francis - 4
9	Dunaj	Żelazne Wrota I	1971	Ziemna	1278	60	69,5	10441	2100000	2 x 1050	2 x 5250	Kaplan - 2 x 6

\*Turbin EOS (prod. szwajcarskiej) – stosowane w zakresie spadu 2,5÷20 m oraz przy przepływach 0,2÷9,0 m<sup>3</sup>/s. Turbina o osi poziomej, w pełni zautomatyzowana, bezobsługowa