

# KAMO JE NESTAO NAGYMAROŠ?

prof. emerita Tanja Roje-Bonacci, dipl. ing. građ.

## O SUSTAVU GAPČIKOVO-NAGYMAROŠ

Rijeka Dunav je stoljećima bila prometno srce srednje i jugoistočne Europe. Uza svu izgradnju željezničke mreže krajem 19. i u 20. stoljeću, plovni je put Dunavom, povezan sa sustavom Majna-Rajna, i danas vrlo bitan (slika 1). Ideja ovog spajanja datira još iz doba Karla velikog.



Slika 1. Plovni put Rajna-Majna-Dunav

Plovni put Rajna-Majna-Dunav značajan je i danas, ali je razvojem riječnih plovila i on postao sve zahtjevniji u tehničkom smislu. Pojedini su dijelovi zahtijevali obnovu i rekonstrukciju da bi mogli zadovoljiti modernim plovilima. Jedan takav dio je dionica Dunava između Bratislave i Budimpešte, na kojoj plovni put nije zadovoljavao plovnost na svakome dijelu.

Sredina 20. stoljeća je razdoblje intenzivne izgradnje hidroenergetskih građevina, a iskorištenje vodnih snaga smatra se čistom energijom. Hidrotehnički se zahvati velikih razmjera izvode diljem Europe. U tu je izgradnju uključen i Dunav iako ostaje i dalje važan vodeni put u sustavu Rajna-Majna-Dunav, kao vrlo značajan za promet roba između Atlantika i Crnog mora. Na Dunavu je izgrađen niz hidroelektrana, naročito u gornjem dijelu toka gdje su padovi veći. Niz završava sustavom Gapčikovo-Nagyvaroš, neposredno prije Budimpešte. U donjem, nizinskom dijelu toka Dunava iskorištena je još Đerdapska klisura kao pogodan profil za pregrađivanje te su tu izgrađene još dvije elektrane.

U tablici 1 prikazane su hidroelektrane na Dunavu od ušća prema izvoru s godinom gradnje prema dostupnim podacima iz literature. Na žalost, podaci o godini gradnje u Njemačkoj nisu dostupni, ali je vjerojatno da su građene u samim počecima elektrifikacije, npr. HE Kachlet.

Tablica 1: Elektrane na Dunavu od ušća prema izvoru s dostupnim podacima o godini gradnje (izvor: <http://www.doris.bmvit.gv.at/en/services/locks-along-the-danube/>)

Elektrana	km. od ušća	Godine gradnje
1 Đerdap/Željezna vrata II	863,70	1977.-2000.
2 Đerdap/Željezna vrata I	942,95	1964.-1970.
Nagyvaroš	1696,25	1989.-
3 Gabčíkovo	1819,15	1978.-1992.
4 Freudenu	1921,05	1992.-1998.
5 Greifenstein	1949,20	1981.-1985.
6 Altenwörth	1980,11	-1976.
7 Melk	2038,06	1979.-1982.
8 Ybbs-Persenbeug	2060,42	-1957.
9 Wallsee-Mitterkirchen	2095,06	-1968.
10 Abwinden-Asten	2119,54	-1979.
11 Ottensheim-Wilhering	2146,82	-1974.
12 Aschach	2162,67	-1964.
13 Jochenstein	2203,33	1952.-1956.
14 Kachlet	2230,60	prije 1931.
15 Straubing	2324,13	-
16 Geisling	2354,29	-
17 Regensburg	2379,68	-
18 Bad Abbach	2397,17	-

Izdvojava se sustav Gabčíkovo-Nagyvaroš: sustav idejno začet još 1952. godine, a ozbiljne su studije započele 1964. godine. Ideja sustava je bila dobivanje čiste energije (u to su doba u razvijenim zemljama Europe industrijska zagađenja doživljavala kulminaciju) te poboljšanje plovnog puta koji je na spomenutoj dionici bio diskutabilan pri malim vodama i obrana Budimpešte od poplave. Ovo posljednje se i nakon izgradnje sustava u velikoj mjeri pokazalo neuspješnim (slika 2).



Slika 2. Poplava u Budimpešti 2014. godine

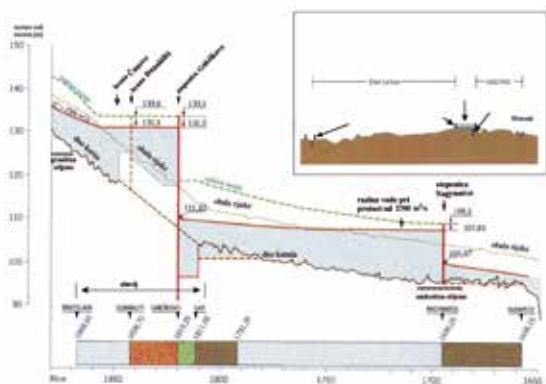
Sustav je zamišljen tako da se korito Dunava pregradi na mjestu Dunaikiliti u Mađarskoj te bi se na taj način nizvodno od Bratislave formirala akumulacija iz koje bi voda opskrbljivala derivacijski kanal za HE Gapčikovo, a ujedno bi se stvorio siguran plovni put na ovoj problematičnoj dionici. Područje uz prirodno korito Dunava na ovom je potezu dosta močvarno s razgranatom mrežom rukavaca (slika 3).



Slika 3. Kako je zamišljen sustav Gapčikovo –Nagyamaroš (izvor: <http://www.ibtimes.co.uk/europe-floods-budapest-surge-vienna-danube-cruise-476021>)

Projekt je tijekom vremena doživio brojne izmjene: prirodno je korito pregrađeno uzvodno od Dunaikilitija još jednom pregradom koja tvori primarnu akumulaciju za opskrbu dovodnog kanala prema Gapčikovu, dok je pregrada Dunaikiliti dobila sekundarnu ulogu u sustavu. Na pregradnim mjestima izgrađene su protočne elektrane kako bi se što bolje iskoristio vodni potencijal, ali i propuštala dovoljna količina vode u prirodno korito koje je zadržalo plovnost. Svi dijelovi sustava tj. akumulacija, pregrada Čunkovo, kanal i pregrade Gapčikovo izgrađeni su na teritoriju Slovačke, dok je u Mađarskoj izgrađena samo pregrada Dunaikiliti.

Pregrada Nagymarš kod Višegrada u Mađarskoj (slika 4) trebala je služiti za izravnjanje donje vode HE Gapčikovo i ujedno obavljati funkciju manje protočne elektrane.



Slika 4. Projektirani uzdužni profil sustava Gapčikovo –Nagyamaroš i poprečni profil nizvodno od Bratislave (izvor: <http://www.vvb.sk/old.gabcikovo.gov.sk/doc/yellow/chapters/preklad.htm>)

Dana 16. rujna 1977. potpisan je međunarodni ugovor između Čehoslovačke i Mađarske o izgradnji sustava da bi pripremni radovi započeli u ožujku 1978. Tri godine kasnije (1981.) u Mađarskoj započinje ekonomska kriza i vlada je zbog financijskih poteškoća prisiljena usporiti radove na gradilištu Nagymaroš iako je veliki dio radova

započeo već započeo. Nastavak radova slijedi tek 1983. godine. Na slici 5 može se uočiti gradilište s izmještenim plovnim putem na lijevoj obali i zagatom na desnoj obali. Pregrađeno je više od pola korita.



Slika 5. Pogled na Dunav i gradilište Nagymaroš (izvor: <http://slideplayer.com/slide/6670042/>)

No radovi ne protječu bez poteškoća: godine 1984. osnovan je tzv. Dunavski krug (mađ. Duna Kör), ekološka organizacija koja se protivila izgradnji sustava te organizirala brojne prosvjede u nastojanju da se zaustavi izgradnja (slika 6). Shodno tome, u svibnju 1989. Mađari zaustavljaju radove na gradilištu Nagymaroš. U rujnu i listopadu iste godine ponovo su organizirane ozbiljne demonstracije protiv nastavka gradnje sustava Nagymaroš pa mađarski Parlament u listopadu 1989. godine donosi odluku o obustavi radova, a to zahtijeva ozbiljne pripreme kako tehničke teko i financijske, za vraćanje Dunava u prvobitno stanje.



Slika 6. Protest u Budimpešti (1983.-84.)

Do tada su na profilu Nagymaroš izvedeni značajni radovi koji obuhvaćaju osiguranje plovnog puta Dunavom i građevnu jamu za potrebe temeljenja dijelova građevina, u širini polovice korita Dunava. Započinje međudržavni sukob oko izgradnje sustava koji traje do danas.

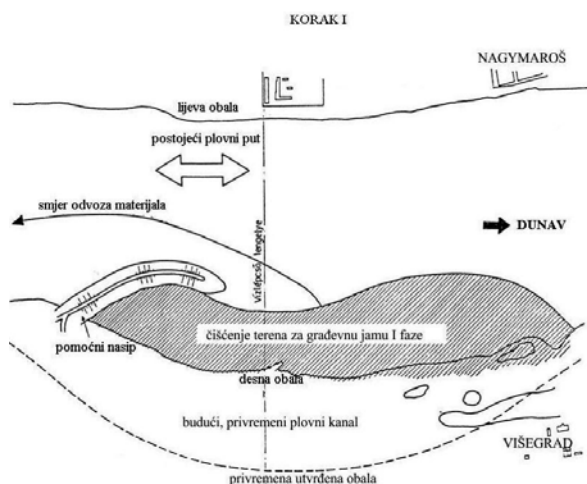


Slika 7. Kako je trebao izgledati Nagymaroš (maketa) (izvor: <http://www.vvb.sk/old.gabcikovo.gov.sk/doc/Env&riv/text.htm>)

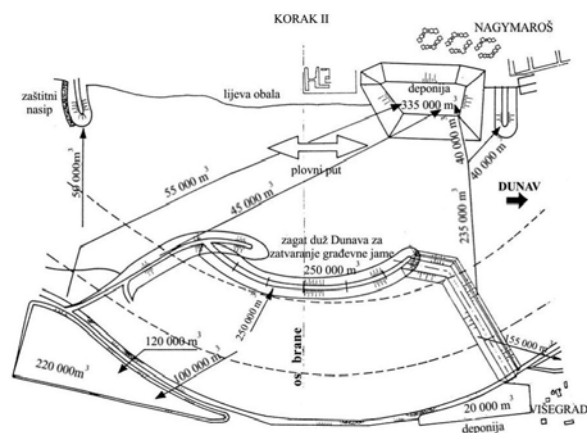
## O STEPENICI NAGYMAROŠ

Do trenutka odustajanja od projekta, na gradilištu Nagymaroš su izvedeni brojni radovi, navedeni u nastavku prikaza.

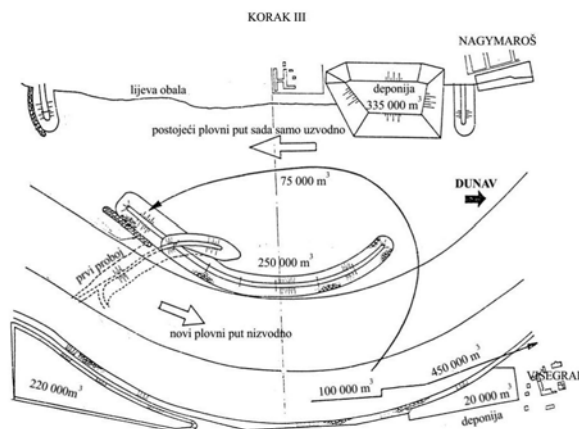
Građevna jama ostvarena je izvedbom zagata unutar kojeg je do trenutka obustave radova, izveden iskop i uređena podloga za temeljenje dijela brodske prevodnice i brane. Zagati brane gradilište na razini 1 % vjerojatnosti pojave velike vode tj. kote 106,3 m n.m., dok je kota krune 107,80 m n.m. Ukupna visina nasipa od kote dna Dunava je cca 13 metara. Cijelo vrijeme trajanja radova bilo je nužno osigurati plovnost Dunava te je u prvoj fazi bilo potrebno urediti korito za plovidbu pored izvedenog zagata. Na izvornim crtežima (slike 8 do 13) u nastavku prikazani su koraci izvedbe privremenog plovnoh puta i građevne jame, uz naznačene količine iskopanog, deponiranog i ponovno ugrađenog tla u nasipe. Tek po otvaranju privremenog plovnoh puta moglo se pristupiti pregrađivanju korita i osiguranju građevne jame za izvedbu brodske prevodnice i nekoliko polja za protok Dunava. Time bi I faza radova bila završena. Bilo bi moguće premještanje plovnoh puta kroz prevodnicu i dovršetak stepenice Nagymaroš u punoj širini.



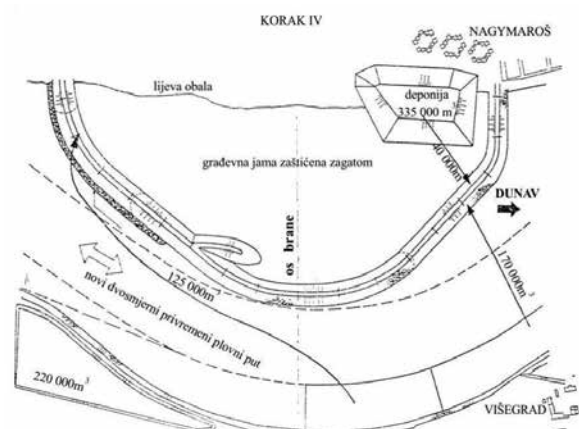
Slika 8. Korak I, pripremni radovi na premještanju Dunava (iz arhive autora)



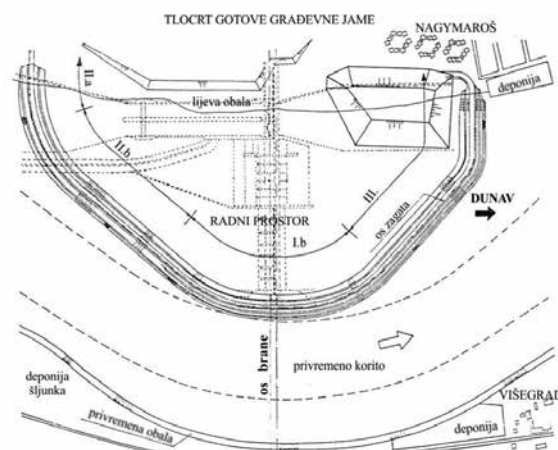
Slika 9. Korak II, zatvaranje prostora za iskop privremenog plovnoh puta (iz arhive autora)



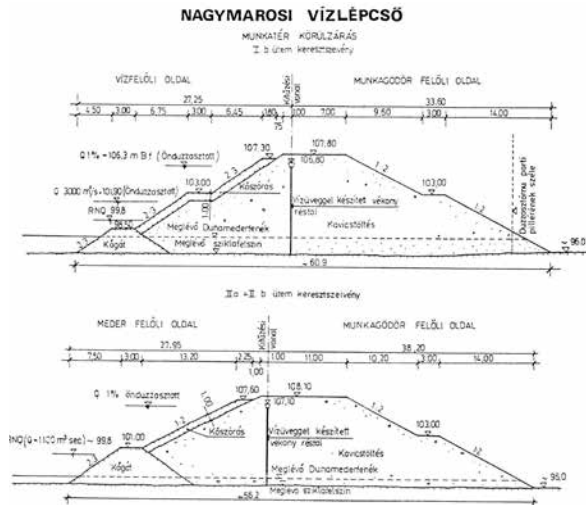
Slika 10. Korak III, otvaranje privremenog plovnoh puta novim, prokopanim koritom (iz arhive autora)



Slika 11. Korak IV, potpuno zatvaranje građevne jame; u gornjem desnom kutu mogu se uočiti stambene zgrade u Nagymaroš naselju namijenjene posadi buduće elektrane (iz arhive autora)



Slika 12. Tlocrt građevne jame s shematskim prikazom brodske prevodnice i brane; u gornjem desnom kutu mogu se uočiti stambene zgrade u Nagymaroš naselju namijenjene posadi buduće elektrane (iz arhive autora)



Slika 13. Poprečni presjek zagata građevne jame Nagymaros

Izgled lokacije prije donošenja odluke o obustavi radova i zatvaranju gradilišta prikazan je na slici 14. Po odluci bilo je potrebno „vratiti Dunav u prvobitno stanje“, sukladno dostupnim povijesnim izvorima. Na temelju dostupnih informacija je utvrđeno da je na tom mjestu u Dunavu postojao otok te se za rekonstrukciju zadržao dio uzdužnog nasipa, kao dio budućeg otoka (slika 15).

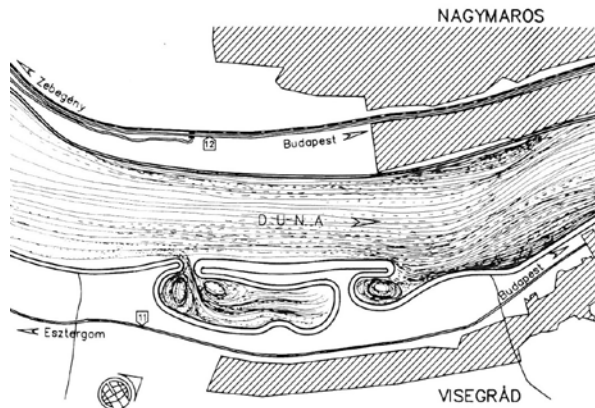


Slika 14. Pogled na građevnu jamu u Dunavu prije restauracije (izvor: File:Épül a nagymarosi vízlépcső. Fortepan. 19373.jpg - Wikimedia)



Slika 15. Crtež Dunava kod Višegrada iz 1796. godine

Za potrebe detaljnih projektnih rješenja izrađen je matematički model prikazan na slici 16.



Slika 16. Matematički model oblikovanja odsječka Dunava na lokaciji gradilišta Nagymaros nakon uklanjanja zagata (grafički prikaz rješenja) (iz arhive autora)

Izgled današnjeg korita Dunava prikazan je na slici 17, s jasno uočljivim ostatkom zagata i prostorom namijenjenom rekreaciji.



Slika 17. Pogled na pregradni profil Nagymaros danas

### ZAKLJUČAK

Konačno rješenje slučaja Nagymaros vrlo je upitno. Rijeka Dunav je odavno pretvorena u neprirodnu tvorevinu – plovni kanal s nizom stepenica. To je prometna žila kucavica unutrašnjosti Europe. Mađarska se za izgradnju zadužila u Austriji s nakanom da kredit vrati u struji. Da li je spašen Dunav? Mađarska će u svakom slučaju morati vratiti dug, a trošak vraćanja u prvobitno stanje snosi sama. Koliko je stvarno prvobitno stanje postignuto? Svakako je za razmisliti je li ovdje odabrano najbolje rješenje. ■