

CĂDERILE DE APĂ ALE DUNĂRII ȘI POSIBILITĂȚILE DE FOLOSIRE A ENERGIEI LOR

de Ing. BUCUR N. ION

CONSIDERAȚIUNI GEOGRAFICE ȘI ECONOMICE ASUPRA SECTORULUI CATARACTELOR DUNĂRII

a) *Generalități.* În traversarea regiunii muntoase făcând parte pe malul stâng din masivul carpatic, iar pe cel drept din masivul balcanic, Dunărea formează o serie de cataracte și de defileuri cu un peisaj minunat și cunoscut, în general, sub numele de «Cazanele și Porțile de Fier».

Sectorul Cataractelor se întinde dela Moldova Veche, 25 km aval de Baziaș și până la Porțile de Fier, 130 km aval de Baziaș, adică pe o lungime de 106 km.

În cele ce urmează sub numele generic de «Cataracte» vom înțelege întotdeauna sectorul dintre Moldova Veche și Porțile de Fier.

Dunărea traversând Europa Centrală dela Vest spre Est și legând-o de Marea Neagră, a fost, încă din cele mai vechi timpuri în atenția popoarelor, întrucât ea prezenta calea de comunicație cea mai ieftină și cu un debit de transport extrem de mare.

Românii ca popor cu largi vederi civilizatoare și comerciale au fost primii care au făcut lucrări în această regiune pentru a asigura comunicația atât între Sudul și Nordul Dunării, cât și între Nord-Westul și Sud-Estul Europei. Transporturile erau însă limitate din cauza dificultăților întâlnite de către navigație în Cataracte, atât din cauza curenților de apă puternici cât și din cauza pericolului ce-l prezentau stâncile de sub apă.

Deși în urma deciziunilor Congresului dela Berlin din anul 1878 Austro-Ungaria a primit mandatul de a executa lucrările de ameliorare a navigației, în sectorul Cataractelor, lucrări care au fost executate efectiv de Ungaria, navigația nu a fost asigurată integral și condițiunile în care se face prezintă o întreagă serie de dificultăți. Din această cauză bogățiile Europei Centrale neputând fi dirijate pe Dunăre, transportul lor se face cu trenul, pe rută directă, sau cu vaporul, pe ruta ocolită a Mării Nordului-Atlantic-Mediterană, scumpindu-l în ambele cazuri.

Chestiunea aceasta interesează în cel mai mare grad țara noastră, întrucât schimburile masive ce se fac între noi și țările din Europa Centrală, în special cu Germania, trebuie să găsească o cale directă,

ieftină și cu un mare debit de transport. La aceasta se adaugă faptul că prin tranzitarea produselor țărilor din bazinul dunărean, porturile noastre de pe Dunăre, în special Brăila și Galații, vor lua o mare dezvoltare, iar marina noastră comercială va prospera asigurând legătura dintre aceste porturi și Orientul Apropiat. În ritmul de astăzi al activității și în stadiul de astăzi al civilizației, porturile dunărene nu pot să mai rămână niște paragini; navigația noastră fluvială și maritimă va trebui să ocupe locul de frunte, în efectuarea transporturilor, în această parte a Europei.

Adăogăm marea importanță ce o va căpăta Dunărea în ipoteza realizării canalului care să o lege cu Adriatica prin râul Sava și cu Marea Nordului prin canalul Rin-Dunăre. În această ipoteză debitul de mărfuri ce va trebui să se scurgă prin Cataracte va fi extrem de mare, debit care în situația actuală nu ar putea fi satisfăcut.

Căderea pe care o suferă cursul Dunării între Moldova Veche și Porțile de Fier, reprezentând o energie de miliarde de kW, energie care se pierde și care ar putea contribui, decisiv, la îmbunătățirea condițiilor de viață în întregul Sud-West al României. Această energie poate da posibilitatea dezvoltării industriilor de tot felul, în special a acelor cu caracter agricol, a electrificării căilor ferate și a realizării a acelui vechi deziderat, electrificările rurale.

Să privim de aproape condițiunile în care se face astăzi navigația în sectorul cataractelor, cu dificultățile ce întâmpină și să luăm apoi în considerare energia ce se pierde în acest sector.

b) *Navigația*. Până la îmbunătățirea făcută de către Unguri, navigația se făcea prin Cataracte în condițiuni foarte grele. Nu puteau circula decât vase mici din cauza stâncilor de sub apă, mai ales pe timpul apelor mici, iar în timpul apelor mari urcarea în contra curentului era imposibilă. Astfel între anii 1840—1880, navigația nu era posibilă în medie, decât 158 zile pe an, din care cauză s'a simțit nevoia să se construiască o șosea pe malul stâng pentru ca pe timpul apelor mici să servească la transbordarea mărfurilor.

Prin derocări, Ungurii au creat canale navigabile largi de 60 m.

Au tăiat canalul dela Stenka în lungime de 1,900 km într'o rocă granitică, canalul Cozla-Doike lung de 3,500 km, într'o rocă de dolomită cu un strat de cuarț la bază, canalul Islaz-Tachtalia în lungime de 3,900 km tăiat în dolomită, canalul Iuți lung de 1,340 km în o rocă dură gabro-ophită, îmbunătățind astfel navigația între Moldova Veche și Orșova. La Porțile de Fier s'a tăiat un canal lat de 73 m, lungimea fiind de 2,200 km, proiectat a asigura o adâncime de minimă 3 m, pentru navigație, la un nivel limnometric de 0 m la Orșova.

Toate aceste lucrări au fost executate între anii 1890—1895.

Canalul dela Svinița lung de 1,500 km și cele două prelungiri de o parte și de alta, ale canalului dela Porțile de Fier, au fost terminate ceva mai târziu.

Cu toate aceste lucrări navigația nu a putut fi îmbunătățită în măsura în care se aștepta. În punctul Greben, pe timpul apelor mari există un puternic curent având, câteodată, mai mult de 5 m/sec, făcând imposibilă înaintarea vaselor amonte.

La Iuți se produce un curent puternic însă numai în timpul apelor mici, pentru că în timpul apelor mari, datorită gătiturii dela Cazane, remuul produs anulează denivelarea aproape complet, a apelor, de ambele părți ale pragului. S'a căutat să se amelioreze situația prin un dig de 3,300 km, limitând lărgimea de scurgere a apelor la 400 m.

La Porțile de Fier curentul este și mai puternic și în timpul apelor mici sunt mari dificultăți la înaintarea vaselor, mai ales în extremitatea aval a canalului. În mod normal viteza apei trebuie să fie de 1—1,5 m/sec pentru o înaintare ușoară a vaselor de 800—1.000 tone.

Pentru apele mari, în acest punct, există de asemeni dificultăți la capul amonte întrucât curentul traversează sub un unghi important axa căii navigabile, cerând un supliment de efort remorcherelor pentru a putea menține, pe canalul navigant, convoiul ce remorcă. În general când un convoi trece prin canal trebuie să fie ajutat de un alt remorcher sau de o locomotivă, de pe malul drept al fluviului.

Din aceste cauze, convoaiele care urcă dela Turnu-Severin spre Baziaș trebuie să se secționeze și cer a fi remorcate de remorchere puternice având o putere minimă de 700 CP și reconstituite apoi la Orșova. Aceeași operațiune trebuie să se repete între Iuți și Drencova.

La acestea se mai adaugă și faptul că din cauza îngustimii canalului dacă un remorcher a trecut o parte a convoiului spre amonte, trebuie să aștepte ore întregi sosirea unui alt convoi sau a unei serii de vapoare care s'au angajat, între timp, în canal.

În plus canalele interzic complet navigația în timpul nopții și o sistează în timpul apelor accentuat de mici. Nu trebuie scăpat din vedere că adâncimea canalelor care trebuia să fie de minim 2 m pentru sectorul amonte de Orșova și de 3 m pentru cel din aval, atunci când nivelul apelor este la 0 m pentru limnimetrul Orșova, în urma lucrărilor executate de Unguri nu s'a realizat decât pentru un nivel de 1,60 m pentru amonte și de 2,00 m pentru aval de Orșova și aceasta atunci când nivelul apelor este de 1,00 m pentru mira Orșova.

Rezultă că mai sunt o serie de dificultăți de învins spre a putea avea o navigație ușoară și în condițiuni acceptabile.

Presupunând totuși că situația actuală a canalelor se va căuta să se îmbunătățească, navigația în acest sector, va rămâne cu următoarele defecte de bază:

1. Adâncimea de navigație, a canalelor, variabilă cu nivelul apelor.
2. Riscuri mari pentru convoaie care se angajează simultan și fac cruce sau care se găsesc în curenți de apă puternici, făcându-le grea navigația dealungul canalelor.
3. Preț ridicat al transportului din cauza sistemului de remorcare și a pierderii de timp.
4. Necesitatea unor remorchere care să activeze numai în acest sector și având o mare putere.
5. Capacitate limitată a traficului.

Având în vedere aceste considerațiuni și ținând seama de rolul care revine, în viitor, inevitabil, navigațiunii dunărene, rezultă că si-

tuația actuală nu mai poate rămâne și că se impun măsuri urgente pentru îndreptare.

c) *Energia*. Între Moldova Veche și Turnu-Severin apele Dunării cad 28,00 m în timpul apelor foarte mici și cu 27,20 m în timpul apelor foarte mari, corespunzând respectiv la zero și 6,45 m la mira Orșova. Având în vedere că debitul Dunării este cuprins între 1670 mc/sec și 17.120 mc/sec cu un debit mediu de 5.000 mc/sec, puterea ce se pierde este următoarea:

$$P = \frac{1000 \cdot Q \cdot H \cdot \eta}{75 \cdot 1,36} \text{ în kW}$$

$$P_{min.} = \frac{1000 \cdot 1670 \cdot 28 \cdot 0,75}{75 \cdot 1,36} = 344.000 \text{ kW}$$

Pentru $Q = 5.000$ mc/sec și $H = 27,60$ m; $P_{med.} = 1.080.000$ kW iar pentru $Q_{max. max} = 17.120$ mc/sec și $H = 27,20$ m;

$$P_{max. max} = 3.420.000 \text{ kW}$$

Precum se va vedea din curba de durată medie a debitelor zilnice debitul de 3.000—5.000 mc/sec îl avem în cel mai mare număr de zile din an, care se găsește în jurul a 220 zile/an, iar pentru restul de 145 zile pe an îl presupun cu un debit de circa 2.000 mc/sec.

În ipoteza că s'ar instala uzine hidroelectrice pentru un debit de 5.000 mc/sec rezultă că se pierde în total o energie de:

$$W = 5.340.000.000 + 2.490.000.000 = 7.830.000.000 \text{ kWo.}$$

Această energie colosală ce se pierde ar putea schimba complet viața locuitorilor din jurul Cataractelor, pe o rază de sute de km dând un mare impuls activității industriale și agricole din România, Serbia, Bulgaria și eventual Ungaria.

d) În concluzie rezultă din cele văzute până aci că ne găsim în fața a două probleme în aparență distincte:

1. Îmbunătățirea navigației în Cataractele Dunării.

2. Utilizarea energiei hidraulice dată de căderile de apă din acest sector.

Soluția nu poate fi dată pentru fiecare problemă în parte căci apare evident că amenajerile separate nu vor conduce la posibilitățile maxime nici ca randament, nici ca sume investite.

Ambele probleme nu pot căpăta decât o soluție comună:

— Baraje-uzină prevăzute cu ecluze pentru navigație.

Nu pierdem din vedere faptul că numărul de baraje trebuie să fie cât mai mic posibil și că trebuie să utilizăm integral căderea de apă dintre Moldova Veche și Porțile de Fier.

Numărul de baraje se impune a fi cât mai mic pentru că trebuie să se aibă în vedere greutatea barării unui fluviu atât de mare, fără posibilitate de derivare a apelor și greutatea mari ale fundației barajului, iar din punctul de vedere al navigației numărul de ecluze să fie minim pentru ca timpul pierdut cu staționările să fie de asemenea minim.

În cele ce urmează se va vedea soluția dată, împreună cu posibilitatea de a utiliza integral căderea de apă a Dunării în sectorul Cataractelor.

HIDROGRAFIA DUNĂRII

a) *Bazinul de recepție al Dunării până la Cataracte.* Bazinul de recepție al Dunării cuprinde o serie de ținuturi caracterizate prin regimuri diferite de precipitațiuni, de altitudine, de acoperire cu păduri, conducând prin aceasta, prin compensație, la menținerea unui debit important. Suprafața întregului bazin de recepție este de 573.000 kmp.

Dunărea izvorește din munții Pădurea Neagră, din Germania de Sud, trecând pe lângă orașele: Regensburg, Passau, Viena, Bratislava, Budapesta și Belgrad, udând astfel Germania, Slovacia, Ungaria, Serbia și România, constituind, în regiunea Cataractelor, hotarul dintre România și Serbia.

Lungimea totală a cursului său, până la Marea Neagră, este de 2.860 km din care 2.280 km navigabili.

Până la Nord de Budapesta, Dunărea curge în direcția West-Est, de aci până la Sud de confluența cu Drava, în direcția Nord-Sud, iar de aci până la confluența cu Tisa curge cu direcția dominantă West făcând însă o serie de șerpuituri, apoi dela confluența cu Tisa până la Belgrad reia iarăși direcția Nord-Sud și de aci până la Turnu-Severin, după o nouă serie de șerpuituri importante, pe măsură ce intră în regiunea muntoasă, reia direcția West-Est.

Afluenții mai importanți pe care îi primește Dunărea sunt:

1. Pe dreapta: Iller, Lech, Isar, Inn, Traun, Enns, Leitha, Raab, Drava, Sava și Morava Sârbă.

2. Pe stânga: Altmuhl, Nab, Morava Cehă, Vah, Nitra, Horn, Ipoly, Tisa și Timișul.

Bazinul Dunării poate fi împărțit în următoarele bazine parțiale, cu caractere diferite (a se vedea planșa Nr. 1).

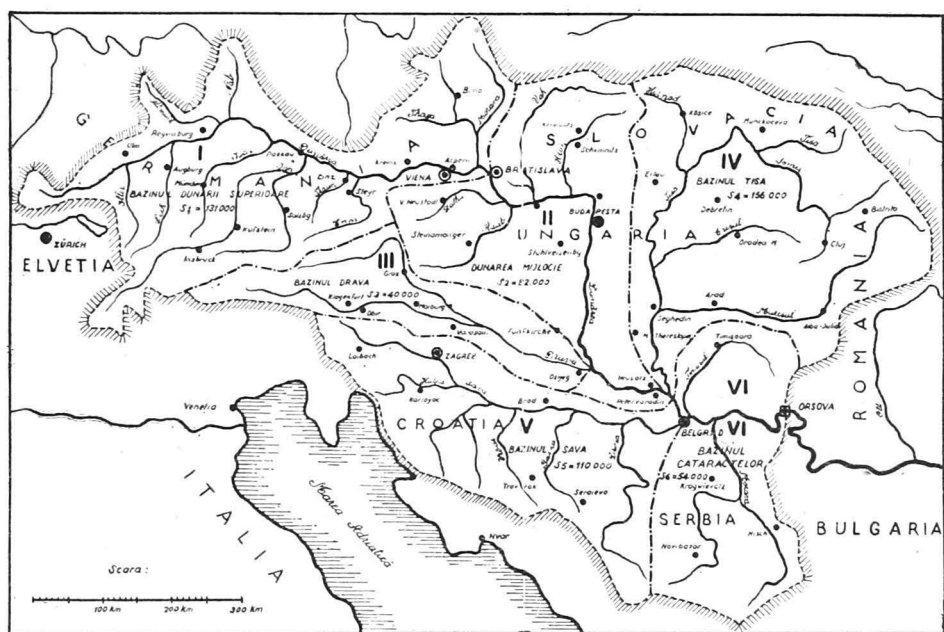
1. *Bazinul Dunării superioare.* Bazinul Dunării superioare cuprinde toți afluenții dela izvor și până la Morava Cehă, inclusiv, afluenți care în marea majoritate sunt alimentați de bazine de mare altitudine și de ghețari. Ghețarii care alimentează Dunărea sunt Iller, Lech, Isar, Inn, Traun și Enns. Prin faptul că majoritatea râurilor din acest bazin sunt alimentate de ghețari și au bazine de mari altitudini, regimul apelor prezintă caracteristica unor debite mari în lunile Iunie-Septembrie și a unor debite minime, în lunile Ianuarie-Aprilie. Bazinul are o suprafață de 131.000 kmp. reprezentând 22,86% din suprafața totală a bazinului de recepție.

2. *Bazinul Dunării mijlocii.* Bazinul Dunării mijlocii, cuprinde toate râurile ce se varsă începând dela Morava Cehă exclusiv, până la Drava, exclusiv. Privind harta se vede că este un ținut sărac în ape, întinderea lui predominantă formând-o pusta ungară.

Caracteristica debitelor acestor râuri este că prezintă debite mari primăvara și minime vara, fiind la fel cu a râurilor noastre subcarpa-

tice. Suprafața acestui bazin este de 82.000 kmp reprezentând 14,34% din suprafața totală a bazinului.

3. *Bazinul Dravei.* Acest bazin este format din bazinele tuturor râurilor care se varsă în Drava prezentând caracteristica dominantă asemănătoare cu a bazinului Dunării superioare, pentru afluenții din partea stângă și cu regiunea subcarpatică pentru cei din partea dreaptă. Suprafața bazinului este de 40.000 km reprezentând 7,00% din suprafața bazinului total.

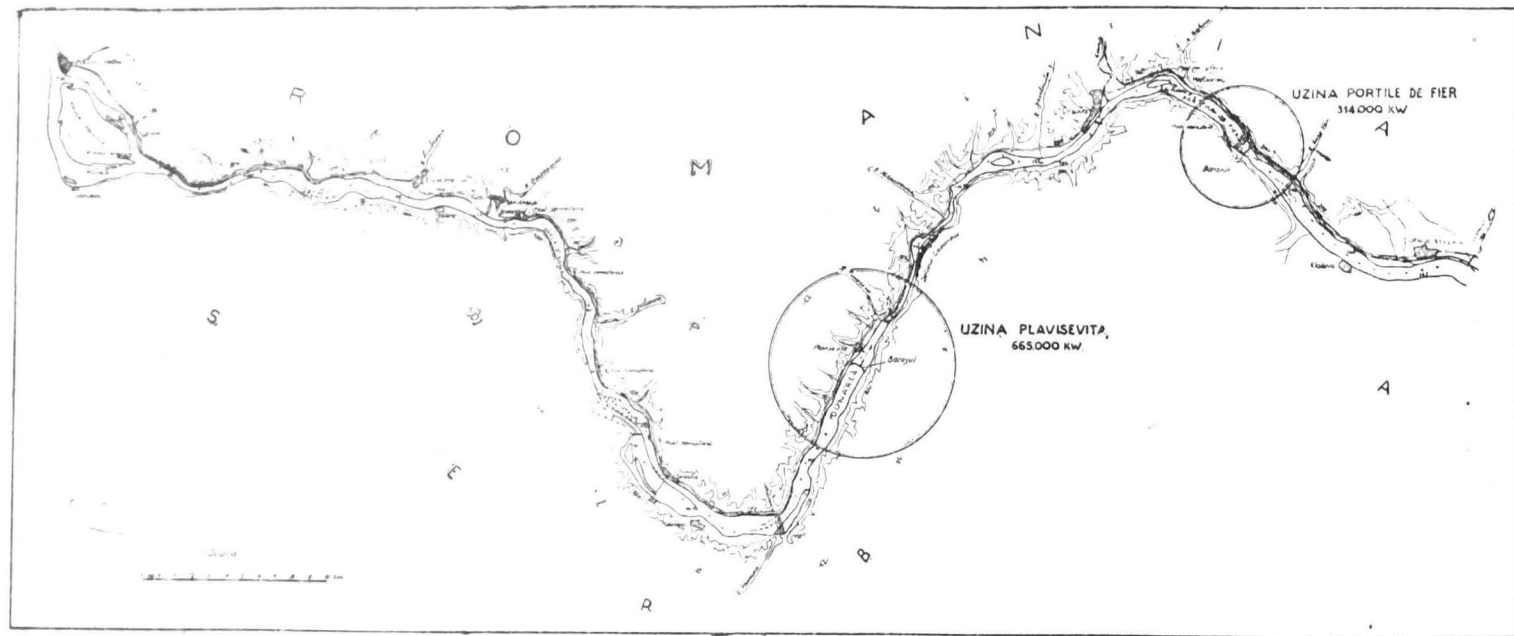


Planșa 1. — Bazinul de recepție al Dunării dela izvoare până la Orșova.

4. *Bazinul Tisei.* Bazinul Tisei cuprinde totalitatea bazinelor afluenților săi, cuprinzând cea mai mare parte din Transilvania și Maramureș, parte din pusta ungară și Carpații Păduroși ai Ucrainei Subcarpatice. Caracteristica acestui bazin este imprimată de aceea a Someșurilor, Crișurilor și Mureșului, care prezintă debite mari primăvara și toamna, iar debite mici vara și iarna. Suprafața acestui bazin este de 156.000 kmp, reprezentând 27,15% din suprafața totală.

5. *Bazinul Savei.* Bazinul Savei cuprinde toate bazinele afluenților săi. Acest râu adună apele munților coastelor dalmate, munți lipsiți de păduri și vegetație. Afluenții săi Kulpa, Una, Sana, Vrbas, Bosna și Drina au bazine stâncoase, cu pante repezi, astfel că dau debite foarte mari însă de scurtă durată, imprimă astfel un caracter torențial întregului bazin al Savei. Afluenții de pe partea stângă având bazinele cu caracter alpin, atenuiază pulsațiile și amplitudinele mari de debit.

Suprafața acestui bazin este de 110.000 kmp, reprezentând 19,18% din suprafața totală a bazinului considerat.



Planșa 2. — Planul de situație al cataractelor și al Porților de Fier.

6. *Bazinul Cataractelor.* Bazinul Cataractelor cuprinde bazinul râului Morava Sârbă cu afluenții săi și acela al Timișului, la care se adaogă o serie de mici râuri ce se varsă direct în Dunăre.

Acest bazin are caracteristica râurilor carpato-balcanice, prezentând debite mari primăvara și toamna și debite mici în vară și iarnă. Suprafața acestui bazin este de 54.000 kmp, reprezentând 9,46% din suprafața totală a bazinului.

Ținând seama de caracteristicile diferite ale bazinelor parțiale care formează bazinul Dunării între izvorul său și Orșova, observăm complexitatea fenomenelor hidrografice care determină debitul de apă al cărui regim e puternic influențat de râurile alpine și de ghețari. Astfel în timpul verei când râurile de câmpie și subalpine au debite mici, compensația e produsă prin topirea intensă a ghețarilor, rezultând un debit important și cu variațiuni mici.

b) *Regimul precipitațiilor și al temperaturilor.* În general precipitațiile au, în bazinul Dunării, același caracter și aceeași periodicitate. Ploi frecvente toamna și primăvara, aducând mari cantități de apă, zăpezi abundente în timpul iernei și ploi puține în timpul verei. Precipitația medie anuală este cuprinsă între 667 mm în anii 1911 și 1921 și 1.002 mm în anul 1915. Precipitațiile locale au valori diferite fiind funcție de o serie de factori geografici. Astfel în Alpi avem precipitațiuni până la 3.000—4.000 mm, iar în Carpați și Balcani ele sunt numai de 1.300—1.500 mm pe an.

Valorile maxime și minime ale precipitațiilor medii, următoarele debite max. și min. de precipitație, produc:

$$Q_p = \frac{1.000 \cdot h \cdot S}{31.560.000}, \quad h \text{ precipitația în mm, } S \text{ supr. bazin. în kmp.}$$

Pentru $S = 573.000$ kmp și $h = 1.002$ mm și 667 mm:

$$Q_{p \text{ max.}} = 18.290 \text{ mc/sec; } Q_{p \text{ min.}} = 12.120 \text{ mc/sec.}$$

Din aceste debite numai o parte vine să alimenteze apele curgătoare, restul fiind absorbită de pământ.

Temperatura medie anuală a bazinului este cuprinsă între 8,4 grade, minimă în anii 1888 și 1933 și de 10,7 grade, maximă în anii 1876 și 1936. Ținând cont de regimul temperaturilor, variind între +48 la 50 grade maximul din vară și -30 la -40 grade iarna, observăm că precipitațiile căzute spre sfârșitul primăverii, vara și începutul toamnei, se evaporă în mare măsură, pe când cele căzute în restul anului se păstrează cu un procent foarte mare. Fac excepție precipitațiile căzute în regiunea alpină care se pierd prin evaporare într-o proporție mai mică.

S'a arătat cu ocazia descrierii bazinelor parțiale, modul compensator în care debitele furnizate conduc la un debit important chiar pentru valoarea minimă și având în vedere că utilizarea energiei căderii Dunării nu se bazează pe crearea unui lac egalizator, nu mai este justificat un studiu mai amănunțit al precipitațiilor și temperaturilor. Rezultatele înregistrărilor și al transformărilor lor în debite, din ultimii 60 ani, ne conduc la a găsi cu mai multă ușurință și exactitate, debitele minime, medii, maxime, etc. ca și frecvența lor.

c) *Coeficienți de scurgere.*

Coeficientul de scurgere este definit de relația:

$$s = \frac{31.560 \cdot Q_m}{S \cdot h_m}, \text{ în care } Q_m \text{ este debitul modul real în mc/sec}$$

S = supr. bazinului de recepție în kmp h_m = precipitația medie anuală în mm.

Aceasta înseamnă că coeficientul de scurgere este dat de raportul dintre debitul modul real și acela provenit din precipitații.

În cazul nostru avem:

$$s = \frac{31.560 \cdot Q_m}{573.000 h_m} = 0,055 \frac{Q_m}{h_m}$$

Ținându-se seama că Q_p debitul de precipitație este dat de relația:

$$Q_p = \frac{573.000 \cdot h_m}{31.560} = 18,15 h \text{ în mc/sec.}$$

TABLOUL Nr. 1

Coeficienți de scurgere medii anuali				
Anul	Q_m (mc/sec)	h_m (mm)	Q_p (mc/sec)	$s = \frac{Q_m}{Q_p}$
1910.	6.711	961,3	17.447	0,384
1911.	4.590	667	12.106	0,380
1912.	6.469	902	16.371	0,394
1913.	5.909	756	13.721	0,431
1914.	5.630	843,2	15.304	0,368
1915.	7.988	100,2	18.186	0,398
1916.	5.911	929	16.861	0,353
1917.	4.940	738	13.394	0,368
1918.	5.130	770	13.975	0,368
1919.	5.240	784	14.229	0,367
1920.	4.510	675	12.251	0,367
1921.	3.592	667	12.106	0,297
1922.	5.944	866	15.717	0,378
1923.	5.485	766	13.902	0,394
1924.	5.953	793	14.392	0,412
1925.	4.963	792	14.374	0,344
1926.	7.154	837	15.191	0,470
1927.	5.261	795	14.429	0,364
1928.	4.535	682	12.378	0,365
1929.	4.534	678	12.305	0,367
1930.	4.824	800	14.520	0,332
1931.	5.647	780	14.157	0,398
1932.	5.118	749	13.592	0,376
1933.	5.092	818	14.846	0,343
1934.	4.642	806	14.628	0,317
1935.	4.737	794	14.411	0,328

În tabloul Nr. 1 am calculat coeficientul de scurgere mediu anual începând dela anul 1910 până la 1935, adică pe 26 ani, utilizând debitele module și precipitațiile după d-l prof. *Dorin Pavel*.

d) *Măsurarea debitelor.*

Odată cu începerea creșterii în importanță a Dunării, din punct de vedere al navigației, au început să se facă măsurători de debite.

Acestea aveau de scop, în primă importanță, de a stabili nivelul apelor în diferite cazuri, pentru a putea ști cu precizie adâncimea lor, mai ales pentru sectorul periculos al Cataractelor. Natural că dela aceste măsurători de nivel și până la determinarea debitelor nu era decât un pas și se impunea, ca o necesitate, în special pentru un inginer, să stabilească o legătură între debit și cota apei, într'un anumit punct, chiar dacă cunoașterea debitelor nu interesa navigația.

S'a stabilit astfel scara limnometrică a Dunării, pentru punctul Orșova. Primele măsurători și observațiuni au început de circa 100 ani între Bratislava și Orșova, în 45 stațiuni limnometrice. În Cataracte în următoarele puncte începând dela Baziaș:

TABLOUL Nr. 2

Stațiunea	Km dela Baziaș	Anul începerii observa- țiunilor
Baziaș	0,000	1874
Moldova Veche	24,170	1893
Drencova	57,370	1855
Svinița	77,400	1893
Plavișevița	96,850	1893
Orșova	120,242	1838
Gura Văii	134,750	1928
Turnu-Severin	144,880	1921

Cele mai vechi cetiri sunt date de stațiunea Orșova. Această stațiune a fost aleasă de către d-nii Prof. D. Ing. *Gr. Vasilescu* și Prof. Dr. Ing. *D. Pavel*, pentru a face cele mai amănunțite studii asupra regiunii apelor Dunării, cu concursul Soc. Electrica.

Primele măsurători au fost făcute de *P. Vasarhelyi* în anul 1834, în special pentru a stabili nivelul cel mai mic, nivelul de etiaj, stabilind zero al mirei la un debit de 1.680 mc/sec.

Măsurători de debit s'au făcut la Orșova în cursul anilor 1893, 1895 și 1908, de către inginerii *Höszpötzky* și *Grüber* într'o stațiune convenabil aleasă, la 4 km amonte de Orșova și rezultatele au fost următoarele:

Au mai fost făcute măsurători în anii 1927, 1928 și 1929, tot în acest punct și cu toate măsurile de precauție luate, pentru o mai mare

TABLOUL Nr. 3

Nr. cor.	Inălțimea pe limnimetrul Orșova m	Debitul mc/sec
1	0,100	1.704
2	1,040	2.438
3	2,080	4.004
4	2,730	4.944
5	3,000	5.512
6	4,120	7.740
7	5,220	11.061
8	6,320	15.687

preciziune, de către d-nii Prof. Dr. Ing. Gr. Vasilescu și Prof. Dr. Ing. Dorin Pavel, rezultatele obținute fiind următoarele:

TABLOUL Nr. 4

Nr. cor.	Inălțimea pe limnimetrul Orșova m	Debitul mc/sec
1	1,000	2.412
2	2,150	3.779
3	2,360	4.390
4	3,080	5.870
5	3,980	7.475

Pe baza acestor măsurători și utilizând și rezultatele date de *Hoszpotsky* și *Grüber*, Domniile lor au construit cheia limnimetrică $Q = f(h)$, pe care am reprodus-o în planșa Nr. 3. Cu ajutorul acestei curbe au făcut transformări în debite, a tuturor citirilor făcute pe mira Orșova, începând cu anul 1876 până în anul 1935, cu care ocazie s'a constatat:

Cel mai mic debit a fost în Ianuarie 1909 de 1670 mc/sec pentru $h = 0$, iar cel mai mare a fost în Aprilie 1895 de 17.120 mc/sec, corespunzând un $h = 648$ cm, mira Orșova.

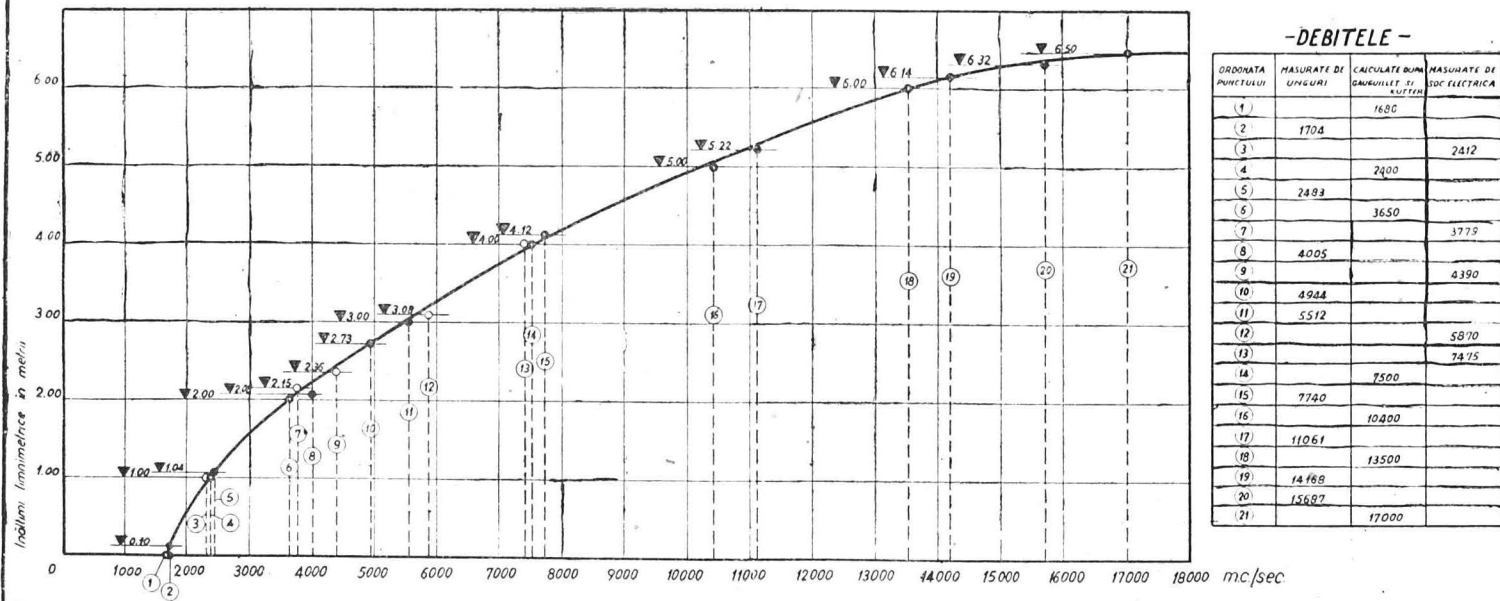
Transformările după cheia limnimetrică, pentru debite, sunt trecute în tabloul Nr. 5.

e) Debite specifice. Regimul hidraulic.

Ceea ce caracterizează un curs de apă, privit deodată din punct de vedere al debitului și bazinului său este debitul specific, adică cantitatea de apă dată în unitatea de timp, pe unitatea de suprafață a bazinului de recepție.

Astfel debitul specific este:

$$q = \frac{1000 \cdot Q}{S} \quad \begin{array}{l} Q \text{ fiind debitul în mc/sec} \\ S \text{ suprafața bazinului de recepție în kmp.} \end{array}$$



Plânşa 3. — Curba limnometrică a debitelor Dunării la Orșova

TABLOUL Nr. 5

Inălț. limn. metri	Debitul mc/sec	Inălț. limn. metri	Debitul mc/sec	Inălț. limn. metri	Debitul mc/sec
0,000	1.670	2,300	4.134	4,500	8.672
0,100	1.728	2,400	4.301	4,600	8.933
0,200	1.768	2,500	4.476	4,700	9.203
0,300	1.819	2,600	4.655	4,800	9.477
0,400	1.880	2,700	4.838	4,900	9.754
0,500	1.951	2,800	5.026	5,000	10.035
0,600	2.030	2,900	5.218	5,100	10.336
0,700	2.116	3,000	5.413	5,200	10.644
0,800	2.210	3,100	5.614	5,300	10.972
0,900	2.309	3,200	5.815	5,400	11.320
1,000	2.412	3,300	6.018	5,500	11.677
1,100	2.519	3,400	6.220	5,600	12.077
1,200	2.630	3,500	6.427	5,700	12.430
1,300	2.744	3,600	6.640	5,800	12.833
1,400	2.859	3,700	6.857	5,900	13.265
1,500	2.976	3,800	7.077	6,000	13.742
1,600	3.108	3,900	7.298	6,100	14.276
1,700	3.245	4,000	7.518	6,200	14.873
1,800	3.385	4,100	7.737	6,300	15.539
1,900	3.528	4,200	7.962	6,400	16.400
2,000	3.674	4,300	8.191	6,480	17.120
2,100	3.824	4,400	8.427	6,490	17.210
2,200	3.977	—	—	—	—

Se obține astfel q în litri/kmp și sec. Pentru aceasta trebuie să avem: $Q = f(t)$, t fiind timpul în sec.

Spre deosebire de celelalte râuri din țară, regimul hidraulic al Dunării apare mai uniform, fără salturi mari de debite, datorită deosebirii dintre bazinele sale parțiale și faptului că precipitațiunile nu pot să aibă loc, pe tot bazinul, în același timp și cu aceeași intensitate. De altfel acest fapt, cum am mai arătat, produce compensația căreia i se datorește menținerea unui debit important al Dunării, chiar și în fazele minime, în jurul a 2.000 mc/sec.

Astfel dacă în bazinul Sava sau Drava, ori în ambele deodată, se produc precipitațiuni mai importante, avem o creștere de debit fără a căpăta o importanță prea mare. La fel se petrec lucrurile și în cazul Tisei. În asemenea cazuri debitul se menține un timp scurt, apele revenind repede către nivelul anterior. Concomitența unor precipitațiuni în bazinele râurilor Sava, Drava și Tisa produce debite mari însă de scurtă durată, având în vedere caracterul torențial al afluenților râurilor Sava și Drava.

În cazul când coincidența face ca pe întreg bazinul precipitațiunile să fie importante și acest caz este extrem de rar, datorită poziției geografice a bazinelor parțiale, atunci ne putem aștepta la debite catastrofale, cu producere de inundații mari. În acest caz este necesar a

se urmări cu atenție comunicatele stațiilor meteorologice din întregul bazin, putând aștepta apoi sosirea debitului catastrofal.

Debitul specific în cazul nostru este:

$$q = \frac{1000 \cdot Q}{573.000} = 0,001.728 \cdot Q \text{ în litri/kmp sec.}$$

Din observațiunile a 60 ani, transformând debitele cu ajutorul curbei limnimetrice, d-l Prof. Dr. Ing. *D. Pavel*, scoate apoi debitele specifice medii, lunare, pe care le reproduc în tabloul Nr. 6:

TABLOUL Nr. 6

Nr. cor.	Luna	Debit specific mediu 1/kmp. sec
1	Octomvrie	6,500
2	Noemvrie	7,500
3	Decemvrie	7,700
4	Ianuarie	7,100
5	Februarie	7,400
6	Martie	10,100
7	Aprilie	12,600
8	Mai	13,000
9	Iunie	11,100
10	Iulie	9,100
11	August	7,300
12	Septemvrie	6,300

Tot după acelaș autor, exprimând debitele specifice și debitele caracteristice după frecvența totalizată a 19.723 zile și debitul mijlociu dat de curba medie, se constată diferențe, așa cum se arată în tabloul Nr. 7.

TABLOUL Nr. 7

Debite caracteristice	Debitul total după frecv. mc/sec	Debit. speci- fic. după frecv. 1/kmp. sec	Deb. mijl. mc/sec
$Q_{max\ max}$	17.120	29,70	—
Q_{max}	15.000	26,03	11.000
$Q_{max\ n}$	10.900	18,92	9.300
Q_3	7.250	12,57	6.250
Q_8	5.600	9,72	5.100
Q_m	5.353	9,29	5.353
Q_9	4.050	7,03	4.300
Q_e	2.600	4,51	3.000
Q_{min}	2.000	3,47	2.200
$Q_{min\ min}$	1.670	2,90	—

f) *Debite maxime și minime. Debite medii.*

Debitele medii anuale, adică debitele module, se obțin, din media aritmetică a debitelor zilnice. În tabloul Nr. 7 s'au trecut debitele caracteristice, adică Q_{max} sau debitul catastrofal observat în 60 de ani, Q_{max} , Q_3 adică debitul pe 3 luni, Q_6 , Q_m , Q_e , etc.

Cel mai mare debit modul a fost în anul 1915 cu $Q_{m \max} = 7988$ mc/sec, cel mai mic debit modul a fost în anul 1921 cu $Q_{m \min} = 3.592$ mc/sec.

Media generală a debitelor module din ultimii 60 ani este de $Q_m = 5.353$ mc/sec. Debitul catastrofal în acest timp a fost, o singură dată în 60 ani, de 17.120 mc/sec.

Dispersiunea debitelor se poate vedea din rapoartele:

$$\frac{Q_{m \max}}{Q_{m \min}} = \frac{7.988}{3.592} = 2,24; \quad \frac{Q_{m \max}}{Q_m} = \frac{7.988}{5.353} = 1,492;$$

$$\frac{Q_{m \min}}{Q_m} = \frac{3.592}{5.353} = 0,671.$$

Debitul cel mai frecvent, observat în 60 de ani, este $Q_f = 3500$ mc/sec care însumează 3.335 zile, reprezentând 17% din timpul total.

Tabloul Nr. 8 cuprinde mediile generale lunare pe 60 de ani dela 1876—1935 și mediile lunare ale anilor în care s'au produs $Q_{\min \min}$ și $Q_{\max \max}$ respectiv anii 1909 și 1895.

TABLOUL Nr. 8

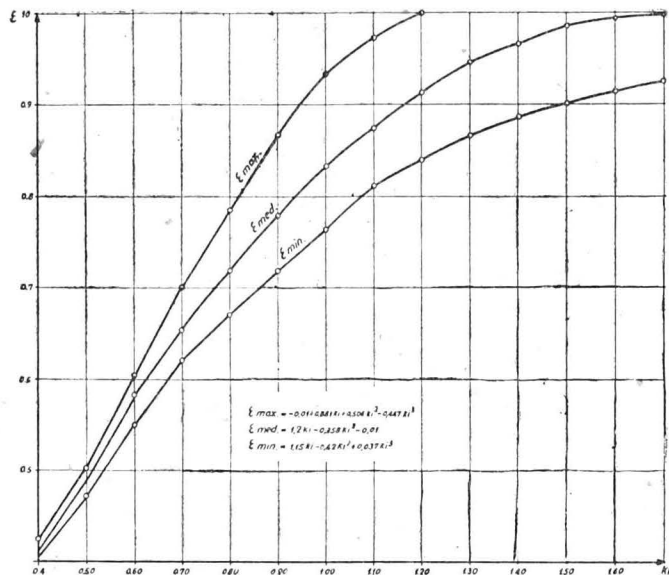
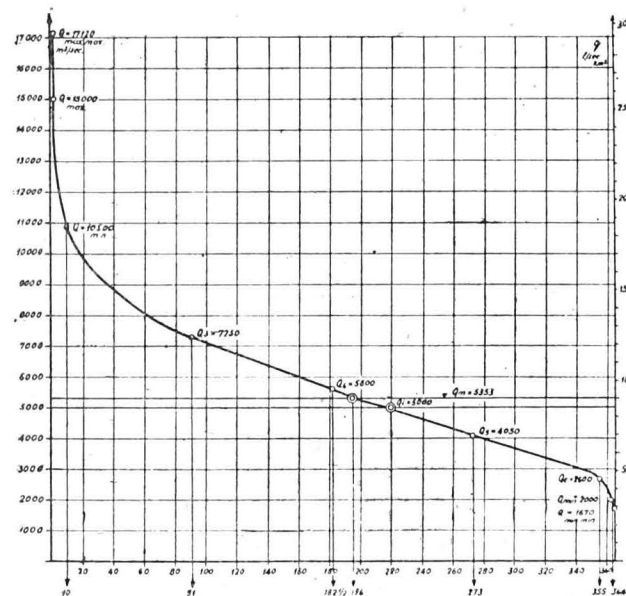
Nr. cor.	Luna	Debit mediu 1908—1909	Debit mediu general. 60 ani	Debit mediu 1894—1895
1	Octombrie	2.182	4.075	4.351
2	Noembrie	1.908	4.769	4.058
3	Decembrie	2.175	4.929	5.728
4	Ianuarie	2.472	4.473	3.535
5	Februarie	2.384	4.348	4.752
6	Martie	5.632	6.245	5.967
7	Aprilie	7.711	7.659	13.788
8	Mai	7.445	7.712	11.389
9	Iunie	4.888	6.588	8.684
10	Iulie	4.915	5.506	6.200
11	August	4.143	4.374	3.373
12	Septembrie	3.409	3.840	2.671

g) *Coeficient de producție. Coeficient de instalare.*

Coeficientul de producție este definit de integrala:

$$\epsilon = \frac{1}{31.560.000} \int_0^{31.560.000} Q' dt$$

Q_m fiind debitul modul și Q' fiind debitul instantaneu în funcție de

COEFICIENTII DE PRODUCTIE ϵ IN FUNCTIE DE ACEIA DE INSTALARE K_i 

CURBA DE DURATĂ A DEBITELOR (1876-1935)

Planșa 4. — Curbele $\epsilon = f(k_i)$ și curba de durată a debitelor. 1876—1935.

timp, cuprins sub curba de regim. Q' este cu atât mai mare cu cât raportul $k = \frac{Q_i}{Q_m}$ este mai mare. Q_i fiind debitul instalat, iar Q_m fiind debitul modul.

Raportul $k_i = \frac{Q_i}{Q_m}$ se numește coeficient de instalare.

k_i tinde către 1 pentru fluvii al căror debit instantaneu poate fi considerat aproape constant cum este cazul căderii Niagarei ale cărei variații de debit cele mai mari nu trec de 10%.

Pentru Dunăre variațiunile sunt mai mari, cu toate că acest fluviu are debitul cu cele mai mici variațiuni de debit, din Europa.

Prin urmare este necesar a se cunoaște variația lui $\varepsilon = f(k_i)$ rezultând, de aci, posibilitatea de a calcula debitul cel mai economic. După d-l Prof. Dr. Ing. D. Pavel, funcțiunile $\varepsilon = f(k_i)$ sunt următoarele:

Pentru val. medie $\varepsilon_{med} = 1,2 \cdot k_i - 0,358 \cdot k_i^2 - 0,01$

» » minimă $\varepsilon_{min} = 1,15 \cdot k_i - 0,42 \cdot k_i^2 + 0,037 \cdot k_i^3$

» » maximă $\varepsilon_{max} = 0,01 + 0,881 \cdot k_i + 0,506 \cdot k_i^2 - 0,447 \cdot k_i^3$

cu indicația că funcțiunile pentru valoare medie și minimă sunt valabile între limitele $k_i = 0,4 - 1,8$, iar pentru cea maximă numai până la $k_i = 1,2$. Reprezentarea grafică în planșa Nr. 4.

Presupunând debitul de instalare $Q_i = 5.000$ mc/sec cum pentru Dunăre $Q_m = 5.353$ mc/sec rezultă $k_i = 0,942$, valoare care introdusă în funcțiunile de mai sus dă:

$\varepsilon_{min} = 0,7409$, $\varepsilon_{med} = 0,803$, $\varepsilon_{max} = 0,890$.

În general problema debitului instalat, pentru un moment apare ca fiind numai aceea a rentabilității din punct de vedere electric.

Dacă se are în vedere că lucrările de amenajare hidroelectrică vor rezolva în același timp și problema navigației în acest sector, precum și pe aceia a unui pod de cale ferată care să facă legătura București-Belgrad pe ruta cea mai scurtă, în acest caz cheltuelile nu mai pot fi și nu trebuie să mai fie, suportate numai de producțiunea de energie electrică, iar amortizarea lucrărilor va fi făcută și cu contribuția navigației și a căilor ferate.

De aceea problema debitului instalat apare aici mult mai complexă fără ca totalitatea capitalului investit să fie repartizată numai pe kWo produși. E evident că debitul instalat trebuie să fie în așa fel ales ca să se obțină o putere suficient de mare și cu cât mai mici variațiuni în cursul unui an.

h) *Debite teoretice. Debite reale.*

Coeficienții de scurgere și debitele pot fi calculați pe cale indirectă în funcție de datele bazinului de recepție ca: regimul ploilor, al temperaturilor, al suprafeței împădurite, panta medie a bazinului, etc. mai ales pentru râurile la care nu s'au făcut observațiuni.

Calculul teoretic al debitelor module:

Debitele module se calculează cu ajutorul formulelor date de *Keller*, *Jacobi*, *Vermeule*, etc.

După *H. Keller* coeficienții de scurgere sunt cuprinși între următoarele valori:

$$s = a - \frac{b}{h}, \text{ în care } h \text{ reprezintă precipitațiile medii în m.}$$

După *Keller-Fischer* valorile lui a și b sunt:

—	max.	med.	min.
a	1,00	0,942	0,884
b	350	405	460

adică:

$$s_{max} = 1 - \frac{350}{h}, s_{med} = 0,942 - \frac{405}{h}, s_{min} = 0,884 - \frac{460}{h},$$

Socotind, în cazul Dunării, pentru $h = 806$ mm, rezultă:

$$s_{max} = 0,566; s_{med} = 0,439; s_{min} = 0,313.$$

În funcție de coeficientul de scurgere debitul modul este:

$$Q_m = s \cdot \frac{S \cdot h}{31.560} \text{ în mc/sec.}$$

rezultând în cazul bazinului de recepție al Dunării:

$$Q_m = 14.650 \text{ s mc/sec.}$$

Tabloul următor cuprinde valorile calculate și cele reale pentru debitele module:

Debitul	Coef. de scurgere	Debitul teoretic	Debitul real
$Q_m \text{ max}$	0,566	8.292	7.988
$Q_m \text{ med}$	0,439	6.431	5.353
$Q_m \text{ min}$	0,313	4.588	3.592

Observăm că formulele *Keller* dau valori în plus de cele cuprinse între 3,5% și 28%.

După formula lui *R. Jacobi* debitul modul se calculează astfel;

$$Q_m = 0,006 (\sqrt[3]{S \cdot h} + 30) \cdot S \cdot h \cdot \sqrt{\frac{i + 0,3}{3}} \cdot \frac{5}{t^0 + 6} \sqrt[3]{tg \alpha}.$$

In care :

t° este temperatura medie în bazin = 6 grade C

i fiind gradul de împădurire = 0,30

h precipitația medie anuală = 0,806 m

S bazinul de recepție în kmp = 573.000 kmp

$tg \alpha$ înclinația medie (panta) = 0,000826.

Cu aceste valori formula lui *Jacobi* dă $Q_m = 5.230$ mc/sec față de cel real care este de 5.353 mc/sec. Formula dă valori apropiate.

După *Vermeule* :

$$Q_m = 1 - m \left(0,3 + \frac{280}{h} \right) \frac{S \cdot h}{31.560}$$

m fiind un coeficient care indică influența temperaturii medii a bazinului :

$$m = 0,75 + (t - 4) 0,0635.$$

In această formulă expresia :

$$1 - m \left(0,3 + \frac{280}{h} \right)$$
 este chiar coeficientul de scurgere.

Pentru $t = 6$ grade și $h = 0,806$ mm obținem :

$$m = 0,877; s = 0,433; Q_m = 6342 \text{ mc/sec.}$$

Pentru fluvii cu debite mari formula *Vermeule* dă valori prea mari depărtându-se de realitate.

Debite excepționale teoretice.

Formulele lui *Jacobi* se îndepărtează prea mult față de rezultatele reale și nu pot fi aplicate în cazul Dunării.

Pentru debitul min. formula *Iszkowski* este :

$$Q_{\min \min} = 0,0063 \text{ n.s.} S \cdot h,$$

în care n este cuprins între 0,8 — 1,00.

Cu această formulă se obține $Q_{\min \min} = \text{mc/sec}$ față de cel real observat $Q_{\min \min} = 1670 \text{ mc/sec}$.

O formulă care dă, în cazul Dunării, valori apropiate de cele reale, pentru debitul catastrofal este aceea a lui *P. Kresnic*.

$$Q_{\max \max} = \alpha \frac{32}{0,5 + \sqrt{S}} S$$

α fiind un coeficient, pentru cazul nostru, $\alpha = 0,7$ iar S suprafața bazinului de recepție.

Obținem $Q_{\max \max}$ calculat = 16980 mc/sec față de cel real observat $Q_{\max \max}$ real = 17120 mc/sec.

In general, formulele dau valori depărtate față de cele reale și nu se recomandă a fi aplicate decât în lipsa observațiilor directe.

i) *Frecvența debitelor. Curba de durată medie a debitelor.* Măsurătorile făcute, în ultimii 60 de ani, la Orșova, au dat posibilitatea să se scoată toate datele necesare cunoașterii hidrografiei Dunării până la Orșova, măsurători care au fost minuțios cercetate și interpretate de

către d-nii: Prof. Dr. Ing. Gr. Vasilescu și Prof. Dr. Ing. D. Pavel. Din aceste date s'au putut scoate frecvența debitelor și construi curba de durată medie a lor în cursul unui an (vezi planșa Nr. 4 și tabloul Nr. 9).

TABLOUL Nr. 9
Frecvența debitelor în 60 ani

Nr. cor.	Debitu mc/sec	Nr. zilelor
1 . . .	1.835	235
2 . . .	2.500	2.740
3 . . .	3.500	3.335
4 . . .	4.500	3.146
5 . . .	5.500	3.056
6 . . .	6.500	2.776
7 . . .	7.500	1.866
8 . . .	8.500	1.056
9 . . .	9.500	634
10 . . .	10.500	357
11 . . .	11.500	180
12 . . .	12.500	143
13 . . .	13.500	72
14 . . .	14.500	10
15 . . .	15.500	10
16 . . .	16.500	10
17 . . .	17.060	1

min. min. nu ne va aduce neplăceri decât din punctul de vedere al producerii energiei, în timp ce debitul catastrofal trebuie să fie asigurat, pentru scurgere, de către instalații.

Observațiunile celor 60 ani nu sunt un indiciu suficient, că nu vor fi debite catastrofale și mai mari, de aceea instalațiunile vor trebui să asigure scurgerea a 25.000 sau chiar 30.000 mc/sec.

În plus adăogăm că în întregul bazin de recepție, observațiile meteorologice trebuiesc coordonate și centralizate la Orșova, pentru ca, având în vedere viteza medie de sosire a apelor, să se ia măsurile necesare în vederea asigurării scurgerii debitului de apă.

În această privință va fi nevoie de un post de observație și de indicare a nivelului apei la 1—2 km aval de confluența Moravei Sârbe care să dea semnalul la timp.

STUDIUL GEOLOGIC ȘI HIDRAULIC AL CATARACTELOR

a) *Cataractele din punct de vedere geologic.* Sectorul Cataractelor este, propriu zis, marea tăietură făcută în stâncă, de către apele Dunării, despărțind astfel masivul carpatic de cel balcanic. Patul fluvial

j) *Concluziuni.* Din studiul hidrografic al Dunării, privind bazinul său de recepție dela izvoare până la Orșova, constatăm că după observațiunile făcute în 60 ani, debitul a fost cuprins între 1670 și 17.120 mc/sec, cu un debit modul de $Q_{mm} = 5.353$ mc/sec. După cum am mai arătat problema debitului instalat nu este legată de amenajarea integrală a cursului fluviului în acest sector care pe lângă latura electrică o are și pe aceea a navigației și a comunicației între malul stâng și cel drept. Studiile anterioare s'au oprit în jurul valorii debitului modul mediu. În ceea ce mă privește m'am oprit asupra valorii care să mai micșoreze dispersiunea dintre debitul instalat și debitele mici. Am ales astfel pentru debitul instalat $Q_i = 5.000$ mc/sec care după curba de durată medie anuală dă ca probabilă asigurarea sa timp de circa 220 zile/an. Chestiunea debitelor excepționale trebuie privită însă cu toată atenția. Debitul

și malurile sunt formate, exclusiv, din stânci înalte și golașe, de vârste diferite și presărate cu grote.

Până la intrarea în defileu, în aval de insula Moldova, atât insula cât și țărmul sunt formate din aluviuni moderne. La intrarea în defileu, malul drept e străjuit de un masiv stâncos din jurasicul superior, masiv ce se întinde și pe malul stâng.

În aval de stânca Babakaj se află o stâncă, formată din șisturi cristaline, ce se prelungește ca o lance înfiptă în malul drept.

De aci, țărmul drept e format din teren cretacic. La punctul Stânka Dunărea traversează un alt masiv, format din rocă granitică, ce se întinde, pe malul stâng, pe o lungime de circa 10 km. Până la Berzeasca, malul stâng e format din aluviuni moderne, în timp ce pe cel drept, alternează, rocile jurasice.

În aval de Berzeasca, la punctul numit Kozla, întâlnim iarăși un masiv, ce domină ambele maluri, format din șisturi cristaline, urmat imediat de un teren cretacic, care se întinde, pe malul drept, pe o lungime de circa, 12 km, până la punctul numit Greben. În acest sector țărmul stâng, e format, în special, din rocă trohitică. De aci până la Iuți, predomină roca cristalină, malul drept având însă, pe o mare întindere, terase cu aluviuni moderne.

Dela Iuți la Plavișevița, țărmul stâng este format din roci serpentine; iar pe malul drept predomină, până la Orșova, terenul cretacic.

Dela Plavișevița la Orșova, pe malul stâng, predomină aluviunile moderne, sprijinite pe un masiv de șisturi cristaline până în apropiere de Orșova unde aluviunile se sprijină pe un teren quaternar.

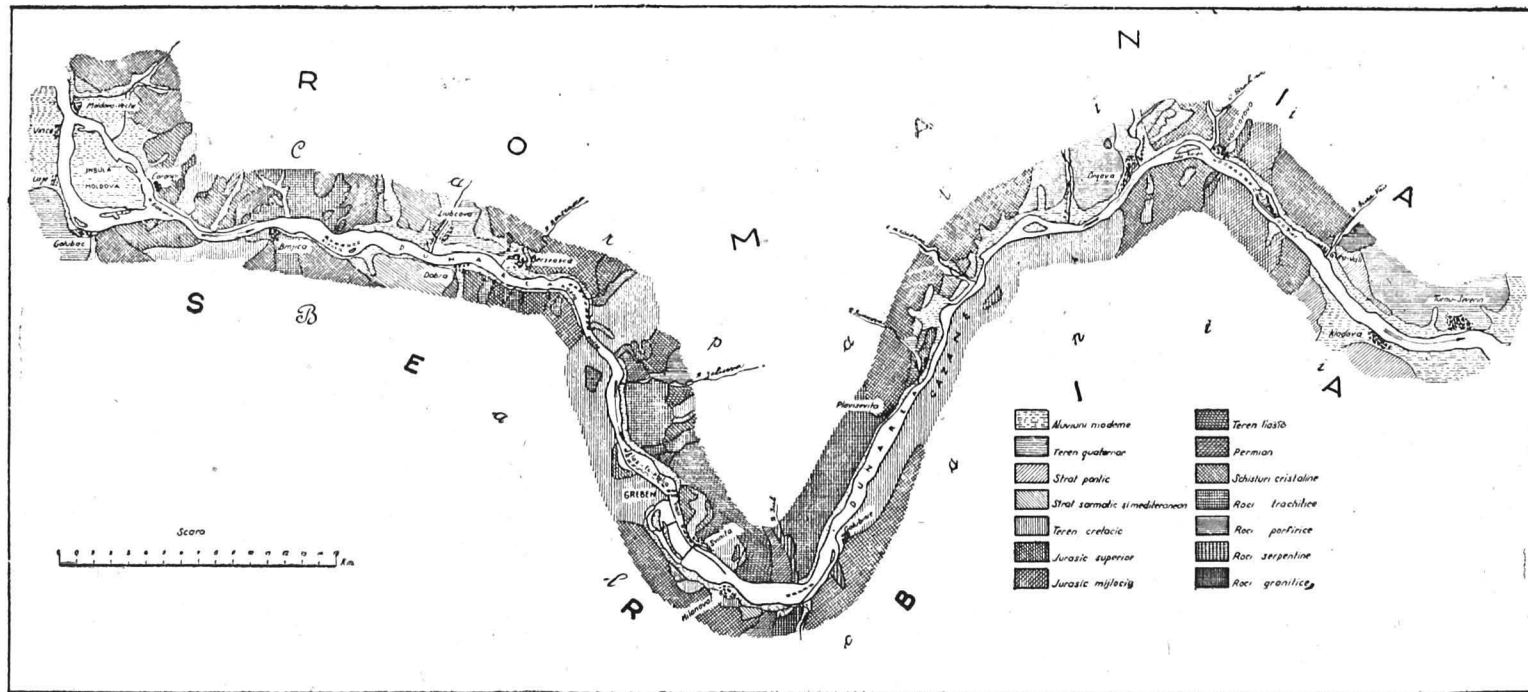
În regiunea insulei Ada-Kaleh de ambele părți sunt șisturi cristaline pentru ca de aci până la Porțile de Fier să se întâlnească numai roci din jurasicul superior. Între Porțile de Fier și Gura Văii apare ultimul teren stâncos, format din rocă trahitică urmând apoi spre Turnu-Severin să apară din ce în ce mai proeminente aluviunile quaternare, fluviul luând cursul unuia de câmpie.

Pe planșa Nr. 4 se văd în detaliu, rocile ce formează sectorul Cataractelor dela Moldova Veche până la Gura Văii, după ridicările făcute de autoritățile maghiare. În general se observă necorespondența dintre rocile de pe ambele maluri, ceea ce explică existența unei crăpături adânci între cele două masive muntoase, prin care Dunărea a reușit să-și croiască drumul.

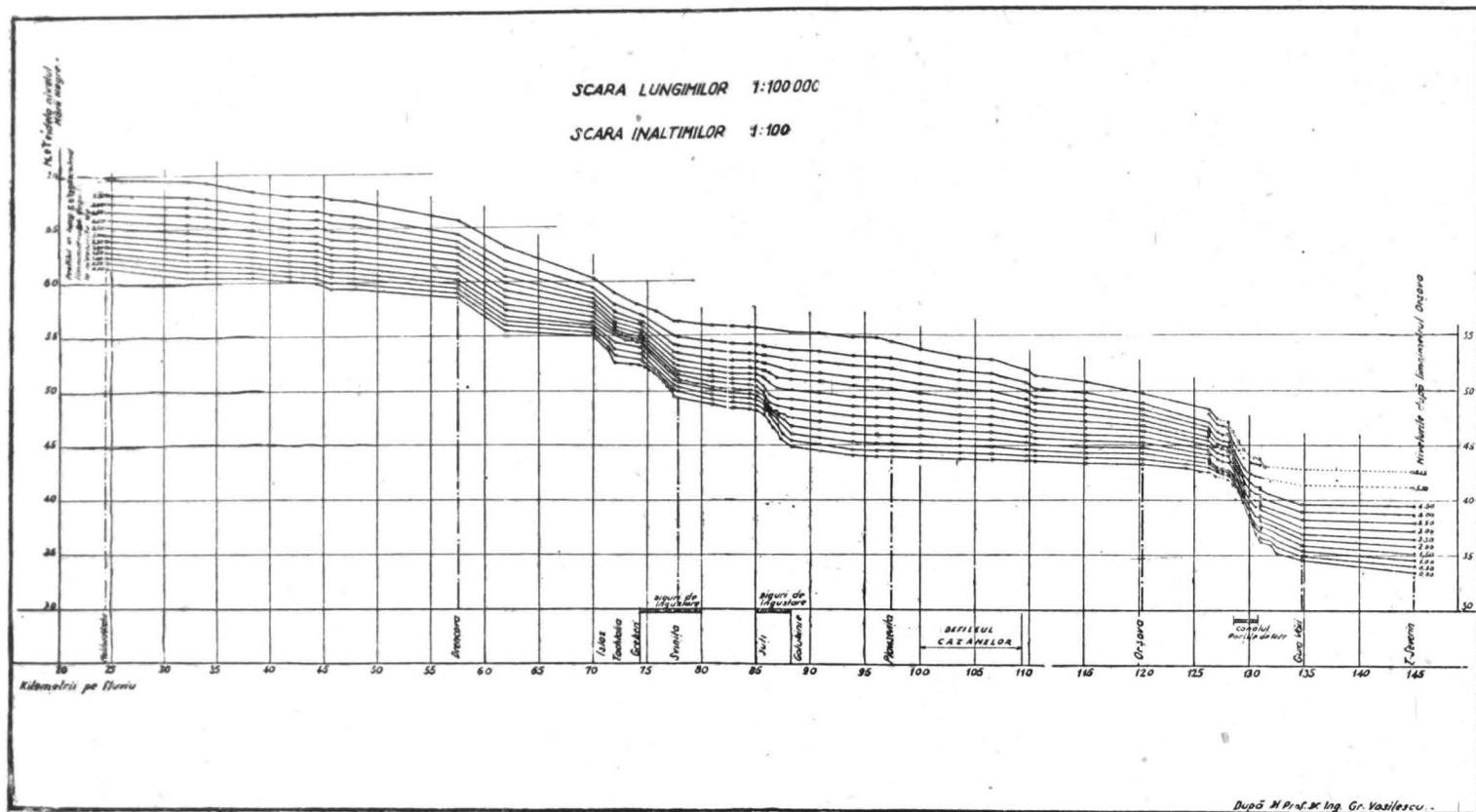
Dealungul acestui sector, o serie de praguri dau naștere la adevărate căderi de apă de 5—7 m înălțime.

Astfel avem pragul dela Stânka, cele dela Kozla și Doike. La Doike o mare stâncă numită « Piatra Lungă », barează parțial cursul fluviului, formând un ieșind natural fixat pe țărmul stâng, care formează câteodată imense vârtejuri, temute de navigatori.

În aval de aci întâlnim două praguri care barează aproape complet cursul apei, în dreptul punctelor numite Islaz și Tachtalia. Coborînd mai departe, întâlnim un punct important al defileului numit Greben în care lățimea fluviului se reduce numai la 450 m între stâncile cretacice de pe malul drept, și cele jurasice de pe malul stâng.



Planșa 5. — Harta geologică a Sectorului Moldova veche — Turnu Severin



Planșa 6. — Profilul în lungul cataractelor în diferite înălțimi ale apei citite pe limnimetrul Orșova.

În punctele numite Vlas și Vrani cursul se strangulează și mai mult din cauza pragurilor, făcând ca, în cazul marilor debite, să ia naștere un considerabil remuu. În aval de aci cursul se lărgeste brusc până la o lățime de 2.000 m, rezultând din această cauză scăderea nivelului apelor, fapt care a făcut ca din stâncă muiată dela Greben să se derocheze aprox. 150 m, pentru a lărgi secțiunea de scurgere, aducând-o la o lărgime de circa 600 m, iar pentru secțiunea aval, a cărei adâncime era mică, a trebuit construit un dig pentru micșorarea secțiunii și ridicarea apelor în dreptul insulelor Poreciki și Ostrov.

La Iuți, numele indică deja mișcarea apei, cursul este puternic barat, închizând trecerea ca un veritabil deversor, al cărui curent, mai ales la nivele mici, a fost micșorat printr'un dig.

La defileul Cazanele, de o frumusețe rară, pereții de stâncă, verticali până la 100 m, străjuesc cursul apei, care gătuie, atinge adâncimi până la 50 m. Influența remuului produs de îngustarea de aci, se face simțit până la Iuți.

Ultimul baraj natural este cel dela Porțile de Fier care întrece în mărime și frumusețe, pe toate celelalte. Stâncile sunt vizibile la suprafața apei chiar și în timpul debitelor mijlocii, pentru că pe timpul apelor mici ele să apară atât de dese că pe o mare parte din ele, un om poate sări de pe una pe alta. După ce apa străbate printre aceste stânci, cade în o mare adâncitură, ce se deschide imediat, în aval de barajul natural.

Vârtejurile produse de stânci și cădere, măresc frumusețea peisajului prin apa înspumată care scăpată prin atâtea încercări, își regăsește liniștea, reluând, dela Gura Văii, un curs lent.

Sfârșitul Cataractelor este anunțat de numeroasele insule ce apar la Gura Văii, după care Dunărea își lărgeste cursul, redevenind un fluviu de câmpie.

b) *Profilul în lungul Dunării.*

Incepând dela Moldova Veche și până la Porțile de Fier, Dunărea își coboară nivelul apei cu aprox. 28,00 m la apele mici și cu 27,20 m la apele mari. Această diferență de nivel este datorită coborîrii ce o are fundul său, lent sau sub formă de adevărate baraje, precum am văzut.

În planșa Nr. 6 se vede panta apelor care constituie în punctele Iuți și Porțile de Fier adevărate cascade.

În tabloul Nr. 10 am dat cotele în stațiile limnimetrice respective.

Aceste cote indică nivelul apelor la amplasamentul limnimetrelor respective, pentru diferite înălțimi măsurate pe limnimetrul Orșova.

Cotele sunt luate după d-l Prof. Dr. Ing. Gr. Vasilescu și după Ing. E. Grüber, fost șeful serviciului Cataractelor.

Examinând aceste cote constatăm că cele mai mari variațiuni de nivel au loc la Plavișevița, iar cele mai mici în amonte de Porțile de Fier. Explicația este următoarea: la Plavișevița viteza apei este mult scăzută din cauza remuului ce se produce din cauza gătuierii dela Cazane, pe când la Porțile de Fier viteza din amonte se mărește, formând curenți puternici.

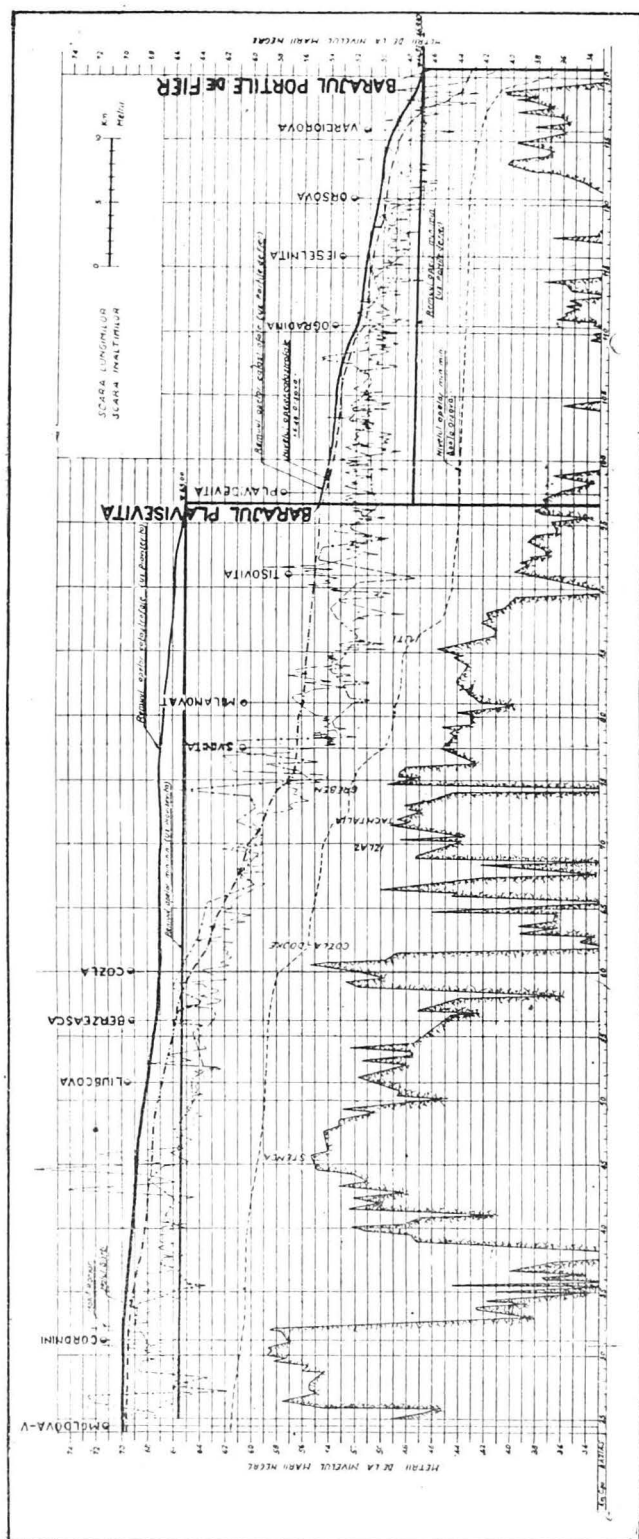
În general putem observa că există un regim torențial cu căderi brusce, în timpul apelor mici, mai ales la barajele naturale de stânci

TABLOUL Nr. 10

Nivelul limnim. la Orșova	Moldova Veche km dela Baziaș 24,170	Drencova km 57,370	Greben km 75,333	Svinița km 77,430
0,00	61,511	58,856	51,840	48,917
0,50	61,988	58,904	52,270	49,895
1,00	62,488	59,354	52,700	50,336
1,50	62,988	59,804	53,100	50,716
2,00	63,488	60,204	53,480	51,056
2,50	64,038	60,784	53,830	51,416
3,00	64,598	61,324	54,190	51,786
3,50	65,268	61,914	54,550	52,236
4,00	65,968	62,514	54,920	52,766
4,50	66,788	63,124	55,300	53,386
5,00	67,488	63,774	55,690	54,066
5,50	68,288	64,424	56,100	54,846
6,00	69,028	65,034	56,500	55,666
6,45	69,673	65,604	56,870	56,207
Variația niv.	8,162	7,018	5,030	7,290
Nivelul limnim. la Orșova	Iuți km dela Baziaș 86,775	Plavișevița km 98,850	Porțile de Fier amonte. km 128,88	P. de Fier aval. km 131,050
0,00	45,460	43,948	41,170	36,220
0,50	45,860	44,421	41,510	36,700
1,00	46,260	45,171	41,830	37,620
1,50	46,800	45,921	42,060	37,910
2,00	47,330	46,711	42,280	38,110
2,50	48,010	47,511	42,530	38,630
3,00	48,690	48,351	42,790	39,130
3,50	49,360	49,201	43,020	39,740
4,00	50,210	50,071	43,240	40,350
4,50	51,050	50,971	43,520	40,850
5,00	51,890	51,891	43,830	41,460
5,50	52,720	53,841	44,160	42,090
6,00	53,690	53,901	44,510	42,780
6,45	54,550	54,700	44,790	43,420
Variația niv.	9,090	10,752	3,620	7,200

dela Kozla-Dojke, între Islaz-Tachtalia-Greben, la Svinița, la Iuți și între Porțile de Fier-Gura Văii.

Pentru apele mari, căderea totală se repartizează dealungul sectorului atât din cauza depășirii cu mult în înălțime a pragurilor și stâncilor de fund cât și datorită influenței remuului, mai ales pentru punctul Iuți sub influența remuului produs de Cazane. Totuși, și la acest nivel al apelor, între Stânka și Svinița și la Porțile de Fier, se mai păstrează încă regimul torențial.



Un caz special îl formează defileul Cazanelor, în care cu toate că este excesiv de strâmt, nivelul apelor nu dă diferențe așa de mari, fiindcă datorită remuului produs de gâtuirea dela intrare și ridicării nivelului apelor la Plavișevița, apele își măresc considerabil viteza în defileu. La Coronini defileul produce la fel un remuu puternic a cărui influență se simte până la Moldova Veche.

Căderile mari formează două grupe, una între Coroninii și Iuți și cea de a doua între amonte Porțile de Fier și Gura Văii.

Problema pusă fiind ca pe lângă îmbunătățirea navigației să se facă și amenajarea integrală a căderilor de apă pentru producerea energiei electrice și, din considerațiunile ce se vor vedea, cu cât mai puține baraje, rezultă că cea mai bună soluție este aceea de-a stabili un baraj-uzină între Iuți și Plavișevița și altul la Porțile de Fier.

În tabloul Nr. 11 am dat diferențele de nivel ale apelor între Porțile de Fier și Moldova Veche, Porțile de Fier-Plavișevița și între Plavișevița-Moldova Veche, la diferite nivele măsurate pe scara Orșova. Întrucât ambele maluri dela Plavișevița-Moldova Veche păstrează, cu excepția punctului Milanovaț, caracterul unui defileu, este posibilă bararea apelor, până la o înălțime care să reprezinte toată diferența de nivel a apelor, între Moldova Veche și Plavișevița.

TABLOUL Nr. 11

Nivelul limnometric Orșova	Diferența de nivel în metri între:		
	Porțile de Fier (aval) Mold. Veche	Porțile de Fier (aval) Plavișevița	Plavișevița Mold. Veche
0,00	25,291	7,728	17,563
0,50	25,288	7,721	17,559
1,00	24,868	7,451	17,317
1,50	25,078	8,011	17,067
2,00	25,358	8,581	16,777
2,50	25,408	8,861	16,527
3,00	25,468	9,221	16,347
3,50	25,528	9,461	16,067
4,00	25,618	9,721	15,897
4,50	25,868	10,121	15,747
5,00	26,028	10,431	15,597
5,50	26,198	10,751	16,198
6,00	26,248	11,121	16,127
6,45	26,253	11,280	15,973

c) Regimul Ghețurilor.

Am văzut că bazinul de recepție al Dunării fiind un bazin de zonă temperată are, în timpul iernii, temperaturi ce ating 20—30 grade C.

La aceste temperaturi râurile din bazin îngheață la suprafață, fapt care face ca în perioade de desgheț, din primăvară, scurgerea ghețurilor

să fie considerabilă și aceasta cu atât mai mult cu cât desghețul este mai brusc.

Scurgerea acestor mari cantități de gheață, constituie una din cele mai grele probleme de rezolvat, în cazul construirii unui baraj-uzină, din cauza pericolului blocării cursului fluviului.

Pericolul este mărit de marile cantități de gheață ce aduc râurile Sava, Drava și Tisa, ale căror confluente cu Dunărea sunt apropiate între ele și la o mică distanță de intrarea în sectorul cataractelor. În defileele Coronini și Cazane, în care secțiunea de scurgere se micșorează, viteza apei în amonte de ele fiind mică din cauza remuurilor, la viituri mari de ghețuri, acestea se îngrămădesc, se sudează între ele, formând un baraj la suprafața apei.

Apele continuând să se scurgă pe dedesubt și gheața oprindu-se în acești « zăpori » ia naștere o subpresiune care tinde să ridice stratul de gheață format, până la ruperea acestuia, care odată rupt dă posibilitatea acestor mari cantități de gheață strânse, să pornească la vale. Acești « zăpori » formați din suprapunerea ghețurilor, se ridică dela suprafața apei până la înălțimi de câțiva metri, formând adevărate « iceberguri » ce plutesc pe fluviu când barajul s'a rupt.

Din cauza acestor baraje de gheață, care îngustează mult secțiunea de scurgere a apei, nivelul din amonte de ele se ridică, iar cel din aval se micșorează mult, putând aduce eșuarea vaselor ce se găsesec în locurile de mică adâncime.

Astfel la 9 Ianuarie 1893 prin formarea unui astfel de zăpor în Cazane apele au scăzut până la cota de — 0,52 m după limnimetrul Orșova, făcând ca un mare număr de vase care se aflau în portul Turnu-Severin să eșueze. Pagubele au fost provocate și de faptul că această scădere de nivel s'a produs în timpul nopții.

Dacă coincidența face ca odată cu ruperea și curgerea gheții să se producă și topiri brusce ale zăpezii căzute în bazinul de recepție, în special în cele ale râurilor Sava, Drava și Tisa, pe lângă pericolul zăporilor apare și cel al inundațiilor.

În cazul executării unui baraj-uzină, apare evident că măsurile ce trebuiesc luate vor fi de natură a asigura scurgerea întregii cantități de gheață prin baraj, a evita formarea zăporilor prin spargerea lor de către vase speciale sau cu ajutorul explozivilor.

Considerațiunile de mai sus s'au făcut având în vedere observațiunile făcute în situația actuală a fluviului nebarat, situație care este cu totul diferită de aceea a fluviului barat cu un baraj-uzină, de aceea se impune examinarea atentă a acestui caz care va fi cel real.

În general prin bararea fluviului, în oricare punct, datorită faptului că nivelul apei se ridică, secțiunea de scurgere a apei se mărește, rezultând o considerabilă scădere a vitezei de curgere. Această scădere de viteză se accentuează pe măsură ce ne apropiem de baraj, în special la suprafață, întrucât apa care trece prin turbine este luată dela un nivel inferior. În apropierea barajului viteza apei la suprafață este nulă, la debite mici, când întreaga cantitate trece prin turbine.

Acest fenomen are ca urmare o considerabilă îngrămădire de ghețuri, pe măsură ce viteza apei scade, îngrămădire ce ar putea conduce la sudarea între ele a blocurilor de gheață. Natural că odată cu începerea scurgerii ghețurilor, se micșorează debitul de apă trecut prin turbine, lăsând, ca o parte să deverseze pentru a putea trece ghețurile, debit care se va mări cât va fi nevoie, mai ales în cazul apelor mici.

Problema cea mai grea care se pune este aceea a coincidenței unui desgheț general, cu topiri brusce de zăpadă sau chiar cu ploi, adică am avea mari viituri de gheață în același timp cu un debit catastrofal.

Trebue să considerăm și acest caz, cu toate că, în general, după cele observate în ultimii 60 ani, debitele maxime, sunt decalate față de scurgerile de ghețuri, iar debitele catastrofale au loc mai târziu în primăvară. Am văzut că debitul max. max. de 17.120 mc/sec a avut loc în luna Aprilie.

Toate aceste considerațiuni se vor avea în vedere, precum se va vedea mai târziu, la proiectarea barajelor-uzină.

Opririle cele mai dese de ghețuri se observă a avea loc între Baziaș-Moldova Veche și între Iuți-Cazane, datorită scăderii vitezei de curgere a apei, din cauza defileelor Coronini și Cazane.

Cele mai mari scurgeri de ghețuri, cu opriri formând zăpori, au fost observate în ultimii 30 ani în iernile: 1904—1905, 1908—1909, 1913—1914, 1923—1924, și 1928—1929; iar cele mai mici scurgeri și fără opriri, au avut loc în iernile: 1901—1902, 1909—1910, 1915—1916, 1920—21, 1922—1923, 1924—1925, 1929—1930 și 1930—1931.

În ceea ce privește debitul solid, în afară de ghețuri, apele nu vin prea încărcate, întrucât dela ultimele confluențe și până în Cataracte, din cauza vitezei mici, se fac depuneri și apa sosește în sector curată. Fac excepție cazurile debitelor mari când apa circulând cu o viteză mai mare, nu se mai pot face complet depunerile încât debitul solid are oarecare importanță. Pentru amenajarea Cataractelor cu ecluze și baraje-uzină, chestiunea debitului solid nu prezintă niciun inconvenient.

DETERMINAREA PUTERII DE INSTALAT ȘI A ENERGIEI PRODUSE

Am văzut în studiul hidografiei Dunării, privind bazinul de recepție, dela izvor până la Orșova, că debitele observate, în ultimii 60 ani, au fost cuprinse între 1670 mc/sec și 17.120 mc/sec. Din frecvența debitelor, în aceeași perioadă de timp, se constată că debitele suprinse între 3.500—5.500 mc/sec au avut loc în peste 3.000 de zile.

Pe curba de durată medie a debitelor, în cursul unui an, se vede că debitul de 5.000 mc/sec este asigurat aprox. 220 zile din an.

Calculule de rentabilitate, pentru debitul instalat, conduc că debitul în jurul a 5.000 mc/sec este cel mai satisfăcător. Pentru un fluviu de mărimea Dunării, amenajările făcându-se fără acumulare de apă, rezultă că vor fi perioade când puterea dată de uzine va fi mai mică pentru debitele mici, ceea ce conduce la următoarea alternativă:

1. Instalarea pentru un debit mai mare acoperind diferențele de către o uzină termică.

2. Instalarea unui debit mic asigurând o putere constantă produsă de uzină.

Având în vedere importanța lucrărilor de amenajare ce trebuiesc făcute și diferența considerabilă de energie ce rezultă în plus, singura soluție de adoptat este aceea a instalării pentru un debit în jurul a 5.000 mc/sec, urmând ca la debite mici diferența să fie acoperită de o centrală termică care să utilizeze cărbuni ieftini și instalată în imediată apropiere a minei de cărbuni.

Căderea de apă dealungul întregului sector, dela Moldova Veche la Gura Văii, este de aprox. 28,00 m care va trebui utilizată cât mai mult posibil. Navigația se cere a fi îmbunătățită dealungul întregului sector.

Am văzut condițiunile grele în care se face navigația între Iuți și Drencova. Pentru a face să dispară toate aceste inconveniente sunt de părere că un baraj în aval de Iuți și amonte de Plavișevița, a cărui cotă de reținere să fie la 65 m, dela nivelul mării, al cărui remuu să nu întreacă la Moldova Veche remuul apelor la debite maxime.

În discuția ce va urma, a proiectelor anterioare, se vor vedea motivele întemeiate.

O a doua reținere ar urma să se facă la Porțile de Fier, cu reținerea la cota 46,93 m dela nivelul mării.

Cu aceste două rețineri, navigația va fi integral satisfăcută între Porțile de Fier și Moldova Veche.

Căderile ce rezultă pentru cotele de reținere indicate, la nivelul 2,80 m, pe scara Orșova, sunt: de 17,00 m la reținerea dintre Plavișevița și Iuți și de 8,00 m la reținerea dela Porțile de Fier.

Pentru aceste căderi și nivel al apelor de 2,80 m pe scara Orșova, debitul este de 5.000 mc/sec, debit care va fi chiar debitul instalat. Puterea obținută din aceste căderi va fi;

$$P = \frac{1000 \cdot Q \cdot H \cdot \eta}{1,36 \cdot 75}, \text{ în kW.}$$

Cercetând diagramele randamentelor pentru turbinele executate în ultimul timp ca și pentru alternatorii mari, am constatat că se poate considera pentru turbine un rand. de 0,85, iar pentru alternatori 0,96, conducând la un randament global pentru agregatul turbină-alternator de 0,816. Am luat rand. global de 0,80, ceea ce înseamnă că puterea produsă este:

$$P = 7,84 \cdot Q \cdot H \text{ în kW pentru } Q \text{ în mc/sec și } H \text{ în metri.}$$

Pentru reținerea din amonte Plavișevița puterea este:

$$P_{Plav.} = 7,84 \cdot 5000 \cdot 17 = 665.000 \text{ kW; având } Q = 5.000 \text{ mc/sec, } H = 17 \text{ m.}$$

Pentru reținerea dela Porțile de Fier:

$$P_{P. de F.} = 7,84 \cdot 5000 \cdot 8 = 314000 \text{ kW } Q = 5000 \text{ mc/sec, } H = 8 \text{ m.}$$

Puterea totală ce se obține din cele două rețineri este:

$$P_{total} = 665000 + 314000 = 979000 \text{ kW.}$$

Această putere totală amenajată se apropie mult de puterea totală a căderii de apă, dealungul întregului sector, pentru debitul instalat de 5000 mc/sec.

Având în vedere că amenajarea se face prin bararea întregului curs al fluviului și nu prin derivare, nu se mai pune problema debitului necesar scurgeri flotanților, al aluviunilor și pentru asigurarea navigației. Un caz special îl constituie acela al scurgerii ghețurilor, caz care se va avea în vedere la proiectarea barajului.

Energia furnizată în timp de un an, lucrând la plină sarcină, adică cu un debit de 5000 mc/sec, de timp 220 de zile pe an, cum rezultă din curba de durată medie a debitelor și restul de 145 zile lucrând cu o putere redusă liniar, presupunând că debitele descresc liniar, între 5000—2000 mc/sec. Cu această presupunere că debitele descresc liniar am făcut o aproximare în minus.

Timpul cât va lucra la plină sarcină este: $220.24 = 5280$ ore.

Timpul cât va lucra cu sarcină redusă este: $145.24 = 3460$ ore.

Energia produsă de căderea Plavișevița va fi:

Lucrând la plină sarcină 3.520.000.000 kWo, iar la sarcină redusă este 1.640.000.000 kWo.

Energia totală obținută astfel la Plavișevița:

$$W_1 = 3.520.000.000 + 1.640.000.000 = 5.160.000.000 \text{ kWo.}$$

Energia produsă la Porțile de Fier va fi:

Energia produsă lucrând la plină sarcină 1.660.000.000 kWo.

Energia produsă la sarcină redusă 573.000.000 kWo.

Energia totală produsă $1.660.000.000 + 573.000.000 = 2.233.000.000$ kWo.

Energia totală produsă de ambele căderi în timp de un an va fi:

$$W = 5.160.000.000 + 2.233.000.000 = 7.393.000.000 \text{ kWo.}$$

Această energie a fost calculată în ipoteza că debitul minim este de 1.800 mc/sec. În tablourile Nr. 12 și Nr. 13 s'a trecut variația puterii, a debitului și a căderii pentru diferite nivele cuprinse între 0,00 și 6,45 m pe limnimetri Orșova.

Pe planșa Nr. 14 se vede grafic variația acestor mărimi.

Care vor fi amenajările necesare producerii acestei considerabile energii și care va fi utilizarea ei se va vedea în cele ce urmează. Se ajunge astfel la utilizarea energiei maxime ce poate fi amenajată în acest sector, prin o soluție care cred că este cea mai simplă.

AMENAJAREA HIDROELECTRICĂ ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA NAVIGAȚIEI
ÎN SECTORUL CATARACTELORA) *Proiecte anterioare.*

În ultimele decenii s'au publicat o serie de lucrări, unele privind numai îmbunătățirea navigației în Cataracte și altele dând soluții care pe lângă îmbunătățirea navigației să dea posibilitatea recuperării energiei provenită din căderile de apă, din lungul sectorului.

a) *Proiecte străine.* Printre străinii cari s'au ocupat cu problema amenajării căderilor de apă ale Dunării, semnalăm lucrarea lui *Bella de Gonda*, publicată la Paris în anul 1892, sub titlul: « La régularisation des Portes de Fer et des autres Cataractes du Bas-Danube ».

În această lucrare se arată situația de atunci a navigației în Cataracte și îmbunătățirile ce s'ar mai putea face. Accentul cade însă numai pe amenajări din punctul de vedere al navigației.

Profesorul *Smrček* a studiat chestiunea amenajării hidroelectrice a căderii de apă din acest sector. Pentru căderea dela Porțile de Fier a propus ca barajul să se facă în amonte de pragul stâncos, începând dela malul românesc și până la digul din partea stângă a canalului derocat al Porților de Fier, iar amplasamentul uzinei în aval de acesta la circa 1.000 m, în apropierea orașului Sip, creând un canal de alimentare pentru uzină, între malul drept și digul canalului.

Proiectul prevede ca adăpost al uzinei, contra ghețurilor, diguri în arc care să le dirijeze către mijlocul fluviului. Lângă malul românesc sunt prevăzute ecluzele la care accesul se face prin un canal ce le leagă cu canalul mic al Porților de Fier, executat prin derocare.

Această proiectare caută să mențină frumusețea naturală a roiiurilor de stânci din acest punct, ce apar la nivelul apelor mici.

b) *Proiecte românești.* Amenajarea hidroelectrică a căderilor de apă ale Dunării și îmbunătățirea navigației au început a fi studiate abia după războiul mondial, având în vedere că sectorul cataractelor era sub ocupația imperiului Austro-Ungar. Am arătat în capitolele precedente, lucrările de canalizare făcute de Unguri, cum și studiile hidrografice făcute, lucrări și studii care au avut ca obiect, exclusiv, îmbunătățirea navigației.

La noi s'au publicat o serie de articole și lucrări, după 1920, în legătură cu această problemă, din care majoritatea au rămas numai la considerațiuni teoretice. Lucrările care au trecut la studierea executării practice, ținând seama de particularitățile sectorului, sunt acelea publicate de d-nii: Prof. *Gr. Vasilescu* și Prof. *D. Pavel*. E adevărat că aceste lucrări au fost, în cea mai mare parte studiate împreună de d-lor, însă publicațiile s'au făcut separat. Studiile făcute de autorii suscitați, au fost făcute cu finanțarea Soc. « Electrica ».

1. *Proiectul d-lui Prof. Gr. Vasilescu.* D-sa a proiectat, căutând să rezolve problema navigației și producerii energiei dată de căderile de apă din sector, propunând două soluțiuni.

Soluțiunea I-a: Canalizarea sectorului cu ajutorul a trei baraje-uzină distribuite astfel:

- Barajul Porțile de Fier cu reținerea la cota 48,00 m (km 130,55).
 - Barajul Iuți (km 86,500) cu reținerea la cota 57,80 m.
 - Barajul Tachtalia (km 70,97) reținerea la cota 64,00 m.
- Soluțiunea II-a: Canalizarea sectorului prin două baraje:
- Barajul Porțile de Fier (km 130,55) cu reținerea la 48,00 m.
 - Barajul Greben (74,91 km) cu reținerea la cota 62,50 m.

Fiecare din aceste baraje cuprinde: un baraj-uzină, un baraj cu vane cilindrice și câte două ecluze.

Barajul Porțile de Fier a fost proiectat în două variante, ambele cu aceeași cotă de reținere.

Varianta I-a se apropie de aceea a Prof. *Smrček*, căutând să pună uzina cât mai la adăpost de ghețuri și păstrând frumusețea naturală a roaiurilor de stânci ce apar în timpul apelor mici. Barajul ce cuprinde uzina se află în întregime pe partea sârbă, iar ecluzele pe partea românească cu derocarea unui canal care să le lege cu canalul mic al Porților de Fier. Legătura dintre barajul cu vane cilindrice și barajul-uzină este făcută prin supraînălțarea digului din partea stângă al canalului Porților de Fier.

Varianta II-a împarte barajul uzină în două părți egale: una românească și alta sârbă, cu câte o ecluză de fiecare parte, având barajul cu vane cilindrice între ele închizând întreaga porțiune de mijloc a cursului fluviului. Cele două uzine sunt înclinate față de direcția axei fluviului pentru a permite dirijarea ghețurilor spre golurile născute prin ridicarea sau coborîrea sub nivelul de reținere, a vanelor cilindrice.

Amplasamentul acestui baraj este ales în aval de roiul de stânci care formează pragul. Barajul are în total 11 vane cilindrice, din care 9 sunt în porțiunea din mijloc și câte una la malurile respective.

Lungimea fiecărei uzine este de 240 m. În ambele variante s'a prevăzut și o trecere pentru cale ferată dublă precum și o șosea.

Reținerea la cota de 48,00 m dă pentru nivelul din aval respectiv 36,62 m și 43,80 m căderi de 11,38 m și 4,32 m. Capacitatea de evacuare e socotită la 38.000 mc/sec. Puterea maximă ce poate fi obținută este de 461.487 CP. produsă de 16 turbine Kaplan de 30.000 CP fiecare.

Barajul Iuți este proiectat cu două ecluze laterale, uzina având amplasamentul în mijlocul fluviului cu o înclinare față de axa lui longitudinală, pentru a ușura scurgerea ghețurilor, fiind sprijinită pe baraje cu vane cilindrice, la cele două capete. Pe partea românească barajul are 5 vane cilindrice, iar pe cea sârbă 8. Puterea maximă ce se poate obține, este de 349.800 CP utilizând debitul de 4655 mc/sec.

Puterea instalată este de 400.000 CP fiind produsă de 20 turbine cu elice de câte 20.000 CP fiecare.

Barajul Tachtalia. Acest baraj este prevăzut a fi format din două ecluze laterale și două baraje uzină, egale, având amplasamentul în mijlocul cursului fluviului, mult înclinate față de axa sa, fiind legate prin baraje cu vane cilindrice. Astfel de ecluza dinspre malul românesc, se leagă printr'un baraj cu două vane cilindrice, între cele două uzine un baraj cu 6 vane și spre malul sârb un baraj cu 4 vane. Proiectul nu mai utilizează canalul navigabil actual.

Căderea variază între 6,137 m și 3,932 m, utilizând un debit de 4.655 mc/sec, putându-se obține o putere maximă de 236.000 CP. Puterea instalată este de 280.000 CP fiind produsă de 28 turbine Kaplan de câte 10.000 CP fiecare. Prin toate vanele cilindrice se asigură scurgerea unui debit de 30.000 mc/sec.

Barajul Greben. Amplasamentul acestui baraj este fixat în aval de stânca Greben având ambele ecluze lângă malul românesc, la mijloc barajul cu vane cilindrice, iar barajul-uzină lângă malul sârb având o așezare adăpostită de curenți de către colțul înaintat al stâncii. Și aci amenajarea nu se servește de canalul navigabil actual, preferând a face derocări.

Căderea realizată variază între 10,467 m și 5,481 m, utilizând un debit de 4.655 mc/sec, producându-se o putere maximă de 419.854 CP.

Puterea instalată este de 450.000 CP, fiind produsă de 15 turbine Kaplan de 30.000 CP fiecare.

Toate aceste baraje proiectate arătate aci sunt prevăzute a se construi din pile de beton distanțate la 50 m, între care se află vana cilindrică cu un diametru de 10 m și cu un sector care asigură o reținere de 13 m și putându-se coborî cu 2,50 m sub nivelul reținerii.

Vanele sunt din oțel construite cu grinzi în zăbrele.

Lucrările și amenajările proiectate, enumerate până aci, au fost publicate în colecția I.R.E. Nr. 30 cu titlul: « Canalisation du Secteur des Cataractes du Bas-Danube » II (Barrages-écluses-usines hydro-électriques).

2. *Proiectul d-lui Prof. Dr. Ing. Dorin Pavel.* D-l Prof. D. Pavel a proiectat amenajarea sectorului Cataractelor pentru îmbunătățirea navigației și utilizării energiei hidraulice. Caracteristicile amenajărilor au fost publicate în colecția I.R.E. Nr. 58 sub titlul:

« Plan général d'aménagement des forces hydrauliques en Roumanie », proiectând pentru sectorul Cataractelor trei baraje-uzină numerotate cu Nr. 565, 566, 567, având amplasamentele fixate în punctele: Porțile de Fier, Islaz, și Iuți.

Uzina Porțile de Fier cu o putere instalată de 330.000 kW, are o cădere care variază între 6,60—8,80 m și furnizând o energie de 2.600 milioane kWo.

Uzina Iuți cu o putere instalată de 300.000 kW, utilizând o cădere ce variază între 5,30—9,10 m și producând o energie de 2.350 mil. kWo. Căderea socotită la 0,00 și 6,45 m pe limnimetrul Orșova.

Uzina Islaz cu o putere instalată de 240.000 kW, utilizând o cădere de 5,70—6,30 m și producând o energie de 1.880 mil. kWo. Debitul instalat fiind de 5.000 mc/sec.

B) *Prezentarea sumară a proiectului de față.*

Pentru a putea face o paralelă între proiectele anterioare și cel de față, voi face o prezentare sumară a sa, urmând ca la tratarea detaliată a dispozitivului adoptat, care va urma imediat, să se dea toate amănuntele. Din examinarea sumară a proiectelor anterioare rezultă că nu s'a reușit să se îndeplinească condițiunile optime, pentru amenajarea completă a sectorului Cataractelor.

Pentru a îmbunătăți integral navigația în sectorul Cataractelor și pentru a putea utiliza integral căderea de apă, între Moldova Veche și Porțile de Fier, am proiectat bararea Dunării prin două baraje-uzină: Barajul-uzină Plavișevița și Barajul-uzină Porțile de Fier.

Barajul-uzină Plavișevița are amplasamentul fixat la 1,800 km în amonte de comuna Plavișevița. Barajul se compune din două ecluze, câte una lângă fiecare mal al fluviului, un baraj deversor cu vane cilindrice ce închide mijlocul cursului apei, ale cărui extremități se sprijină pe masivele uzinelor, astfel că fiecare uzină se sprijină cu un cap pe barajul deversor și cu celălalt pe ecluza malului respectiv.

Între malul propriu zis și ecluze se mai află de fiecare parte câte trei vane cilindrice. Masivele care formează uzinele sunt mult înclinate față de axa fluviului pentru a se asigura scurgerea ghețurilor. Cota de reținere a apei este la 65,00 m dela nivelul mării, asigurând o cădere medie de 17,00 m la un debit corespunzător de 5.000 mc/sec pentru un nivel limnimeric de 2,80 m la Orșova.

Barajul este de tipul barajelor în arc, din beton, având o deschidere între axele contraforților de 30,00 m pentru partea cu uzina și de 42,00 m pentru partea cu vane cilindrice.

Vanele cilindrice au un diametru de 5,500 m, fiind prevăzute cu un sector asigurând o reținere de 7,00 m și a căror lungime este de 34,00 m. S'au prevăzut două uzine distincte, una românească și alta sârbească având o construcție și o orientare identică.

Numărul total al vanelor cilindrice este de 18, din care 12 sunt în mijlocul fluviului, lăsând pentru scurgere o secțiune lată de 612 m.

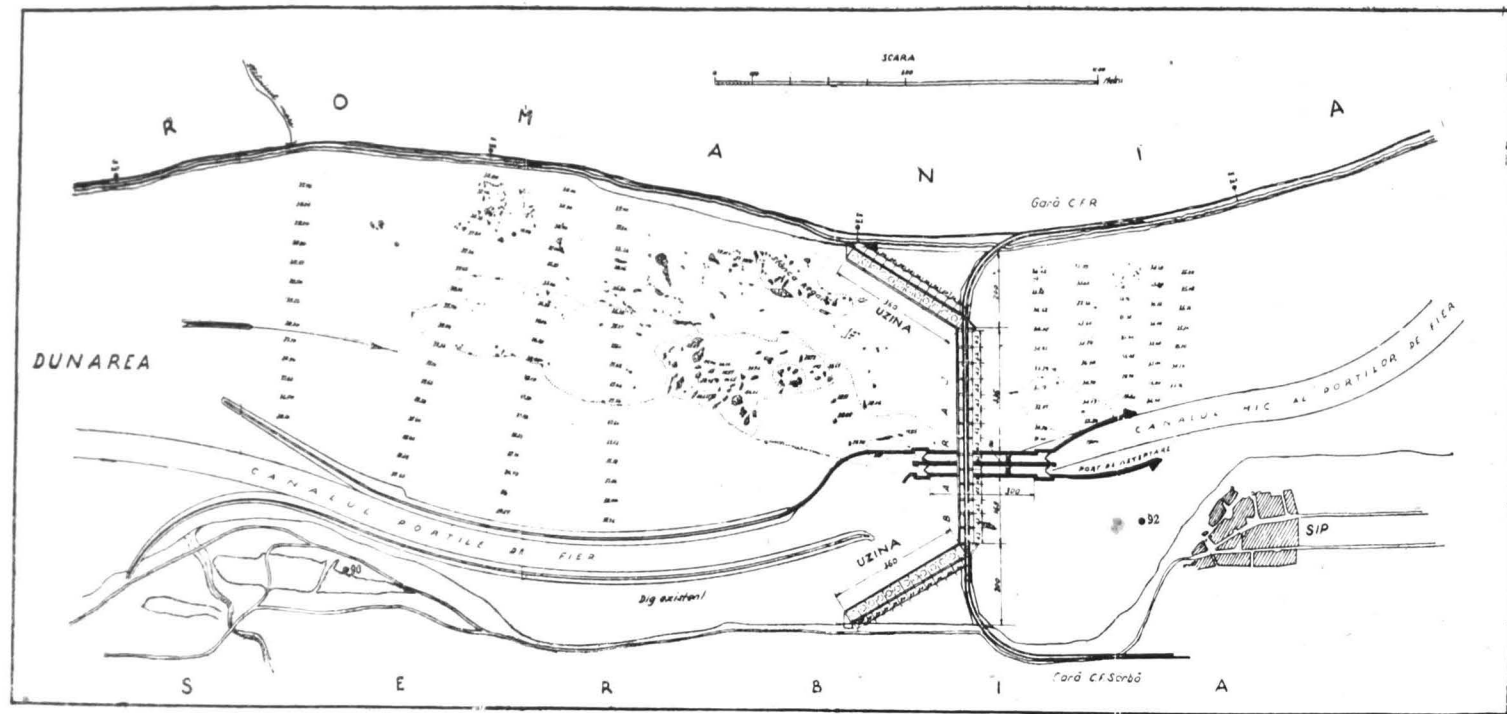
Puterea maximă ce poate fi produsă este de 665.000 kW. Puterea instalată este de 700.000 kW fiind dată de 28 turbine de 25.000 kW fiecare din care 14 turbine Kaplan și 14 cu elice, montate câte 7 din fiecare tip în o uzină.

Ecluzele sunt prevăzute a asigura navigația și în ipoteza că apa nu ar mai fi reținută. În acest scop s'a prevăzut 36 vane fluture în barajul deversor, câte două de fiecare panou, care vor asigura scurgerea apei la debite mici, dând posibilitatea opririi totale a uzinei, pentru o eventuală revizie periodică generală. Debitul instalat 5.000 mc/sec.

Planul de situație al barajului-uzină Plavișevița în Planșa Nr. 8.

Barajul-uzină Porțile de Fier. La Porțile de Fier am proiectat un baraj-uzină, imediat în aval de roiul de stânci, al pragului, aproximativ cu același amplasament ca al variantei a II-a a d-lui Prof. Dr. Ing. Gr. Vasilescu și cu acela al barajului proiectat de d-l Prof. Dr. Ing. D. Pavel. Barajul se compune din următoarele părți: două uzine pornind fiecare dela unul din maluri, între care se află barajul deversor cu vane cilindrice. Ecluzele au fost fixate în dreptul canalului existent al Porților de Fier, evitând derocări suplimentare și asigurând navigația chiar și în ipoteza că s'ar da drumul reținerii de apă.

Cota reținerii este de 46,93 m, dela nivelul Mării Negre, obținându-se o cădere medie de 8,00 m la o înălțime limnimerică de 2,80 m la Orșova, corespunzând unui debit de 5.000 mc/sec.



Planșa 9. — Barajul-Uzină Porțile de Fier. Plan de situație

Barajul proiectat este de tipul monolit, din beton, în care se află îngropată cea mai mare parte a uzinei.

Puterea maximă ce se obține este de 314.000 kW, iar puterea instalată este de 360.000 kW, fiind produsă de 24 turbine de 15.000 kW fiecare din care 12 turbine Kaplan și 12 cu elice, câte 6 din fiecare tip de fiecare uzină.

În barajul-uzină, în panoul fiecărei turbine s'au prevăzut câte două vane fluturi, în total 48 vane fluturi, servind atât la asigurarea scurgerii surplusului de debit, fără a ne servi de vanele cilindrice, cât și de a permite scurgerea apei la o eventuală oprire generală a uzinei, pentru revizii periodice generale, în timpul debitelor mici.

Planul de situație al amplasamentului acestui baraj este dat în Planșa Nr. 9.

La prezentarea fiecărui baraj-uzină în detaliu, ce va urma, se vor vedea toate considerațiile care au determinat anumite dispozițiuni adoptate. În plus la Plavișevița barajul asigură și o trecere de șosea, iar la Porțile de Fier se asigură trecerea pentru o cale ferată dublă și pentru o autostradă.

Cu această prezentare sumară, a proiectului propus, pot să fac o paralelă între el și cele anterioare.

C) *Paralelă între proiectele anterioare și proiectul de față.*

Înainte de a face o paralelă între proiectele anterioare și cel de față, să vedem care sunt punctele principale care trebuiesc avute în vedere, la proiectarea, în condițiuni optime, a amenajării Cataractelor Dunării din punctul de vedere al navigației și al producerii energiei electrice. Aceste condițiuni sunt:

1. A se asigura navigația, atât în cursul zilei cât și al nopții, în cele mai bune condițiuni, cu cât mai puțină pierdere de timp, fără riscuri și cu convoiuri de șleberi cât mai mari, remorcate de remorchere care să nu aibă o putere exagerată.

2. A utiliza integral căderile de apă ale Dunării în acest sector, asigurând în același timp navigația.

3. A se realiza cele spuse la punctele 1 și 2 cu un număr minim de baraje, dată fiind greutatea execuției fundației unui baraj pentru un fluviu de mărimea Dunării și fără posibilitatea derivării cursului său.

Acel număr minim de baraje va trebui să asigure utilizarea maximă a căderilor de apă.

4. A se proiecta barajele în așa fel ca să asigure atât scurgerea de ghețuri cât și scurgerea unui debit catastrofal presupus cu mult mai mare decât cel observat în ultimii 60 ani.

5. A avea posibilitatea utilizării succesive a diferitelor părți componente ale barării, pentru a nu coborî nivelul reținerii, lucrând cu putere redusă, mai ales atunci când sunt debite mari care totuși nu pot fi socotite debite catastrofale, adică de 10.000—15.000 mc/sec.

Vom face paralela, în special privind proiectele d-lor Prof. Dr. Ing. Gr. Vasilescu și Prof. Dr. Ing. D. Pavel, arătând întrucât satisfac fiecare din condițiunile stabilite mai sus.

Soluțiile date de d-lor, cu trei baraje, înseamnă pierdere de timp mare cu trecerea vaselor prin ecluze, atât la ducere cât și la întoarcere. Înseamnă de asemenea, condițiunea 3, că trebuiesc trei fundații pentru baraje. La toate barajele proiectate prin coborîrea vanelor cilindrice se va micșora și nivelul reținerii. În cazul soluției II a d-lui Prof. Dr. Ing. Gr. Vasilescu, care prevede două baraje, unul la Porțile de Fier și unul la Greben, observăm că navigația nu este complet îmbunătățită, întrucât punctul Iuți cu toate caracteristicile sale, arătate mai înainte, le păstrează pentru navigație complet. Acest punct ar rămâne încă un punct nevralgic pentru mișcarea vaselor pe fluviu. Îmbunătățirea prin derocare ar însemna scoaterea unei cantități considerabile de stâncă.

În plus prin proiectarea unui baraj la Tachtalia și la Greben de d-l Prof. Gr. Vasilescu și la Islaz de către d-l Prof. D. Pavel, se observă ușor că influența remuului se face mai mult simțită spre Moldova Veche, în special pentru barajul Tachtalia cu reținerea la cota 64,00 m.

Pentru Porțile de Fier d-l Prof. Dr. Ing. Gr. Vasilescu, în cele două variante, conduce, în prima, similară cu a Prof. Smrček, la lucrări prea mari și cu amplasamentul ecluzelor ales pe malul românesc, ceea ce necesită alte derocări, iar uzina o așează numai pe malul sârb, pe când în cea de a doua variantă, cu toate că împarte uzina în două, totuși nu se servește de canalul existent, preferând încă să facă derocări importante și așezând ecluzele tot lângă malul românesc.

În proiectul d-lui Prof. D. Pavel, ecluzele utilizează canalul navigabil existent, însă uzina este trecută în întregime într-o singură parte.

În proiectul pe care îl prezint am căutat să țin seama de toate condițiunile enunțate mai sus. Am prevăzut minimul posibil de ecluze, deci timpul minim pentru trecerea vaselor, realizând, în plus, între Moldova Veche și Plavișevița, prin aducerea apei la același nivel, o mare viteză de deplasare a convoaielor de vase.

Am avut în vedere utilizarea integrală a căderii de apă din tot sectorul, obținând o putere maximă.

Astfel proiectul Gr. Vasilescu, soluția cu trei baraje, e amenajat în vederea obținerii unei puteri maxime de 788.000 kW, cu o cădere medie de 21,50 m, pe când în soluția cu două baraje, puterea maximă obținută este de 650.000 kW la o cădere medie de 17,76 m.

În proiectul D. Pavel, se prevăd tot trei baraje, e amenajat în vederea obținerii unei puteri maxime de 870.000 kW la o cădere medie de 20,25 m. Căderea medie fiind suma căderilor medii dela fiecare baraj, pentru care s'au obținut puterile maxime respective.

Amenajarea proiectată și prezentată aci, realizează o putere maximă de 979.000 kW, la o cădere medie de 25,00 m numai cu două baraje.

Am ales amplasamentul unui baraj în amonte Plavișevița, având în vedere și ușurința de execuție a lucrărilor, uniformitatea fundului apei și o mai ușoară posibilitate de transportat materialele.

Prin această barare toate pragurile din amonte sunt mult sub apă; iar influența remuului dela cota de reținere 65,00 m nu este mai mare ca a aceluia produs de bararea dela Tachtalia cu reținerea la cota 64,00 m, spre Moldova Veche.

Desigur că, în cazul acestui baraj, pot fi reproșate două lucruri. Ce se face cu comuna Milanovaț care se va găsi sub nivelul apelor și ce se va face cu șoseaua care merge spre Moldova Veche, pe malul românesc.

În chestiunea comunei Milanovaț răspund că chiar în ipoteza barării în punctul Iuți, fără de care navigația nu ar fi îmbunătățită, acest orașel tot se va găsi sub nivelul apelor. Soluția nu este alta decât un dig. de apărare dig care eventual nu va fi neapărată nevoie să se întindă decât pe o oarecare rază în jurul lui.

În chestiunea șoselei de pe malul românesc, soluția este ridicarea ei cu circa 10,00 m, pe coasta muntelui, ridicare ce se micșorează spre amonte până la anulare. Părțile în care stânca este prea abruptă pot fi amenajate cu șosea în consolă. Pe șoseaua Atena-Corint, pe care am avut ocazia să merg, am văzut ce lucrări frumoase se pot face, cu trecerea unei șosele, între un perete de stâncă și țărmul mării.

Portul Drencova ar urma să fie îndiguit și debarcaderul ridicat cu câțiva metri, precum se va vedea.

O deosebire esențială, între proiectul de față și proiectele anterioare o constituie prevederea unor vane flutur de fund, care vor avea un mare rol regulator al debitului, fără deversare și vor asigura scurgerea apei în cazul coborîrii temporare a reținerii.

Acestea s'au prevăzut pentru ambele baraje proiectate, întrucât barajele deversor cu vane cilindrice, sunt prevăzute a avea o anumită înălțime din reținere constituită din masivul barajului, apoi de aci în sus reținerea e asigurată de vana cilindrică cu sector.

Desigur că această adoptare de dispoziție cu vanele ridicate de la fund, ar putea fi considerată, la prima vedere ca un punct slab al proiectului.

În primul rând proiectarea în acest fel a barajelor deversoare cu vane cilindrice asigură complet scurgerea debitelor catastrofale și rezolvă problema scurgerii ghețurilor.

În al doilea rând, diametrul și lungimea barajelor cilindrice nu pot trece de o anumită limită, pentru că presiunile în punctele de sprijin și momentul încovoietor, la care ar fi supus, sunt considerabile, conducând, în cazul presiunilor la manevrări extrem de grele ale vanelor, iar în cazul momentelor, dimensionarea, va conduce la o greutate rezultantă a vanei cilindrice prea mare.

Proiectele autorilor sus citați, înălțimea de reținere a vanei cilindrice cu sectorul său este de 13,00 m.

Am limitat, având în vedere considerațiunile de mai sus, înălțimea de reținere a vanei cilindrice cu sectorul său la 7,00 m, suficientă atât pentru a asigura scurgerea debitului cât și pe aceea a gheței.

Nu trebuie scăpat din vedere, în cazul debitelor catastrofale, ajutorul dat de vanele flutur de fund și rolul lor la debite mici. Pentru a ne da seama de diferențele considerabile de eforturi la care sunt supuse cele două vane cilindrice să vedem care sunt presiunile și momentele încovoietoare în aceste două cazuri:

Vana cilindrică *Gr. Vasilescu-D. Pavel* reține 13 m, având o lungime de 50,00 m.

Vana cilindrică în proiectul de față reține 7,00 m și are o lungime de 34,00 m. Avem:

$p = 500 H^2$ în kg/m de lungime de cilindru, H în metri,

$P = p L$ în kg; L fiind lung. vanei în metri,

$M = 1/8 p \cdot L^2$ în kgm.

Notând cu indicele 1 mărimile pentru primul caz și cu 2 pentru cel de al doilea, valorile ce se obțin sunt:

$p_1 = 85.000$ kg/m; $p_2 = 24.500$ kg/m,

$P_1 = 4.250.000$ kg; $P_2 = 835.000$ kg,

$M_1 = 26.550.000$ kg/m; $M_2 = 3.550.000$ kg/m.

Am redus prin aceasta reacțiunile date pe pilă de mărimea cărora depinde manevrabilitatea vanelor.

Acestea sunt, pe scurt, deosebiri esențiale între proiectele anterioare și proiectul de față.

D) *Descrierea construcțiunilor și instalațiunilor. Calculul elementelor principale.*

I. *Barajul Plavișevița.*

a) *Planul de situație.* Localitatea Plavișevița este situată la 2,800 km amonte de intrarea în defileul Cazane. Între Iuți și Cazane, Dunărea are un curs liniștit și o lărgime ce variază între 600-1.500 m.

Locul barajului l-am ales la 1,800 km amonte de Plavișevița, adică la 4,600 km amonte de intrarea în Cazane și 7,800 km aval de Iuți, spre a ușura lucrările, pentru că aici curentul apei este mai mic, fundul este mai regulat și poziția dă posibilitatea instalării unui șantier de importanța unei asemenea lucrări. În plus s'a avut în vedere dezvoltarea ulterioară a unei colonii a personalului, care pentru personalul român va fi la Plavișevița, iar pentru cel sârb la Golobinje.

Localitatea Golobinje se găsește la 5,500 km amonte de amplasamentul barajului. Această localitate ar putea deveni o frumoasă stațiune climaterică.

Alegerea locului a mai fost condiționată și de posibilitatea întinderii întregii amenajări, fiind nevoie de o mare lărgime a fluviului, fără a mai recurge la derocări, în special pentru canalele de acces la ecluze.

Accesul la baraj se face, pentru partea românească, pe șoseaua existentă, iar pentru cea sârbească prin construcția unei șosele care să meargă spre localitatea Golobinje, pentru ca de aci, prin Milanovaț, să se lege cu Belgradul. Asigurându-se legătura peste baraj, între aceste două șosele se realizează cel mai scurt drum, pe o autostradă, între București și Belgrad, deschizându-se astfel o legătură scurtă pentru turism între România, Serbia, Croația și Italia.

În acest punct terenul este format, pe malul românesc, din o rocă trahitică, iar pe cel sârbesc din o rocă crețacică.

Pe planșa Nr. 8 se află planul de situație al barajului.

Începând dela malul românesc barajul are o porțiune formată din trei vane cilindrice cu sector pe o lungime de 126 m, după care urmează ecluza românească, largă de 25 m, prevăzută cu porturi de așteptare în amonte și aval. Dela ecluză începe barajul uzină propriu zis, cuprinzând uzina românească, înclinat față de axa fluviului și având o lungime

totală de 420 m care închide transversal din fluviu o lărgime de 240 m. Dela uzina românească și transversal pe cursul fluviului, începe barajul deversor cu 12 vane cilindrice cu sector, închizând o lărgime de 504 m, pentru ca apoi, pe malul sârb, dispoziția să fie la fel și simetrică cu cele arătate pentru partea românească.

Lungimea totală a barajului este astfel următoarea:

Pentru două baraje deversoare laterale	2.126	=	252 metri
Pentru cele două ecluze	2.35 m	=	70 »
Cele două baraje uzină	2.420 m	=	840 »
Barajul deversor central cu vane cilindrice		=	504 »
Lungimea totală		=	1.666 metri

Distanța în linie dreaptă între extremitățile barajului este 1.326 m.

b) *Masivul barajului*. Masivul barajului ce va lega cele două maluri, închizând cursul fluviului, asigurând o reținere de 17,00 m la un nivel de 2,80 m pe scara Orșova, corespunzând nivelului debitului instalat, se compune din partea care adăpostește uzina hidroelectrică și cea care formează deversorul prevăzut cu vane cilindrice.

Înălțimea totală, dela fundul apei, se compune din:

Adâncimea apei la nivelul de 2,80 m la scara Orșova	11 m
Înălțimea reținerii	17 »
Înălțimea de siguranță, în plus, până la creastă	3 »
Înălțimea totală dela fund la creastă	31 »
Înălțimea muiață a barajului este de	28 »

Masivul barajului nu va lucra ca baraj de greutate, pentru că în interiorul său s'a prevăzut montarea centralei hidroelectrice și în plus s'a avut în vedere condițiunile de executare și economie de material. Pentru aceasta am proiectat barajul de tipul celor în arce multiple executat din beton armat.

Barajele în arce multiple se pretează foarte bine la amenajarea în interiorul lor, a centralei hidroelectrice.

Astfel barajul Maina în Frioul are 70 m înălțime, în arce multiple, cu raza descrescătoare, de sus în jos și având unghiul la centru menținut în jurul a 135° . În Australia, în Noua Galie de Sud, s'au construit o serie de baraje de acest gen, având o grosime redusă.

Desigur că acest gen de baraj nu este indicat decât acolo unde se poate face o puternică legătură de rocă, cu utilizarea unei compoziții de beton de mare rezistență. O compoziție din beton care a rezistat la 150 kg/cmp după 28 zile de priză, dând excelente rezultate la lucrările executate este: 5 părți ciment, 11 părți nisip și 23 părți pietriș, cu o granulație cuprinsă între 5—35 mm.

În Italia s'a construit un baraj de acest gen pe râul Corfino, afluent al râului Serchio, având o înălțime de 34 m, cu o grosime la creastă de 1,50 m, iar cea dela bază de numai 7,00 m. Raza de curbură o are de 23,50 m, cu un unghi la centru de 140° .

Tipul de baraj în arce multiple ales de mine se propie de o soluția studiată de *Garret* care asigură stabilitatea barajului prin aceea că o înclinare spre aval, mărește presiunea de bază, evitând subpresiunile, iar curbura conduce în arce la o rezistență prin compresiune.

Deschiderea arcelor, pentru partea barajului care adăpostește uzina hidroelectrică, este de 30 m, iar pentru cea care servește de deversor am luat-o de 42 m.

Barajul va lucra sub diferite sarcini, după debitul fluviului, adică al nivelului apelor. Cota reținerii fiind de 65,00 m, iar din aval de 54,70 m pentru debitul max. max. și de 43,948 m pentru debitul min. min., înălțimea reținerii va fi respectiv de 10,30 m și de 21,052 m.

Această înălțime de 21,052 m va fi în ipoteza că nu am avea reținere la Porțile de Fier. Pentru apele min. min. remuul reținerii dela Porțile de Fier, dă pentru acest punct cota de 47,00 m, adică o înălțime a reținerii, în acest caz, de 18,00 m. Această înălțime de 18 m va fi cea care va da realmente sarcina maximă în baraj, însă având în vedere cazul când reținerea dela Porțile de Fier ar fi coborâtă temporar, barajul se va găsi sub sarcina dată de înălțimea de 21,052 m, adică rotund 21,00 m.

În cazul debitelor excepționale, pentru care s'a prevăzut o ridicare a crestei cu trei metri, rezultă că pentru debitele max. max. înălțimea față de aval, se ridică la 13,30 m. Prin urmare înălțimea care va da sarcina max. este de 21 m, iar cea care va da sarcina min. de 10,30 m.

Rezultă deci că pericolul nu va fi atunci când debitul este max. max. ci la debite min., min., când nu va fi reținere la Porțile de Fier.

Pentru cazul gheței, împingerea este importantă și nu este de neglijat, însă împingerea ei se manifestă prin ridicarea nivelului apei, astfel că dacă se ridică vanele cilindrice și se deschid toate vanele fluture, acest nivel nu poate trece de limita impusă. Acest caz însă, prin măsurile ce se vor lua, nu trebuie să se întâmple niciodată.

1. *Sarcinile barajului-uzină.* Sarcina pe metru liniar de baraj și pe arc este:

$p = 500 H^2$ în kg/ml; $P = p L$ în kg, în care p este sarcina pe ml și P sarcina pe arc. Reținerea în metri.

Pentru debitele min. min. când $H = 21$ m avem:

$p = 500 \cdot 21^2 = 220.000$ kg/ml; $P = 220.000 \cdot 30 = 6.600.000$ kg.
Presiunea resultantă P pe arc este aplicată la $H/3$ m dela bază.

Momentul de răsturnare dat de această presiune va fi:

$M_r = 146.600.000 = 92.400.000$ kgm în care $H/3 = 7$ m și adâncimea fundației la muchia aval a fost luată de 7 m.

Pentru debitele max max când $H = 10,30$ m aceste elemente calculate mai sus capătă valorile:

$p = 500 \cdot 10,30^2 = 51.500$ kg/ml; $P = 51.500 \cdot 30 = 1.540.000$ kg,
 $M_r = 10,45 \cdot 1.540.000 = 16.100.000$ kgm.

Impingerea totală pe un arc va fi cuprinsă deci între valorile:

$$P = 6.600.000 \text{ kg max. și } 1.540.000 \text{ kg min.},$$

iar momentele răsturnare între:

$$M_r = 92.400.000 \text{ kgm max. și } M_r = 16.100.000 \text{ kgm min.}$$

Momentul de răsturnare este echilibrat de momentul greutatei totale a arcului, inclusiv mașinile și instalațiile auxiliare, în raport cu muchia aval a barajului și de momentul forței de ancoraj a barajului de rocă în raport cu aceeași muchie.

Cu un coeficient de siguranță de 10 momentul de răsturnare ce va trebui echilibrat va fi:

$$M_r = 1.092.400.000 = 924.000.000 \text{ kgm.}$$

Greutatea aprox. a unui arc, inclusiv mașinile și instalațiile, după un calcul aprox. este 10.000.000 kg aplicată, a se privi planșa Nr. 10, la aprox. 40 m dela muchia aval.

Momentul său în raport cu muchia aval este:

$$M_g = 10.000.000 \cdot 40 = 400.000.000 \text{ kgm.}$$

Momentul pe care trebuie să-l dea ancorarea în raport cu aceeași muchie va fi prin urmare:

$$M_a = M_r - M_g = 924.000.000 - 400.000.000 = 524.000.000 \text{ kgm.}$$

Forța de ancoraj care trebuie să fie spre partea amonte și presupusă concentrată la distanța de 45 m de muchia aval, va fi:

$$F = M_a / 45 = 524.000.000 / 45 = 11.600.000 \text{ kg}$$

ceea ce revine pe metru linear de fundație:

$$F_u = F / 30 = 11.600.000 / 30 = 380.000 \text{ kg/ml.}$$

Arcul lucrează între cei doi contraforți ca o grindă încastrată la ambele capete. Cu un coeficient de siguranță de 5, sarcina pe m linear din deschidere este de 1.100.000 kg și făcând un calcul pentru o grindă dreaptă, caz mult mai defavorabil ca al arcului, momentele de încastrare și cel în mijlocul arcului vor fi: (notez cu M_j mom. de încastrare și cu M_l mom. de încovoiere la mijlocul grinzii încastrate, pe când M_i este mom. max. în mijlocul grinzii, presupusă liber rezemată și încărcată uniform.

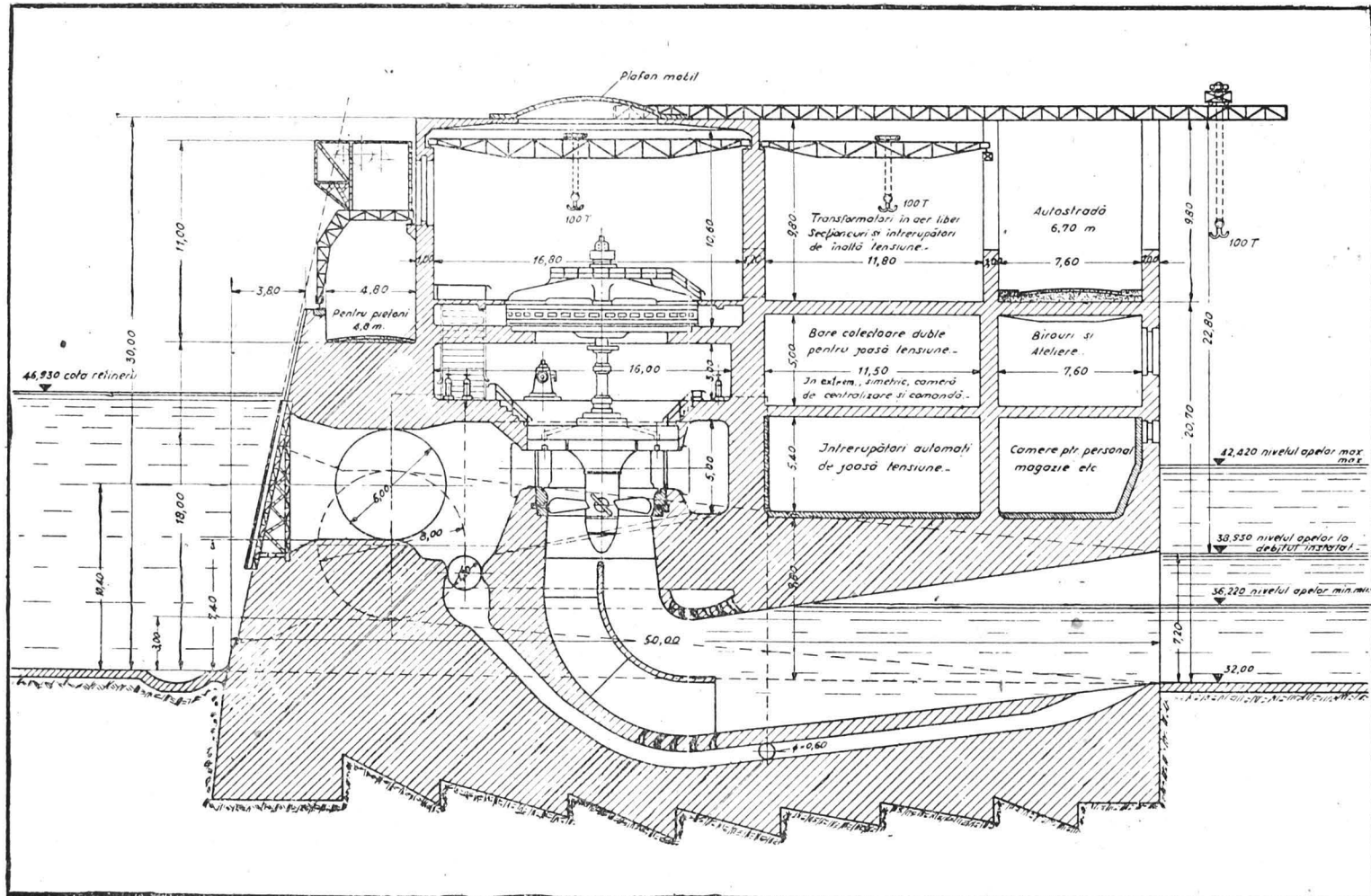
Fie p sarcina pe ml de grindă atunci avem:

$$M_j = -1/12 \cdot p \cdot L^2, L \text{ fiind deschiderea în metri,}$$

$$M_l = 1/8 \cdot p \cdot L^2, M_i = M_l - M_j.$$

Pentru $p = 1.100.000 \text{ kg}$ și $L = 30 \text{ m}$ momentele sunt:

$$M_j = 82.200.000 \text{ kgm; } M_l = 112.200.000 \text{ kgm; } M_i = 30.000.000 \text{ kg.}$$



Planșa 11. — Barajul — Uzina. Portile de Fier. Secțiune transversală prin uzina.

Diferența mare între momentul de încăstrare și cel din mijlocul arcului indică că trebuie ca arcul să se îngroașe mult lângă contraforți.

În acest calcul s'a neglijat faptul că în realitate arcul este încăstrat și în fundație, ceea ce face calculul și mai acoperitor. De altfel aceste calcule sunt numai pentru proiectarea proporționată a barajului, verificările urmând a fi făcute, cazurile static nedeterminate considerate cu forma exactă a dispozitivului adoptat. Nu era cazul să se dea aci aceste verificări.

Dimensiunile adoptate sunt trecute pe planșa 10, avându-se în vedere consolidările .recisitate în plus, compartimentările făcute, în care s'a prevăzut instalarea centralei hidroelectrice.

Barajul-uzină cuprinde astfel: sala mașinelor dispusă etajat întrucât turbinele sunt verticale, sala întrerupătorilor automați și a barelor colectoare, sala de comandă și centralizare, un coridor de circulație și o terasă pe care se vor monta transformatorii în aer liber. Sala mașinelor și terasa transformatorilor au fost prevăzute cu poduri rulante de câte 100 t ce se vor deplasa pe toată lungimea uzinei și care vor fi deservite de un pod rulant transversal tot de 100 tone care va ridica piesele aduse de vase.

Spre amonte și deasupra barajului s'a prevăzut o instalație mecanică mobilă care să curețe grătarele dela intrarea în canalele de aducere cu vane fluture, precum și la închiderea acestora cu ajutorul unor vane Stoney demontabile, în cazul când ar fi nevoie să se facă reparații sau revizii periodice la vanele fluture.

Pentru aceasta în dreptul fiecărui canal de aducere și așezate vertical vor fi ghidaje metalice în care se va angaja vana de închidere care nu va fi montată decât în caz de nevoie.

2. *Sarcinile barajului deversor.* Sarcina pe un panou este mai mare decât aceea de pe un panou al barajului-uzină pentru că deschiderea unui arc este mai mare. Din înălțimea totală de reținere 7,00 m sunt reținuți cu ajutorul vanelor cilindrice cu sector, din care 5,50 m de cilindru și 1,50 m de către sector.

Sarcina pe ml am văzut că este: 220.000 kg.

Sarcina totală pe un panou va fi:

$$P = 220.000.42 = 9.240.000 \text{ kg.}$$

Presiunea pe vana cilindrică cu sector:

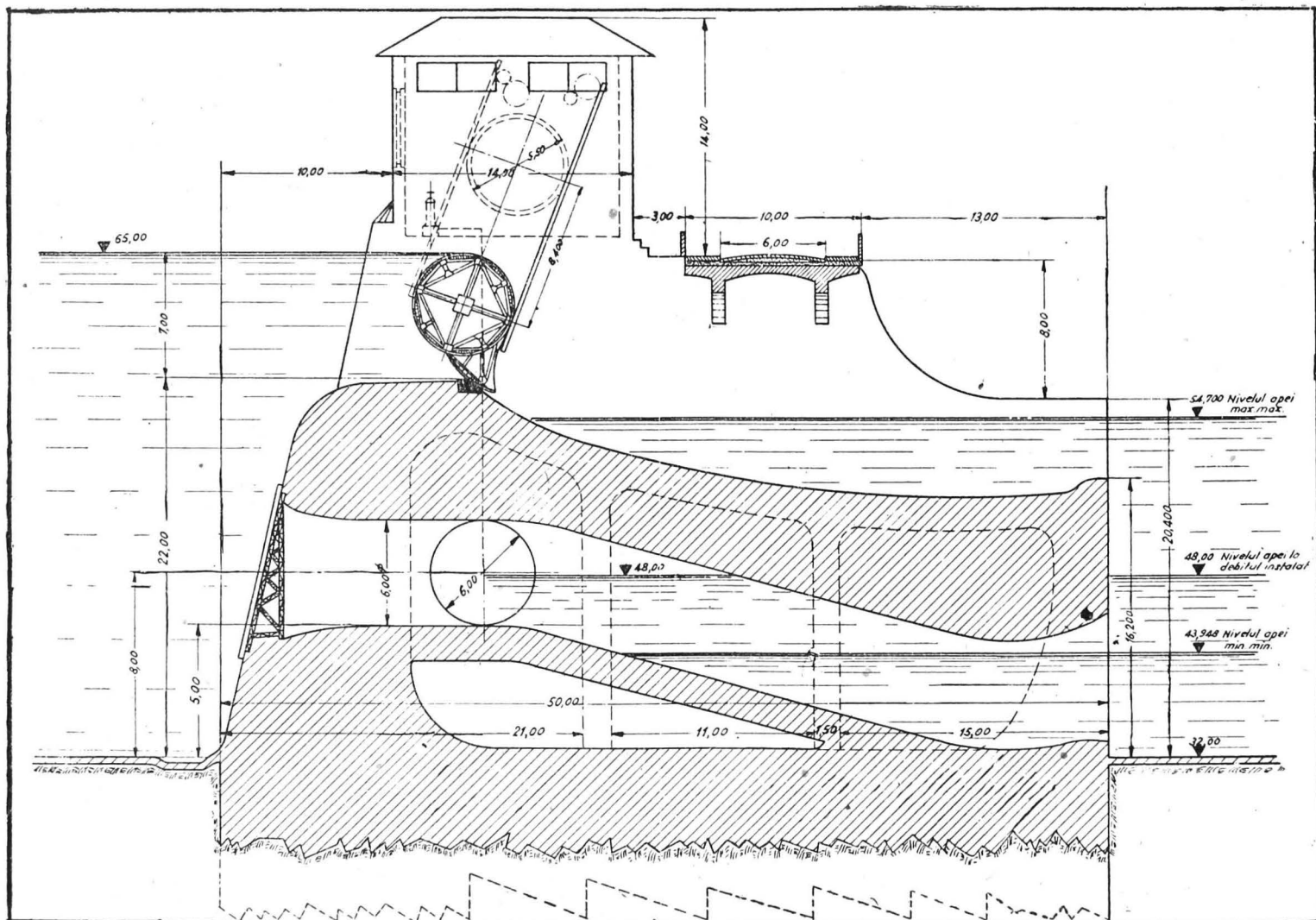
$$P_v = 500.7^2.34 = 835.000 \text{ kg, în care lung. vanei} = 34 \text{ m.}$$

Vana lucrează ca o grindă simplu rezemată încărcată cu o sarcină uniform distribuită. Momentul de încovoiere este maxim la mijlocul său și egal cu:

$$M = 1/8 \cdot p \cdot L^2 = 1/8.24500.34^2 = 3.550.000 \text{ kgm.}$$

Reacțiunile pe cele două reazime sunt:

$$R = P/2 = 835.000/2 = 417.500 \text{ kg.}$$



Planșa 12. — Barajul—Uzină Plăveșita. Secțiune transversală prin baraj

Dispoziția și forma dată barajului deversor se vede din planșa Nr. 11. Deversorul mai este străbătut de câte două canale de descărcare prevăzute cu vane fluturi, de fiecare panou, care vor servi la asigurarea scurgerii debitului, în cazul debitelor mari sau a debitelor mici în situația când temporar s'ar voi coborîrea nivelului reținerii.

Vanele fluturi vor putea fi comandate din camerele de pe contraforți de unde se comandă vanele cilindrice.

Între contraforți legătura o face un pod ce va lega autostrăzile de care am vorbit, legătură care de altfel era necesară pentru bunul mers al serviciului de comandă al vanelor cilindrice.

Vanele cilindrice sunt construite ca grinzi în zăbrele. Comanda lor urmează să se facă din camera mecanismelor de pe contraforții respectivi, cu ajutorul cremalierelor, dând posibilitatea ca în orice moment, fie să se ridice vana, fie numai să o rotească pentru ca înălțimea reținută de sector să rămână liberă.

Având în vedere eforturile mari la care sunt supuse, precum și reacțiunile din punctele de sprijin, construcția lor cere o deosebită atenție, evitând frecările prea mari prin prevederea de plăci metalice.

Mecanismele comandate electric și, eventual, automat, dela distanță, vor fi adaptate în consecință pentru a executa manevrele dorite.

Vanele fluturi sunt prevăzute a fi comandate prin transmisii care vor face legătura la camera de comandă a mecanismelor vanelor cilindrice.

3. *Ecluzele*. Ecluzele, câte una de fiecare mal, au fost prevăzute să asigure navigația și în cazul când nu am mai avea reținerea apei.

Fiecare ecluză are o lungime de 300 m, compartimentată în două părți de 100 și 200 m, fiind prevăzute cu vanele și instalația de închidere și deschidere respectivă. Având în vedere marea înălțime a apei din amonte, comunicația se va face cu deschideri etajate, în așa fel că cele inferioare nu vor fi deschise decât în cazul când nu mai avem reținere în amonte. Ca dimensionare digurile ce împrejmuesc ecluzele au o formă de solid de egală rezistență, pentru a rezista, ca grindă încastrată, la momentul dat de împingerea apei.

În planșa Nr. 16 s'a dat secțiunea și vederea în plan a ecluzelor.

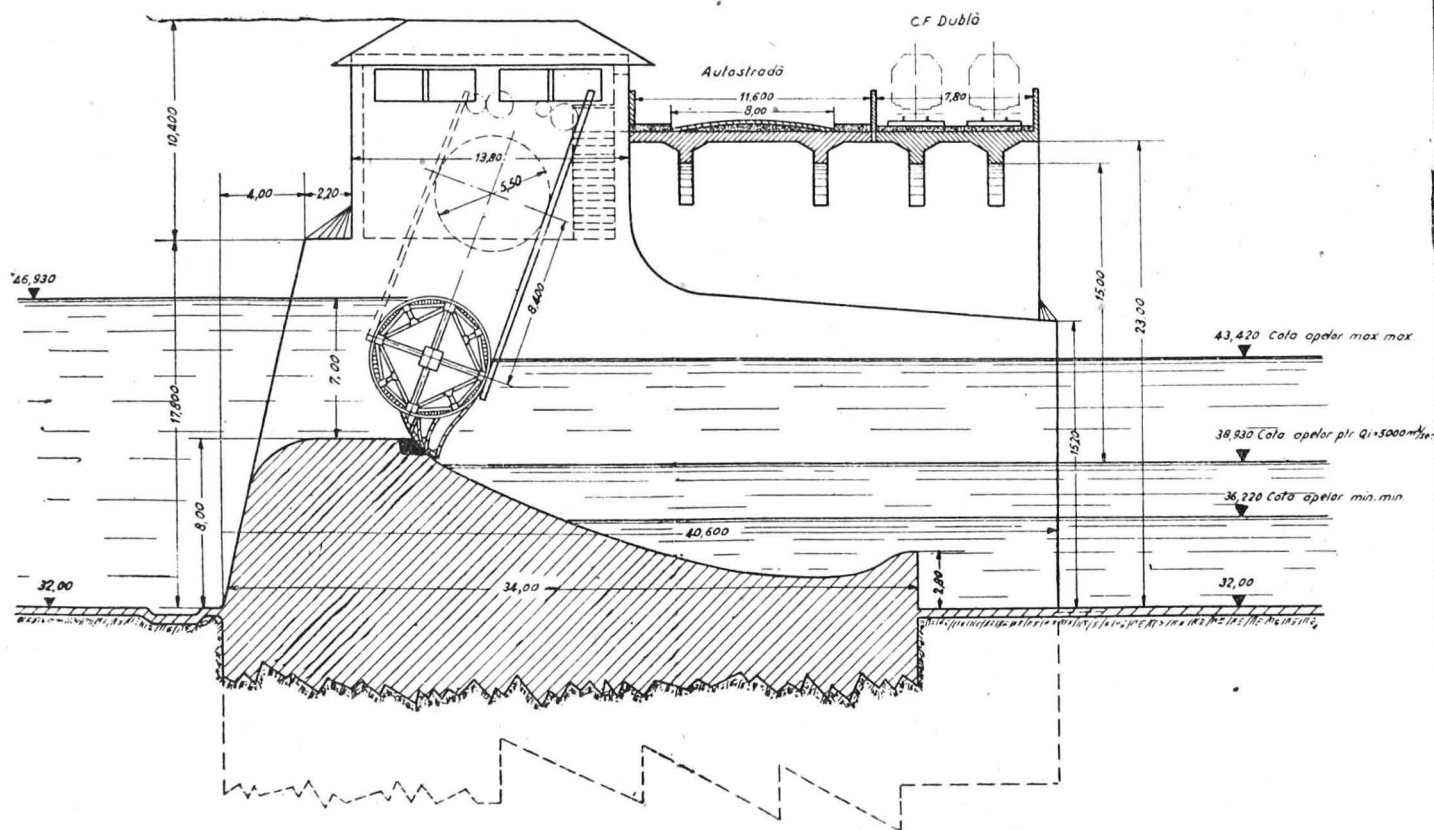
c) *Centrala hidroelectrică*. Centrala hidroelectrică Plavișevița se compune din două uzine precum am arătat, română și sârbă, având fiecare o putere instalată de 350.000 kW, produsă de 14 turbine din care 7 turbine cu elice de bază și 7 turbine Kaplan, pentru a da posibilitatea menținerii unui bun randament la variații de cădere și debit.

Din acest număr de turbine câte una din fiecare tip sunt de rezervă. La nevoie și având debitul necesar, vor putea lucra și turbinele de rezervă. Puterea unei turbine este de 25.000 kW.

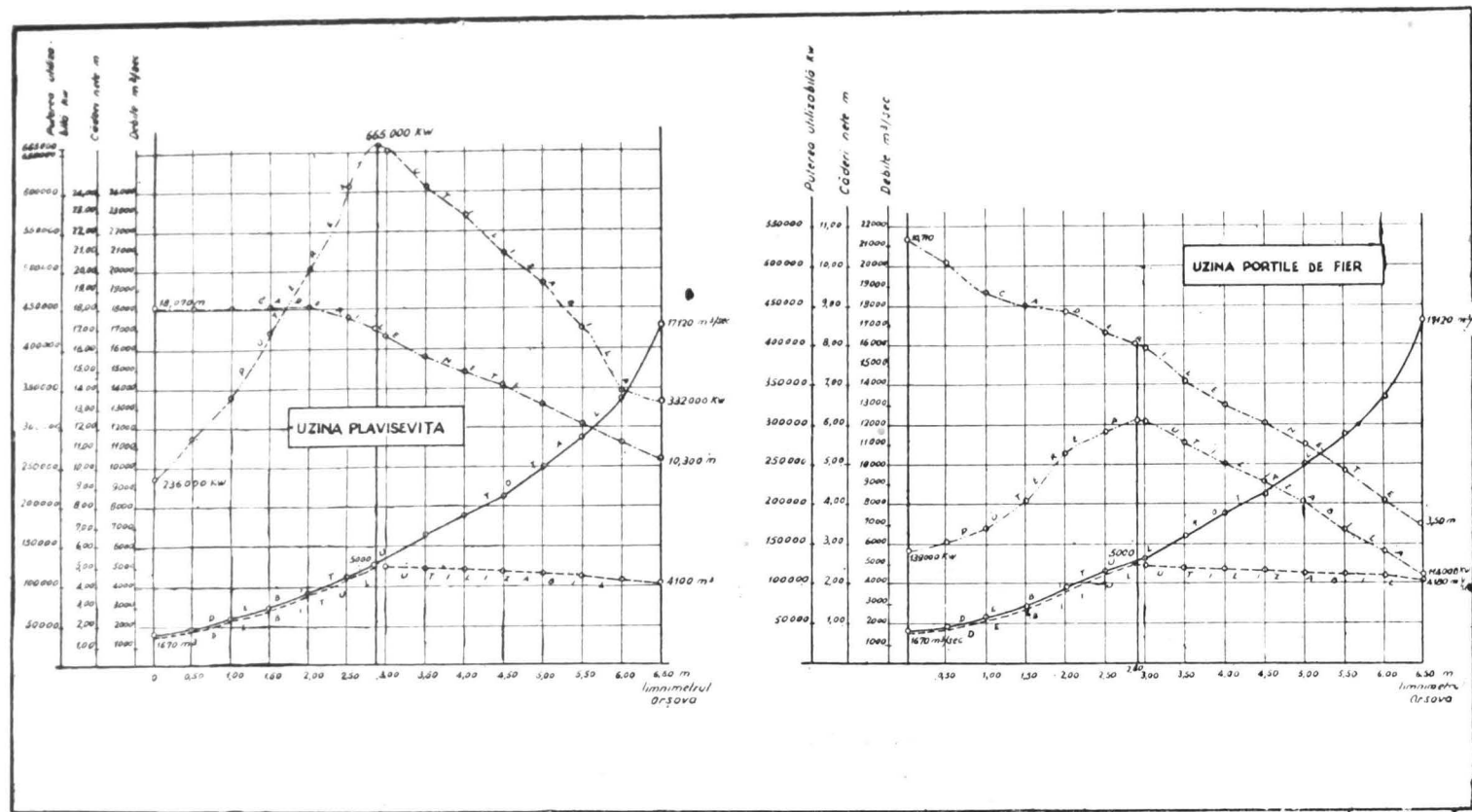
Turbinele sunt verticale și cuplate direct cu alternatorii.

Urmează tabloul Nr. 12 care cuprinde puterile de care va dispune centrala la diferite nivele ale apei în aval și pentru diferite debite, corespunzătoare nivelului limnimetric Orșova.

În planșa Nr. 14 se află curbele de variație ale debitelor totale, debitelor utilizabile, căderilor nete și ale puterilor utilizabile, în funcție de nivelul limnimetric.



Planșa 13. — Barajul—Uzină Portile de Fier. Secțiune transversală prin baraj.



Planșa 14. — Curbele debitelor totale
 » » utilizabile
 » căderilor nete
 » puterilor utilizabile

TABLOUL Nr. 12

Cota nivelului reținerii din amonte 65,00 m

Limnim. Orșova	Cota apei aval baraj	Căderea m	Debitul mc/sec	Puterea kw
0,00	46,930	18,070	1.670	236.500
0,50	46,930	18,070	1.951	276.000
1,00	46,930	18,070	2.412	334.000
1,50	46,930	18,070	2.976	421.000
2,00	46,930	18,070	3.674	519.000
2,50	47,511	17,489	4.476	612.500
2,80	48,000	17,000	5.000	665.000
3,00	48,351	16,649	4.982	650.000
3,50	49,201	15,799	4.935	611.000
4,00	50,071	14,929	4.868	568.000
4,50	50,971	14,029	4.782	526.000
5,00	51,891	13,109	4.690	482.000
5,50	52,841	12,159	4.535	428.000
6,00	53,901	11,099	4.368	342.000
6,45	54,700	10,300	4.100	332.000

1. *Turbinele.* Turbinele sunt montate în masivul barajului și în legătură cu canalul de aducere, comandat de o vană fluture. Ele sunt prevăzute a da randamentul maxim la căderea de 17 m. Debitul de apă ce trece prin o turbină este:

$$q = Q/24 = 5.000/24 = 208 \text{ mc/sec.}$$

Condiția asigurării contra cavității este:

$$n_s = \frac{30.000}{24 + \frac{H(H_a + 1,5)}{H_a - H_s}} - 100, \text{ în care:}$$

n_s este turația specifică a turbinei, H căderea netă, H_s înălțimea de aspirație, iar $H_a = 10,33 - A/900 - P_v/\gamma$.

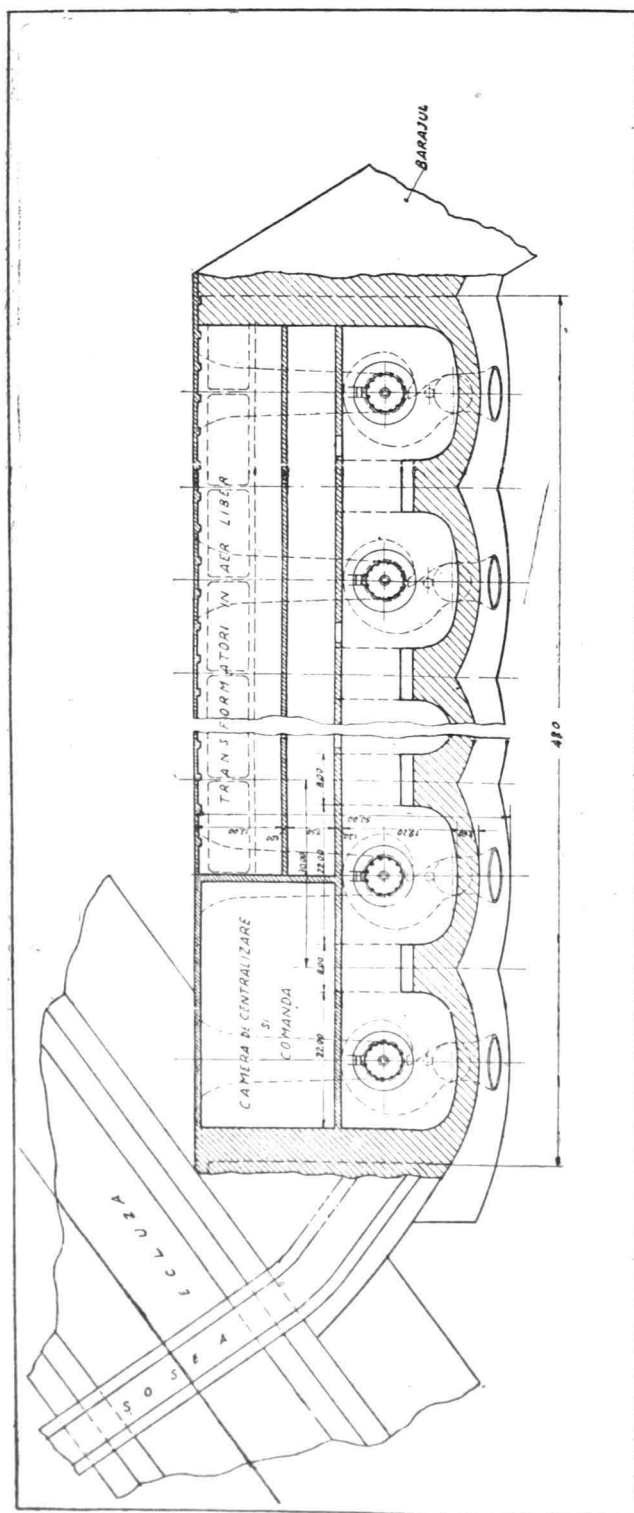
La debitul instalat înălțimea aspirației este neglijabilă turbina fiind montată la cota nivelului aval.

Pentru $H_s = 17$ m corespunde $n_s = 631$ t/min.

În același timp însă n_s care caracterizează o turbină trebuie să fie dat de relația:

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{H}}$$
 N fiind puterea turbinei în CP, n numărul de turații pe minut, care în cazul cuplării directe este și turația alternatorului. Turația alternatorului este condiționată de frecvență și de numărul de perechi de poli p :

$$n = 60.f/p, \text{ în cazul nostru } f = 50 \text{ per./sec.}$$



Pentru satisfacerea acestor două condiții cu $n = 120$ t/min și $p = 25$ per. poli, iar $N = 34.000$ CP și $H = 17$ m, corespunde o turație specifică $n_s = 641$ t/min.

Se observă că între cele două valori ale lui n_s calculate este o diferență mică pe care constructorii cred că au și depășit-o.

În adevăr la Centrala Shanon din Irlanda, Uzinele Voith au montat o turbină Kaplan de 30.000 CP, cu o turație de 167 t/min, lucrând sub o cădere de 25,50 m, a cărei turație specifică, calculată cu elementele indicate aci este de $n_s = 505$ t/min. Turația specifică calculată din condiția de cavitate nu poate fi mai mare de $n_s = 445$ t/min, ceea ce indică o diferență apreciabilă.

Cu ajutorul acestor elemente de bază, voi face calculul câtorva elemente principale, ale turbinei, pentru încadrarea proporționată a sa în dispoziția și compartimentarea centralei. Nu ar putea fi vorba de o proiectare întrucât aceste mașini vor fi realizate, de firme specializate la care vor aplica toată experiența lor.

Dimensionarea unei turbine poate fi făcută în funcție de $\sqrt{Q} \sqrt{H}$ care este o mărime caracteristică a sa.

În Buletinul Politehniceii din București pe anul 1942 d-l Prof. Dr. Ing. D. Pavel, dă formulele aproximative, cu ajutorul cărora se pot calcula elementele principale, ale unei turbine, în funcție de n_s și de $\sqrt{Q} \sqrt{H}$ deduse din o serie întreagă de observațiuni și măsurători.

Forma generală sub care pune formula este:

$$D = a \cdot \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} \quad \text{în care } a \text{ este un coeficient funcție de } n_s, \text{ și } H \text{ debitul și căderea.}$$

Diametrul de intrare în distribuitor este:

$$D_l = a_l \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}}, \text{ în care } a_l = 0,37 + \frac{270}{n_s}.$$

Diametrul ieșirii din turbină care în cazul turbinei Kaplan și cu elice, este și cel al intrării în aspirator, este;

$$D_o = a_o \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}}, \text{ în care } a_o = 0,52 + \frac{175}{n_s}$$

Înălțimea distribuitorului se calculează cu formula:

$$B = b \cdot D_l, \text{ în care } b = 0,13 + 0,01 \sqrt{n_s}.$$

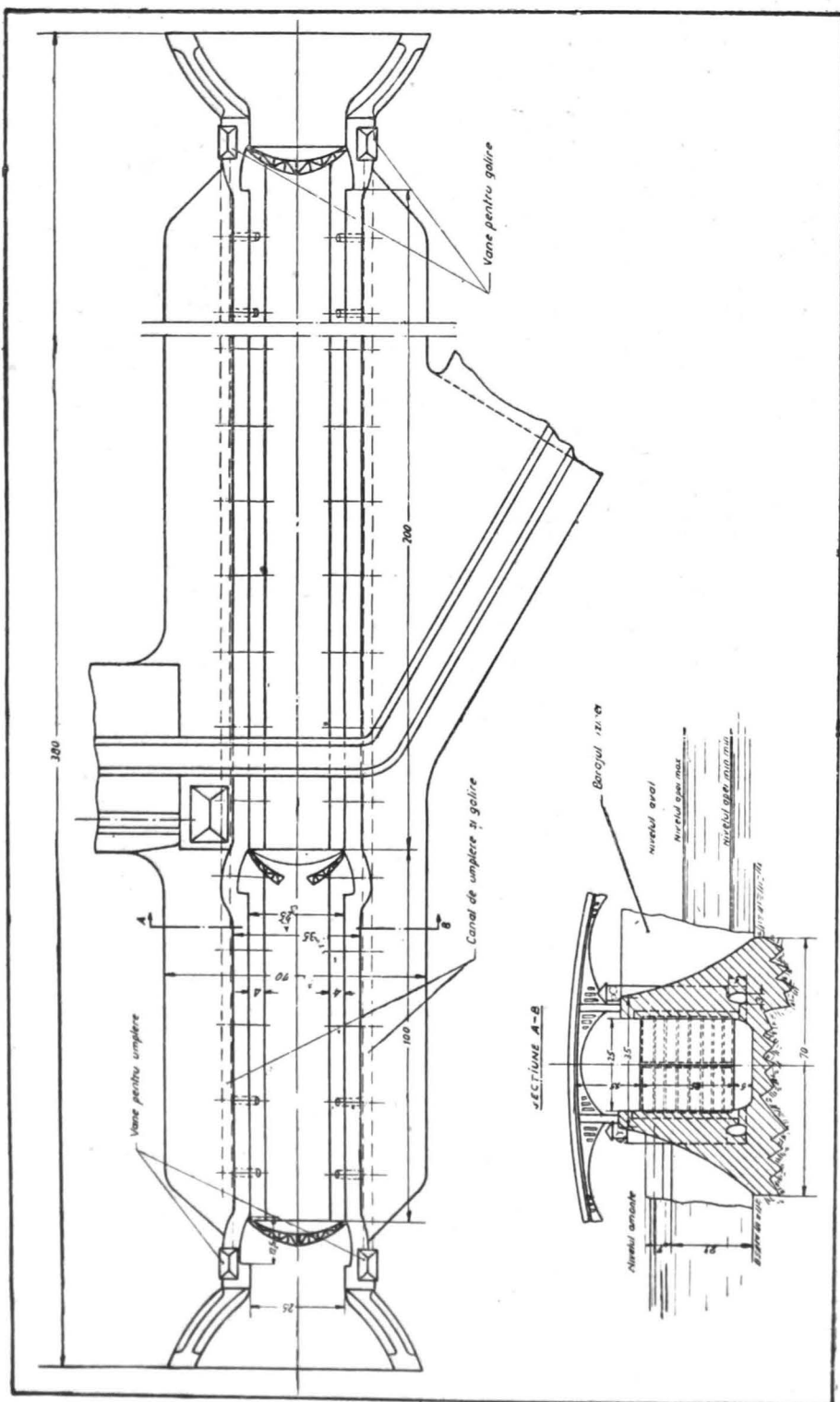
Cu valorile $Q = 208$ mc/sec, $H = 17$ m și $n_s = 641$ t/sec, obținem:

$$D_l = 5,250 \text{ m; având pentru } a_l = 0,792$$

$$D_o = 5,253 \text{ m; având pentru } a_o = 0,793$$

$$B = 2,00 \text{ m; având pentru } b = 0,384$$

Turbinele cu elice vor avea regulatori automați pentru reglajul paletelor distribuitorului, iar cele Kaplan regulatori automați dubli



Planșa 16. — Barajul — Uzina Pavișevița
— Ecluzele —

pentru reglajul atât al paletelor distribuitorului cât și pe acelea ale rotorului.

2. *Alternatorii.* Alternatorii sunt trifazați, cuplați direct cu turbinele, având o tensiune de 10 kV. și cu frecvența de 50 per./sec.

Pentru răcirea lor s'a prevăzut un spațiu între cele două planșee care desparte sala turbinelor de a alternatorilor. Puterea alternatorilor trebuie să fie de circa 26.500 kV.A., presupunând că vor lucra cu un cos. $\varphi = 0,95$.

3. *Transformatorii.* Pentru întrerupătorii automați, barele colectoare și transformatorii s'au prevăzut compartimentări separate.

Barele colectoare sunt duble și prevăzute a lucra independent.

Transformatorii sunt prevăzuți a fi montați în aer liber având în vedere encombramentul întrerupătorilor și separatorilor de înaltă tensiune cu eșafodajul special pe care îl pretind.

Pe terasa transformatorilor vor fi montați atât transformatori de 3.10/3.60 kV cât și cei de 3.60/3.220 kV.

d) *Asigurarea scurgerii debitului catastrofal* (verificare). Să vedem care va fi debitul max. max. ce poate să se scurgă prin instalațiunile barajului Plavișevita, în ipoteza ridicării vanelor cilindrice și a deschiderii vanelor fluturi.

Debitul ce trece prin turbine și iniecții . . . 4.500 mc/sec

Debitul peste deversoare cu vanele ridicate . . 22.000 »

Debitul ce trece prin cele 36 vane fluturi . . 8.650 »

Total debit asigurat . . . 35.150 mc/sec

S'a asigurat scurgerea acestui debit fără deschiderea ecluzelor.

II. *Barajul Porțile de Fier.*

a) *Planul de situație.* Amplasamentul barajului Porțile de Fier este fixat la 700 m amonte de localitatea Sip, aproximativ în acelaș loc cu cel al barajelor proiectate de d-nii Prof. Dr. Ing. Gr. Vasilescu și D. Pavel și imediat în aval de roiul de stânci care formează pragul dela acest punct.

Barajul în acest punct servește pentru îmbunătățirea navigației, captarea energiei hidraulice și pentru asigurarea unei legături prin o cale ferată dublă cu Serbia, creând astfel un drum mai scurt spre Italia și sudul Franței.

Incepând dela malul românesc, partea barajului care adăpostește centrala hidroelectrică română este înclinată față de axa fluviului, pentru a dirija ghețurile, având o lungime de 360 m, închizând transversal, din albia fluviului 200 m. Spre malul sârbesc, uzina sârbă este așezată simetric, față de cea română, în raport cu axul fluviului.

Între masivele uzinelor, transversal pe albia fluviului, se află barajul deversor cu vane cilindrice cu sector care este străpuns, în dreptul canalului Porțile de Fier, de cele două ecluze. Ecluzele au fost așezate aci pentru a evita derocările.

Avem astfel dela ecluze spre malul românesc 8 panouri cu vane cilindrice, în total 336 m, iar tot dela ecluze spre cel sârbesc, 4 panouri, în total 168 m.

Lungimea totală a barajului este:

Lung. baraj. uzină român	360 m
» » deversor stânga ecluze, 8 panouri	336 »
Lărgimea celor două ecluze	70 »
Lung. baraj. deversor dreapta ecluze	168 »
» » uzină sârb	360 »
Total	1.294 m

Un pod de cale ferată dublă, cu șosea, leagă ambele țărmuri, trecând dealungul barajului deversor, iar la capete, pe o lungime de 200 m de fiecare parte, racordarea se face pe poduri separate, cum se arată în planșa Nr. 9.

b) *Masivul barajului.* Masivul barajului ce închide cursul fluviului este de tipul monolit, întrucât, dată fiind înălțimea mai mică a reținerii și necesitatea montării uzinei în interiorul său, nu se mai poate adopta un baraj în arce multiple.

Înălțimea totală muiată a barajului, în amonte, este compusă din:

Înălțimea apei la nivelul 2,80 m limnim. Orșova	6,930 m
» reținerii cota 38,930—46,930 m	8,000 »
Total înălțimea muiată	14,930 »

Înălțimea totală a barajului până la creastă . . 18,000 m.

Barajul a fost proiectat și compartimentat pentru nevoile uzinei cum se arată în planșa Nr. 11.

Sarcinile pe baraj maxime au loc în cazul debitelor min. min., adică la nivelul cel mai mic al apelor, corespunzător 0,00 m limnim. Orșova, având o diferență de nivel între reținere și nivelul aval de 10,710 m.

În cazul debitelor max. max. 6,45 m limnim. Orșova, căderea este numai de 3,51 m.

O turbină, cu instalațiile sale anexă, ocupă un panou de 30 m.

Sarcina pe un panou este:

$$P = 500 \cdot H^2 \cdot L = 500 \cdot 10,71^2 \cdot 30 = 1.730.000 \text{ kg.}$$

Momentul de răsturnare este:

$$M_r = (H/3 + 4,2) P = 7,8 \cdot 1.730.000 = 13.500.000 \text{ kgm.}$$

Valoarea momentului este relativ mică față de cazul dela Plavișevița, astfel că el poate fi asigurat numai prin greutatea barajului, cu atât mai mult cu cât lățimea la bază este aceeași.

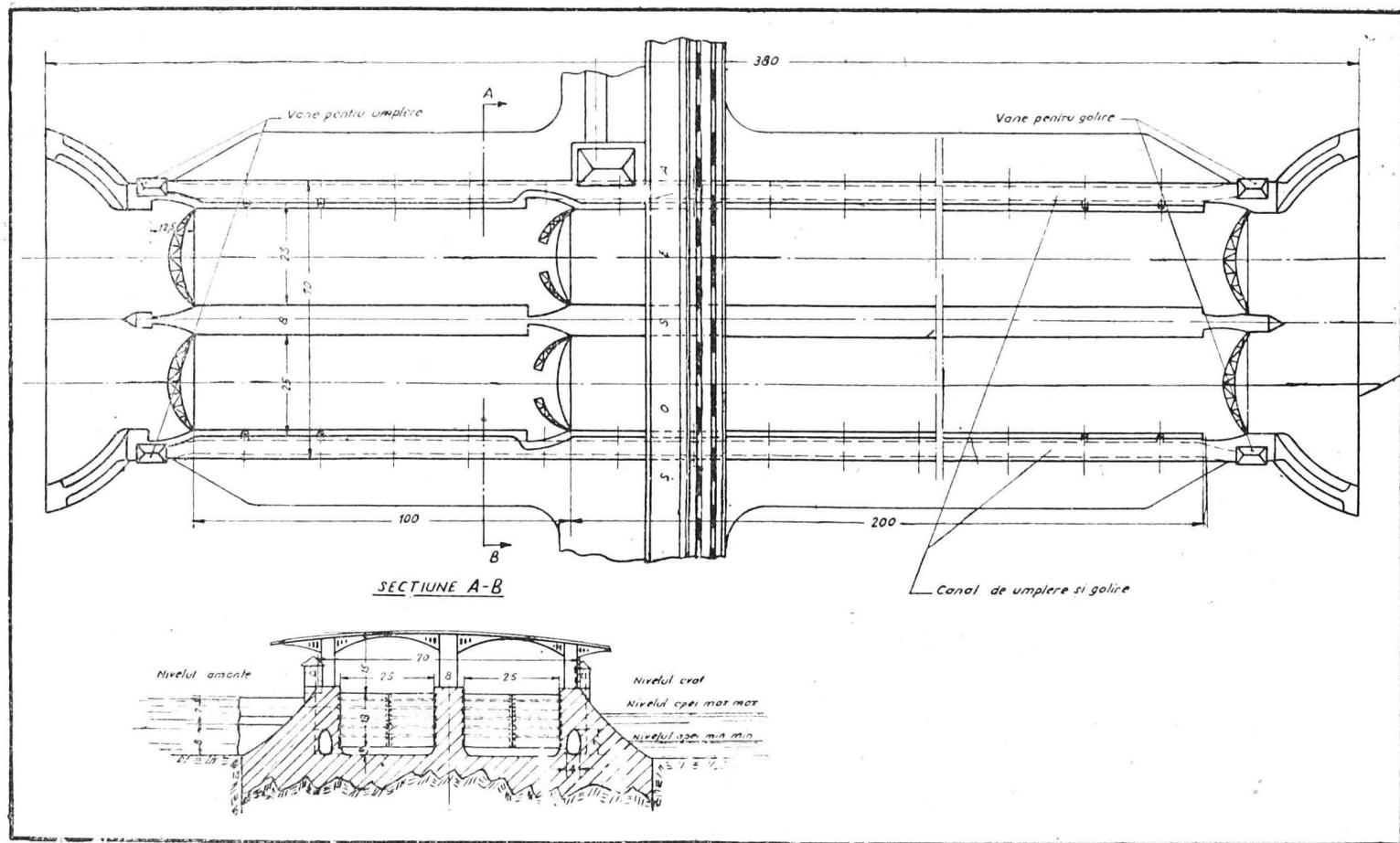
Prin faptul că fundația are o adâncime în stâncă de circa 5 m, de care se și leagă, atât presiunea cât și răsturnarea, sunt asigurate complet.

La barajul deversor împingerea pe un panou, lung de 42 m, este:

$$P = 500 \cdot 10,71^2 \cdot 42 = 2.420.000 \text{ kg.}$$

Împingerea pe vana cilindrică, care este la fel cu cea dela Plavișevița, cu reținerea de 7,00 m, inclusiv sectorul, avem:

$$P = 835.000 \text{ kg; Mom. de încov, max} = 3.550.000 \text{ kgm.}$$



Planșa 17. — Barajul — Uzina, Porțile de Fier. Ecluzele.

Dimensiunile adoptate atât pentru barajul uzină cât și pentru barajul deversor, sunt trecute în planșele Nr. 10 și 11.

1. *Vanele cilindrice*, au un diametru de 5,50 m și sunt prevăzute cu un sector, care mai asigură o reținere de 1,50, rezultând un total de 7,00 m. Ele sunt construite ca grinzi în zăbrele și sprijinite puternic, la capete, pe construcția barajului. Comanda lor este mecanică, cu ajutorul cremalierelor, putând fi automatizate, la nevoie, sau prevăzute a fi comandate dela distanță.

Vanele cilindrice, în număr de 12, asigură o secțiune de scurgere de 408 m.

2. *Vanele fluturi*. Tot pentru a se asigura scurgerea debitului și pentru a servi la descărcare, în cazul când s'ar coborî temporar nivelul reținerii, s'au prevăzut 48 canale de descărcare, prin barajul uzină comandate de vane fluturi de 8,00 m diametru. Comanda lor se face din sala mașinilor și la nevoie, automat în funcție de înălțimea reținerii. De fiecare panou de turbină sunt câte două vane fluturi.

3. *Ecluzele*. Ecluzele au fost prevăzute, ambele, în dreptul canalului Porțile de Fier, existent, pentru a evita derocări considerabile, și a se asigura navigația și pe timpul când nu am avea reținere.

În adevăr, axele vanelor de descărcare sunt la 7,00 m dela fund, ceea ce înseamnă că pentru a se asigura scurgerea debitului min. min. numai prin ele, nivelul apei, din amonte, va fi cu circa 1,50 m mai ridicat, fapt care contribuie ca și în această ipoteză, navigația să fie îmbunătățită întrucât viteza curentului apei este micșorată. În planșa Nr. 17 sunt date ecluzele, în vedere în plan și secțiune transversală. Diguri de racord au fost prevăzute cu cele existente.

4. *Asigurarea scurgerii debitului catastrofal*. Debitul catastrofal, este asigurat astfel:

Debitul ce trece prin cele 22 turbine și injecții . .	4.450 mc/sec
Debitul ce trece prin ridicarea a 12 vane cilindrice	15.000 »
Debitul ce trece prin cele 48 canale de descărcare	<u>13.800 »</u>
Total debit asigurat . . .	33.250 mc/sec

Acest debit este mult acoperitor față de cel observat în ultimii 60 ani, de 17.120 mc/sec, mai ales că nici nu s'a socotit cel ce se scurge prin ecluze, în ipoteza că le-am deschide.

c) *Centrala hidroelectrică*. Precum am arătat centrala hidroelectrică se compune din două uzine, română și sârbă. Puterea totală max. produsă este de 314.000 kW la debitul de 5.000 mc/sec. Turbinele câte 12 de fiecare uzină, din care 6 sunt cu elice, și turbine de bază, și 6 sunt Kaplan, având o putere de 15.000 kW fiecare. Turbinele sunt verticale, cuplate direct cu alternatorii. În tabloul Nr. 13 este dată variația puterii utilizabile în funcție de căderile nete și debitele utilizabile.

Debitul ce trece prin o turbină este:

$$q = Q/22 = 5.000/22 = 226 \text{ mc/sec.}$$

1. *Turbinele.* Făcând aceleaș considerațiuni ca în cazul turbinelor dela centrala Plavișevița, avem:

n_s din condiția de cavitație este $n_s = 841$ t/min.

TABLOUL Nr. 13

Uzina Porțile de Fier. Puterile utilizabile în funcție de căderile nete și de debitele utilizabile

Nivel limn. Orșova	Cota apei m	Căderea m	Debitul mc/sec	Puterea kW
0,00	36,220	10,710	1.670	139.500
0,50	36,700	10,230	1.951	155.900
1,00	37,620	9,310	2.412	171.000
1,50	37,910	9,020	2.976	211.000
2,00	38,130	8,800	3.674	263.000
2,50	38,630	8,300	4.476	291.000
2,80	38,930	8,000	5.000	314.000
3,00	39,130	7,800	4.985	305.000
3,50	39,740	7,190	4.940	275.000
4,00	40,350	6,580	4.870	251.500
4,50	40,850	6,080	4.795	227.000
5,00	41,460	5,470	4.688	201.000
5,50	42,090	4,840	4.540	171.500
6,00	42,780	4,150	4.380	142.000
6,45	43,420	3,510	4.180	114.000

Cotele sunt luate dela nivelul Mării Negre după măsurătorile făcute de Ing. E. Grüber și d-l Prof. Gr. Vasilescu.

n_s dedus din formula de bază a turbinelor:

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{H}} \text{ este } n_s = 894 \text{ t/min}$$

în care am avut $n = 83,3$ t/min și $N = 20.400$ CP.

Dimensiunile principale ale turbinei sunt:

$$\text{Formula generală } D = a \sqrt{\frac{Q}{H}} \text{ în metri.}$$

Pentru D_1 diam. de intrare în turbină, coef. a_1 este:

$$a_1 = 0,37 + \frac{270}{894} = 0,670.$$

Pentru D_0 diam. de ieșire egal cu cel de intrare în aspirator, valoarea lui a_0 este:

$$a_0 = 0,52 + \frac{175}{894} = 0,710.$$

Corespunzându-le pentru $Q = 226$ mc/sec și $H = 8,00$ m:

$$D_1 = 5,80 \text{ m}; \quad D_0 = 6,30 \text{ m}.$$

Înălțimea aspiratorului:

$B = b.D_1$, în care $b = 0,13 + 0,01\sqrt{894} = 0,430$
corespond pentru $D_1 = 5,80$ m, $B = 2,50$ m.

Turbinele cu elice au regulator pentru distribuitor, pe când cele Kaplan au regulator dublu, pentru distribuitor și pentru paletele rotorului.

2. *Alternatorii.* Alternatorii sunt trifazați, construiți pentru o tensiune de 10 kV, cu 50 per/sec, având o putere de 15.800 kV.A.

Ei sunt construiți pentru o turație de 83,3 t/min, cu 72 de poli pe fază. Pentru răcire s'a prevăzut circulație specială de aer.

3. *Transformatorii.* Transformatorii sunt trifazați și sunt de două mărimi, pentru 3.10/60 kV și 3.60/220 kV. Ei sunt montați în aer liber pe terasa special prevăzută în acest scop.

Pentru barele colectoare duble și pentru întrerupătorii automați de joasă tensiune, s'au prevăzut compartimente cum se arată în planșele Nr. 11 și 15.

4. *Poduri rulante.* Pentru sala mașinelor și terasa transformatorilor s'au prevăzut, de fiecare, câte un pod rulant de câte 100 tone, care la rândul lor vor fi deservite de un pod rulant transversal tot de 100 tone care va servi la ridicarea pieselor de pe vase.

III. DIGURI DE PROTECȚIE

Prin realizarea reținerilor dela Plavișevița și Porțile de Fier, apele își ridică nivelul, mai ales în cazul remuurilor la debite mari, producând inundarea terenurilor agricole, a așezărilor omenești, etc. riverane.

Valea Dunării este foarte îngustă între Cazane și Moldova Veche. Între Porțile de Fier și Cazane, pe ambele maluri, sunt terase cultivate, mai ales pe cel românesc, între Orșova și Cazane. Dela Orșova spre Turnu-Severin calea ferată internațională București-Timișoara-Jimbolia cere o atenție deosebită. Acesta este și motivul principal pentru care nu se poate face o rețineră mai înaltă la Porțile de Fier. În plus trebuie avută în vedere situația insulei Ada-Kaleh care între altele are și o importanță istorică.

Pentru barajul Plavișevița, al cărui remuu la apele mari se apropie de cel al apelor catastrofale la Moldova Veche, majoritatea terenurilor cultivabile care vor fi inundate s'au prevăzut a fi expropriate, excepție făcând: localitatea Milanovaș, cu terenul din jurul ei, apărând-o cu un dig aprox. semicircular. Acest dig fiind de proporții mai mari, ar urma să fie construit din beton, spre fluviu, iar în spate încărcat cu pământ.

La Svișița, Drencova, Liubcova și Berzeasca ar urma de asemenea să se facă diguri de protecție, în jurul localităților ridicând și cheiurile

de debarcare. Eventual părțile mai joase ale acestor localități ar urma să fie mutate mai sus.

Dela aceste localități spre amonte nivelul apei este mai mic, astfel că măsurile care urmează să se ia sunt la fel ca cele din cazul apelor catastrofale, fără reținere, diferențele sunt mici. La Moldova Veche remuul produs de barajul Plavișevița este la același nivel cu cel al apelor catastrofale.

În plus se va căuta ca acele părți din localitățile care sunt prea joase să fie mutate pe terase mai înalte, cum e cazul satului Dobra de pe malul sârbesc, a cărui mutare va costa mai puțin decât indiguirea lui. Un caz special îl constituie șoseaua Orșova-Baziaș, începând dela barajul Plavișevița până spre Moldova Veche.

Soluționarea avantajoasă a acestui caz nu este decât ridicarea șoselei cu aprox. 10 m începând de lângă Baraj, cu atât mai mult cu cât în multe părți această ridicare se va face ușor, iar în puținele cazuri când tăiatul în stâncă ar fi prea dificil, șoseaua se va face în consolă, fixată de stâncă. Situația prezintă aceste dificultăți numai până la Drencova întrucât de aci înspre amonte valea se mai lărgiște permițând cu ușurință mutarea șoselei.

Pentru barajul Porțile de Fier, am coborât nivelul reținerii, față de proiectele anterioare, cu 1 m, având în vedere îndiguirile ce se impun, pe ambele maluri și în special pe cel românesc, începând de aci până la Cazane, în plus fiind și îndiguirea insulei Ada-Kaleh.

Digurile vor avea înălțimi între 3—5 m până la Orșova, iar pentru porturile Orșova, Corona și Techija vor fi prevăzute ridicarea cheurilor, cu aprox. 2,50 m. În ceea ce privește șoseaua în Cazane, aci nu avem nici-o neplăcere întrucât ea nu va fi inundată decât în cazul debitelor max. max. Mărturiile istorice de pe malul drept nu sunt inundate. De altfel revoluția ce o va aduce în agricultură formidabilă energie ce i se pune la dispoziție, pentru irigații, mecanizarea și industrializarea ei, va compensa pe deplin acele fâșii de teren inundate.

EXAMINAREA CONDIȚIUNILOR DE FOLOSIRE A ENERGIEI PRODUSE ȘI A ACOPERIRII DEFICITELOR DE PUTERE

Am văzut că energia produsă la bornele alternatorilor în timp de un an este:

Uzina Plavișevița	5.160.000.000 kWo
Uzina Porțile de Fier	2.233.000.000 »
Total	7.393.000.000 kWo

iar puterea variază foarte probabil, în același timp, între valorile:

Uzina Plavișevița	665.000—240.000 kW
Uzina Porțile de Fier	314.000—120.000 »

Problema care se pune este aceea de a se asigura consumul aceste energii și de a dispune în orice moment de puterea cerută de abonați.

Având în vedere variațiunile de debit ale Dunării, observăm că uzinele vor putea funcționa, aproximativ, cu puterea maximă, în lunile: Martie, Aprilie, Mai, Iunie și Iulie; cu o putere mijlocie în lunile: August, Septembrie, Octombrie și Noiembrie și cu putere apropiată de minim în lunile: Decembrie, Ianuarie și Februarie.

Aceasta înseamnă că înainte de a ne gândi la acoperirile de putere, e necesar, să vedem utilizarea ce se poate da acestei formidabile energii, dacă aceste utilizări sunt periodice conducând astfel prin periodicitatea lor, la posibilitatea de a putea evalua diferențele de putere și prin urmare acoperirile.

a) *Utilizarea energiei produse.* Sectorul Cataractelor aparținând în egală măsură și Serbiei, proiectul a prevăzut deja integral, o egalitate de instalații și de putere instalată și prin urmare egalitate în utilizarea energiei. Aceasta înseamnă că din energia totală produsă de 7.393.000.000 kWo, 3.696.500.000 kWo vor fi la dispoziția fiecărui riveran.

Dacă se ține seama că la acest consum, în general, vom avea un factor de instantaneitate care indică că nu toată energia a fost vândută, adică trebuie să avem în vedere, la utilizare, cantitatea de energie care va fi efectiv vândută. E adevărat că marii consumatori de energie electrică vor fi constrânși, prin contracte, că în cazul când nu a consumat energia contractată, să suporte o anumită cotă din diferența neutilizată.

Având în vedere, în afară de aceasta, că energia se va vinde unor societăți distribuitoare de energie electrică, care în majoritatea cazurilor, nu cuprinde transportul ei, trebuie să se aibă în vedere și pierderile în transformatori și pe liniile de transport.

Adăugând și energia utilizată în instalațiile anexe centralelor și barajelor, precum și în coloniile respective, la considerațiunile de mai sus, voi face un bilanț al utilizării energiei, în ipoteza că cantitatea care se vinde efectiv va fi de 3 miliarde de kWo pentru fiecare riveran. Această energie urmează a fi utilizată în:

1. Electrificări de căi ferate.
2. Electrificări rurale și urbane.
3. Industrii metalurgice, chimice și alimentare.
4. Irigații și mecanizări în agricultură.

1. *Electrificări de căi ferate.* Electrificări de căi ferate, marele dezerat pentru țara noastră, începe să devină o realitate. Liniile electrificabile, în primă urgență, vor fi următoarele: București-Brașov-Teiuș, București-Craiova-Timișoara, Ploiești-Cernăuți, Mărășești-Iași și Buzău-Brăila-Galați.

Din statisticele companiilor de căi ferate electrice, reiese că, în mijlociu, consumul este de 50 Wo/tona km.

Având în vedere că liniile din Moldova vor fi alimentate de centrala dela Bicaz, care va fi în releu cu cele din sectorul Cataractelor cărora le va rămâne de alimentat restul, în ipoteza că traficul normal din 1938 se va mări cu circa 50%, am evaluat că energia totală ce o vor furniza-o căilor ferate respective este de 500.000.000 kWo anual.

În Serbia caracteristicile liniilor de munte vor face și mai impe-

rioasă electrificarea. Astfel sunt liniile de mare trafic Belgrad-Sofia și Belgrad-Atena.

2. *Electrificările rurale și urbane.* Consumul de energie electrică pe cap de locuitor în țara noastră, stă în urma multor țări din Europa. Chiar în București consumul specific este mic, unde consumul anual este de circa 160 kWo/locuitor pe an, iar în toată țara această cotă nu este decât de 36,5 kWo/locuitor pe an.

Presupunând că în scurt timp după terminarea războiului, orașul București va avea 2.000.000 locuitori, ajungându-se la un consum specific comparabil cu al străinătății de 600—1.000 kWo/locuitor pe an, se va asigura un consum de energie produsă de căderea din Cataracte de circa 800.000.000 kWo.

Pentru partea sârbă cred că aceleaș considerațiuni făcute în cazul orașelor Sofia și Belgrad, vor conduce la un consum egal.

Electrificările rurale la noi sunt încă dificile în realizarea lor din cauza populației rare și a așezărilor omenesti în localități mici care le face nerentabile pentru o electrificare. Totuși în Banat și Oltenia se vor putea face electrificări rurale în măsura în care se va face agricultura rațională, prin irigații, cum vom arăta mai jos.

Apreciez că în electrificările rurale în Oltenia și Banat, precum și în părțile cu populație densă din județele Hunedoara și Sibiu, că consumul de energie electrică va putea fi de 300.000.000 kWo, în care am cuprins și sporul de consum pentru orașele: Craiova Tg.-Jiu, Turnu-Severin, Orșova, Caransebeș, Lugos și Timișoara.

3. *Industria.* În situația actuală industriile nu sunt mari consumatori de energie electrică. Industriile care cer un mare consum din această energie nu au luat încă naștere în țara noastră. Astfel fabricarea aluminiului din bauxită cere 25.000—40.000 kWo/tona de Al. produsă și la noi nu se fabrică cu toate că avem mari rezerve din acest minereu. Abia acum Societatea «Nitrogen» din Târnăveni-Diciosânmartin a început să fabrice aluminiu, însă într'o mică măsură.

Dacă mai adăogăm la aceasta toată gama industriilor chimice bazate pe electroliză și a celor metalurgice bazate pe cuptorul electric, rezultă un considerabil consum de energie electrică, în ipoteza că aceste industrii vor asigura cel puțin consumul intern. Uzinele Reșița din lipsa de energie trebuie să facă, mai ales vara, adevărate jonglări, modificând programul de lucru, pentru a putea face față situației. La noi trebuie să se desvolte cât de curând și industriile alimentare care de asemenea vor avea nevoie de energie.

Oltenia și Banatul se pretează foarte bine industrializării atât ca poziție naturală cât și ca locuitori.

Consumul de energie electrică ce l-ar face industriile în general, îl apreciez la 1.000.000.000 kWo. De altfel ne putem da seama de cantitățile de energie consumate numai gândindu-ne că pentru fabricarea a 10.000 tone Al sunt necesare 400.000.000 kWo, aceasta fiind cantitatea probabilă de Al anual necesară țării noastre.

Pentru vecinul nostru sârb, în industrii se poate de asemenea prevedea un consum de energie ca acela evaluat pentru țara noastră.

Astfel la Golubac, pe Dunăre, vis-à-vis de Baziaș, cuprul este exploatat intens, iar la Bor la Sud de Dunăre în direcția Niș, sunt instalații moderne pentru extras cupru pe bază electrică. Energia poate fi dusă și în regiunea industrială Banja Luka.

4. *Irigația și mecanizarea agriculturii.* Toată lumea a rămas convinsă că războaiele sunt datorite ciocnirilor unor interese economice.

În măsura în care fiecare țară va ști sau va putea să facă toate produsele de care are nevoie, în aceeași măsură războaiele vor dispărea. În lucrarea «Știința distruge monopolurile» *Anton Ziska* arată clar rolul agriculturii în viața unui popor și dezastrul la care se expune neglijând-o.

Experiența americană de mecanizare a agriculturii fără irigații a dat naștere la adevărate pustiiri de nisip, punând o nouă problemă oamenilor de știință, aceea a «degradării terenurilor cultivate».

Cei vechi, în special Egiptenii, au știut probabil și rezultatele îi confirmă, că apele Nilului erau un mijloc permanent de regenerarea terenurilor agricole. De ce nu am face și noi la fel cu Dunărea, ridicându-i apa și trimițând-o peste ogoare, asigurând astfel o mare producție pe hectar și dându-ne posibilitatea cultivării pe o scară întinsă a orezului și bumbacului.

În acest război simțim cu toții ce înseamnă lipsa acestor materii prime. Din cunoașterea cantității mijlocii de apă de care are nevoie un teren agricol, în un an, am apreciat că pentru irigarea sudului Olteniei și o parte din Bărăgan ar fi necesari aprox. 250.000.000 kWo.

În rezumat, energia electrică produsă de uzine, partea românească, va putea fi utilizată astfel:

1. Electrificări de căi ferate	500.000.000 kWo
2. Consum în București	800.000.000 »
3. Electrificări rurale și orașe prov.	300.000.000 »
4. Industrii metalurgice, chimice, alim.	1.000.000.000 »
5. Irigarea și mecanizarea agriculturii	250.000.000 »
6. Diverse	150.000.000 »

Total energie utiliz. . . . 3.000.000.000 kWo

b) *Acoperirile de putere.* Din utilizarea dată energiei electrice observăm în cazul industriilor alimentare și agriculturii, periodicitatea consumului.

Distingem dela început, acoperiri de puteri sezoniere și acoperiri de puteri în 24 ore, după curbele de consum în 24 ore.

1. *Acoperirile sezoniere.* Consumul energiei în irigațiuni va fi mare spre sfârșitul primăverii, vara și puțin la începutul toamnei, pe când industriile alimentare vor lucra intens spre sfârșitul toamnei și toamna. Prin urmare pe timpul iernei agricultura și într'o mare măsură industriile alimentare, nu sunt consumatori de energie electrică. Știm însă că tot în acest timp și puterea dată de centralele hidroelectrice este minimă.

Căile ferate vor fi consumatori constanți în timp ce industriile își pot aranja un program de lucru, natural combinat cu un tarif special, în așa fel ca pe lunile de iarnă să-și mai reducă consumul.

Observăm de aci necesitatea unui tarif sezonier.

Totuși pentru că diferența de putere între aceea dată în lunile de primăvară și vară, și aceea din timpul minimelor de iarnă este prea mare pentru a putea fi rezolvată numai prin tarifele sezoniere, am prevăzut construirea unei centrale termice la Pietroșani sau la Lupeni, cu o putere de 200.000 kW, fiind astfel aproape de minele de cărbuni și dispunând de un combustibil eficient. Centrala termică ar urma să fie prevăzută cu turbine cu abur. Această centrală ar avea deci numai rolul de a acoperi deficitul de putere sezoniere.

Pentru partea sârbească problema se pune la fel fiind și acolo nevoie de centrală termică instalată în regiunea carboniferă dela Sud de Dunăre sau eventual în regiunea minieră metalurgică Banja-Luka.

2. *Acoperiri pe 24 ore.* Curbele de consum păstrează, în general, aceeași alură în 24 ore, punctele de maxim și de minim revenind între aceleași ore. Astfel în cazul luminatului maximul este între orele 18 și 24, pe când industriile dau maximul între orele 7,30 și 16. Sunt însă și industrii care își mențin aproape constant consumul în 24 ore, cum ar fi cele chimice, pe când un consum periodic îl găsim în general la industriile mecano-metalurgice.

O compensare a consumului în 24 ore se poate face prin urmare în modul următor: În cursul zilei maximul e cerut de industrii, în timpul serii de luminat, iar după ora 24 seara când luminatul își micșorează foarte mult consumul, energia va fi utilizată în agricultură la irigații.

În timpul iernei puterea fiind mică acoperirea pe 24 ore se va face ușor prin sporirea sau micșorarea numărului de mașini în funcțiune din uzina termică.

În plus, municipiile își vor păstra uzinele electrice proprii așa că la nevoie ele pot interveni. Natural că pentru aceste intervenții de scurtă durată, cel mai indicat este motorul cu combustie internă. În privința acoperirilor aceeași considerațiuni și pentru partea sârbească.

c) *Transportul energiei electrice.* Transportul energiei electrice la mare distanță se va face prin o rețea dublă de 220 kV care va fi prevăzută să facă parte din rețeaua europeană a matilor liniei de transport de înaltă tensiune (Dr. Ing. E. N. Oskar Oliven: Europas Groskraftlinien. Zweite Weltkraftkonferenz, Berlin 1930).

Uzinele vor fi legate între ele, atât cele din partea românească cât și cele din partea sârbească. Am arătat anterior că ridicarea tensiunii se va face 10—60 kV și 60—220 kV Pentru distanțe mai mici, în cazul industriilor care se vor monta prin apropiere, transportul se va face sub tensiunea de 60 kV.

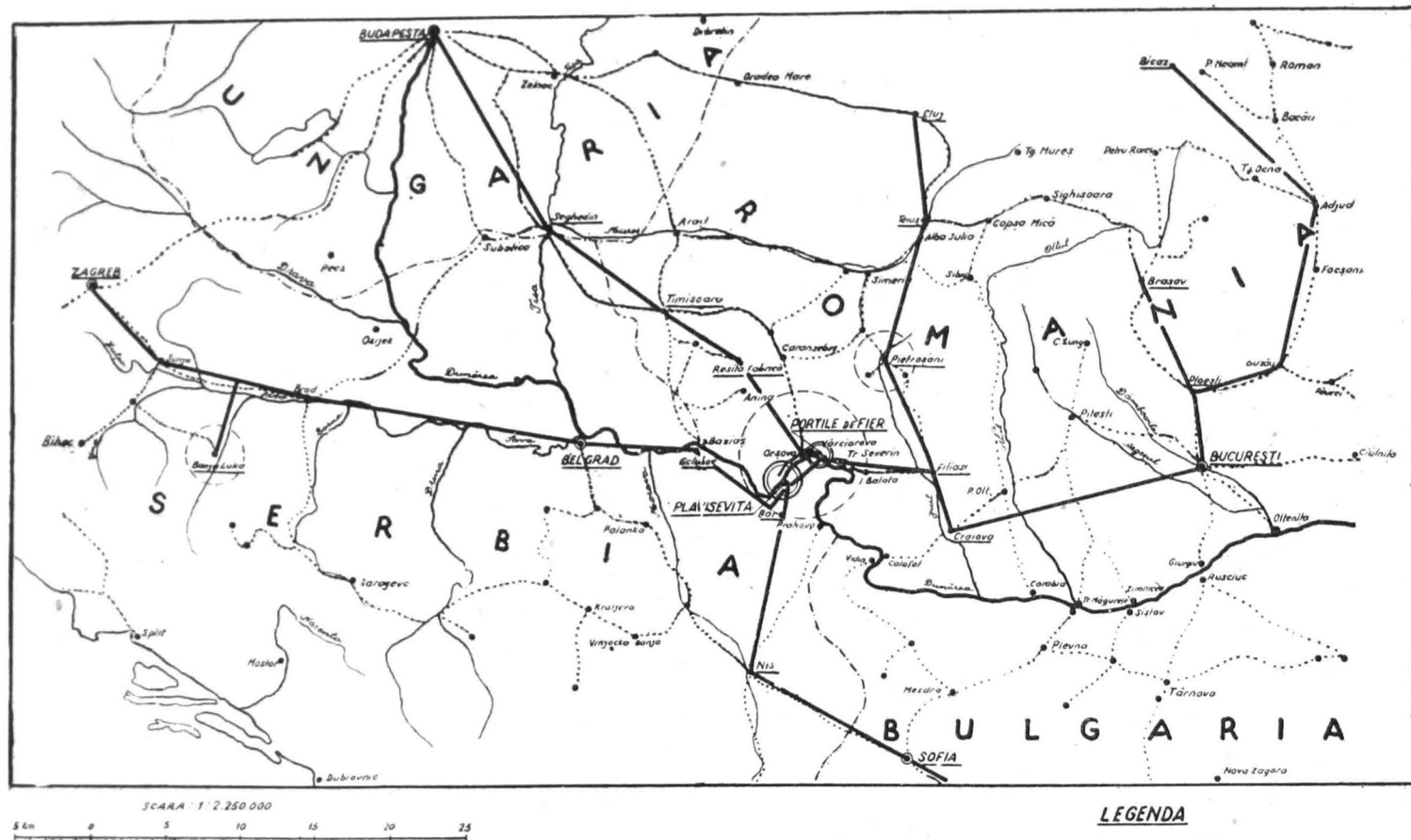
Liniile de transport de 220 kV vor porni dela Orșova și respectiv dela Sip în următoarele direcțiuni:

Orșova-Filiași-București (în legătură cu centrala Bicaz).

Sip-Bor-Sofia (în legătură cu Istanbul).

Sip-Plavișevița-Golubac-Belgrad-Banja Luka (leg. cu Zagreb).

Filiaș-Pietroșani-Teiuș-Cluj.



Planșa 18. — Transportul și utilizarea energiei electrice

d) *Ordinea de execuție a lucrărilor.* Lucrările vor fi executate în două etape:

1. *Etapa I-a.* Construirea barajului cu indiguirile respective dela Porțile de Fier și punerea în funcțiune a centralei hidroelectrice. Energia produsă în această etapă, pentru partea românească, va fi de 1.100.000.000 kWh care ar urma să fie utilizată astfel:

Electrificarea liniei Filiaș-Turnu Severin-Timișoara.

Acoperirea deficitului în București, eventual oprind centralele termice. Satisfacerea Uzinelor Reșița cu energia de care au nevoie.

Liniile de transport ce se vor construi în această etapă vor fi:

În partea românească:

Orșova-Filiaș-Craiova-București.

Orșova-Reșița-Timișoara.

Filiaș-Pietrosani.

În partea sârbească:

Sip-Bor și Sip-Plavișevița-Golubac-Belgrad.

2. *Etapa II-a.* În această etapă se vor executa toate lucrările în legătură cu barajul Plavișevița și indiguirile respective. Se vor completa lucrările rețelei de transport de energie electrică, așa cum s'a trasat în planșa Nr. 18. Tot în legătură cu completarea lucrărilor, pe lângă pregătirea în vederea consumului energiei produse, trebuiesc studiate și tarifele sezoniere și cele pe 24 ore, asigurându-se astfel o mai ușoară repartiție a consumului din punctul de vedere al acoperirilor de putere.

În această etapă va trebui să fie electrificate toate liniile principale de căi ferate, care s'au indicat precedent.

Nu am prevăzut în acest studiu utilizarea energiei electrice în tracțiunea electrică pe șosele prin trolleybuse. Acest sistem de locomotie, în special pentru transportul în comun, este chemat să joace un mare rol în viitor. Deja în străinătate utilizarea lor a luat o mare extensiune pentru transportul în comun, în marile centre făcând legătura cu localitățile de « banlieue ».

De asemenea trebuie semnalată extensiunea ce vor lua atelierele sătești a căror lipsă și utilaj rudimentar trebuie să dispară prin acționarea lor electrică, dând astfel naștere unor industrii rurale locale de mare importanță în economia unui stat.

STUDIUL ECONOMIC AL PRODUCERII ȘI UTILIZĂRII ENERGIEI

Studiul economic privind amenajările proiectate aci, față de rezultatele ce se obțin, prezintă oarecare dificultate pentru că, în același timp cu captarea energiei, se face, integral, îmbunătățirea navigației în acest sector. Adăogăm pe lângă acestea că la Porțile de Fier se face trecerea unui pod de cale ferată dublă și a unei șosele, iar la Plavișevița trecerea pentru o autostradă a cărei valoare este cu atât mai mult mărită cu cât din punct de vedere turistic, ea trece prin locuri de o frumusețe rară în Europa.

Dificultatea constă în aceea că nu putem fixa cota parte ce revine să fie suportată de navigație, de producerea energiei și de căile de comunicație pe uscat.

Chiar în ipoteza că s'ar căuta îmbunătățirea navigației prin derocări, soluție care nu rezolvă integral problema, cheltuelile fiind totuși mari, convoaiele de șlepuri cerând să fie trase de remorchere puternice și pilotate de personal special instruit.

De aceea apreciez că totalul sumelor investite ar urma să fie suportate aprox. în această proporție:

Energia electrică	80%
Navigația	15%
Comunicația pe uscat	5%
Total	100%

Toate prețurile ce vom stabili au la bază valorile medii ale materialului și manoperei dintre anii 1934—1938.

În cele ce urmează se va stabili valoarea investiției și aceea a prețului de cost pentru un kWo.

A) *Investiția.*

Costul total al lucrărilor se compune din:

Cheltueli generale.

Cheltueli de construcție (material și manoperă).

Cheltueli de instalație (mașini și instalații anexe).

Intrucât cheltuelile generale depind de celelalte două, vor fi tratate la urmă.

1. *Cheltueli de construcție.* În aceste cheltueli se cuprind:

Executarea barajului cu instalațiile mecanice respective,

Executarea ecluzelor și

Executarea indiguirilor, pentru toate înțelegându-se materialul și manopera.

Cheltuelile pentru executarea masivelor de baraje pot fi evaluate fie prin comparație cu lucrările similare executate, fie prin stabilirea prețului de cost pe un metru cub de construcție.

În cazul lucrărilor similare citez că prețurile medii cu care au fost executate barajele mobile, pentru căderi joase, socotite pe m² de suprafață muiată, în câteva cazuri, sunt următoarele:

Barajul Tuilliere cu vane Stoney	44.000 lei/mp
» Lengers cu vane Stoney	46.700 »
» Emskanal cu segment	33.000 »
» Landwehrkan cu vane cilindrice	26.800 »
» Deyefors cu vane cilindrice	26.500 »
Media pentru acestea	37.500 lei/mp

Având în vedere condițiunile de construcție fără derivare ale cursului apei, lucrările vor fi mult mai dificile, de aceea consider că cheltuelile se vor ridica la 50.000 lei/mp.

În funcție de volumul construcției costul barajului se poate pune sub forma (d-l Prof. D. Pavel): $C = c \cdot V$ în care $c = 1400 - 0,94 \sqrt{V}$
Costul ecluzelor și indiguirilor se va stabili la fel.

2. *Cheltueli de instalație.* Pentru costul mașinilor și instalațiilor, din cazurile existente, se constată că la puterea instalată de $P > 16.000$ kW, se poate lua ca valoare medie 3.000 lei/kW instalat.

Pentru căderi mici cu turbine Kaplan costul se poate pune sub forma $C = c_i P$, iar $c_i = 2.500 = \frac{8.000.000}{P}$ după d-l Prof. D. Pavel.

3. *Cheltueli generale.* Cheltuelile generale cuprind: cheltueli pentru lucrări preliminare (ridicări topografice, proiectări, sondagii, expertize geologice, concesiuni, etc.), exproprieri de terenuri și imobile, organizarea șantierului cu instalațiunile anexă, conducerea și supravegherea lucrului, neprevăzute (schimbări, mici modificări, etc.).

Din datele obținute pentru baraje și centrale hidroelectrice s'a putut scoate, aprox. că cheltuelile generale pot fi exprimate în funcție de investiție astfel:

Cheltueli pentru lucrări preliminare	0,5—0,8%
» » exproprieri	3,5—4,5%
» » organiz. șantier. și instalații	2—3%
» » cond. și suprav. lucrului	5—6%
» » neprevăzute	7—8%

Ca și la investiții, ridic procentul total pentru cheltueli generale și îl consider de 30%.

I. Costul barajului uzină Plavișevița.

a) *Costul barajului.* Aplicând datele statistice în funcție de suprafața muiată: $C = c_i S = 46600.50000 = 2.330.000.000$ lei, pentru care $c_i = 50.000$ lei/mp și $S = 1666.28 = 46.600$ mp.

Calculat cu formula $C = c_i V = 1.864.000.000$ lei în care am avut $V = 2.330.000$ mc și $c = 800$ lei/mc (după abaca d-lui Prof. D. Pavel).

Dintre aceste două valori am luat media la 2.100.000.000 lei.

b) *Costul ecluzelor*, în funcție de volumul fiecărui dig, este de 660.000.000 lei.

c) *Costul indiguirilor* după statistice și după situația de aci le-am calculat a fi de 850.000.000 lei.

d) *Costul mașinilor și instalațiunilor centrale.* Am văzut că pentru $P > 16.000$ kW, $c_i = 3.000$ lei/kW instalat deci:

$$C = 3000.665000 = 1.995.000.000 \text{ lei}$$

Calculând pe $c_i = 2500—8000000/665000 = 1.650.000.000$ lei total. Am admis valoarea medie de 1.850.000.000 lei.

e) *Cheltueli generale*, calculate ca reprezentând 30% din investiție, au valoarea 1.640.000.000 lei.

f) *Costul total* al întregii amenajări dela Plavișevița este rotunjit la 8.500.000.000 lei.

II. Costul barajului uzinei Porțile de Fier.

a) *Costul barajului.* Procedând la fel ca în cazul barajului Plavișevița costul este:

Costul calculat cu suprafața muiată $C = 1.200.000.000$ lei.

Costul în funcție de volum $C = 960.000.000$ lei

Valoarea medie admisă este de $1.100.000.000$ lei.

b) Costul ecluzelor, în funcție de volum, este de $520.000.000$ lei;

c) Costul indiguirilor l-am calculat de $800.000.000$ lei.

d) Costul mașinilor și instalațiunilor centralei, calculate ca mai sus, este $950.000.000$ lei.

f) Costul total al barajului-uzină Porțile de Fier, l-am rotunjit la $5.500.000.000$ lei.

III. Costul total al amenajării sectorului Cataractelor va fi prin urmare de $14.000.000.000$ lei

B) *Calculul prețului de cost.*

În calculul prețului de cost intră cheltueli directe, în legătură cu exploatare și cheltueli indirecte.

Cheltuelile directe se compun din: salariu, materiale de exploatare și întreținerea mașinilor și instalațiunilor.

Cheltuelile indirecte se compun din: dobânzi la capital, cota de amortisment și reînnoirea mașinilor și instalațiunilor.

Reînnoirea mașinilor și instalațiunilor s'a presupus că s'ar face astfel:

Lucrările hidraulice și de construcție	50 ani
Turbinele	25 »
Instalații mecanice la baraj	25 »
Mașinele electrice	20 »
Tabloul de distribuție și canalizări electrice. . .	15 »

La amenajările hidroelectrice executate până acum și recente având o putere instalată peste 20.000 kW, statisticele arată că în general cheltuelile directe reprezintă circa $2-3\%$, iar cele indirecte $13-14\%$ din investiție, amortizarea făcându-se în 50 ani.

Admițând aceste procentaje, rezultă că producția anuală de energie va trebui să suporte o cheltuială totală de 17% din valoarea investiției, ceea ce reprezintă la o investiție de $11.200.000.000$ lei un total de $1.900.000.000$ lei. Investiția este calculată în ipoteza că energia electrică ar urma să suporte 8% din totalul de 14 miliarde lei.

Presupunând că energia vândută va fi de aprox. 6 miliarde kWo, cum am arătat precedent, costul unui kWo va fi:

$$c = 1.900.000.000 / 6.000.000.000 = 0,316 \text{ lei/kWo}$$

Presupunând că energia vândută suportă toată investiția:

$$c = 2.380.000.000 / 6.000.000.000 = 0,400 \text{ lei/kWo.}$$

Dacă s'ar vinde toată energia produsă de $7.393.000.000$ kwo, costul pe kWo oră va fi:

$$c = 2.380.000.000 / 7.393.000.000 = 0,32 \text{ lei/kWo.}$$

În cazul particular al barajului-uzină Porțile de Fier care ar urma să fie construit primul, prețul de cost al energiei, admițând că chel-

tuelile reprezintă tot 17% din investiție, va fi:

$$c = 935.000.000/2.233.000.000 = 0,418 \text{ lei/kWo, vânzând toată energ.}$$

$$c = 935.000.000/2.000.000.000 = 0,466 \text{ lei/kWo presupunând că se}$$

va vinde 2.000.000.000 kWo și ar suporta energia toată investiția.

În ipoteza că energia produsă ar suporta numai 80% din investiție, cu 2.000.000.000 kWo vânzându-i, prețul de cost va fi:

$$c = 745.000.000/2.000.000.000 = 0,375 \text{ lei/kWo}$$

Și în ipoteza că s'ar vinde toată energia și ar suporta 80% din cheltueli:

$$c = 745.000.000/2.233.000.000 = 0,335 \text{ lei/kWo.}$$

În concluzie, din toate aceste calcule și ipoteze, rezultă că energia produsă la bornele alternatorului sau barele colectoare, va costa sub 0,50 lei/kWo, investiția pentru întreaga amenajare a sectorului fiind de 14.000.000.000 lei.

Reamintesc că aceste prețuri s'au făcut servind ca bază de comparație, prețurile generale ale materialelor și manoperei din anii 1934—1938.

Având în vedere prețul minim care revine pentru producerea energiei și posibilitățile multiple de utilizare ale acestei energii sub forma electrică, curățenia și confortul ce se obține cu instalațiuni de acest fel, înseamnă că un asemenea izvor nesecat, nu mai poate fi neglijat.

INCHEIERE

În rezumat, constatăm că uriașa energie care se pierde în Sectorul Cataractelor, va putea fi captată și pusă în serviciul oamenilor. Prin realizarea celor două baraje-uzină, Plavișevița și Porțile de Fier, navigația va fi îmbunătățită complet, între Turnu-Severin și Baziaș, fiind necesare numai două treceri prin ecluze.

Cu această amenajare, vase fluviale de mai multe mii de tone vor putea circula pe fluviu, trase de remorchere cu putere mică, fără nicio dificultate.

S'ar putea obiecta că reținerea dela Plavișevița este la o cotă prea ridicată, însă trebuie să se aibă în vedere, că am căutat să utilizez integral căderea din acest sector. O micșorare a cotei de reținere la 12 m spre exemplu, care ar micșora cu aprox. 1/3 puterea instalată, va menține aceleași calități pentru navigație, însă precum am arătat mai înainte, locul barajului, numai în această regiune este cel mai favorabil, ca reprezentând cea mai ieftină soluție.

Cred însă că din moment ce constructorul s'a chinuit să facă fixarea barajului, de stâncă, realizând închiderea, va fi absolut indispensabil să se capteze maximul de energie posibil.

Lucrările ar urma să fie suportate, egal, de România și Serbia, eventual pentru partea sârbă, și cu concursul Bulgariei, în care scop ele trebuiesc pregătite, în special din punct de vedere politic.

Cea mai grea problemă, pentru realizarea acestor baraje, eu nu văd că ar fi cea tehnică, ci aceea politică, fiindcă presupune continuitate de vederi la diferitele guverne, ce se succed.

Capitalul necesar va trebui să fie asigurat prin o puternică participare a statului. Țările din apusul Europei au crestat canale în lung și în lat, realizând prin căderi și ecluze, atât producerea de energie cât și căi de comunicație ieftine. În frunte stă Germania.

În ultimul timp, în Germania, canalele construite au realizat căderi de apă până la 20 m dând naștere la puternice centrale hidroelectrice. Toată acestea s'au făcut cu o mare participare financiară din partea statului.

Programul de execuție este însă vast. Pe lângă studiile amănunțite ce trebuiesc făcute în vederea stabilirii planurilor de execuție, vor trebui programe interne, în țările respective, care să asigure consumul de energie. Astfel programul va trebui să prevadă, montarea din timp, a electrificărilor de căi ferate, de noi industrii în regiunile Olteniei și Banatului, precum și pe acelea de irigația și mecanizarea agriculturii.

Toate aceste lucrări numai statul le poate programa, coordona și asigura realizarea printr'o instituție creată în acest scop, fiindcă nimeni nu va investi bani, în o asemenea lucrare, dacă nu întrevede și debușeul produsului.

E adevărat că asemenea lucrări grele fac ca luarea unei deciziuni și căderea de acord, să fie mult tergiversate. Așa a fost și în cazul Canalului Suez.

Este de datoria conducătorilor inginerimii române și a profesorilor care ne-au format, al căror cuvânt are o mare greutate pe lângă forurile superioare, să mențină actuală problema, decizând pe conducători, să ordone începerea lucrărilor preliminare, din punct de vedere politic, financiar și tehnic.

Această operă gigantică, comparabilă cu piramidele egiptene, va dăinui peste veacuri, și prin ea, Poporul Român, se va impune în fața comunității europene.