



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

ASUPRA IMPORTANȚEI UNUI CRITERIU DE PROIECTARE A AMENAJĂRILOR HIDROENERGETICE

Mircea GRIGORIU, Marius Constantin POPESCU

THE IMPORTANCE OF A DESIGN CRITERION OF HYDROENERGY FACILITIES

The paper analyses the problem of the historical data on the periods of drought as a criterion of commercial contracts establishment, in accord with the hydropower design considerations. Even the insured flows statistics represents an major criterion of the plants design, the commercial contracts are established between economic entities, usually, having in their property more than one hydropower plant and of different capabilities, then the influence of the criterion requires a more subtle and complex analysis. The hydrological natural conditions require an operating graph for each hydroelectric plant. For some plants, the operation graph is corrected by the National Energy Dispatcher, in accord to the momentary energy market balancing requirements. The main owner of hydropower plants in Romania is the national company Hidroelectrica S.A. Its hydropower plants have different characteristics, depending on the installed power, geographic location, storage capacity and appurtenance to the list of plants for which the National Power Dispatcher has pre-emption. In this condition, the company has a range of flexibility, compared to other providers of electrical energy from hydraulic source. However, the restrictions imposed by the national dispatcher are severe enough in some dry periods, so the company has significant supply constraints. The paper analyses a practical situation for a period of time when the meteorological condition restriction the company operation. There will be demonstrated the level of restriction and the options for exploiting the production capacities, in order to not jeopardize the

safe operation of the National Energy System, and, in the same time, to cause minimum losses to the contractual partners.

Key words: design, layout, statistical data

Cuvinte cheie: amenajări, proiectare, date statistice

1. Introducere

Amenajările hidroenergetice sunt investiții de mare importanță, care au implicații semnificative în diferite domenii [1]. Ca urmare, la proiectarea lor se iau în considerație numeroase criterii [2, 3, 4], care implică colectarea și prelucrarea a numeroase date, introducând un mare număr de variabile și restricții. Dintre acestea, cele mai importante din afara domeniului energetic sunt cele referitoare la: protecția împotriva inundațiilor cauzate de viituri, protecția unor habitaturi naturale, asigurarea alimentării cu apă a populației sau pentru alte folosințe, regularizarea râurilor ș.a. Criteriile energetice sunt cele referitoare la: reglarea în frecvență și putere a sistemului energetic, eficiența exploatării potențialului energetic, nivelul producției de energie. Importante sunt și criteriile sociale. Pentru a răspunde la întrebarea dacă în proiectarea amenajărilor hidroenergetice perioadele secetoase, reprezintă un criteriu de contractare a furnizării de energie electrică și exploatare a centralelor hidroelectrice astfel încât să realizeze energia contractată, atunci răspunsul se bazează pe două direcții de abordare: încadrarea datelor referitoare la perioadele secetoase între criteriile de exploatare a ansamblului companiei furnizoare și considerarea unor perioade secetoase, în calculul de proiectare a amenajărilor hidroenergetice. Asigurările de diferite grade ale debitelor afluate, care definesc seceta, reprezintă doar unul dintre criteriile considerate, criteriu se regăsește în: modul de exploatare al agregatelor hidroenergetice din amenajările hidroenergetice, regularizarea râurilor ș.a. Criteriul are o pondere însemnată în încadrarea centralelor amenajărilor în graficul de sarcină al Sistemului Energetic Național. În calculele amenajărilor hidroenergetice se iau în calcul debitele cu frecvență de apariție localizată în mijlocul domeniului frecvențelor debitelor, adică o dată la 5 ani sau o dată la 10 ani. Nu se face proiectarea capacităților de producție energetică pentru debite foarte rare, pentru că s-ar ajunge investiții excepțional de mari. Lucrarea analizează o perioadă secetoasă concretă, septembrie 2011-aprilie 2012, și demonstrează că această perioadă secetoasă nu este luată în calcul la evaluarea parametrilor amenajărilor hidroenergetice,

pentru că frecvența de apariție a debitelor afluate caracteristice perioadei analizate este mult mai mică decât o dată la 10 ani.

2. Date statistice

Pe baza datelor statistice deținute, se va determina frecvența cu care se înregistrează această scădere a capacității de producție, raportat la ultimii 20 ani. Există două situații care afectează acuratețea analizei.

Modificarea în timp a capacității totale de producție a companiei, caz în care rezultatul are un grad de aproximație pentru că, în timp, au fost date în folosință capacități suplimentare față de cele inițiale, deci acuratețea calculului mediei generale multianuală a producției de energie este afectată de creșterea treptată a capacității totale de producție.

Ponderea producției de energie realizată efectiv în perioada studiată, în aceste condiții, este superioară celei care ar fi fost realizată dacă s-ar fi păstrat aceeași capacitate de producție pentru întreaga perioadă istorică de analiză.

Această situație crește proporția energiei realizată în perioada analizată față de cea medie multianuală, deși condițiile hidrologice ar fi condus la un deficit mai drastic. Luând în considerație ponderea producției centralelor de pe Dunăre și a amenajărilor importante se poate accepta o medie multianuală.

Procedura generală stabilită pentru operarea funcționării centralelor hidroelectrice se bazează o prognoză specifică. Prima etapă constă în evaluarea unei prognoze care conține debitele medii estimate pentru centralele hidroelectrice din România, dintre care sunt luate în considerație doar cele 5 amenajări hidroenergetice cu lacuri de acumulare multianuală, care fac obiectul intervenției Dispecerului Energetic Național, atunci când este cazul. Prognoza este considerată acceptată pentru luna imediat următoare și este luată ca orientativă pentru următoarele 2 luni.

A doua etapă constă în elaborarea de estimări pentru parametrii de funcționare a lacurilor. Între acești parametri se numără producția de energie, debitul uzinat și cota în lac la sfârșitul lunii considerate. A treia etapă constă în negocierea producției de energie între instituții interesate.

În tabelul 1 se prezintă statistic frecvența scăderii capacității de producție lunară de energie din perioada septembrie 2011-aprilie 2012, față de perioade anterioare.

Tabelul 1. Frecvența scăderii capacității de producție lunară de energie din perioada septembrie 2011-aprilie 2012, față de perioade anterioare

Luna / Anul →	ian	feb	mar	apr	mai	iun	iul	aug	sept	Oct	noi	dec
1996	1781	1288	1121	1569	1577	1087	1037	724	1183	1314	1238	1330
1997	1254	1101	1336	1549	1877	1468	1465	1755	1459	1220	1117	1426
1998	1566	1270	1469	1501	1649	1784	1922	1150	1164	1732	1635	1381
1999	1374	1312	1814	1789	2003	1658	1675	1273	1259	1194	1216	1212
2000	1142	1271	1469	1572	1542	1079	1219	1085	1286	987	861	884
2001	856	785	1141	1293	1340	1326	1336	1278	1416	1236	1151	1229
2002	1121	1317	1258	1299	1323	1260	975	1457	1220	1340	1435	1455
2003	1297	1134	1295	1492	1550	1131	829	693	556	840	906	897
2004	933	1064	1436	1550	1634	1386	1166	1255	1058	1287	1557	1606
2005	1342	1225	1542	1628	2150	1878	1913	2003	1616	1543	1438	1436
2006	1424	1220	1595	1666	1828	2001	1720	1656	1710	1108	916	1086
2007	929	1141	1455	1294	1453	1330	1246	1078	1237	1392	1557	1496
2008	1433	1328	1553	1725	1900	1776	1473	1354	910	1099	936	1261
2009	1186	1217	1487	1623	1610	1289	1457	1214	937	864	1225	1216
2010	1458	1227	1532	1666	1794	1702	1937	1902	1481	1545	1395	1923
2011	1830	1492	1542	1599	1477	1187	1237	1222	887	676	660	634
2012	736	852	966	1339	1663	1530	1176	719	573	645	816	855
2013	965	990	1302	1621	1682	1643	1407	898	829	1065	1077	1147
2014	1178	1118	1202	1477	1992	1617	1680	1937	1533	1499	1448	1538
Media 19 ani(1996+2014)	1253	1176	1396	1540	1687	1481	1414	1298	1174	1189	1189	1264
2015	1590	1482	1692	1646	1822	1346						

În tabelul 2 [2], se prezintă valorile stabilite în urma negocierii pentru marile lacuri de acumulare din România, iar în tabelul 3 se prezintă valoarea globală a producției de energie negociată și cea realizată.

Tabelul 2a. Râul ARGES

Luna	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
Nivel[mdM]	812,38	807,77	805,20	801,50	799,14	794,99	790,80	796,23
Energ[GWh]	31,42	33,47	37,50	34,80	30,00	37,17	38,27	29,84
Qafl[mc/s]	9,00	6,00	5,00	4,50	4,00	3,50	7,00	17,00
Quzi[mc/s]	10,00	10,00	12,00	12,00	10,00	12,00	12,00	10,00

Tabelul 2b. Râul BISTRITA

Luna	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
Nivel[mdM]	499,33	496,15	493,37	488,97	486,15	479,82	481,00	487,25
Energ[GWh]	139,53	91,30	70,21	72,91	77,41	115,30	54,07	71,06
Qafl[mc/s]	30,00	25,40	18,00	14,00	11,00	11,00	25,00	65,00
Quzi[mc/s]	65,00	40,00	33,00	37,00	38,00	55,00	25,00	35,00

Tabelul 2c. Râul LOTRU

Luna	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
Nivel[mdM]	1268,34	1263,46	1262,95	1259,77	1259,67	1260,01	1249,01	1259,19
Energ[GWh]	66,64	59,22	55,39	25,73	26,69	27,65	85,41	53,31
Qafl[mc/s]	8,00	5,50	4,50	4,00	3,00	2,50	5,00	15,00
Quzi[mc/s]	12,00	10,00	10,00	5,00	5,00	5,00	15,00	10,00

Tabelul 2d. Râul SOMES

Luna	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
Nivel[mdM]	978,74	978,69	977,99	976,31	975,96	972,92	969,43	974,44
Energ[GWh]	16,56	17,71	16,55	12,31	26,83	33,01	34,03	31,85
Qaf[mc/s]	5,50	4,50	4,00	2,50	2,50	2,50	6,00	12,00
Quzi[mc/s]	5,00	5,00	5,00	4,00	8,40	5,00	10,00	10,00

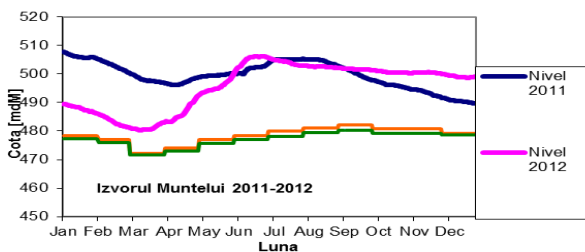
Tabelul 2e. Râul SEBES

Luna	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
Nivel[mdM]	1240,04	1239,14	1237,68	1236,03	1234,69	1232,11	1226,74	1229,71
Energ[GWh]	35,20	17,35	23,80	15,09	15,64	24,27	16,68	10,39
Qaf[mc/s]	4,00	3,00	3,00	2,50	2,00	2,00	3,00	4,00
Quzi[mc/s]	6,50	3,00	4,40	3,00	3,00	4,50	3,00	2,00

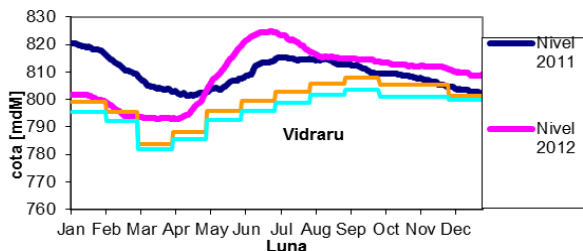
Tabelul 3. Valoarea globală a producției de energie negociată și cea realizată, în MWh

Luna	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
Negociata	847	733	730	583	628	814	1199	1270
Realizata	887	676	660	634	736	852	966	1339
Diferente	41	57	-70	51	108	38	-233	69

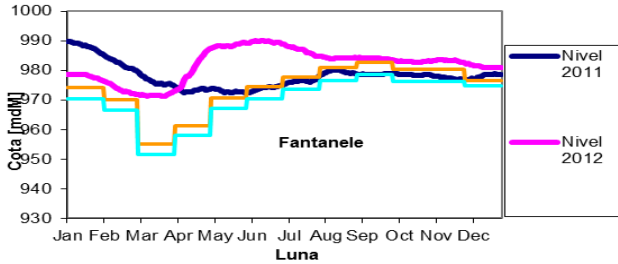
În figura 1 sunt prezentate nivelele realizate în principalele lacuri de acumulare în perioada analizată, precum și cotele de siguranță și de atenționare.



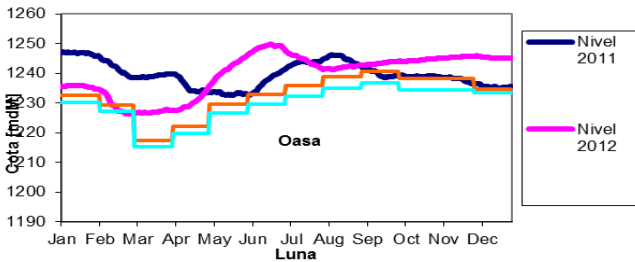
a)



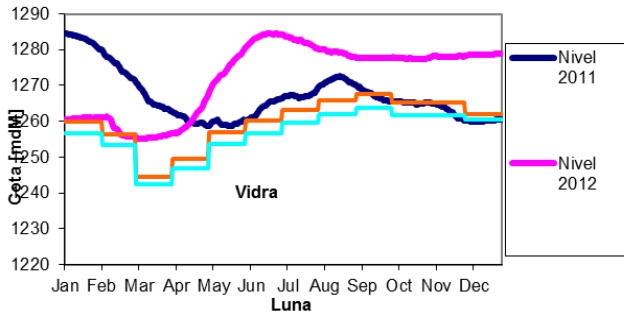
b)



c)



d)



e)

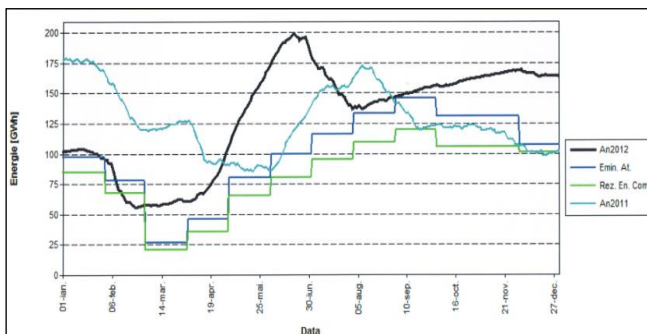
Fig. 1 Nivelele realizate în principalele lacuri de acumulare

Pe baza figurii 1 se constată că nivelele în principalele lacuri de acumulare în perioada septembrie 2011- aprilie 2012 se situează în apropierea sau sub nivelele de atenționare, coborând în unele perioade sub cota de siguranță. Excepție face Lacul Izvorul Muntelui pentru care volumul este excepțional de mare.

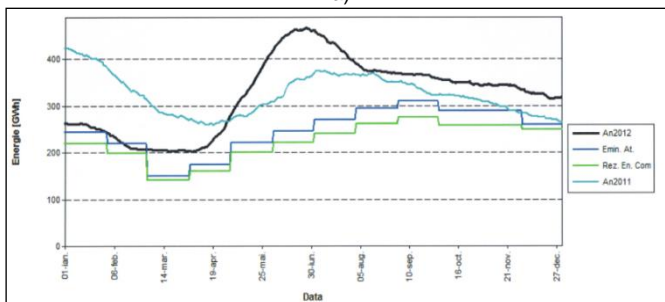
În figura 2, sunt prezentate graficele de exploatare a principalelor lacuri de acumulare pentru perioada studiată, conform datelor furnizate de Hidroelectrică.

Pe grafice sunt trasate energiile minime de atenționare, rezervele energetice, respectiv producțiile energetice pentru anii 2011 și 2012.

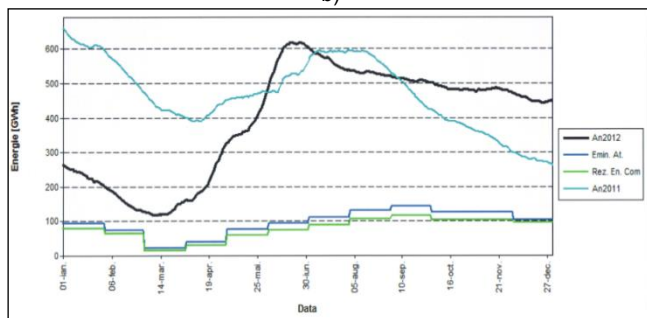
Ca și în cazul graficelor nivelelor de retenție în principalele lacuri de acumulare, se observă că nivelul producției scade chiar sub nivelul limitei de siguranță pentru unele perioade de timp.



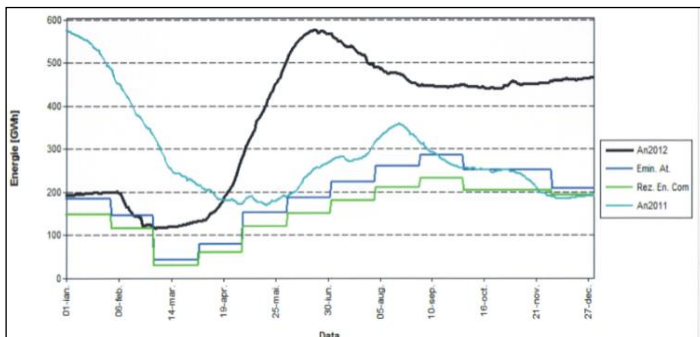
a)



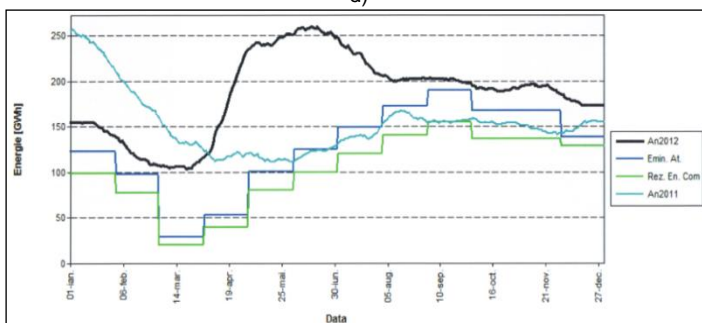
b)



c)



d)



e)

Fig. 2 Graficele de exploatare a principalelor lacuri de acumulare pentru perioada studiată, conform datelor furnizate de Hidroelectrica. Rezerva de energie (GWh) pentru amenajarea: a) Oașa-Sebeș; b) Vidraru-Argeș; c) Izvorul Muntelui-Bistrița; d) Vidra-Lotru; e) Fântânele-Someș

Pentru anul 2011, Lacurile Vidra, Fântânele și Oașa au funcționat între limitele de atenționare și de siguranță.

În luna decembrie, lacurile Vidra și Oașa au funcționat la limita și sub limita de siguranță, în timp ce Fântânele a funcționat în apropiere, dar peste limita de atenționare. Lacul Vidraru a funcționat în apropiere, dar peste limita de atenționare (cu excepția unui scurt interval în luna noiembrie). Lacul Izvorul Muntelui a funcționat peste limitele precizate.

Pentru anul 2012 Lacurile Vidra, Fântânele și Oașa au funcționat în apropierea limitei de atenționare, înregistrând depășiri și coborâri față de aceasta.

Astfel, lacul Fântânele s-a menținut deasupra limitei de atenționare, Lacul Vidra a fost deasupra, dar și sub limita de atenționare, iar lacul Oașa a înregistrat și coborâri sub limita de siguranță.

Lacul Vidraru s-a menținut la limita de atenționare (deasupra și sub limită, cu variații reduse), iar în lunile martie și aprilie s-a desprins de limita de atenționare. Lacul Izvorul Muntelui s-a menținut deasupra (dar aproape) limitei de atenționare.

Se face remarcă asupra lacului Izvorul Muntelui că volumul să a fost proiectat excepțional de mare, mult peste necesitățile energetice. În ansamblu, au existat trei lacuri care au funcționat, cu marjele de siguranță, între limita de atenționare și cea de siguranță.

3. Concluzii

- Pe baza datelor istorice, perioadele secetoase, în general, reprezintă cazuri probabile, luate în calcul la proiectarea amenajărilor hidroenergetice.

Se poate estima că perioada secetoasă analizat în lucrare nu este luată în calcul atunci când se proiectează o amenajare hidroenergetică, întrucât debitele afluate de Dunăre și pe râurile interioare au o frecvență inferioară celei minime luate în calcul în mod uzual.

- Analizând producția medie lunară pentru perioada studiată, se observă că toate valorile sunt excepțional de reduse: minime istorice față de valorile anterioare anului 2012, în lunile: noiembrie - decembrie 2011, ianuarie 2012, martie 2012; a doua valoare minimă istorică față de valorile anterioare anului 2012, în lunile: septembrie - octombrie 2011, februarie 2012, aprilie 2012.

- În perioada analizată, caracteristicile hidrologice specific și limitele impuse de normativ conduc la concluzia că nu erau posibile și alte opțiuni de exploatare a capacităților de producție în afara celei urmate.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Grigoriu, M., Mastorakis, N., Popescu, J.O., *Hydroelectric compenents modeling and simulation, proceedings of the international conference on energy and environment technologies and equipment*, p.375-381, 2010.
- [2] Grigoriu, M., *Raport de expertiză tehnică*, 2015.
- [3] Bărboianu, I., Grigoriu, M., Popescu, M.C., *Application Software for Analyzing the Dynamic Stability of Hydro-aggregates, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol.17 No.2, p. 227-234, February 2017.
- [4] Barboianu, I., Grigoriu, M., Popescu, M.C., *Studii privind stabilitatea statorului hidrogenatoarelor*, Conferința Internațională multidisciplinară - "Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești" Sebeș, iunie, 2017.

Mircea GRIGORIU

Politehnica University of Bucharest, Faculty of Power Engineering, 313,
Splaiul Independenței, 060042, sector 6, Bucharest, Romania

Marius Constantin POPESCU

„Vasile Goldiș” Western University of Arad, Department of Engineering
and Computer Science, 94-96 Revoluției Blvd.,
Arad, Romania