A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEŞ, 2011

DR. ING. DORIN PAVEL ŞI ELECTRIFICAREA CĂILOR FERATE ROMÂNE

Octavian UDRIŞTE

ELECTRIFICATION STUDY

The Engineer Dorin Pavel, „the father" of the Romanian hydro-energetic, has published in 1925, as Assistant Professor at Zürich Technical University, an „Electrification Study". The study was related to the Romanian Railways and it was printed in the General Romanian Engineering Association (AGIR) magazine. After analyzing different electrification systems in Europe and not only, he concluded: „*I'm not an enthusiastic of the single-phase Swiss system, but I think that the most efficient way would be to transform the 50 cycles three-phase current into 50 cycles single-phase current"*. What clairvoyance! The Congress of Lille recommended only in 1955 to use 25 kV, 50 Hz in new railway electrification works. The study continues with a proposed schedule to electrify the CFR network in three 8 years stages, with the first section between Bucharest and Brasov. So it was, but 35 years later: the first overhead pole was erected in Predeal station on December 27, 1960. The last part of the study shows the necessary power supply, based mainly on the Romanian hydro potential.

Keywords: Electrification, Romanian railways, network, hydraulics, hydraulic potential
Cuvinte cheie: electrificare, căile ferate române, rețea, instalații hidraulice, potențial hidraulic

1. Considerații generale

Problema „electrificării" României şi implicit a căilor ferate s-a pus încă de la începutul secolului XX, fapt dovedit de studiile publicate

de eminenți ingineri români, precum: Dimitrie Leonida (*Electrificarea României - Energia nr.4/5-1921),* I.S. Gheorghiu (*Problema tracțiunii electrice - B.S.P. nr. 7/9-1922),* I. Aprihăneanu (*Asupra electrificării - Publ. Soc. Electrica nr.2-1924),* D. Buşilă *(La politique de l'energie en Roumanie – Londra 1924, la primul congres de energie),* C. Budeanu (*Centralizarea producțiunii şi distribuirea energiei - Buletinul AGIR nr.15)* etc.

În anul 1925, Dr.Ing. Dorin Pavel, la vremea aceea asistent al "Şcoalei Politehnica Zürich", publica în Buletinul AGIR, un *"**Studiu de electrificare**"*, în care prezenta avantajele tracțiunii electrice, diferitele posibilități de obținere a energiei electrice, situația electrificării căilor ferate din Elveția (care în 1924 avea electrificat 44 % din totalul rețelei de căi ferate), costuri etc.

Iată ce scria Domnia sa despre studiul sus menționat: ,,*În lucrarea de față voi expune un program de studiu al electrificării, al alegerii sistemului de electrificare al C.F.R. şi pe scurt rentabilitatea şi ultimele rezultate ale electrificării căilor ferate din Elveția şi pentru viitor în România".* Şi mai departe *"Soluția cea mai avantajoasă din punct de vedere al economiei constă în executarea unei rețele de înaltă tensiune, care leagă toate uzinele producătoare de energie cu oraşele şi centrele industriale mai însemnate şi care se ramifică în rețele secundare cu tensiune mai mică, ce străbat țara şi deservesc şi rețeaua de căi ferate electrificate".*

Bineînțeles că, pentru alimentarea *,,rețelei primare"* se baza în primul rând pe *,,mari instalații hidraulice"* dar şi pe *,,mari instalații termice de rezervă, care acoperă vârfurile curbei puterii".* Interesant este şi faptul că avea în vedere şi exportarea surplusului de energie electrică prin *"stațiile de export la frontiera țării pentru exportul la vecini ca Ungaria, Polonia etc. care au nevoie de energie".*

Referitor la variațiile în timp ale consumului de energie al diferiților consumatori, mulți dintre ei "*cu o curbă a puterii foarte variabilă",* consideră ca fiind deosebit de importantă interconectarea rețelelor:

"*Toți aceşti consumatori laolaltă însă egalizează curba puterii, mai ales când marile industrii electrochimice şi metalurgice cumpără energiile rămăşițe în cantități nelimitate, bineînțeles pentru un preț mai redus".* Şi în acelaşi ton:

"Soluția aceasta cu ansamblul lucrărilor ce necesită se numeşte electrificare, nu numai electrificarea trenurilor electrice cum se înțelege greşit".

2. Avantajele electrificării

Iată, în rezumat şi considerațiile profesorului Dorin Pavel privind *„Avantajiile principale ale electrificării”:*

*“1. **Independența economică** a țării în urma dezvoltării marilor industrii electrochimice, electrometalurgice, a industriei pentru prelucrarea materiilor brute ca lâna, laptele, şi derivatele lui, lemnul, pielea etc….*

*2. **Exportul combustibililor nobili** ca țițeiul, antracitul, huila, cari astăzi se risipesc prin ardere în industrie şi locomotive cu randamente foarte reduse.*

*3. **Posibilitatea utilizării** unei părți a energiei hidraulice inepuizabile şi a gazului metan, precum şi utilizarea rațională a combustibililor inferiori în mari centrale termice.*

*4. **Tracțiunea electrică** este mai economică decât cea cu abur[1] chiar şi pentru regiuni bogate în zăcăminte….*

*5. **Sporirea traficului.** Unele linii de exemplu Ploieşti-Braşov sunt deja astăzi supra încărcate, pentru viitor ar trebui dublate…….*

*6. **Navigabilitatea fluviilor**. După experiențele făcute la Rin şi alte fluvii mari, fără îndoială că o navigație cu un trafic mare nu se va putea întocmi fără o exploatare în acelaşi timp a energiei hidraulice. Prin utilizarea căderilor de apă ale fluviilor noastre: Dunărea, Siretul, Mureşul, Prutul, Oltul etc. vom face un pas mare pentru realizarea şi executarea lucrărilor pentru navigație….*

*7. **Capitalul investit** rămâne în cea mai mare parte în țară, fiindcă noi avem atât materiile brute cât şi lucrătorii, iar atelierele pentru construcția şi fabricarea turbinelor şi generatorilor, a transformatorilor, a locomotivelor etc. le putem întemeia….*

*8. **Instalațiile hidraulice** cu acumulare vor egaliza debitul în mod artificial, aşa că prin irigațiuni vom spori producția în agricultură, pe de altă parte vom înlătura în mare parte inundațiile….*

*9. **Lacurile artificiale** vor contribui la înfrumusețarea regiunilor muntoase şi împrejurimile cu păduri dese de brad, vor fi în deosebi favorabile pentru înființarea de stațiuni climaterice, de sanatorii, hoteluri etc.*

*Nu la sfârşit ar trebui amintit avantajul tracțiunii electrice în ce priveşte **comoditatea călătoriei** cu viteze mari în **lipsa fumului**...”*

Iată ce spectru larg de domenii şi avantaje ale electrificării a putut avea în vedere profesorul Dorin Pavel, în urmă cu peste 85 de

---

[1]NB: astăzi şi față de cea cu tracțiune diesel.

ani! Sunt convins că nu şi-ar fi putut imagina că, astăzi, după cei 21 de ani de "tranziție", trenurile, chiar pe liniile electrificate vor circula mai încet şi implicit cu durate de parcurs mai mari decât pe vremea tracțiunii cu abur.

În studiul realizat, un capitol special este dedicat calculelor de eficiență economică şi comparațiilor dintre sistemele de tracțiune electrică şi cea cu abur, pe rețeaua feroviară din Elveția[2].

3. Alegerea sistemului de electrificare

După cum este cunoscut, în Europa şi nu numai, la începutul electrificării căilor ferate s-a utilizat sistemul de alimentare în curent continuu 1500-3000 V, urmat de cel în curent alternativ monofazat de 15-16.000 V.

În studiul său, profesorul Dorin Pavel trece în revistă principalele avantaje ale sistemului de electrificare în curent continuu 3000 V, utilizat în acea vreme în Franța, Japonia, Olanda, Belgia etc. precum şi pe cele ale sistemului în curent alternativ, monofazic de 16.000 V şi 16 2/3 Hz, utilizat în Elveția, Austria, Suedia, Norvegia, Germania şi parțial în Statele Unite şi Anglia, după care conchide: *"….Din considerațiile de mai sus conchidem că deciderea pentru un sistem ne va fi grea. Nu sunt părtinitor al sistemului monofazic cum s'a executat în Elveția, dar cred că prin o transformare a curentului trifazic de 50 de perioade în curent monofazic vom ajunge la soluția cea mai avantajoasă şi economică"* !! (sublinierea îmi aparține).

"Primul pas ce o să facem are să fie electrificarea liniei Ploieşti-Braşov….".

Iată că profesor Dorin Pavel a anticipat cu 30 de ani decizia luată în 1955 la Congresul de la Lille, care stabilea şi recomanda ca, de la acea dată, electrificarea căilor ferate să se facă numai în sistemul de curent alternativ monofazat 25 kV 50 Hz.

4. Electrificarea unei porțiuni a rețelei C.F.R.

Pentru electrificarea căilor ferate din România, profesorul Dorin Pavel a propus un program, desfăşurat pe 24 de ani, astfel ca până în 1950, lungimea totală a liniilor electrificate să fie de 3.622 km, realizabilă în trei etape, a câte opt ani, astfel:

---

[2] Pentru cei interesați să afle detalii referitoare la aceste aspecte le recomand să le caute în Buletinul A.G.I.R. din 1925.

● Etapa 1-a, în lungime totală de 884 km, compusă din tronsoanele:
- Bucureşti-Braşov, 171 km;
- Sighişoara-Miercurea Ciuc-Galați-Brăila, 383 km;
- Braşov-Teiuş-Cluj, 330 km.

● Etapa 2-a, în lungime totală de 958 km, compus din tronsoanele:
- Teiuş-Simeria-Petroşani, 163 km;
- Reşița-Caransebeş-Hațeg, 117 km;
- Cluj-Oradea Mare (Episcopia), 160 km;
- Vințul de Jos-Sibiu-Curtea de Argeş, 210 km;
- Adjud-Bacău-Cernăuți, 308 km.

● Etapa 3-a, în lungime totală de 1.780 km, compusă din tronsoanele:
- Apahida-Ilva Mică-Dorna-Suceava, 275 km;
- Braşov-Buzău-Brăila, 234 km;
- Ploieşti-Buzău, 70 km;
- Curtea de Argeş-Piteşti-Bucureşti, 154 km;
- Simeria-Arad (frontieră), 176 km;
- Caransebeş-Orşova-Craiova, 239 km;
- Caransebeş-Timişoara-Arad, 160 km;
- Craiova-Piteşti, 130 km;
- Filiaşi-Tg.Jiu-Lupeni, 112 km;
- Bucureşti-Giurgiu, 70 km;
- Rodna- Borşa-Sighetul M.-Baia Mare, 160 km.

De remarcat că, în acea vreme, se avea în vedere realizarea unor legături de cale ferată, precum Braşov-Buzău prin Întorsura Buzăului şi Nehoiu, sau Sibiu-Râmnicul Vâlcea-Curtea de Argeş, care, din păcate, nici până astăzi n-au fost încă realizate.

Din nefericire, programul propus de profesorul Dorin Pavel n-a putut fi respectat, din motive care nu fac obiectul acestui material şi a trebuit să treacă o perioadă de 35 de ani până la data realizării primului pas din programul dumnealui, privind electrificarea Căilor Ferate Române.

Nu pot să nu remarc, în studiul publicat de profesorul Dorin Pavel, atenția deosebită acordată prezentării calculelor de eficiență economică al electrificării rețelei feroviare, din care citez: *”…După durata de amortizare de 10 ani cheltuielile vor scade la 55,05 milioane lei/an (21,2 % din capitalul de investire). Rentabilitatea porțiunii de căi ferate electrice este de asemenea asigurată, dacă luăm în considerație că 1 kWh îl cumpărăm cu 8 bani. Calculând pentru locomotive cu abur*

cu 0,16 kg cărbune pentru transportul unei tone brute pe un kilometru şi un preț de 4,5 bani/kg la locomotive, obținem un câştig curat de 214 milioane lei pe an".

5. ,,Primul pas": 27 decembrie 1960

Abia ziua de 27 decembrie 1960 a fost data când, în stația Predeal, s-a realizat ,,***primul pas"*** dorit de profesorul Dorin Pavel, marcat de plantarea primului stâlp de susținere a liniei de contact pentru electrificarea tronsonului de cale ferată Braşov-Predeal. Această dată, devenită istorică, marchează începutul electrificării efective a Căilor Ferate Române, în sistemul monofazat 25 kV 50 Hz., aşa cum a anticipat profesorul Dorin Pavel.

Mulțumită inițiativei Sucursalei Regionale de Căi Ferate Braşov, din Compania Națională "CFR" S.A. şi serviciului electrificare, care au organizat aniversarea evenimentului, am avut prilejul ca, în data de 27 decembrie 2010, să ne reîntâlnim, la Predeal şi în Braşov, cu o parte dintre cei implicați, mai mult sau mai puțin în această "operă".

A fost un moment festiv, emoționant, din păcate prea puțin susținut şi popularizat (a se citi deloc) de forurile centrale, moment care a oferit prilejul evocării, în primul rând a profesorului Dorin Pavel, dar şi al celor care au contribuit la proiectarea, execuția şi exploatarea acestui prim tronson. De asemenea evenimentul ne-a oferit prilejul întâlnirii cu cei puțini rămaşi dintre cei ce, la vremea respectivă, au contribuit efectiv la această premieră.

Nu doresc să închei referirile la lucrarea profesorului Dorin Pavel, fără să amintesc că dumnealui a menționat şi descris sursele de producere a energiei electrice necesare şi anume predominant energia hidroelectrică, produsă de hidrocentralele de pe Dunăre (două), de pe râul Sebeş (trei), de pe Olt (două), de pe râul Cibin (două) etc. Iată ce scria în acest sens, sub titulatura:

6. ,,Date tehnice pentru câteva instalații hidraulice"

Uzinele de la Dunăre. *"Este necontestat că Dunărea ca arteră principală a proiectelor de navigație fluvială prin unirea Mării Negre cu Rinul şi Oceanul Atlantic respectiv Oder-Weser şi Main Kanal, va avea în viitor un rol important. Bazinul de recepție este de 817.000 km^2. Pe o lungime totală de 2200 km având un debit la Orşova ce variază între 2000 şi 15.000 m^3/s ...*

Căderea totală pe lungimea de 130 km de la Baziaş la Porțile de Fier, este de 25,20 m la ape mici, 17,20 fiind distribuiți pe cataractele: Stenca-Cozla-Izlaş-Juta-Porțile de Fier.

Proiectul ce am studiat utilizează căderea de 22,00 m la ape mici în două centrale cu puterea maximă de 700.000 CP constantă în decursul a 10 luni, şi cu puterea mijlocie de 640.000 CP pentru celelalte 2 luni ale anului, producând astfel anual 4,023 miliarde kWh (1,5 CP = 1 kWh)".

După ce face referiri la "*Sala de maşini",* la "*Stăvilarele cilindrice",* la *"Ecluze"* şi la *"Sălile de distribuire şi transformare", conchide: "Uzine aşa uriaşe pot fi executate numai împreună cu statul vecin "Serbia" împărțind de exemplu puterea maximă de 700.000 CP în părți egale. Capitalul de investire este foarte redus fiindcă prețul scade cu cât puterea este mai mare şi mai constantă. Dunărea ar fi deci cea mai mare şi cea mai ieftină instalație hidraulică din lume".*

În încheiere, autorul studiului se referă la potențialul hidroenergetic al câtorva râuri interioare, precum:

„Uzinele Sebeş" *plasate pe râul Sebeş şi anume:*

- Centrala „Oaşa-Gâlciagu", cu o producție maximă de 26.000 CP;

- Centrala ,,Tău-Şugag", cu o putere instalată de 32.000 CP;

- Centrala "Sibişel-Petrijalău", cu o putere instalată de 6000 CP.

În cele trei centrale ale uzinelor Sebeş, energia totală este de 305,4 la turbine şi 261,65 milioane kWh/an, după transformare, prețul unui kWh ridicându-se la 0,7 bani".

„Uzinele Boița". *Acest proiect prevede exploatarea energiei hidraulice a Oltului, ca energie de bază într'o centrală A şi a Râul-Sadului într'o centrală B de înaltă presiune şi mare capacitate de acumulare pentru egalizarea debitului ambelor centrale.*

Centrala A (Olt), instalată fiind o putere maximă de 30.000 CP, Centrala B (Râul-Sadului) cu două turbine Pelton de câte 11.300 CP, montate în centrala Boița.

„Uzinele Cibinului". *Râul Cibin se va utiliza în două centrale cu o cădere totală de 234 m. şi o putere instalată de 15.000 CP.*

- Centrala Turnişor de bază cuprinde 2 turbine Francis orizontale de câte 3000 CP;

- Centrala Orlat, de înaltă presiune.... Conducta forțată duce la 2 turbine Pelton orizontale de câte 4.500 CP…".

"În uzinele Sebeş-Boița şi Cibin împreună se instalează o putere de 132.000 CP, pentru o cădere totală de 1215 m la un bazin de recepție de 13.965 km^2. Prin capacitatea de acumulare de total 81 mil.m^3 puterea este egalizată la 86.000 CP, ce ar corespunde unei energii anuale de 491.000.000 kWh după transformare şi costă 1,12 bani/kWh".

7. Concluzii

■ Studiul publicat de profesorul Dorin Pavel şi prezentat pe scurt în cele de mai sus, este însoțit şi de o hartă întocmită în anii 1923 /24 şi semnată de autor, care cuprinde: centralele hidroenergetice, centralele termice, liniile de transport şi distribuție ale energiei electrice (cu tensiuni de 150.000 şi 75.000 V) precum şi propunerile sale privind electrificarea, în trei etape, a principalelor linii ale Căilor Ferate Române.

■ A fost o mare plăcere pentru mine să fac această incursiune în trecutul „Electrificării României" şi să constat, încă o dată, că şi în acest domeniu avem un trecut cu care ne putem mândri. Este mare păcat că, în ultimii ani, nu se prea face apel la „trecutul utilizabil" din istoria României. Probabil că inerția "dictaturii proletariatului", instalată în România după cel de-al doilea război mondial, care a renegat tot ce a fost creat sau gândit de "bughezo-moşierime", ne mai "apasă" şi astăzi.

■ Cu atât mai mult sunt de apreciat inițiativele menite să aniverseze gândirea predecesorilor, precum pe cea a ilustrului profesor Dr.Ing. Dorin Pavel, fondatorul hidroenergeticii româneşti.

BIBLIOGRAFIE

[1] Pavel, D., *Studiu de electrificare,* Buletinul A.G.I.R., 1925.

Ing. Octavian UDRIŞTE,
Sisteme Transport Consult SRL Bucureşti
membru AGIR,
E-mail: octavianudriste@yahoo.de