



Academician Prof.dr.doc.ing. Ioan Anton

**ISTORICUL DEZVOLTĂRII TURBINELOR HIDRAULICE
din ROMÂNIA**

**Prelegere invitata la a 11-a Conferință Națională a Cercetării
Științifice din Învățământul Superior**

Timișoara, 7 mai 2009

“Profităm de ceea ce am câștigat, capitalizăm experiența,
prezentul se îmbogățește cu trecutul”

Jean-Paul Sartre

Astăzi, fără să greșim, considerăm că Prof.dr.ing. **Aurel Bărglăzan**, m.c. al Academiei Române, este **SENIORUL MAȘINILOR HIDRAULICE**.

Aurel Bărglăzan s-a născut în anul 1905 și a crescut pe frumoasele plaiuri ale Făgărașului, la poalele Carpaților. Avid de cunoaștere, învață primele noțiuni despre natură și viață, despre conduita față de semenii, despre omenie, de la părinți – tata fiind preot și mama casnică – de la țăranii din sat.

Copilul, în care vibra multitudinea de fibre proprii ființei sale, deseori visa cu ochii deschiși, admirând și contemplând semeția și frumusețea Carpaților. În gând murmura și zicea și el ca și CANTEMIR că „*sânt mai înalți decât norii cei de zăpadă*”, îi vede ca BĂLCESCU, cu aceeași nobilă exaltare, „*ca pe piramide, cu crestele încununate de o veșnică diademă*”.

În același timp, tânărul Aurel Bărglăzan se oprea și admira, cu deosebită plăcere, multitudinea pârâurilor, cu ape ca și cleștarul, în care păstrăvii erau la ei acasă. Pâraie în care apa curgea la vale cu mare viteză, bogatul lor potențial energetic fiind risipit cu dărnicie. Doar o infimă parte din acest potențial era valorificat la acționarea roților hidraulice de moară, la instalații de minerit, din industria textilă, la acționarea joagărelor ș.a.

De multe ori, într-un an, aceste râuri sau pâraie se umflau, energia lor devenea aprigă și de temut. Aceste energii acționau dezordonat și distructiv, dărâmand copacii, adâncind prăpăstiile, sub ochii unor oameni prea slabi pentru a se măsura cu ele. La lecțiile de geografie, tânărul Aurel învață că țara noastră dispune de unul dintre cele mai bogate și armonioase sisteme hidrografice. Baza geometrică a acestor sisteme este Dunărea, sursa lor principală de apă fiind Carpații, asemănându-se cu o harpă. Am convingerea, că pătruns de simfoniile acestor energii ale apelor involburate, tânărul Bărglăzan, în subconștientul său, simte chemarea la luptă cu energia apei și captarea cărbunelui alb în folosul omului, a neamului său. Astfel, după cum spunea Leonardo da Vinci, „*Când ți-ai ales o stea, cu greu îți mai poți lua ochii de la ea*”.

După absolvirea Liceului Gheorghe Lazăr din Sibiu, 1923, cu mențiunea *Foarte bine*, se înscrie la Școala Politehnică Timișoara, pe care o absolvă în 1928 cu *foarte bine cu distincție*. Este reținut ca asistent de Prof.dr.ing. Plauțius Andronescu, de unde se transferă la Prof. Pompiliu Nicolau, alături

de care dezvoltă Laboratorul de Mașini Hidraulice, care este dotat cu un stand pentru încercat turbine Francis și Kaplan, fabricat de I.M. Voith, stand modernizat, existent și astăzi.

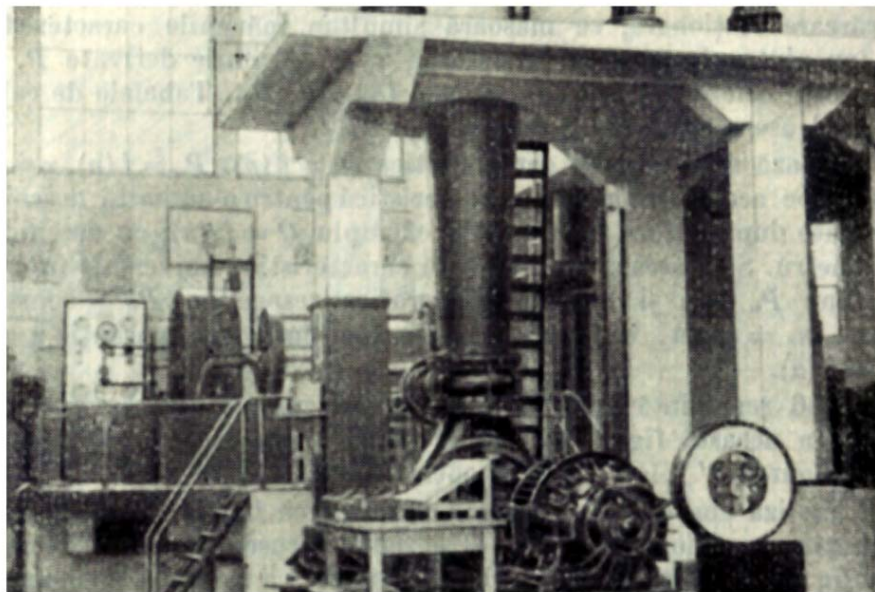
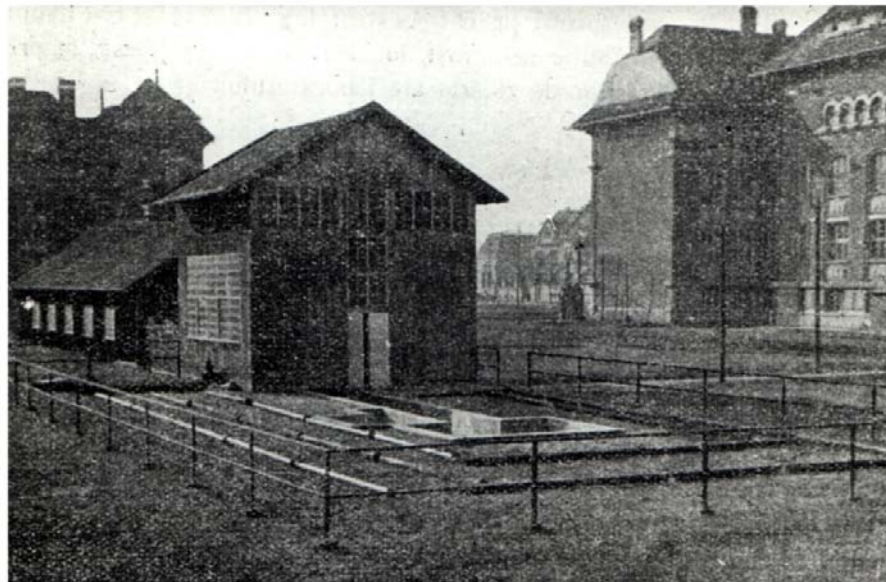


Figura 1. Începuturile Laboratorului de Mașini Hidraulice din Timișoara, 1928.

Laboratorul de mașini hidraulice a constituit pe toată durata activității profesorului Aurel Bărglăzan preocuparea prioritară și cea mai la sufletul D-sale. Încă din 1931, multe din proiectele de turbine conduse de Conf.dr.ing. Aurel Bărglăzan constau în proiectarea și realizarea – la atelierele CFR Timișoara – încercarea și analiza critică a metodei de proiectare, respectiv a rezultatelor. În Bul. Scie. De L'ecole Polytechnique de Timișoara tom 7, fasc. 1-

2 1937, Prof. Pompiliu NICOLAU menționează în mod deosebit „contribuția Conf. Aurel Bărglăzan la finalizarea acestor diplome, ca una majoră”.

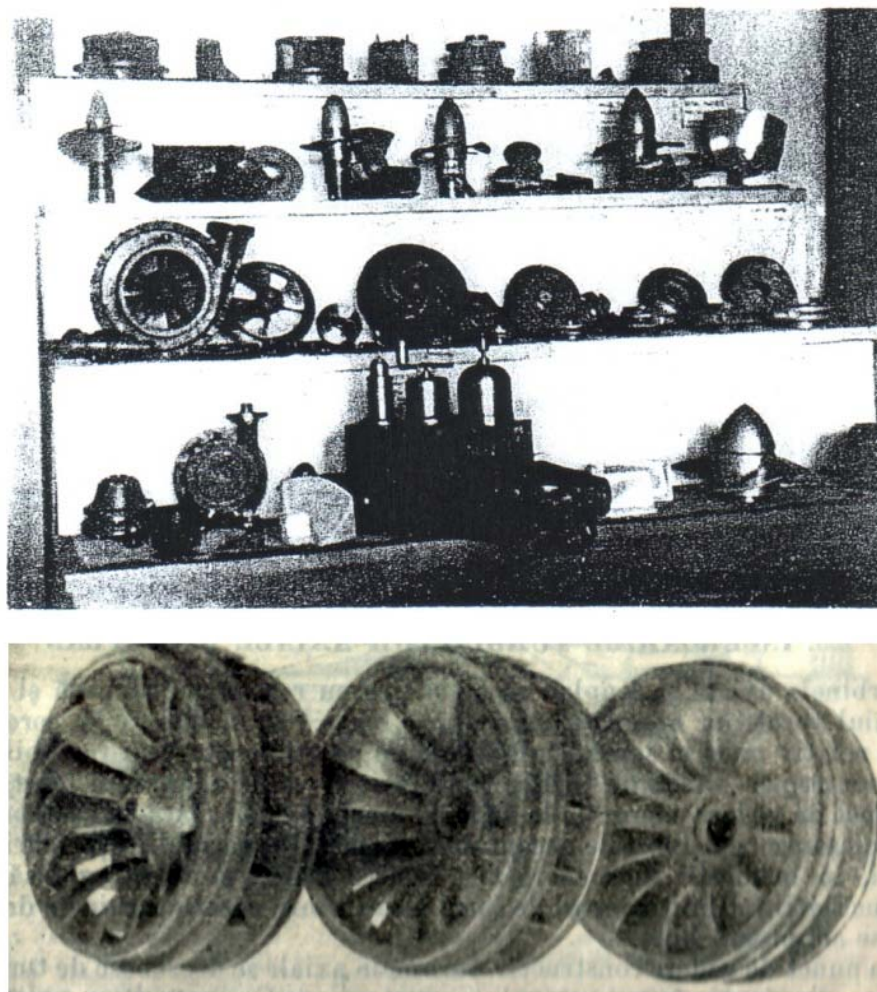


Figura 2. Modele de turbine hidraulice încercate în Laboratorului de Mașini Hidraulice din Timișoara.

Conducerea Uzinelor și Domeniilor Reșița – UDR este informată despre aceste lucrări și-l numește pe Conf. Aurel Bărglăzan, în anul 1935, ca și consilier în domeniul mașinilor hidraulice, ventilatoarelor și suflantelor. Prima lucrare elaborată de Conf. Aurel Bărglăzan a fost o pompă pentru alimentarea circuitului de răcire a furnalelor. Datorită caracteristicilor optime de lucru, muncitorii au botezat-o **pompa Bărglăzan**, pompă care a fost livrată pe bază de comenzi în URSS pentru noile furnale. Împreună cu Ing. Andrei Berzănescu – constructor șef la uzină, absolvent de la Timișoara – mai proiectează o turbină Francis, care realizată la Reșița, se instalează la Moldova Nouă, în 1964. De asemenea, fostul său student Zeno-Octavian Jumanca, care a realizat la proiectul de diplomă turbina hidraulică pentru o amenajare

la Sânmihai pe Bega, sub îndrumarea sa proiectează o turbină Pelton de 6 CP, ce se realizează la Atelierele Mecanice de la Mina Anina și se instalează la lacul Mărghițaș din apropiere.

Odată cu elaborarea primului plan de electrificare a țării se evidențiază necesitatea imperioasă a construcției Centralelor Hidroelectrice. Specialiștii din București, în frunte cu marii profesori Dr.ing. Dorin Pavel și Cristea Mateescu, m.c. al Academiei, luptă pentru a convinge factorii de decizie ca pentru hidroagregate să se adopte calea importului. Astfel se construiesc CHE Moroieni-Ialomița, Sadu V Sibiu, Stejaru Bistrița-Bicaz, Roznov I, Vidraru Argeș. Pentru ultima UCMR elaborase mare parte din proiectele de execuție, care până în cele din urmă au rămas în arhivă. Turbinele și utilajele de la Vidraru au fost importate de la CKD Blansko din Cehoslovacia.

În aceeași perioadă, sub conducerea Prof.dr. Aurel Bărglăzan, absolvenții: Alex. Bitang, Gavril Creța, Viorel Cristea și Octavian Turicu își elaborează și susțin diplomele privind proiectarea turbinelor Pelton și Francis, precum și a sistemului de reglare destinat unei centrale de pe Bârzava la Văliug - Crăinicele, obținând toți calificative maxime.

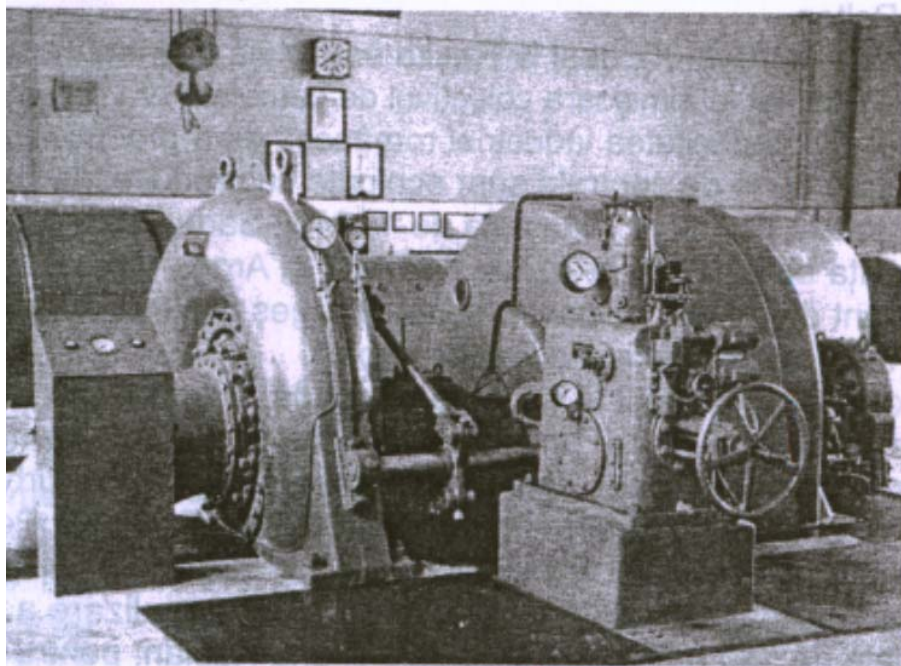


Figura 3. Turbinele Francis de la Crăinicele.

Toți se angajează la UDR unde, sub conducerea Conf. Andrei Berzănescu, constructor șef al uzinelor, dezvoltă proiectele la nivel de execuție. Modelul turbinei Francis este încercat la Timișoara, iar cel al

turbinei Pelton cu doi rotori pe același ax – cu dimensiuni diferite – sunt încercați într-o stațiune nouă, special construită la Reșița și montată în noul Laborator de Mașini Hidraulice de la Politehnica din Timișoara, distins cu Premiul de Stat 1959. Turbinele Francis și Pelton sunt montate în centrala Crăiniceș, aflată în funcțiune și astăzi.

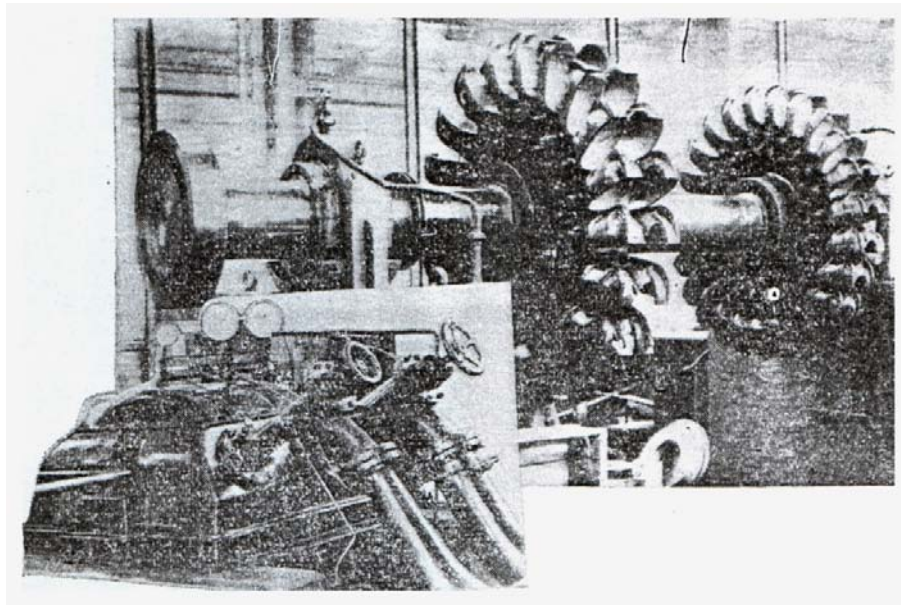


Figura 4. Turbinele Pelton de la Crăiniceș și standul de încercare al turbinei model de la Laboratorul de Mașini Hidraulice.



LAUREAȚI AI PREMIULUI DE STAT



Figura 5. Laboratorul de Mașini Hidraulice, 1953, și laureații Premiului de Stat (de la stânga la dreapta): Prof.dr.ing. Aurel Bărglăzan, Prof.ing. Victor Gheorghiu (pentru realizarea laboratorului de mașini hidraulice de la Institutul Politehnic Timișoara), ing. Ioan Anton, ing. Iosif Preda, ing. Viorica Anton, mecanic-monteur Ioan Dragalina (pentru contribuția dată la realizarea laboratorului de mașini hidraulice de la Institutul Politehnic Timișoara).

Prof.dr.ing. Dorin Pavel, strălucitul hidroenergetician, este proiectantul șef al amenajării cu barajul de la Văliug care alimentează turbinele Francis și de asemenea, al conductelor de aducțiune Gozna-Semenic pentru turbina Pelton. În *Arhitectura Apelor* el afirmă clar că: „Față de echipamentul electric și hidromecanic importat, consider că cel fabricat la Reșița a fost mai bun. Au fost obținute la CHE Crăinicele randamente de 88%, foarte bune la turbinele de putere mică”.

De asemenea, în aceeași perioadă, sub îndrumarea profesorului Bărglăzan, se modernizează centrala hidroelectrică de la Târgu-Mureș, echipată inițial cu turbine Francis. CHE Târgu-Mureș a fost bombardată în cel

de-al doilea război mondial. Proiectul a fost executat de Conf.ing. A. Berzănescu și tehnicianul I. Constantinescu de la Reșița, apoi executat în uzina de aici. Rotorul a fost proiectat în cadrul lucrării de diplomă de către absolventa Viorica Flueraș, conduse evident de profesor. Modelul rotorului prototip a fost executat la LMH Timișoara și încercat pe standul de turbine Francis modificat. Ținând cont de efectele de scară energetice, diagrama colinară a turbinei model (M) a fost transpusă la turbina prototip (P) și s-au obținut caracteristici de lucru foarte bune. Turbinele instalate la centrala Târgu-Mureș funcționează și astăzi foarte bine, fără reparații capitale.



Figura 6. Rotorul Kaplan model împreună cu arborele și rotorul turbinei prototip de la C.H.E. Târgu Mureș.

În paralel cu această activitate Prof. A. Bărglăzan, care făcea naveta la Reșița săptămânal, miercurea, a desfășurat o muncă titanică pentru convingerea factorilor de decizie de dezvoltarea unei baze materiale de construcție la Reșița a unor turbine hidraulice, hidrogeneratoare și echipamente hidromecanice. Cel mai mult a fost sprijinit în această acțiune de către Ministrul Carol Lonțear, provenit de la Reșița, la care profesorul avea ușa deschisă la orice oră din zi. Astfel reușește ca în anul 1949 să se înființeze la Reșița un nucleu de proiectare de turbine hidraulice și hidrogeneratoare, în

cadrul Constructorului șef condus de Conf. Andrei Berzănescu. Nucleu format în întregime de tineri absolvenți de la Timișoara, entuziasmați de optimismul și visul profesorului lor de la turbine.

Acest nucleu elaborează proiecte de execuție ale turbinelor, generatoarelor și echipamentelor hidromecanice pentru CHE Sadu I, II, Aștileu II și Sădurel, proiecte care din păcate nu au fost realizate. În această perioadă Ministrul MICM Tuzu, la o întâlnire întâmplătoare îmi spune: *Anton, au fost la mine la minister doi tineri ingineri de la Reșița, cu proiectele turbinelor, generatoarelor și ceva echipamente destinate CHE Aștileu II, cu rugămintea de a le aproba execuția acestora la Reșița.* Știind că unul dintre aceștia era Ing. Coste Florian, fostul nostru student, fără să stau mult pe gânduri i-am răspuns că: *merită să-i ajutați.*

În lupta marelui nostru Dascăl pentru realizarea visului său, dezvoltarea condițiilor de proiectare, cercetare și realizare la Reșița a echipamentelor hidroenergetice, apare o mare șansă și anume numirea în anul 1951, a Conf.ing. Andrei Berzănescu ca director la CSP – Comitetul de Stat al Planificării – iar apoi la scurt timp devenind inspector general la MICM pe probleme de mașini hidraulice, electrice și echipamente hidromecanice. Astfel, efortul celor doi mari specialiști obține noi valențe, completându-se în mod armonios, reușesc ca în 01.10.1960, printr-un ordin al MICM, să se înființeze un colectiv de mașini hidraulice la Reșița. În fruntea lui este numit Ing. Coste Florian, desigur cu sprijinul Prof. Bărglăzan, la sugestia subsemnatului. Nu peste mult timp se înființează la Reșița și un colectiv de hidrogeneratoare condus de inginerul Mihai Opaschi, absolvent al Școlii Politehnice din Timișoara.

Din păcate, stegarul acestei importante activități, profesorul Aurel Bărglăzan, decanul Facultății de Mecanică, membru al Academiei Române, este doborât de o boală năpraznică și nemiloasă. Sufletul Domniei sale trece în eternitate prea devreme, pe data de 19 octombrie 1960, în deplinătatea forțelor intelectuale și morale, tocmai în momentul în care toți aveam mai mare nevoie de sprijinul domniei sale.

Noi, foștii săi studenți și colaboratori, îi pătrăm și astăzi chipul Domniei sale omenos și optimist, în inimile și sufletele noastre și îi aducem un pios omagiu și cu acest prilej.

Astfel se încheie prima etapă de colaborare excelentă dintre Școlile de Mașini Hidraulice de la Timișoara și Reșița. Făclia aprinsă de marele nostru dascăl, om de știință și patriot, Prof.dr.ing. Aurel Bărglăzan este preluată rapid de colaboratorii Domniei sale și astfel activitatea urcă mereu pe trepte superioare. În fruntea școlii de la Timișoara este numit Conf.dr. Ioan Anton.

Astfel, după 1960, UCM Reșița este solicitată să proiecteze și să realizeze 24 de hidroagregate, cu putere totală de 240 MW, acestea reprezentând salba de hidrocentrale de pe Bistrița, în aval de CHE Stejarul – Bicaz. Așadar, în perioada menționată se proiectează grupurile hidroagregatelor cu puteri de 5,5; 7,5; 11 și 24 MW. Prima centrală Roznov I este dotată cu echipamente importate de la CKD Blansko.

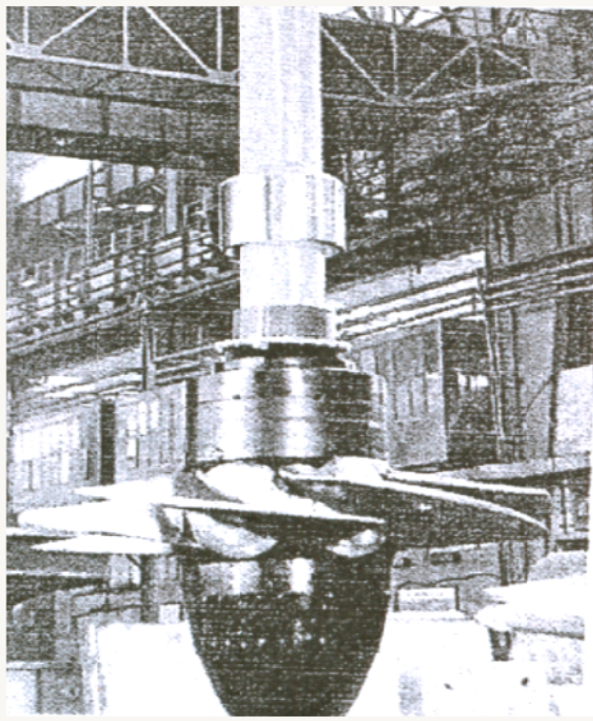


Figura 7. Rotorul Kaplan de la C.H.E. Roznov II.

A doua centrală Roznov II de 14 MW este echipată complet de UCMR. Rotorul turbinei este proiectat și încercat la LMH Timișoara. La darea în funcțiune s-a constatat că turbina nu funcționa la puterea maximă pentru care era proiectată. Toți marii profesori și specialiștii de la ISPH București, jubilând mă întrebau ironic, de ce turbinele Roznov II nu funcționează normal, în concordanță cu parametrii de proiectare. Am propus conducerii Reșiței demontarea turbinei și revizia. Foamea de energie electrică din acea perioadă s-a opus acestei lucrări. Atunci am organizat deplasarea șef de lucrări Anghel Antoniu și Ing. Cornel Ciocârlan pentru efectuarea unor măsurători *in situ*, care constau prin măsurarea și trasarea curbei $P=f(a_0)$, adică a puterii funcție

de deschiderea aparatului director. Curba obținută a fost o dreaptă, ceea ce indică funcționarea normală a turbinei, fără apariția cavității dezvoltate. Atunci am propus oprirea și revizia sistemului de circulație a uleiului la servomotorul rotorului. Evident că am fost din nou refuzat.

O întâmplare *fericită* a fost faptul că muncitorii reșițeni au rătăcit în coloana de distribuție o piuliță care cca. un an a funcționat odată cu turbina, pentru ca apoi să se blocheze între coloană și arbore, ducând la forfecarea tuturor buloanelor de asamblare dintre cele două componente. Această defecțiune a impus oprirea turbinei și constatarea celor de mai sus. Cel mai important lucru constatat a fost acela că **la montare s-a pus un inel suplimentar pe pistonul servomotorului rotorului, reducând astfel cursa acestuia față de proiectare**. Turbina a fost remontată în concordanță cu proiectul, iar când a fost dată în lucru furniza debite și puteri mai mari la deschiderea maximă a aparatului director, decât era proiectat generatorul, ceea ce putea provoca supraîncălzirea și arderea acestuia. Am informat împreună cu Reșița ministrul de resort, sugerându-i în același timp să aprobe noi condiții de exploatare.

Astfel, primul examen greu, susținut de Reșița și de noi, a obținut calificativul bun, a contribuit în mod substanțial la dezvoltarea construcției de turbine, generatoare și echipamentele aferente pentru centralele hidroelectrice din țară, la UCM Reșița.

Drept urmare, se pun în operă la UCMR hidroagregatele pentru CHN de la Roznov II, Vaduri, Piatra-Neamț, Bacău I și II, Zărnești, Costișa, Buhuși, Pângărați, Gârleni ș.a. într-un timp record. Astfel se realizează **Salba de CH de pe Bistrița, din aval de Bicaz**.

Eram student în anul IV la IPT când mi-a căzut în mână o cărțuție în care se prezenta cu mare pompă Prima Salvă de hidrocentrale de pe Mississippi din SUA. Noi Românii am trecut cu vederea prezentarea Salbei de pe Bistrița care și prin caracteristicile sale constructive și funcționale se ridică la nivelul celei din SUA.

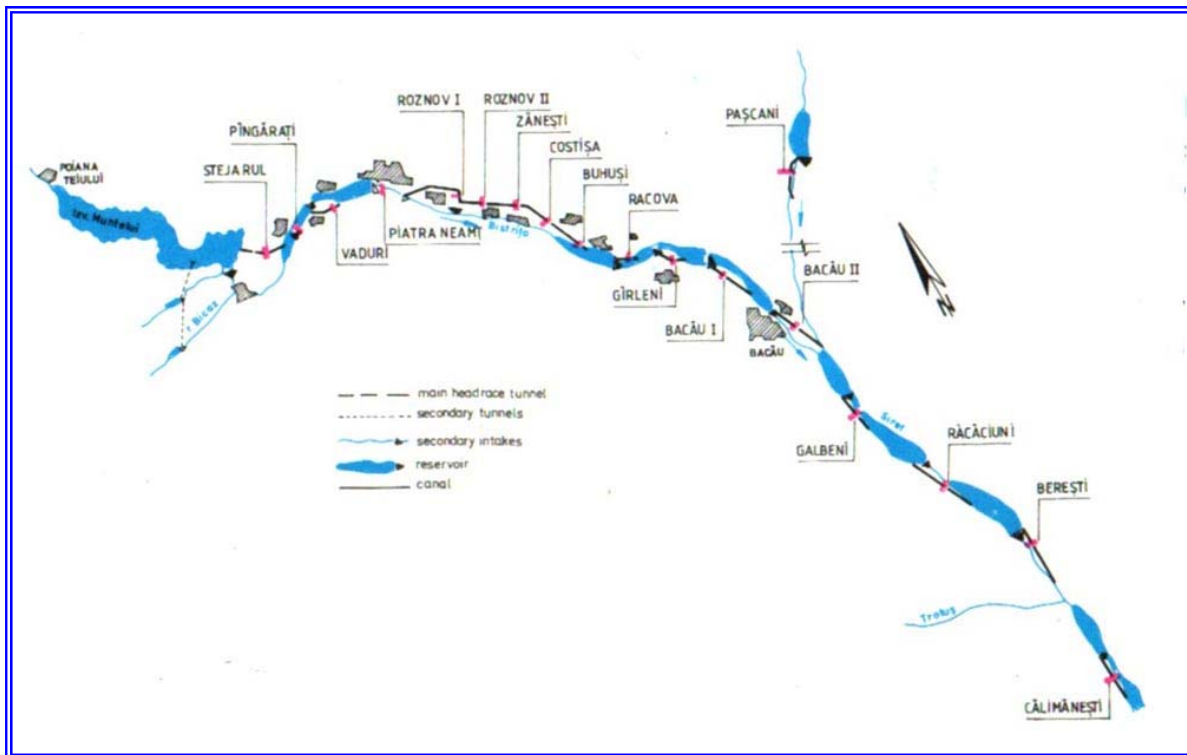


Figura 8. Salba de centrale hidroenergetice de pe râul Bistrița.

Solicitarea Reșiței sporește, ceea ce impune înființarea unui **Institut de Cercetare Proiectare Echipamente Hidroenergetice** (1.01.1966). Primul director este numit Ing. Alexandru Bitang, pînă la acea dată directorul tehnic al UCMR.

Odată cu înființarea institutului s-a început și realizarea unui laborator de mașini hidraulice la Reșița, având în vedere numărul mare de tipuri de turbine ce trebuiau încercate. Astfel, în 1973, se dă în lucru Laboratorul de Mașini Hidraulice ICPEH Reșița, conceput și dotat cu aparatură modernă de măsurători.

Din acel moment activitatea școlii de mașini hidraulice de la Timișoara se concentrează pe cercetarea fundamentală obținând rezultate la nivel mondial în domeniile:

- Hidrodinamica turbinelor,
- Hidrodinamica rețelelor de profile,
- Fenomenul de cavitație,
- Efectele de scară.

Cea mai mare parte din rezultatele colectivului au fost incluse în tratatele:

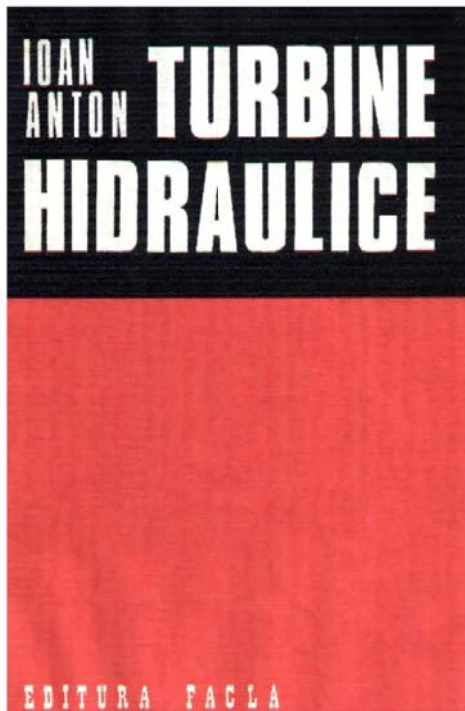


Figura 9. I. Anton, (1979), *Turbine Hidraulice*, Ed. Facla, Timișoara

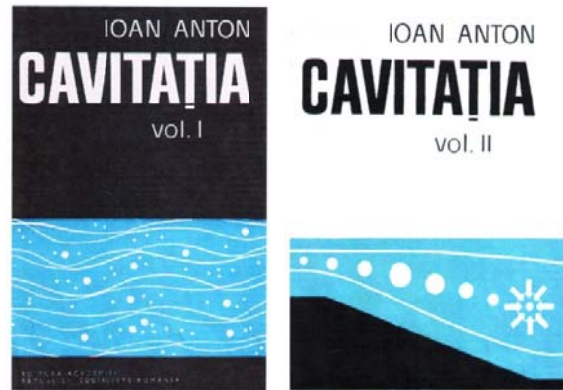


Figura 10. I. Anton, (1984, Vol. I, 1985, Vol. II), *Cavitația*, Ed. Academiei Române, București. Rotor Francis cu paletile erodate cavitațional (jos)

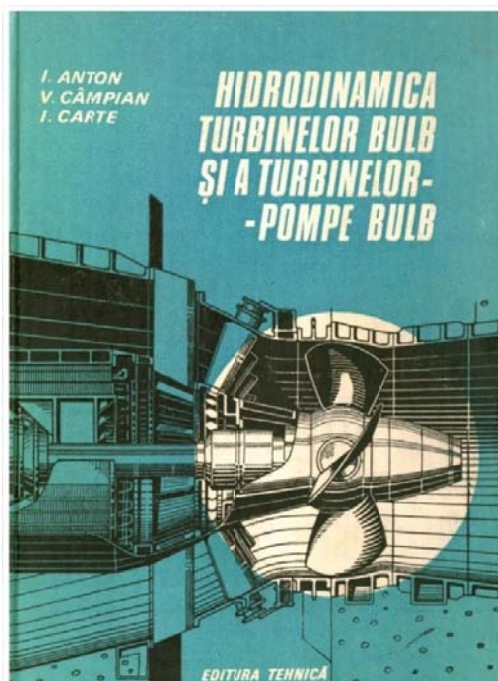


Figura 11. I. Anton, V. Câmpian, I. Carte, (1988), *Hidrodinamica Turbinelor Bulb și a Turbinelor-Pompe Bulb*, Ed. Tehnică, București.

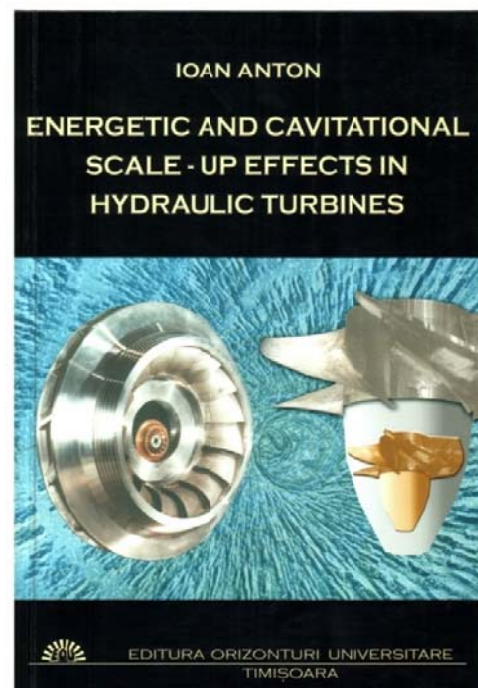


Figura 12. I. Anton, (2002), *Energetic and Cavitation Scale-up Effects in Hydraulic Turbines*, Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara.

În monografia „Energetic and Cavitation Scale-up Effects in Hydraulic Turbines” sunt incluse cercetările subsemnatului efectuate timp de cca. 45 ani și prezentate metode originale, dezvoltate teoretic și verificate experimental. Am avut marea șansă de a beneficia și analiza, cercetările experimentale asupra turbinei Kaplan (M) re tehnologizate de la PFI. Cercetările au fost efectuate separat în două laboratoare străine și anume: SULZER/HYDRO și ASTRO.

Comparând rezultatele teoretice cu cele experimentale s-a ajuns la concluzia că **noile turbine re tehnologizate vor avea caracteristici energetice superioare.**

Din punct de vedere cavitațional am demonstrat că turbinele prototip (P) re tehnologizate vor funcționa necorespunzător. **Am propus proiectarea unui nou model (M)** și am fost luat în derâdere. Din păcate la prima turbină re tehnologizată Kaplan de la PFI, după o funcționare scurtă de timp de un an, paletetele au fost distruse cavitațional, mult peste normele IEC. Paletetele au fost prelucrate prin eliminarea buzei profilului de la periferie ceea ce a condus la o oarecare ameliorare a funcționării din punct de vedere cavitațional, fapt ce nu asigură funcționare pe o durată de timp normală a acestor mașini.

Cu toate succesele obținute de reșițeni continuă denigrarea turbinelor construite la Reșița și se caută pe toate căile să se frâneze acest efort și avânt. Atunci mi-a venit ideea să-l invit la Reșița pe marele specialist Prof. N.N. Kovalev, constructorul turbinelor de pe Nipru. Desigur întâi a stat câteva zile la Timișoara și pe urmă i-am făcut un program de lucru la locul unde urma să se construiască PdFI.

Conducerea UCMR a organizat întâlnirea în sala de ședințe a hidraulicilor de la Reșița și Timișoara, precum și de la ISPH București. Toți pereții erau acoperți cu desene de turbine, hidrogeneratoare și echipamentele aferente, proiectate și realizate la Reșița. N.N. Kovalev a întârziat puțin, iar în sală era o căldură greu suportabilă, deși era în decembrie. Când a sosit N.N. Kovalev, în primul rând și-a dat jos vestonul și a întrebat:

- Care sunt problemele?

Directorul tehnic al UCMR, Ing. Eugen Dăscălache și Ing. șef la ISPH Opriș au prezentat defecțiunile întâlnite în exploatarea acestor turbine și hidrogeneratoare. Atunci Kovalev a întrebat:

- De când construiți aceste mașini și de când funcționează?

După ce i s-a dat răspunsul a început să râdă și a spus:

- Noi construim turbine și generatoare începând din 1924 și întâlnim toate problemele ridicate aici chiar și cele mai noi turbine realizate.

Cu aceasta s-a încheiat ședința în ideea de a construi la Reșița în continuare turbine și generatoare. Această idee a fost întărită și prin alt exemplu, pe care îl redau mai jos.

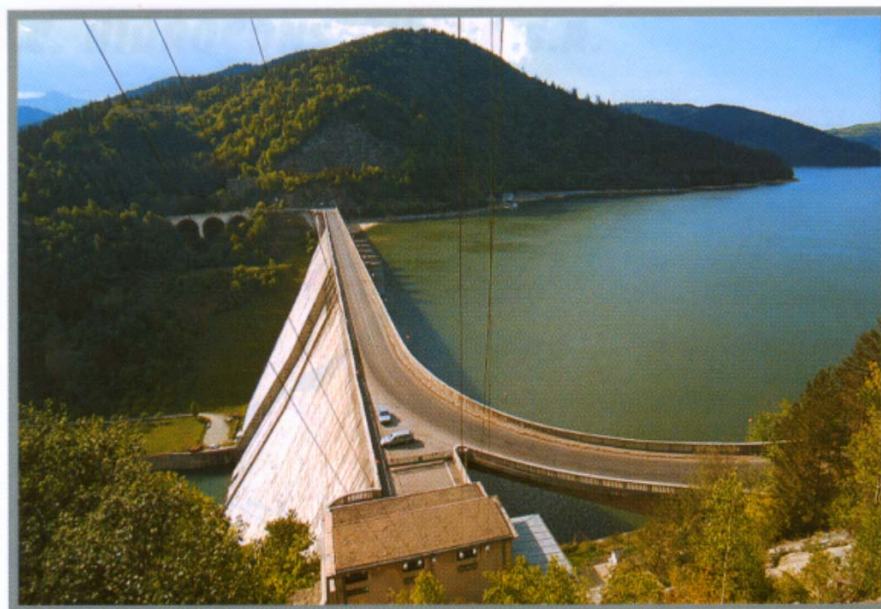


Figura 13. Lacul de acumulare Izvorul Muntelui – Baraj CHE Stejaru.

CHE de la Bicz a fost cu mult timp în urmă studiată de marele Prof. Dimitrie Leonida. CKD Blansko furnizase două tipuri de turbine Francis pentru CHE Iablanița din Jugoslavia. Odată cu desprinderea acestei țări din lagărul socialist Tito refuză turbinele care erau în curs de montare. Atunci specialiștii români din București conving factorii de decizie de a cumpăra noi, României, aceste turbine pentru a le monta la Bicz, fără nici un studiu, ceea ce s-a și pus în operă. Din păcate la pornire au lucrat în regimuri de cavitație dezvoltată, nefiind potrivite parametrilor energetici de la Bicz, nici chiar la regimul optim de lucru.

Personal susținusem teza de doctorat în 1961, elaborată sub conducerea marelui Prof. Aurel Bărglăzan, cu titlul *Curbe caracteristice de cavitație la pompele centrifuge cu turație specifică joasă*, teză care avea elemente noi privind caracteristicile de cavitație la pompele centrifuge, obținute teoretic și experimental, devenind astfel specialist în cavitație. În această calitate am fost solicitat de Ministerul Energiei să fac un studiu privind funcționarea turbinelor de la Bicz.

Mai întâi am studiat teoretic caracteristicile de cavitație ale turbinelor, folosind noua metodă dezvoltată la pompe. Pe urmă vara timp de o lună în colaborare cu colegii de la catedră, șefii de lucrări: I. Preda, Viorica Anton, Fr. Gyulai și Dr.ing. Ernest Șișak am efectuat măsurători privind cavitația, care la toate regimurile de lucru, a fost identificată la intrare în aspirator, prin zgomote infernale și vibrații superioare mult peste cele prevăzute de normele IEC.

În final am întocmit o amplă lucrare care cuprindea studiile teoretice, măsurătorile experimentale precum și propunerile de re tehnologizare a acestor turbine prin înlocuirea rotorilor existenți cu alții noi. Sinteza acestor rezultate a fost prezentată la Ministerul Energiei în prezența primilor miniștri I.G. Maurer și L. Reitmaie din România și Cehoslovacia și a unui mare număr de specialiști din București. Prezent a fost și Prof.dr.ing. Miroslav Nechleba care era autorul unui tratat de turbine hidraulice scris în engleză. De asemenea, a fost prezent și eminentul hidroenergetician Prof.dr.ing Dorin Pavel. În final toți am fost de acord cu propunerile noastre prezentate de subsemnatul.

Rezultatele obținute de Reșița prin realizarea Salbei de CHE de pe Bistrița împreună cu cele obținute de noi, la loc de frunte situându-se cele de la Bicăz, au determinat conducerile de Stat din România și Jugoslavia să construiască în colaborare SHEN Porțile de Fier I, apelând la experiența specialiștilor din URSS.

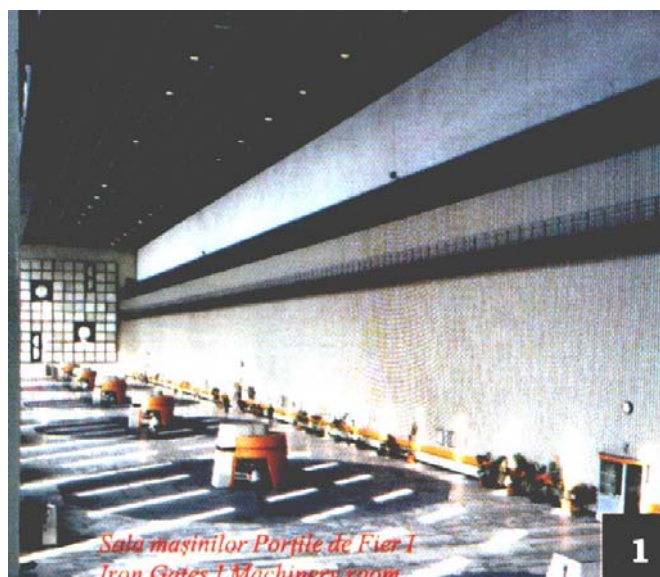
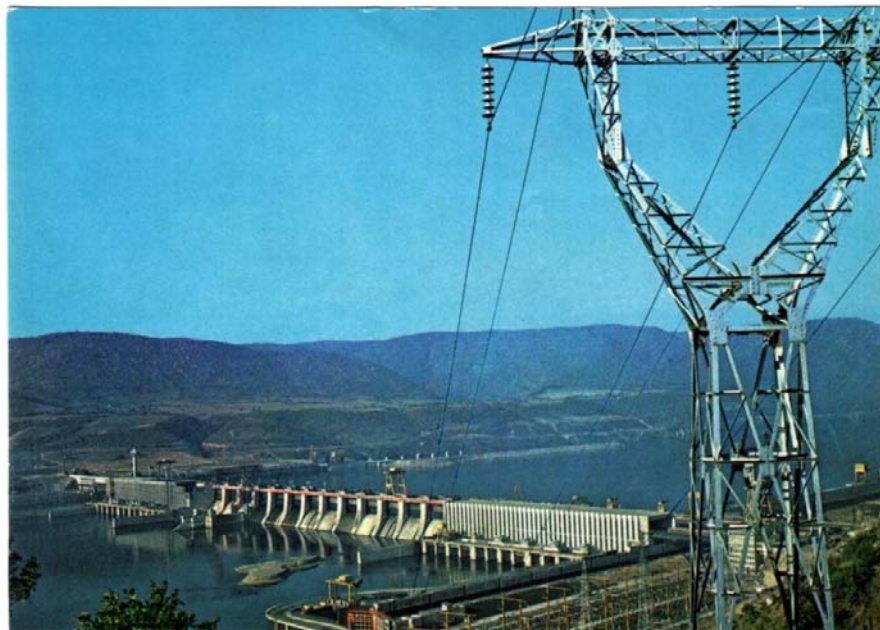


Figura 14. Centrala hidroenergetică Porțile de Fier I.

Am făcut parte împreună cu ing. A. Berzănescu, Prof. Diaconu de la București, din prima comisie care a purtat discuțiile tehnice și economice, în vederea achiziției turbinelor Kaplan dintre care trei să fie executate la Reșița cu colaborarea altor uzine din țară. Fiind singurul specialist din România în

probleme de cavitație, am realizat diagrama colinară a turbinei model (M) și a propotipului (P) și am ajuns la concluziile că din punct de vedere **energetic caracteristicile sunt foarte bune. Dar din punct de vedere cavitațional componenta turbinelor (P) nu va fi corespunzătoare.** Au fost aduși de la Moscova a doua zi și Prof.dr.ing Granovskii de la Universitatea Tehnică din Leningrad și constructorul șef de la LMZ Ing. Șegolev pentru a discuta problemele de cavitație și propunerile noastre, care au fost acceptate fără prea mari discuții. **Propunerea a constat în schimbarea geometriei aspiratorului turbinei.**

Astfel, trei hidroagregate au fost executate la Reșița.

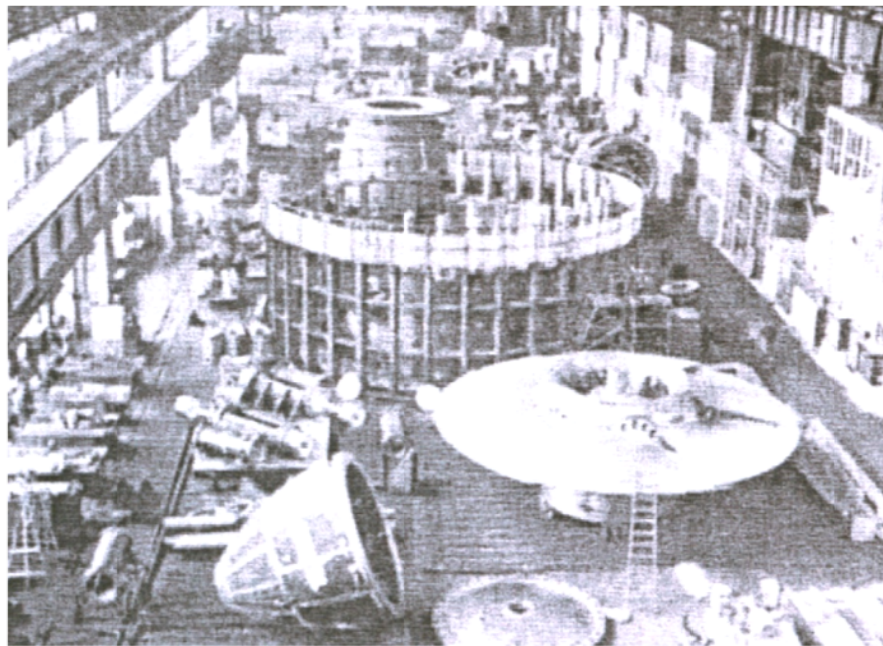


Figura 15. Componente ale turbinei de la Porțile de Fier I, în hala mecanică de la UCM Reșița (sus). Rotoare de turbine studiate la Reșița (jos).

Comportarea în lucru a acestor turbine mai mult de 30 de ani a fost satisfăcătoare, necesitând doar reparații curente. De menționat că puterea optimă de lucru a unei turbine era 178 MW, iar diametrul rotorului $D=9,5$ m. **Deci pentru noi CHE PFI este o stea pe firmamentul cerului românesc, care o să dureze multe veacuri, este o mândrie a tehnicii românești.**

Personal mă mândresc cu această realizare, fiind la darea în lucru, în 1974, cea mai mare hidrocentrală cu turbine Kaplan din Europa. În același timp m-am bucurat că pe tot parcursul execuției PFI am făcut parte din Consiliul Științific în calitate de vicepreședinte. De asemenea am fost component al Comisiei de recepție, tot în calitate de vicepreședinte.

Consider că pentru Reșița, realizarea a 3 grupuri de hidroagregate pentru PFI, cu caracteristici superioare de lucru, a constituit examenul de doctorat trecut cu Magna cum Laude.

Doresc să mai amintesc că în cadrul tezei de doctorat Conf.ing. Iosif Preda – îndrumat fiind de subsemnatul – a proiectat un nou stand pentru încercarea turbinelor Kaplan cu sprijinul financiar al Academiei. Standul, răspunzând celor mai exigente măsuri de funcționare și încercări, conform standardelor IEC, a fost amplasat lângă LMH Timișoara. I.

Preda a proiectat trei variante de turbine (M), care au fost executate la Reșița, inclusiv rotorul original încercat la LMZ. Caracteristicile energetice și cavitaționale au fost apropiate pentru cei patru rotoți studiați. Diametrul tuturor rotorilor (M) a fost de 400 mm, pentru a atenua efectele de scară energetice și cavitaționale.

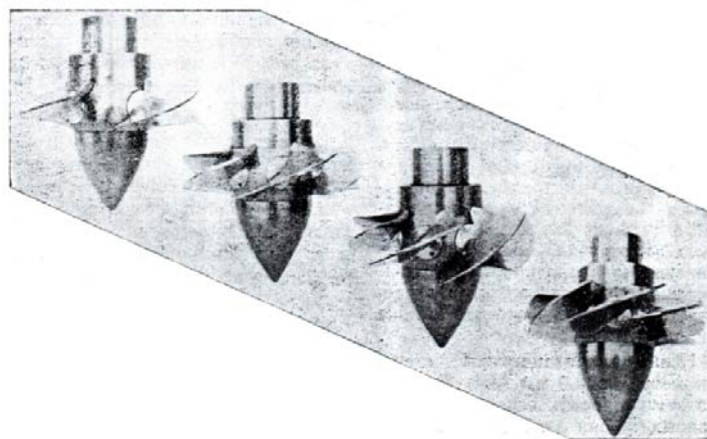


Figura 16a. Modele de rotoare Kaplan cu diametre de 400 mm pentru turbinele de la Porțile de Fier I.

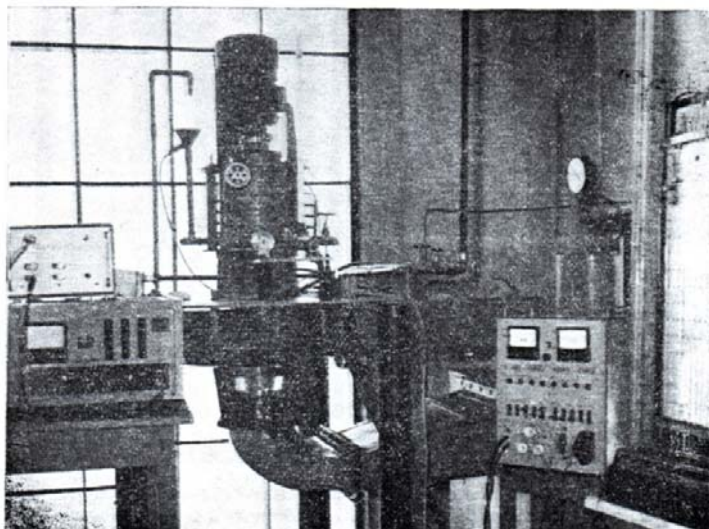


Figura 16b. Standul de cavitație pentru rotoare cu diametrul 200 mm.

Una din marile CHE realizate de Reșița este cea de pe Retezat, dotată cu două grupuri de $H=400$ m și $P=170$ MW. Proiectantul șef a fost distinsul coleg Ing. Carol Lupșiansca, modelul a fost încercat pe standul institutului, având mai multe variante de rotoare cu caracteristici bune de lucru. Turbinele (P) au fost instalate în centrală subterană, la punerea în lucru au arătat caracteristici bune de lucru. Deși a avut loc o avarie la un generator, se poate afirma că agregatele sunt o reușită.



Figura 17. Barajul de la Gura Apei, intrarea în tunelul de la CHE Râul Mare, și sala mașinilor.

Cercetările și realizările în studiul turbinelor la Laboratorul Mașini Hidraulice din Reșița, sunt prezentate în mare parte în cartea Dr.ing. Iacob Voia: Calculul hidrodinamic al turbinelor hidraulice cu reacțiunea, CCSITEH Reșița 1984.

Deoarece din planul de amenajare a râurilor din România, elaborat de eminentul Prof. Dorin Pavel, au rezultat condițiile de lucru cu turbine Bulb și Bulb-reversibil (pompe turbine), Dr.ing. Viorel Câmpian a început studiile teoretice și experimentale a acestor tipuri de mașini, prin proiectarea și încercarea unei turbine Kaplan KT_i ($i=5,7,9,10,5$) și cinci tipuri de rotoți reversibili. La proiectarea acestora a apelat la *metoda eminentului Prof.dr.ing. O. Popa de dimensionare a rețelelor de profile bazată pe reprezentarea conformă*. Atât la proiectarea turbinelor Bulb normale cât și reversibile, a apelat la cercetări experimentale efectuate în cadrul tezei de doctorat de a Conf.ing. Viorica Anton, asupra unor rețele plane de profile funcționând în curent direct și invers. A preluat în special diagramele colinare ale rețelelor de profile pentru alegerea caracteristicilor optime de lucru.

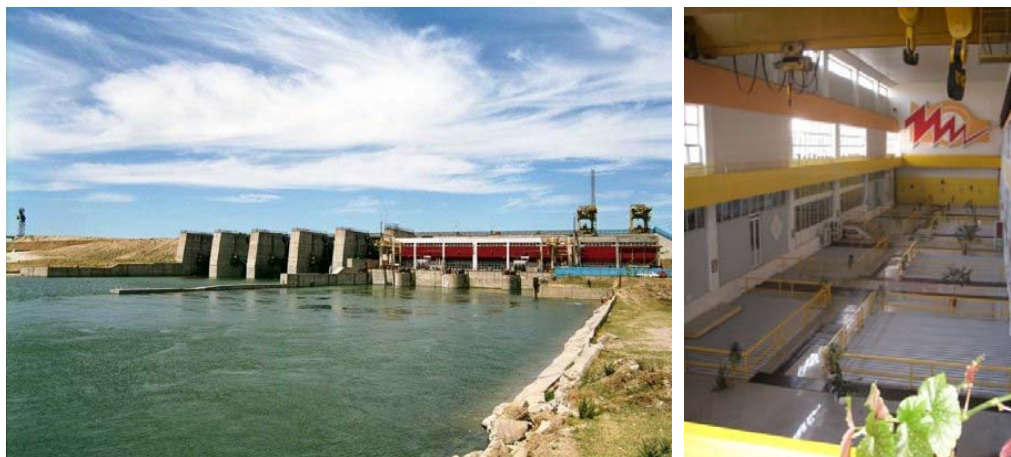


Figura 18. CHE Slatina Olt: vedere din aval și sala mașinilor.

Începând cu anul 1982 se dau în lucru turbinele Bulb și Bulb-reversibile la Slatina Olt și Petrești-Sebeș, realizate de UCM Reșița.

Așadar timp de 45 de ani, printr-o grandioasă desfășurare de forțe constructive, cu mijloace la început mai simple, apoi cu un arsenal tehnic mereu mai perfecționat, România a construit pentru hidrocentrale peste 330 de agregate cu o putere de cca 6000 MW. Atrage în vârtejul acesta ample energii materiale și spirituale. Aurul cenușiu, forța umană și tehnica supun forța involburată a cărbunelui alb din România, în folosul oamenilor. Trebuie să reamintesc că activitatea din Institutul de

Cercetare și Proiectare pe Echipamente Hidroenergetice, ani îndelungați a fost condusă de Ing. Nicu Mateiaș, de asemenea absolvent de la Timișoara, cu multă competență și respect pentru colaboratori.

În prezent la Reșița, pe lângă activitatea de la Hydro Engineering condusă de fostul nostru distins absolvent, Ing. O. Megheleș, mai funcționează un Institut la Universitatea Eftimie Murgu, condus de renumitul Prof.dr.ing. Viorel Câmpean care s-a orientat *in situ* la CHE.

Școala de mașini hidraulice de la Timișoara desfășoară în ultimii ani o activitate intensă privind o **filosofie și metodă nouă privind proiectarea turbinelor hidraulice și a pompelor mari, apelând la simularea numerică a curgerii**. Principalele probleme ale turbinelor hidraulice sunt: **Cavitația denumită și „cancerul” acestora, hidrodinamica curentului, în special în rotorul mașinii și geometria rotorului, precum și vârtejul central de la ieșire din rotor care este cauza vibrațiilor turbinelor și a componentelor lor, și a instabilităților în funcționare.**

Prof.dr.ing. Romeo Resiga, vicepreședintele IAHR, abordează problema vârtejurii centrale prin simularea numerică.

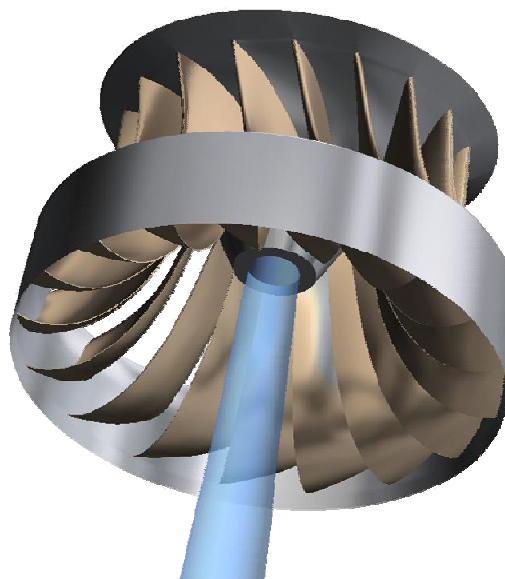


Figura 19 . Vârtejul funie în conul tubului de aspirație al turbinelor hidraulice și noua metodă de atenuare sau eliminare a lui prin injectia unui jet de apă.

Rezultatele obținute în prima fază sunt comparate cu cele obținute în laboratoarele din Elveția, Germania, SUA, Canada și Japonia. Între teorie și experiment obține o bună concordanță, ceea ce atrage aprecierea și interesul

numeroșilor specialiști din cercetare și practică, din țară dar mai ales de peste hotare. Mai mult, vine cu noi soluții de atenuare a vârtejului central cu toate efectele sale.

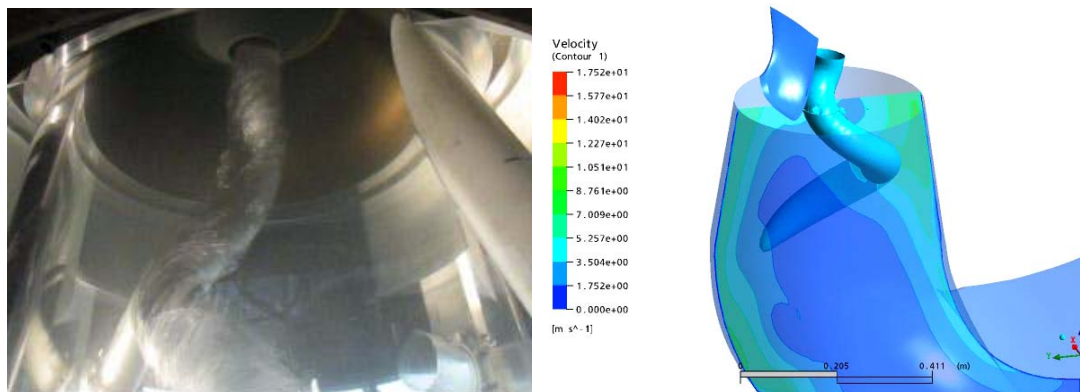


Figura 20 . Investigarea experimentală (stânga) și numerică (dreapta) a metodei de control și eliminare a vârtejului funie prin injecția unui jet de apă.

În vederea extinderii orizontului acestor studii, împreună cu Dr.ing. CS I Sebastian Muntean ș.a., inclusiv studenți, proiectează și realizează cel mai modern stand în acest domeniu, dotat cu **laser pentru măsurarea vitezelor de la ieșire din rotor** și intrarea – partea conică – a aspiratorului. Rezultatele obținute sunt spectaculoase.





Figura 21 . Stand experimental (stânga) și secțiunea de test (dreapta) pentru investigarea vârtejului funie și a noilor metode de control al curgerii.



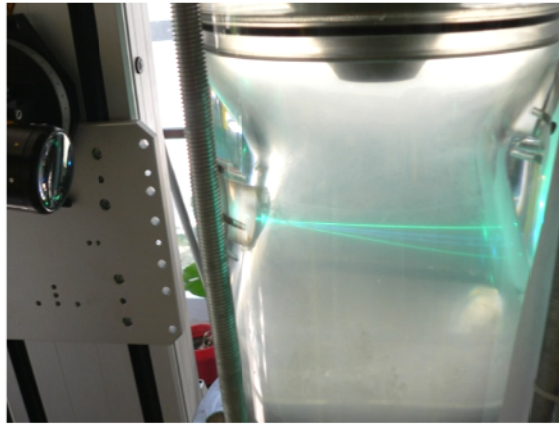


Figura 22 . Măsurarea câmpului de viteză pentru curgerea cu vârtej funie, folosind Laser Doppler Velocimetry.

Având în vedere necesitatea re tehnologizării turbinelor hidraulice din țară și de pe plan mondial, **Dr.ing. Sebastian Muntean abordează simularea curgerii tridimensionale prin turbinele hidraulice Francis și Kaplan și calculul numeric. Această filosofie de studiu în special al rotorilor mașinii reduce volumul mare și costisitor de cercetări experimentale pe turbina model și permite obținerea unei geometrii de rotor care să conducă la caracteristici superioare energetice și cavitaționale și la regimuri de lucru îndepărtate de cel optim.** Metoda permite calculul corect al pierderilor din turbină și la trasarea diagramei colinare.

În ultima decadă s-au intensificat eforturile pentru perfecționarea tehnicilor de simulare numerică a curgerilor tridimensionale din turbinele hidraulice, cu rezultate bune sau foarte bune, obținute pe grupuri de cercetători din Europa, SUA și Japonia.

Dr.ing. Sebastian Muntean, în vederea re tehnologizării CHE Brădișor L57, 5M, este avansat cu analiza evenimentelor apărute în exploatarea și funcționarea turbinelor și cu proiectarea unui nou rotor cu caracteristici energetice și cavitaționale superioare.



Figura 23 . Centrala hidroelectrică Brădișor.

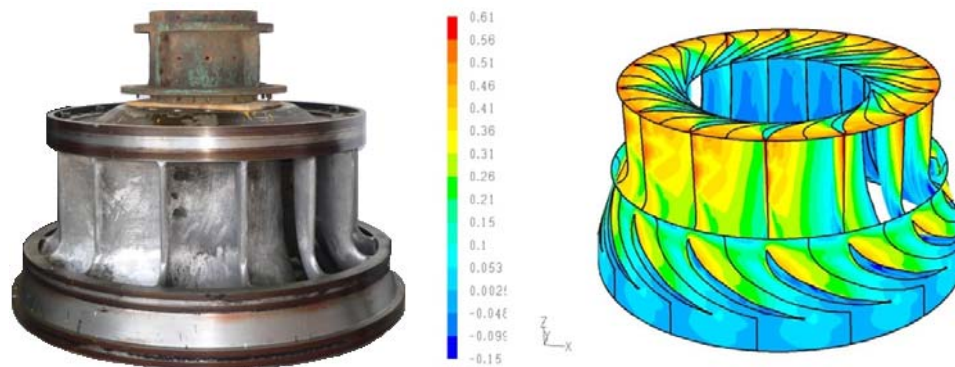


Figura 24 . Rotorul turbinei Francis FVM 128.5-57.5 de la centrala hidroelectrică Brădișor (stânga) și calculul numeric al câmpului de presiune (dreapta).

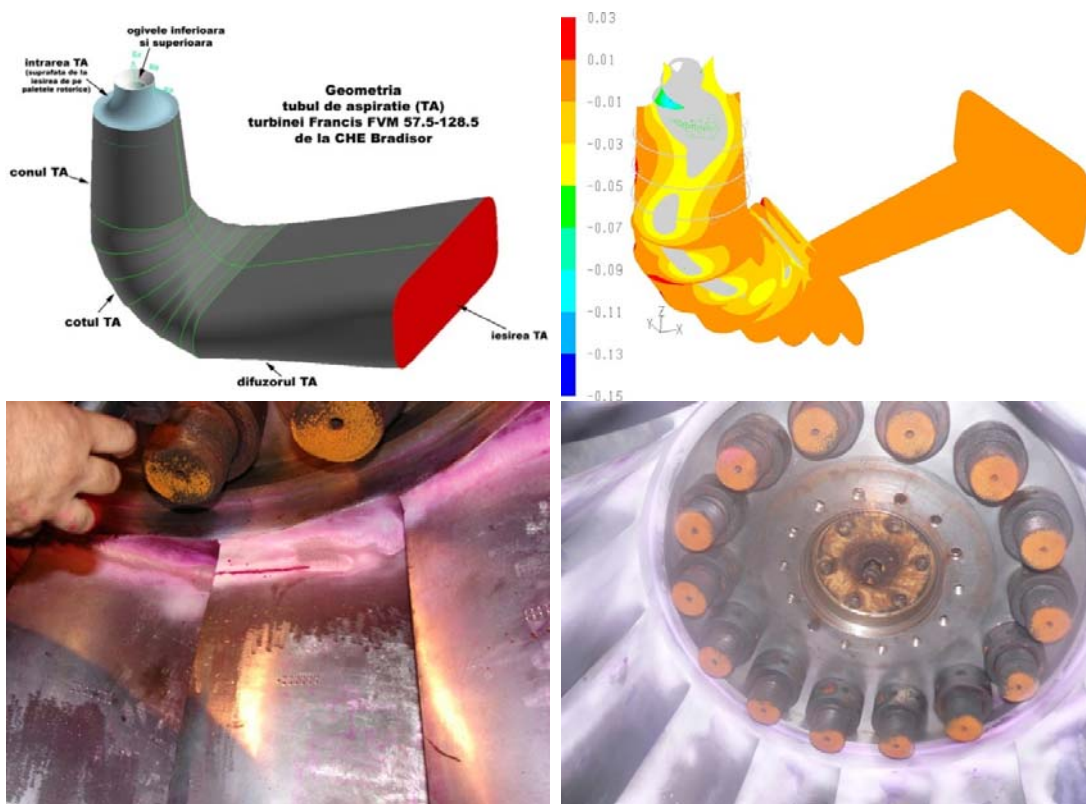


Figura 25 . Simularea numerică a curgerii în tubul de aspirație al turbinei (sus), cu identificarea cauzelor fisurării paletelor și smulgerii ogivei (jos).

Analizele numerice efectuate au fost extinse și la alte CHE din țară și străinătate dintre care amintim CHE Munteni, Turnu Ruieni, Râul Mare (cu turbine Francis) CHE Zăvideni, Turnu Drăgășani, echipate cu turbine Kaplan.



Figura 26 . Centrala hidroelectrică Munteni.

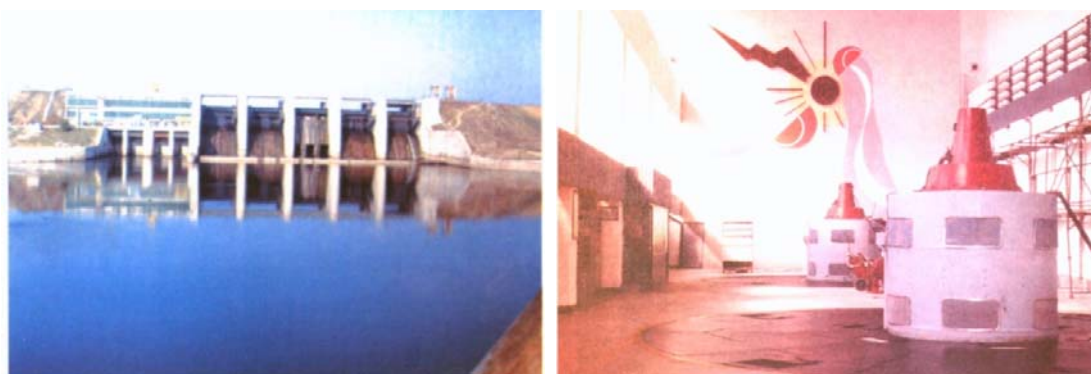


Figura 27 . CHE Zăvideni și CHE Drăgășani echipate cu turbine Kaplan.

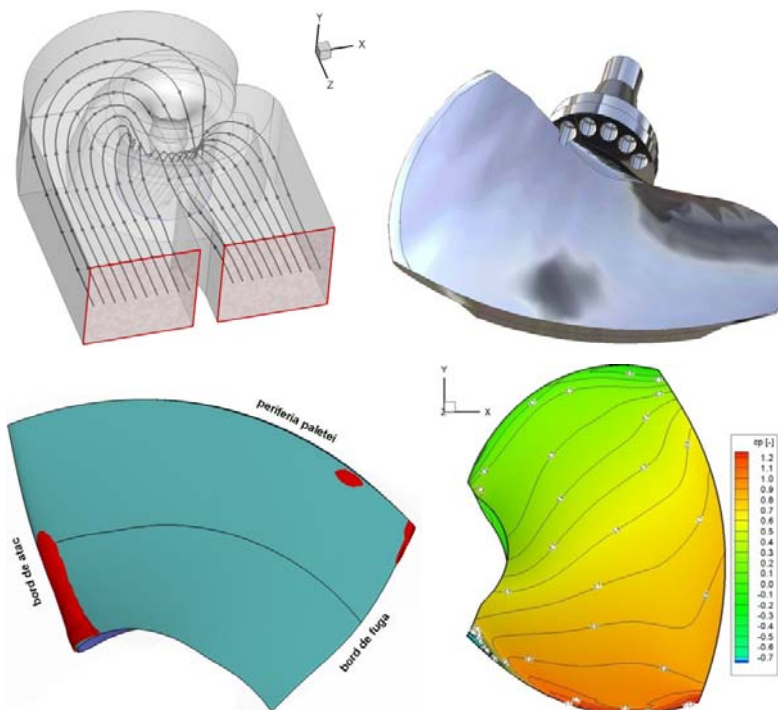


Figura 28 . Simularea numerică și analiza curgerii cavitaționale în turbine Kaplan.

În domeniul pompelor mari, de asemenea, se aplică cu succes noua filosofie de proiectare apelând la simularea numerică de un colectiv mai larg condus de Prof.dr.ing. Liviu ANTON și Prof.dr.ing. Alexandru Baya. În prezent se studiază pompele de la Petrimanu.

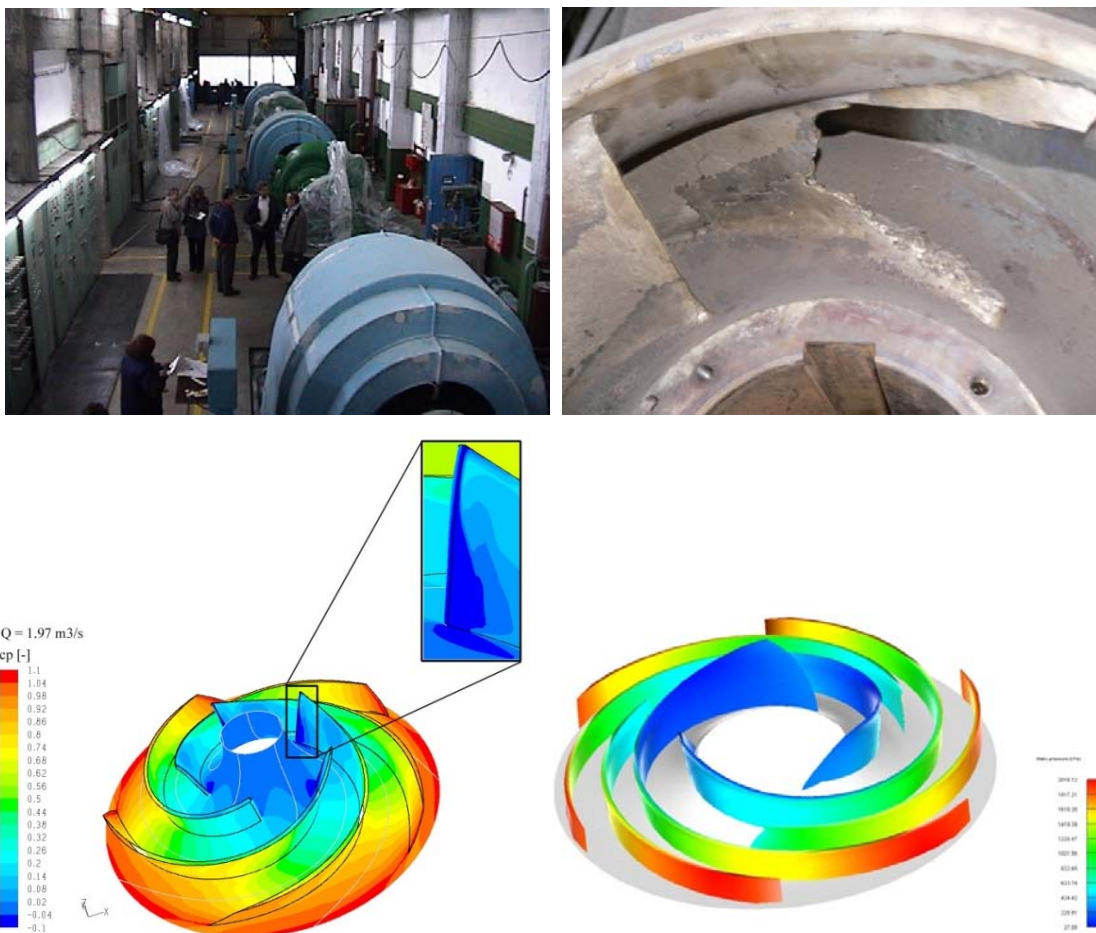


Figura 29 . Analiza pompelor de la Petrimanu, identificarea cauzelor eroziunii cavitaționale și reproiectarea rotorului cu caracteristici cavitaționale superioare.

Am convingerea că sunt perspective mari în viitor de colaborare dintre școala de MH de la Timișoara și cea de la Reșița precum și de la București, dar mai ales cu specialiști care trudesesc în CHE.

În încheiere consider că am prezentat diferite evenimente din domeniul turbinelor hidraulice studiate, proiectate și în lucru în CHE din România cu gândul că: **Istoria nepărtinitoare și poetică nu poate fi scrisă decât la posteritate. Noi contemporanii nu suntem decât lucrătorii care adună doar pietrele monumentului (Balzac).**

