

EFICIENTIZAREA ȘI RETEHNOLOGIZAREA SISTEMULUI DE IRIGAȚII FÂNTÂNELE-ȘAG ARAD

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul INGINERIE CIVILĂ
de către

Ing. Alina Gabor

Conducător științific: prof.univ.dr.ing. Teodor Eugen Man
Referenți științifici: prof.univ.dr.ing. Silvica Oncia
prof.univ.dr.ing. Nicu Cornel Sabău
prof.univ.dr.ing. Mircea Orlescu

Ziua susținerii tezei: 25.09.2012

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Automatică | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie | 8. Inginerie Industrială |
| 3. Energetică | 9. Inginerie Mecanică |
| 4. Ingineria Chimică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 5. Inginerie Civilă | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 6. Inginerie Electrică | |

Universitatea „Politehnica” din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2006

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității „Politehnica” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Teza de doctorat este rezultatul activității de mai mulți ani, sub sprijinul efectiv și sub îndrumarea eficientă și atentă a conducătorului științific prof.dr.ing. Teodor Eugen Man.

Lucrarea reprezintă o sinteză a rezultatelor de cercetare ale autoarei în perioada octombrie 2004 – septembrie 2012, în cadrul studiilor doctorale desfășurate în domeniul inginerie civilă, la Universitatea Politehnică din Timișoara.

Principalele probleme care au stat în atenția prezentei teze sunt analiza necesității procesului de re tehnologizare motivată prin calculul economiei de apă, a randamentului folosirii apei în sistem și a gradului minim de utilizare profitabilă a sistemului de irigații și respectiv eficientizarea sistemului prin măsuri și lucrări de exploatare rațională a stațiilor de pompare reechipate cu agregate de pompare performante și a echipamentului de udare achiziționat de beneficiari.

În teză sunt efectuate studii și cercetări complexe cuprinzând: reactualizarea necesarului de apă la SP Plutitoare, analiza influenței gradului de utilizare a sistemului asupra randamentului de funcționare pentru a obține performanțe maxime, calculul economiei de apă, a economiei de energie electrică ca efect al lucrărilor de reabilitare modernizare și a gradului minim de funcționare profitabilă a sistemului, calculul hidraulic privind închiderea canalului Aducțiune I cu structură metalică din tablă de oțel.

Aceasta teza de doctorat a abordat într-un mod cât mai clar posibil aspectele de mai sus, aducându-și contribuția la eficientizarea și re tehnologizarea sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad.

Timișoara, septembrie 2012

ing. Alina Gabor

Adresez cele mai respectoase și prețioase mulțumiri conducătorului științific prof.dr.ing. Teodor Eugen Man.

Mulțumesc cadrelor didactice din cadrul Universității Politehnica din Timișoara, care au contribuit la formarea mea profesională. În mod special doresc să mulțumesc prof.dr.ing. Mircea Orlescu și conf.dr.ing. Laura Constantinescu, care au contribuit prin îndrumări observații și critici la elaborarea acestei lucrări, membrilor comisiei de analiză a tezei de doctorat, prof.dr.ing. Ion Costescu, Prof.dr.ing. Silvica Oncia (Univ. de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului Timișoara), prof dr.ing. Nicu Cornel Sabău (Universitatea din Oradea) pentru atenția cu care au parcurs teza de doctorat, pentru observațiile și aprecierile formulate.

Nu pot trece cu vederea sfaturile profesionale pertinente primite din partea regretatului prof.dr.ing. Andrei Wehry.

Mulțumesc pentru sprijinul și ajutorul acordat în partea de finalizare ș.l.dr.ing. Robert Beilicci, dr.ing. Rareș Halbac-Cotoară-Zamfir și Alexandra Nistor.

Nu în ultimul rând, doresc să mulțumesc familiei mele, care m-a sprijinit în timpul etapei doctorale și a finalizării tezei.

Gabor, Alina

**Efficientizarea și re tehnologizarea sistemului de irigații
Fântânele-Șag Arad**

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr. 94, Editura Politehnica, 2012, 247 pagini, 86 figuri, 45 tabele.

Cuvinte cheie: eficientizare, re tehnologizare, reabilitare și modernizare, sisteme de irigații, gradul minim de utilizare profitabilă, structură metalică din tablă de oțel ondulată.

Rezumat,

Teza de doctorat prezintă a o temă de cercetare de actualitate privind necesitatea, importanța și efectele economice pentru agricultură, a aplicării irigațiilor pe terenurile agricole cu deficit de umiditate. Plecând de la acest deziderat în teză se urmărește re tehnologizarea și eficientizarea sistemului de irigații Fântânele Șag Arad aflat în exploatare curentă de peste 40 de ani. Problemele principale care au stat în atenția prezentei teze sunt analiza necesității procesului de re tehnologizare motivată prin calculul economiei de apă, a randamentului folosirii apei în sistem și a gradului minim de utilizare profitabilă a sistemului de irigații și respectiv eficientizarea sistemului prin măsuri și lucrări de exploatare rațională a stațiilor de pompare reechipate cu agregate de pompare performante.

CUPRINS

1.Introducere. Obiectivele lucrării. Probleme generale	8
1.1.Scurt istoric al irigațiilor în lume	8
1.2.Scurt istoric al irigațiilor în România	11
1.3.Importanța și necesitatea aplicării irigațiilor	15
1.4.Obiectivele tezei de doctorat	15
2.Analiza necesității procesului de re tehnologizare și eficientizare a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad în contextul protecției mediului	17
2.1.Introducere și probleme generale (descrierea evoluției sistemului)	17
2.1.1.Proiectare	19
2.1.2.Execuție	21
2.1.3.Caracteristici tehnico-funcționale în exploatare și întreținere	21
2.1.3.1.Exploatare	22
2.1.3.2.Întreținere	29
2.2.Descrierea sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad	36
2.2.1.Considerații generale	37
2.2.1.1.Condiții geomorfologice	37
2.2.1.2.Condiții hidrografice	37
2.2.1.3.Condiții hidrogeologice	38
2.2.1.4.Considerații climatice	38
2.2.1.5.Considerații pedologice	38
2.3.Sursa de apă	47
2.3.1.Schema hidrotehnică	48
2.3.1.1.Stația de pompare Plutitoare Fântânele	50
2.3.1.2.Canalul Aducțiune I	54
2.3.1.3.Stația de Repompare Fântânele	56
2.3.1.4.Canalul Aducțiune II	58
2.3.2.Amenajarea interioară	60
2.3.2.1.Stațiile de pompare de punere subpresiune (SPP)	60
2.3.2.1.1.Stația de pompare de punere subpresiune Fântânele	60
2.3.2.1.2.Stația de pompare de punere subpresiune Șagu I	62
2.3.2.1.3.Stația de pompare de punere subpresiune Șagu II	64
2.3.2.1.4.Stația de pompare de punere subpresiune Aradul Nou	66
2.3.2.1.5.Stația de pompare de punere subpresiune Cercetare	68
2.3.2.2.Rețeaua de conducte de irigații cu dispozitivele speciale de distribuție și de protecție	69
2.3.2.3.Rețeaua de canale de evacuare	71
2.3.2.4.Rețeaua hidrogeologică	71
2.3.2.5.Echipamente și instalații folosite pentru aplicarea udărilor	71
2.4. Degradări și deteriorări ale unor elemente componente din cadrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad	77
2.5.Situația O.U.A.I. –urilor din cadrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad	78
3.Impactul irigațiilor asupra mediului și echilibrului ecologic	84
3.1.Principalele forme de degradarea a solului din sistemul de irigații	84
3.1.1.Îmblaștinirea terenurilor din sistemul de irigații	84
3.1.2.Salinizarea secundară a solului din sistemul de irigații	85
3.2.Impactul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad asupra nivelului calității apelor freactice	86

3.2.1. Nivelul apelor freatice	86
3.2.2. Calitatea apelor freatice	92
3.2.3. Oscilațiile nivelului apelor freatice	93
3.2.4. Gradul de mineralizare al apelor freatice	93
4. Impactul aplicării irigațiilor asupra solului în sistemul Fântânele-Șag Arad	97
4.1. Aprovizionarea controlată a solului cu apă prin aplicarea irigațiilor	97
4.2. Proprietățile fizice ale solului	97
4.2.1. Textura solului	98
4.2.2. Structura solului	98
4.3. Principalele forme de degradare pe care le poate suferi solul datorită deficitului sau excesului de apă	98
4.4. Concluzii privind impactul aplicării irigațiilor asupra solului în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad	99
5. Evaluarea tendinței de evoluție climatică și reactualizarea necesarului de apă în sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad	101
6. Pierderile de apă în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad prin infiltrație, evaporare și de exploatare	113
7. Metode de calcul pentru determinarea economiei de apă, a energiei de pompare și stabilirea gradului minim de utilizare a apei într-un sistem de irigații	118
7.1. Bazele științifice și obiectivele prioritare privind utilizarea apei în sistemul de irigații	118
7.2. Calculul economiei de apă	124
7.3. Calculul randamentului folosirii apei în sistemul de irigații	129
7.4. Gradele de utilizare și funcționare ale sistemului de irigații	139
7.5. Gradul minim de utilizare profitabilă a sistemului corespunzător stării actuale și după aplicarea lucrărilor de reabilitare modernizare	142
8. Studiu de caz și rezultatele obținute privind stabilirea gradului minim de utilizare profitabilă a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad	147
8.1. Retehnologizarea și obiectivele prioritare privind economiile de apă din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad	147
8.2. Calculul randamentului folosirii apei în funcție de gradul de utilizare al sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad	148
8.3. Evaluarea efectelor lucrărilor de reabilitare și modernizare asupra economiei de apă și a energiei de pompare în sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad	152
8.4. Gradul minim de utilizare profitabilă a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad corespunzător stării actuale și după aplicarea lucrărilor de reabilitare – studiu comparativ la nivel de amenajare	161
9. Măsuri și lucrări propriu-zise de re tehnologizare și eficientizare a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad	168
9.1. Reabilitarea stației de pompare Fântânele din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad	168
9.2. Reabilitarea stației de repompare din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad	169
9.3. Studiu de caz : Calculul hidraulic privind închiderea canalului de irigații (Aducțiunea I) cu structură metalică (tuburi) din tablă de oțel ondulată ce poate suporta sarcina	172
9.3.1. Date tehnice ale investiției	172
9.3.1.1. Amplasamentul	172
9.3.1.2. Caracterizarea zonei de amplasament	172

9.3.1.3 Descrierea canalului Aducțiune I	173
9.3.1.4. Geologia, seismicitatea	175
9.3.2 Calcul hidraulic	176
9.3.2.1 Fundamente teoretice	176
9.3.2.2 Determinarea capacității de transport al canalului Aducțiune I	182
9.3.2.3 Determinarea capacității de transport al conductelor studiate	183
9.3.3 Soluții și concluzii	199
9.3.3.1 Soluția cu conducte structură metalică din tablă de oțel ondulată – secțiune circulară	199
9.3.3.2 Soluția cu conducte din polietilenă PIED – secțiune circulară	202
9.3.3.3 Concluzii la studiul hidraulic	206
10. Concluzii și contribuții personale	208
10.1. Concluzii	208
10.2. Contribuții personale	212
11. Bibliografie	214
Anexa 1 Fig. 1 Sistemul de irigații și amplasarea stației de pompă	220
Anexa 2 Fig. 2 Amplasare stației de pompă SPA Fântânele la mal, pe râul Mureș km 672+400, jud. Arad – vedere în plan (S.P.A.)	221
Anexa 3 Fig. 3 Amplasare stației de pompă SPA Fântânele la mal, pe râul Mureș km 672+400, jud. Arad – secțiune (S.P.A.)	222
Anexa 4 Fig. 4 instalații hidromecanice – amplasarea stației de pompă SPA Fântânele la mal pe râul Mureș km 672+400, jud. Arad – vedere în plan, secțiune (S.P.A.)	223
Anexa 5 Fig. 5 Tubulatura montaj electropompa submersibilă DN 1000/ref DN 800 (6 buc) – secțiune transversală (S.P.A.)	224
Anexa 6 Fig. 6 Tubulatura montaj electropompa submersibilă DN 1000/ref DN 800 (6 buc) (S.P.A.)	225
Anexa 7 Fig. 7 Conducta refulare DN 800/ DN 1000 (S.P.A.)	226
Anexa 8 Fig. 8 Conducta refulare DN 1000 – bazin refulare (S.P.A.)	227
Anexa 9 Fig. 9 Schema monofilara 0.4kv (fila 1) (S.P.A.)	228
Anexa 10 Fig. 10 Schema monofilara 0.4kv (fila 2) (S.P.A.)	229
Anexa 11 Fig. 11 Schema monofilara 0.4kv (fila 3) (S.P.A.)	230
Anexa 12 Fig. 12 Schema bloc pentru instalația de automatizare (S.P.A.)	231
Anexa 13 Fig. 13 Plan detaliu amplasare lucrări (fila 1) (S.R.P.)	232
Anexa 14 Fig. 14 Plan detaliu amplasare lucrări (fila 2) (S.R.P.)	233
Anexa 15 Fig. 15 Clădirea stației – ansamblu (S.R.P.)	234
Anexa 16 Fig. 16 Plan detaliu – amplasare lucrări (fila 1) (S.R.P.)	235
Anexa 17 Fig. 17 Plan detaliu – amplasare lucrări (fila 2) (S.R.P.)	236
Anexa 18 Fig. 18 Clădirea stației – secțiune transversală cu amplasarea electropompelor (S.R.P.)	237
Anexa 19 Fig. 19 Clădirea stației – secțiune orizontală cu amplasarea electropompelor (S.R.P.)	238
Anexa 20 Fig. 20 Conducte de refulare – profil longitudinal (fila 1) (S.R.P.)	239
Anexa 21 Fig. 21 Conducte de refulare – profil longitudinal (fila 2) (S.R.P.)	240
Anexa 22 Fig. 22 Conducte de refulare – profil longitudinal (fila 3) (S.R.P.)	241
Anexa 23 Fig. 23 Desen de indicare a reperelor pompelor (S.R.P.)	242
Anexa 24 Fig. 24 Schema monofilara 6kv (S.R.P.)	243
Anexa 25 Fig. 25 Schema monofilara 0.4kv (fila 1) (S.R.P.)	244
Anexa 26 Fig. 26 Schema monofilara 0.4kv (fila 2) (S.R.P.)	245
Anexa 27 Fig. 27 Schema monofilara 0.4kv (fila 2) (S.R.P.)	246
Anexa 28 Fig. 28 Schema bloc pentru instalația de automatizare (S.R.P.)	247

1. INTRODUCERE. OBIECTIVELE LUCRĂRII. PROBLEME GENERALE

Irigațiile în lume și în România au evidențiat necesitatea, importanța și efectele economice pentru agricultură, a aplicării irigațiilor pe terenurile cu deficit de umiditate. Plecând de la acest deziderat se urmărește re tehnologizarea și eficientizarea sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad aflat în exploatare curentă de peste 40 de ani, proiectat și realizat conform practicii ingineresti a anilor 60-70, folosind materialele existente pe piață la acea oră. După anul 1990 acest sistem a fost folosit parțial în toată perioada până în prezent, randamentul fiind sub nivelul cerințelor. În toată această perioadă a fost menținut în stare de funcționare doar prin lucrări de întreținere și reparații, pentru a asigura o stare de funcționare la nivelul cerințelor reduse de irigații din partea beneficiarilor. Față de foarte multe alte sisteme din țară a fost benefic faptul că acesta a fost menținut în stare de funcționare, însă stare fizică și morală a stațiilor de pompare, a rețelei de canale, a conductelor îngropate precum și a construcțiilor hidrotehnice impune măsuri și lucrări de reabilitare care să ducă la eficientizarea acestui sistem.

Principale probleme care au stat în atenția prezentei teze sunt analiza necesității procesului de re tehnologizare motivată prin calculul economiei de apă, a randamentului folosirii apei în sistem și a gradului minim de utilizare profitabilă a sistemului de irigații și respectiv eficientizarea sistemului prin măsuri și lucrări de exploatare rațională a stațiilor de pompare reechipate cu agregate de pompare performante și a echipamentului de udare achiziționat de beneficiari.

În teză sunt efectuate studii și cercetări complexe cuprinzând: reactualizarea necesarului de apă la stația de pompare Plutitoare, analiza influenței gradului de utilizare a sistemului asupra randamentului de funcționare pentru a obține performanțe maxime, calculul economiei de apă, a economiei de energie electrică ca efect al lucrărilor de reabilitare modernizare și a gradului minim de funcționare profitabilă a sistemului și calculul hidraulic privind închiderea canalului Aducțiune I cu structură metalică din tablă de oțel.

1.1. Scurt istoric al irigațiilor în lume

Irigarea culturilor, acest proces de reglare a apei în circuitul sistemic sol-plantă-atmosferă, sau mai exact condiții pedoclimatice este cea mai importantă activitate umană de corectare a comportării haotice a naturii cu scopul de atenuare a efectelor nefavorabile ale secetei atmosferice și pedologice.

Istoria irigațiilor se pierde în negura anilor. Conform relatărilor istorice societățile timpurii se bazau cu succes pe irigația întâmplătoare în patru mari bazine hidrografice: Nilul în Egipt în jurul anului 6000 înainte de Hristos; Tigru și Eufrat în jurul anului 4000 înainte de Hristos; Fluviul Galben în China în jurul anului 3000 înainte de Hristos; Indus în India în jurul anului 4500 înainte de Hristos. În centrul și nordul Mesopotamiei între 4000-3000 î.e.n. se prelua apa de irigație simplu prin breșe în dig.

Originea agriculturii irigate este și în Egiptul antic. După anul 3000 î.Ch., conducătorii acestei țări, a cărei viața pulsa în strânsa legătură cu viiturile anuale de

mare regularitate ale Nilului, s-au îngrijit să dezvolte complicatul sistem de irigații, bazat pe aporturile regulate ale fluviului în apa și mîl fertil, ca și pe folosirea puțurilor arteziene în anumite oaze ale pustului. A urmat dezvoltarea unei importante rețele de canale pentru irigații și navigație.

Încă de pe la 3000 î. Ch., civilizația Mohenjo-Daro din Valea Indusului se baza pe o mare varietate de bazine și canale de irigație.

Se pare ca și în China, începuturile agriculturii irigate sunt tot atât de vechi. Pornită din lunca Fluviului Galben s-a extins în deltele și în câmpiile estice, cu sprijinul unei puternice administrații centrale, condiție generală de altfel, pentru dezvoltarea irigațiilor în toate vechile centre de civilizație.[9].

Irigația era practică prin reținerea apei în suprafețe închise cu ajutorul digurilor joase de pământ.

Prin noile idei și tehnologii, irigația se răspândește de la o suprafață la alta. În Mexic și America de Sud, irigația s-a dezvoltat de către civilizațiile maya și incașe cu mai mult de 2000 de ani în urmă.

Cu privire la amenajările de irigații primele date atestate de documente sunt din sec. VIII când suprafața irigată pe glob era de 800.000 ha ajungând în anul 2005 la aproximativ 277.000.000 ha, conform tabelului 1.1.

Tabel 1.1 Dezvoltarea amenajărilor de irigații pe glob

Nr. crt.	Secolul/anul	(mil. ha)
1.	VIII	0,8
2.	XIII	1,5
3.	1888	8
4.	1900	40,5
5.	1950	94
6.	1961	138
7.	1965	149
8.	1970	167
9.	1975	188
10.	1980	209
11.	1985	225
12.	1990	245
13.	1995	263
14.	2000	276
15.	2005	277

Diferențele dintre continente-zone sunt mari. Astfel, pe teritoriul Asiei se găsesc aproape 68 % din terenurile irigate din lume, 17 % sunt în America, 9 % în Europa, 5 % în Africa și 1 % în Oceania. Cele mai mari suprafețe amenajate cu irigații se găsesc în India de Nord și Pakistan, China, de-a lungul fluviilor Gange și Indus, în bazinele Hai He, Huang He și Yangtze în China, de-a lungul Nilului în Egipt și Sudan, în bazinul fluviilor Mississippi-Missouri și în regiuni din California. Alte suprafețe cu densitate mare a irigațiilor, de importanță regională sunt localizate de-a lungul fluviilor Snake și Columbia în Nord vestul SUA, de-a lungul coastelor vestice în Mexic și Peru, în partea centrală a statului Chile, în teritoriile cultivate cu orez de-a lungul graniței dintre Brazilia și Uruguay, de-a lungul fluviilor Dunărea și Po în Europa, în bazinele fluviilor Eufrat și Tigru în Irak și Turcia, în bazinul Brahmaputra

în China și Bangladesh, în delta Mekong din Vietnam, în câmpia din jurul orașului Bangkok din Thailanda și în insula Java. [111]

Pe continentul asiatic s-a înregistrat cea mai mare extindere a suprafețelor irigate în cei 40 ani analizați. O creștere sigură se observă și în America, probabil mai mult în America Centrală și de Sud. În Africa suprafața irigată a variat foarte puțin, în timp ce în Europa s-a produs chiar o descreștere spre sfârșitul anilor 90. De exemplu, în anul 1988, distribuția suprafețelor irigate pe continente era următoarea (tabel 1.2):

Tabel 1.2 Situația terenurilor irigate pe plan mondial în anul 1988 [47]

Zona geografică	Suprafața irigată		
	(mil. ha)	(%) din suprafața irigată a lumii	(%) din suprafața cultivată a zonei
Asia	137	62	30
America de Nord și America Centrală	32	12	26
Uniunea Sovietică	21	9	8
Europa	16	7	11
Africa	10	5	6
America de Sud	8	4	6
Australia și Oceania	2	1	4
Total în lume	226		

În perioada 1988-2002 suprafețele irigate s-au mărit, înregistrându-se creșteri semnificative ale acestora pe continentul asiatic (tabel 1.3)

Tabel 1.3 Situația terenurilor irigate pe plan mondial în anul 2002 [114]

Zona geografică	Suprafața irigată		
	(mil. ha)	(%) din suprafața irigată a lumii	(%) din suprafața cultivată a zonei
Asia	188	68	34
America de Nord și America Centrală	41	15	11
Europa	24	9	9
Africa	12	6	7
Australia și Oceania	3	2	5
Total în lume	277		

Față de topul anului 1986, referitor la primele 15 țări din lume cu suprafețe irigate (printre care se afla și România), la nivelul anului 2005, ierarhia țărilor cu cele mai mari suprafețe irigate nu a suferit modificări importante, cu excepția fostului URSS (tabel 1.4).

Tabel 1.4 țările cu cele mai mari suprafețe irigate la nivelul anilor 1986 și 2005 [47,114]

Nr. crt.	Anul 1986		Anul 2005	
	țara	Suprafața irigată (mil. ha)	Țara	Suprafața irigată (mil. ha)
1.	India	55	India	56,8
2.	China	47	China	55,9
3.	U. Sovietică	21	S.U.A.	22,5
4.	S.U.A.	19	Pakistan	17,8
5.	Pakistan	16	Iran	8,1
6.	Indonezia	7,3	Mexic	6,3
7.	Iran	5,8	Turcia	5,2
8.	Mexic	5,3	Thailanda	4,9
9.	Spania	3,3	Indonezia	4,8
10.	Turcia	3,3	Bangladesh	4,7
11.	Thailanda	3,2	Rusia	4,6
12.	Egipt	3,2	Uzbekistan	4,3
13.	Japonia	3,0	Spania	3,8
14.	Italia	3,0	Irak	3,5
15.	România	3,0	Egipt	3,4
16.			România	3,0
17.			Vietnam	3,0
18.			Brazilia	2,9

Românii au realizat lucrări grandioase pentru aducțiunea apei potabile și de irigații, ale căror urme se văd și astăzi în Italia, Spania, Franța și Maroc.

Dezvoltarea civilizațiilor timpurii a fost determinată de succesul irigației.

Eșecul unor civilizații timpurii poate fi datorat și aspectului psihic și social al dezvoltării irigației. Cu toate acestea, în multe regiuni, în special din China, India, Egipt, vechea Mesopotamie, irigațiile au continuat până în zilele noastre [47].

1.2. Scurt istoric al irigațiilor în România

Dezvoltarea irigațiilor sunt preocupări vechi în România, datorită pagubelor asupra recoltelor, cauzate în unii ani sau șiruri de ani de secete, care au apărut cu o frecvență mai mare sau mai mica în decursul timpului, începând cu Evul Mediu.

Irigația s-a putut practica în spațiul carpato-danubiano-pontic începând din preistorie, cu o înflorire în perioada romană; se aplica însă cu precădere la culturile de grădinărie și numai în situații speciale la alte culturi. Influența civilizației romane asupra folosirii apelor în acest spațiu a fost atât de mare, încât nu se revine către același nivel tehnic decât după mai bine de un mileniu.

Preluând de la romani tehnicile de transport a apei și mijloacele de ridicat apa (roțile hidraulice), populația de pe teritoriul României a practicat irigația în mici amenajări locale până în vremurile moderne.

Începând din an 1910 și până prin 1985, suprafețele amenajate pentru irigații au înregistrat cel mai înalt ritm de creștere. În anii următori, ritmul a scăzut din cauza greutăților în asigurarea necesarului de apă, a energiei pentru pompare,

etc. Evoluția suprafețelor irigate din România, începând cu anul 1910 este prezentată în tabelul 1.5.

Tabel 1.5 Dinamica suprafețelor amenajate cu lucrări de irigații [14,96]

Anul	Suprafețe amenajate cu lucrări de irigații (mii ha)
1910	10,0
1938	15,4
1944	18,0
1950	42,5
1955	93,1
1960	199,1
1965	229,9
1970	731,3
1975	1474,2
1980	2301,0
1985	2965,3
1990	3168,7
2000	3081,7
2004	3077,1
2007	3001,6

Așadar, la nivelul anului 1960, suprafața irigată a României era de aproape 200.000 ha, ceea ce înseamnă o creștere de 20 de ori față de anul 1910, pentru ca în 1990 să ajungă la peste 3 milioane ha.

Amenajări de irigații s-au dezvoltat odată cu iazul morilor din jurul localităților, pentru irigarea legumelor necesare hrănirii populației din orașele Târgoviște, Buzău, Focșani, ș.a.

Începând din secolele XVII-XVIII, acțiunile cu caracter de îmbunătățiri funciare, deci și de irigații, s-au amplificat și s-au extins în toate ținuturile românești.

În secolul XIX, dar mai ales în secolul XX s-au observat mari progrese în domeniul irigațiilor, la care și-au adus contribuția mari personalități ale științei și tehnicii din țara, între care: Ion Ionescu de la Brad, Anghel Saligny, Alexandru Davidescu, Gheorghe Ionescu Sisești, Cezar Nicolau, Constantin Haret.

Au fost numeroase propuneri de irigații, încă de la mijlocul secolului XIX a teritoriilor afectate de secetă și, în special pentru zona de sud-est a Câmpiei Române.

Pe cca 20% din suprafața totală a țării se înregistrează precipitații sub 500 mm/an.

În câmpia de Vest precipitațiile sunt cuprinse între 500-600 mm/an.

O altă problemă este reprezentată de faptul că precipitațiile anuale au o repartiție neuniformă și defectuoasă în timp și spațiu. Drept urmare, seceta se manifestă, aproape anual pe o suprafață importantă în România, în special în lunile iulie – august.

Exista o secetă atmosferică și o secetă pedologică. Seceta atmosferică se produce atunci când minim 10 zile nu plouă. Seceta pedologică se produce atunci când umiditatea solului scade sub plafonul minim, apropiindu-se de coeficientul de

ofilire. Această secetă este mai periculoasă pentru plante decât seceta atmosferică, ea putând diminua sau chiar compromite recoltele.

Analiza secetelor din România evidențiază faptul că în Muntenia și Moldova, 3 ani dintr-un șir de 100 ani au fost foarte secetoși, iar 58 ani au fost secetoși.

În Câmpia Bărăganului s-au înregistrat 8 perioade de secetă în interval de 1 an.

Gruparea amenajărilor de irigații pe zone geografice la nivelul anul 1989 este prezentată în tabelul 1.6.

Tabel 1.6 Zone geografice cu mari sisteme de irigații din România [30]

Nr. crt.	Zona geografică	Suprafața amenajată (ha)	Sisteme mai importante
1	Câmpia Olteniei	500.000	Crivina-Vânju Mare, Izvoare-Cujmir, Nedeia-Maceșu Cetate-Galicea-Calafat-Bailești, Sadova-Corabia, Terasa-Corabia-Stoenesti-Potelu-Dăbuleni, Complex Caracal
2	Olt-Argeș	350.000	Olt-Călmățui, Terasa Vișoara, Giurgiu-Razmirești, Terasa Mihai Bravu, Căteasca-Teiu
3	Argeș-Ialomița	500.000	Galațui-Calarați, Terasa Călărași-Jegălia, Pietroiu-Ștefan cel Mare, Făcăieni-Mostiștea-Berceni
4	Ialomița-Siret	800.000	Ialomița-Călmățui, Terasa Viziru, Terasa Brăilei, Câmpia Buzăului, Biliștei-Slobozia-Ciorăști
5	Dobrogea	600.000	Carasu, Rasova-Vederoasa, Seimeni, Topalu-Hârșova, Complex Razelm
6	Siret-Prut	250.000	Terasa Covurlui

Repartizarea pe județe este o altă particularitate care dă imaginea modului de grupare a amenajărilor de irigații pe teritoriul României și este prezentată în tabelul 1.7

Tabel 1.7 Suprafețele amenajate în sisteme mari de irigații defalcate pe județe [30]

Nr. crt.	Județul	Suprafața totală (ha)
1.	Argeș	52800
2.	Brăila	396000
3.	Buzău	62000
4.	Călărași	380000
5.	Constanța	434000
6.	Dolj	275557
7.	Galați	200000
8.	Giurgiu	148000
9.	Ialomița	176000
10.	Mehedinți	79850
11.	Olt	148432
12.	Teleorman	194122
13.	Tulcea	200000
14.	Vrancea	23000

Se observă că suprafețe cu sisteme mari se găsesc în județele Constanța (circa 60 % din teritoriul județului) și Brăila (80 % din teritoriul județului), în timp ce unele județe nu au mari amenajări de irigații (ex. Mureș, Suceava, etc.).

În ultima perioada de timp se menționează ca ani secetoși următorii: 1990, 1992, 1993, 2000 și 2002.

Unul din mijloacele de combatere a efectelor secetei îl reprezintă irigațiile, care elimină fluctuațiile de producție de la un an la altul, de la o zonă la alta și care influențează nivelul, calitatea și constanța recoltei.

Condițiile climatice din ultimii ani și cercetările din domeniu au evidențiat faptul că irigațiile trebuie aplicate nu numai în zone aride, ci și în zone subumede, umede, unde vara poate să apară deficit de umiditate în sol, aici se vor aplica însă norme de udare mai reduse.

Avantajele aplicării irigațiilor:

- măresc producțiile agricole 2-3 ori față de cultura neirigată
- îmbunătățesc calitatea recoltei
- permit extinderea culturilor cu pretenții mari față de apă
- permit valorificarea superioară a nisipurilor, a solurilor salinizate, a terenurilor neproductive sau slab productive
- o dată cu irigațiile se pot administra și îngrășămintele

În anul 1911 s-a înființat în România primul serviciu de îmbunătățiri funciare avându-l ca director pe ing. Anghel Saligny.

Reorganizarea și crearea unor instituții specializate de cercetare și proiectare a favorizat dezvoltarea după 1955 a rețelei de câmpuri experimentale, pentru cercetarea regimului de irigație, la organizarea căreia, un rol important l-a avut academicianul M. Botzan. În această etapă a fost elaborată și o metodă de calcul pentru norma de udare. Pentru limita inferioară a rezervei de apă din sol, admisă înaintea aplicării udării, M. Botzan a propus noțiunea de plafon minim, o prioritate în domeniu. [35]

1.3. Importanța și necesitatea aplicării irigațiilor

Plantele au nevoie de apă în toate fazele de vegetație, de la germinare și până la maturitate. Prezența apei în cantități suficiente determină creșterea și dezvoltarea normală a plantelor, având ca rezultat obținerea unor recolte mari și de calitate.

Irigația sau "ploaia artificială" reprezintă modalitatea de suplimentare a cantităților de apă din sol, față de cele primite de plantă în condiții naturale cu scopul asigurării stabilității și nivelului ridicat al producțiilor agricole.

Necesitatea aplicării irigațiilor este determinată de două categorii de factori: naturali și socio-economici.

Factorii naturali se referă, în special la plante și la climă, iar cei socio-economici la necesitatea obiectivă de a se obține în mod constant producții agricole, care să satisfacă cerințele economiei naționale.

În condițiile zonei calde secetoase (cu suma temperaturilor pozitive 4000-4300⁰ C și precipitații anuale de 350-550 mm, condiții în care se încadrează și sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad, în care deficitul de apă pe adâncimea solului de până la 1 m înregistrează valori de 2000-4600mc/ha în sezonul de vegetație a culturilor.

Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad este alimentat de canalele de aducțiune care constituie coloana vertebrală a amenajării fiind proiectat pe cotele cele mai înalte ale bazinelor hidrografice Mureș și Bega Veche, care constituie un avantaj pentru amenajare care în acest mod beneficiază de condiții optime din punct de vedere al condițiilor geomorfologice, hidrogeologice dar și a condițiilor ce se impun privind irigarea prin scurgere la suprafață. Datorită acestui amplasament terenurile beneficiază de posibilități avantajoase de captare a apelor prin prize gravitaționale.

În același timp se constată pierderi mari de apă în rețeaua hidrotehnică de aducțiune-distribuție datorită, neexecutării impermeabilizării, uzurii în timp a acestor canale, instalațiilor și echipamentelor de stocare a apei în canal și datorită utilizatorilor, lipsa monitorizării cantității de apă utilizate și lipsa resurselor financiare alocate.

În scopul atingerii acestor obiective de reabilitare a stațiilor de pompare de baza și repompare, a canalelor de aducțiune și distribuție a apei în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad sunt necesare lucrări de re tehnologizare și eficientizare.

1.4. Obiectivele tezei de doctorat

- Sinteza bibliografică privind situația irigațiilor în lume, în România și o analiza necesității procesului de re tehnologizare și eficientizare a sistemului hidrotehnic pentru irigații Fântânele-Șag pe baza studiului caracteristicilor tehnico-funcționale actuale ale acestuia;

- Stabilirea condițiilor naturale și funcționale ale sistemului hidrotehnic de irigații Fântânele-Șag Arad după 43 de ani de funcționare;

- Stabilirea Metodologiei de calcul pentru determinarea parametrilor tehnici și economici ai sistemului hidrotehnic pentru irigații Fântânele-Șag Arad;

- Evaluarea tendinței de evoluție climatică și reactualizarea necesarului de apă în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad pe baza elementelor regimului de irigații;

- Studiul pierderilor de apă în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad;

16 Introducere. Obiectivele lucrării. Probleme generale - 1

- Studiul impactului irigațiilor asupra mediului și echilibrul ecologic: impactul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad asupra nivelului și calitatea apei subterane și asupra solului;
- Bazele științifice și obiectivele prioritare privind utilizarea apei în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad;
- Stabilirea și prezentarea soluțiilor de reabilitare-modernizare a sistemului și estimarea performanțelor acestuia după implementarea soluțiilor pe baza calculului economiei de apă, a randamentului folosirii apei și a gradului minim de utilizare profitabilă a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad;
- Propunerea soluțiilor de reabilitare a stațiilor de pompare de bază și a stației de repompare din cadrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad;
- Calculul hidraulic privind închiderea canalului de irigații de Aducțiune I, cu structură metalică (tuburi) din tablă de oțel ondulată ce poate suporta sarcina.

2. ANALIZA NECESITĂȚII PROCESULUI DE RETEHOLOGIZARE ȘI EFICIENTIZARE A SISTEMULUI DE IRIGAȚII FÂNTÂNELE-ȘAG ARAD ÎN CONTEXTUL PROTECȚIEI MEDIULUI

2.1. Introducere și probleme generale (descrierea evoluției sistemului)

Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad, ale cărui echipamente, instalații și amenajări au constituit suprafața de observații, studii și cercetări, este situat în zona de vest a țării, pe malul stâng al râului Mureș, (Fig.2.1) care parțial este și limita nordică (din dreptul localității Fântânele până în dreptul localității Bodrogul-Nou). Limita estică este localitatea Frumușeni, iar cea sudică fiind zona depresionară a canalului Izvorin care pleacă din dreptul localității Tisa Nouă până la limita estică a localității Mănăștur. Limita vestică pornește din zona localității Mănăștur și se întinde până la limita nordică, în dreptul localității Bodrogul-Nou.

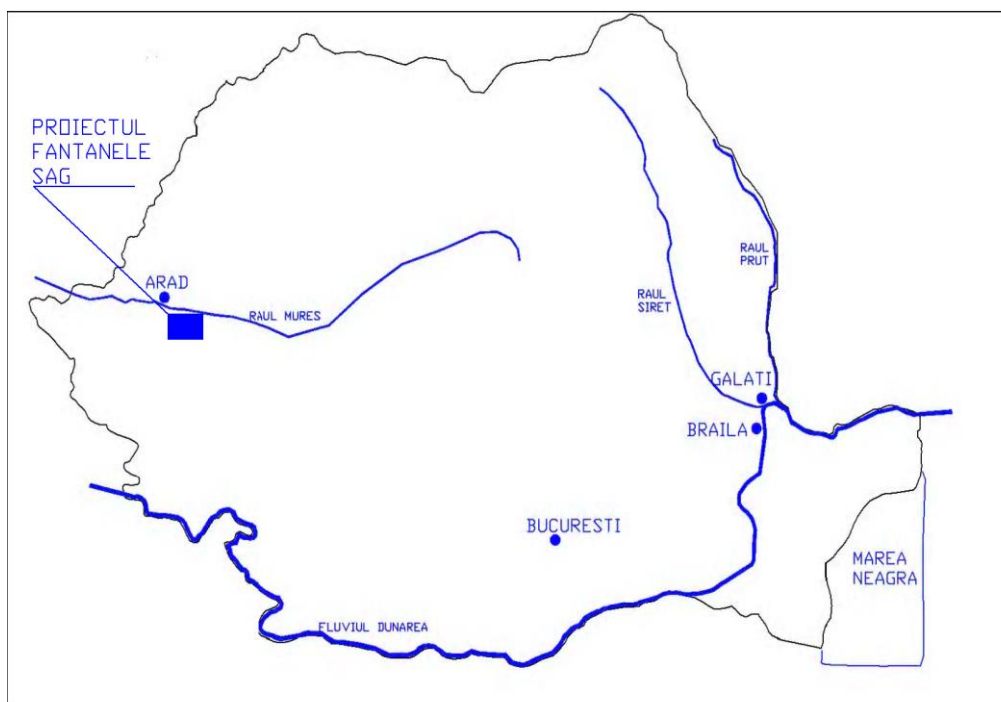


Fig.2.1 Amplasarea sistemului Fântânele- Șag Arad

18 Analiza necesității procesului de retehnologizare și eficientizare - 2

În cursul celei mai lungi perioade de secetă (1945-1953) s-a produs o scădere treptată a rezervelor de umiditate din straturile profunde ale solului.

În zonele vestice ale țării fenomenele de secetă au fost mai atenuate. Ulterior au mai apărut și alte grupe de ani secetoși cum ar fi 1992, 1993, 2000, 2002 și 2003.

În legătură cu repartiția lunară a precipitațiilor trebuie subliniat faptul că luna iulie are un rol hotărâtor pentru porumb, floarea soarelui, soia, dar și pentru alte culturi agricole cum ar fi cartoful, sfecla de zahăr și plantele furajere. Efectul precipitațiilor mai scăzute este de asemenea mai redus în luna august comparativ cu luna iulie. În perioadele cu cerințele cele mai mari de apă ale culturilor prășitoare și furajere (luna iulie și prima jumătate a lunii august) se înregistrează deficitul de umiditate cel mai acut. Rezultă clar ca intervenția cu suplimentarea cantităților de apă, prin irigații apare ca o măsură strict necesară.

În zona perimetrului propus pentru studiu lunile cele mai deficitare în aprovizionarea cu apă sunt mai, iunie, iulie și august.

Durata de funcționare a sistemului este de peste 43 ani.

În prezent la SP Plutitoare sunt în stare de funcționare agregatul 1și 2 cu riscul ca în orice moment să poată apărea avarii, agregatele 3 și 4 nu au fost puse în funcțiune de 4 ani, revizii și reparații nu au fost efectuate astfel nu avem certitudinea că se pot pune în funcțiune.

Navele de la SP Plutitoare au o coroziune foarte avansată, care poate duce în orice moment la apariția unei avarii (scufundarea navelor). În prezent nu există autorizare de funcționare a SP Plutitoare.

La SP Plutitoare este necesară înlocuirea clapetilor de reținere din bazinul de refulare.

La SP Repompare agregatele de pompare 1și 2 se pot pune în funcțiune dar cu riscul aparițiilor unor avarii pentru ca stația nu a funcționat și nu au fost executate lucrări de reparații. Agregatele 1 și 2 se pot pune în funcțiune după efectuarea unor revizii, iar pentru agregatul 3 este necesară o reparație capitală (RC).

Agregatele de pompare funcționează cu o vibrație în limita admisă. Până în prezent nu s-au făcut măsurători a vibrațiilor de către o unitate atestată.

Curentul absorbit de motoarele electrice este 80A.

SP Plutitoare Fântânele datorită deteriorării avansate și uzurii morale este necesar a se înlocui în totalitate cu o stație de pompare fixă care este mai ușor și mai ieftin de întreținut și mai ales cu costuri de exploatare mai mici.

La stațiile de punere sub presiune este nevoie de lucrări ca: instalarea unor agregate cu debit mic pentru reglare manometrică, instalarea de debitmetre pentru reglarea automată și contorizare la stațiile la care nu au fost încă montate, înlocuirea grupurilor de pompare cu altele noi având randamente superioare.

În cazul canalelor mari, de aducțiune și distribuție sunt necesare lucrări de reabilitare a îmbrăcăminților, constând în: refacerea rosturilor sau un nou strat de îmbrăcăminte (în funcție de existența și starea căptușelii vechi), sunt tronsoane de canal unde este necesară refacerea în proporție foarte mică până la tronsoane care nu au fost căptușite deloc de la construirea sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad.

Măsurarea scăderilor de nivel s-au făcut la mirele de le bazinul de aspirație a S.R.P. Fântânele (km 2+970) și la nodul hidrotehnic (km 8+490).

Pe canalul Aducțiune I viteza de scădere a nivelului apei în canal la diferite adâncimi este de 0,356 cm/oră la 197cm pe miră rezultă că scăderea apei într-o zi este de 8-9 cm/zi la care avem o evaporare de 10 mm deci 1/10 reprezintă

evaporația 9/10 pierderile prin infiltrație iar volumul de apă pierdut pe lungimea canalului Aducțiune I a fost de 7%.

Pe canalul Aducțiune II viteza de scădere a nivelului apei în canal este de 0,314cm/oră la o înălțime a apei de 163 cm pe miră.

Reabilitarea stăvilarelor, a mecanismelor de manevră mecanică sau manuală, sau acolo unde s-au distrus, înlocuirea în totalitate a stăvilărilor propriu zis și repararea părților de beton la construcțiile hidrotehnice mai vechi. Toate aceste lucrări de reabilitare urmăresc, reducerea pierderilor de apă pe canalele de aducțiune și distribuție, mărirea randamentului hidraulic al acestora, implicit reducerea consumului de energie electrică pentru pomparea apei și pentru udări, îmbunătățirea distribuției apei și deservirea mai sigură și operativă a beneficiarilor.

Rețelele de distribuție din conducte sub presiune necesită reabilitări și modernizări, constând în: amplasarea debitmetrelor în punctele de alimentare a beneficiarilor, modificarea rețelelor pentru a permite tuturor beneficiarilor să irige și pentru realizarea acestui scop se impun câteva măsuri:

- îndesirea antenelor la 200 -400 m distanță
- înlocuirea hidranților actuali având Dn 100, cu alții cu Dn 150 și hidranți suplimentari pe conductele secundare și principale
- „buclarea” a câte două antene
- crearea în ferme a unor bazine de acumulare și regularizare.

2.1.1. Proiectare [106]

Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad a fost proiectat în anul 1966 extinderea și completarea realizându-se în anul 1974 pentru o suprafață de 9418 ha din care s-au realizat 7154 ha și prezintă următoarea schema hidrotehnică a amenajării, în vederea organizării distribuirii debitelor.

Diverse proiecte elaborate în perioada 1966-1968 în baza cărora s-au amenajat terenurile, toate racordate la schema hidrotehnică unică pentru sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad, cu priză la râul Mureș și deservite de canalul de aducțiune.

Pe suprafața care face obiectul studiului există lucrări de îmbunătățiri funciare, terenul fiind plasat pe câmpia din terasa râului Mureș ce nu necesită lucrări speciale. În mod izolat există canale pentru colectarea și evacuarea apelor în exces din zonele depresionare, există canale pentru transportul apei de irigații din amenajările mici locale.

Sistemul de irigații Fântânele-Șag cuprinde:

- priza la Mureș formată din amenajări de mal și stația de pompare Plutitoare cu o capacitate de $Q=7,4$ mc/s
- canalul de aducțiune format din două tronsoane de canal având între ele o stație de Repompare fixă cu o capacitate instalată de $Q=6,0$ mc/s
- amenajări de irigații amenajate cu conducte îngropate și stații de punere sub presiune și cu canale deschise cu captare gravitațională din canalul de aducțiune II corespunzător hidromodului de 0,73/l/s/ha, pentru amenajările existente rezultă un debit necesar de 5,1mc/s.

Pentru debitul instalat la stația de pompare Plutitoare pe râul Mureș, s-a propus captarea a unui debit de 7,4 mc/s (asigurat 80% la debitele medii decadale minime).

Întrucât propunerea de amenajare pentru irigații nu impune prelevarea din râul Mureș a unui debit suplimentar, iar apa necesară la irigații se asigură în limita

capacităților de pompare și de transport existente și avizate, se consideră asigurată sursa de apă.

Amplasamentele propuse beneficiind de condiții optime din punct de vedere al condițiilor geomorfologice, hidrogeologice și pedologice, dar și a condițiilor ce se impun privind irigarea prin scurgere la suprafață. Terenurile beneficiază de posibilități avantajoase de captare a apelor prin prize gravitaționale direct din canalul de aducțiune, care în acest fel, devine activ pe toată lungimea sa, având funcție bilaterală, element în favoarea optimizării funcției canalului de aducțiune existent.

Se menționează o variantă posibilă pentru un alt amplasament, pentru realizarea unei aducțiuni secundare, ce pleacă din canalul existent, imediat după traversarea Dc.Fântânele-Tisa Nouă, care după subtraversarea Văii Izvorin prin conductă sifonată, se continuă pe cumpăna la nord de satul Cruceni.

În cadrul studiului se vor soluționa pentru suprafața ce face obiectul proiectului următoarele probleme:

- Amenajarea pentru irigarea suprafețelor incluzând:

- alegerea factorilor naturali și a propunerilor unităților interesate a suprafeței ce face obiectul studiului. La amplasarea suprafeței, se vor avea în vedere și terenurile agricole la nord ce se vor întinde până la limita terasei.

- având în vedere schema hidrotehnică existentă, prizele pentru apă se vor amplasa la canalul de aducțiune existent, captarea făcându-se gravitațional prin intermediul unor stăvilare de admisie

- lucrările de priză ce se vor proiecta, vor asigura și debitul necesar pentru alimentarea suprafețelor existente, pentru a se evita instalații noi de priză la Mureș.

- Amenajările existente, se vor completa, în scopul mării randamentului (de la 50% la 80%):

- rețeaua deschisă de aducțiune și de distribuție de interes comun și construcțiile hidrotehnice

- stațiile de punere sub presiune

- rețeaua subterană de irigații de interes comun și de deservire a unităților agricole

- echipamentul mobil de irigații

- Lucrări de nivelare capitală a întregului teritoriu.

- Completarea rețelei de canale pentru completarea și evacuarea apei în exces și asigurarea descărcării sistemului de irigații proiectat.

- Măsuri agropedameliorative, în scopul mării capacității de reținere a apei în sol prin afânare adâncă, care să străpungă până în orizontul B, fără răsturnarea brazdei, amendamente, fertilizări

- Alimentarea cu energie electrică a stațiilor de pompare de punere sub presiune

- Construcții și instalații pentru exploatarea sistemului

- Volume de lucrări, evaluări, surse de finanțare

- Studiu de organizare a teritoriului

- Schema de organizare a execuției lucrărilor

- Programul de pregătire a producției

Variante ce se vor analiza la studiu:

- Variante diferite de amplasament se vor analiza corespunzător numai în ceea ce privește repartitia pe deținători, precum și în scopul de a alege suprafețe ce pot fi amenajate cu investiții minime.

- pentru lucrările de priză se vor analiza variante de amplasamente însă numai din canalul de aducțiune existent

- metodele de udare se vor analiza și se va determina varianta de distribuire a apei în funcție de normele de udare necesare.

Studii necesare au fost cele existente completate după cum urmează:

- studiile pedologice și hidropedologice se vor actualiza astfel încât să permită elaborarea unei hărți pedoameliorative.

- studiile geotehnice au fost actualizate pe întreaga suprafață și s-au detaliat în amplasamentul principalelor obiective hidrotehnice prevăzute

- studiile topografice au avut ca scop întocmirea planului cu detaliile planimetrice și nivelitice

- studiile agroeconomice au avut ca scop să clarifice în principal următoarele probleme

- limitele de proprietate

- folosințele actuale și de perspectivă

- profilul agroeconomic și unitățile interesate

- structura planului de cultură, actual și de perspectivă

- sporurile de producție prin lucrările ameliorative propuse

- sporurile de venit

- studii speciale pentru clarificarea unor probleme deosebite ce vor apare pe parcursul proiectării

Lucrări ce se vor elabora prin proiectanții de specialitate:

Studii:

- studii cu caracter hidraulic

- studii asupra tehnicii irigației în condiții specifice date

- studii de prognoză privind eventuala ascensiune a nivelului freatic ca urmarea introducerii irigațiilor

Proiectare:

- alimentare cu energie electrică

- subtraversări de căi ferate

- telecomunicații

- studiu de organizare teritorială

Acorduri și avize

Evaluarea orientativă a lucrărilor

Indicatori de eficiență economică

Propuneri de etapizarea proiectării execuției

2.1.2. Execuție [106]

Execuția sistemul de irigații Fântânele-Șag a fost realizat între anii 1968-1972, extinderea și completarea efectuându-se în anul 1974.

2.1.3. Caracteristici tehnico-funcționale în exploatare și întreținere

Întreținerea și exploatarea lucrărilor privind aducțiunea cu toate construcțiile aferente cade în sarcina A.N.I.F. Filiala Arad. Rețeaua interioară, stația de presiune cu toate anexele, rețeaua de conducte cu toate lucrările speciale și canalele de evacuare, trebuiesc întreținute de către beneficiar (O.U.A.I.).

În continuare sunt prezentate caracteristicile tehnico-funcționale în exploatare și întreținere:

Nr. Crt.	Denumirea S.P.	Tipul Agr.	Nr. Agr	Caract. tehnice ale agregatelor		
				Q Mc/h	n Rot/min	P KW
1.	SP.Plutitoare	SIRET 900	4	5.600	750	630
2.	SP.Repompare	SIRET 900	3	(6mc/s)	750	630
3.	SP.Presiune	12NDS	5	1040	1500	320
4.		CRIS 125	1	220	2960	75
5.	SPP.Sagu I	CRIS 125	7	210	2950	55
6.		SADU 80	1	35	2930	10
7.	SPP.Sagu II	14NDS	5	1675		
8.		RDN150/250	1	300	2950	90
9.	SPP.Aradul Nou	CRIS 125	3	230	2950	75
10.		SADU 80	1	35	2930	13
11.	SPP.Cercetare	CRIS 125	2	220	2950	55
12.		LOTRU 65	1	180	3000	40

2.1.3.1. Exploatare [106]

În vederea exploatării sistemului de irigații în condițiile unei agriculturi intensive, este necesar organizarea optimă a tuturor lucrărilor pentru obținerea unor recolte mari și constante.

Elementele unui regim de exploatare rațional sunt:

- un fond agrotehnic superior constând din asigurarea îngrășămintelor necesare, având în vedere consumul de elemente nutritive care este mai ridicat cu cât crește producția precum și asigurarea lucrărilor agrotehnice la timp și corect;
- un plan de cultură rațional care dă producții maxime în regim irigat;
- irigarea unui procent cât mai ridicat din suprafața cuprinsă în sistem;
- aplicarea unui regim de irigație corespunzător condițiilor de sol și a plantelor cultivate în sistem;
- exploatarea rațională a rețelei de conducte a stațiilor de pompare și a tuturor construcțiilor;
- întreținerea tuturor lucrărilor executate;
- asigurarea forței de muncă și a celorlalte mijloace de producție.

Pentru a se putea asigura o exploatare corectă, este necesar ca personalul ce lucrează în exploatare să fie instruiți prin cursuri speciale unde li se va arăta practic ce au de făcut.

În ce privește forța de muncă este necesar ca să fie împărțiți pe grupe capabile să satisfacă volumul de muncă ce apare într-o campanie de udare. În acest sens se va elabora și un grafic al necesarului forțelor de muncă în ce privește udătorii, muncitorii, tractoarele și mașinile necesare. Se va căuta să se mecanizeze la maximum lucrările de exploatare.

Este indicat a se organiza schimburi de experiență cu gospodării ce au deja experiență în domeniul exploatării.

În cadrul regulamentului de exploatare se vor trata doar două puncte din elementele regimului de exploatare și întreținere și anume:

- exploatarea și întreținerea rețelei de conducte
- exploatarea și întreținerea stațiilor de pompare și a anexelor aferente.

a) Modul de stabilire a regimului preliminar al debitelor captate

1 Regimul preliminar al debitelor captate se stabilește înaintea perioadelor de vegetație.

2. Debitetele de apă necesare irigației sunt variabile de la o cultură la alta și de proporția acestora în asolament.

3. În funcție de structura planului de cultură se stabilește regimul de irigare în sistemul amenajat, ținându-se cont și de elementele meteorologice cât și caracteristicile hidrofizice ale solului.

4. Pe baza acestor elemente se întocmește graficul hidromodul avându-se în vedere următoarele :

- proporția în care intră fiecare cultură în asolament;
- perioada de udare a sistemului să nu depășească 15 zile;
- udarea în câmp se face în cicluri care nu vor fi mai mari de 12 ore.

Prin suprapunerea modulelor diferitelor culturi se obține hidromodulul sistemului pe diferite perioade. Se determină apoi debitetele necesare ținându-se cont și de randamentul sistemului.

Cu datele stabilite la punctul 2, 3 și 4 se întocmește graficul necesarului de apă preliminar pentru condițiile unui an mediu pentru irigarea suprafețelor.

Graficul va fi elaborat în colaborare cu beneficiarii.

5. Debitetele de apă necesare înscrise în graficul preliminar trebuie să fie mai mici sau cel mult egale cu debitetele avizate să fie captate din sursă conform autorizației eliberate în acest scop.

6. Pe baza graficului necesarului de apă preliminar, ținându-se seama de funcționarea zilnică, de durata unei udări și de agregatele de pompare din stația de pompare, se întocmește graficul preliminar de funcționare a instalației de captare a apei.

Acest grafic se întocmește în perioada 15-20 februarie în fiecare an.

Cu datele din acest grafic se va stabili consumul preliminar de energie electrică în vederea încheierii contractului pentru livrarea de energie electrică.

Debitetele maxime cuprinse în acest grafic trebuie să fie mai mici sau cel mult egale cu cele înscrise în graficul necesarului de apă preliminar pentru irigații.

b) Regimul efectiv de alimentare cu apă

1. În timpul perioadei de vegetație cantitățile de apă ce trebuie administrate prin udări se stabilesc în funcție de stadiul de dezvoltare al culturilor, de precipitațiile căzute, de regimul temperaturilor, astfel încât să se asigure o variație a umidității solului cuprinsă între plafonul minim și capacitatea de câmp.

2. Pentru a putea menține umiditatea în sol în limite optime, personalul de exploatare va urmări variația umidității solului cu ajutorul utilajelor de laborator, recoltând probe săptămânal sau decadal, în funcție de precipitațiile și temperaturile perioadei respective.

3. Cu datele obținute din analizele asupra umidității solului se determină norma de udare după relația:

$$M=110.HGr(C-P) \text{ în care:}$$

H=grosimea stratului de sol ce urmează a fi udată; variază funcție de faza de dezvoltare a plantei și funcție de plantă.

Gr=greutatea volumetrică a stratului de sol activ

C=capacitatea de câmp pentru apă în procente din greutatea solului uscat

P=umiditatea momentană a solului înainte de udare în procente din greutatea solului uscat.

Udarea se aplică de regulă în momentul în care umiditatea în sol a atins plafonul minim de 70-75% din capacitatea de câmp.

4. Conținutul de apă al solului se determină în felul următor :

Se iau probe de sol care se usucă în etuvă. Prin diferența dintre greutatea avută înainte de introducerea în etuvă și după uscare se determină conținutul de apă al solului.

Fiecare determinare se execută în trei repetiții luându-se probe în trei puncte diferite situate pe o rază de 0.5-1 m.

Recoltarea probelor se face pentru fiecare orizont genetic, apoi se face media pe profilul de sol reprezentând stratul activ de sol.

Probele de sol se pun în fiole și se cântăresc imediat. În cazul când nu se cântăresc imediat fiolele se parafinează pentru a nu se pierde apa.

Fiolele introduse în etuvă se vor ține timp de 8-10 ore la o temperatură de 105⁰ C.

Rezultatele se vor înscrie în fișă.

5. Cu datele rezultate din calculul normelor de udare se va întocmi și depune cererea de apă pentru decada următoare.

Din cerere trebuie să rezulte :

- suprafața ce urmează a fi irigată în decada ce urmează;
- umiditatea solului (comparată cu plafonul minim);
- precipitațiile căzute în decada curentă și temperaturile respective;
- normele de udare determinate;
- volumul de apă necesar.

6. Prin cererea decadală pentru apă nu se va putea cere un debit mai mare decât cel corespunzător sumei debitelor aripilor de ploaie în sistem ce urmează să intre în funcțiune, la care se adaugă pierderile de apă respective.

7. Se va organiza un program de observații hidrogeologice, pentru întreg sistemul Fântânele-Șag Arad în vederea urmăririi efectului precipitațiilor și al irigațiilor asupra nivelului apei freatice.

Se va stabili data efectuării observațiilor, modul de înregistrare, modul de prelucrare și transmitere a datelor și locul unde vor fi centralizate.

8. În perioadele când debitul sursei scade mult datorită secetei excesive, organele care au emis autorizația pentru apă, cu consultarea beneficiarului de folosință pot introduce restricții temporare în ceea ce privește debitele livrate în conformitate cu programul stabilit prin planul anual de exploatare.

9. În scopul aplicării restricțiilor se vor lua următoarele măsuri:

- se va da prioritate la irigarea culturilor celor mai importante;
- în cazul când și suprafața ocupată de o singură cultură depășește posibilitățile sursei, se va începe cu irigarea terenurilor mai apropiate de sursă.

10. În cazul că sursa dispune de debitele necesare nu se va modifica planul de livrare a apelor întocmit în baza cererilor de apă decada decît în cazul căderii unor precipitații abundente care pot aproviziona suficient solul.

c) Modul de aplicare al udărilor și măsurile necesare.

1. Rețeaua de conducte a fost dimensionată pentru aplicarea unor norme de udare, în funcție de cultura irigată și tipul de sol.

Norma medie ponderată a sistemului este de 1200 mc/ha adică trei udări a 400 mc/ha, sau a două udări a 600 mc/ha.

Pentru legume norma lunară are o valoare de 1500 mc/ha, adică 3 udări a 500 mc/ha sau a 5 udări a 300 mc/ha.

2. Tabelul cu elementele tehnice și funcționale ale aripilor de ploaie s-a calculat pentru normele de udare de 300, 400, 500, 600 mc/ha, o durată de funcționare a aripilor de ploaie ce variază între 6-13 zile.

3. Formația de lucru, compusă din trei oameni, asigură mutarea transversală a conductelor într-o oră.

4. Pentru a asigura funcționarea continuă a stației de pompare schema de lucru cuprinde funcționarea a 6 aripi de ploaie deservite în cazul mutării transversale de o echipă de 3 oameni și în cazul mutării longitudinale de o echipă de 6 oameni. S-au stabilit pentru diferitele presiuni timpuri de staționare a aripilor de ploaie diferiți care variază în funcție de norma aplicată.

5. Schemele prezentate nu epuizează posibilitățile de așezare a aripilor de udare, ele rezultând în urma observațiilor și practicii de teren ce se va efectua.

6. Normele mai mici se vor aplica în cazuri bine justificate, ele mărind costul mutării echipamentului mobil.

7. Nu este permisă aplicarea unor norme prea mari care provoacă stagnarea apei la suprafața solului sau să ducă la ridicarea nivelului pânzei de apă freatică.

8. După aplicarea udărilor este necesar să se aplice imediat lucrări adecvate și astfel să se împiedice pierderile prin evaporație datorită crustei care se formează.

9. Trebuie să se acorde o atenție deosebită asupra folosirii apei. Controlul se va face decadal de inspectorul de specialitate împreună cu reprezentantul beneficiarului.

d) Reguli de exploatare și măsuri pentru aplicarea lor.

Rețeaua de conducte și aripile de ploaie.

1. În vederea funcționării în condiții optime a rețelei de conducte, se impune o supraveghere atentă a rețelei, instalațiilor și anexelor aferente și un control periodic asupra armăturilor și a pierderilor de apă în rețea.

2. La sfârșitul campaniei de udare se va face o verificare a întregii rețele de conducte în vederea stabilirii defecțiunilor ce trebuiesc reparate. Reparațiile se vor efectua în afara perioadei de udare.

3. Înaintea pornirii campaniei de udare, se va face verificarea la presiune a întregii rețele spre a vedea dacă îmbinările sunt etanșe, și nu există posibilitatea pierderilor de apă pe rețea, cât și verificarea funcționării tuturor dispozitivelor și accesoriilor pe rețea.

4. La umplerea cu apă a rețelei de conducte se deschid ventilele care asigură evacuarea aerului din conducte. Se vor lăsa o perioadă de timp deschise până la evacuarea completă a aerului după care se închid. Se instalează aripile de ploaie. Toate vanele de pe rețea ce vor intra în funcțiune se deschid pe jumătate. Când apa începe să iasă prin aspersoare se deschid complet vanele de la hidranți, cât și vanele de distribuție.

5. Manevrarea vanelor se va face încet, atât la închidere, cât și la deschidere pentru a se evita loviturile hidraulice periculoase.

Numărul pompelor în funcțiune trebuie să asigure debitul necesar aripilor de ploaie în funcțiune.

6. Aplicarea irigației se face din amonte spre aval.

7. La încetarea funcționării aripei de ploaie sau la schimbarea acesteia, se închide încet vana de la hidrant și se va evita închiderea concomitentă a vanelor. Eșalonarea închiderii vanelor va atrage după sine și realizarea mutării eşalonate a aripilor de ploaie.

8. La ultima poziție a aripei de udare pe o antenă se închide cu grijă vana de pe antenă și apoi vana de pe antenă și apoi vana de la hidrant.

9. Nerespectarea regulilor de punere și scoatere din funcțiune a aripilor de ploaie și de scoatere din sarcina a antenelor și conductelor, duce la crearea de suprapresiuni în rețea având dificultăți de exploatare, deteriorări, pierderi de apă, etc.

10. Pentru preîntâmpinarea unor defecțiuni, beneficiarul de exploatare va face anual, o instruire completă a personalului de exploatare direct pe teren.

11. Dacă prin manevrarea reguletoarelor de presiune de la aspersoare nu se poate crea o presiune uniformă în toate pozițiile aripilor de pe o antenă și pe toate antenele, deci aripile de ploaie funcționează la presiuni diferite, atunci și timpul de staționare a aripilor de ploaie pentru aplicarea unei udări este diferit și trebuie determinat astfel încât în fiecare poziție să se aplice aceeași normă de udare.

12. În perioadele de vânturi puternice (cu viteze mai mari de 5-6 m/s) se recomandă întreruperea udărilor pentru că nu se poate realiza o udare uniformă.

13. Apa din conducte va fi evacuată complet la sfârșitul campaniei de udare. Pentru aceasta se deschid vanele de aerisire și apoi se evacuează, prin pompare, întregul sistem prin căminele de golire.

14. Pe o antenă dimensionată pentru deservirea unui anumit număr de aripi (1, 2, 3 sau 4 aripi) nu se pot instala mai multe aripi chiar dacă presiunea din conducte o permite, întru-cât duce la mărirea excesivă a vitezei apei în conducte, ceea ce conduce la deteriorarea ei.

15. În caz de avarii pe conducte îngropate sau la instalațiile de pe rețeaua de conducte, se va închide vana din amonte în punctul unde s-a produs defecțiunea, se golește conducta și se procedează la repararea defecțiunii.

La aripa de udare dacă se produc defecțiuni se vor înlocui piesele deteriorate.

Construcții hidraulice și cămine

1. În timpul perioadelor de udare se va urmări comportarea construcțiilor hidrotehnice pentru a se remedia și preveni unele defecțiuni (deformarea fundațiilor, fisuri, etc.).

2. Se va face proba de funcționare a acestor lucrări înainte de începerea campaniei de irigații.

Stația de pompare de presiune

1. Exploatarea curentă a stației de presiune se face în perioada de udare, restul timpului este rezervat pentru reparații.

2. În perioada de lucru se execută următoarele operații la stația de presiune:

- se verifică dacă datele arătate de aparatele de măsură se înscriu în limitele normale;

- se verifică și se completează lubrifianțul lagărelor electropompelor;

- se verifică cu mâna sau cu aparatul de măsură temperatura lagărelor pompelor și electromotoarelor;

- în cazul apariției unei avarii la declanșarea semnalului de avarie, mecanicul oprește agregatul respectiv și cercetează care organ a provocat avaria, iar în cazul când este de competența sa, efectuează repunerea în funcție a utilajului defect. În foaia de tură se notează cauza avariei, precum și măsurile luate;

- în cazul căderii tensiunii pe barele de înaltă tensiune se anunță imediat personalul de serviciu a regionalei de electricitate ca să ia măsurile necesare și în cazul în care stația e dotată cu un transformator de rezervă, îl introduce pe acesta conform foii de manevră respectiva;

- atunci când grătarele de la intrarea apei în stația de pompare sunt murdare, mecanicul le curăță de murdărie;

- ori de câte ori este nevoie se va face curățenie în interiorul stației pentru a fi permanent curată.

3. În stație se va afișa o schemă explicativă a instalațiilor cu indicarea manevrelor necesare.

Manevrele instalațiilor electrice principale se vor executa numai la ordinul șefului stației și numai după stabilirea împreună cu acesta a succesiunilor din care se compune manevra.

4. Exploatarea instalațiilor de montaj (monorai, etc.) se va face conform prescripțiilor uzinei constructoare și al Inspecției de Stat pentru Cazane și Instalații de Ridicat (ISCIR).

5. Exploatarea agregatelor de incendiu și a instalațiilor aferente se va face cu respectarea normativului.

6. Inspectorul va face instructaj cu personalul permanent cu și va preciza mobilizarea personalului necesar în caz de incendiu.

7. Exploatarea instalației de automatizare se va face conform indicațiilor din proiectul de execuție respectiv.

8. La stație se va ține în mod obligatoriu "Jurnalul stației", un registru în care se vor ține următoarele date :

- ziua, luna, anul (în fiecare zi)
- manevra comandată, motivul, ordinea operațiunilor, felul în care au fost comandate

- orele de funcționare efectivă pe fiecare agregat

- consumul de energie electrică

- debitul pompat, etc.

9. Fiecare manevră efectuată va avea foaia de manevră care va conține:

- numărul curent al manevrei

- titlul manevrei

- scopul pentru care se face manevra

- ordinea operațiilor de comandă efectuate de personalul de serviciu

- ordinea operațiilor ce trebuie să se desfășoare după fiecare comandă

Puțuri hidrologice

1. Programul de observații și măsurători la puțurile hidrologice privesc pânza de apă freatică.

2. Observațiile se vor executa în aceeași zi la toate puțurile. Se va stabili o frecvență a măsurătorilor pentru întreaga suprafață.

3. Măsurarea adâncimii nivelului pânzei de apă se face cu fluierul hidrologic. Adâncimile se înscriu în fișa lunară de observații hidrologice.

În coloanele Norma de udare aplicată și precipitații se vor nota udările și precipitațiile, independent de datele observațiile din puțuri, acestea înscriindu-se în ordinea în care apar.

Norma de udare se înscrie numai dacă puțul se găsește în zona în care s-a aplicat udarea sau la cel mult 400-500 m depărtare de limita zonei irigate.

În coloana observații se vor înscrie date în legătură cu temperatura apei în puț, înnisiparea, construcția puțului, starea fizică a apei în timpul iernii.

La începutul fiecărei luni se măsoară și adâncimea fiecărui puț care se înscrie tot în coloana observații.

4. Lunar măsurătorile și observațiile din fișe se centralizează într-un tabel.

- Graficul variației nivelurilor apei freactice completate cu precipitații, norme de udare, etc.

- Hărți cu izohipse și izofreate

- Curbe de frecvență și durată

- Profile hidrogeologice prin suprafața amenajată

5. Pe baza acestor date, periodic se întocmesc buletine cu recomandări asupra măsurilor ce trebuiesc luate și se transmit la beneficiar.

6. Paralel cu observațiile asupra nivelurilor se vor face observații asupra evoluției conținutului de săruri în apa freatică. Probele se vor recolta de 3 ori pe an și anume în aprilie, în iulie - august și în octombrie-noiembrie.

Probele se vor lua la cel puțin 30% din numărul puțurilor.

Măsurătorile asupra temperaturii apei freactice se vor efectua lunar. Ele se vor efectua cu termometrul de maxime și minime.

Rezultatele analizelor chimice se vor înscrie în formular.

7. Se consideră necesar un observator la 8-10 puțuri/zi în condiții atmosferice grele și fără mijloc de transport.

8. Pentru recoltarea probelor se consideră că un observator plus un laborant cu mijloc de transport hipo pot face 8-12 probe/zi.

Drumuri de acces.

1. Pentru buna funcționare a sistemului este necesar o întreținere sistematică a drumurilor.

Drumurile vor fi întreținute cu grederul sau discuite ori de câte ori este nevoie.

Exploatarea rețelei de conducte sub linia de înaltă tensiune

La traversarea zonelor irigate, cu linii de înaltă tensiune este necesară adoptarea unor măsuri speciale de exploatare.

1. Aripile mobile nu vor fi amplasate perpendicular pe axul liniei electrice. Amplasarea aripilor mobile paralel cu axul liniei electrice trebuie făcută astfel încât să se evite subtraversarea liniei electrice cu conducta mobilă și irigarea sub linia electrică în condiții obișnuite.

Lățimea benzii sub care nu se poate aplica aspersiunea sub linia electrică este de 48m.

În această zonă se poate totuși aplica irigarea terenului prin adoptarea unor soluții speciale de amenajare ca de exemplu:

a. Amenajarea prin irigații de suprafață (brazde sau fâșii) utilizând debitul din rețeaua de conducte. Această variantă este posibilă atunci când se respectă următoarele condiții:

- pantele și microrelieful terenului să permită amenajarea brazdelor
- direcția brazdelor și fâșiilor să fie orientată și să aibă o lungime astfel încât să se poată amenaja în condițiile unui randament acceptabil
- prevederea unor dispozitive speciale de rupere a presiunii adaptate la aripa de ploaie încât presiunea apei în zonele respective să nu depășească 0,5 kgf/cm².

În acest sens se propune utilizarea unui regulator de presiune (tip Fântânele) montat pe aripa de ploaie și care funcționează cu debite până la 0,4-0,5 l/s la o presiune de 2 kgf/cm².

Scăderea presiunii pe aripa de udare se obține prin închiderea vanei de la hidrant până la coborârea presiunii la 2-2,5 kgf/cm² și care asigură în continuare o funcționare normală a celorlalte aspersoare.

Timpul de staționare a aripei de ploaie în aceste condiții se mărește.

Pentru a folosi dispozitivele de rupere a presiunii la cuplarea cu aripile de ploaie, se vor întrebuința teurile din echipamentul mobil existent, iar conductele se vor adapta în mod corespunzător.

Limitele de acțiune a aripilor mobile trebuiesc să coincidă cu limita zonei irigate pe brazde.

b. S-a analizat și posibilitatea utilizării unor aspersoare cu jet razant de tip Seppik 20 A, fiind construit în variante cu unghiul de înclinare a jetului de 5° - 7° - 20° - 23° . Săgeata maximă a jetului deasupra aspersorului fiind de 0,65 - 1,5 m.

La culturile înalte unghiul de înclinare a jetului să nu depășească 7° .

În zona rețelelor electrice se va evita utilizarea mașinilor înalte, iar înălțimea jetului aspersorului să nu depășească spațiul de siguranță rezervat circulației oamenilor și mașinilor (minim 3 m) față de axul stâlpului.

Este necesar ca exploatarea și întreținerea instalațiilor în zona liniilor de înaltă tensiune să se facă cu o deosebită atenție astfel încât aripile din apropierea axului liniei să fie într-o stare de etanșare perfectă, evitându-se scurgerile de apă la cuplaje sau pe conductă.

Se vor marca hidranții la care se cuplează conducte mobile cu plăcuțe avertizoare pe care se va indica tipul și modul de utilizare a instalațiilor în zonele traversate de liniile electrice.

Se vor face verificări periodice a cuplajelor rapide a tronsoanelor mobile, a modului de îmbinare al tijeii prelungitoare și a aspersoarelor astfel încât să se evite orice defecțiune ce ar provoca accidente în timpul funcționării.

Personalul care deservește instalațiile respective va fi în permanență instruit conform normelor de tehnica securității muncii.

2.1.3.2. Întreținere [106]

Lucrările de întreținere curentă ce se execută în tot cursul anului și care au ca scop de a preveni defecțiunile și de a le înlătura imediat ce au fost depistate pentru ca amenajarea să funcționeze în condiții cât mai bune.

Lucrările de întreținere periodică se execută în afara perioadei de exploatare, după un ciclu de funcționare.

Principalele lucrări de întreținere curentă sunt pe obiecte următoarele:

A) La stația de presiune

Lucrările de întreținere cuprind:

- a) inspecția și revizia preventivă
- b) reparațiile curente
- c) reparațiile medii
- d) reparațiile capitale

a) Prin inspecția și revizia preventivă se înțelege parcurgerea din oră în oră a tuturor unităților componente ale stației, de către mecanicul sau electricianul de serviciu, care va constata toate neregulile vizibile din punct de vedere al exploatării corecte și va stabili cauzele care ar putea produce sau au produs defecțiuni.

a) Inspecția și revizia preventivă a instalațiilor hidraulice constă în verificarea etanșeității îmbinărilor, pentru a nu se produce scurgeri la presetupe, flanșe etc. stabilirea temperaturii lagărelor pompelor și electropompelor, detectarea unor eventuale zgomote sau vibrații etc.

În același timp se ung lagărele electropompelor și toate piesele în mișcare.

Electromecanicul de serviciu urmărește deasemenea în mod permanent indicațiile aparatului de control manometre, apometre, voltmetre, ampermetre etc. pentru a constata că toate elementele stației funcționează la parametri normali.

Neîntreținerea la timp poate duce la întreruperea udărilor și ridică prețul de cost al produselor.

În cazul în care se observă anumite nereguli, electropompa trebuie oprită, trecându-se la înlăturarea defecțiunii.

30 Analiza necesității procesului de re tehnologizare și eficientizare - 2

b) Reparațiile curente sunt operațiuni de scurtă durată (5 la 10 ore) care se fac de către personalul stației de pompare folosind piesele de rezervă din stoc.

c) Reparațiile medii sunt operațiuni cu o durată mai mare (30-90 ore), care se execută atât de personalul de serviciu cât și de ajutoare din afara secției.

d) Reparațiile capitale sunt reparații care se execută în ateliere de specialitate după demontarea completă a agregatelor.

După efectuarea reparației capitale, agregatul de pompare respectiv este supus probei și dat în exploatare încheindu-și un proces verbal amănunțit în care se indică gradul de uzură și reparațiile efectuate.

Verificarea și revizuirea instalațiilor electrice de forță și automatizarea se execută simultan cu reparațiile agregatelor respective, astfel ca să nu fie necesară oprirea acestor agregate la alte termene în afara celor programate.

În timpul exploatării stației se vor respecta următoarele reguli generale de întreținere pentru normala funcționare a pompelor:

- i. încălzirea palierelor nu trebuie să depășească 60°C
- ii. verificarea etanșeității presetupelor; ele trebuie să fie strânse ușor astfel ca din ele să nu picure apa care unge garnitura
- iii. controlul palierelor răcite cu apă și dacă sistemul de răcire nu este întrerupt
- iv. verificarea încălzirii electromotorului
- v. verificarea nivelului normal al uleiului în lagăre
- vi. după primele 100 ore de funcționare se golește uleiul, se spală lagărele și se umple cu ulei proaspăt

Uleiul se schimbă apoi conform instrucțiunilor fabricii constructoare.

În timpul exploatării pot surveni defecte pentru a căror înlăturare se vor lua următoarele măsuri conform tabelului 2.1.

Tabel 2.1 Măsuri privind prevenirea defectelor în timpul exploatării

Defectul	Cauza probabilă	Măsuri de înlăturare
Pompa nu aspiră	Conducta de aspirație nu este etanșă pătrunzând aer pe la flanșe.	Se etanșează cu grijă flanșele
	- sau prin presetupa axului pompei	- se strânge presetupa
	- sau la racordul manometrului	- se etanșează legătura manometrului
	- aspiratorul este acoperit cu impurități	- se curăță impuritățile
	- pompa se rotește în sens greșit	- se schimbă sensul de rotație al motorului prin schimbarea legăturilor la borne
	- turația este sub cea nominală datorită scăderii de tensiune sau frecvenței	- se va restabili tensiunea sau frecvența de regim
	- robinetul vană pe conducta de aspirație este închis	- se deschide robinetul de pe conducta de aspirație
	- pompa este înfundată	- se desfundă canalele rotorului și distribuitorului

Pompa refulează loc suficient	nu de sau	- robinetul de pe conducte de refulare este defect	- se verifică robinetul
		- pierderile interne sunt prea mari	- se înlocuiesc inelele de etanșare
		- robinetul de pe conducta de refulare este închis	- se deschide robinetul
		- pungă de aer pe conducta de aspirație sau în puncte înalte neaerisite pe conducta de refulare	- se evacuează aerul
		- presetupele sunt strânse prea mult	- se slăbesc piulițele presetupeii
		- nu funcționează sistemul de răcire	- se verifică conducta de răcire
Lagărele pompelor încălzesc	se	- pompa este descentrată față de rotor	- se centrează pompa
		- ungerea este insuficientă	- se completează uleiul, unsoarea
		- unsoarea este uscată	- se înlocuiește unsoarea (uleiul)
		- inele de ungere sunt blocate	- se verifică inelele de ungere și poziția lor
		- axul este uzat	- se demontează pompa și se verifică axul
		- axul motorului trepidează	- se verifică rotorul și lagărele motor
		- suporturile lagărelor nu sunt strânse uniform	- se montează corect suporturile
Pompa trepidează		- fundația este slabă sau incorectă	- se controlează fundația
		- centrarea față de motor este defectuoasă	- se centrează pompa corect
		- garniturile din cauciuc sau din piele ale cuplajului sunt uzate	- se înlocuiesc garniturile
		- rotorul motorului este dezechilibrat	- se verifică rotorul motorului
		- șuruburile fundației nu sunt strânse	- se strâng șuruburile de fundație
		- pompa lucrează în regim de cavitație	- se elimină cauzele aspirația prea mare, debit peste normal
		- rotorul pompei este descentrat	- se va verifica dacă conducta de aspirație nu este astupată se va închide parțial robinetul de pe conducta de refulare reducând debitul până ce dispar zgomote

32 Analiza necesității procesului de re tehnologizare și eficientizare - 2

Motorul supraîncărcă la pornire	- robinetul de pe refulare este deschis	- se pornește cu vana închisă și se deschide treptat
	- rotorul freacă în inelul de etanșare	- se rectifică inelul de etanșare sau butucul rotor
	- presetupele sunt strânse prea tare	- se slăbesc piulițele presetupeii
Uzura excesivă a rotorului pompei	- cavitație (uzură simetrică pe toate paletetele)	- se vor cerceta cauzele în vederea înlăturării defecțiunii
	- abraziuni (șlefuirea nesimetrică a paletelor cu strivirea materialelor)	- se vor verifica grătarele
	- montaj defectuos (uzura discurilor la periferie sau lateral datorită frecărilor în carcasă)	- remedierea defecțiunii

- b) La rețeaua de conducte și instalații anexe
- i. revizuirea preventivă a conductelor și instalațiilor anexe
 - ii. verificarea etanșeității conductelor
 - iii. întreținerea curentă a dispozitivelor de distribuție și protecție (ungere, strângerea șuruburilor, înlocuirea șuruburilor deteriorate etc.)
 - iv. detectarea tuburilor fisurate și înlocuirea lor imediată
 - v. asigurarea în permanență a vizibilității obiectelor la nivelul terenului, hidranți, cămine, prin întreținerea indicatoarelor, curățirea de vegetație etc.
- c) La cămine de vizitare și construcții hidrotehnice
- i. reparații la tencuieli și pereți de beton, masive de ancoraj
 - ii. înlocuirea pieselor deteriorate de la dispozitivele și mecanismele anexe
 - iii. vopsirea și bituminarea pieselor metalice libere și în contact cu apă
 - iv. reparații la pereuri și rosturi
- d) La echipamentul mobil (aripile de udare)
- i. în timpul lucrului se supraveghează funcționarea aspersoarelor, eliminându-se cauzele care ar provoca blocarea sau funcționarea defectuoasă a lor
 - ii. curățirea duzelor și a garniturilor de etanșare la impurități
 - iii. înlocuirea garniturilor deteriorate
 - iv. repararea sau înlocuirea pieselor deteriorate
 - v. după terminarea sezonului de irigații conductele după ce au fost curățate de pământ se ung cu vaselină și se depozitează în stive înalte de 1,5 m, protejându-se capetele cu dispozitivele de cuplare pentru aspersoare
 - vi. Garniturile de cauciuc și aspersoarele și restul de piese se depozitează obligatoriu în magazii.
- e) La canale de pământ și cele pereate
- i. cosirea și înlăturarea vegetației de pe canale și în zonele de protecție
 - ii. îndepărtarea eventualelor obstacole din canale, crengi, coceni, iarbă, etc.
 - iii. despotmoliri ușoare
 - iv. repararea rosturilor și micilor deteriorări la pereuri, cu reșezarea dalelor în zonele în care s-au produs tasări

- f) La puțurile hidrogeologice
 - i. vopsirea capacului și burlanului exterior cu minim de plumb
 - ii. văruirea blocului de protecție și a stâlpului semnalizator și curățirea vegetației din jurul blocului
 - iii. repararea stâlpilor sau a blocurilor de protecție deteriorate
 - iv. îndreptarea sau înlocuirea capacelor și ștuțurilor deteriorate și revizia și întreținerea dispozitivelor de închidere

Lucrările de întreținere curentă se execută de către o echipă complexă care va fi coordonată de șeful formației de irigații în atribuțiile căruia intră rețeaua de conducte cu toate instalațiile respective.

Întreținerea curentă la echipamentul mobil se face de către echipele de udători și se face parte integrantă din obligațiile de serviciu a acestuia.

Întreținerea curentă la stația de pompare revine personalului de deservire a acesteia, ajutat după necesități de echipa complexă, în cazuri urgente.

Principalele lucrări de întreținere periodică pe obiecte sunt:

- a) La stația de pompare și construcții anexe
 - i. reparații la betoane și tencuieli
 - ii. înlocuiri de piese deteriorate la aparatele de închidere și ridicare
 - iii. vopsirea sau gudronarea părților metalice sau de lemn inactive
 - iv. reparații la acoperiș și tâmplărie
 - v. reparații la instalațiile electrice
 - vi. înlocuire de piese hidraulice și dispozitive
 - vii. despotmolirea bazinelor de aspirație și refulare
 - viii. odată cu reparațiile medii sau capitale se face și verificarea și revizuirea instalațiilor electrice de forță și automatizare ca să nu se producă ulterior stagnări neplanificate

Reparațiile capitale ale utilajelor se planifică după un ciclu de funcționare și se execută numai de personal cu calificare corespunzătoare. După efectuarea reparațiilor capitale ale utilajelor, sunt supuse la probă și nu se dau în exploatare decât după efectuarea recepției conform dispozițiilor legale în vigoare.

- b) La rețeaua de conducte și instalații anexe
 - i. înlocuirea pieselor deteriorate ale instalațiilor și dispozitivelor anexă
 - ii. înlocuirea tronsoanelor deteriorate
 - iii. detectarea conductelor fisurate
 - iv. revizuirea generală a rețelei de conducte și a instalațiilor
 - v. completări de terasamente la tasările ce vor avea loc pe traseele conductelor pentru a evita stagnările de apă în tranșeele respective
 - vi. vopsirea hidranților în alb (sau altă culoare vie) pentru a-i face vizibili de la distanță spre a nu fi deteriorați de către tractoare
- c) La canale de pământ și canale pereate
 - i. despotmolirea canalelor și eventual a podețelor
 - ii. repararea pereurilor și a rosturilor
 - iii. reînsămânțări de taluze
- d) La construcții hidrotehnice și cămine de vizitare
 - i. despotmoliri la cămine de vizitare
 - ii. reparații la rosturi și pereurile construcțiilor
 - iii. reparații la betoane și tencuieli
 - iv. vopsirea sau gudronarea părților metalice sau de lemn inactive

- e) La echipamentul mobil
 - i. înlocuirea cuplajelor defecte
 - ii. repararea aspersoarelor și înlocuirea duzelor defecte
 - iii. înlocuirea tronsoanelor și a pieselor speciale defecte

Și lucrările de întreținere periodică se execută în majoritatea cazurilor de personal însărcinat cu exploatarea acestor lucrări.
- f) La rețeaua de conducte și instalații anexe
 - i. revizuirea preventivă a conductelor și instalațiilor anexe
 - ii. verificarea etanșeității conductelor
 - iii. întreținerea curentă a dispozitivelor de distribuție și protecție (ungere, strângerea șuruburilor, înlocuirea șuruburilor deteriorate etc.)
 - iv. detectarea tuburilor fisurate și înlocuirea lor imediată
 - v. asigurarea în permanență a vizibilității obiectelor la nivelul terenului, hidranți, cămine, prin întreținerea indicatoarelor, curățirea de vegetație etc.
- g) La cămine de vizitare și construcții hidrotehnice
 - i. reparații la tencuieli și pereți de beton, masive de ancoraj
 - ii. înlocuirea pieselor deteriorate de la dispozitivele și mecanismele anexe
 - iii. vopsirea și bituminarea pieselor metalice libere și în contact cu apă
- h) La echipamentul mobil (aripile de udare)
 - i. în timpul lucrului se supraveghează funcționarea aspersoarelor, eliminându-se cauzele care ar provoca blocarea sau funcționarea defectuoasă a lor
 - ii. curățirea duzelor și a garniturilor de etanșare la impurități
 - iii. înlocuirea garniturilor deteriorate
 - iv. repararea sau înlocuirea pieselor deteriorate
 - v. după terminarea sezonului de irigații conductele după ce au fost curățate de pământ se ung cu vaselină și se depozitează în stive înalte de 1,5 m, protejându-se capetele cu dispozitive de cuplare pentru aspersoare

Garniturile de cauciuc și aspersoarele și restul de piese se depozitează obligatoriu în magazii.
- i) La canale de pământ și cele pereate
 - i. cosirea și înlăturarea vegetației de pe canale și în zonele de protecție
 - ii. îndepărtarea eventualelor obstacole din canale, crengi, coceni, iarbă, etc.
 - iii. despotmoliri ușoare
 - iv. repararea rosturilor și micilor deteriorări la pereuri, cu reșezarea dalelor în zonele în care s-au produs tasări
- j) La puțurile hidrogeologice
 - i. vopsirea capacului și burlanului exterior cu minim de plumb
 - ii. văruirea blocului de protecție și a stâlpului semnalizator și curățirea vegetației din jurul blocului
 - iii. repararea stâlpilor sau a blocurilor de protecție deteriorate
 - iv. îndreptarea sau înlocuirea capacelor și ștuțurilor deteriorate și revizia și întreținerea dispozitivelor de închidere

Lucrările de întreținere curentă se execută de către o echipă complexă care va fi coordonată de șeful în atribuțiile căruia intră rețeaua de conducte cu toate instalațiile respective.

Întreținerea curentă la echipamentul mobil se face de către echipele de udători și se face parte integrantă din obligațiile de serviciu a acestuia.

Întreținerea curentă la stația de pompare revine personalului de deservire a acesteia, ajutat după necesități de echipa complexă, în cazuri urgente.

Principalele lucrări de întreținere periodică pe obiecte sunt:

- k) La stația de pompare și construcții anexe
 - i. reparații la betoane și tencuieli
 - ii. înlocuiri de piese deteriorate la aparatele de închidere și ridicare
 - iii. vopsirea sau gudronarea părților metalice sau de lemn inactive
 - iv. reparații la acoperiș și tâmplărie
 - v. reparații la instalațiile electrice
 - vi. înlocuire de piese hidraulice și dispozitive
 - vii. despotmolirea bazinelor de aspirație și refulare
 - viii. odată cu reparațiile medii sau capitale se face și verificarea și revizuirea instalațiilor electrice de forță și automatizare ca să nu se producă ulterior stagnări neplanificate

Reparațiile capitale ale utilajelor se planifică după un ciclu de funcționare și se execută numai de personal cu calificare corespunzătoare. După efectuarea reparațiilor capitale ale utilajelor, sunt supuse la probă și nu se dau în exploatare decât după efectuarea recepției conform dispozițiilor legale în vigoare.

- a) La rețeaua de conducte și instalații anexe
 - i. înlocuirea pieselor deteriorate ale instalațiilor și dispozitivelor anexă
 - ii. înlocuirea tronsoanelor deteriorate
 - iii. detectarea conductelor fisurate
 - iv. revizuirea generală a rețelei de conducte și a instalațiilor
 - v. completări de terasamente la tasările ce vor avea loc pe traseele conductelor pentru a evita stagnările de apă în tranșeele respective
 - vi. vopsirea hidranților în alb (sau altă culoare vie) pentru a-i face vizibili de la distanță spre a nu fi deteriorați de către tractoare
- b) La canale de pământ și canale pereate
 - i. despotmolirea canalelor și eventual a podețelor
 - ii. repararea pereurilor și a rosturilor
 - iii. reînsămânțări de taluze
- c) La construcții hidrotehnice și cămine de vizitare
 - i. despotmoliri la cămine de vizitare
 - ii. reparații la rosturi și pereurile construcțiilor
 - iii. reparații la betoane și tencuieli
 - iv. vopsirea sau gudronarea părților metalice sau de lemn inactive
- d) La echipamentul mobil
 - i. înlocuirea cuplajelor defecte
 - ii. repararea aspersoarelor și înlocuirea duzelor defecte
 - iii. înlocuirea tronsoanelor și a pieselor speciale defecte

Și lucrările de întreținere periodică se execută în majoritatea cazurilor de personal însărcinat cu exploatarea acestor lucrări.

În cazuri speciale se va angaja personal calificat numai în situația când sunt necesare lucrări de întreținere ce reclamă și calificare superioară.

- e) La puțuri hidrogeologice
 - i. Controlul periodic executat de un tehnician asupra adâncimii fiecărui puț în vederea stabilirii gradului de înnisipare
 - ii. curățirea puțului de către observator și un ajutor atunci când puțul s-a colmatat de 50 cm de la talpă cu ajutorul unei linguri de licărit de 2" legată de un cablu trecut printr-un scripete susținut de un trepied.

Întreținerea sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad este dificilă, totodată foarte costisitoare cu cheltuieli care în final se reflectă în prețul de cost ridicat al irigațiilor.

2.2. Descrierea sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad

Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad a cărui echipamente, instalații și amenajări au constituit suprafața de observații, studii și cercetări, este situat în zona de vest a țării pe malul stâng al râului Mureș, care este și limita Nordică din dreptul localității Fântânele până în dreptul localității Bodrogu Nou. Limita Estică este localitatea Frumușeni, iar cea Sudică fiind zona depresionară a canalului Izvorin.

În cursul celei mai lungi perioade de secetă (anii 45-53) s-a produs o scădere treptată a rezervelor de umiditate din straturile profunde ale solului.

În zonele Vestice fenomenul de secetă a fost mai atenuat. Ulterior au mai apărut și alte grupe de ani secetoși cum ar fi 1992, 1993, 2000, 2002 și 2003.

În zona perimetrului pentru studiu lunile cele mai deficitare în aprovizionarea cu apă sunt: mai, iunie, iulie și august.

Proiectarea sistemului de irigații s-a efectuat în perioada anilor 1966-1968 pe o suprafață de 7154 ha, toată suprafața fiind racordată la schema hidrotehnică unică pentru acest sistem, cu priza la râul Mureș și deservită de canalul de aducțiune.

Durata de funcționare a sistemului este de 43 ani.

Pe suprafața care face obiectul studiului există lucrări de îmbunătățiri funciare, terenul fiind plasat pe câmpia din terasa râului Mureș ce nu necesită lucrări speciale. În mod izolat există canale pentru colectarea și evacuarea apelor în exces din zone depresionare și canale pentru transportul apei de irigații din amenajările mici locale.

Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad cu priza la râul Mureș este format din amenajări de mal și stația de pompare Plutitoare, canalul de aducțiune format din două tronsoane de canal I și II, având între ele o stație de Repompă fixă, amenajarea de irigații cu conducte îngropate și stații de punere sub presiune și canale deschise cu captare gravitațională din canalul de Aducțiune II.

Întrucât propunerea de amenajare pentru irigații nu impune prelevarea din râul Mureș a unui debit suplimentar, posibil prin retehnologizarea agregatelor de pompare, iar apa necesară la irigații se asigură în limita capacităților de pompare și de transport existente și avizate considerându-se astfel asigurată sursa de apă.

Amplasamentele propuse beneficiind de condiții optime din punct de vedere al condițiilor geomorfologice, hidrogeologice și pedologice, dar și a condițiilor ce se impun privind irigarea prin scurgere la suprafață.

Terenurile beneficiază de posibilități avantajoase de captare a apelor prin prize gravitaționale direct din canalul de aducțiune, care în acest fel, devine activ pe toată lungimea sa, având funcția bilaterală, element în favoarea optimizării funcției canalului de aducțiune existent.

În cadrul studiului se vor soluționa suprafețe ce fac obiectul proiectului următoarele probleme:

Amenajarea pentru irigarea suprafețelor incluzând:

- alegerea factorilor naturali, a propunerilor unităților interesate și a suprafețelor ce fac obiectul studiului la amplasare a suprafeței, se vor avea în vedere și terenurile agricole la nord ce se vor întinde până la limita terasei.
- având în vedere schema hidrotehnică existentă, prizele pentru apă se vor amplasa pe canalul de aducțiune existent, captarea făcându-se gravitațional prin intermediul unor stăvilare de admisie.
- lucrările de priză ce se vor proiecta, vor asigura și debitul necesar pentru alimentarea suprafețelor existente, pentru a se evita instalații noi de priză la Mureș.

Amenajările existente se vor completa în scopul măririi randamentului de la 50% la 80%.

De la data punerii în funcțiune a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad, s-au făcut o serie de observații privind nivelul apei freatice în sol și influența acestuia asupra terenului irigat. Având în vedere că perioada de udare preponderentă este în cursul lunilor mai, iunie, iulie și august, irigațiile efectuându-se în funcție de norma de udare a fiecărei culturi – nu s-au observat modificări ale nivelului apei freatice în sol –având în vedere că 70% din teritoriul irigat are nivelul apei freatice la adâncimi mai mari de 5m respectiv 5-10m.

2.2.1. Considerații generale

Dintre elementele care compun clima, precipitațiile și vânturile au influența cea mai mare. În situația unui deficit de umiditate pronunțat, se reduce ritmul creșterilor vegetative și de asemenea sunt perturbate procesele de fecundare și legare. În asemenea condiții are loc un dezechilibru între eliminarea apei prin transpirație și absorbția apei prin sistemul radicular.

2.2.1.1. Condiții geomorfologice

Întregul teritoriu al sistemului de irigații al amenajării Fântânele-Șag cât și propunerile noi se încadrează în unitatea geografică a Câmpiei Tisei, districtul Câmpiei Vinga zona se interpune ca o treaptă de relief care domină câmpia joasă 20-40 m și este dominată de piemont cu 40-60 m și formează câmpia înaltă propriu zisă cu relief general plan și cu altitudinea cuprinsă între 110-145 m slab înclinată de la est la vest și spre nord, prezintă slabe ondulațiuni, numeroase văi de eroziune, frecvente microdepresiuni, precum și ușoare depresiuni alungite și largi în care se acumulează periodic apele din precipitații abundente.

Din punct de vedere geomorfologic teritoriul este favorabil irigațiilor și a irigațiilor prin scurgere la suprafață.

Structura geologică a Câmpiei Înalte are la bază sedimente măloase și mălo-argiloase, dispuse în structură de grosimi variabile, orizontale cu intercalații foarte subțiri de nisip, deasupra acestora se află depozite formate din luturi și luturi argiloase carbonatice foarte asemănătoare materialelor loessoide.

2.2.1.2. Condiții hidrografice

Hidrografic zona se încadrează în bazinul râului Mureș a cărui curs se află la extremitatea nordică a zonei cercetate neavând în această zonă nici un afluent cu debit permanent. Partea de sud a teritoriului se încadrează în bazinul Bega Veche fiind limitată de Valea Izvorin fără debit permanent. Canalul de Aducțiune urmărește în general linia de cumpănă între cele două bazine (Mureș și Bega Veche).

2.2.1.3. Condiții hidrogeologice

Există referiri foarte vechi, continuate până în timpurile de astăzi care include numeroase studii și cercetări precum și diferite moduri de clasificare după cum urmează:

Apa capilară este reținută în porii solului de dimensiuni reduse care este mobilă și accesibilă plantelor.

Apa gravitațională este prezentă uneori în porii mari ai solului și este foarte mobilă, slab reținută din această cauză, astfel încât se pierde rapid prin infiltrație sau scurgere. Este în principiu accesibilă plantelor dar acestea nu pot beneficia decât în mică măsură de ea, tocmai din cauză că se pierde repede în sol.

Nivelul apei freatice a fost identificat în zonă la diferite adâncimi în funcție de forma reliefului și perioada de timp.

În general apele freatice se află la adâncimi ce variază între 0,50m - 10m, cele mai ridicate niveluri fiind întâlnite în văile de eroziune (0,5m-2m). Pe majoritatea din suprafață pânza freatică este la adâncimea cuprinsă între 4m-10m.

Oscilațiile nivelului apelor freatice în perioada unui an se apreciază a fi de 1m-2m. Stratul freatic îl constituie orizontul de lut greu, lut prăfos de tip loessoid a cărui permeabilitate este foarte mare.

Drenajul apei freatice este bun fiind asigurat de Mureș și văile laterale. Prin aplicarea irigațiilor pe terenurile limitrofe nu s-au înregistrat creșteri ale nivelului pânzei freatice care să conducă la degradări sau care să se mențină ridicate.

Gradul de mineralizare al apei freatice este foarte redus.

2.2.1.4. Considerații climatice

Climatul zonei studiate se caracterizează prin temperaturi medii anuale în jur de 10,8°C, iar precipitațiile medii multianuale de 577,0 mm.

Perioadele de secetă în regiune cu o frecvență mare în general începând cu luna iulie-august și mai ales în luna septembrie.

Vânturile cele mai frecvente în zonă sunt cele din direcția sud-est. Viteza vântului variază între 2,6-4,5m/s.

Din studiile climatice efectuate în baza datelor rezultă o climă mai puțin continentală și mai mult mediteraneană, cu ierni puțin aspre și cu veri nu excesiv de călduroase.

În cursul anului cad precipitații suficiente în special la începutul verii, însă ele sunt neuniform repartizate pe luni și perioade critice de vegetație a plantelor de cultură din care cauză adeseori culturile agricole sunt prejudiciate.

În general din punct de vedere climatic zona este deficitară după cum rezultă și din calculul bilanțului din sol prezentând un deficit de 206mm.

2.2.1.5. Considerații pedologice

Aprovizionarea controlată a solului cu apă prin irigație în raport de cerințele plantelor cultivate, reprezintă o acțiune care trebuie privită prin prisma a cel puțin două aspecte esențiale. Unul dintre acestea este efectul imediat asupra recoltelor scontate iar cel de al doilea se referă la ceea ce se petrece pe termen lung în ceea ce privește evoluția stării ameliorative a solului din amenajările de irigații. Deci, irigațiile reprezintă un factor de prim ordin ce influențează condițiile de mediu cu efecte hotărâtoare asupra plantelor, solului și atmosferei prin crearea unui

microclimat specific ținând seama de faptul că apa necesară culturilor agricole pătrunde în corpul plantelor prin intermediul solului este firesc ca atunci când se acționează asupra factorului apă să se cunoască proprietățile sale (calitatea apei de irigație), cerințele față de apă a diferitelor culturi și influența factorilor climatici asupra lor și posibilitățile oferite de diferite soluri pentru înmagazinarea, păstrarea și punerea la dispoziția plantelor a apei administrate prin irigație, având în vedere păstrarea echilibrului necesar între apă și regimul nutritiv și de aer din sol.

Din cuprinsul solului mai fac parte și lumea vie a faunei și microorganismelor agent principal a transformărilor din sol caracterul acesta fiind propriu însușirii principale a solului –fertilitatea.

Din punct de vedere fizic solul se poate defini ca un sistem eterogen, polifazic, dispers, structurat și poros. În concluzie jumătate din volumul solului este reprezentat de faza solidă și câte un sfert de fazele lichide și gazoase.

Textura solului sau compoziția mecanică este conținutul procentual al diferitelor fracțiuni granulometrice, între conținuturile diferitelor fracțiuni granulometrice din sol există o corelație evidentă între conținutul de argilă (sub 0,002 diametru) și cel de argilă fizică (sub 0,01 diametru). Praful se situează pe o poziție intermediară între argilă și nisip. În relație cu apa aceasta are importanță în ceea ce privește ascensiunea capilară și formarea crustei. Nisipul are însușiri opuse argilei în sensul că atribuie solului o permeabilitate mai bună, o aerație mai bună, dar o capacitate de reținere a apei mai redusă.

Textura solului este o însușire foarte stabilă are legătură directă cu folosirea irigațiilor – pe solurile cu textură grosieră apa se pierde mai repede prin infiltrații, sunt necesare udări mai dese iar necesitatea fertilizării apare în măsură mai mare decât pe alte soluri. Deci aici sunt necesare măsuri mai severe în ceea ce privește rețeaua de transport și distribuție a apei de irigat în vederea prevenirii pierderilor prin infiltrații.

Solurile cu textură mijlocie prezintă caracteristicile cele mai favorabile pentru irigații în tip ce solurile cu textură fină se caracterizează prin cantități foarte mari de apă inaccesibilă pentru plante.

Structura solului – modul de gruparea al particulelor elementare în unități structurale de anumite forme și mărimi. Sub acțiunea a două categorii de procese: de agregare a particulelor și de separare în fragmente a masei solului.

Prin gruparea acestor aglomerări și prin activități de ordin biologic se formează o porozitate complexă-caracteristică ce conferă solului sub raport constitutiv, atributul de sistem eterogen polidispers, structurat și poros.

Pe lângă dimensiunea particulelor elementare care definește textura și modul de asociere al acestora, comportarea fizică a solului depinde în cel puțin egală măsură în așezarea mai laxă sau mai strânsă a particulelor elementare și elementelor structurale. Starea de așezare se exprimă prin indicatori diferiți printre care densitatea aparentă, porozitatea și gradul de tasare.

Sub aspect pedologic zona luată în studiu este caracterizată prin soluri din grupa cernoziomurilor levigate, foarte slab pseudogleizate, pe cea mai mare suprafață.

În partea estică acestea au caractere selecte de sol brun, ceea ce dovedește că solurile identificate au evoluat sub influența unui climat mai uscat, din solurile brune. În partea vestică unde relieful are o coborâre generală solurile sunt freatic umede, ca urmare a prezenței nivelului hidrostatic mai spre suprafață. Întreaga zonă fiind brăzdată de văi de eroziune scurte dar adânci, ce semnalează suprafețe de soluri pe seama materialului depus prin colmatare, iar pe suprafețele limitrofe de versanți solurile sunt diferit erodate dar nu prea accentuat.

40 Analiza necesității procesului de re tehnologizare și eficientizare - 2

Terenul luat în studiu este pigmentat cu microforme vegetative de relief închise, cu un drenaj acumulativ, în care procesele de pseudogleizare sunt mai evidente, iar apele de suprafață se acumulează în cantități mai mari, provocând procese de stagnoglezare și podzolire de hidrogenază.

Solurile în general cu textură grea în partea de mijloc a profilului, unde apa din precipitații este reținută mai mult timp, favorizând procese de pseudogleizare, ca urmare a permeabilității reduse pentru apă. Fertilitatea actuală este moderată, dar cu posibilități de mărire prin măsuri adecvate specifice solurilor identificate.

În condițiile introducerii irigațiilor pe solurile din zona considerată în prealabil și concomitent cu aplicarea măsurilor se impune executarea unor lucrări de prevenire și stagnare a apei la suprafața solului.

Perimetrului studiat, din punct de vedere pedologic este împărțit în 3 zone unde se întâlnesc mai multe tipuri de sol (unități).

Zona 1 Fântânele

Formarea și evoluția solurilor a fost influențată în deosebi de factori bioclimatici ca urmare a mișcărilor de înălțare din cuaternar a avut loc retragerea lacului Panonic și scoaterea la zi a luturilor carbonatice. În extremitatea nordică și nord vestică, pe cea mai joasă treaptă de relief din cadrul Câmpiei Înalte, pe materiale parentale constituite din luturi cu ape freatice situate între 3-5 m a avut loc o acumulare intensă de materiale organice care s-a transformat în humus. Paralel a avut loc o levigare a sărurilor ușor solubile inclusiv a carbonaților din profilul solurilor. În aceste condiții s-au format cernoziomurile levigate freatic umede. În zonele plane pseudogleizarea este slabă până la moderat, în depresiuni moderat-puternică iar pe versanți slabă. În zone de terase joase, pe depozite aluviale vechi de textură mijlocie-fină solurile sunt evaluate, prezintă un orizont de acumulare a humusului și un orizont de soluri brune.

Ca o consecință a proceselor pedogenetice amintite mai sus pe teritoriul comunei Fântânele s-au format unitățile de sol [98] urmând a le enumera pe cele mai importante:

US11 Preluvosol molic, stagnogleizat slab puternic decarbonat, profund, pe luturi mijlocii-fine, luto-argilo-prăfos/luto-argilos (Tabel 2.2).

Relief: Câmpie înaltă, plan

Rocă mamă: luturi mijlocii fine

Adâncimea nivelului freatic: 5-10m

Drenaj intern: lent

extern: foarte lent

global: împiedicat

Tabel 2.2 US11

Orizont	Ap	Am	Am	AB
Adâncimea cm	0-18	18-32	32-47	47-70
PH în apă	5,50	5,50	6,35	6,70
Humus %	2,02	2,07	1,93	1,33
N total %	0,118	0,105	-	-
P ppm	10	3	-	-
K ppm	120	90	-	-

Reacția solului este moderat acidă în primii 32cm, slab acidă între 32-70cm, neutră sub 70cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus: mijlocie în primii 32 cm și slabă sub 32 cm

- azot total: mijlocie în primii 18 cm și slabă sub 18 cm
 - fosfor mobil: slabă în primii 18 cm și foarte slabă sub 18 cm
 - potasiu mobil: mijlocie
- Textura este mijlocie fină.
Porozitatea este mică.
Permeabilitatea este mică.

US5 Faeoziom tipic, stagnogleizat slab, puternic decarbonat, profund, pe luturi mijlocii-fine, lutos/luto-argilos(Tabel 2.3).

- Relief: Câmpie înaltă, plan
Rocă mamă: luturi mijlocii fine
Adâncimea nivelului freatic:5-10m
Drenaj intern: lent
extern: lent
global: lent

Tabel 2.3 US5

Orizont	Ap	Am	AB
Adâncimea cm	0-33	33-56	56-76
PH în apă	5,30	5,90	6,35
Humus %	3,21	2,62	2,07
N total %	0,146	0,132	
P ppm	39,0	6,0	-
K ppm	120	110	-

Reacția solului este moderat acidă în primii 33cm, slab acidă între 33-76cm, neutră sub 76cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus:mijlocie în primii 33cm și slabă sub 33 cm
- azot total: mijlocie
- fosfor mobil: bună în primii 33 cm și foarte slabă sub 33 cm
- potasiu mobil: mijlocie

Textura este mijlocie în orizontul Ap.
Porozitatea este mică.
Permeabilitatea este mică.

US3 Faeoziom tipic, stagnogleizat în adâncime, puternic decarbonat, profund, pe luturi mijlocii-fine, luto-argilos/luto-argilos (Tabel 2.4).

- Relief: Câmpie înaltă, 0-5%
Rocă mamă: luturi mijlocii fine
Adâncimea nivelului freatic:5-10m
Drenaj intern: lent
extern: lent
global: lent

42 Analiza necesității procesului de retehnologizare și eficientizare - 2

Tabel 2.4 US3

Orizont	Ap	Am	AB	Bt
Adâncimea cm	0-32	32-49	49-65	65-86
PH în apă	5,40	6,65	6,90	7,00
Humus %	2,36	2,19	1,71	-
N total %	0,116	0,113	0,093	-
P ppm	6,0	1,8	1,7	-
K ppm	80	70	70	-

Reacția solului este moderat acidă în primii 32cm, slab acidă între 32-49cm, neutră sub 49cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus: mijlocie în primii 49 cm și slabă sub 49 cm
- azot total: mijlocie
- fosfor mobil: slabă
- potasiu mobil: mijlocie

Textura este mijlocie fină.

Porozitatea este mică.

Permeabilitatea este mică.

US13 Preluvsol, stagnogleizat moderat, puternic decarbonat, profund, pe luturi mijlocii-fine, luto-prăfos/luto-argilos cu caractere luvice (Tabel 2.5).

Relief: Câmpie înaltă, zone plane

Rocă mamă: luturi mijlocii fine

Adâncimea nivelului freatic: 5-10m

Drenaj intern: lent

extern: lent

global: lent

Tabel 2.5 US13

Orizont	Ap	Am	Am	AB
Adâncimea cm	0-29	29-44	44-58	58-85
PH în apă	5,80	6,05	6,15	6,25
Humus %	2,77	2,21	1,84	-
N total %	0,146	0,119	-	-
P ppm	50	37,6	-	-
K ppm	190	140	-	-

Reacția solului este moderat acidă în primii 29cm, slab acidă între 29-130cm, neutră sub 130cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus: mijlocie în primii 44 cm și slabă sub 44 cm
- azot total: mijlocie în primii 44 cm și slabă sub 44 cm
- fosfor mobil: bună în primii 44 cm și moderată sub 44 cm
- potasiu mobil: bună în primii 44cm și mijlocie sub 44cm

Textura este mijlocie.

Porozitatea este foarte mică.

Permeabilitatea este foarte mică.

US9 Preluvosol molic, stagnogleizat în adâncime, puternic decarbonat, profund, pe luturi mijlocii-fine, luto-argilo-prăfos/luto-argilos (Tabel 2.6).

Relief: Câmpie înaltă, versanți 3-5%

Rocă mamă: luturi mijlocii fine

Adâncimea nivelului freatic: sub 10m

Drenaj intern: lent

extern: bun

global: bun

Tabel 2.6 US9

Orizont	Ap	Am	AB	Bt1
Adâncimea cm	0-23	23-42	42-59	59-81
PH în apă	5,70	6,85	7,10	7,15
Humus %	2,39	1,70	1,40	-
N total %	0,121	0,081	0,070	-
P ppm	7,5	0,9	0,8	-
K ppm	80	60	40	-

Reacția solului este moderat acidă în primii 23cm, neutră sub 23cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus: mijlocie în primii 23 cm și slabă sub 23 cm
- azot total: mijlocie în primii 23 cm și slabă sub 23 cm
- fosfor mobil: foarte slabă
- potasiu mobil: mijlocie în primii 23 cm și slabă sub 23cm

Textura este mijlocie fină.

Porozitatea este mică-foarte mică.

Permeabilitatea este mică.

Zona 2 Arad

Această zonă se găsește în Vestul țării la sud de Municipiul Arad și Nordul comunei Șag. Altitudinea medie absolută este în jur de 100-105m, are un aspect tipic de câmpie de divagare și prezintă o diversitate mare a formelor de microrelief: zone plane cu depresiuni grinduri, meandre părăsite. Aspectul general de mozaic de forme de microrelief este oglindit și în diversitatea materialelor sedimentare aflate la zi.

Solurile s-au format din luturi slab carbonatice de culoare slab roșcată cu o porozitate scăzută. În zonele cu microrelief pozitiv solurile s-au format pe materiale losseoide, nisipuri, luturi carbonatice, luturi cu nisip grosier și argile.

Evoluția geologică a perimetrului studiat este strâns legat de ceea ce a depresiunii panonice.

Câmpia Aradului reprezintă un mozaic de condiții naturale deci și un mozaic de soluri.

US16 Cernoziom levigat, pe luturi, luto-argilos, freatic (Tabel 2.7).

Relief: Câmpie înaltă, zone plane

Rocă mamă: luturi

Adâncimea nivelului freatic: 3-5m

Drenaj intern: lent

extern: lent

global: lent

44 Analiza necesității procesului de retehnologizare și eficientizare - 2

Tabel 2.7 US16

Orizont	Ap	Am	AB	Bv
Adâncimea cm	0-28	28-43	43-54	54-75
PH în apă	6,20	6,85	7,05	7,20
Humus %	2,64	1,87	1,87	-
N total %	0,156	0,143	0,131	-
P ppm	5	2	1,6	-
K ppm	17,50	13,00	11,70	-

Reacția solului este slab acidă în primii 28cm și neutră sub 28 cm .

Starea de aprovizionare în:

- humus: mijlocie în primii 28 cm și slabă sub 28 cm
- azot total: mijlocie
- fosfor mobil: slabă în primii 28 cm și foarte slabă sub 28 cm
- potasiu mobil: bună în primii 28 cm și mijlocie sub 28 cm

Textura este fină.

Porozitatea este mică.

Permeabilitatea este mică.

US14 Cernoziom levigat tipic, pe luturi, luto-argilos (Tabel 2.8).

Relief: Câmpie înaltă, teren plan

Rocă mamă: luturi

Adâncimea nivelului freatic: 5-10m

Drenaj intern: lent

extern: lent

global: slab

Tabel 2.8 US14

Orizont	Ap	Am	AB	Bv
Adâncimea cm	0-30	30-45	45-68	68-92
PH în apă	5,85	6,75	7,40	7,95
Humus %	3,82	2,25	1,28	-
N total %	0,161	0,147	0,091	-
P ppm	1,80	0,70	1,00	-
K ppm	20,10	14	13	-

Reacția solului este slab acidă în primii 45cm, slab alcalină sub 45 cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus: mijlocie în primii 45 cm și slabă sub 45 cm
- azot total: mijlocie în primii 45 cm și slabă sub 45 cm
- fosfor mobil: foarte slabă
- potasiu mobil: bună în primii 30 cm și mijlocie sub 30 cm

Textura este fină.

Porozitatea este mică.

Permeabilitatea este mică.

US18 Cernoziom levigat tipic, pe luturi, luto-argilos gleizat slab (Tabel 2.9).

Relief: Câmpie înaltă, plan

Rocă mamă: luturi

Adâncimea nivelului freatic: 2-3m

Drenaj intern: lent
 extern: foarte lent
 global: slab

Tabel 2.9 US18

Orizont	Ap	Am	AB	Bv
Adâncimea cm	0-24	24-42	42-55	55-73
PH în apă	6,25	6,30	6,40	7,10
Humus %	2,42	2,30	2,00	-
N total %	0,150	0,143	0,136	
P ppm	4,20	3,60	3,60	-
K ppm	17	14	14	-

Reacția solului este slab acidă în primii 55cm, neutră între 55-86cm, slab alcalină sub 70cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus: mijlocie
- azot total: mijlocie
- fosfor mobil: mijlocie în primii 24 cm și slabă sub 24 cm
- potasiu mobil: bună în primii 24 cm și mijlocie sub 24 cm

Textura este fină.

Porozitatea este mică.

Permeabilitatea este mică.

US24 Cernoziom levigat tipic, pe materiale loessoide, luto-argilos (Tabel 2.10).

Relief: Câmpie înaltă, plan

Rocă mamă: materiale loessoide

Adâncimea nivelului freatic: 5-10m

Drenaj intern: lent

extern: lent

global: lent

Tabel 2.10 US24

Orizont	Ap	Am	AB	Bv
Adâncimea cm	0-24	24-42	42-62	62-81
PH în apă	6,35	6,45	6,80	6,95
Humus %	2,29	2,19	2,03	-
N total %	0,108	0,108	0,094	
P ppm	3,9	1,7	0,5	-
K ppm	15	16	16	-

Reacția solului este slab acidă în primii 62cm, neutră între 62-81cm, slab alcalină sub 81cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus: mijlocie
- azot total: slabă
- fosfor mobil: slabă în primii 24 cm și foarte slabă sub 24 cm
- potasiu mobil: mijlocie

Textura este fină.

46 Analiza necesității procesului de re tehnologizare și eficientizare - 2

Porozitatea este mijlocie
Permeabilitatea este mică.

Zona 3 Șag

Această zonă este situată în partea sudică a județului Arad în nord - vestul localității Șag în care se disting următoarele trepte de relief Câmpia înaltă propriu zisă, versanții și văile de eroziune.

Câmpia înaltă propriu-zisă prezintă un aspect de platou ușor ondulat cu o pantă medie generală mai mică de 0,5%.

Zona face parte din ținutul Tisei subținutul Câmpia înaltă a glacisului subcolinar, districtul Câmpia Vingăi, unde unitatea de sol predominantă este cernoziomul puternic levigat, cu slabă diferențiere texturală, foarte slab pseudogleizat (US3) (Tabel 2.11).

Relief: Câmpie înaltă, zone de cumpene largi plane

Rocă mamă: luto-argiloase

Adâncimea nivelului freatic: 6-10m

Drenajul intern: slab moderat

extern: moderat slab

global: moderat

Tabel 2.11 US3

Orizont	Ap	Am	Am	AB
Adâncimea cm	0-28	28-51	51-73	73-98
PH în apă	5,95	6,55	6,70	6,85
Humus %	3,88	3,45	2,60	-
N total %	0,168	0,168	0,147	-
P ppm	18	6	8	-
K ppm	13	14	13	-

Reacția solului este moderat acidă între 0-28cm, slab acidă între 28-73cm, neutră sub 73cm.

Starea de aprovizionare în:

- humus: bogat între 0-28 cm, moderat sub 28cm

- azot total: foarte bine

- fosfor mobil: slabă între 0-28 cm și foarte slabă sub 28 cm

- potasiu mobil: asimilabil bogat

Textura este fină.

Porozitatea este mică.

Permeabilitatea este mică.

2.3. Sursa de apă (Foto 2.1)

Sistemul de irigații Fântânele-Șag este alimentat din râul Mureș printr-o stație de pompare Plutitoare. S-a ales această variantă datorită variațiilor foarte mari de nivel la punctul de priză. Pentru stabilitatea și asigurarea stației Plutitoare au fost necesare ample lucrări de consolidare a malului cu mai multe componente:

- la nivelul inferior s-au depus saltele de fascine de 60cm grosime, lestată cu piatră brută de carieră (la nivelul -0,60)

- la nivelul imediat superior s-a așezat un masiv de anrocamente din blocuri cu greutatea de minim 200kg/buc (la nivelul minim -0,60 până la +0,67)

- la următorul nivel s-a depus pereu uscat de piatră brută de carieră de 30cm grosime așezat pe un strat de balast de 10cm grosime (de la nivelul +0,67 până la nivelul +1,80)

- la nivelul superior a taluzului s-a așezat umplutură bine compactată executată cu balast în continuarea pereului care se continuă cu taluz înierbat (de la nivelul +1,80 până la nivelul +4,50)

La anumite intervale pentru apărarea suplimentară a malului s-a făcut câte un blocaj de anrocamente cu piatră brută de carieră având greutatea de 50-100kg/buc și dimensiunea 2mx2mx2m.

Amenajarea punctului de priză s-a ales în urma unor studii ample pentru protecția stației de pompare Plutitoare.

Legătura dintre stația de pompare Plutitoare(nave) și mal se realizează prin două conducte metalice Dn=1000mm și o lungime de 20m fiecare care se leagă la rândul lor prin ramificare cu patru tronsoane de conductă PREMO Dn=1000mm, 400m lungime la capătul căruia se găsește bazinul de refulare.

Caracteristica importantă a apei de irigat din râul Mureș la data punerii în funcțiune a stației de pompare Plutitoare este PH neutru de 7,0-7,2.



Foto 2.1 – Sursa de apă – Râul Mureș (foto Gabor A. – 2011)

2.3.1. Schema hidrotehnică

Schema hidrotehnică a sistemului de irigații, fig.2.2, completată cu toate datele necesare organizării exploatării, reprezintă elementul de bază care trebuie să fie bine cunoscut de cei ce își desfășoară activitatea în cadrul întreținerii și exploatării, precum și de deținătorii terenurilor irigate.

Rețeaua hidrotehnică a aducțiunii apei în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad este prezentată în planul de situație fig.2.3.

SCHEMA SISTEMULUI DE IRIGATII SI SUPRAFATA PROPU SA PENTRU REABILITARE

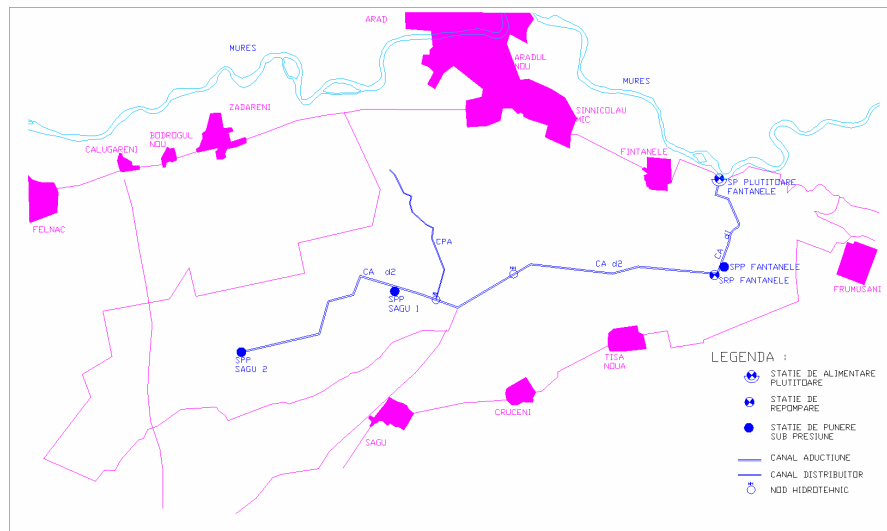


Fig.2.2 Schema hidrotehnică a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad

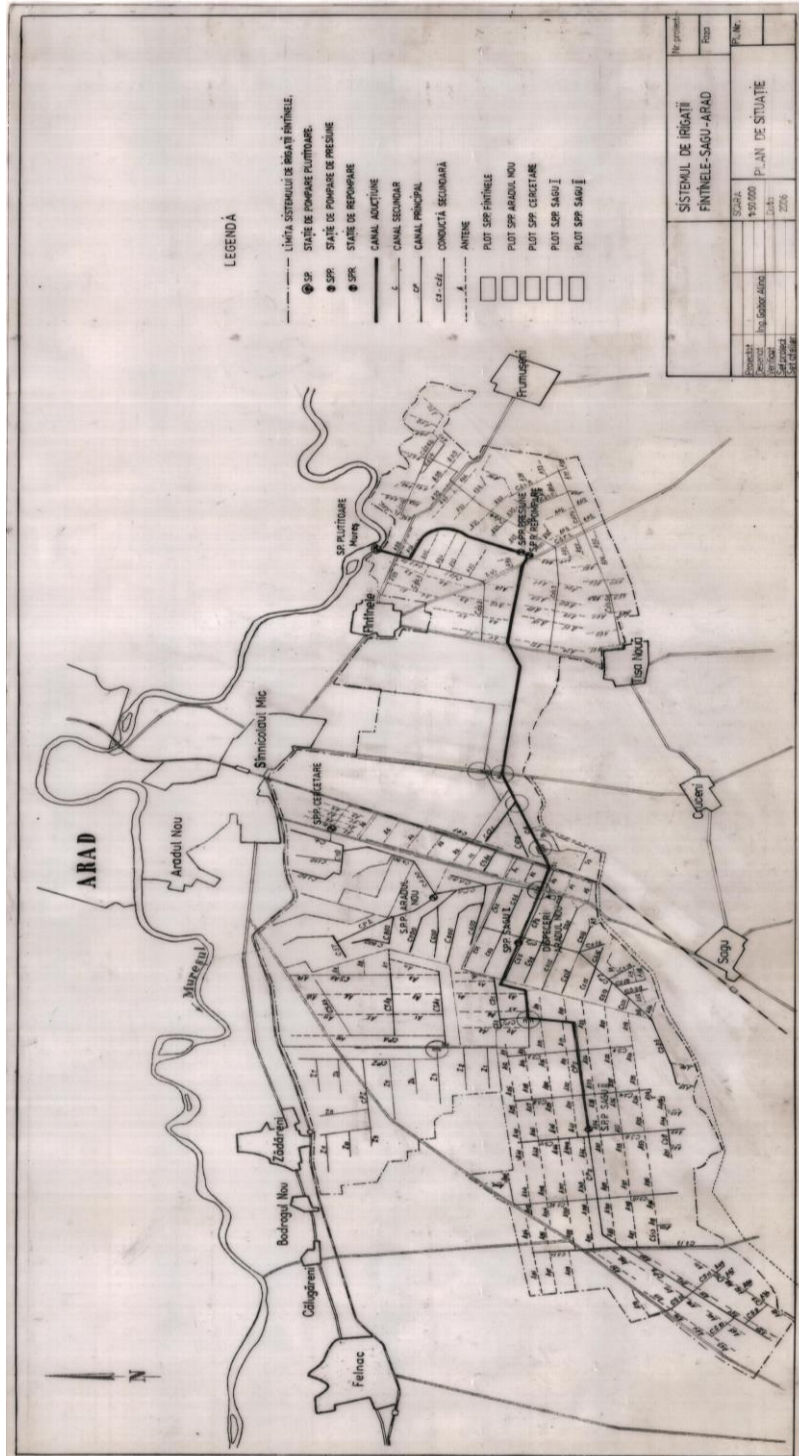


Fig.2.3 Plan de situație a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad [96,106]

2.3.1.1. Stația de pompare plutitoare Fântânele

Stația de pompare Plutitoare Fântânele, figura 2.4, este amplasată pe râul Mureș, amonte de localitatea Fântânele – județul Arad, cu ajutorul căreia se face ridicarea mecanică a apei din punctul de priză pe terasa înalta situată la o înălțime de 24m.

Stația de pompare Plutitoare este formată din două ambarcațiuni (flotari), fiecare susținând două pompe SIRET 900 antrenate de electromotoare MIF-94-8 de 630 KW, 750 rot/min și 6000 V. Pentru amorsarea unei pompei sunt prezente 2 electropompe MIL 403 cu electromotoare asincrone 112 M/4 de 5 KW cu turația de 150 rotații/min, 380V, cu debitul de 100mc/h la un H=160mm.

Capacitatea totală a stației de pompare plutitoare este de 7.4 mc/s.

Lucrările situate în amonte rețelei de distribuție – aducțiunea – sunt de dimensiuni mari, sub forma de canale de transport al apei care nu distribuie practic apa pe teren. Capacitatea de transport a acestora corespunde în majoritatea cazurilor cu debitul mediu al lunii de vârf într-un an secetos.

Cercetările, observațiile și determinările s-au efectuat pe ploturile din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad.

În continuare, există posibilitatea să se obțină o îmbunătățire a exploatarei și funcționării amenajărilor existente, cu investiții și costuri reduse, totodată această experiență se poate aplica aproape în toate amenajările de irigații din România.



Foto 2.2 Vedere de ansamblu a stației de pompare Plutitoare de pe râul Mureș
(foto Gabor A. – 2011)



Foto 2.3 SP Pluitoare Fântânele nava nr.1 (foto Gabor A. – 2011)



Foto 2.4 SP Pluitoare Fântânele nava nr.2 (foto Gabor A. – 2011)



Foto 2.5 SP Plutitoare Fântânele
vana agregatului de pompare nr.1
(foto Gabor A. - 2011)



Foto 2.6 SP Plutitoare Fântânele
pompa SIRET 900 agregat de pompare nr.1
(foto Gabor A. - 2011)



Foto 2.7 SP Plutitoare Fântânele ELECTROMOTOR 630KW
agregat de pompare nr.1 (foto Gabor A. - 2011)



Foto 2.8 SP Plutitoare Fântânele conducte refulare Dn 1000 (foto Gabor A. – 2011)



Foto 2.9 Bazin de refulare SP Plutitoare (clapeți) (foto Gabor A. – 2011)

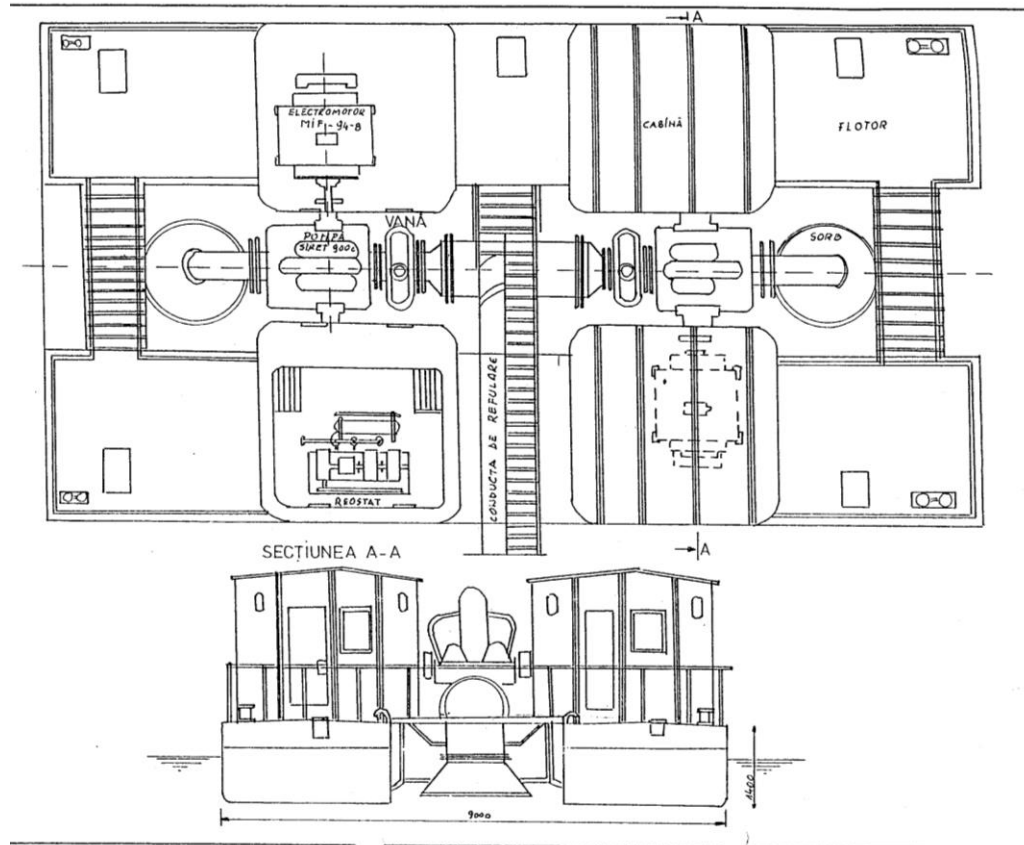


Fig.2.4 Stația de pompare Plutitoare Fântâneli - vedere în plan [96,106]

2.3.1.2. Canalul aducțiune I

Canalul Aducțiune I, lung de 2.984 m, pornește de la bazinul de refulare al Stației de pompare Plutitoare Fântâneli până la bazinul de absorbție al Stației de pompare - Repompare Fântâneli. Pe toată lungimea este impermeabilizat cu dale de beton de dimensiuni 2 x 1.5 m, iar rostuirea este făcută cu mortar de ciment. Elementele geometrice ale canalului sunt: $b=3.5$ m, $m=1.0$, $I=0.2\%$, $h=2.7$ m, $Q=7.4$ mc/s, iar volumul total de apă ce se poate acumula este de 30.000mc.



Foto 2.10 Bazin de refulare SP Plutitoare și canalul de Aducțiune I (foto Gabor A. – 2011)



Foto 2.11 Canal de Aducțiune I (foto Gabor A. – 2011)

În prezent canalul Aducțiune I traversează pe o lungime de 1,677 km terenul „S.C. Butterfly Park @ Golf” care este în curs de realizare a unui teren de golf și a unui parc de agrement în suprafață de 186 ha.

2.3.1.3. Stația de repompare Fântânele

Stația de Repompare Fântânele (Fig.2.5), amplasată pe Canalul de Aducțiune I la km 2+984, este o stație de pompare fixă. Clădirea stației adăpostește trei agregate de pompare, formate din pompe SIRET 900, acționate de electromotoare MIF94-8 de 630KW, 750 rot/min și 6000 V.

Prin această stație se face ridicarea mecanică a apei din canalul Aducțiune I la o înălțime de 18 m în canalul Aducțiune II.

Capacitatea stației este de 6mc/s.



Foto 2.12 Bazin de aspirație SP Repompare Fântânele (foto Gabor A. – 2011)



Foto 2.13 Bazin de refulare SP Repompare Fântânele (foto Gabor A. – 2011)



Foto 2.14 Stația de Repompare Fântânele – vedere de ansamblu (foto Gabor A. – 2011)

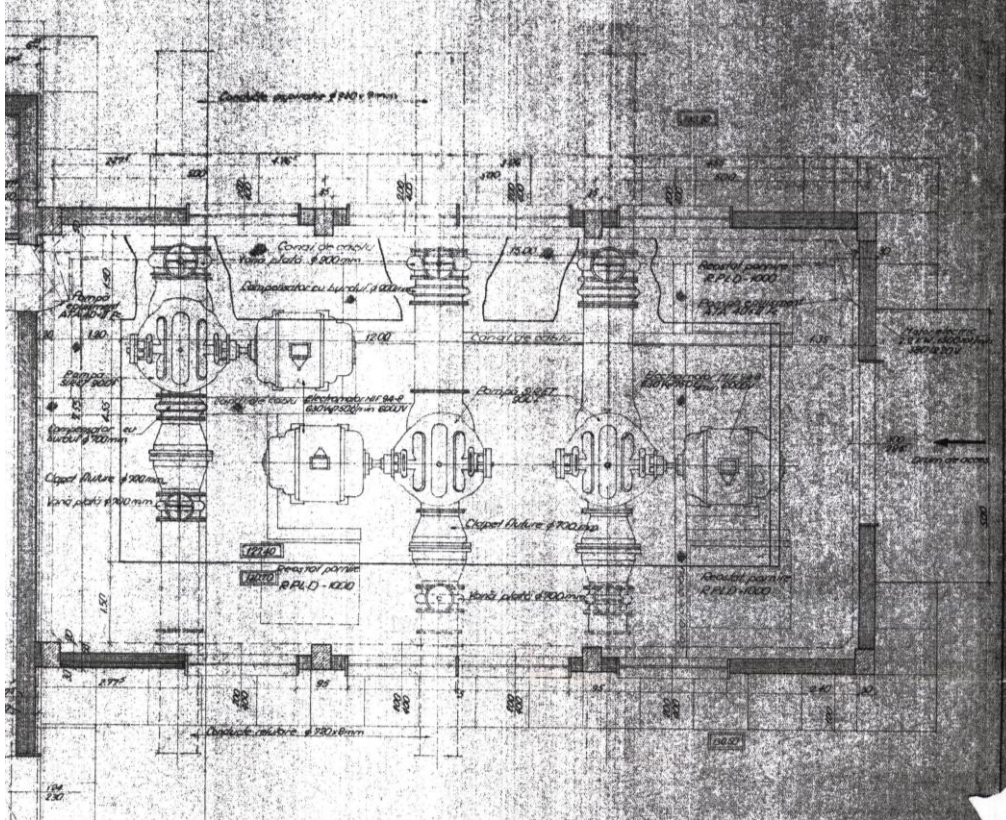


Fig.2.5 Stație de Repompare Fântânele - vedere în plan [96,106]

2.3.1.4. Canalul aducțiune II

Canalul pornește de la bazinul de refulare al Stației de Repompare și se termină la bazinul de aspirație al Stației de Pompare Șagu II. Lungimea canalului Aducțiune II este de 15.4 km și este compartimentat în 7 tronsoane având următoarele elemente:

Tronsonul I (km 0+000 - km 5+200) : $b=3.5m$, $m=1.25$, $Q=3mc/s$, $ha=1,1m$, $I=0.3\%$.

Tronsonul II(km 5+200 - km 7+785) : $b=3.5m$, $m=1.25$, $Q=3mc/s$, $ha=0.9m$, $I=0.2\%$.

Tronsonul III(km7+785 - km 8+490) : $b=3 m$, $m=1.25$, $Q=3mc/s$, $ha=0.8m$, $I=0.1\%$.

Tronsonul IV(km8+490-km9+570): $b=2.5m$, $m=1.25$, $Q=2.5mc/s$, $ha=0.9m$, $I=0.2\%$.

Tronsonul V(km9+570-km12+950): $b=2 m$, $m=1.25$, $Q=2.25mc/s$, $ha=1.0m$, $I=0.7\%$.

Tronsonul VI(km12+950-km14+590): $b=2m$, $m=1.25, Q=2.25mc/s, ha=1.0m, I=0.4\%$.

Tronsonul VII(km 14+590-km15+450-bazinul de aspirație al SPP Șagu II): $b=2m, m=1.25, I=0.9\%$.

Pe parcursul traseului sau, canalul Aducțiune II transportă apa pentru irigații, necesară suprafețelor de teren. Pe lângă rolul de transport al apei, are și un rol de înmagazinare a unui volum de apa de 83.900mc, repartizat astfel: 25.000mc între km 0+000-km 2+425

33.000mc între km 2+425-km 6+150

17.000mc între km 9+990-km 12+950

4.600mc între km 12+950-km 14+590

4.300mc între km 14+590-km 15+450

Această rezervă putând compensa unele neconcordanțe în funcționarea stației de pompare de baza și stațiile de pompare de presiune, închiderea sau deschiderea stăvilarelor, etc.

Canalul Aducțiune II este impermeabilizat cu dale de beton, rostuite cu mortar de ciment în proporție de 80%.

Canalul Aducțiune II are asigurată funcționarea corectă printr-o serie de construcții și instalații care au rolul de a regla nivelurile și viteza apei în diferite porțiuni, de a permite ținerea evidenței debitelor și volumelor de apa scurse, de determinare a debitului în vederea stabilirii indicilor tehnico-economici și funcționali, etc.

Distribuția apei pe canalul Aducțiune II este realizată cu ajutorul celor 6 stăvilare de la km 2+425, km 6+150, km 8+490, km 9+570, km 12+950, km 14+590 prin care se pot regla atât debitul cât și nivelurile de apă.

Aceste stăvilare sunt plane cu două deschideri, fiind acționate manual și electric.

Trecerea bruscă a apei din bieful superior spre bieful inferior, funcție de diferența de nivel dintre cele două biefuri, se realizează prin construcțiile de racordare cu o singură treaptă, adică prin căderi care sunt în număr de 14.

De asemenea pe lungimea canalului Aducțiune II sunt amplasate 7 poduri.

Pentru cazul de avarii sau defecțiuni sunt prevăzute două deversoare cu rolul de preaplin ce permit evacuarea apelor în surplus în Valea Izvorin prin intermediul a două canale de fugă.



Foto 2.15 Canalul de Aducțiune II (foto Gabor A. – 2011)

2.3.2. Amenajarea interioară

Limitrofă schemei hidrotehnice de aducțiune a apei în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad este amenajarea interioară care se compune din: 5 stații de pompare de punere sub presiune, 65.1 km canale de distribuție cu toate lucrările de artă, 209.4 km rețea de conducte îngropate cu dispozitive speciale de distribuție și de protecție, precum și 42.9 km canale de evacuare.

În cele ce urmează se face prezentarea fizică a lucrărilor din amenajarea interioară și a caracteristicilor tehnice.

2.3.2.1. Stațiile de pompare de punere subpresiune (SPP)

Irigarea fiecărui sector este asigurată prin stații de pompare destinate a pune sub presiune rețeaua de irigație prin aspersiune. Stațiile de pompare de punere sub presiune sunt amplasate în general în marginea canalului de aducțiune sau la capătul lui, iar în unele cazuri sunt amplasate și pe canalele secundare.

2.3.2.1.1. Stația de pompare de punere subpresiune Fântânele

Stația de pompare de punere subpresiune Fântânele (SPP Fântânele)- (Fig.2.7) este amplasată la capătul aval al canalului Aducțiune I km 2+984. Ea are un debit instalat $Q=1.45\text{mc/s}$ și o sarcină $H=70\text{m}$ col apă, necesar alimentării cu apa a plotului SPP Fântânele (Fig.2.6) amenajat în suprafața de 1.914 ha.

Stația este echipată cu 6 electropompe din care:

- 5 electropompe tip 12 NDS, având fiecare următoarele caracteristici: $Q=1.040\text{mc/ora}$, $n=1.500\text{rot/min}$, $H=70\text{m}$ col apă, Drotor=460mm.

Cele 5 electropompe sunt antrenate de motoare electrice asincrone tip MAS72-4 de 320KW, 1.500rot/min, 6000V.

- 1 electropompa Criș 125a, Drotor=265mm, refularea dreapta jos cuplată direct cu un motor electric asincron tip ASI 280 S/2 de 75 KW, $n=2.950\text{rot/min}$, 380/220V completând un debit $Q=220\text{mc/ora}$ la o sarcină $H=70\text{m}$ col apă.

De asemenea stația mai are în dotare :

- 3 recipiente hidrofor având capacitatea de 10 mc fiecare pentru $P_n=16\text{kgf/cm}^2$.

- 2 compresoare tip I.C.I., cuplate cu motoare electrice asincrone tip ASI-180 S/6 de 10KW, $n=1.000$ rot/min, 380/220V având $Q=1.000$ l/min pentru $P_n=10\text{kgf/cm}^2$.

Aspirația este formată dintr-o conductă pentru fiecare grup de pompare cu $D_n=419$ mm, care la partea dinspre bazin are un aspirator înclinat.

Lungimea conductei este de 8m, respectiv distanța între stație și bazinul de aspirație. Bazinul de aspirație este comun cu bazinul de aspirație al S.P. Repompare Fântânele.

După trecerea prin zid, pe conductă este montat câte un compensator cu burduf sudat $D_n=400\text{mm}$ și apoi un robinet cu sertar până cu flanșe și corp plat $D_n=400\text{mm}$.

Pe refulare, la flanșa pompei este montată o reducție cu diametrul 300/400x250mm, la care este asamblată o clapetă dreaptă cu valva Fc 10 x 400. După clapet se află un robinet cu corp oval $D_n=400\text{mm}$ cu acționare manuală în scopul izolării grupului de pompare în caz de avarii sau defecțiuni. La pompa Criș pe

aspirație, la trecerea prin zid, este montat un compensator $D_n=200\text{mm}$, un robinet cu sertar până și corpul plat cu flanșe $D_n=200\text{mm}$, o reducție înclinată 200/125 x 300mm.

Pe refulare, la flanșa pompei este montată o reducție dreaptă 125/200x300mm, care se continuă cu o clapetă dreaptă cu valvă Fc 10 x 200, care este legată de robinetul cu corp oval $D_n=200\text{mm}$, cu acționare manuală, prin care se izolează refularea de restul stației.

Toate vanele din stație sunt acționate manual.

Colectorul de refulare are secțiuni variabile și în final are un $D_n=1.020\text{mm}$ amplasat în exteriorul stației, se continuă cu un cot $D_n=1.000\text{mm}$ la 90 grade, apoi străbate căminul debitmetru și se racordează la căminul distribuitor.

- Instalația electrică de forță la 6 kv cuprinde o stație de conexiuni de 6 kv compusă din două celule sosire, cinci celule motor, o celulă măsură, o celulă de cuplă și o celulă de servicii interne dispuse într-o încăpere comună cu stația de conexiuni pentru alimentarea grupurilor de pompare de la Stația de Repompere Fântânele. Dispozitivul de acționare al întrerupătoarelor este de tip DR I – 1. Pentru circuitele secundare ale celulelor de 20 kv și circuitele de automatizare s-a prevăzut o baterie de acumulatori de 24 V, instalată într-o încăpere special amenajată comună cu S.P. Repompere. Toate aparatele și carcasele electromotoarelor sunt legate la priza de pământ a postului de transformare cu valoare de 4 Ohmi.

- Instalațiile de automatizare constă în pornirea automată a pompelor, succesiv temporizat în funcție de presiunea apei din rețea și în funcție de creșterea consumului de apă. Oprirea pompelor se face de asemenea succesiv temporizat în funcție de scăderea consumului de apă. Instalația cuprinde și contorizarea debitului de apă rezultat în rețeaua de irigare. Întreaga instalație de automatizare este montată într-un dulap cu panou de comandă amplasat pe pasarella din stația de pompare de presiune.



Fig.2.6 Plotul SPP Fântânele [96,106]

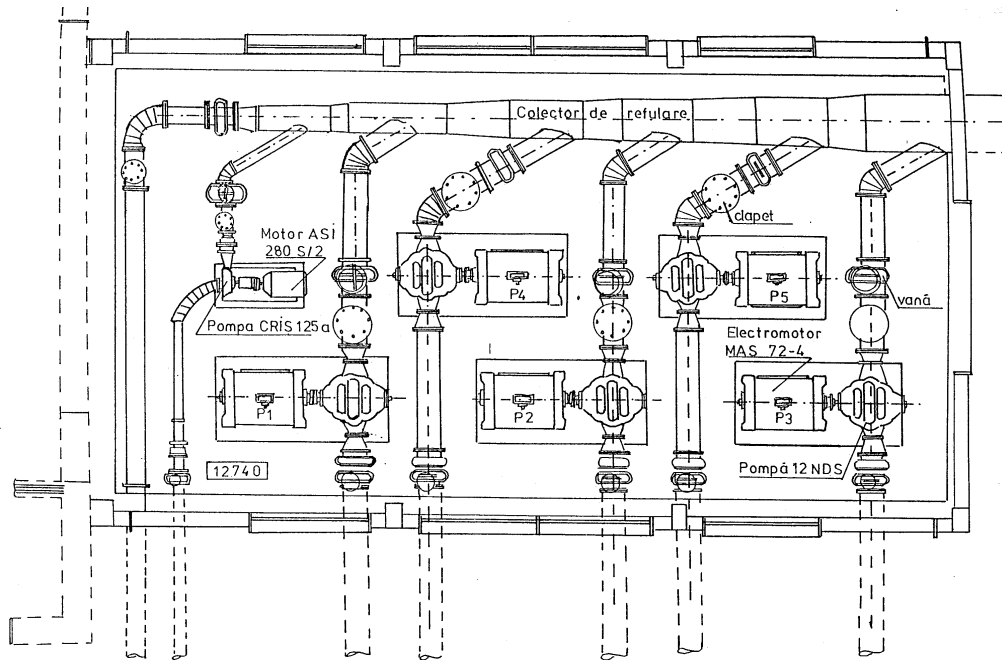


Fig.2.7 Stația de pompare de punere subpresiune Fântânele - Vedere în plan [96,106]

2.3.2.1.2. Stația de pompare de punere subpresiune Șagu I

Stația de pompare de punere subpresiune Șagu I (SPP Șagu I) – (Fig.2.9) este amplasată pe malul stâng al canalului Aducțiune II la km 9+670 are un debit instalat $Q=0.422\text{mc/s}$ și o sarcină $H=65\text{m}$ col apă. Debitul $Q=0.422\text{mc/s}$ este necesar alimentării cu apa a plotului Șagu I (Fig.2.8) amenajat în suprafața de 718 ha.

Stația este echipată cu 8 electropompe din care:

- 7 electropompe tip Cris 125 C, toate cu refularea stângă, având fiecare următoarele caracteristici : $Q=210\text{mc/ora}$, $n=2.950$ rot/min, Drotor=242mm, $H=65\text{m}$ col apă, cuplate direct cu un motor electric asincron tip ASI 280 S/2 de 55 KW, $n=2.950$ rot/min, 380/220V.

- 1 electropompa tip SADU 80 x 2 C, Drotor=157mm, refularea sus spre stânga cuplată direct cu un motor electric asincron tip ASI – 160 M 2 de 10 KW, $n=2.930$ rot/min, 380/220 V compensând un debit $Q=35$ mc/ora la o sarcină $H=50\text{m}$ col apă.

Stația mai are în componența :

- 2 recipienți hidrofor având capacitatea fiecare de 10 mc pentru $P_n=16\text{kgf/cm}^2$.

- 1 compresor tip ICI cuplat cu un motor electric asincron tip ASI-180 S/6 de 10KW, $n=1.000$ rot/min, 380/220 V având $Q=1.000$ l/min pentru $P_n=10\text{kgf/cm}^2$.

Aspirația este formată dintr-o conductă pentru fiecare grup de pompare cu $D_n=200\text{mm}$.

Lungimea conductei este de 6m, respectiv distanța între stație și bazinul de aspirație.

După trecerea prin zid, pe conductă este montat câte un robinet cu sertar până cu flanșe și corp plat Dn=200mm.

Pe refulare, la flanșa pompei, este montată o reducție 100/200 x 300 mm la care este asamblată o clapetă dreaptă cu valva Fc 10 x 200, care este legată de robinetul cu corpul oval Dn=200 mm cu acționare manuală, care izolează refularea de restul stației în caz de avarii sau defecțiuni.

La pompa SADU 80 x 2 C, pe aspirație, la trecerea prin zid este montat un robinet cu sertar până și corpul plat cu flanșe Dn=150mm, o reducție înclinată 150/80x300.

Pe refulare, la flanșa pompei, este montată o reducție 80/150 x 300 mm care se continuă cu o clapetă dreaptă cu valva Fc 10 x 150, care este legată de robinetul cu corp oval Dn=150mm cu acționare manuală care izolează refularea de restul stației.

Toate vanele din stație sunt acționate manual.

Colectorul de refulare are secțiuni variabile și în final are un Dn=600mm care se racordează la căminul distribuitor.

- Instalația electrică de forță la 0.4 kV cuprinde partea de alimentare prevăzută cu un întrerupător general, cele 8 celule pentru grupurile de pompare, o celula de servicii interne, amplasate toate într-o încăpăre special amenajată.

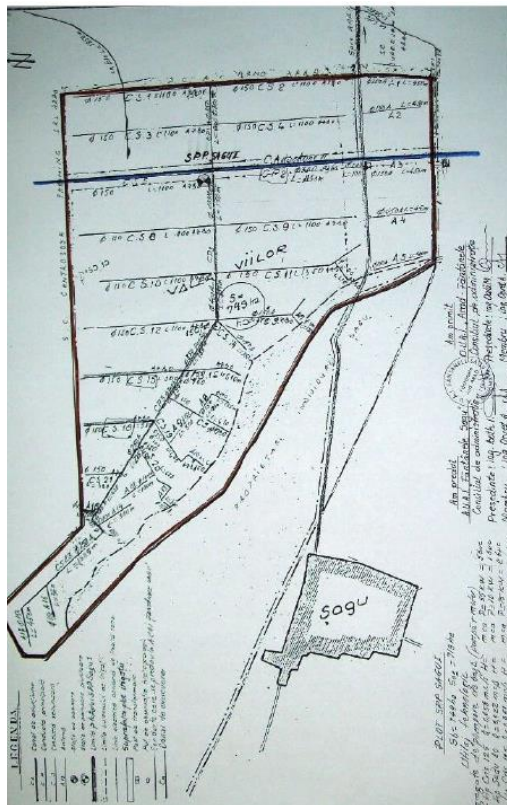


Fig.2.8 Plotul SPP Șagu I [96,106]

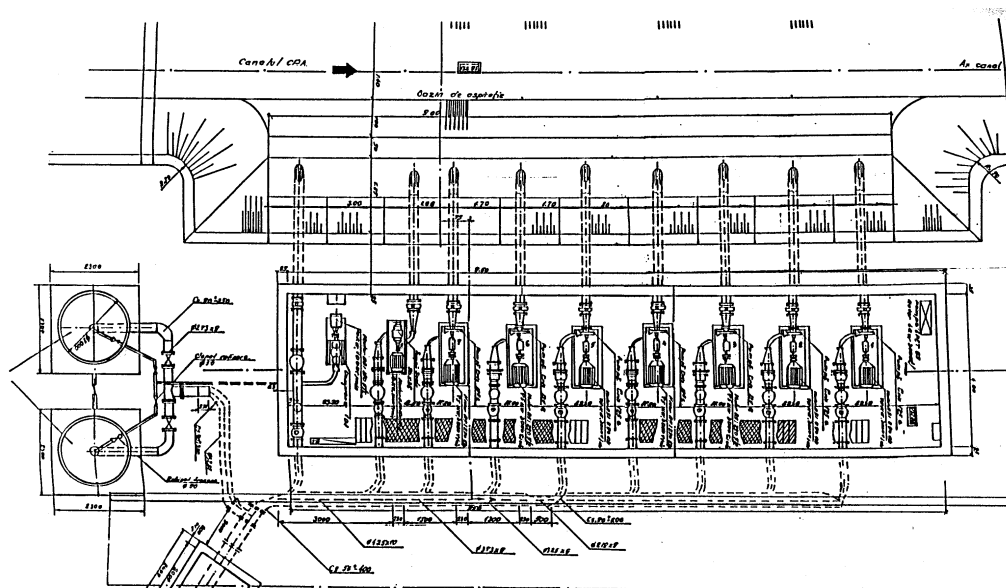


Fig.2.9 Stație de pompare de punere subpresiune Şagu I - vedere în plan [96,106]

2.3.2.1.3. Stația de pompare de punere subpresiune Şagu II

Stația de punere subpresiune Şagu II (SPP Şagu II) – (Fig.2.11) este amplasată la capătul aval al Canalului Aducțiune II km 15+450.

Stația de pompare de punere sub presiune Şagu II asigură un debit de apă instalat $Q=2.32\text{mc/s}$, la o sarcină $H=65\text{m}$ col apa necesar udării suprafeței în plotul Şagu II (Fig.2.10) amenajat în suprafața de 2866 ha.

Stația este echipată cu 6 electropompe din care :

- 5 electropompe 14 NDS, Drotor=480mm, cuplate direct cu motoare electrice refulând fiecare un debit $Q=1.675\text{mc/ora}$ la o sarcină $H=65\text{m}$ col apa.
- 1 electropompa RDN 150/250, Drotor=250mm, cuplată direct cu un motor electric asincron tip ASI S/2 de 90 KW, $n=2.950$ rot/min, 380/220 V compensând un debit $Q=300\text{mc/ora}$ la o sarcină $H=80\text{m}$ col apă.

În componența stației mai intră :

- 2 recipiente hidrofor având capacitatea fiecare de 10 mc și 1 recipient hidrofor de capacitate 5 mc pentru $P_n=16\text{kgf/cm}^2$.
- 1 electrocompresor tip ICI cuplat cu motor electric asincron tip ASI-180 S/6 de 10 KW, $n=1.000$ rot/min, 380/220 V, având $Q=1.000$ l/min pentru $P_n=10\text{kgf/cm}^2$.

Aspirația este formată dintr-o conductă pentru fiecare grup de pompare cu $D_n=500\text{mm}$, care la partea dinspre bazin are un aspirator înclinat. Lungimea conductei este de 12-16m.

După trecerea prin zid, pe conductă este montat câte un compensator cu burduf sudat $D_n=500\text{mm}$ urmat de o reducție 500/400 x 300mm și un robinet cu sertar pană, cu flanșe și corp plat cu $D_n=400\text{mm}$.

Pe refulare, la flanșa pompei este montată o clapetă Fc 10 x 350, iar după clapetă se afla un robinet cu corp oval $D_n=350\text{mm}$ cu acționare manuală în scopul izolării grupului de pompare în caz de defecțiuni sau avarii.

Aspirația pompei RDN de Dn=200mm este pe una din conductele de aspirație a pompelor 14 NDS având montat pe ea doar un robinet cu sertar până, cu flanșe și corp plat cu Dn=200mm.

Pe refularea pompei este montată o clapetă dreaptă Pn 10 x 150 care este legată de un robinet cu corp oval Dn=150mm cu acționare manuală.

Rolul acestei pompe RDN este doar de a face umplerea rețelei de conducte îngropate sau de a pompa debite mici folosite primăvara pentru udarea răsadurilor de legume amenajate în solarii.

Instalația electrică de forță la 6 kV cuprinde o stație de conexiuni de 6 kV compusă din celulele sosire, 5 celule motor, 1 celulă măsură, 1 celulă de cuplă și o celulă de servicii interne dispuse într-o încăpere special amenajată.



Fig.2.10 Plotul SPP Șagu II [96,106]

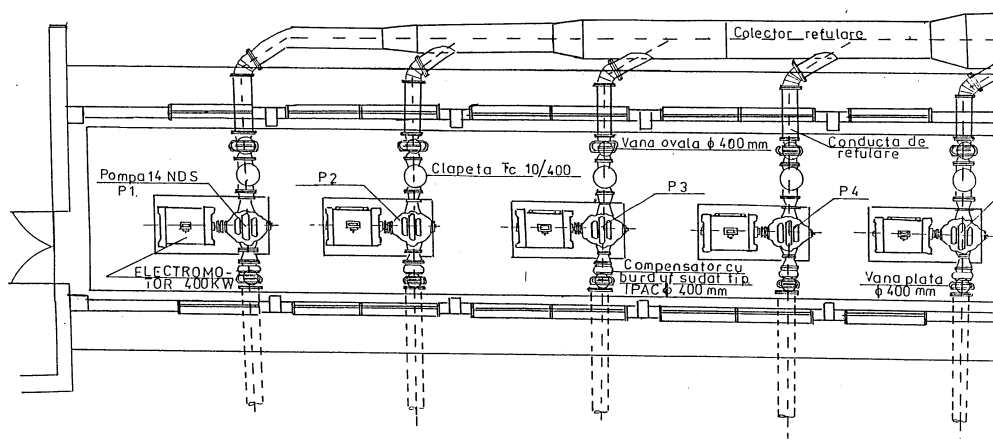


Fig.2.11 Stația de pompare de punere subpresiune Șagu II - vedere în plan [96,106]

2.3.2.1.4. Stația de pompare de punere subpresiune Aradul Nou

Stația de punere subpresiune Aradul Nou - (SPP Aradul Nou) - (Fig.2.13) este amplasată pe malul drept al canalului secundar CPA la km 1+150, are un debit instalat $Q=0.212\text{mc/s}$ și o sarcină $H=70\text{m}$ col apa.

Debitul $Q=0.212\text{mc/s}$ este necesar alimentării cu apa pentru irigații a plotului SPP Aradul Nou (Fig.2.12), amenajat în suprafața de 214 ha.

Stația este echipată cu 4 electropompe, din care :

- 3 electropompe tip Criș 125a, având fiecare următoarele caracteristici: $Q=230\text{mc/ora}$, $n=2.950\text{rot/min}$, $D\text{rotor}=265\text{mm}$, $H=70\text{m}$ col apa, cuplate direct cu un motor electric asincron tip ASI 280 M 65-2 de 75KW, 380/220 V.

- 1 electropompă SADU 80 x 2 c, $D\text{rotor}=157\text{mm}$, cuplată direct cu un motor electric asincron tip ASI - 160 M 2 de 13 KW, $n=2.930\text{ rot/min}$, 380/220V, compensând un debit $Q=35\text{mc/h}$ la o sarcină $H=50\text{m}$ col apă.

În componența stației mai intra : 2 recipienți hidrofor având capacitatea fiecare de 10 mc pentru $P_n=16\text{ kg f/cm}^2$, un compresor tip ICI cuplat cu un motor asincron tip ASI - 180 S/6 de 13 KW, $n=1.000\text{ rot/min}$, 380/220 V având $Q=1.000\text{ l/mim}$ pentru $P_n=10\text{ kg f/cm}^2$.

Aspirația este formată dintr-o conductă pentru fiecare grup de pompare cu $D_n=200\text{mm}$.

Lungimea conductei este de 3m, respectiv distanța între stație și bazinul de aspirație.

Pe conductă, după trecerea prin zidul cuvei este montat un robinet cu sertar până cu flanșă și corp plat $D_n=200\text{mm}$ și o reducție 200/150 x 300mm.

Pe refulare, la flanșa pompei, este montată o reducție 100/200 x 300mm la care este asamblată o clapetă dreaptă cu valva Fc 10 x 200, care este legată de robinetul cu corpul oval $D_n=200\text{mm}$ cu acționare manuală prin care se izolează refularea de restul stației în caz de defecțiuni sau avarii.

Vanele din stație sunt toate acționate manual.

Colectorul de refulare are secțiuni variabile și în final are un $D_n=400\text{mm}$ care se racordează la căminul distribuitor.

- Instalația electrică de forță la 0.4 kV cuprinde partea de alimentare prevăzută cu un întrerupător general și partea de comanda a celor 4 agregate, precum și serviciile interne asamblate într-un tablou de comandă montat în cuva stației.

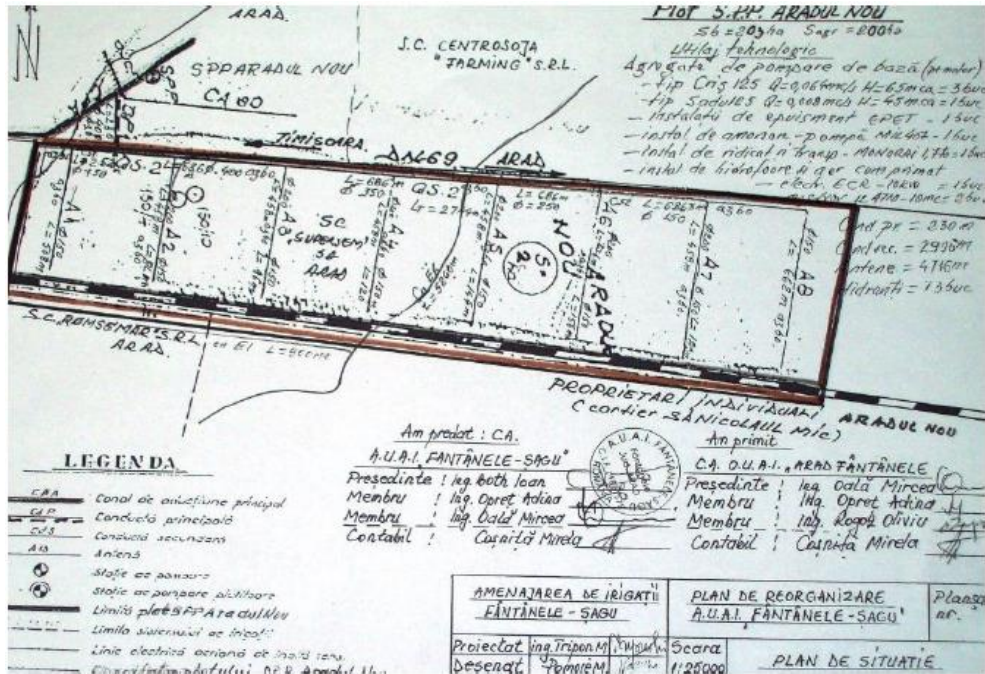


Fig.2.12 Plotul SPP Aradul Nou [96,106]

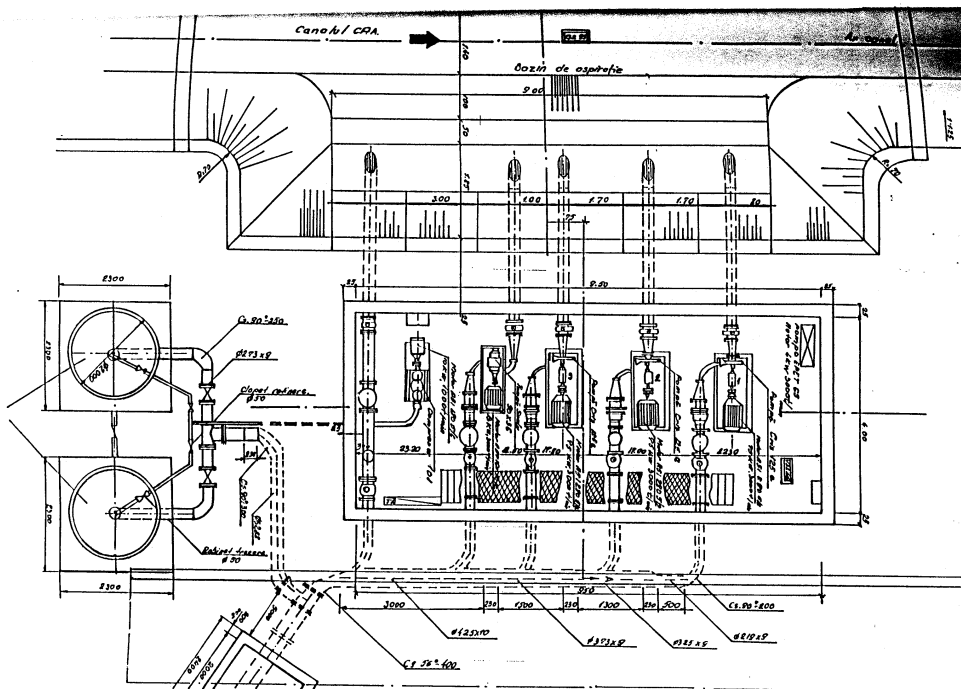


Fig.2.13 Stația de pompare de punere subpresiune Aradul Nou - vedere în plan [96,106]

2.3.2.1.5. Stația de pompare de punere subpresiune cercetare

Stația de punere subpresiune Cercetare – (SPP Cercetare) este amplasată pe malul drept al Canalului secundar CA 10 la km 2+950, are un debit instalat $Q=0.172\text{mc/s}$ și o sarcină $H=60\text{m}$ col apă, Plotul SPP Legumicola (Fig.2.14).

Debitul $Q=1.172\text{mc/s}$ este necesar pentru irigarea plotului amenajat de 96 ha.

În stație se afla 3 electropompe, din care :

- 2 electropompe tip CRIS 125 b având fiecare următoarele caracteristici : $Q=220\text{ mc/ora}$, $n=2.950\text{ rot/min}$, Drotor= 252mm , $H=60\text{m}$ col apă, cuplate direct cu un motor electric asincron tip ASI – S/2 de 55 KW, $n=2.950\text{ rot/min}$, 380/220 V;

- 1 electropompă tip LOTRU 65 Drotor= 187mm cuplată direct cu un motor electric sincron tip SI250 de 40KW, $n=3.000\text{ rot/min}$, 380/220 V compensând un debit $Q=180\text{mc/ora}$ la o sarcină $H=80\text{m}$ col apă.

Spre deosebire de celelalte stații de punere sub presiune, aceasta are instalație de amorsare prevăzută cu 2 pompe MIL – 403 cuplate cu electromotoare ASI 112 M/4 de 5 KW, $n=1.500\text{ rot/min}$ și 380 V.

Aspirația este dintr-o conductă cu $Dn=150\text{mm}$ pentru fiecare grup de pompare. Lungimea conductei este de 7m, iar înainte de racordarea la pompă este montat cate un robinet cu sertar până cu flanșa și corp plat $Dn=150\text{mm}$.

Pe refulare, la flanșa pompei, este montat un robinet cu corp oval $Dn=150\text{mm}$, cu acționare manuală cu ajutorul căruia se izolează refularea de restul stației în caz de defecțiuni sau avarii.

Colectorul de refulare este de $Dn=350\text{mm}$ și se racordează la căminul distribuitor.

- Instalația electrică de forță de 0.4 kV cuprinde partea de alimentare prevăzută cu un întrerupător general și partea de comandă a celor trei agregate, precum și serviciile interne, asamblate într-un tablou de comandă montat în interiorul stației.

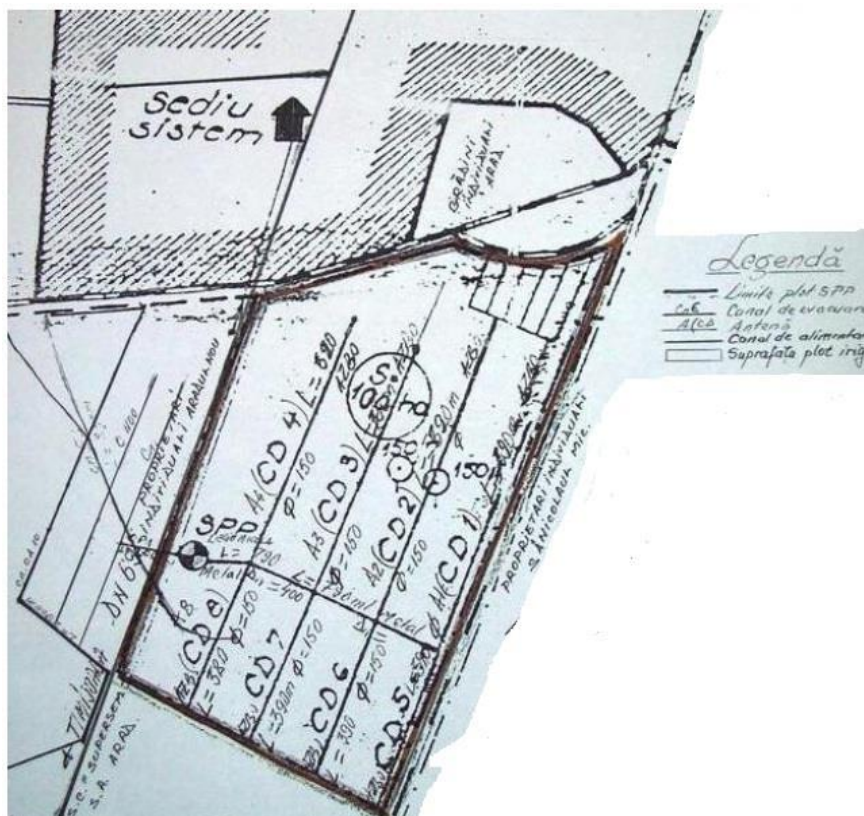


Fig.2.14 Plotul SPP Legumicola [96,106]

2.3.2.2. Rețeaua de conducte de irigații cu dispozitive speciale de distribuție și protecție

Conductele de refulare ale stațiilor de punere sub presiune (SPP) am văzut anterior ca ajung în căminele de distribuție de unde pornesc în continuare conductele de distribuție principale (CdS) și antenele (A).

Traseul conductelor a urmărit în special formele de relief cu cote dominante, care conduc în final la o organizare a teritoriului corespunzătoare, precum și asigurarea unor derivații la un unghi de 90°.

Lungimea rețelei de conducte de irigații îngropate în sistemul Fântânele-Șag Arad este de 206.500m din care :

- Conducte de distribuție principale 20.210m,
- Conducte de distribuție secundare 41.010m,
- Antene 145.280m.

Materialele din care sunt confecționate aceste conducte : oțel, beton armat precomprimat sau azbociment.

Dimensionarea rețelei de conducte s-a făcut respectându-se principiul diametrelor economice, avându-se în vedere următoarele debite specifice:

- la hidranții antenei -0.88 l/s/ha
- la antenă -0.95 l/s/ha
- restul rețelei -0.76 l/s/ha

Regimul de presiuni în rețeaua de conducte îngropate în timpul exploatării este în limitele de 3 – 7 kgf/cm².

Tipul de rețea de conducte este cea ramificată având în vedere consumatori concentrați cu debite importante, care apar în diferitele puncte de pe antene și care trebuie asigurate în întregime în toată perioada de udare.

Rețeaua ramificată prezintă și avantajul unor lungimi mai reduse de conducte, izolarea rapidă a tronsoanelor în caz de avarii și o organizare fracționată a volumelor consumate.

Depistarea avariilor și remedierea lor se poate face cu întreruperi minime în funcționarea aripilor de ploaie.

Conductele de diametre 0 600, 800 și 1000 mm sunt din beton armat precomprimat, cele de 150, 200, 250, 300, 350 și 400 mm sunt din azbociment, iar o parte din 100, 150, 200 și 1000 mm sunt din oțel.

Conductele din azbociment formează majoritatea rețelei de conducte subterane, îmbinarea lor fiind făcută cu mufe din azbociment, iar la îmbinarea cu piesele speciale din cămine, ramificații, hidranți s-au folosit mufe de fonta tip Gibault.

Conductele corespund unei presiuni de regim de 10 kgf/cm². Pe rețeaua de conducte îngropate sunt prevăzute echipamente de control și de protecție. Aceste echipamente au rolul:

- de a controla admisia apei în conducte și evacuarea ei indiferent dacă este accidentală sau dirijată. În această categorie intra vanele de separare (închidere, deschidere), de golire care sunt vane cu sertar și corp oval pentru presiuni de 10kgf/cm² de diferite dimensiuni.

Aceste vane de separare asigură izolarea oricărei părți a rețelei de conducte pentru cerințele exploatării, întreținerii sau reparării. Ele sunt amplasate pe conductele principale, la ramificarea conductelor secundare din cele principale sau la începutul ramificării antenelor din conductele secundare.

Vanele de golire prin care se evacuează apa din rețeaua de conducte sunt montate în zonele cele mai joase.

- de protecție a rețelei contra presiunilor statice sau dinamice ridicate contra pungilor de aer sau a depresiunilor accidentale.

În grupa aceasta intra: regulatoarele de presiune, supapele de descărcare, dispozitivele de aerisire, dezaerisire.

Suprapresiunile care se produc adesea în rețeaua de conducte îngropate se diferențiază prin:

- a) Loviturile de berbec datorate funcționării stațiilor de pompare.
- b) Producerea suprapresiunilor din rețeaua propriu-zisă care se datorează:

- închiderii și deschiderii hidranților
- închiderea dispozitivelor de comandă din rețea (vane, regulatoare presiune, etc.)
- funcționării vanelor de golire
- evacuarea aerului în punctele cele mai înalte ale rețelei.

Supapele de descărcare care asigură securitatea conductelor sunt de tip Neyrpic, iar dispozitivele de aerisire - dezaerisire sunt de tip Raphael.

- de a permite prelevarea apei la extremitățile rețelei, aici încadrându-se bornele și hidranții de irigație.

Terenul fiind relativ plan, rețeaua de conducte îngropate are o distribuție uniformă (rectangulară), iar hidranții sunt repartizați uniform, distanța dintre ei fiind de 72m.

Vanele hidrant sunt amplasate în lungul antenelor și după poziția lor față de antenă sunt axiale adică amplasate pe axul vanei de capăt, adică ultima vană hidrant.

Toate aceste echipamente de control și protecție din rețeaua de conducte îngropate sunt amplasate și protejate în cămine din beton armat.

Rețeaua de conducte îngropate este de tip rectangular, antenele au lungimi de 400 – 1000m, iar distanța dintre antene este de 400m.

Pe rețeaua de conducte de irigații îngropate pentru măsurarea debitelor și volumelor de apă s-au realizat strangulări cu diafragme.

Strangularea este realizată cu o rază de racordare egală cu a conductei, ceea ce face, coeficientul de debit să fie invariabil cu numărul REYNOLDS din conductă.

2.3.2.3. Rețeaua de canale de evacuare

Excesul de apă provenit din precipitații abundente, udări excesive, din fiecare plot este colectat printr-o rețea de canale deschise și evacuat gravitațional fie în râul Mureș, fie în zona depresionară unde se află canalul Izvorin.

Lungimea acestei rețele de canale de evacuare în sistemul Fântânele-Șag Arad este de 42.9 km.

2.3.2.4. Rețeaua hidrogeologică

În sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad s-au proiectat și executat 13 puțuri pentru efectuarea observațiilor hidrogeologice, în perioada de exploatare a amenajării.

Acestea au fost amplasate toate în plotul Fântânele.

Cu ajutorul lor s-a urmărit evoluția nivelurilor freatice în ultimii 15 ani, sau prelevat probe de apă pentru analize privind evoluția chimismului apei, etc.

Puțurile hidrogeologice sunt executate din conductă metalică.

2.3.2.5. Echipamente și instalații folosite pentru aplicarea udărilor

Aplicarea udărilor în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad este într-o strânsă interdependență de schema hidrotehnică, caracteristicile tehnice ale echipamentului de udare, dimensiunile rețelei de conducte îngropate și posibilitățile economice ale fiecărui deținător de teren și tipul de amenajare.

În sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad se folosește pentru aplicarea udărilor tehnica irigației prin aspersiune.

La irigarea prin aspersiune pe lângă corelarea condițiilor naturale de climă, sol și plantă este necesar să se cunoască elementele tehnice și calitative ale aspersiunii: intensitatea ploii, finețea ploii, uniformitatea udării, eficiența și timpul de udare.

Aripa de aspersiune o constituie conducta mobilă formată din tronsoane de conductă din aluminiu sau alt material, pe care sunt montate aspersoarele cu ajutorul cărora se realizează ploaia artificială.

În ploturile din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad aripile de aspersiune se brânșează la hidranții de pe antene acolo unde sunt conducte subterane, sau se racordează la agregatele mobile de pompare în ploturile cu canale deschise.

Aripile de aspersiune sunt mutate manual și semimecanizat.

Tipuri de aripi de aspersiune folosite la aplicarea udărilor:

- aripa de aspersiune I.I.A.M. cu aspersoare A.S.J.I.-M. care se montează la hidranți sau la agregate mobile de pompare.

Agregatul APT 50/60 are un motor Diesel D – 103, având puterea nominală de 65 CP și turația $n=1800$ rot/min. Pompa este tipul AS – 125 centrifugă, monoetajată, debit $Q=50$ l/sec și înălțimea de pompare $H=60$ m col.H₂O. Diametrul tubului flexibil de aspirație este $Da=150$ mm, iar a celui de refulare este $Dr=125$ mm.

În unele cazuri s-a renunțat la motorul Diesel D – 103 și s-a înlocuit cu un motor electric de 45 KW sau în locul agregatului APT 50/60, se folosește grupul de pompare APE-S-RDN 150-250 II.

Pompa împreună cu sistemul de amorsare și electromotorul de antrenare sunt montate pe un postament comun.

Instalația electrică de comandă este amplasată într-un dulap metalic susținut de un picior propriu.

Electromotorul de antrenare al pompei de apă este de tip asincron trifazat având $P=75$ KW, $n=3000$ rot/min pentru pompa cu rotor $Dn=(222-237)$ mm.

Caracteristicile funcționale ale pompei RDN 150 – 250 II sunt $Q=80$ l/sec, $H=52$ m col.H₂O, $n=2950$ rot/min, $Drot=222$ mm.

Pe lângă aripa de aspersiune IIAM care se mută de pe o poziție pe alta manual, se folosesc și alte instalații de aspersiune în cadrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad și anume:

- Instalația de aspersiune cu cărucioare sau cărucioare în alternanță cu stabilizatoare sau tălpice tractate longitudinal – IATL.

Aripa de aspersiune cu conducte din aluminiu $d 4''$ și lungimea de 6 m este montată pe cărucioare cu bipied la priza aspersor și cărucioare cu colier.

Instalațiile de tip IATL au lungimea (200-400) m.

După terminarea udării prin remorcare cu tractorul se mută longitudinal de pe o poziție pe alta.

- Instalația de aspersiune autodeplasabilă transversal pentru culturi joase – IAT 300. La această instalație, aripa propriu-zisă constituie și osia de rulare. Deplasarea ei de pe o poziție de udare pe alta se face transversal și este asigurată de un motor termic propriu montat pe un cadru cu roți la mijlocul aripii.

Alimentarea cu apă de la hidrant sau agregatul de pompare la canalele deschise se realizează printr-un tub flexibil.

Instalația de tip IAT – 300 are lungimea de 300 m, diametrul aripii $d=100$ mm, este echipată cu aspersoare ASJ 1-M.

- Instalația de aspersiune cu tambur și furtun – IATF, uda din mers și este alcătuită din următoarele părți principale:

1. Sașul format dintr-un cadru metalic prevăzut cu două roți pe pneuri, proțap pentru tractare, două picioare de sprijin.

2. Turela pe care sunt montate cadrul turelei, tamburul, conducta principală de alimentare, dispozitivul de stabilire a pasului de înfășurare a furtunului, mecanismul de acționare a tamburului, instalația hidraulică a tamburului, frâna tamburului.

3. Furtunul din polietilenă cu diametrul exterior de 110 mm și lungimea de 300 m înfășurat pe tambur.

4. Dispozitivul de udare alcătuit dintr-un cărucior prevăzut cu patru roți pe pneuri ce are rigidizată pe osia din spate o conductă de oțel cu ramificații în partea superioară pentru alimentarea celor două aspersoare reactive cu funcționare în sector de cerc ARS – 2.

Instalația IATF – 300 aplica udarea pe timpul deplasării dispozitivului de udare, în timp ce mașina de baza se află în poziție fixă, bransată la hidrant. Instalația are un mare grad de mobilitate, putând iriga suprafețe cu forme geometrice diferite.

Caracteristicile tehnice ale instalației IATF – 300 sunt următoarele: lățimea fâșiei de udare 54m, lungimea fâșiei udare 306m, viteza de deplasare a căruciorului 0 – 45m/ora, lungimea furtunului 300m, tipul de aspersor ARS – 2, numărul aspersoarelor pe instalație 2 buc.

Instalațiile NOVIR 310/100 (Foto 2.16) și NOVIR 400/100 sunt recomandate pentru irigarea suprafețelor mijlocii și mari 50-150 ha, cultivate cu plante de talie medie și mare.

Aceste echipamente sunt adaptate la caracteristicile sistemelor de irigații din România, funcționând, de regulă, prin cuplare la hidranții din ploturile cu conducte îngropate, dar având și posibilitatea funcționării cu alimentare din sursele de suprafață.



Foto 2.16 Instalație de aspersiune cu tambur și furtun NOVIR 310/100 [19]

De exemplu, firma FER-AGRO deține și folosește 6 instalații cu pivot central, aripi de aspersiune și 2 instalații cu tambur și furtun cu lățimea benzii de udare de 100 m (Foto 2.17)



Foto 2.17 Instalație cu tambur și furtun deținută de firma FER-AGRO

- Instalații de aspersiune cu pivot central

Se caracterizează prin faptul că efectuează udarea deplasându-se circular în jurul punctului de alimentare, numit pivot. Este o instalație autopropulsată ce constă dintr-o conductă de udare suspendată deasupra terenului, susținută de un șir de console mobile ce se rotesc încet în jurul pivotului. Dispozitivele de stopire, montate pe sau suspendate de conducta de udare, distribuie apa sub presiune pe măsură ce instalația se rotește. La ora actuală aceste instalații au încorporate componente de înaltă tehnologie, inclusiv tehnologie GPS pentru deplasare automatizată, menținerea aliniamentului în timpul funcționării, distribuția uniformă a apei, ș.a.

Conducta de udare, de obicei din oțel galvanizat sau aluminiu, este așezată pe mai mulți suportți de forma literei A, fiecare fiind prevăzut cu 2 roți, una în spatele celeilalte. Distanțele între suportți sunt de 35-64 m. Diametrul conductei de udare variază funcție de lungimea instalației, între 100-250 mm. În SUA, de exemplu, o mare frecvență o au instalațiile cu diametrul conductei de 168 mm, distanță dintre suportți de 40-60 m, înălțimea suportților de circa 4 m, astfel ca distanța de la sol la partea inferioară a fermei pe care este așezată conducta de udare, rămâne de circa 3 m. O instalație de aspersiune cu pivot central este prezentată în Foto 2.18 iar una cu braț suplimentar în Foto 2.19.

Tronsoanele sunt articulate între ele pentru a se adapta la neuniformitățile terenului. Instalațiile de aspersiune cu pivot central udă, de obicei, o suprafață circulară.



Foto 2.18 Instalația de aspersiune cu pivot central în funcțiune [119]



Foto 2.19 Instalație de aspersiune cu pivot central prevăzută cu braț suplimentar [118]

76 Analiza necesității procesului de re tehnologizare și eficientizare - 2

Instalația de aspersiune cu pivot realizată înainte de anul 1990, are următoarele caracteristici tehnico-funcționale:

- lungimea instalației: 450 m;
- diametrul conductei de udare: \approx 150 mm;
- suprafața udată: 70,9 ha;
- presiunea de lucru: 45 mca;
- tipul aspersoarelor cu care poate fi echipată: ASJ-1M, ASM-1, AJR-1, ASM-2;
- timpul unei rotații: 10-240 ore;
- debitul instalației: 180 m³/h;
- lumina de transport: 2,3-2,5 m.

Instalația de aspersiune cu pivoturi remorcabile cu 2 roți

Alimentarea cu apă se face dintr-un hidrant prin intermediul unei conducte din PVC, supraterană (portabilă) sau îngropată. Panoul de control și echipamentul sunt amplasate în zona pivotului.

Dacă inițial, instalațiile cu pivot central erau acționate cu ajutorul energiei hidraulice, astăzi cele mai multe echipamente sunt puse în rotație de motoare electrice montate pe fiecare sașiu sau sisteme pneumo-hidraulice.

În prezent există modele de instalații care pot fi controlate și comandate de la distanță prin, telemetrie, folosind unde radio, telefonie mobilă sau fixă.

Instalațiile cu pivot central pot fi cu pivot fix sau remorcabile (Foto 2.20). La rândul lor, instalațiile remorcabile pot fi mutate o dată sau de două ori pe sezon.

Durata minimă a unei rotații (respectiv a unei udări) pentru instalațiile obișnuite este puțin sub 24 ore, iar în cazuri speciale, se reduce la 12 ore. În funcție de viteza de rotație a pivotului, la o singură trecere pot fi aplicate cantități de apă de 5-25 mm.

Viteza de rotație este reglată prin schimbarea vitezei de deplasare a suportului din extremitatea aval.



Foto 2.20 Pivoturi remorcabile cu 2 roți [19]

Sistemul de irigații cercetat deservește mai mulți beneficiari în funcție de culturi normele de udare s-au încheiat contracte cu O.U.A.I. Fântânele Arad asociație care are ca proprietari de terenuri: FER-AGRO S.R.L.; AGROINDUSTRIALA FÂNTÂNELE S.A.; ROMSEMAR S.R.L.; FLORAARNO S.R.L.; AGRIMAL CERES S.R.L.; AGROGIL S.R.L.; SALAJANU IMPORT EXPORT; AGROPARTENER S.R.L.; S.C. PRODAGRO-BIAN S.R.L.; CARIN AGRAR S.R.L.; Andriuca Gheorghe; Cilan Gheorghe.

2.4. Degradări și deteriorări ale unor elemente, componente din cadrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad

Datorită viiturilor extraordinare pe râul Mureș și datorită variațiilor de nivel unitățile plutitoare și lucrările aferente de mal au suferit avarii printre cele mai importante se referă la distrugerea consolidării de mal, stabilirea sistemului de rigidizare a corpurilor plutitoare și a postamentelor pompă-motor, defecțiuni ale racordurilor de refulare și a vanelor.

Aceste avarii au condus la frecvente întreruperi în funcționarea stației care au determinat o exploatare costisitoare și la neasigurarea debitului necesar suprafețelor amenajate pentru irigații.

Întreruperile au fost deosebit de frecvente după ultima viitură din 1975. Urmare celor arătate mai sus s-a impus luarea de măsuri urgente pentru repunerea în funcțiune normală a unităților plutitoare redimensionată la condițiile actuale de pe râul Mureș pentru a se asigura alimentarea cu apă a suprafețelor amenajate pentru irigații cel puțin pentru următorii 5 ani când în zonă se vor reconsidera punctele de priză din râul Mureș cu ocazia executării unor importante amenajări pentru irigații și lucrări de regularizare în bazinul Inferior a râului Mureș.

În anul 1985 stația de pompare Plutitoare a fost scufundată datorită unei lovituri de berbec, datorată întreruperii alimentării cu energie electrică. Cu această ocazie au fost rupte și conductele de legătură dintre navă și mal, cu diametrul $D_n=1000\text{mm}$ și o lungime de 20 m fiecare. Electropompele au fost rebobinate, iar conductele au fost remediate prin lucrări provizorii.

Cablul de alimentare cu energie electrică de la postul trafo și până la navă este degradat datorită vechimii și intemperiilor, fapt ce poate genera grave accidente, printre care și scufundarea din nou a navei în caz că se produce pe traseu un scurt circuit.

Canalul de Aducțiune I este dalat cu dale mici din beton, care în perioada de exploatare s-au deteriorat și numai impermeabilizează bine canalul, din care cauză se produc infiltrații pierzându-se până la 20% din debitul pompat.

Nici canalul de Aducțiune II nu se prezintă mai bine, pierzându-se și aici prin infiltrații importante cantități de apă.

Aceste lucrări care s-au prezentat, au constituit părți și ansamblul elementelor asupra cărora s-au efectuat observații, măsurători și studii în vederea găsirii de soluții pentru îmbunătățirea parametrilor de funcționare a acestora, corespunzător noilor cerințe a agriculturii care se practică pe terenurile cuprinse în sisteme de irigații

2.5. Situația O.U.A.I.-urilor în cadrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad

Ca urmare a aplicării Legii 138/2004, infrastructura principală de irigații din sistem, cuprinzând SP Plutitoare Fântânele, SP Repompare și canalele de aducțiune au rămas în administrarea A.N.I.F. R.A. București, U.A. Arad, iar infrastructura amenajării interioare de irigații a fost preluată de organizațiile utilizatorilor de apă pentru irigații (OUAI), după cum urmează:

-O.U.A.I. Fântânele Arad, cuprinzând ploturile: SPP Fântânele cu o suprafață netă de 1.857 ha, din care suprafața cu membri, 1.600 ha; SPP Șagu I, cu o suprafață neta de 719 ha, din care suprafața cu membri, 560 ha, SPP Canale deschise

-O.U.A.I. Șagu II, cu o suprafață neta de 2.964 ha, din care suprafața cu membri, 2.352 ha.

Nivelul de utilizare a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad în ultimii ani a fost redus (tabelul 2.12). Se constată ca numărul de culturi care au fost irigate în cei 2 ani analizați este foarte restrâns, ponderea suprafețelor cultivate cu porumb și soia fiind de 92 % în 2006 și de 90 % din total. Este remarcabilă creșterea suprafeței irigate, de peste 3 ori în anul 2007, față de 2006.

Normele de udare realizate au fost, în anul 2006 de 484 m³/ha și în anul 2007 de 546 m³/ha, valori mai mici decât norma medie de udare pedologică pentru zona Timiș-Mureș Inferior de 799 m³/ha.

Distribuția apei prin aspersiune în câmp se face cu mai multe tipuri de instalații. Se folosesc încă echipamentele clasice de udare - aripi de aspersiune cu mutare manuală. În ultimii ani, fermierii au achiziționat instalații moderne (unii beneficiind de programe de subvenții din partea statului), de mare productivitate, de exemplu instalații cu pivot central și instalații cu tambur și furtun, alimentate, fie din rețeaua de conducte, fie din canalele de aducțiune, prin intermediul motopompelor.

Tabel 2.12 Tipurile de culturi și suprafețele irigate din amenajarea de irigații Fântânele-Șag Arad în anii 2006 și 2007 [105]

Cultura	Suprafața irigată în anul 2006		Suprafața irigată în anul 2007	
	ha	%	ha	%
Porumb	202	36	1024	59
Soia	308	56	540	31
Culturi furajere	44	8	0	0
Alte culturi	0	0	136	8
Total	554	8 % din suprafața sistemului	1700	24 % din suprafața sistemului

Exploatarea sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad, aflat în funcțiune de peste 40 ani, se face în prezent cu mari pierderi de apă și implicit, de energie, datorită deteriorării impermeabilizării sau lipsa acesteia, pe circa 50 % din lungimea canalelor, performanței scăzute a instalațiilor hidromecanice și electrice din stațiile de pompare, defectunilor apărute la sistemele hidrotehnice de pe traseu, uzurii rețelelor de conducte, lipsa automatizării, etc.

Sistemul de irigații beneficiază de sprijin pentru reabilitare și modernizare prin Proiectul „Reabilitarea și reforma sectorului de irigații”. Alegerea este justificată atât din punct de vedere tehnic (înălțimi de pompare mai mici de 70 m, sistem funcțional), cât și din punct de vedere al perspectivelor de irigare, întregul perimetru fiind acoperit cu organizații ale utilizatorilor de apă pentru irigații.

O.U.A.I. Arad-Fântânele s-a constituit în mai 2005 prin reorganizarea A.U.A.I. Fântânele-Șag și funcționează conform Legii 138/2004 a îmbunătățirilor funciare [100], a Statutului O.U.A.I. și a legislației aferente [97].

Teritoriul O.U.A.I. Arad-Fântânele cuprinde o suprafață brută de 3.772 ha, respectiv, netă 3.643 ha și este împărțit în două trupuri:

1. Trupul Arad, delimitat astfel:

- la vest: plotul de irigație SPP Șagu II, aparținător O.U.A.I. Șagu II, continuare cu teren agricol al proprietarilor din Aradul Nou;

- la est: calea ferată Arad-Timișoara parțial și lungimea dintre marginea intravilanului municipiului Arad și continuare cu teren agricol al proprietarilor din comuna Șag;

- la sud: pășunea comunei Șag, care face parte din amenajarea de desecare Vinga;

- la nord: teren agricol al proprietarilor individuali și unități agricole din localitatea Arad și intravilan Arad, continuare cu șoseaua Arad-Timișoara.

2. Trupul Fântânele, delimitat astfel:

- la vest: intravilan localitatea Fântânele continuare cu drumul comunal Fântânele-Tisa Noua;

- la est: teren agricol al proprietarilor individuali din comuna Frumușeni;

- la sud: teren agricol neamenajat pentru irigații aparținând de Tisa Nouă;

- la nord: râul Mureș.

La data constituirii O.U.A.I. Arad-Fântânele cuprindea ploturile: SPP Cercetare, SPP Șagu I, SPP Fântânele și SRP Canale deschise și SPP Aradul Nou. Caracteristici ale acestor ploturi sunt date în tabelul 2.13.

Tabel 2.13 Caracteristicile ploturilor aparținătoare O.U.A.I. Arad-Fântânele [108]

Nr. crt.	Denumirea plotului	Supr. plot (ha)		din care				Treapta de pompare
		Bruta	Neta	Conducte îngropate		Canale deschise		
				Bruta	Neta	Bruta	Neta	
1.	SPP Fântânele	1.916	1.857	1.916	1.857	-	-	I
2.	SPP Cercetare	100	99	100	99	-	-	II
3.	SPP Aradul Nou	216	214	216	214	-	-	II
4.	SPP Șagu I	749	719	749	719	-	-	II
5.	SRP Canale deschise	1107	1067	-	-	1107	1067	II
Total		4088	3956	2981	2889	1107	1067	-

Se observă că în jur de 50 % din suprafața organizației (aferentă plotului SPP Fântânele) este situată pe treapta I de pompare, restul aflându-se pe treapta a II-a. În proporție de 73 % tipul de amenajare este cu conducte îngropate, 27 % din suprafața fiind amenajată pentru irigații din canale deschise.

La data constituirii organizației inventarul lucrărilor de irigații avea următoarele lucrări principale: 4 stații de pompare de presiune, canale de alimentare, conducte sub presiune din care: 8.740 m conducte principale, 16.107 m

conduce secundare, 59.340m antene, 625 buc hidranți, cămine de vizitare, cămine de golire.

Pe teritoriul O.U.A.I. Arad-Fântânele au fost realizate și lucrări de desecare-canale deschise pentru evacuarea apei în exces.

Între timp, teritoriul organizației a suferit următoarele modificări:

- au fost desființate ploturile SPP Cercetare și SPP Aradul Nou;
- a fost scos din circuitul agricol terenul deservit de infrastructura de irigații urmând să se modifice rețeaua de apă care alimentează 58,8 ha în vederea amenajării terenului de golf "Butterfly Royal Golf Resort Fântânele".

Atribuțiile principale ale organizației sunt:

- livrarea apei pentru irigații, administrarea, exploatarea, întreținerea și reparațiile infrastructurii de irigații din ploturile sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad, care deservește terenurile situate pe raza teritorială a localităților Arad, Fântânele și Șag. Prin atribuțiile sale, organizația livrează apă pe bază de contract, persoanelor fizice și juridice care dețin sau folosesc terenuri pe teritoriul sau, chiar dacă aceștia nu sunt membri ai organizației, la tarife și taxe stabilite anual de către Consiliul de Administrație și aprobate de Adunarea generală.

- evacuarea apei în exces, provenită de la irigații și din precipitații, prin rețeaua proprie de canale de evacuare din localitățile prezentate mai sus.

În prezent, efectuează și prestări servicii în domeniul agricol pentru deținătorii de terenuri din raza de activitate a organizației, cum este închirierea echipamentului mobil de udare.

Conform Legii 138/2004 [100], O.U.A.I. Arad-Fântânele [97] are următoarele organe de conducere și comisii: Adunarea Generală și Consiliul de Administrație, respectiv, comisia de cenzori și comisia de conciliere a neînțelegerilor din interiorul organizației. Deciziile consiliului de administrație sunt puse în executare de director și personalul tehnic și economic de execuție al organizației (10 persoane).

Utilizatorii de apă înscrși în O.U.A.I. sunt societăți comerciale sau agricole și particulari: FER-AGRO S.R.L.; AGROINDUSTRIALA FÂNTÂNELE S.A.; ROMSEMAR S.R.L.; FLORAARNO S.R.L.; AGRIMAL CERES S.R.L.; AGROGIL S.R.L.; SALAJANU IMPORT EXPORT; AGROPARTENER S.R.L.; S.C. PRODAGRO-BIAN S.R.L.; CARIN AGRAR S.R.L.; Andriuca Gheorghe; Cilan Gheorghe.

Veniturile organizației se constituie din:

- a) tarife pentru servicii de irigații;
- b) tarife de desecare și drenaj;
- c) cotizația anuală a membrilor;
- d) donații;
- e) venituri din dobânzi;
- f) subvenții acordate de la bugetul de stat.

Conform Legii îmbunătățirilor funciare, A.N.I.F. livrează apă pentru irigații, la solicitarea beneficiarilor, în următoarele condiții:

- a) pe baza de contracte de prestări de servicii cu executare succesivă încheiate pe termen lung-contracte multianuale;
- b) pe baza de contracte de prestări de servicii pentru un sezon de irigații-contracte sezoniere.

În baza contractului multianual, O.U.A.I. plătește furnizorului de apă A.N.I.F. Arad, următoarele tarife, calculate pentru fiecare punct de livrare a apei pentru irigații:

- a) un tarif anual; practic O.U.A.I. achita 20 % +TVA din valoarea lucrărilor cuprinse în tariful multianual, din anul 2010 este O.U.A.I obligat să achite în

totalitate valoarea lucrărilor de reparații din tariful multianual, pentru că statul nu mai acordă subvenții pentru aceste reparații.

b) un tarif de livrare a apei pentru irigații calculat pe unitatea de volum de apă livrată de furnizor; O.U.A.I. achita 10 % +TVA din tariful de livrare a apei, diferența de 90 % fiind plătită de stat. De asemenea, energia electrică și energia termică au fost subvenționate în proporție de 90 %. Din anul 2010 statul nu a mai dat subvenții nici pentru apa de irigații și energie, O.U.A.I. este obligat să achite în totalitate aceste cheltuieli.

Până în anul 2010 pe lângă subvențiile menționate mai sus, statul sprijinea activitatea de irigații prin alocarea unei sume de 140 lei/ha suprafața eligibilă (suprafața ocupată cu membri cotizanți) pentru întreținere și reparații de și de 31 lei/ha suprafață eligibilă pentru paza infrastructurii. În total, subvenția totală acordată pentru irigații în 2009 se ridică la 700 de lei/hectar.

Suprafața irigată a crescut de la 1.534 ha în anul 2007, la 2.159 ha în 2008.

Pentru anul 2009, contractul cu furnizorul de apă A.N.I.F. Arad, viza o suprafața de 2.980 ha (tabel 2.14) și un volum de apă de 5.162 mii m³ pentru irigarea următoarelor culturi (tabel 2.15).

Tabel 2.14 Suprafața din O.U.A.I. Arad-Fântânele contractată pentru irigații pentru anul 2009 [108]

Nr. crt.	Denumirea punctului de livrare a apei pentru irigații	Suprafața netă deservită (ha)	Suprafața netă contractată		Volumul de apă contractat (mii m ³)	Tariful de livrare a apei la punctul de livrare (lei RON/1000 m ³)
			(ha)	(%) din supr.deservită		
1.	SPP Fântânele	1857	1600	86	2518	75,24
2.	SP Repompare	1080	820	76	1644	168,12
3.	SP Șagu I	1719	560	78	1000	303,53
Total		3656	2980	-	5162	-

Se observă că suprafețele contractate pentru irigații în anul 2009 reprezintă peste 75% din suprafețele ploturilor.

Tabel 2.15 Volumul de apă contractat pentru anul 2009 [96]

Denumirea punctului de livrare	Punctul de prelevare a apei	Suprafața pe care se aplică udări (ha)	Cultura	Norma de udare (m ³ /ha)	Număr de udări	Volum de apă (miim ³)
SPP Fântânele	Canal Aducțiune I	300	Grâu	560	1	168
		350	Soia	516	3	840
		650	Porumb	550	2	780
		200	Fl. soarelui	500	2	200
		70	Legume	600	4	224
		30	Alte culturi	925	4	111
Total	1600					2518
SPP Șagu I	Canal Aducțiune II	100	Grâu	405	2	81
		230	Porumb	700	3	483
		100	Soia	800	3	240
		110	Fl. soarelui	600	2	132
		20	Lucerna	800	4	64
Total		560				1000
SRP Canale deschise	Canal CPA Canal Aducțiune II	110	Grâu	500	2	110
		250	Porumb	764	2	382
		150	Fl. soarelui	600	4	360
		280	Soia	800	3	672
		30	Alte culturi	1000	4	120
		820				1644
Total		2980				5162

Planul de irigații pentru anul 2009 viza, așadar, irigarea a 7 culturi, aplicarea a 1-4 udări, cu norme de udare variind între 405-1.000 m³/ha.

De exemplu, la prima udare din anul 2009 s-au irigat 1.127 ha (tabel 2.16), iar până în luna august suprafața irigată a ajuns la 2.749 ha, ceea ce reprezintă 92 % din suprafața contractată, respectiv 75 % din suprafața O.U.A.I. Arad-Fântânele. În anul 2010 s-au irigat 487 ha (tabel 2.17) crescând suprafața irigată în anul 2011 la 1058 ha (tabel 2.18).

O.U.A.I. Arad-Fântânele beneficiază de sprijin prin proiectul "Reabilitarea și reforma sectorului de irigații". Astfel în anul 2007 Organizația a primit fonduri pentru achiziționarea de echipamente IT, mijloace de transport (motorete), 15 aripi de udare clasice, urmând ca în anul 2009 să primească 2 instalații cu tambur și furtun, aparatură pentru determinarea umidității solului și alte echipamente.

Implementarea proiectului continua până în anul 2011, urmând ca la nivel de O.U.A.I. Arad-Fântânele să fie reabilite și modernizate stațiile de punere sub presiune, canalele de irigații.

Prin aplicarea măsurii 1.2.5. din Planul Național de Dezvoltare Rurală Organizațiile Utilizatorilor de Apa pentru Irigații vor putea să acceseze pe bază de proiecte, fonduri structurale europene pentru modernizarea și re tehnologizarea sistemelor de irigații (exclusiv dotarea cu echipamente de irigații), de exemplu pentru înlocuirea rețelei de conducte subterane din azbociment cu altele din material plastic.

Tabel 2.16 Suprafețele din O.U.A.I. Arad-Fântânele pe care s-a aplicat prima udare în anul 2009 [96]

Nr. crt.	Plotul	Cultura	Suprafața irigată (ha)	Volum de apă utilizat (miim ³)
1	SPP Fântânele	Porumb	562	364,7
		Orz	50	20
		Grâu	100	40
Total			712	424,7
2	SP Repompare	Fl. soarelui	48	57,2
		Porumb	172	182
		Grâu	62	40,3
		Soia	50	65
		Culturi furajere	38	26
Total			370	370,5
3.	SP Șagu I	Porumb	45	22
Total			45	22
Total general			1127	823,7

Tabel 2.17 Suprafețele din O.U.A.I. Arad-Fântânele pe care s-a aplicat prima udare în anul 2010 [96]

Nr. crt.	Plotul	Cultura	Suprafața irigată (ha)	Volum de apă utilizat (miim ³)
1	SPP Fântânele	Soia	84	48,4
		Porumb	303	172,0
		Floarea soarelui	100	60,0
Total			487	280,4
Total general			487	280,4

Tabel 2.18 Suprafețele din O.U.A.I. Arad-Fântânele pe care s-a aplicat prima udare în anul 2011 [96]

Nr. crt.	Plotul	Cultura	Suprafața irigată (ha)	Volum de apă utilizat (miim ³)
1	SPP Fântânele	Porumb	848	508,8
		Soia	210	126
Total			1058	634,8
Total general			1058	634,8

De asemenea, cred ca este necesară reevaluarea normelor de udare, în unele cazuri erau cu până la 30 % mai mici decât cele potrivite raionării pedoclimatice (de exemplu, la porumb se aplicau norme de 650 m³/ha sau mai mici, în condițiile în care ar trebui ca norma de udare sa fie de 800 m³/ha).

Ca o concluzie, forma asociativa de exploatare sistemului de irigații este eficientă (gradul de utilizare a amenajărilor este mai mare de 75 %), iar suprafața irigată a crescut în mod constant ultimii ani până în anul 2009, iar din anul 2010 de când nu se mai alocă fonduri de către stat pentru irigații suprafața irigată iar este în scădere.

S-a prezentat sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad în situația inițială de funcționare, el reprezentând așa cum am arătat laboratorul la scara naturală ale cărui standuri sunt stațiile de pompare, canalele de aducțiune și de distribuție, conductele îngropate, stăvilarele, dispozitivele de protecție din rețea, etc.

3. IMPACTUL IRIGAȚIILOR ASUPRA MEDIULUI ȘI ECHILIBRULUI ECOLOGIC

Irigațiile menite să asigure obținerea unei recolte bogate, înlăturând capriciile vremii (secete), aplicate în mod nerațional, fără a ține cont de condițiile pedoclimatice reprezintă o cauză importantă a degradării solului.

Un tur de orizont sumar, harta întinselor teritorii valorificate de-a lungul timpului prin irigații, scot în relief marile prejudicii aduse de o irigație insuficient controlată.

Milioane de ha sunt astfel degradate prin salinizare pierzându-și fertilitatea, deși altă dată reprezentau adevărate leagăne ale civilizației.

Întinsele câmpii ale Mesopotamiei, ale Africii de Nord, până la vechea cartagină, reprezintă mărturia vie a efectului negativ al irigațiilor excesive, necontrolate.

În aceeași măsură însă, acolo unde irigațiile au fost bine conduse, suprafețe irigate de mii de ani și dau producții record, cum o dovedesc suprafețele irigate din sudul fostei U.R.S.S., din China sau din alte părți ale lumii.

Irigațiile aplicate fără proiecte judicios elaborate și fără o exploatare rațională pot conduce la:

Salinizare secundară a solului, levigarea elementelor nutritive din profilul solului crearea unui mediu nefavorabil microorganismelor, bacteriilor și viețuitoarelor din sol, infectarea pânzelor subterane, în cazul folosirii unei ape poluate și în lipsa unor condiții speciale de protecție; distrugerea texturii și structurii solului, cu provocarea unor procese de eroziune; dezvoltarea unor vegetații luxuriante, hidrofile, crearea unor procese de înmlăștinirea, urmate de instalarea unui mediu dăunător vieții animalelor și vegetației; colmatarea centrelor de priză a rețelelor de canale și conducte; proliferarea unor insecte și apariția unor boli dăunătoare culturii și populației.

3.1. Principalele forme de degradare a solului din sistemul de irigații

În acest capitol sunt prezentate înmlăștinirea terenurilor și salinizarea secundară două efecte negative care se intercondiționează și pot apărea simultan.

3.1.1. Înmlăștinirea terenurilor din sistemul de irigații

Înmlăștinirea terenurilor se datorează infiltrațiilor de apă din canalele de suprafață, infiltrațiilor de apă din conductele subterane degradate sau irigațiilor aplicate nerațional cu norme de irigație mai mari decât cele necesare.

Volumele de apă administrate în plus față de capacitatea de înmagazinare a solului alimentează apele freatice. Dacă volumul de apă suplimentar nu este eliminat prin drenaj subteran, natural sau artificial, acesta determină apariția unor acvifere suspendate, care în cele mai multe cazuri au caracter temporar sau determină ridicarea nivelului apelor freatice. Ridicarea nivelului apelor freatice, deasupra unei

adâncimi, măsurate de la suprafața solului, de la care franjul capilar ajunge până la suprafața numită "adâncime critică" determină înmlăștinirea terenului respectiv.

3.1.2. Salinizarea secundară a solului din sistemul de irigații

Salinizarea secundară a solului se produce de obicei în zonele aride cu nivel freatic ridicat peste adâncimea critică și cu un conținut al apelor freatice în săruri solubile mai mare decât concentrația critică.

Datorită climatului arid, apa din franja capilară ajunsă aproape de suprafața terenului se pierde prin evaporare, iar sărurile solubile conținute sunt depuse la partea superioară a profilului de sol. Sărurile solubile din apa freatică pot avea originea în apa de irigație sau în substraturile geologice.

Salinizarea poate interveni și în cazul în care se efectuează îndiguiri ale zonelor de luncă ale principalelor cursuri de apă. Deci un exemplu în acest sens este Câmpia de Vest, unde după îndiguire s-a remarcat creșterea suprafețelor ocupate de soluri salinizate și/sau alcalizate.

Principala posibilitate de ameliorare a solurilor salinizate este reprezentată de drenarea acestor terenuri și aplicarea de norme de spălare pe fondul unor doze mari de amendamente.

În urma aplicării irigației cu ape alcaline conținând silice și a drenării intensive a terenului, pot apărea fenomene de compactare a solului. După o folosire necorespunzătoare timp de 10-20 ani solul capătă o structură masivă, compactată, care se desface în blocuri de uscare și la umezire devine impermeabil, pentru apă și aer.

Irigația poate favoriza condițiile de dezvoltarea unor specii de insecte care în condiții normale nu ar fi posibilă. Este cazul albinei Alcali bea, care în general se cuibărește în solurile umede, alcaline aflate de-a lungul râurilor și eleșteilor.

Suprafețe inundate în special în lungul canalelor de irigații, favorizează o proliferare puternică a acestor specii de insecte dăunătoare. De asemenea musca de Hessa (*Meyetiola destructor*) este mai prolifică pe grâul irigat, depune un număr sporit de ouă pe rădăcina acestuia.

La irigarea intensă a lucernei s-a remarcat apariția păianjenului roșu (*Tetranychus telarius*).

După irigarea terenului pot apărea efecte pozitive prin distrugerea numeroaselor specii de insecte, s-au obținut rezultate satisfăcătoare în combaterea câtorva peste ale solului folosind irigarea prin inundare.

Irigarea pe brazde conduce la distrugerea unor specii de insecte care atacă porumbul și sorgul.

Proiectarea și execuția necorespunzătoare constituie un al efect negativ, conducând la înămolirea canalelor și conductelor de irigații, a canalelor de desecare și a tuburilor de drenaj. Apele din canalele de desecare sunt frecvent poluate. Reducerea capacității de transport, consumul exagerat de energie plus energia necesară decolmatărilor, scoaterea din funcțiune parțială sau totală a sistemului de irigație, constituie câteva din efectele negative ale acestor forme de degradare și poluare a mediului.

Execuția defectuoasă și menținerea canalelor pline cu apă, inexistența unui sistem de drenaj care să elimine apa în exces, pierderile de apă excesive, slaba lucrare a terenului, folosirea unor metode și a unor cantități de apă inadecvată terenurilor și culturilor, constituie unul din factorii principali de crearea unui mediu acvatic favorabil dezvoltării melcilor, țânțarilor anofeli și a unor specii de insecte care aduc prejudicii sănătății populației. Pentru eliminarea efectelor negative ale

lucrărilor de hidroameliorații se impune încă de la proiectare echiparea acestora cu un sistem de monitoring a calității solurilor amenajate. Acestea constau din foraje care măsoară evoluția nivelului și concentrația în săruri solubile a apelor freatice și alăturat un perimetru de recoltare a probelor de sol pentru determinarea proprietăților fizico-chimice ale acestora.

3.2. Impactul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad asupra nivelului și calității apei freatice

Resursa de apă subterană este utilizată pentru potabilizare sau pentru utilizare industrială. Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad nu se alimentează din pânza freatică, dar aceasta are o importanță deosebită pentru monitorizarea eficienței sistemului de desecare și a impactului aplicării fertilizanților.

Conul de dejecție al râului Mureș se desfășoară spre vest ca un larg evantai, la ieșirea din culoarul Mureșului imediat aval de Lipova, având o lungime între Lipova și Nădlac de cca. 70 km și o lățime maximă de 59 km pe linia Secusigiu – Grăniceri totalizând o suprafață de 2210 km² din care 2040 km² pe teritoriul României.

Orizonturile acvifere din con sunt separate în unele sectoare prin intercalări lenticulare de argile, argile nisipoase și prafuri argiloase care nu asigură decât parțial izolarea stratului acvifer freatic de straturile acvifere de medie adâncime.

Intercalațiile argiloase sunt în general mai groase și din ce în ce mai numeroase spre extremitățile vestice, nordice și sudice.

Deschiderile de foraje au evidențiat un important complex acvifer acumulat în principal în depozite, fluvio-lacustre și aluvionare în care, în porțiunile cu strat separator de argilă apar două straturi acvifere, freaticul până la 30 m adâncime și cel subadiacent, considerat de mare adâncime.

Acviferul freatic este alimentat atât din precipitațiile căzute pe toată suprafața conului aluvionar, cât și din infiltrații din râul Mureș.

Studiile cu foraje ale ISPIF în albia Mureșului au stabilit că între Păuliș și Arad, pe o lungime de 16 km râul are un aport de 640 l/s la alimentarea acviferului. Nivelul hidrostatic întâlnit este de regulă cuprins între 2-5 m iar în luncile Mureșului, Ierului și al principalelor canale de desecare este de 0,2 m.

Observațiile efectuate asupra nivelurilor hidrostatice din forajele de studiu, de exploatare și din fântâni, conduc la concluzia că direcția generală de curgere a apei subterane în arealul Fântânele-Șag este SE-NV, iar panta medie este 0,5-1‰.

3.2.1. Nivelul apelor freatice

A fost identificat în zonă nivelul apelor freatice la diferite adâncimi în funcție de forma reliefului și perioada de timp.

În general apele freatice se află la adâncimi ce variază între 0,5-20 m, cele mai ridicate niveluri fiind întâlnite în văile de eroziune 0,5-2 m.

Pe majoritatea suprafețelor pânza freatică este la o adâncime cuprinsă între 4-10 m. Evoluția nivelului freatic conform măsurărilor efectuate și obținute de la Administrația Națională Apele Române, Administrația Bazinală de Apă Mureș – Tg. Mureș, Sistemul de Gospodărire a Apelor Arad [99] se poate observa în tabelele

3.2 – Impactul sistemului asupra nivelului calității apelor freatice 87

nr.3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5. precum și în figurile Nr. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10

Tabel 3.1 Evoluția nivelului freatic (cm)- ARAD FORAJ 6 N-V comunei Fântânele în perioada 1970–2008 [99]

ARAD FORAJ 6 N-V comunei Fântânele															
Anul	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Spt	Oct	Noi	Dec	Med	Max	Min
1970	879	751	690	671	696	647	719	798	848	878	894	911	782	607	916
1990	1010	993	993	997	998	995	1000	1005	1019	1041	1018	1041	1009	954	1074
1992	1024	1015	1009	1006	1001	995	997	1003	1009	1016	1017	1024	1010	992	1028
1993	1030	1035	1043	1045	1044	1041	1043	1053	1060	1067	1072	1074	1051	1028	175
1994	1074	1074	1073	1073	1070	1065	1062	1063	1063	1068	1078	1082	1070	1060	1083
1995	1082	1078	1079	1082	1077	1065	1070	1073	1079	1082	1083	1075	1077	1062	1084
1997	936	923	919	897	892	902	910	925	932	940	944	949	922	884	952
1998	957	963	964	903	837	820	813	818	820	824	824	826	864	810	966
1999	827	806	786	822	856	867	877	873	816	871	892	892	849	778	896
2000	885	876	861	838	849	873	887	902	932	942	942	956	895	824	961
2001	965	971	972	983	988	987	982	981	982	982	985	990	981	961	993
2002	998	1002	1001	1004	1008	1013	1019	1016	1018	1018	1018	1019	1011	994	1020
2003	1022	1020	1017	1013	1003	998	1012	1026	1034	1044	1046	1047	1024	997	1050
2004	1051	1047	1020	1002	1000	1006	1000	1005	1009	1012	1017	1016	1015	995	1053
2005	1014	1012	991	862	836	872	875	883	896	911	921	917	916	783	1015
2006	910	894	863	826	804	793	807	829	865	887	910	924	859	773	912
2007	931	939	941	946	952	966	971	973	978	982	977	973	960	922	989
2008	986	990	980	975	978	979	984	990	995	998	994	997	987	970	999

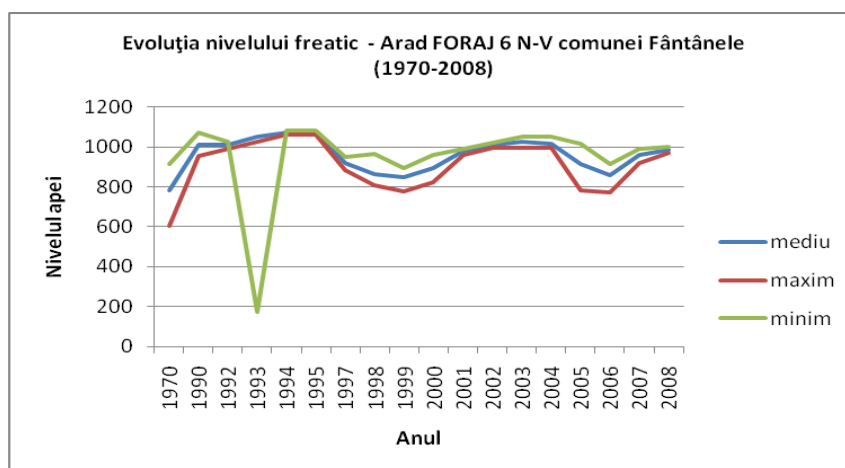


Fig.3.1

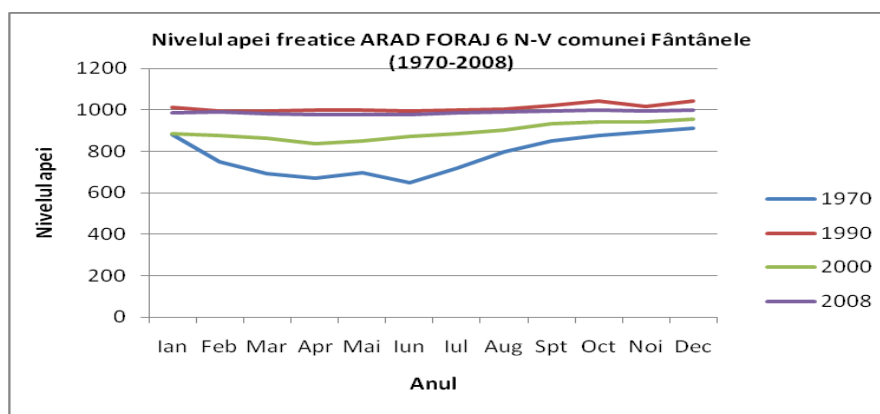


Fig.3.2

Tabel 3.2 Evoluția nivelului freatic (cm) - ARAD FORAJ 1 N-V comunei Șag în perioada 1985 - 2002 [99]

ARAD FORAJ 1 N-V comunei Șag															
Anul	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Spt	Oct	Noi	Dec	Med	Max	Min
1985	1699	1715	1713	1765	1802	1790	1778	1743	1734	1747	1748	1758	1750	1686	1810
1990	1879	1910	1903	1940	1938	1935	1944	1935	1941	1943	1939	1934	1928	1862	1955
1992	1927	1920	1924	1924	1936	1943	1932	1930	1944	1960	1968	1969	1940	1910	1976
1993	1967	1976	1960	1943	1951	1977	1994	1998	1984	1981	2001	2007	1978	1936	2011
1994	2015	2020	1993	1967	1948	1928	1939	1969	1998	2002	1982	1980	1978	1920	2027
1995	1992	1986	1969	1957	1946	1950	1952	1958	1971	1980	1973	1963	1966	1861	1999
1997	1853	1844	1839	1845	1851	1870	1882	1892	1903	1906	1917	1932	1878	1837	1944
1998	1951	1946	1955	1946	1940	1926	1887	1857	1845	1856	1874	1887	1906	1840	1960
1999	1886	1877	1865	1374	1190	1194	1193	1036	872	880	887	878	1261	864	1888
2000	870	847	820	798	801	826	831	817	832	834	834	849	830	792	880
2001	866	869	859	951	1090	1113	1108	1114	1107	1095	1084	1079	1028	855	1120
2002	1068	1068	1078	1086	1102	1110	1123	1115	1109	1104	1100	1090	1096	1062	1128
2003	1089	1151	1268	1388	1415	1399	1402	1414	1422	1413	1400	1394	1346	1084	1437
2004	1383	1377	1405	1415	1409	1434	1457	1474	1465	1444	1435	1427	1427	1374	1480
2005	1414	1420	1429	1409	1371	1326	1265	1221	1180	1144	1116	1089	1282	1076	1434
2006	1064	1047	1031	971	551	638	729	821	1397	1753	1766	1778	1129	725	1804
2007	1805	1789	1738	1722	1735	1757	1763	1764	1734	1692	1665	1647	1735	1642	1808
2008	1645	1648	1666	1670	1683	1699	1712	1725	1748	1752	1746	1750	1704	1639	1755

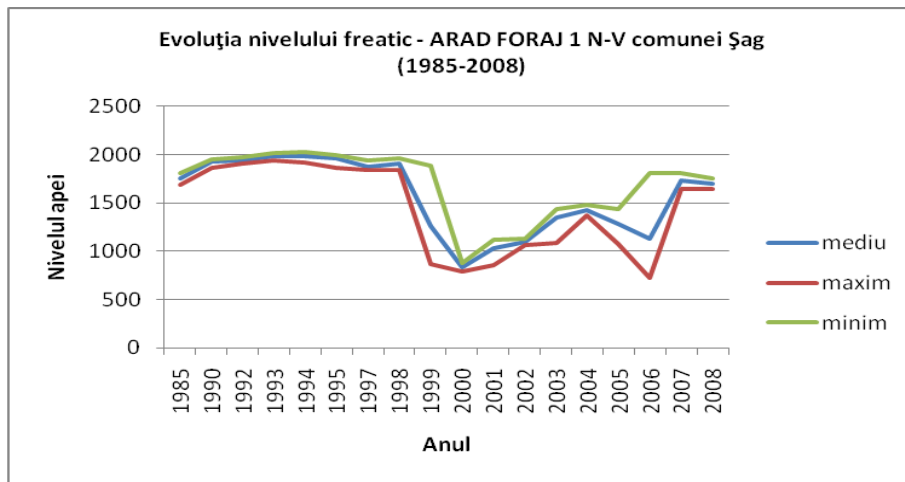


Fig.3.3

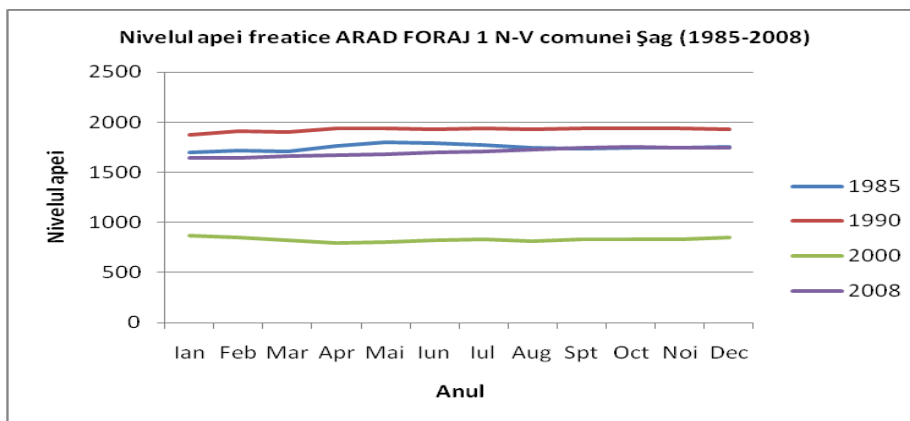


Fig.3.4

3.2 – Impactul sistemului asupra nivelului calității apelor freatice 89

Tabel 3.3 Evoluția nivelului freatic (cm) - ARAD FORAJ 5 Aval 3km SP Plutoare în perioada 1970–2008 [99]

ARAD FORAJ 5 Aval 3km S.P. Plutoare															
Anul	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Spt	Oct	Noi	Dec	Med	Max	Min
1970						79	106	157	202	224	238	248			
1990	290	292	293	293	296	290	295	308	323	327	333	336	306	285	338
1992	294	289	288	281	278	279	290	306	319	319	309	311	297	271	323
1993	313	321	316	300	292	281	292	314	328	329	333	334	313	277	336
1994	333	328	322	312	305	304	311	319	320	319	325	328	319	303	334
1995	333	332	329	319	306	290	300	316	323	327	328	293	316	263	335
1997	263	255	252	223	214	229	236	250	259	268	273	273	250	203	274
1998	276	288	294	288	279	-	226	250	256	254	255	258	-	inundat	296
1999	257	221	188	170	183	200	206	222	249	268	281	280	227	160	285
2000	271	258	225	174	222	250	269	291	312	331	342	345	274	150	347
2001	348	351	350	336	316	302	302	306	307	311	315	317	322	298	353
2002	321	318	326	339	343	350	359	358	357	354	351	352	344	315	360
2003	354	352	349	344	346	355	382	388	378	372	365	372	363	341	307
2004	375	364	334	275	316	335	342	345	349	354	346	333	339	239	376
2005	333	334	299	187	167	201	228	238	253	283	294	294	259	150	335
2006	281	262	226	183	170	173	206	231	256	277	300	313	240	168	316
2007	317	292	280	293	297	312	339	348	348	338	331	332	319	275	352
2008	334	336	319	298	293	304	320	337	357	362	358	365	332	291	362

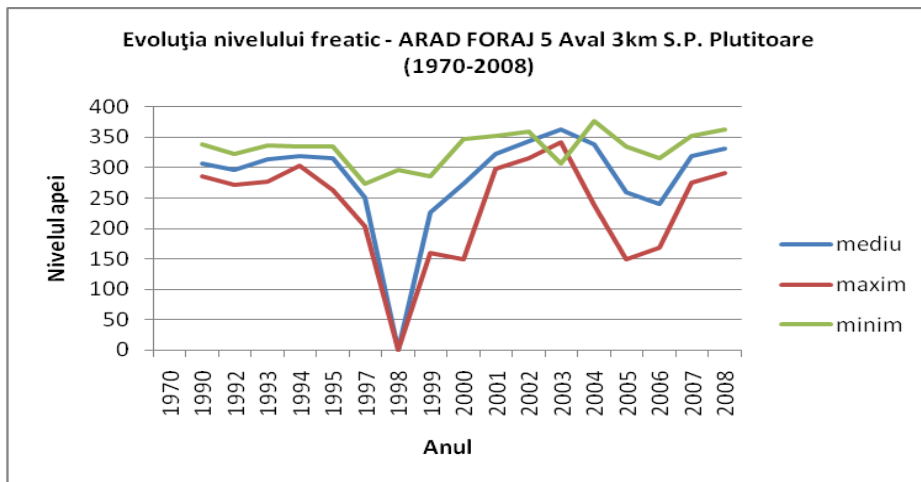


Fig.3.5

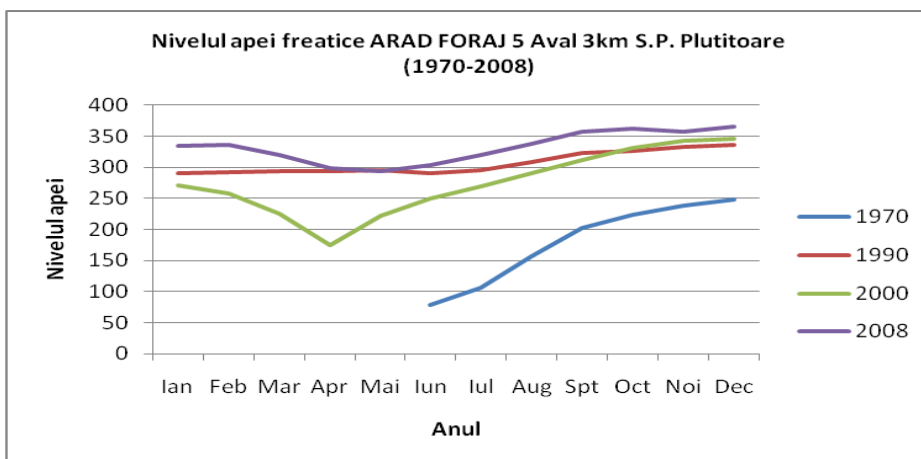


Fig.3.6

90 Impactul irigațiilor asupra mediului și echilibrului ecologic - 3

Tabel 3.4 Evoluția nivelului freatic (cm) - ARAD FORAJ 7 S-V comunei Fântânele în perioada 1970-2008 [99]

ARAD FORAJ 7 S-V comunei Fântânele															
Anul	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Spt	Oct	Noi	Dec	Med	Max	Min
1970	1940	1953	1913	1867	1856	1845	1856	1877	1896	1902	1908	1918	1894	1825	1990
1990	2013	1993	1988	2000	2007	2004	2013	2009	1996	2033	2070	2085	2018	1982	2097
1992	2038	2038	2037	2039	2036	2036	2040	2052	2064	2064	2063	2062	2047	2034	2065
1993	2065	2067	2068	2060	2059	2064	2070	2081	2090	2090	2094	2095	2075	2056	2118
1994	2099	2101	2101	2098	2099	2101	2102	2105	2108	2112	2117	2119	2105	2094	2120
1995	2120	2120	2123	2126	2131	2130	2130	2140	2144	2148	2150	2145	2134	2119	2151
1997	2120	2122	2124	2120	2121	2115	2103	2102	2106	2116	2120	2121	2116	2100	2126
1998	2127	2132	2134	2136	2141	2138	2147	2152	2156	2157	2156	2159	2144	2124	2160
1999	2159	2152	2145	2142	2138	2139	2148	2018	1928	1927	1930	1937	2064	1922	2160
2000	1936	1929	1924	1916	1920	1925	1928	1931	1936	1937	1939	1942	1930	1914	1943
2001	1942	1943	1945	1946	1947	1946	1945	1947	1947	1948	1949	1952	1946	1941	1954
2002	1954	1957	1960	1964	1966	1965	1964	1972	1979	1983	1984	1987	1970	1948	1988
2003	1992	1995	1995	1984	1982	1988	1991	1992	2000	2012	2019	2225	1998	1977	2027
2004	2028	2023	2009	2013	2017	2019	2022	2023	2024	2022	2021	2018	2020	2000	2029
2005	2016	2015	2022	2004	1974	1960	1954	1955	1952	1953	1956	1954	1976	1951	2031
2006	1953	1939	1911	1903	1906	1906	1904	1905	1907	1907	1905	1907	1913	1901	1956
2007	1908	1910	1910	1917	1923	1926	1930	1930	1931	1932	1932	1932	1923	1906	1935
2008	1932	1933	1925	1925	1934	1940	1915	1908	1936	1936	1936	1936	1930	1904	1945

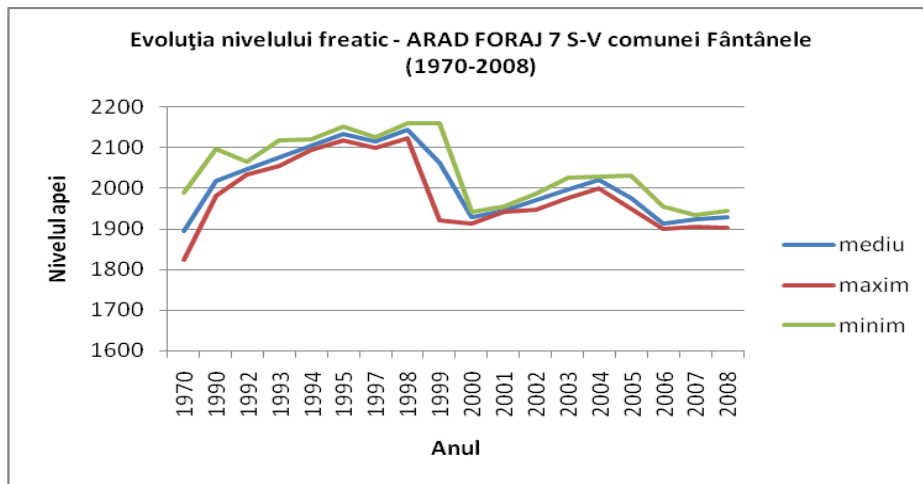


Fig.3.7

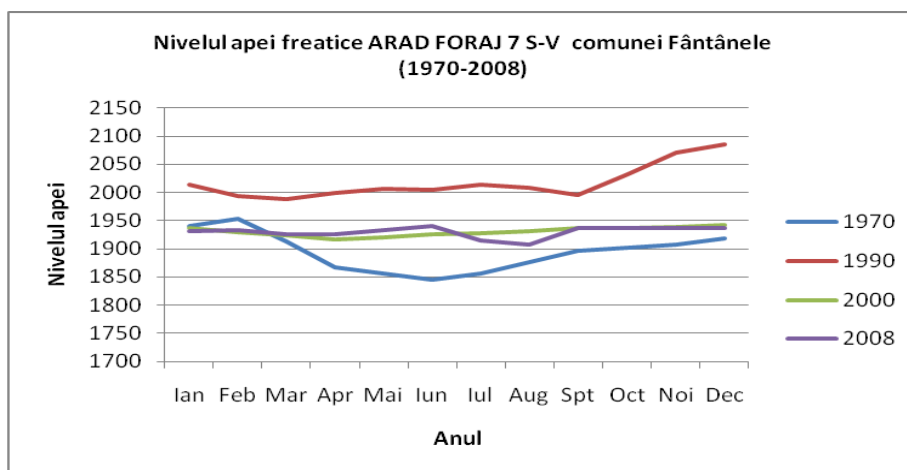


Fig.3.8

3.2 – Impactul sistemului asupra nivelului calității apelor freatice 91

Tabel 3.5 Evoluția nivelului freatic (cm) - ARAD FORAJ 1 Sud Municipiu Arad (500 m Dispecerat Aradul Nou) în perioada 1985 – 2008 [99]

ARAD FORAJ 1 Sud Municipiu Arad (500 m Dispecerat Aradul Nou)																
Anul	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Spt	Oct	Noi	Dec	Med	Max	Min	
1985	1878	1881	1886	1902	1896	1888	1886	1872	1869	1901	1903	1899	1888	1846	1914	
1990	1961	1960	1968	1962	1973	1974	1962	1956	1954	1947	1953	1944	1960	1936	1934	
1992	1943	1939	1973	2030	2058	2057	2058	2064	2063	2053	2024	2019	2023	1934	2076	
1993	2013	2028	2034	2029	2018	2015	2031	2030	2032	2026	2029	2018	2025	2004	2037	
1994	2008	1996	1987	1977	1977	1976	1978	1983	1992	1985	1973	1972	1984	1968	2011	
1995	1978	1997	2018	2050	2080	2103	2121	2121	2135	2141	2137	2118	2083	1970	2142	
1997	2041	2038	2042	2038	2037	2047	2049	2048	2057	2061	2063	2072	2049	2034	2076	
1998	2080	2077	2080	2077	2058	2041	2021	2019	2032	2039	2039	2040	2050	2008	2084	
1999	2026	1988	1960	1935	1930	1930	1935	1922	1933	1944	1945	1941	1950	1909	2043	
2000	1935	1926	1915	1897	1899	1903	1905	1910	1914	1909	1908	1915	1911	1891	1937	
2001	1918	1919	1920	1918	1912	1919	1925	1925	1925	1927	1928	1939	1923	1907	1943	
2002	1944	1946	1948	1953	1955	1955	1955	1960	1969	1980	1983	1984	1961	1941	1985	
2003	1987	1992	1993	1977	1966	1974	1985	1999	2006	2006	2008	2010	1992	1963	2011	
2004	2012	2008	1998	2000	2002	2005	2005	2006	2008	1993	1988	1983	2001	1980	2013	
2005	1978	1975	1984	1950	1940	1940	1938	1931	1932	1940	1942	1933	1949	1916	1991	
2006	1921	1904	1872	1836	1820	1806	1802	1804	1807	1809	1810	1811	1834	1800	1924	
2007	1811	1818	1822	1838	1844	1849	1847	1857	1869	1879	1882	1882	1850	1809	1885	
2008	1891	1901	1899	1899	1901	1908	1915	1926	1930	1933	1934	1934	1914	1889	1936	

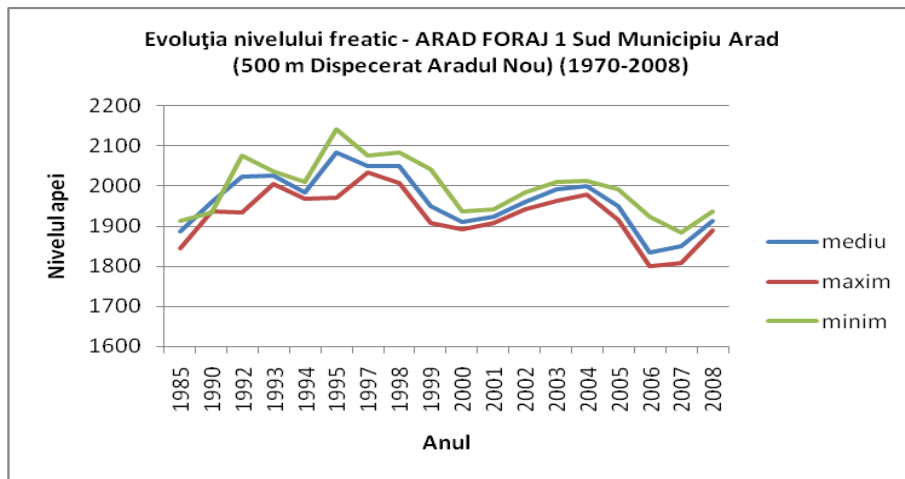


Fig.3.9

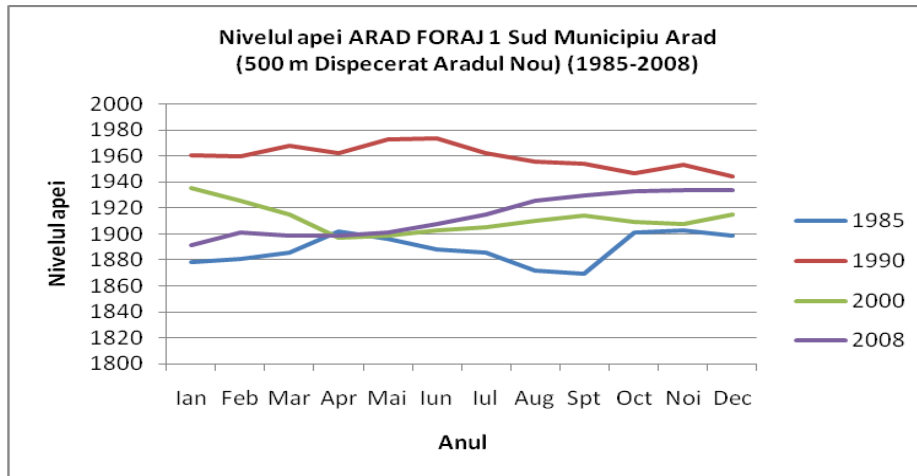


Fig.3.10

3.2.2. Calitatea apelor freactice

La darea în folosință a sistemului de irigații existau 35 puțuri de observație hidrogeologică, în prezent mai sunt în stare funcțională doar o mică parte dintre acestea. Ca urmare o apreciere a calității apei freactice se poate face pe baza rezultatelor obținute din rețeaua de supraveghere națională.

Monitorizarea calității apelor freactice se face de:

- Administrația Națională Apele Române, Administrația Bazinală de Apă Mureș – Tg. Mureș, Sistemul de Gospodărire a Apelor Arad [99], pentru cele situate în bazinul hidrografic Mureș

-APM monitorizarea forajelor de supraveghere a fenomenelor de poluare produse de sursele de poluare

Din experiența unor țări cu tradiție în activitatea protecției mediului a rezultat că aplicarea normelor tehnice de calitate pentru efluenți a condus la menținerea unor stări de calitate normală, suprafață și subterană cu toate efectele benefice din punct de vedere ecologic și economic în România, problemele legate de protecția apei sunt supuse legii apelor din septembrie 1996 precum și :

STAS 4706/1988-apa de suprafață

STAS 1342/1991-apa potabilă

STAS 12585/1987-ape din bazine de înot și din zone naturale, amenajate

Normativ C90/1980 - privind condițiile de descărcare a apelor uzate în rețele de canalizare, a apelor de suprafață și subterane

În anul 2008 s-a recoltat și analizat apa freatică dintr-un număr 17 foraje a căror concentrație medie de azotiți, amoniu, fosfați și mangan o prezintă în tabelul nr. 3.6 cu mențiunea că pesticide și metale grele nu se determină în apele freactice.

Tabel .3.6 Concentrații de azotiți, amoniu, fosfați și mangan în ape subterane (conform Legii 458/2002 și STAS 1342/1991) [99]

Secțiuni	Denumirea forajului	Poluanți				Indicatori depășiți
		NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Mn	
		CMA, mg/l				
		0,5	0,5	0,1	0,05	
		Concentrația medie, măsurată mg/l				
Amonte sistem Fântânele-Șag Arad	Păuliș F3	0,0050	0,0200	0,0650	-	-
	Păuliș F7 MA	0,0150	0,4490	0,3600	0,0320	PO ₄ ³⁻
În zona sistem Fântânele-Șag	Arad F1	0,0100	0,0250	0,1400	0,0000	PO ₄ ³⁻
	Arad F2	0,1300	0,0080	0,1200	0,0000	PO ₄ ³⁻
	Arad F3	0,0130	0,1670	0,0430	0,3480	Mn
	Arad F4	0,0113	0,2350	0,0350	0,4380	Mn
	Arad F6	0,0100	0,0000	0,0400	0,1300	Mn
Aval sistem Fântânele-Șag	Semlac F1	0,0100	0,0075	0,0850	0,0155	-
	Semlac F5	12,260	0,0050	0,0600	0,0035	NO ₂ ⁻
	Nădlac F1	0,1400	0,3100	0,2500	0,0810	PO ₄ ³⁻ , Mn
	Nădlac F2	0,1800	0,2600	0,1600	0,5200	PO ₄ ³⁻ , Mn

Valoarea concentrațiilor de azotiți, amoniu, fosfați și mangan în forajele de control din bazinul hidrografic Mureș, depășesc în general limita admisă prin STAS 1342/1988 și Legea 458/2002 și aceasta mai ales în forajele amplasate în interfluvii în apropierea localităților sau a zonelor agricole unde se practică o agricultură intensivă.

În zona de impact a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad se înregistrează depășiri numai la fosfați și mangan.

Singurul poluant care poate fi o consecință a levigării în freatic a îngrășămintelor chimice utilizate în perimetrul irigat este fosfatul.

Dacă se analizează cantitatea mare de fosfat din amonte se poate estima că depășirea nu are ca sursă apa din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad.

Se poate concluziona că sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad nu este un poluator semnificativ al apelor freatice, iar măsurile de reabilitare prin impermeabilizarea canalelor de irigație vor constitui o protecție suplimentară împotriva poluării apelor freatice.

3.2.3. Oscilațiile nivelului apelor freatice

În perioada unui an oscilațiile nivelului apelor freatice se apreciază a fi de 1-2 m. Stratul freatic îl constituie orizontul de lut greu, lut prăfos de tip loessoid a cărui permeabilitate este foarte mare.

Drenajul apei freatice este bun fiind asigurat de Mureș și văile laterale.

Prin aplicarea irigațiilor pe terenurile limitrofe nu s-au înregistrat creșteri ale nivelului pânzei freatice care să conducă la degradări sau care să se mențină ridicate.

3.2.4. Gradul de mineralizare al apelor freatice

Gradul de mineralizare al apelor freatice este foarte redus.

Pe toată suprafața sistemului de irigații au rămas un număr limitat de foraje, dar suficient pentru a se putea face observații referitoare la apa freatică, respectiv variații de nivele, grad de mineralizare și evoluția chimismului apei freatice, totodată și conținutul de microelemente conform tabelor Nr. 3.7, 3.8, 3.9.

94 Impactul irigațiilor asupra mediului și echilibrului ecologic - 3

Tabel 3.7 Evoluția chimismului și a nivelului apei freatice în perioada 1995-1999 în forajul de adâncime F6 N-V Comunei Fântânele [99]

Nr. crt.	Indicatori	UM	1995	1996	1997	1998	1999
1.	Nivel apa	cm	1077	1023	922	864	849
2.	Adâncime rec.	cm					
3.	Temp. apa	°C			13,5		8
4.	Temp. aer	°C					9
5.	PH	-	7,3	7,4	7,4	6,9	7,9
6.	CCO-Mn	mg/l	16,8/4,20	6,24/1,56	8,8/2,2	6,4/1,6	14,4/3,6
7.	Reziduu fix	mg/l	282	390	344	492	279
8.	Amoniu	mg/l	0,54/0,030	0,54/0,03	0,08/0,004	1,43/0,079	0,04/0,002
9.	Azotiți	mg/l	0,014/0,0003	0,014/0,0003	0,14/0,0003	0,003/0,0001	0,002/0,000
10.	Azotați	mg/l	0,44/0,007	0,0/0,000	0,17/0,003	1,18/0,019	1,07/0,017
11.	Cloruri	mg/l	30/0,845	28,4/0,800	49,6/1,397	69,4/1,955	8,4/0,237
12.	Sulfați	mg/l	104/2,166	33,0/0,687	54/1,125	94/1,958	47,2/0,983
13.	Alcalinitate ml	HCIn10	2,8	5,4	3,4	4,6	3,6
14.	Bicarbonați	mg/l	163,8/2,8	329,4	207,4	280,6/4,600	219,6/3,600
15.	Carbonați	mg/l	-	-	-	-	-
16.	Calciu	mg/l	49,6/2,480	62,4/3,120	67,2/3,360	99,2/4,960	40,0/2,000
17.	Magneziu	mg/l	24,0/1,998	29,2/2,401	19,46/1,600	26,27/2,160	20,41/1,678
18.	Sodiu	mg/l	28/1,217	28/1,217	22/0,956	28/1,217	26/1,130
19.	Potasiu	mg/l	1,3/0,033	1,3/0,033	0,2/0,005	2,0/0,051	1,1/0,028
20.	Fier	mg/l	1,45/0,052	2,52/0,090	0,27/0,010	1,04/0,037	0,05/0,002
21.	Mangan	mg/l	-	-	0,001/0,000	0,83/0,034	0,009/0,0003
22.	Duritate totala	Grade G	12,5	15,4	13,9	19,9	10,3
23.	Duritate temp.	Grade G	7,8	15,1	9,5	12,8	10,1
24.	Duritate perm.	Grade G	4,7	0,3	4,4	7,1	0,2
25.	Fenoli	mg/l	-				
26.	Fosfați	mg/l	0,0/0,000	0,08/0,002	0,00/0,000	0,490/0,015	0,02/0,0006
27.	Zinc	mg/l	-			0,101/0,003	0,026
28.	CO2 liber	mg/l	20,,6				
29.	Conductivitate	ms			565	605	340
30.	Suma cationi	-	5,810	6,891	5,935	8,541	4,840
31.	Suma anioni	-	5,818	6,889	5,925	8,547	4,837

3.2 – Impactul sistemului asupra nivelului calității apelor freatice 95

Tabel 3.8 Evoluția chimismului și a nivelului apei freatice în perioada 2000-2004 în forajul de adâncime F6 N-V Comunei Fântânele [99]

Nr.crt.	Indicatori	UM	2000	2001	2002	2003	2004
1.	Nivel apa	cm	895	981	1011	1024	1015
2	Adâncime rec.	cm					
3	Temp. apa	°C	5,0	14	12,5	13,5	13,5
4	Temp. aer	°C	12,0	15	11,0	18,0	14,5
5	PH	-	7,7	7,7	7,5	7,3	7,7
6	CCO-Mn	mg/l	16,72/4,18	4,0/1,0	2,88/0,72	7,08/1,77	4,04/1,01
7	Reziduu fix	mg/l	272	340	297	414	424
8	Amoniu	mg/l	0,06/0,003	0,28/0,016	0,32/0,018	0,00/0,000	2,30/0,128
9	Azotiți	mg/l	0,01/0,0002	0,00/0,000	0,01/0,0002	0,01/0,0002	0,03/0,001
10	Azotați	mg/l	0,39/0,006	0,0/0,000	0,44/0,007	0,27/0,004	0,77/0,012
11	Cloruri	mg/l	7,9/0,222	9,0/0,253	8/2,25	6,0/0,169	4,00/0,113
12	Sulfați	mg/l	60/1,250	88,4/1,842	41/0,854	185/3,854	157,5/3,281
13	Alcalinitate ml	HClN10	3,1	3,7	4,0	2,6	3,5
14	Bicarbonați	mg/l	189,1/3,1	225,7/3,7	244,0/4,0	158,6/2,600	213,5/3,500
15	Carbonați	mg/l	-	-	-	-	-
16	Calciu	mg/l	33,6/1,680	40,0/2,000	51,2/2,560	58,0/2,900	66,6/3,330
17	Magneziu	mg/l	17,5/1,439	30,2/2,483	17,50/1,439	24,6/2,023	23,3/1,916
18	Sodiu	mg/l	33/1,435	29/1,261	24/0,043	37/1,609	34/1,478
19	Potasiu	mg/l	1,0/0,025	1,1/0,028	0,87/0,022	1,7/0,043	1,1/0,028
20	Fier	mg/l	0,035/0,001	0,47/0,002	0,03/0,0010	1,212/0,043	0,131/0,005
21	Mangan	mg/l	0,003/0,0001	0,0454/0,002	0,04/0,001	0,3019/0,011	0,4069/0,015
22	Duritate totala	Grade G	8,7	12,5	11,2	13,7	14,9
23	Duritate temp.	Grade G	8,7	10,4	11,2	7,3	9,8
24	Duritate perm.	Grade G	-	2,1	0,0	6,4	5,1
25	Fenoli	mg/l	-				
26	Fosfați	mg/l	0,0/0,000	0,00/0,000	0,01/0,0003	0,000/0,000	0,00/0,000
27	Zinc	mg/l	0,015				0,0127
28	CO2 liber	mg/l					
29	Conductivitate	ms	353	441	385	538	551
30	Suma cationi	-	4,583	5,792	5,084	6,629	6,900
31	Suma anioni	-	4,578	5,795	5,086	6,627	6,907

Tabel 3.9 Evoluția chimismului și a nivelului apei freactice în perioada 2005 în forajul de adâncime F6 N-V Comunei Fântânele [99]

Nr.crt.	Indicatori	UM	2005
1.	Nivel apa	cm	916
2	Adâncime rec.	cm	
3	Temp. apa	°C	12,0
4	Temp. aer	°C	
5	PH	-	7,69
6	CCO-Mn	mg/l	1,06
7	Reziduu fix	mg/l	378
8	Amoniu	mg/l	0,310/0,0172
9	Azotiți	mg/l	0,03/0,0007
10	Azotați	mg/l	0,74/0,0119
11	Cloruri	mg/l	6,0/0,1692
12	Sulfati	mg/l	57,5/1,1971
13	Alcalinitate ml	HClIn10	5,1
14	Bicarbonati	mg/l	311,1/5,1
15	Carbonati	mg/l	-
16	Calciu	mg/l	64,0/3,1936
17	Magneziu	mg/l	24,3/1,999
18	Sodiu	mg/l	29/1,2615
19	Potasiu	mg/l	0,7/0,0179
20	Fier	mg/l	0,004/0,0001
21	Mangan	mg/l	0,0004/0,0000
22	Duritate totala	Grade	14,6
23	Duritate temp.	Grade	14,3
24	Duritate perm.	Grade	0,3
25	Fenoli	mg/l	-
26	Fosfați	mg/l	0,36/0,0114
27	Zinc	mg/l	0,012
28	CO2 liber	mg/l	
29	Conductivitate	ms	492
30	Suma cationi	-	6,4897
31	Suma anioni	-	6,4903

Concluzii asupra evoluției nivelului și chimismului apelor freactice

Situația hidrogeologică a zonei arată că la începutul funcționării amenajării în FORAJ 6 N-V comunei Fântânele nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 782 cm în anul 1970 coborând la adâncimea medie de 987 cm în anul 2008, în FORAJ 1 N-V comunei Șag nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 1750 cm în anul 1985 urcând la adâncimea medie de 1704 cm în anul 2008, în FORAJ 5 Aval 3km SP Plutitoare nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 306 cm în anul 1990 coborând la adâncimea medie de 332 cm în anul 2008, ARAD FORAJ 7 S-V comunei Fântânele nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 1894 cm în anul 1970 coborând la adâncimea medie de 1930 cm în anul 2008, FORAJ 1 Sud Municipiu Arad (500 m Dispecerat Aradul Nou), nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 1888 cm în anul 1985 coborând la adâncimea medie de 1914 cm în anul 2008.

Se observă o scădere a nivelelor apelor freactice care variază între 30 cm și 200 cm, parametrii care nu influențează alimentarea cu apă a plantelor și nu prezintă riscul de înmlăștinire și sărăturare.

Din graficele nivelelor freactice cele mai ridicate nivele freactice se observă în anii 1970-1985, în următorii ani prezentând diferite variații, dar în general sub valorile menționate anterior. În anul 2000 au fost observate din nou nivele ridicate ale apei freactice în majoritatea forajelor, datorate anului ploios.

Gradul de mineralizare al apelor freactice este foarte redus: amoniu reprezentând valori cuprinse între 0-0.32 mg/l, azotații 0.00-0.77 mg/l, magneziu 17.5-30.2 mg/l, potasiu 0.70-2.0 mg/l, fosfați 0.00-0.49 mg/l, iar PH are valoare aproximativ 7.5

4. IMPACTUL APLICĂRII IRIGAȚIILOR ASUPRA SOLULUI ÎN SISTEMUL FÂNTÂNELE-ȘAG ARAD

Solul este definit ca stratul de la suprafața scoarței terestre. Este format din particule minerale, materii organice, apă, aer, organisme vii. Este un sistem foarte dinamic care îndeplinește multe funcții și este vital pentru activitățile umane și pentru supraviețuirea ecosistemelor. Solul este o resursă neregenerabilă care îndeplinește multe funcții vitale: producerea de hrană/biomasă, depozitarea, filtrarea și transformarea multor substanțe (incluzând apa, carbonul, azotul), sursa de biodiversitate, habitate, specii și gene, servește drept platformă mediu fizic pentru oameni și activitățile umane, sursă de materii prime, patrimoniu geologic și arheologic, etc.

4.1. Aprovizionarea controlată a solului cu apă prin aplicarea irigațiilor

În raport de cerințele plantelor cultivate, reprezintă o acțiune care trebuie privită prin prisma a cel puțin două aspecte esențiale, unul dintre acestea este efectul imediat asupra recoltelor scontate, iar cel de-al doilea se referă la ceea ce se petrece pe termen lung în ceea ce privește evoluția stării ameliorative a solului din amenajările de irigații. Deci irigațiile reprezintă un factor de prim ordin ce influențează condițiile de mediu cu efecte hotărâtoare asupra plantelor, solului și atmosferei prin crearea unui microclimat specific, ținând seama de faptul că apa necesară culturilor agricole, pătrunde în corpul plantelor prin intermediul solului, este firesc ca atunci când se acționează asupra factorului apă să se cunoască proprietățile sale (calitatea apei de irigat), cerințe față de apă ale diferitelor culturi și influența factorilor climatici asupra lor și posibilitățile oferite de diferite soluri pentru înmagazinarea, păstrarea și punerea la dispoziția plantelor a apei administrate prin irigație, având în vedere păstrarea echilibrului necesar între apă și regimul nutritiv de aer din sol.

4.2. Proprietăți fizice ale solului

Din cuprinsul solului mai fac parte și lumea vie a faunei și microorganismele, agent principal a transformărilor din sol, caracterul acesta fiind propriu însușirii principale solului – fertilitatea.

Din punct de vedere fizic solul se poate defini ca un sistem eterogen, polifazic, dispers, structurat și poros.

În concluzie jumătate din volumul solului reprezentat de faza solidă și câte un sfert de fazele lichide și gazoase.

4.2.1. Textura solului

Textura solului sau compoziția mecanică este conținutul procentual al diferitelor fracțiuni granulometrice. Între conținuturile diferitelor fracțiuni granulometrice din sol există o corelație evidentă între conținutul de argilă (sub 0,002 diametru) și cel de argilă fizică (sub 0,01 diametru). Praful se situează pe o poziție intermediară între argilă și nisip. În relație cu apa acesta are importanță în ceea ce privește ascensiune capilară și formarea crustei. Nisipul are însușiri opuse argilei în sensul că atribuie solului o permeabilitate mai bună, dar o capacitate de reținere a apei mai redusă.

Textura solului este o însușire foarte stabilă are o legătură directă cu folosirea irigațiilor. Pe solurile cu textură grosieră apa se pierde prin infiltrații, sunt necesare udări mai dese iar necesitatea fertilizării apare în măsură mai mare decât pe alte soluri. Deci aici sunt necesare măsuri mai severe în ceea ce privește rețeaua de transport și distribuție a apei de irigat în vederea prevenirii pierderilor prin infiltrații.

Solurile cu textură mijlocie prezintă caracteristicile cele mai favorabile pentru irigații, în timp ce solurile cu textură fină se caracterizează prin cantități foarte mari de apă inaccesibilă pentru plante.

4.2.2. Structura solului

Modul de grupare al particulelor elementare în unități structurale de anumite forme și mărimi. Sub acțiunea a două categorii de procese :de agregare a particulelor și de separare în fragmente a masei solului.

Prin gruparea acestor aglomerări și prin activități de ordin biologic se formează o porozitate complexă caracteristică ce conferă solului sub raport constitutiv atributul de sistem eterogen polidispers, structurat și poros.

Pe lângă dimensiunea particulelor elementare care definește textura și modul de asociere al acestora, comportarea fizică a solului depinde cel puțin în egală măsură în așezarea mai laxă sau mai strânsă a particulelor elementare și elementelor structurale. Starea de așezare se exprimă prin indicatori diferiți printre care densitatea aparentă, porozitatea și gradul de tasare.

Sub aspect pedologic zona luată în studiu este caracterizată prin soluri din grupa cernoziomurilor levigate, foarte slab pseudogleizate, pe cea mai mare suprafață.

4.3. Principalele forme de degradare pe care le poate suferi solul datorită deficitului sau excesului de apă

Solul poate suferi în urma irigării următoarele procese de degradare:

- eroziunea
- degradarea materiei organice
- contaminarea
- salinizarea
- compactarea
- pierderea biodiversității solului
- scoaterea din circuitul agricol
- aruncările de teren și inundațiile

Principalele forme de degradare care se pot instala în sistem datorită pierderilor de apă sunt înmlăștinirea și salinizarea secundară, efecte negative se intercondiționează și pot apărea simultan.

Datorită infiltrațiilor de apă din canalele de suprafață, infiltrațiilor de apă din conductele de irigații subterane degradate sau datorită irigațiilor aplicate nerațional cu norme de udare mai mari decât cele necesare se produce fenomenul de înmlăștinire care duce la principalele de degradarea solului.

4.4. Concluzii privind impactul aplicării irigațiilor asupra solului în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad

Solurile din perimetrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad predominant cernoziomice au clasa de pretabilitate pentru agricultură I, II și mai puțin III.

Nivelul de aplicare al îngrășămintelor chimice este redus, ceea ce asigură un impact redus asupra factorilor de mediu dar prezintă și pericolul epuizării resurselor nutritive din sol.

Aplicarea pesticidelor prezintă risc de poluare al solului, al apelor și apelor freatice.

În aria sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad s-a aplicat o cantitate redusă de pesticide, cca 50% din necesar, iar substanțele folosite au făcut parte din grupa a III-a și a IV-a de toxicitate, deci se utilizează substanțe mai puțin toxice.

Solurile nu sunt în pericol de erodare întrucât irigarea prin stropire aduce în sol o cantitate de apă mai mică decât rata de infiltrație.

Eroziunea eoliană este și ea redusă în perioada de vegetație deoarece stropirea terenurilor produce și creșterea coeziunii particulelor.

Prezența în Nordul și Sud-Estul sistemului a unor suprafețe cu soluri sărăturate impune monitorizarea acestora și aplicarea de măsuri ameliorative.

Datorită calității apei Mureșului care are clasa de salinitate C₂, C₃, solurile pot suferi un proces lent de salinizare, dacă nu sunt aplicate tehnologiile agricole adecvate.

Condiții tehnice de calitate a apelor pentru irigarea culturilor agricole (STAS 6325-75) conform tabelului nr. 4.1.

Tabel 4.1 Concentrația ionilor de hidrogen (PH)

Denumirea indicatorului	Neutră	Slab calcică	Slab alcalină	Metoda de verificare
Concentrația ionilor de hidrogen	6,5-7,2	5,5-6,4	7,3-8,6	STAS 6325-75

Utilizarea unor ape pentru irigarea culturilor agricole ce au PH-ul mai mic de 5,5 sau mai mare 8,6 produce procese de degradare secundară a solului ceea ce nu este cazul în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad.

Monitorizarea efectuată, conform proiectului inițial, în cadrul sistemului național de monitorizare al solului. În zona sistemului de irigații funcționează puncte de monitorizare a solului cu următoarele atribuții:

- Cruceni (Șag) – urmărirea tasării și compactării secundare pe soluri cu slabe diferențieri texturale
- Fântânele – urmărirea proceselor de pseudogleizare în arealele irigate prin aspersiune.

Pentru obținerea de rezultate concludente asupra calității solului sunt necesare 10 puncte de monitorizare, care se vor stabili efectiv în colaborare cu A.N.I.F. FILIALA ARAD și reprezentanții O.U.A.I. Fântânele Arad, O.U.A.I. Șagu II.

În perimetrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad sunt câteva ferme zootehnice de creștere a păsărilor, porcinelor și bovinelor la Arad, ferme de porcine la Șag și ferme de păsări și bovine la Fântânele.

Prin programul de reorganizare a fermelor zootehnice și înființarea noilor unități se realizează sisteme ecologice de gestionare a dejecțiilor prin fertilizare pe solurile deținute de proprietari, se impune aplicarea legislației al MADR (Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale) respectiv Legea 242/197/2005 referitoare la sistemul național de monitoring integrat al solului de supraveghere, control și decizii pentru reducerea aportului de poluanți proveniți din surse agricole și de management al reziduurilor organice provenite din zootehnie în zone vulnerabile și potențial vulnerabile la poluarea cu nitrați, și aplicarea celor mai bune tehnice disponibile în domeniul agricol. Astfel se vor respecta dozele admisibile de fertilizant rezultat din prelucrarea dejecțiilor din fermele zootehnice aplicate la hectar, în funcție de conținutul de săruri al solului.

Zonele critice sub aspectul degradării solului sunt zonele de exploatare al hidrocarburilor de la Bodrog, dar această zonă este limitrofă și nu este cuprinsă în perimetrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad ce urmează a fi eficientizat și re tehnologizat.

5. EVALUAREA TENDINȚEI DE EVOLUȚIE CLIMATICĂ ȘI REACTUALIZAREA NECESARULUI DE APĂ ÎN SISTEMUL DE IRIGAȚII FÂNTÂNELE-ȘAG ARAD

Sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad se află în zona de sud est respectiv zona sud a municipiului Arad la sudul râului Mureș. Zona se caracterizează printr-un climat semiarid, sau subumed uscat, supusă deșertificării și fiind inclusă în suprafața de 30% din suprafața totală, respectiv cca 40% din suprafața agricolă a României.

Din punct de vedere al indicelui de ariditate, perimetrul se încadrează în zona tipului de umiditate uscat și moderat uscat (după Donciu), unde raportul dintre precipitații (P) și evapotranspirația potențială (ETP), acesta fiind un mod mai complet de caracterizare a climei.

Să nu omitem un complex de factori care au stat la baza infrastructurii acestei amenajări, respectiv etapa de studiu care a fost între anii 1963-1965, deci 50 ani, timp în care seceta în zonă s-a accentuat, vânturile s-au intensificat, deci indicele de ariditate crescând indica un grad mai mare de ariditate a zonei Fântânele-Șag Arad. Totuși suprafața amenajării la nivel macro face parte din Câmpia Panonică respectiv sud – estul acestei câmpii.

Producerea secetei precum și aridizarea care sunt determinate în zonă atât din cauze naturale, respectiv cantități mici de precipitații ori lipsa acestora pe perioade mari de timp, sau lipsa precipitațiilor în perioadele critice pentru dezvoltarea culturilor.

Totodată factorii de natură antropică, cum ar fi defrișările iraționale, plus programele greșit concepute de creștere a arabilului, în final tot defrișări, care împreună cu efectele de încălzire globală au condus la accelerarea aridizării și deșertificării.

În ultimii 20 ani situația meteorologică datorată schimbărilor climatice globale, în România seceta a devenit normalitate, impunându-se aplicarea irigațiilor.

În consecință toate zonele țării pot fi afectate de secetă, în diferite grade de intensitate și pentru perioade de timp mai îndelungate sau mai scurte, situație în care se găsește și amenajarea de irigații Fântânele-Șag Arad.

Anii secetoși sunt anii în care precipitațiile sunt deficitare, respectiv cantitatea totală de precipitații se situează sub valoarea medie multianuală considerată normală, iar distribuția ploilor pe parcursul sezonului de vegetație este necorespunzătoare, insuficientă comparativ cu cerințele agricole.

Schimbările în regimul climatic al României se încadrează în contextul global și nu se arată a fi schimbări în bine nici pentru viitorul suprafețelor din vestul țării, respectiv teritoriul pe care se află amplasată amenajarea Fântânele-Șag Arad suprafața pe care facem acest studiu.

Aceste schimbări în timp impune recalcularea tendinței de evoluție climatică și astfel reactualizarea necesarului de apă pentru aplicarea irigațiilor în vederea reabilitării și re tehnologizării acestui sistem de irigații.

Evaluarea tendinței de evoluție climatică-aspecte teoretice de calcul [35,63]

Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad din punct de vedere climatic se încadrează în zona temperată unde 6-9 luni pe an temperatura este peste 10°C iar tipul de climă este moderat uscat unde $\alpha=0,51-0,92$ calculată după formula [63]:

$$\alpha = P/ETp \quad (5.1.)$$

unde: α - indice de ariditate

ETp- evapotranspirația de referință

P - precipitațiile căzute

Un alt mod de exprimare calitativă a climei, în raport cu cerințele folosințelor agricole pe teritoriul României este zonarea agroclimatică concepută de Berbecel în 1983 pe baza a doi parametri: Σt = suma temperaturilor pozitive ca valori medii multianuale (°C/an) și ΣP = precipitațiile medii multianuale (mm/an). Din acest punct de vedere sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad se încadrează în zona moderată - subumedă cu $\Sigma t = 3400-4000^\circ\text{C}/\text{an}$ și $\Sigma P = 550-650 \text{ mm}/\text{an}$. Irigația este necesară în această zonă și care în cea mai mare parte acoperă suprafața cu potențial amenajabil pentru irigații.

În zonele semiaride - umede irigația are un caracter temporar sau de completare a deficitului de apă al solului.

La nivel mondial există și un alt indice, notat cu simbolul MAI (Moisture Adequacy Index) propus de G. Hargreaves. Indicele evidențiază efectul gradual al lipsei de apă asupra producției agricole pentru un anumit climat și se exprimă ca raport între valoarea precipitațiilor căzute cu asigurarea de 75% (P_{75}) și cea a evapotranspirației de referință (ETp):

$$MAI = \frac{P_{75}}{ETp} \quad (5.2)$$

Autorul acestui indice recomandă pentru calculul parametrului P_{75} relația:

$$P_{75} = P_m - 0,74 \times SD \quad (5.2.1)$$

Pentru situația în care $P_m > 0,3 \times ETp$, în care:

P_m - reprezintă media aritmetică a șirului de valori înregistrate;

SD - abaterea standard (deviația) calculată pentru șirul de valori ale precipitațiilor înregistrate.

Aceste criterii de clasificare au fost stabilite pe baza unor multiple cercetări efectuate la diferite culturi, ce au permis următoarea ecuație empirică:

$$y = 0,8 \cdot x + 1,3 \cdot x^2 - 1,1 \cdot x^3 \quad (5.3)$$

în care:

$$y = \frac{y_i}{y_{\max}} \text{ și } x = MAI$$

y_i = valoarea producției agricole corespunzătoare unei valori a indicelui ($x = MAI$);

y_{\max} = valoarea maximă a producției agricole a unei culturi.

Este interesant de urmărit comportarea relației 5.3 în raport cu valorile (x) din care rezultă limitele

pentru $x=0 \rightarrow P_{75} = 0$ și producția $y_i=0$;

$$\text{pentru } x=0,3 \rightarrow y = \frac{y_i}{y_{\max}} = 0,327 \rightarrow y_i \cong \frac{1}{3} y_{\max};$$

pentru $x=1 \rightarrow P_{75}=E_{tp}$ și $y=1$, ceea ce înseamnă că producția este maximă ($y_i=y_{\max}$);

$$\text{pentru } x=1,33 \rightarrow y = \frac{y_i}{y_{\max}} = 0,77 \rightarrow y_i \cong 0,77 \cdot y_{\max} ;$$

De menționat faptul că, utilitatea indicilor prezentați este aceea de a evalua gradul de necesitate a introducerii irigației într-o anumită zonă climatică și caracterul acesteia (continuu sau temporar). Acești indici nu pot însă substitui stabilirea necesarului apei de irigații la diferite niveluri de asigurare.

După Manole E. [63], rezultă următoarele concluzii:

- în sezonul cald, există o tendință de creștere a deficitului climatic (Δ) în timp, depășind media anuală în jurul deceniului V - VI al secolului trecut. Aceasta poate fi reținută ca o confirmare a faptului că în zonă există o tendință de accentuare a secetei globale pe durata sezonului de irigații.

- evoluția deficitului climatic este diferită pe lunile din perioada caldă rezultă că tendința cea mai mare de creștere a deficitului se manifestă în luna iulie, apoi în lunile iunie și septembrie. În restul lunilor din perioada caldă (aprilie, mai și august), deficitul climatic se află în regim relativ staționar, intensitatea necesității irigației: iulie, august, iunie, septembrie, mai și aprilie.

Acest lucru o să fie calculat și pentru studiul de caz de la sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad.

Metode pentru recalcularea necesarului de apă pentru irigații.

În faza de exploatare a sistemului de irigații, se apelează la evaluarea normei nete de irigare (M_o) și a consumului prin evapotranspirație (ET_r), pentru fiecare lună calendaristică din perioada de vegetație a fiecărei culturi (perioada aprilie-septembrie).

Complexitatea procesului de evapotranspirație și a surselor de acoperire (din atmosferă, sol și irigații), impune ca metodele de calcul (bazate pe modele probabilistice) să se fundamenteze pe cercetări multianuale pentru fiecare cultură și zonă pedoclimatică.

În acest scop, s-a realizat o școală românească pentru cercetarea științifică a consumului de apă după cel de-al doilea război mondial. Pe baza acestor rezultate au fost fundamentate soluțiile tehnice de dimensionare a sistemelor noastre de irigații. Cel care a pus bazele acestei școli este academicianul Marcu Botzan [12], având ca succesori de renume pe Nicolae Grumeza, Oleg Mercuriev, Cornel Tușa, Klepș Cristian [38], ș.a.

Ecuția bilanțului de apă în circuit deschis ($A_f=0$), utilizată de către instituțiile de cercetare în rețeaua câmpurilor experimentale, pentru o anumită cultură și durata unei luni calendaristice, este după Manole E. [63]:

$$ET_{r_o} = \Delta R + P + M \quad (5.4)$$

în care:

ET_{r_o} este consumul optim real prin evapotranspirație al unei culturi, obținut prin ecuația (5.4) în urma măsurătorilor directe ale parametrilor ΔR , P și M ;

$\Delta R = R_i - R_f$ este variația rezervei de apă a solului pe perioada de bilanț;

R_i - este rezerva inițială de apă în sol, determinată prin metoda gravimetrică, la începutul lunii de calcul;

R_f - este rezerva finală de apă în sol, la sfârșitul lunii de calcul;

P - reprezintă precipitațiile lunare brute, căzute și înregistrate la o stație meteorologică sau câmp de cercetare;

M - este norma lunară brută de irigație, măsurată volumetric și aplicată în câmpurile experimentale

Este recunoscut faptul că atât normele lunare de irigație (M), cât și precipitațiile lunare brute (P) nu pot fi utilizate integral de către plante, ceea ce conduce la o supraevaluare a consumului lunar de apă (ETR_o) determinat cu relația (5.4). De aceea, se impune corectarea acestei relații prin acceptarea și utilizarea a doi parametri: norma netă de irigare (M_o) și a precipitațiilor utile (P_u), astfel definite:

M_o - norma lunară de irigație netă, consumată integral prin evapotranspirație < M;

P_u - precipitațiile lunare utile, consumate integral prin procesul de evapotranspirație < P.

Dacă se consideră că randamentul cu care s-a aplicat norma lunară de irigație (M) în câmpurile experimentale este (η_a), atunci prima corecție a ecuației este:

$$\eta_a = \frac{M_o}{M} \Rightarrow M = \frac{M_o}{\eta_a}, \eta_a < 1$$

unde: η_a - randamentul cu care s-a aplicat norma lunară de irigație (M) în câmpuri experimentale

M-norma lunară de irigație

M_o-norma lunară de irigație netă

A doua corecție constă în introducerea coeficientului de valorificare a precipitațiilor lunare înregistrate, adică:

$$c_v = \frac{P_u}{P} \Rightarrow P = \frac{P_u}{c_v}, c_v < 1$$

unde: c_v-coeficient de valorificare a precipitațiilor

P-precipitațiile lunare brute

P_u-precipitațiile lunare utile

Prin introducerea coeficienților (c_v) și (η_a) se obține forma corectată a ecuației de bilanț:

$$ETr = \Delta R + C_v \cdot P + \eta_a \cdot M \quad (5.5)$$

în care ETr, este consumul lunar real prin evapotranspirație al unei culturi < ETR_o.

Relația are rațiunea de a mări precizia calculelor de evaluare a consumului lunar real (ETr) și implicit a normei nete de irigare (M_o), datorită faptului că împreună, prezintă valorile parametrilor de cercetare publicate în literatura de specialitate în ultimi 50 de ani.

Întrucât datele meteorologice ce servesc la calculul evapotranspirației potențiale climatice sunt înregistrate pe perioade mult mai mari, prin intermediul valorilor medii ce leagă parametri reali cu cei climatici (măsurați în perioada de cercetare) se extrapolează șirul de date pe toată durata stației meteorologice. În acest sens se mărește precizia de stabilire a valorii M_o sau ETr.

Astfel, pentru o cultură, (ETR_o) obținut din ecuație în luna (j) a anului (n) s-a legat de evapotranspirația potențială (ET_p) calculată pentru aceeași lună (j) din același an (n) prin coeficientul de corecție al culturii (dc):

$$dc = \frac{ETR_o}{ET_p} \quad (5.6)$$

precizând încă odată că ET_p este evapotranspirația potențială sau de referință, calculată pe baza datelor climatice înregistrate în același timp (lună și an) cu execuția măsurătorilor directe asupra consumului real ET_{Ro} .

Dintre relațiile de calcul ale (ET_p) ce folosesc parametri climatici în România, s-a adaptat ecuația Thornthwaite (ce utilizează valorile medii ale temperaturilor lunare și latitudinea stației meteorologice). Relația (ET_p) adaptată în calculul coeficientului (dc), capătă denumirea de evapotranspirația potențială climatică de referință. La încheierea unui ciclu de cercetări (10-25 ani) pentru o cultură, a rezultat un coeficient de corecție (dc) specific acestei culturi și lunii de calcul prin media aritmetică a șirului de valori multianuale. Aceste valori sunt publicate în literatura noastră de specialitate. Cu ajutorul acestui coeficient se pot extrapola valorile consumului lunar real (ET_{Ro}) pe toată perioada de date a stației meteorologice de influență.

Pentru a stabili legătura dintre rezerva de apă din sol (ΔR) și evapotranspirația potențială de referință (ET_p) se introduce coeficientul de sol (ds) ca un coeficient ce arată cota de participare a apei din sol la acoperirea consumului prin evapotranspirație calculat în câmpurile experimentale (ET_{Ro}):

$$ds = \frac{\Delta R}{ET_{Ro}} \text{ sau } ds = \frac{\Delta R}{dc \cdot ET_p}$$

Atât valorile coeficientului (dc) cât și (ds) se găsesc sau pot rezulta din publicațiile de specialitate.

Cunoscând acești coeficienți cele două relații devin:

$$dc \cdot ET_p = ds \cdot dc \cdot ET_p + P + M \quad (5.4')$$

$$ET_r = ds \cdot dc \cdot ET_p + c_v P + \eta_a M \quad (5.5')$$

Din ecuație, rezultă:

$$dc \cdot ET_p = ds \cdot dc \cdot ET_p + P + \frac{M}{\eta_a} \quad (5.6')$$

care, particularizată pentru o cultură și luna de calcul (j) devine:

$$(Mo)_j = \eta_a [dc \cdot ET_{pj} (1 - ds) - P_j] \quad (5.6'')$$

Din relația (5.6'') se determină norma netă lunară de irigație (Mo).

Pentru a stabili nivelul de asigurare a acestei norme (Mo) se utilizează metoda bilanțului cronologic care presupune:

- calculul se efectuează separat, pentru fiecare cultură;
- cu ajutorul ecuației (5.6'') se calculează Mo pentru fiecare lună din anii de analiză (N), determinând ET_p ;
- se însumează normele nete lunare pentru fiecare an (i) din șirul (N) (suma valorilor Mo din lunile IV - IX);
- se ordonează descrescător valorile obținute după însumare;
- se identifică anul pentru fiecare sumă din coloana ordonată;
- se calculează asigurarea de nedepășire cu formula lui Cegodaev:

$$An_i \cong 100 \cdot \frac{N - i + 0,7}{N + 0,4} (\%)$$

- se stabilesc valorile sumei la asigurarea de calcul și corespunzător aceluși an se consideră valorile normelor lunare nete la nivelul asigurării respective;

- în mod analog, se poate determina norma netă lunară la un anumit nivel de asigurare și pentru o anumită lună (iulie) din șirul de ani.

Manole E. [63] propune o metodă nouă de calcul pentru asigurarea deficitului climatic, care are în vedere următoarele aspecte și metodologie:

- Întrucât pe șirul de ani ($N > 25$) există date de la stația meteorologică de influență asupra sistemului de irigații ce se analizează, s-a apelat la „deficitul climatic” ($\Delta = ET_p - P$) pentru exprimarea celor doi parametri de calcul (M_0 și ET_r). Legătura între norma netă lunară de irigație și deficitul climatic este:

$$M_0 = k(ET_p - P) = k \cdot \Delta$$

iar pentru consumul lunar real ET_r :

$$ET_r = \lambda \cdot (ET_p - P) = \lambda \cdot \Delta$$

- indicele de aridizare sau umezeală (α), după Manole E. [63] :

$$\alpha = \frac{P}{ET_p}$$

- factorul (k), determinat după Manole E. [63] :

$$k = \eta_a \frac{dc(1 - ds) - \alpha}{1 - \alpha}$$

- coeficientul (λ) rezultă după Manole E. [63] astfel:

$$\lambda = k + \frac{ds \cdot dc + c_v \alpha}{1 - \alpha} \quad (5.7.)$$

Factorii atmosferici (climatici) ce guvernează procesul de consum prin evapotranspirație sunt integrați în deficitul climatic $\Delta = ET_p - P$, ce variază lunar pe întregul șir de ani (N). Dar, la aceeași stare de deficit climatic (Δ), fiecare cultură este influențată diferit atât ca ritm de consum (ET_r) cât și prin norma de irigație necesară (M_0), influență exprimată prin cei doi parametri (k) și (λ).

De aceea, asigurarea de calcul se aplică numai pentru a stabili valoarea $\Delta = ET_p - P$ la cele două nivele de asigurare:

- asigurarea de nedepășire a deficitului, de 80%, cu valorile distribuite pe lunile IV-IX, necesară dimensionării hidraulice și constructive a sistemului pentru luna cu consumul maxim al apei de irigații (iulie) și a verificării volumului la sursă;

- asigurarea de nedepășire a deficitului, de 50%, cu valorile distribuite pe lunile IV-IX, necesară bazei de calcul a eficienței tehnico-economice a investiției, construirii și echipării sistemului, precum și a parametrilor multianuali de exploatare: consum net de apă pentru irigații, consum mediu de energie pentru pomparea apei, cheltuieli medii multianuale de întreținere și reparații, ș.a.

Avantajul acestei metode constă în faptul că se determină nivelul de asigurare pentru deficitul climatic (Δ) apoi se calculează norma netă de irigare pentru fiecare cultură.

Manole E. [63] introduce un coeficient (dc') de forma:

$$dc' = \eta_a [dc(1 - ds) - \alpha] + ds \cdot dc + c_v \alpha \quad (5.8)$$

Dacă $ds \approx 0$ (textura N) $\rightarrow dc' = \eta_a [dc - \alpha] + c_v \alpha \rightarrow$

$$dc' = \eta_a \left[dc - \alpha \left(1 - \frac{c_v}{\eta_a} \right) \right] \quad (5.8')$$

După Manole E. [63] pentru evaluarea coeficienților de valorificare a precipitațiilor căzute se recomandă relația (5.9)

$$1 > c_v > \eta_a - dc \frac{(1-ds) \cdot \eta_a + ds}{\alpha} \quad (5.9)$$

Relația (5.9) permite evaluarea coeficientului de valorificare a precipitațiilor căzute dacă se cunosc : dc, ds, η_a și α .

Din diferența celor doi coeficienți de corecție (dc - dc') rezultă:

$$dc \cdot ETp = \Delta R + P + \frac{M_0}{\eta_a}$$

$$dc' \cdot ETp = \Delta R + c_v P + M_0 |_{-1}$$

$$(dc - dc') \cdot ETp = (1 - c_v)P + M_0 \left(\frac{1}{\eta_a} - 1 \right) \text{ sau}$$

$$dc - dc' = (1 - c_v)\alpha + \frac{M_0}{ETp} \cdot \left(\frac{1}{\eta_a} - 1 \right) \quad (5.10)$$

Apelând la relația: $M_0 = k(ETp - P) = k \cdot \Delta$ și substituind valoarea (k) din relația (5.10) va rezulta și această formă de exprimare:

$$dc - dc' = (1 - c_v)\alpha + k(1 - \alpha) \cdot \left(\frac{1}{\eta_a} - 1 \right) \quad (5.10.1)$$

în ipoteza cunoașterii tuturor parametrilor din relația (5.10.1.), norma netă de irigație (M_0) după Manole E. [63] poate fi evaluată și prin metoda bilanțului cronologic pe baza următoarei relații:

$$M_0 = \frac{(dc - dc') - (1 - c_v)\alpha}{\left(\frac{1}{\eta_a} - 1 \right)} \cdot ETp \quad (5.11)$$

La recalcularea necesarului de apă pentru irigații, a tendinței evoluției climatice se pune problema de a stabili diferența dintre normele de irigare proiectate prin metoda bilanțului cronologic (în baza ecuației 5.4) și cea abordată conform ecuației (5.5).

Prin metoda bazată pe relația (5.4.), ΔR se anulează între două luni succesive întrucât rezerva finală (R_f) a lunii de calcul devine rezervă inițială (R_i) a lunii ce urmează, astfel că prin această metodă nu se apelează la coeficientul (ds).

$$M = ETp - P$$

$$M_0 = k \Delta = k(ETp - P)$$

$$M = dc \cdot ETp - P$$

$$M_0 = k(1 - \alpha)ETp$$

$$M = dc \cdot ETp(1 - \alpha)$$

Se notează diferența (δ) exprimată procentual din norma (M) astfel:

$$\delta = \frac{M - M_0}{M} \cdot 100 \rightarrow \delta = \left(1 - \frac{M_0}{M} \right) \cdot 100,$$

în care înlocuind pe M_0 și M cu relațiile de mai sus se obține:

$$\delta = \left[1 - \frac{k(1-\alpha)}{dc(1-\alpha)} \right] \cdot 100 \rightarrow \delta = \left(1 - \frac{k}{dc} \right) \cdot 100$$

$$\text{sau: } \delta = \left(1 - \eta_a \frac{dc(1-ds) - \alpha}{dc(1-\alpha)} \right) \cdot 100$$

$$\delta = \left(1 - \eta_a \frac{1 - \left(ds + \frac{\alpha}{dc} \right)}{1-\alpha} \right) \cdot 100, (\% \text{ din } M) \quad (5.12)$$

Studiu caz pentru sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad [54] – datele determinate în câmpul experimental Arad conform figurii 5.1.- Graficele privind coeficientul de transformare (K_t) determinați în câmpul experimental Arad - studiul evoluției climatice [61].

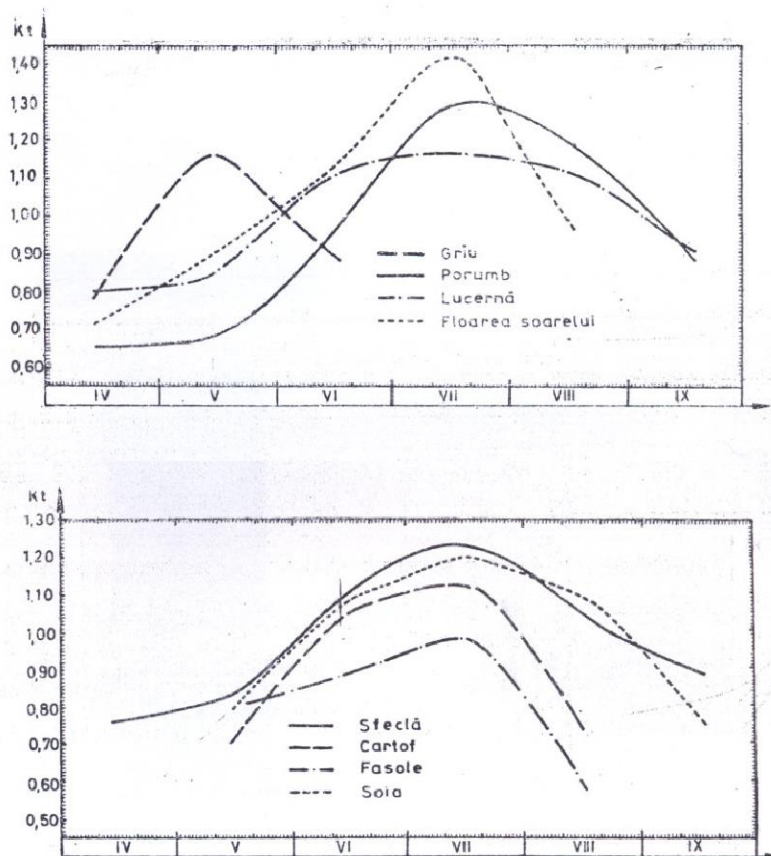


Fig.5.1. Grafice privind coeficienții de transformare (K_t) determinați în câmpul experimental Arad [37,39]

Exemplu de calcul al normelor de irigații lunare pentru sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad

Valorile, coeficientului de corecție al culturii (d_c), coeficientului de sol (d_s), coeficient ce arată cota de participare a apei din sol la acoperirea consumului prin evapotranspirație calculat în câmpurile experimentale, indicelui de ariditate în funcție de tipul de climă (α) și a randamentului cu care s-a aplicat norma lunară de irigație (M_o) în câmpurile experimentale (η_a), rezultă după Manole E. [63], astfel:

$$\begin{array}{ll} d_c=1,26 & \alpha=0,51 \\ d_s=0,05 & \eta_a=70\% \end{array}$$

$$\delta = \left(1 - 0.7 \frac{1 - \left(0.05 + \frac{0.51}{1.26} \right)}{1 - 0.51} \right) \cdot 100 = 23\%$$

$$\delta = 23\%$$

Înseamnă că prin bilanțul cronologic se supradimensionează necesarul net al apei de irigație cu până la 23%.

Pentru reactualizarea necesarului de apă de irigații s-au obținute rezultate asupra consumului de apă la principalele culturi irigate în zonă.

Rezultatele calculului necesarului de apă pentru irigații sunt prezentate în tabelele 5.1 și 5.2 și cuprind normele de irigație lunare pentru sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad în anul 2002 respectiv 2009.

Din analiza datelor din tabelul nr.5.1 și nr.5.2 se constată următoarele:

- norma de irigație anuală pe total plan cultură este de 2040 mc/ha în anul 2002 și 1050 mc/ha în anul 2009 față de valoarea utilizată în STE (1967) egală cu 3600 mc/ha, diferență care se justifică prin lipsa datelor de cercetare în ecuația bilanțului hidrologic și a datelor climatice utilizate în calculul Etp.

- norma de irigație în luna cu consum maxim (iulie) în anul 2002 este 800 mc/ha față de valoarea utilizată în dimensionarea sistemului, egală cu 1200 mc/ha. Apare de aici o diferență substanțială între debitul specific reactualizat de 0,3 l/s/ha față de cel considerat inițial. Întrucât dimensionarea lucrărilor din sistem s-a efectuat cu un debit brut de 0,8 l/s/ha, rezultă că acestea sunt corespunzătoare în luna iulie la un randament minim de folosire a apei egal cu 38%.

- norma de irigație în luna cu consum maxim (iunie) în anul 2009 este 425 mc/ha față de valoarea utilizată în dimensionarea sistemului, egală cu 1200 mc/ha. Apare de aici o diferență substanțială între debitul specific reactualizat de 0,4 l/s/ha față de cel considerat inițial. Întrucât dimensionarea lucrărilor din sistem s-a efectuat cu un debit brut de 0,8 l/s/ha, rezultă că acestea sunt corespunzătoare în luna iunie la un randament minim de folosire a apei egal cu 50%.

Cultura	P %	aprilie			mai			iunie					
		ETp	P	α	Δ	ETp	P	α	Δ	ETp	P	α	Δ
		30.38	24.3	0.8	6.08	40	22	0.55	18	92.45	49	0.53	43.45
		dc	ds	k	Mo	dc	ds	k	Mo	dc	Ds	k	Mo
Porumb	29	0.81	0.2	0.66	4.01	0.75	0.15	0.68	12.24	0.85	0.10	0.9	39.11
Grâu	50.98	1.88	0.2	0.82	4.99	1.85	0.2	1.15	20.7	1.05	0.15	0.85	36.93
Floarea soarelui	10	1.13	0.18	0.75	4.56	0.83	0.18	0.9	16.2	1.35	0.18	1.05	45.62
Soia	10	1	0.17	0.65	3.95	0.76	0.17	0.75	13.5	0.85	0.17	1.7	73.87
Legume	0.02					1.23	0.05	0.7	12.6	1.27	0.025	1	43.45
Mo medie ponderată (mm)		4.38			15.05			47.80					
Debit specific (l/s/ha)		0.017			0.059			0.186					

Cultura	P %	iulie			August			septembrie					
		ETp	P	α	Δ	ETp	P	α	Δ	ETp	P	α	Δ
		129.61	66.1	0.51	63.51	141.76	72.3	0.51	69.46	90.74	49	0.54	41.74
		dc	ds	K	Mo	dc	ds	k	Mo	dc	Ds	k	Mo
Porumb	29	1.33	0.05	1.3	82.56	1.26	0.05	1.2	83.35	0.77	0.05	0.9	37.57
Grâu	50.98												258.84
Floarea soarelui	10	1.44	0.18	1.42	90.18	0.77	0.18	0.8	55.57	0.65	0.18	0.7	29.22
Soia	10	1.23	0.17	1.2	76.21	1.13	0.17	1.1	76.41	0.85	0.17	6.78	32.56
Legume	0.02	1.1	0.05	1.12	71.13	0.7	0.05	0.75	52.1				179.28
Mo medie ponderată (mm)		80.02			66.86			33.12			204		
Debit specific (l/s/ha)		0.311			0.261			0.129					

Tabel 5.1 Normele de irigație lunare pentru sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad în anul 2002

Cultura	P %	aprilie			mai			iunie					
		ETp	P	α	Δ	ETp	P	α	Δ	ETp	P	α	Δ
		30.38	24.3	0.8	6.08	40	22	0.55	18	92.45	49	0.53	43.45
		dc	ds	k	Mo	dc	ds	k	Mo	dc	Ds	k	Mo
Porumb	29	0.81	0.2	0.66	4.01	0.75	0.15	0.68	12.24	0.85	0.10	0.9	39.11
Grâu	50.98	1.88	0.2	0.82	4.99	1.85	0.2	1.15	20.7	1.05	0.15	0.85	36.93
Floarea soarelui	10	1.13	0.18	0.75	4.56	0.83	0.18	0.9	16.2	1.35	0.18	1.05	45.62
Soia	10	1	0.17	0.65	3.95	0.76	0.17	0.75	13.5	0.85	0.17	1.7	73.87
Legume	0.02					1.23	0.05	0.7	12.6	1.27	0.025	1	43.45
Mo medie ponderată (mm)		4.38			15.05			47.80					
Debit specific (l/s/ha)		0.017			0.059			0.186					

Cultura	P %	iulie			August			septembrie						
		ETp	P	α	Δ	ETp	P	α	Δ	ETp	P	α	Δ	Σ Mo mm
		129.61	66.1	0.51	63.51	141.76	72.3	0.51	69.46	90.74	49	0.54	41.74	
		dc	ds	K	Mo	dc	ds	k	Mo	dc	Ds	k	Mo	
Porumb	29	1.33	0.05	1.3	82.56	1.26	0.05	1.2	83.35	0.77	0.05	0.9	37.57	258.84
Grâu	50.98													62.62
Floarea soarelui	10	1.44	0.18	1.42	90.18	0.77	0.18	0.8	55.57	0.65	0.18	0.7	29.22	241.35
Soia	10	1.23	0.17	1.2	76.21	1.13	0.17	1.1	76.41	0.85	0.17	6.78	32.56	276.50
Legume	0.02	1.1	0.05	1.12	71.13	0.7	0.05	0.75	52.1					179.28
Mo medie ponderată (mm)		80.02			66.86			33.12			204			
Debit specific (l/s/ha)		0.311			0.261			0.129						

Tabel 5.1 Normele de irigație lunare pentru sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad în anul 2002

Rezultate și concluzii

Urmare a necesarului de apă pentru sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad, conform metodologiei [63], asigurarea deficitului climatic după Manole E., rezultă următoarele concluzii:

- Normele de irigație anuală, normele de udare și deficitul de apă comparativ pentru anii 2002 și 2009 față de situația din proiectul inițial al amenajării se prezintă sintetic (în tabel 5.3) astfel:

Tabel.5.3 Normele de irigație anuală, normele de udare și deficitul de apă comparativ pentru anii 2002 și 2009

	Norma de irigație anuala (mc/ha)	Norma de udare (mc/ha)	Debit specific (l/s/ha)	Deficit
Proiectare	3600	600	0.8	
2002	2040	600	0.3	635
2009	1050	600	0.4	695

- Aplicarea metodologiei [63] după Manole este recomandată și prin faptul că se iau în considerare la calculul de evaluarea tendinței de evoluție climatică elemente suplimentare;

- Deficitul climatic cel mai accentuat este în următoarea ordine: iulie, august, iunie, septembrie respectiv lunile în care etapele de vegetație ale plantelor solicită cantitățile cele mai mari de apă;

- Relații de calcul pe bază de parametrii climatici a ETP este ecuația Thornwaithe (care folosește valori medii ale temperaturilor lunare și altitudinea stației meteorologice), evapotranspirația potențială climatică de referință;

- Ordinea lunilor din sezonul de irigații care necesită aplicarea udărilor este următoarea: iulie, august, iunie, septembrie, mai și aprilie;

- La aceeași stare de deficit climatic fiecare cultură este influențată diferit ca ritm de consum cât și prin norma de irigație necesară;

- În consecință acest nou tip de abordare a calculului regimului de irigație și de udare a culturilor prin aprovizionare cu apă a amenajării cu volumele cele mai apropiate de necesarul plantei, într-un sezon de irigație economiile de apă vor fi substanțiale, iar în situația actuală de criză generală, aceste acțiuni vor fi binevenite și se vor reflecta în prețul de producției cu observația că elementul determinant în stabilirea cuantumului necesarului de apă pentru irigații îl reprezintă cantitatea de precipitații căzute în perioada de vegetație în special.

6. PIERDERILE DE APĂ ÎN SISTEMUL DE IRIGAȚII FÂNTÂNELE-ȘAG ARAD PRIN INFILTRAȚIE, EVAPORARE ȘI DE EXPLOATARE

În sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad au loc pierderi de apă din mai multe zone cum ar fi componentele rețelelor de aducțiune, distribuție și din parcelele de udare.

Pierderi de apă din canalele de aducțiune și distribuție au loc prin infiltrație, cauzată de organizare necorespunzătoare a distribuției apei și în același timp prin evaporatie. Pierderile prin infiltrație constituie cea mai importantă categorie de pierderi din canalele de irigații care pot ajunge până la 30-40% din volumul de apă captat. În situația canalelor neimpermeabilizate care are un impact negativ asupra randamentului sistemului privind consumul de energie pentru pompare și în același timp starea ameliorativă a terenurilor irigate.

Pierderile de apă de pe parcele sunt rezultanta tehnicilor de udare, alegerea corectă a elementelor de udare, caracteristicile solului și modul de organizare al procesului de udare.

Determinarea pierderilor de apă în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad permite să se cunoască starea de fapt a posibilităților privind capacitatea sistemului de a asigura debitul și volumul de apă pus la dispoziție pentru aplicarea udărilor în comparație cu prevederile din proiectul de execuție. Acest fapt permite să se stabilească:

- soluții tehnice de aplicat;
- soluții organizatorice;
- posibilitatea luării de decizii în exploatare, privind debitele și volumele de apă ce pot fi puse la dispoziție zilnic, pe toată durata ciclului de irigații

Față de debitul de apă efectiv necesar udării culturilor, debitul de alimentat brut care se captează din râul Mureș trebuie să acopere toate pierderile de apă de pe traseele canalelor care constau din:

1. Pierderile de apă prin infiltrații
2. Pierderile de apă prin evaporare
3. Pierderile de apă prin construcțiile hidrotehnice de pe rețeaua de canale (tehnice de exploatare)

1. Pierderile de apă prin infiltrații [2, 13, 64, 65, 93]

În sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad, în rețeaua de aducțiune și distribuție se pierd cele mai mari cantități de apă prin infiltrații. Aceste infiltrații depind de numeroși factori ca: permeabilitatea pereților canalului, adâncimea apei în canal, adâncimea apei freactice, viteza apei în canal, periodicitatea și durata funcționării canalului, etc.

Pierderile de apă din canalele necăptușite sunt funcție de natura și proprietățile solului în care este executată albia canalului. În situația canalelor de irigație dalate pierderile de apă sunt influențate în primul rând de tipul dalelor (material, grosime, tipul de rost, materialul pentru etanșarea rosturilor), precum și din condițiile de execuție și întreținere. La căptușelile din dale de beton, care constituie categoria de căptușeală folosită în sistemul Fântânele-Șag Arad, pierderile

de apă sunt în funcție de tipul și densitatea rosturilor (2mx1.5m), materialul folosit pentru etanșarea rosturilor dintre dale (mortarul) și de starea de întreținere a rosturilor. Măsurătorile de teren au pus în evidență că un procent de cca 95% din volumul pierderilor din canale îmbrăcate cu dale din beton, se produc prin rosturile deteriorate ale dalelor și numai 5% din pierderi au loc prin dale de aici rezultă importanța ce trebuie acordată rosturilor dintre dale, introducerii unor materiale de etanșare cu caracteristici superioare (rezistență la acțiunea factorilor externi, elasticitate, aderență la beton, preț de cost redus).

Determinarea pierderilor prin infiltrații se determină direct prin determinări experimentale în sistem cu infiltrometrul fig.6.1

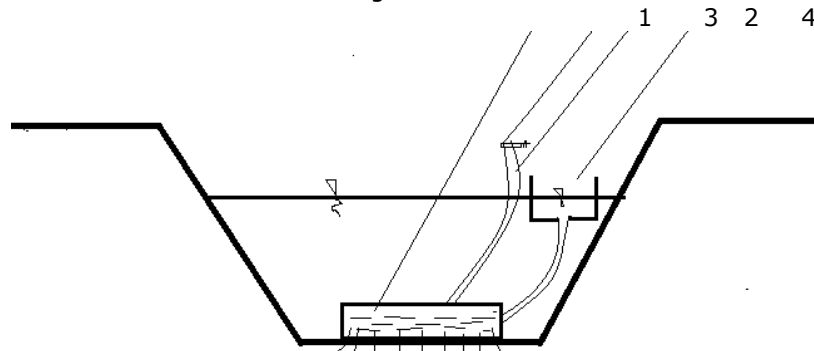


Fig.6.1 Determinarea pierderilor de apă pe canale cu ajutorul infiltrometrului

1. infiltrometru
2. furtun de eliminare a aerului
3. robinet
4. vas etalonat cu cota apei la nivelul apei din canal

Determinarea pierderilor de apă prin infiltrație din canalele de irigație, pe cale directă, oferă o precizie mai bună decât metodele teoretice, mai ales dacă ele se efectuează într-un interval mare de variație a debitelor și în toată perioada de irigație.

În cadrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad primele măsurători asupra pierderilor de apă prin infiltrații din canalele dalate Aducțiune I și Aducțiune II s-au efectuat în anii 1978-1980, când pierderile erau 10-12 l/oră mp. S-a constatat că rosturile și o parte din dale erau deteriorate, fapt care a dus la întocmirea și executarea unui program de lucrări de reparații și întreținere periodică. Reluând aceste măsurători în anul 1994, pierderile de apă prin infiltrații din canalele dalate Aducțiune I și Aducțiune II au scăzut la 2,23-2,75 l/oră mp.

În figura 6.2. sunt reprezentate pierderile de apă măsurate în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad pe canalul de aducțiune.

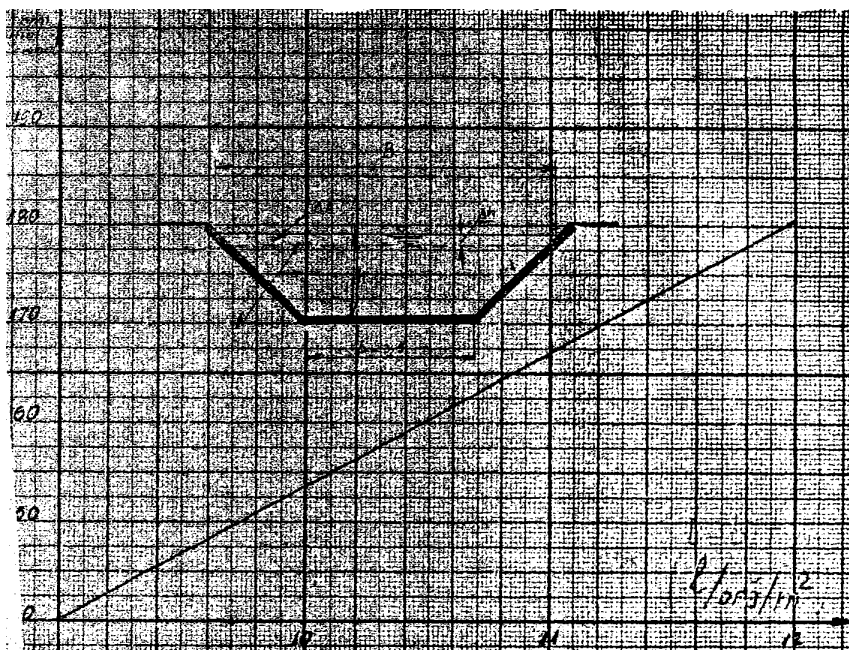


Fig.6.2. Reprezentarea debitelor pierdute pe canalul de aducțiune

Creșterea ușoară a pierderilor prin infiltrații de pe Canalele Aducțiune I și Aducțiune II în anii următori se explică prin deteriorarea rosturilor pe unele porțiuni ca urmare a temperaturilor scăzute în iernile care au urmat și a faptului că nu s-au mai putut remedia datorită condițiilor economice.

2. Pierderile de apă prin evaporare [2, 13, 64, 65, 93]

Pierderile de apă prin evaporare au o pondere redusă înscriindu-se în limitele de 5-10% din volumul total pierdut din rețeaua cu nivel liber. Mărimea acestor pierderi este influențată de dimensiunile canalului și de condițiile naturale din zonă.

Dimensiunile canalului influențează direct prin suprafața de apă la luciul căruia se produce fenomenul de evaporație. Dintre factorii naturali care influențează mărimea pierderilor prin evaporație se pot aminti: temperatura aerului, frecvența și intensitate vânturilor din zonă și umiditatea atmosferică. Determinarea evaporației medii zilnice pentru perioada de funcționare a canalului s-a făcut pe baza valorilor medii lunare pe perioada de vegetație pe zone conform tabelului 6.1

Tabel 6.1 Evaporația mediu zilnică la luciul apei

Punctul experimental	Lunile					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Arad, județ Arad	3.4	4.1	4.5	4.6	4.0	3.1

Din acest tabel se poate observa că în lunile iunie și iulie sunt evaporațiile cele mai accentuate, urmate de lunile mai și august, iar în lunile aprilie și septembrie valorile sunt mai scăzute.

Pentru determinarea debitului de apă pierdut prin evaporare la oglinda apei pe canalele din rețeaua de aducțiune și distribuție a sistemului de irigații Fântânele-

Șag Arad este necesar să se calculeze suprafețele de oglindă a apei pe tronsoane. Formula de calcul (6.1) a debitului pierdut este funcție de lățimea luciului apei:

$$q_e = 0,0116 e h (\alpha + 2m) \quad (6.1)$$

unde q_e - debitul evaporat la luciul apei (m^3/s)

h - adâncimea apei în canal (m)

e - grosimea stratului evaporat (m/zi)

m - înclinarea taluzului interior

$\alpha = b/h$; b - lățimea la fund a canalului

Exprimarea procentuală a pierderilor din debitul total se face cu relația

(6.2):

$$E = \frac{1,16 \cdot e \cdot (\alpha + 2m)}{(\alpha + m) \cdot h} \quad (6.2)$$

Evaporația "e" în mm/zi la luciul apei poate fi stabilită de un evaporimetru plutitor plasat la luciul apei și înregistrarea nivelului la 24 ore, sau cu relația 6.3:

$$E = 0,55(1 + 0,12 \cdot v) \cdot d^{0,8} e \quad (6.3)$$

e - evaporația zilnică (mm)

v - viteza medie a vântului (m/s)

d - deficitul mediu zilnic al umidității atmosferice (mm)

În sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad pe canalele de Aducțiune I și Aducțiune II înălțimea de evaporare pe durata scăderii nivelului în 25-34 ore a fost de 10 mm, iar în 24 de ore a fost 8 mm.

Debitul pierdut prin evaporare se determină din evaporația de 8 mm în 24 ore și suprafața de evaporare de 101.099 mp pe canalele de Aducțiune I și Aducțiune II rezultând:

$$Q_{p\ ev} = 0,008m/zi \times 101099mp = 808,8 mc/zi = 0,9 l/s.$$

3. Pierderile de apă în exploatare prin construcțiile hidrotehnice de pe rețeaua de canale [13, 64, 65, 93]

Pierderile de apă în exploatare constituie o altă categorie de pierderi din canal de irigație în raport cu ponderea lor având valori de 10-20% din valoarea debitului captat. Mărima acestor pierderi depinde de modul de organizare a activității de exploatare, întreținere și special de distribuția apei. Aceste pierderi sunt datorate cauzelor:

- necorelarea debitelor distribuite în sistem cu debitele folosite;
- absența mijloacelor de măsurare a apei și evidența aproximativă a consumului de apă;
- insuficiența etanșare a construcțiilor hidrotehnice de reglare - distribuție (stăvilare neetanșe, vane și hidranți defecti, etc.);
- defecțiuni remediate cu întârziere la rețeaua de canale de aducțiune și distribuție;
- defectarea accidentală a agregatelor de pompare utilizate la irigația prin aspersiune sau scoaterea lor din funcțiune fără să se respecte programul de udare, urmată de evacuarea apei din canalele de distribuție;
- la evacuarea apei rămase în canalele de Aducțiune I și Aducțiune II și în rețeaua de conducte la sfârșitul perioadei de udare.

Volumul acestor pierderi este maxim pe rețele interioare din canale. În cazul rețelilor de conducte îngropate pierderile de exploatare sunt mai mici decât în cazul canalelor. Pierderile din conducte se produc la îmbinările dintre tuburi și prin pereții conductelor (0,4% din debitul pompat), la hidranți (cca 1,5%) și datorită avariilor

(cca 0,1% din debitul pompat). Pierderile din conducte cresc odată cu durata de exploatare în urma îmbătrânirii materialelor și ovalizării garniturilor cu care sunt îmbinate tuburile de azbociment și PREMO.

Reducerea pierderilor de apă în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad se realizează prin:

□ Măsuri de exploatare și organizatorice:

- folosirea corectă a regimului de irigație
- alegerea și folosirea corectă a tehnicilor de udare
- asigurarea udărilor în flux continuu și folosirea planificată a apei
- executarea la timp a lucrărilor de întreținere a culturilor după aplicarea udărilor în scopul în scopul reducerii pierderilor de apă la suprafața terenului
- etanșeizarea construcțiilor hidrotehnice
- întreținerea canalelor, distrugerea vegetației și decolmatarea lor la timp

□ Măsuri constructive pentru combaterea pierderilor de apă prin infiltrație:

- metode fizico-mecanice: colmatarea și compactare
- metode chimice: salinizarea prin folosirea unor săruri (NaCl, NaF) care se introduc în stratul superficial al secțiunii udate pentru mărirea hidroscoapității
- metode mecanice: ecrane de argilă, căptușeli de argilă, bitumizarea, cimentarea, peree din piatră, beton și beton armat, folii din polietilenă și geomembrane
- metode chimico-biologice: impermeabilizarea canalelor prin crearea și dezvoltarea unor procese biochimice sub nivelul suprafeței umede

7. METODE DE CALCUL PENTRU DETERMINAREA ECONOMIEI DE APĂ, A ENERGIEI DE POMPARE ȘI STABILIREA GRADULUI MINIM DE UTILIZARE A APEI ÎNTR-UN SISTEM DE IRIGAȚII

7.1. Bazele științifice și obiectivele prioritare privind utilizarea apei în sistemul de irigații [75, 76]

Factorii care stau la baza obținerii unor recolte mari, stabile și de bună calitate la toate categoriile de culturi agricole și horticoale, apa joacă un rol important. De fapt, chiar dacă am spune că apa este factorul principal, exprimarea nu ar fi cea mai corectă. Aceasta pentru că în constelația de factori care sunt implicați în realizarea recoltelor, apa nu este numai o componentă, cum ar fi spre exemplu fertilizarea, combaterea dăunătorilor, lucrările de întreținere ale solului, calitatea seminței etc. Ceea ce trebuie reținut este faptul că folosind toate aceste verigi și respectând toate prescripțiile care privesc modul cum trebuie folosită, în situația în care factorul apă este absent, efectul asupra recoltelor este nul. Fără apă, nimic din tot ceea ce se încadrează în categoria măsurilor destinate să contribuie la obținerea unor recolte, dacă nu mari, cel puțin acceptabile, nu este posibil.

Ca urmare, apa reprezintă principalul factor, care condiționează în exclusivitate efectul benefic al tuturor celorlalți factori. În anul 1993, an care s-a concretizat printr-un acut deficit în precipitații, respectiv printr-o secetă puternică această situație s-a petrecut în condițiile în care, chiar dacă precipitațiile înregistrate au fost cu mult sub media multianuală, unele ploii răzlețe au căzut totuși chiar și în perioada de vegetație a aceluși an, caracterizat ca foarte secetos. Așa după cum am mai arătat, zona de vest se caracterizează printr-un climat instabil, cu mari variații, atât în timp, cât și în spațiu. În asemenea condiții, irigația reprezintă în principal o măsură care se aplică la corectarea unui factor natural, cum ar fi acel al precipitațiilor, care se manifestă în mod defectuos, în raport de cerințele față de apă ale plantelor. Astfel, în lunile iulie și august, când și nevoia de apă a plantelor este cea mai mare, se înregistrează în general cel mai sărac regim al precipitațiilor însoțit de altfel și de temperaturile cele mai ridicate, care se reflectă în niveluri ridicate ale evapotranspirației la toate categoriile de culturi agricole și horticoale aflate în vegetație. Cunoscut fiind faptul că România dispune de resurse de apă modeste, comparativ cu cele mai multe din țările de pe continent, se pune problema gestionării cât mai raționale a apei utilizate la irigarea culturilor. Numai prin suprafețele amenajate până în prezent pentru irigații, agricultura reprezintă cel mai mare consumator (potențial) de apă, comparativ cu toți ceilalți utilizatori care apelează la această resursă.

Toate acțiunile ce se abordează trebuie să aibă un fundament științific, ținând seama de faptul că introducerea unui factor artificial, cum ar fi apa pentru irigații spre exemplu, pe lângă efectul benefic asupra recoltelor, culturilor agricole, în anumite condiții, poate avea și unele consecințe negative, ce se reflectă de regulă, pe termen lung, asupra potențialului de fertilitate al solurilor, și aceasta, desigur,

în funcție de modul de executare sau de exploatare a lucrărilor din terenurile amenajate. Un rol important îl au și condițiile naturale, mai ales cele climatice.

Ca urmare, un fapt de cea mai mare importanță care trebuie în permanent avut în vedere este acela că, în situația în care se află țara noastră, cu suprafața de teren redusă pe cap de locuitor, comparativ cu alte țări europene, ca să nu mai vorbim față de cele din alte continente, grija față de păstrarea pământului în cele mai bune condițiuni trebuie să constituie o prioritate nu numai pentru agricultură, dar chiar pentru economia națională privită în ansamblu. Aceasta cu atât mai mult cu cât se cunoaște că, așa după cum s-a mai specificat, în perimetrele amenajate pentru irigații până în prezent, se întâlnesc solurile cu cel mai ridicat potențial de fertilitate. Din cele de mai sus decurge de altfel și faptul că pentru a se proceda cât mai corect cu măsurile care trebuie întreprinse, cercetările științifice din domeniu trebuie să i se acorde atenția cuvenită, pentru obținerea rezultatelor scontate de pe terenurile amenajate, în contextul prevenirii unor riscuri posibile, în legătură cu mediul înconjurător.

Abordând această problemă de însemnătate deosebită privind revigorarea amenajărilor de irigații din România, considerăm oportun a face referire la cea mai recentă și prestigioasă manifestare în acest domeniu și anume la întrunirea de la Montreal a Comitetului Internațional pentru Irigații și Drenaje (ICID) din iulie, anul 2002. Și concluzionează aici că „În trecut producția alimentară a fost dependentă în primul rând de resursele de teren ale globului. Astăzi totuși apa este principalul factor limitativ pentru agricultură și producția alimentară.

Ca urmare aprovizionarea cu apă și calitatea și eficiența acesteia va domina producția agricolă.

Cerințele agriculturii legate de creșterea populației globului impun folosirea irigațiilor și drenajului.

Acestea sunt pietrele unghiulare ale securității alimentare mondiale. În acest scop trebuie să îmbunătățim eficiența irigației pe terenurile existente etc. " (Din declarația ICID de la Montreal, din iulie 2002).

De fapt, cele exprimate la întrunirea de la Montreal reprezintă în linii mari confirmarea a ceea ce, cu aproximativ cinci decenii în urmă, a sintetizat într-o frază marele specialist în irigații N. D. Gulhati (1955), care sună astfel „Irigația în multe țări este considerată o artă veche ca și civilizația, însă pentru lumea întreagă este o știință modernă, știința supraviețuirii”.

Această știință care este foarte complexă, fiind în conexiune cu multe discipline cum ar fi: hidraulica, hidrologia, hidrogeologia, automatizarea, construcțiile hidrotehnice, pedologia, climatologia, fiziologia plantelor, agrotehnica etc., este nemijlocit legată, așa după cum rezultă din cele de mai sus, de securitatea alimentară a populației, considerată ca una din pietrele unghiulare ale acesteia. De aici decurge necesitatea abordării cu multă competență, dar și responsabilitate a problemelor. Generația de astăzi, ca și cele ce vor urma sunt supuse unor provocări la care trebuie să se facă față, provocări legate în ultimă instanță de însuși viitorul omenirii, dacă se are în vedere bineînțeles și interacțiunea cu mediul înconjurător. Pragmatismul caracteristic tuturor deciziilor trebuie înțeles aici într-un context de factori care nu pot fi priviți decât în complex. Aceasta pornind de la necesitatea ca oricare din roțițele care compun acest angrenaj să funcționeze perfect întrucât orice defecțiune intervenită asupra oricăreia dintre acestea poate conduce la dereglarea întregului mecanism. Se impune deci abordarea unor cercetări multidisciplinare, la nivelul cerințelor și importanței scopului final care se urmărește a fi atins. Dacă avem în vedere numai una din laturile acestei importante probleme, respectiv utilizarea judicioasă a apei de irigat, constatăm că aceasta a constituit o preocupare

încă din cele mai vechi timpuri. Astfel, încât în urmă cu câteva mii de ani erau reglementări înscrise în așa-zisul Cod al lui Hammurabi, unde se spunea: „Dacă vreunul deschide canalele sale de irigații pentru a lăsa apa să pătrundă, cauzând din neglijență inundarea terenurilor vecinului, el va restitui acestuia cantitatea de grâne ce urma să fie recoltată de pe terenul inundat”.

În afară de aceste pagube care trebuie să fie achitate de făptași, astăzi cunoaștem mai ales implicațiile care le-a avut folosirea necontrolată a apei în sistemele de irigații, reflectate în evoluția solurilor din țările cu tradiție veche în folosirea irigațiilor.

Astfel, după unele publicații mai recente, printre care și aceea a lui Gilley, R. James (1996), suprafața irigată pe glob, afectată de procese secundare, s-ar cifra la 60,2 milioane de hectare, reprezentând 24% din suprafața totală irigată. Evident, această situație este proprie condițiilor diferitelor țări atât din punct de vedere al factorilor naturali (climă, sol, hidrogeologie), cât și al celor antropici (tehnica de amenajare și de exploatare). De regulă, procesele de degradare a solului, prin sărăturare secundară în special, s-au produs cel mai mult în zonele aride, cu regim hidric exudativ, unde și apa freatică mineralizată este aproape de suprafața solului. Asemenea evoluții s-au produs însă și în alte condiții, într-o măsură mai mare sau mai mică, după caz. De aceea sunt necesare cercetări în condițiile concrete, reale, care să ducă la rezultate care de fapt nu sunt valabile decât în zonele unde s-au efectuat asemenea investigații și experimentări. Oricum, acestea au un caracter de durată și solicită multe observații, analize și investigații în general, întrucât este vorba de abordat aspecte legate de factori naturali și antropici care sunt de cele mai multe ori în inter-relații, dependenți unii față de alții.

În țara noastră investigațiile care se întreprind, trebuie să fie canalizate către utilizarea cât mai rațională a apei, ale căror rezultate trebuie să stea la baza atât a documentațiilor de proiectare, cât și a activității de exploatare. Ambele direcții trebuie orientate în primul rând pe determinarea riguroasă a necesarului de apă al plantelor cultivate, operație care se efectuează în teren prin experimentări în câmpuri de cercetare amplasate astfel încât să fie reprezentative pentru toate zonele pedoclimatice interesate la irigații. Această activitate privește în mod concret determinarea parametrilor necesari dimensionării sistemelor de irigații, în proiectare, precum și cei utilizați în prognoza și avertizarea aplicării udărilor în procesul de exploatare al amenajărilor. Referitor la dimensionarea sistemului de irigații, se impune cunoașterea necesarului de apă lunar pentru fiecare cultură, care rezultă dintr-un bilanț ce se realizează pornind de la o rezervă de apă inițială în sol, determinată prin cercetări pentru zonele interesate, la care se adăugă precipitațiile înregistrate și se scade evapotranspirația. Din acest bilanț, rezultă astfel pentru fiecare lună cantitățile de apă necesare prin udări din apa de irigație. Dimensionarea sistemului se face ținând seama de necesarul de apă din „luna de vârf”, de regulă: iulie sau august. Ca urmare, prin utilizarea unor coeficienți (K_c), rezultați din raportarea consumului de apă determinat în câmp la evapotranspirația de referință (E_{to}), din perioada efectuării cercetărilor, datele de consum de apă pot fi extrapolate pe un șir lung de ani, necesari metodologiei pentru calculul cerințelor față de apă ale plantelor, în documentațiile de proiectare. Această evapotranspirație de referință (E_{to}) se poate determina cu ajutorul unor factori climatici, cum ar fi temperatura, umiditatea relativă, radiația etc. utilizând una din metodele cunoscute în prezent. În țara noastră s-a adoptat metoda Thonhwaite, care utilizează în formula de calcul date privind temperatura înregistrată în toate stațiile meteorologice. Aceasta în urma unei analize comparative efectuată

între diferite metode elaborate de diferiți autori privind metoda corespunzătoare condițiilor țării noastre.

Cercetările din câmpurile experimentale privind consumul de apă inclusiv alte elemente ale bilanțului apei în sol trebuie continuate, în vederea realizării unui număr suficient de ani pentru a se ajunge la date concludente, având în vedere și faptul că acestea au fost începute la date diferite și ca urmare și șirul de date obținute este diferit. Pe de altă parte apariția unor soiuri noi și a unor noi tehnologii impun cu necesitate aducerea la zi a cunoștințelor privind consumul de apă al plantelor. Aceasta cu atât mai mult cu cât multe din câmpurile de cercetare înființate în acest scop, și-au încetat activitatea în ultima perioadă de timp, din diferite motive deși nimeni dintre specialiștii în domeniu, ca și din beneficiarii rezultatelor, nu au pus la îndoială utilitatea acestora.

Față de cercetările menționate anterior, care au legătură cu dimensionarea sistemului de irigații la proiectare, cele care se referă la activitatea de exploatare, respectiv prognoza și avertizarea udărilor, au la bază aceleași observații și investigații efectuate în aceleași câmpuri experimentale din toate zonele pedoclimatice interesate la irigații din țara noastră. De asemenea, elementul principal care se urmărește este consumul de apă, respectiv evapotranspirația culturilor utilizate cel mai frecvent în zonă (de regulă grâu, porumb, soia, fasole, cartof, sfeclă de zahăr, lucerna, floarea-soarelui și porumb siloz cultura a doua). La aceste cercetări, în fiecare amplasament, se adaugă investigațiile privind evaporația apei din evaporimetru tip Bac clasa A, concretizate în observații zilnice. În final, se urmărește obținerea parametrilor pentru transformarea evaporației în consum de apă, specific fiecărei zone pedoclimatice, fiecărei plante și fazelor de vegetație, care rezultă din raportarea la cuantumul evaporației, a consumului de apă lunar al plantelor din aceeași perioadă (Kt), în figura 7.1. se prezintă modul de utilizare al cercetărilor în dimensionarea sistemelor și în prognoza udărilor.

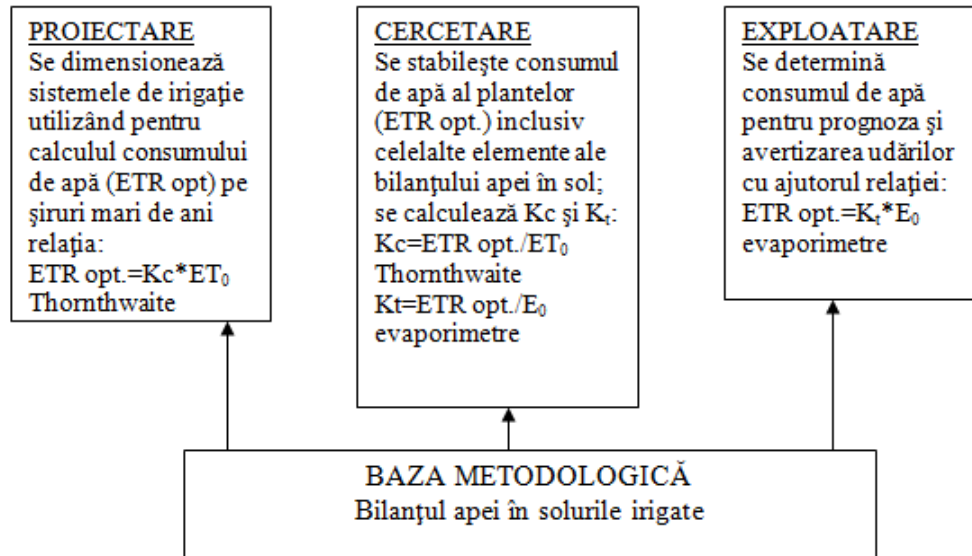


Fig. 7.1. Schema modului de folosire a cercetărilor privind consumul de apă al plantelor (ETR opt.), în proiectarea și exploatarea sistemelor de irigații, inclusiv baza metodologică

O altă categorie de cercetări, care de data aceasta privește mai ales activitatea, de exploatare hidroameliorativă a amenajărilor, inclusiv pe beneficiarii terenurilor din sistemele de îmbunătățiri funciare, ca și operația de retehnologizare, se referă la studiile și investigațiile care trebuie să se desfășoare direct în cadrul acestor amenajări, aflate în exploatare. Scopul este același, prin care se urmărește în mod deosebit utilizarea rațională a apei pentru irigații. Aici problema se pune astfel încât rezultatele cercetărilor să vină în primul rând cu soluții pe parcurs pentru îmbunătățirea permanentă a acestei activități, în care se includ și acelea care se referă la regimul de irigații pe parcursul exploatării în funcție de dinamica nivelului și chimismul apei freactice (mai ales în amenajările în care sunt situații unde nivelul freatic este apropiat de suprafața solului). Tot în legătură cu rezultatele care se cer a fi prelucrate pe parcurs, se includ și acelea care privesc: combaterea excesului de umiditate provenind din diferite surse, cum ar fi apariția unor ploii imediat după aplicarea udărilor, apariția unor poluanți de natură endogenă sau exogenă, undele remedieri la rețeaua de transport și de distribuție a apei care pot fi sesizate din studiile referitor la randamentul hidraulic al canalelor, care includ și găsirea de soluții prin cercetări în poligoane special executate chiar în cadrul perimetrelor amenajate aflate în exploatare. Totuși, scopul principal al acestor cercetări, care așa cum am mai specificat se desfășoară direct în amenajările de irigație, pe parcursul exploatării îl reprezintă elaborarea de soluții pentru utilizarea cât mai rațională a apei, prin care să se asigure inclusiv prevenirea unor procese negative în evoluția nivelului și chimismului apei freactice, precum și în ceea ce privește starea ameliorativă a solurilor din amenajările de irigații. Din acest punct de vedere literatura tehnică de specialitate conține multe exemple, cu caracter negativ de cele mai multe ori, la care anterior s-a tăcut referire și care trebuie avute în vedere pentru a fi evitate prin măsuri de prevenire în primul rând.

Este adevărat, condițiile sunt complet diferite în ceea ce privește situația din țara noastră comparativ cu cele din țările cu tradiție îndelungată în domeniul practicării irigațiilor unde au apărut asemenea fenomene (Irak, Egipt, India, Pakistan etc.), atât cele ale cadrului natural (clima, sol și apa freatică în primul rând) cât și cele antropice (modul de execuție și de exploatare al unor asemenea amenajări). Cert este faptul că în cazul în care nu se iau din vreme măsurile necesare, asemenea efecte negative sunt posibile. Așa cum bine se cunoaște în asemenea situații (ca de altfel și în altele) este mai ușor să previi decât să remediezi. Din păcate remediile care se referă în principal la readucerea stării de fertilitate a solurilor la starea inițială, pe lângă faptul că necesită eforturi financiare considerabile, efectul acestora de cele mai multe ori este discutabil.

Principalele obiective ale programului de cercetare privind exploatarea amenajării de irigații se referă, după cum s-a mai arătat, la utilizarea judicioasă a apei în marile sisteme de irigații. Evident, aceasta presupune faptul că în cercetările care se întreprind trebuie să se aibă în vedere întreg ansamblul de factori naturali (climatici, hidrogeologici, pedologici, geologici, geomorfologici etc.) inclusiv cei antropici, legați de componentele constructive ale amenajărilor de irigații (rețele de canale și conducte îngropate, stații de pompare, aparatura, dispozitivele și utilajele pentru distribuția și contorizarea apei, dispozitivele de protecție pentru preluarea suprapresiunilor, aparatura și dispozitivele de automatizare etc.).

În legătură cu utilizarea rațională a apei pentru irigații, investigațiile privind randamentul hidraulic al rețelei de transport și distribuție a apei, incluzând și soluțiile pentru prevenirea pierderilor de apă se înscriu ca priorități. Evident că toate acestea se află într-o strânsă conexiune cu cercetările privind necesarul de apă al plantelor, respectiv bilanțul apei în solurile irigate. Această categorie de cercetări asupra cărora s-a făcut anterior referire, au un alt mod de abordare în sensul că se efectuează în câmpuri experimentale incluzând observații frecvente privind dinamica umidității solului, evaporția din evaporimetre, o mai mare frecvență a observațiilor climatice, măsurători asupra plantelor, inclusiv evaluări în ceea ce privește recoltele din aceste câmpuri etc.

Rezultatele, servesc la dimensionarea sistemului de irigații în documentațiile de proiectare precum și la programarea udărilor (prognoza și avertizarea udărilor) în activitatea de exploatare.

Trebuie făcută precizarea ca de fapt atât cercetările care privesc necesarul de apă al plantelor, în câmpuri experimentale amplasate în toate zonele interesate la irigații, cât și cele care se derulează direct în amenajările de irigații aflate în exploatare, până la urmă se constituie într-un tot care privește rezolvarea unitară a problemei folosirii apei de irigații. Aceasta cu atât mai mult, cu cât se are în vedere și amplasamentul marilor sisteme de irigații. Buna gospodărire a apei de irigat trebuie să constituie o preocupare permanentă având în vedere că în cadrul acestui mare masiv, în cazul funcționării sistemului de irigații la capacitatea proiectată, anual, s-ar vehicula cantități de apă însumând multe miliarde de metri cubi.

Revenind asupra cercetărilor care se desfășoară direct în amenajările de irigații și care fac obiectul principal al programului privind exploatarea amenajărilor de irigații, în legătură cu principalele obiective urmărite, acestea constau în principal din: observații, investigații, determinări și analize de laborator.

Cu privire la evoluția nivelului apei freatică se fac înregistrări periodice ale nivelului, în rețeaua hidrogeologică completată cu unele fântâni domestice. Pentru urmărirea efectului pierderilor de apă din canale, asemenea observații se efectuează în staționare hidro geologice pe traverse de canal special construite. În asemenea

cazuri înregistrările se fac cu o frecvență mai mare, uneori chiar zilnic, după necesități și posibilități.

În acest context se urmărește și dinamica suprafețelor cu exces de umiditate (cu luciu de apă la suprafața solului). Rezultatele se concretizează în grafice reprezentând evoluția nivelului apei freatice în staționare hidrologice reprezentative, precum și în hărți conținând izofretele medii anual inclusiv suprafețele ocupate de luciu temporar de apă. După caz, se întocmesc și hărți cu hidroizohipse.

Pentru a se cunoaște evoluția mineralizării apei freatice, se recoltează probe de apă din foraje (fântâni reprezentative) inclusiv din localități.

Anual se întocmesc raionări ale chimismului apei freatice în legătură cu conținutul total de reziduu mineral.

Asemenea analize privind chimismul apei freatice se efectuează și în ceea ce privește calitatea apei la sursă.

Se au în vedere componentele chimice care exprimă evoluția solurilor din punct de vedere ameliorativ, accentul punându-se pe depistarea în mod deosebit a unor procese care exprimă tendințe de înmlăștinire, sărăturare secundară, tasare din perimetrele amenajate pentru irigații etc.

Prin cercetările din cadrul acestui program se mai au în vedere cantitățile de apă totale intrate în sistem, cele evacuate (estimative), precum și cele eliminate prin evapotranspirație.

Așa după cum s-a mai arătat anterior se pune accent deosebit pe investigațiile privind pierderile de apă prin infiltrații din canale, atât în cazul celor necăptușite cât și a celor căptușite prin diferite metode și procedee.

Comportarea canalelor de aducțiune și de distribuție, inclusiv a rețelei de conducte îngropate, a stațiilor de pompare precum și a celorlalte componente ale amenajărilor (efecte ale tasării terenului, subsidenței etc.).

Investigațiile includ, de asemenea, observațiile meteorologice, în mod deosebit înregistrările privind precipitațiile și temperatura. A fost, de asemenea, avută în vedere folosința terenului în ce privește structura culturilor.

Scopul rezultatelor este stabilirea de soluții și strategii pentru utilizarea cât mai rațională a apei din amenajării de irigații cu aplicații atât în proiectare cât și în exploatarea acestei amenajări, în condițiile păstrării echilibrului ecologic și îmbunătățirii continue a factorilor de mediu.

Ordinea de prioritate în vederea re tehnologizării amenajării : procurarea utilajelor și echipamentelor necesare asigurării sursei de apă care privesc gestionarea riguroasă a apei care se vehiculează în sistemul de irigații. Soluțiile care sunt necesare : căptușirea canalelor cu geomembrane, remedieri la rețeaua de conducte îngropate și reabilitarea stațiilor de pompare.

7.2. Calculul economiei de apă [63, 79, 81, 82, 83]

Pentru analiza economiei de apă într-un sistem hidrotehnic pentru irigații se impune definirea randamentului de folosire a apei în acest sistem.

Randamentul unei activități sau acțiuni reprezintă raportul dintre efectul obținut și efortul depus. Analizat sub acest aspect, randamentul se confundă adeseori, cu noțiunile de „eficiență” sau „eficacitate” (tehnică, economică).

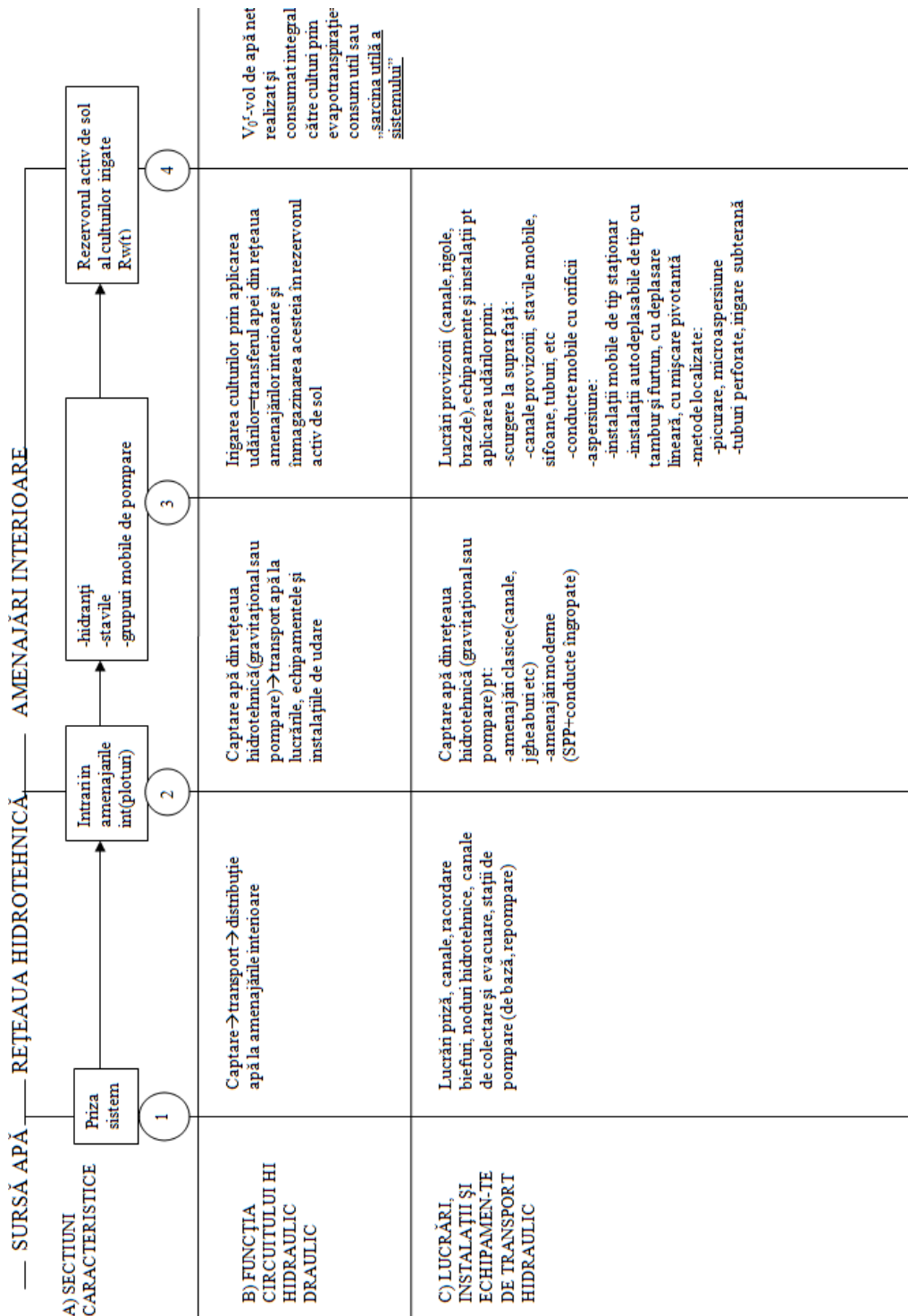
Analizat prin teoria sistemelor tehnice, randamentul este raportul dintre valoarea unei mărimi scalare care satisface o lege de conservare (energie, putere, masă) cedată de un sistem tehnic sub formă utilă (ieșire) și valoarea aceiași

mărimi pierdută în acest sistem (intrare). De subliniat faptul că în orice sistem tehnic mărimea scalară își reduce inevitabil valoarea de la intrare la ieșire, fenomen ce se supune legilor fundamentale ale conservării masei și energiei. Această diferență constituie „pierderile” mărimii analizate într-un anumit sistem. Astfel dacă valoarea mărimii scalare este la ieșire (E) iar la intrare (I), în care $E > I$, rezultă că *randamentul* (η) se exprimă prin relația 7.1:

$$\eta = \frac{E}{I} < 1 \quad (7.1.)$$

Pentru un sistem hidrotehnic pentru irigații, dacă se analizează pe durata unei perioade de timp (ciclu de udare, lună, sezon) traseul parcurs de apă de la priza sistemului până ca apa se acumulează în rezervorul activ de sol al culturilor, se constată de-a lungul traseului hidraulic (priză-plantă), patru secțiuni caracteristice (figura 7.2):

- secțiunea (1), prin care se realizează accesul apei în sistem;
- secțiunea (2), constituită din totalitatea secțiunilor prin care se realizează accesul apei în amenajările interioare;
- secțiunea (3), constituită din totalitatea secțiunilor prin care se realizează alimentarea cu apă a echipamentelor și instalațiilor de aplicare a udărilor, inclusiv lucrările cu caracter provizoriu (canale, rigole, brazde);
- secțiunea (4), ce reprezintă suprafața cultivată prin care se realizează alimentarea rezervorului activ de sol cu apa preluată din sursa sistemului. De fapt aici se produce procesul propriu-zis de irigare a culturilor, proces ce constituie obiectivul întregului sistem de irigații



<p>D) PIERDERI DE APĂ</p>	<p>feno- mene procese</p>	<p>Infiltrație (exfiltrație), evaporatie, nesincronizarea debitelor intrate cu cele consumate în amenajările interioare-volumne de umplere a rețelei (pierderi tehnologice), accidente , etc.</p>	<p>Sunt generate de cauze similare cu cele din rețeaua hidrotehnică, depinzând esențial de tipul de amenajare.</p>	<p>Sunt specifice metodelor de udare. Pierderile au loc prin: -evaporația apei în contact cu atmosfera -scurgeri de pe suprafața udată (drenaj extem) -percolarea apei infiltrate sub adâncimea stratului radicular activ (drenaj int)</p>
<p>E) Vol transzitate în timp</p>	<p>Volum în timp</p>	<p>V_{ke}</p>	<p>V_2</p>	<p>V_1</p>
<p>Vol transzitate în timp</p>	<p>$V_T = V_0' + (V_{se} + V_1 + V_2)$</p>	<p>$V_{se} = V_0' + (V_1 + V_2)$</p>	<p>$V_{se} = V_0' + (V_1)$</p>	<p>V_0'</p>
<p>Randamente parțiale</p>	<p>$\eta_l = \frac{V_{at}}{V_T}$ $\eta_l = \frac{V_0' + (V_1 + V_2)}{V_0' + (V_1 + V_2 + V_{ke})}$</p>	<p>$\eta_s = \frac{V_{se}}{V_{se}} = \frac{V_0' + (V_1)}{V_0' + (V_1 + V_2)} = \frac{1}{1 + \frac{V_2}{V_0' + V_1}}$ $\eta_{se} = \frac{V_0'}{V_{se}} = \frac{V_0'}{V_0' + (V_1 + V_2)} = \frac{1}{1 + \frac{(V_1 + V_2)}{V_0'}}$</p>	<p>$\eta_a = \frac{V_0'}{V_{se}} = \frac{V_0'}{V_0' + (V_1)} = \frac{1}{1 + \frac{V_1}{V_0'}}$</p>	<p>$\eta_a = \frac{V_0'}{V_{se}} = \frac{V_0'}{V_0' + (V_1)} = \frac{1}{1 + \frac{V_1}{V_0'}}$</p>
<p>Randament total</p>	<p>$\eta_s = \frac{V_0'}{V_T} = \frac{V_0'}{V_0' + (V_{se} + V_1 + V_2)} = \frac{1}{1 + \frac{V_1 + V_2 + V_{se}}{V_0'}}$</p>	<p>$\eta_s = \frac{V_0'}{V_T} = \frac{V_0'}{V_0' + (V_{se} + V_1 + V_2)} = \frac{1}{1 + \frac{V_1 + V_2 + V_{se}}{V_0'}}$</p>	<p>$\eta_s = \frac{V_0'}{V_T} = \frac{V_0'}{V_0' + (V_1 + V_2)} = \frac{1}{1 + \frac{(V_1 + V_2)}{V_0'}}$</p>	<p>$\eta_s = \frac{V_0'}{V_T} = \frac{V_0'}{V_0' + (V_1)} = \frac{1}{1 + \frac{V_1}{V_0'}}$</p>

Fig. 7.2 Schema generală a circulației apei într-un sistem hidrotehnic pentru irigații

Sarcina utilă a sistemului de irigație (V_o^r)

Valoarea volumului de apă ce trece prin secțiunea (4) este o mărime foarte dinamică în timp. Aceasta poate avea valoare minimă aproape de zero (dacă sunt precipitații suficiente sau beneficiarii de teren nu cer apă) și ar putea atinge limita maximă dacă s-ar iriga suprafața totală netă a sistemului (S) cu norma de irigare anuală corespunzătoare asigurării de 80%. De remarcat că, limita maximă rămâne o valoare mai mult teoretică decât practică, întrucât chiar în sistemele amplasate în zone aride rareori se întâmplă ca acestea să fie atinsă, aceasta explicându-se printr-o serie de cauze mai mult sau mai puțin obiective (socio-economice, tehnice, de protecția mediului, ș.a.).

Astfel într-o perioadă de timp (T), prin secțiunea intuitivă (4) se introduce în rezervorul activ un volum de apă (V_o^r) ce este considerat a fi consumat integral prin procesul de evapotranspirație a culturilor – volum ce contribuie (împreună cu celelalte verigi tehnologice: îngrășare, tratamente fito-sanitare, calitatea seminței, etc.) la obținerea sporului de producție agricolă (biomasă). În funcție de durata de timp (T), volumul net realizat (V_o^r) poate avea diferite valori:

⇒ pentru $T = T$ cu (durata ciclului de udare), în luna j (IV.....IX):

$$V_o^r = \sum_1^N (s^1 \cdot m_0)_i \quad (\text{m}^3/\text{sistem și ciclu}) \quad (7.2.1)$$

⇒ pentru una din lunile sezonului de vegetație (j):

$$V_o^r = \sum_1^N (s^1 \cdot M_0)_i \quad (\text{m}^3/\text{sistem și luna j}) \quad (7.2.2)$$

⇒ pentru întreg sezonul de vegetație dintr-un an agricol:

$$V_o^r = \sum_{IV}^{IX} \left[\sum_1^N (s^1 \cdot M_0)_i \right]_j \quad (\text{m}^3/\text{sistem și sezon}) \quad (7.2.3)$$

în care:

s^1 - suprafața ocupată de cultura i și care a fost efectiv udată sau irigată (ha /sistem) $\leq s$;

s - suprafața totală ocupată de cultura (i) în sistem;

m_0 - norma netă lunară de irigare aplicată culturii (j) în luna (j) (m³/ha·ciclu);

M_0 - norma netă lunară de irigare aplicată culturii (i) în luna (j) (m³/ha·luna j);

N - numărul culturilor ce ocupă suprafața totală a sistemului (S).

$$S = \sum_1^N S_i \left(\frac{ha}{\text{systemsizoon}} \right) > \sum_1^N S^1 \quad (7.3)$$

Rezultă de aici că, volumul net realizat (V_o^r) - constituie sarcina utilă ce a fost realizată la nivelul sistemului - sarcină a cărei mărime variază considerabil în funcție de:

- durata de referință (T),
- mărimea suprafețelor (s, s^1),
- numărul culturilor (N),
- normale efectiv aplicate (de udare, de irigare) în diferite luni ale sezonului.

În accepțiunea noțiunii de randament al folosirii apei într-un sistem de irigații, mărimea de ieșire (E) nu poate fi alta decât sarcina utilă (V_o^r).

□ **Sarcina brută a sistemului de irigație (V_T)**

Așa cum rezultă din figura nr.7.2, pe traseul de la priză la plantă au loc o serie de pierderi de apă, generate de un complex de fenomene și de procese de stare. Analizate în sensul transportului hidraulic se pot distinge următoarele volume ce se pierd în timpul (T): de funcționare a sistemului:

V_{ke} – volumul de apă pierdut în întreaga rețea hidrotehnică, între secțiunile (1) și (2) prin: infiltrație (simbol k), evaporație și neconcordanța dintre debitele introduse și cele consumate în regim de exploatare (simbol e);

V_2 – volumul de apă pierdut în amenajările interioare între secțiunile (2) și (3), adică pe rețeaua de transport a apei de la intrarea în amenajarea interioară până la cea de alimentare a echipamentelor și instalațiilor de udare. Volumul (V_2) diferă cu timpul de amenajare interioară;

V_1 – volumul de apă pierdut în câmp, cu aplicarea udărilor între secțiunile (3) și (4). Acest volum depinde strict de metoda de udare, echipamentul și instalațiile cu care se aplică udările în câmp.

Astfel sarcina brută a sistemului (V_T) rezultă din legea continuității, adică:

$$V_T = V_o^r + (V_{ke} + V_e + V_1) \quad (7.4)$$

în care: $V_{ke} + V_e + V_1 =$ volumul total al apei pierdute în sistem de la priză la plantă pe durata (T).

7.3. Calculul randamentului folosirii apei în sistemul de irigații [63, 79, 81, 82, 83]

După definirea sarcinii utile și brute a sistemului, randamentul cu care se folosește apa se poate înțelege din analiza prezentată în figura 7.2. Aplicând noțiunea de randament asupra volumelor de apă intrate (I) și ieșite (E) pe un tronson hidraulic aflat între două secțiuni caracteristice (1...4), se pot defini patru randamente parțiale și anume:

- randamentul de aplicare a udărilor (η_u):

$$\eta_u = \frac{V_0^r}{V_o^r + V_1} \quad (7.5)$$

- randamentul de transport al apei în rețeaua amenajări interioare (η_r):

$$\eta_r = \frac{V_0^r + (V_1)}{V_0^r + (V_1 + V_2)} \quad (7.6)$$

- randamentul de folosire a apei în amenajarea interioară (η_{ai}):

$$\eta_{ai} = \frac{V_0^r}{V_0^r + (V_1 + V_2)} \quad (7.7)$$

- randamentul de transport al apei în rețeaua hidrotehnică a sistemului (η_t):

$$\eta_t = \frac{V_0^r + (V_1 + V_2)}{V_T} \quad (7.8)$$

În final rezultă **randamentul folosirii apei în sistem** sau **randamentul total (global)**:

$$\eta_s = \frac{V_0^r}{V_T} = \frac{V_0^r}{V_0^r + (V_{ke} + V_2 + V_1)} \quad (7.9)$$

Tabel 7.1 Elementele componente ale stabilirii randamentului de folosire a apei într-un sistem hidrotehnic pentru irigații

Relația de definire a randamentului	Tip de amenajare interioară	
	1) Modern (SPP + conducte îngropate)	2) Clasic (rețele deschise: canale din pământ, jgheaburi, etc.)
	$V_0^r, \eta_u, \eta_r, V_{ke}$ = valori cunoscute și considerate constante pe durata (T)	$V_0^r, \eta_u, V_2, V_{ke}$ = valori cunoscute și considerate constante pe durata (T)
1. randamentul de aplicare a udărilor (η_u): $\eta_u = \frac{V_0^r}{V_0^r + V_1}$	$V_1 = V_0^r \left(\frac{1}{\eta_u} - 1 \right)$	$V_1 = V_0^r \left(\frac{1}{\eta_u} - 1 \right)$
2. randamentul de transport al apei în rețeaua amenajări interioare (η_r): $\eta_r = \frac{V_0^r + (V_1)}{V_0^r + (V_1 + V_2)}$	$V_2 = \frac{V_0^r}{\eta_u} \cdot \left(\frac{1}{\eta_r} - 1 \right)$	$\eta_r = \frac{1}{1 + \eta_u \cdot \frac{V_2}{V_0^r}}$
3. randamentul de folosire a apei în amenajarea interioară (η_{ai}): $\eta_{ai} = \frac{V_0^r}{V_0^r + (V_1 + V_2)}$	$V_1 + V_2 = V_0^r \left(\frac{1}{\eta_u \cdot \eta_r} - 1 \right)$ <hr/> $\eta_{ai} = \eta_u \cdot \eta_r$	$\eta_{ai} = \frac{1}{\frac{1}{\eta_u} + \frac{V_2}{V_0^r}}$ <hr/> $\eta_{ai} = \eta_u \cdot \eta_r$

4. randamentul de transport al apei în rețeaua hidrotehnică a sistemului (η_t): $\eta_t = \frac{V_0^r + (V_1 + V_2)}{V_T}$	$\eta_t = \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r} \cdot \eta_{ai}}$	$\eta_t = \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{\frac{V_0^r}{\eta_u} + V_2}}$
5. randamentul folosirii apei în sistem sau randamentul total (global): $\eta_s = \frac{V_0^r}{V_T} = \frac{V_0^r}{V_0^r + (V_{ke} + V_2 + V_1)}$	$\eta_s = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{ai}} + \frac{V_{ke}}{V_0^r}}$	$\eta_s = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{ai}} + \frac{V_{ke}}{V_0^r}} = \frac{1}{\eta_u + \frac{(V_{ke} + V_2)}{V_0^r}}$
	$\eta_s = \eta_{ai} \cdot \eta_t = \eta_u \cdot \eta_r \cdot \eta_t$	$\eta_s = \frac{\eta_{ai}}{1 + \frac{V_{ke}}{\frac{V_0^r}{\eta_u} + V_2}}$
$V_T = V_0^r + (V_{ke} + V_2 + V_1)$	$V_T = \frac{V_0^r}{\eta_s}$	$\eta_s = \eta_{ai} \cdot \eta_t = \eta_u \cdot \eta_r \cdot \eta_t$

Relația între randamentul total și randamentul potențial

Stabilirea relațiilor de calcul se face în mai multe variante de analiză, în funcție de durata de funcționare (T), de tipurile de amenajare interioară și unele ipoteze de calcul referitoare la cunoașterea parametrilor implicați în relațiile elaborate.

În cazul amenajărilor interioare moderne (ipoteza 1), unde de regulă se cunosc V_0^r , η_u , η_r și V_{ke} . În ipoteza că acești parametrii sunt de valori constante pe durata de analiză din relația (7.5) rezultă că:

$$V_1 = V_0^r \left(\frac{1}{\eta_u} - 1 \right) \quad (7.5.1)$$

iar relația poate fi:

$$\eta_r = \frac{1}{1 + \frac{V_2}{V_0^r + V_1}} = \frac{1}{1 + \frac{V_2}{V_0^r}} = \frac{1}{1 + \eta_u \cdot \frac{V_2}{V_0^r}}$$

Întrucât (η_r) poate fi considerată o valoare constantă în amenajările moderne (SPP + rețea de conducte îngropate), este necesar calculul volumului (V_2):

$$\eta_u \cdot \frac{V_2}{V_0^r} = \frac{1}{\eta_r} - 1 \longrightarrow V_2 = \frac{V_0^r}{\eta_u} \cdot \left(\frac{1}{\eta_r} - 1 \right) \quad (7.6.1)$$

Volumul pierdut în amenajarea interioară:

$$V_1 + V_2 = V_0^r \frac{1}{\eta_u} - V_0^r + \frac{V_0^r}{\eta_u \cdot \eta_r} - \frac{V_0^r}{\eta_u} \quad (7.6.2)$$

$$V_1 + V_2 = V_0^r \left(\frac{1}{\eta_u \cdot \eta_r} - 1 \right)$$

Din relația (7.7) se obține:

$$\eta_{ai} = \frac{1}{1 + \frac{V_1 + V_2}{V_0^r}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\eta_u \cdot \eta_r} - 1}$$

sau randamentul de folosire a apei în amenajarea interioară este:

$$\boxed{\eta_{ai} = \eta_u \cdot \eta_r} \quad (7.7.1)$$

Pentru stabilirea randamentului de transport a apei în rețeaua hidrotehnică se pleacă de la relația (7.8):

$$\eta_t = \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r + (V_1 + V_2)}} = \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r \cdot \left(\frac{1}{\eta_u \cdot \eta_r} - 1 + 1 \right)}} \quad (7.8.1)$$

$$\boxed{\eta_t = \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r} \cdot \eta_u \cdot \eta_r} = \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r} \cdot \eta_{ai}}}$$

În ipoteza de calcul adoptată (1), rezultă că apa este transportată în rețeaua hidrotehnică cu un randament variabil (η_t) în timpul sezonului de irigații. Acesta crește pe măsură ce sarcina netă a sistemului (V_0^r) se mărește – fenomen impus de însăși cerința de apă a culturilor cu maxim în luna iulie și minim în aprilie și septembrie. De asemenea, randamentul de transport (η_t) scade pe măsură ce volumul pierdut (V_{ke}) se mărește și invers. Astfel, în ipoteza ($V_{ke} \longrightarrow 0$ $\eta_t \longrightarrow 1$) randamentul de transport (η_t) nu depinde de randamentul cu care se folosește apă în amenajarea interioară (η_{ai}).

Ecuția generală a randamentului sistemului a fost demonstrată încă din 1987 de către prof. dr. ing. Ion Nicolaescu[73]:

$$\eta_s = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{ai}} + \frac{V_{ke}}{V_0^r}} = \frac{1}{\eta_u \cdot \eta_r + \frac{V_{ke}}{V_0^r}} \quad (7.9)$$

Apelând la relația (7.9) rezultă expresia randamentului total (η_s) într-o anumită perioadă de timp, în care sunt cunoscute randamentele parțiale:

$$\eta_s = \frac{\eta_{ai}}{\eta_{ai}} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\eta_{ai}} + \frac{V_{ke}}{V_0^r}} = \eta_{ai} \cdot \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r} \cdot \eta_{ai}}$$

adică:

$$\eta_s = \eta_{ai} \cdot \eta_t = \eta_u \cdot \eta_r \cdot \eta_t \quad (7.9.1)$$

În cazul amenajărilor clasice, (ipoteza 2) volumul (V_2) pierdut pe rețeaua de transport a apei în amenajările interioare (formată din rețele deschise), variază semnificativ cu suprafața efectiv udată sau irigată. Astfel, în acest caz se acceptă ipoteza că sunt cunoscute valorile parametrilor: V_0^r , η_u și V_{ke} , valori considerate constante pe durata perioadei de analiză (ciclu de udare, lună caracteristică sau sezon de irigații).

Pentru acest caz este necesară stabilirea relațiilor de exprimare a parametrilor necunoscuți: η_r , η_{ai} , η_t și η_s .

- din expresia (7.6) de definiție a randamentului parțial (η_r), rezultă:

$$\eta_r = \frac{1}{1 + \eta_u \cdot \frac{V_2}{V_0^r}} \quad (7.10)$$

- randamentul de folosire a apei în amenajarea interioară (η_{ai}) se obține din relația (7.7):

$$\eta_{ai} = \frac{1}{1 + \frac{(V_1 + V_2)}{V_0^r}} = \frac{1}{V_0^r \left(\frac{1}{\eta_u} - 1 \right) + V_2}$$

$$\eta_{ai} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\eta_u} - 1 + \frac{V_2}{V_0^r}}$$

$$\boxed{\eta_{ai} = \frac{1}{\frac{1}{\eta_u} + \frac{V_2}{V_0^r}}} \dots (7.10.1)$$

sau folosind relația (7.10) se demonstrează valabilitatea relației (7.7.1) și în acest caz:

$$\eta_{ai} = \frac{\eta_u}{\eta_u} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\eta_u} + \frac{V_2}{V_0^r}} = \eta_u \cdot \frac{1}{1 + \eta_u \cdot \frac{V_2}{V_0^r}} = \eta_u \cdot \eta_r \quad (7.7.1)$$

- randamentul de transport al rețelei hidrotehnice (η_t) se bazează pe relația de definiție (7.8):

$$\eta_t = \frac{V_0^r + (V_1 + V_2)}{V_0^r + (V_{ke} + V_1 + V_2)} = \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r + (V_1 + V_2)}}$$

- randamentul total de folosire a apei în sistem:

$$\eta_s = \frac{1}{1 + \frac{V_{ke} + V_2 + V_1}{V_0^r}} = \frac{1}{1 + \frac{V_1}{V_0^r} + \frac{V_{ke} + V_2}{V_0^r}}$$

$$\eta_s = \frac{1}{1 + \frac{\frac{1}{\eta_u} - 1}{1} + \frac{V_{ke} + V_2}{V_0^r}}$$

$$\eta_s = \frac{1}{\frac{1}{\eta_u} + \frac{(V_{ke} + V_2)}{V_0^r}}$$

(7.10.2)

Ținând cont de relația de exprimare a randamentului de folosire a apei în amenajarea interioară (conform relației 7.10), se ajunge la relația demonstrată în primul caz:

$$\eta_s = \frac{1}{\left(\frac{1}{\eta_u} + \frac{V_2}{V_0^r}\right) + \frac{V_{ke}}{V_0^r}} = \frac{1}{\eta_{ai} + \frac{V_{ke}}{V_0^r}} = \frac{1}{\eta_{ai} + \frac{V_{ke}}{V_0^r}}$$

$$\eta_s = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{ai}} + \frac{V_{ke}}{V_0^r}} \quad (7.9.1)$$

$$\eta_s = \frac{\eta_{ai}}{1 + \eta_{ai} \cdot \frac{V_{ke}}{V_0^r}} = \frac{\eta_{ai}}{1 + \frac{1}{\frac{1}{\eta_u} + \frac{V_2}{V_0^r}} \cdot \frac{V_{ke}}{V_0^r}} = \frac{\eta_{ai}}{1 + \frac{V_{ke}}{\frac{V_0^r}{\eta_u} + V_2}}$$

Rezultă că, pentru o durată de timp (T):

$$\eta_s = \eta_{ai} \cdot \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r + V_2 \cdot \eta_u}} = \eta_{ai} \cdot \eta_t = \eta_u \cdot \eta_r \cdot \eta_t \quad (7.9.2)$$

În comparație cu situația amenajărilor interioare moderne, cu conducte îngropate alimentate de SPP (unde randamentul η_r poate fi considerat constant pe o durată de timp) în situația amenajărilor de tip clasic (unde rețeaua de transport este constituită din rețele deschise) volumul pierdut (V_2) variază cu suprafața efectiv irigată sau cu gradul de utilizare al sistemului. Astfel, prin relațiile demonstrate în acest caz se arată că atât valorile randamentelor parțiale (η_r și η_t) cât și a randamentului total (η_s) scad odată cu mărirea pierderilor (V_2) și invers. În ipoteza că pierderile de apă din rețeaua de transport a amenajărilor interioare s-ar reduce în totalitate (ceea ce este practice imposibil), atunci:

$$\eta_r \longrightarrow 1 \text{ și } \eta_{ai} \longrightarrow \eta_u$$

$$\eta_t \longrightarrow \frac{1}{1 + \frac{V_{ke}}{V_0^r} \cdot \eta_u}$$

$$\eta_s \longrightarrow \frac{1}{\frac{1}{\eta_u} + \frac{V_{ke}}{V_0^r}}$$

De asemenea, este de notat faptul că, în ipoteza teoretică ($V_2 + V_{ke} \longrightarrow 0$), rezultă:

$$\eta_{ai} \longrightarrow \eta_u$$

$$\eta_t \longrightarrow 1$$

$$\eta_s \longrightarrow \eta_u$$

randamentul sistemului ar depinde numai de randamentul de aplicare al udărilor în câmp.

După această analiză a tipurilor de randament și a stabilirii randamentului total de utilizare a apei în sistem, se prezintă în mod sistematizat relațiile obținute în tabelul nr.7.1.

Se subliniază faptul că relațiile dezvoltate la tipul (2) de amenajare cu caracter general, putând fi utilizate și la tipul (1), cu condiția să se măsoare valoarea volumului V_2 .

Toate relațiile prezentate și care implică volume de apă (V_0^r , V_1 , V_2 , V_{ke}) raportate la aceeași perioadă de timp (T), sunt identice dacă se exprimă în debite (Q) sau debite specifice (q). Dacă parametri implicați se exprimă în următoarele unități de măsură:

$V[m^3/T]$; $T[zile]$; $S[ha]$; $Q[l/s]$; $q[l/s \cdot ha]$, rezultă următoarele relații de transformare:

$$V = Q(l/s) \cdot 3,6[m^3/ora] \cdot T(zile) \cdot 24(ore/zi)$$

$$Q = \frac{V}{86,4 \cdot T} [l/s] \quad (7.11)$$

$$q = \frac{Q(l/s)}{S(ha)} = \frac{V}{86,4 \cdot T \cdot S} [l/s \cdot ha] \quad (7.12)$$

Astfel, prin ultima relație se vor obține expresiile de transformare a volumelor (V) în debite specifice (q), adică:

$$q_0^r = \frac{V_0^r}{C} \quad q_1 = \frac{V_1}{C} \quad q_2 = \frac{V_2}{C} \quad \text{și} \quad q_{ke} = \frac{V_{ke}}{C}$$

Prin înlocuirea debitelor specifice (q) în relațiile demonstrate și prezentate în tabelul nr.1 se obțin următoarele expresii:

- pentru amenajările interioare:

$$q = q_0^r \left(\frac{1}{\eta_u} - 1 \right) \quad \eta_r = \frac{1}{1 + \eta_u \cdot \frac{q_2}{q_0^r}} \quad \eta_{ai} = \frac{1}{\frac{1}{\eta_u} + \frac{q_2}{q_0^r}}$$

- pentru rețeaua hidrotehnică:

$$\eta_t = \frac{1}{1 + \frac{q_{ke}}{\frac{q_0^r}{\eta_u} + q_2}} \quad \eta_s = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{ai}} + \frac{q_2}{q_0^r}} \quad \eta_s = \frac{\eta_{ai}}{1 + \frac{q_{ke}}{\frac{q_0^r}{\eta_u} + q_2}}$$

Debitul specific pierdut în sistem (q_p): $q_p = q_{ke} + q_2 + q_1$

Debitul specific total la bursa sistemului (q_s): $q_s = q_0^r + (q_p) = q_0^r + (q_{ke} + q_2 + q_1)$

Considerații asupra valorii randamentelor potențiale

a) **Randamentul de aplicare a udărilor în câmp (η_u)**, variază într-un domeniu foarte larg, în funcție de:

- metoda de udare,
- parametrii reali ai tehnicii de udare (debite, intensități, durate, etc.),
- echipamentele și instalațiile de aplicare a udărilor,
- priceperea, abilitatea și disponibilitatea forței de muncă implicată în aplicarea udărilor, ș.a.

În scop de orientare generală se prezintă, după un autor american (Jack Keller, 1992) ca mai recente date cu privire la randamentul de udare (η_u), durata de serviciu și investiția specifică în diferite metode de udare și tipuri de echipamente (tabel nr.7.2).

Tabel 7.2 Considerații asupra randamentului de udare

METODA DE UDARE	INVESTIȚIE SPECIFICĂ (USD/HA)	DURATA DE SERVICIU (AN)	RANDAMENTUL UDĂRII (%)
1.SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ (nivelată)			
1.1 bazine orizontale	370-1085	continuă	70-90
1.2 fâșii	370-1085	continuă	70-85
1.3 brazde	150-750	continuă	65-85
Rețele de transport în amenajarea interioară:			
- canale impermeabilizate	400-1250	15	-
- conducte îngropate	800-2500	20	-
- automatizare	300	10	-
2.ASPERSIUNE			
2.1 Instalații staționare- mutare manuală	450-675	15	65-80
- tractare longitudinală	600-950	10	65-75
- automatizare	800-1100	15	65-80
2.2 Instalații cu aplicarea udărilor pe durata deplasării (autodeplasabile)- cu tambur și furtun (IATF)	950-1200	10	55-70
- cu pivot central	1100	15	70-85
- cu deplasare lineară (laterală):		15	65-85
• cu alimentare din canal	1100-1300		
• cu alimentare din antene	1600-2050	15	65-85
2.3 tip fix: - cu acoperire din canal	2700-3250	15	65-75
- fix (permanent)	2300-3500	20	65-75
3.METODE LOCALIZATE			
3.1 în plantații în pomi (orchard)- picurare / microjeturi	1500-3500	10-20	75-90
- bubbler	2500-4000	15	60-85
3.2 culturi în rânduri	1650-5000	1-20	65-90

b) **Randamentul de transport al apei în amenajarea interioară (η_r)** variază cu tipul de amenajare:

- pentru amenajările moderne (SPP + conducte îngropate), randamentul (η_r) este în general de 90-98%, în funcție de calitatea execuției și a întreținerii rețelei de conducte îngropate. De aceea, în situațiile unor lucrări de calitate slabă în privința activității de întreținere și reparații, determină ca randamentul (η_r) să aibă valori mai mici de 90%. Numai măsurătorile directe asupra randamentului (η_r) pot evidenția corect valorile reale ale acestuia; fără măsurători operația este de evaluare, ceea ce implică acceptarea unor erori;

- pentru amenajările interioare de tip clasic se impune măsurarea cât mai corectă a volumului (V_2). În cazul canalelor neimpermeabilizate în terenuri cu permeabilitate medie, randamentul (η_r), poate să scadă sub 50%.

c) **Randamentul de transport al apei în rețeaua hidrotehnică a sistemului (η_t)**, variază conform relațiilor demonstrate.

Parametrul ce influențează (η_t) este volumul pierdut prin infiltrații și exploatare (V_{ke}). În acest sens, măsurătorile directe sunt de neînlocuit. Numai în lipsa măsurătorilor se poate apela la anumite relații de calcul ce au caracter estimativ.

Trecând peste modelele teoretice de calcul a pierderilor de apă prin infiltrații din canale se expune cel mai simplu și facil mod de evaluare a volumului (V_{ke}), în ipoteza cunoașterii pierderilor specifice (p_k):

$$V_{ke} [m^3 / s] = p_k (l / m^2 \cdot zi) \cdot 3,6 [m^3 / ora] \cdot S_k [m^2] \cdot T (zile) \cdot 24 (ore / zi) [ore / T]$$

$$V_{ke} = 86,4 \cdot T \cdot \sum_1^x (p_k \cdot S_k) \quad (7.13)$$

în care:

V_{ke} - volumul pierdut prin infiltrație în rețeaua hidrotehnică a sistemului [$m^3/T(zile)$];

$(p_k)_r$ - pierderea specifică prin infiltrație [$l/s \cdot m^2$ suprafață de infiltrație] pe bieful (r);

$(S_k)_r$ - suprafața totală de infiltrație a apei [m^2] pe bieful (r);

x - numărul total al biefurilor din care este construită rețeaua hidrotehnică a sistemului analizat;

T - durata de analiză [zile].

Se înțelege că pierderile de apă din infiltrație (exfiltrație) urmează alura cunoscută a vitezei de infiltrație: la început se înregistrează pierderi foarte mari iar apoi fenomenul se stabilizează într-o anumită perioadă de timp (de la câteva zile până la una - două săptămâni). Spre orientare se prezintă în tabelul nr. 7.3 valorile pierderilor specifice (p_k) după stabilizarea procesului de infiltrație:

Tabel 7.3 Valorile pierderilor specifice (p_k)

TIP DE IMPERMEABILIZARE	P_k [L/M ² ·ZI]
1. Canale din pământ necăptușite (după FAO, 1988)	
- pământuri nisipoase cu pietriș	> 670
- pământuri nisipoase	>500
- roci vulcanice cu nisipuri	>300
- lut nisipos	200
- argilă sau lut argilos	>100
2. Canale căptușite (după ICITID, 1986)	
2.1 dale mici de beton (50x50x5 cm)	
- rostuite cu mortar de ciment	300
- rostuite cu chituri de etanșare	>70
2.2 dale mari din beton (300x100x6 cm)	
- rostuite cu mortar de ciment	200
- rostuite cu chituri de etanșare	>50
2.3 cu beton simplu turnat cu mașini (Racho)	
- rostuite cu mortar de ciment	100
- rostuite cu chituri de etanșare	>35
2.4 căptușeli din folii PVC cu grosimea de 0,5-0,8 mm, lestate:	
- cu dale mici	>35
- cu dale mari	>35

7.4. Gradele de utilizare și funcționare ale sistemului de irigații [63, 79, 81, 82, 83]

Pentru durata sezonului de irigații (aprilie-sept) sistemul de irigații trebuie să asigure înmagazinarea în stratul radicular activ al culturii (i) un volum net de apă:

$$V_0 = S_i \cdot \sum_{j=IV}^{IX} (M_i)_j \quad (\text{m}^3/\text{an}/\text{cultura } i) \quad (7.14.1)$$

pentru toate culturile din sistem trebuie administrat volumul net:

$$V_0 = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \sum_{j=IV}^{IX} (M_i)_j \quad (\text{m}^3/\text{an}/\text{sistem}) \quad (7.14.2)$$

M_0 Norma de irigare anuală de valoare medie ponderată cu structura de culturi este:

$$M_0 = \frac{V_0}{S} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^n (S \cdot M_0)_i \quad (\text{m}^3/\text{ha an}) \quad (7.14.3)$$

$$\text{unde } (M_0)_i = \sum_{j=IV}^{IX} (M_i)_j \quad (\text{m}^3/\text{ha an cultură})$$

V_0 - volum net de irigații

S - suprafața maximă a sistemului ce poate fi irigată și cultivată (ha)

C_1, C_2, \dots, C_n - culturile agricole ce se folosesc în sistem

(S) i - denumirea culturii (i) din totalul celor (n) culturi cuprinse pe suprafața

S_i - suprafața acoperită de cultura (i) (ha)

$(M_i)_j$ - norma de irigare netă a culturii (i) în luna (j) (m³/ha)

$M_0^{50\%}$ - norma medie ponderată anuală corespunzătoare asigurării egală cu 50% ce se apropie de media multianuală a sarcinii sistemului

$$V_0^{50\%} = S \cdot M_0^{50\%} = \sum_{i=1}^n (S \cdot M_0^{50\%})_i \quad (7.14.4)$$

$V_0^{50\%}$ - volum net de irigații calculat la asigurarea de 50%

G- gradul de utilizare al sistemului fiind măsura în care acesta, în timp real, satisface sau depășește sarcina proprie de referință

$$G = \frac{V_0^r}{V_0^{50\%}} \quad (7.14.5)$$

$$G = \frac{\sum_{i=1}^p (S' \cdot M_{0i}')}{\sum_{i=1}^N (S \cdot M_0^{50\%})_i} \quad (7.14.6)$$

p - nr. culturilor ce au fost irigate

S' - suprafața culturii (i) ce a fost efectiv irigată

M_{0i}' - norma netă de irigație anuală aplicată pentru cultura (i)

Precizări asupra gradului de utilizare a sistemului:

- gradul de utilizare (G) se exprimă prin volumele de apă utile realizate de către sistem și nu prin mărimea suprafeței irigate (ce pot primi numai 1-2 udări)

- gradul de utilizare(G) poate fi exprimat de raportul dintre suprafața efectiv irigată (S') și suprafața totală a sistemului (S) numai atunci când pe suprafața (S') a fost administrat un volum de apă util $V_0^r = M_0^{50\%} \cdot S'$

- gradul maxim ca potențial de utilizare a sistemului $G_{\max} = \frac{M_0^{80\%}}{M_0^{50\%}} > 1$

- $G=0 \Rightarrow$ sistemul nu este pus în funcțiune pe durata unui an agricol

Influența gradului de utilizare G asupra randamentului de folosire a apei în sistem η_s .

Gradul de utilizare (G) influențează randamentele parțiale (η_{ai} , η_t) și randamentul global al sistemului(η_s)

$$V_0^r = G \cdot V_0^{50\%}$$

$$V_0^r = G \cdot M_0^{50\%} \cdot S$$

$$V_{ke} = v_{ke} \cdot T$$

(7.15)

$$\eta_s = \frac{1}{\frac{1}{\eta_u \cdot \eta_r} + \frac{v_{ke} \cdot T}{G \cdot M_0^{50\%} \cdot S}}$$

V_{ke} - volumul de apă pierdut în rețeaua hidrotehnică (m³/lună)/sistem

T- durata de funcționare continuă a sistemului (luni)

Analizând funcția $\eta_S(G, V_{ke}, T)$ se constată că:

(G) - randamentul sistemului (η_S) scade sau crește o dată cu gradul de utilizare

- randamentul sistemului (η_S) scade o dată cu creșterea volumului de apă pierdut în rețeaua hidrotehnică ($V_{ke}=v_{ke} T$)

Calculul economiei de apă ce se poate obține ca efect al lucrărilor de reabilitare și modernizare RM la același grad de folosire a sistemului (G).

Dacă pe aceeași durată (T) volumul de apă net realizat $V_0^r=G M_0^{50\%}S$ rămâne constant atât înainte cât și după lucrările de RM η_S are 2 valori:

$$\eta_S^a = \frac{1}{\frac{1}{(\eta_{ai})_a} + (v_{ke})_a \cdot \frac{T}{G \cdot M_0^{50\%} \cdot S}} \quad (7.15.a)$$

$$\eta_S^m = \frac{1}{\frac{1}{(\eta_{ai})_n} + (v_{ke})_n \cdot \frac{T}{G \cdot M_0^{50\%} \cdot S}} \quad (7.15.m)$$

Volumele de apă la priza sistemului

$$v_p^a = \frac{V_0^r}{\eta_S^a} - \text{în starea actuală a sistemului} \quad (7.16.a)$$

$$v_p^m = \frac{V_0^r}{\eta_S^m} - \text{exprimă execuția lucrărilor de RM(m)} \quad (7.16.m)$$

ΔV - economia de apă la priza sistemului în urma lucrărilor de RM

$$\Delta V = V_p^a - V_p^m = V_0^r \cdot \left(\frac{1}{\eta_S^a} - \frac{1}{\eta_S^m} \right) \quad (7.16.1)$$

unde (ΔV) se exprimă în m^3 apă / durata (T).

În concluzie rămâne exprimarea economiei de apă (ΔV) în (%) din volumul actual V_p^a

$$\Delta V = \left(1 - \frac{V_p^m}{V_p^a}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{\eta_S^a}{\eta_S^m}\right) \cdot 100$$

$$\Delta V = \left[1 - \frac{\frac{G \cdot M_0^{50\%} \cdot S}{T} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{ai}}\right)_m + (v_{ke})_m}{\frac{G \cdot M_0^{50\%} \cdot S}{T} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{ai}}\right)_a + (v_{ke})_a}\right] \cdot 100 \quad (7.17)$$

7.5. Gradul minim de utilizare profitabilă a sistemului corespunzător stării actuale și după aplicarea lucrărilor de reabilitare modernizare [63, 79, 81, 82, 83]

La un grad redus de utilizare sistemul de irigații nu aduce profit iar subvențiile acordate nu se justifică. Se pune astfel problema, ca la un grad redus de folosință (adică la o cerință redusă de apă în sistem), acesta să nu fie pus în funcțiune, întrucât nu generează profit. Pentru punerea în evidență a acestui prag minim economic s-a introdus noțiunea de grad de utilizare profitabilă sau eficiență a funcționării sistemului (G_p), prin care se înțelege valoarea minimă reală a cerinței de apă a beneficiarilor din sistem de la care, efectul aplicării irigației începe să creeze profit prin creșterea producției agricole.

Sistemul de irigație se fundamentează economic prin asigurarea unui anumit spor de producție (ΔP) a cărei valoare trebuie să depășească suma tuturor cheltuielilor aferente obținerii acestui spor. Aceste cheltuieli sunt compuse din suma tuturor cheltuielilor agricole și suma tuturor cheltuielilor aferente pentru irigarea culturilor.

Atât timp cât gradul real de utilizare a sistemului (G) este redus, volumul sporului de producție obținut (ΔP) este mai mic decât cel considerat în faza de proiectare a sistemului.

În acest context, la un grad redus de utilizare (situație des întâlnită în sistemele noastre) sistemul nu aduce profit iar subvențiile acordate nu se justifică. Se pune problema ca la o cerință redusă de apă în sistem, acesta să nu fie pus în funcțiune.

Pentru punerea în evidență a acestui prag s-a introdus noțiunea de grad de utilizare eficientă sau profitabilă a sistemului (G_p), prin care se înțelege valoarea cerinței minime de apă a beneficiarilor din sistem de la care efectul aplicării irigațiilor generează profit prin creșterea producției agricole, adică:

$$\frac{B}{CH} > 1 \quad (7.18)$$

în care:

B – reprezintă venitul brut obținut prin vinderea producției suplimentare datorate irigațiilor culturilor;

CH – reprezintă suma tuturor cheltuielilor aferente obținerii producției suplimentare.

Determinarea gradului de utilizare eficientă trebuie efectuată în ipoteza subvențiilor nule în exploatarea unui sistem de irigații aflat într-o anumită stare caracterizată prin valoarea performanțelor funcționale ($\eta_s, \eta_{ai}, \eta_p, \eta_{ke}, e_s, S, M_0^{50\%}, T$, structura culturilor, etc.).

Eficiența economică a sistemului este pus în funcție de:

- sporul de producție (P) asigurat prin aplicarea normei nete de irigare anuală (M_0) a fiecărei culturi și pentru întregul plan de culturi irigate;

- totalitatea cheltuielilor efectuate pentru obținerea sporului de producție aferente unei culturi și pentru întregul plan de culturi irigate (CH).

Pentru valorificarea sporului de producție agricolă se obține venitul brut (B) iar prin scăderea cheltuielilor totale (CH) din acesta, se obține profitul net.

În componența cheltuielilor totale, trebuie să se includă și cheltuielile privind funcționarea sistemului pentru aducerea apei din sursa în sistemul radicular active al culturilor ce se irigă. Aceste cheltuieli sunt specifice sistemului de irigație și depind de:

- parametrii reali de funcționare ai acestuia;
- durata de funcționare anuală;
- gradul de utilizare al acestuia, care influențează randamentul de folosire a apei și al energiei de pompare.

Conform următoarelor relații:

$$B = \Delta P \cdot C_v \quad (7.19)$$

$$CH = C_a + (C_f + C_{au}) + CE \quad (7.20)$$

$$C_i = C_f + C_{au} \quad (7.21)$$

ΔP – sporul de producție obținut la irigarea unei culturi ca valoare medie multianuală, corespunzătoare aplicării normale de irigații $M_0^{50\%}$ (kg/ha);

C_v – prețul de valorificare a producției agricole (RON/kg);

C_a – suma cheltuielilor agricole aferente surplusului de producție obținut în regim irigat pentru o cultură: cantitate de sămânța, îngrășăminte, recoltat, transportat, etc. (RON/kg);

C_f – cheltuielile anuale de întreținere – reparații și exploatare ale sistemului (RON/kg);

$C_i = C_f + C_{au}$ – au fost considerate cheltuieli constante la nivelul sistemului (RON/kg);

CE – cheltuieli ce exprima consumul de energie electrică folosit la pomparea apei de la sursa la cultura agricolă, ce asigură aplicarea normei nete de irigație a culturii $M_0^{50\%}$ (RON/kg).

Se demonstrează ca valoarea de stabilire a cheltuielilor (CR) este:

$$CE = \frac{e_s \cdot p_e \cdot M_0^{50\%} \cdot 10^{-3}}{\eta_s}$$

$$CE = \frac{e_s \cdot p_e \cdot M_0^{50\%} \cdot 10^{-3}}{\left(\frac{1}{\eta_{ai}} + \frac{v_{ke} \cdot T}{G_p \cdot S \cdot M_0^{50\%}} \right)^{-1}} \quad (7.22)$$

sau:

$$CE = \frac{e_s \cdot p_e}{10^3} \cdot \left(\frac{M_0^{50\%}}{\eta_{ai}} + \frac{v_{ke} \cdot T}{G_p \cdot S} \right) \quad (7.22.1)$$

în care:

e_s - consumul de energie necesar pompării apei în sistem (kwh/1000 mc apa pompata);

p_e - costul energiei electrice (RON/kwh).

Revenind la relația (7.18) se obține:

$$\Delta P \cdot Cv \geq \frac{e_s \cdot p_e}{10^3} \cdot \left(\frac{M_0^{50\%}}{\eta_{ai}} + \frac{v_{ke} \cdot T}{G_p \cdot S} \right) + Ca + Ci \quad (7.23)$$

Din care rezultă relația de calcul a gradului de utilizare eficienta de forma:

$$G_p \geq \frac{\frac{v_{ke} \cdot T}{S}}{\frac{10^3}{e_s \cdot p_e} \cdot [\Delta P \cdot Cv - (Ca + Ci)] - \frac{M_0^{50\%}}{\eta_{ai}}} \quad (7.24)$$

Utilizând relația:

$$\Delta P = \alpha (M_0^{50\%})^\beta \quad (7.25)$$

rezultă:

$$G_p \geq \frac{v_{ke}}{S} \cdot \frac{T}{\frac{10^3}{e_s \cdot p_e} \cdot [\alpha \cdot (M_0^{50\%})^\beta \cdot Cv - (Ca + Ci)] - \frac{M_0^{50\%}}{\eta_{ai}}} \quad (7.26)$$

Este de dorit ca gradul de utilizare eficientă (profitabilă) (G_p) să aibă o valoare cât mai mică, astfel încât, sistemul de irigații chiar dacă este solicitat puțin să asigure totuși profit, ceea ce necesită:

$$\frac{v_{ke} \cdot T}{S} \rightarrow \min \quad (7.27)$$

pentru $v_{ke} \rightarrow 0$ (prin impermeabilizare, automatizare, etc.)

$$\frac{10^3}{e_s \cdot p_e} \cdot [\Delta P \cdot Cv - (Ca + Ci)] - \frac{M_0^{50\%}}{\eta_{ai}} \rightarrow \max \quad (7.28)$$

(prin maximizarea η_{ai} și minimizarea e_s).

De aici, rezultă consecințe deosebit de utile atât pentru exploatarea agricolă cât și cea hidroameliorativă a unui sistem de irigații, astfel încât cele două activități trebuie să fie bine corelate, în sensul obținerii eficienței maxime:

- sub aspectul parametrilor de exploatare ai sistemului rezultă minimizarea (v_{ke} , e_s , C_i) și maximizarea (η_{ai});

$$\text{- sub aspectul activității agricole: } \begin{cases} M_0^{50\%} \rightarrow \min \\ Ca \rightarrow \min \end{cases} \quad \text{si} \quad \begin{cases} \Delta P \rightarrow \max \\ Cv \rightarrow \max \end{cases}$$

De reținut faptul că, modelul include toate cheltuielile implicate în obținerea și valorificare unui spor de producție agricolă, eliminând astfel ipoteza subvențiilor, care îmbracă un caracter subiectiv (temporar și aleator).

Forma finală a modelului matematic pentru determinarea gradului de utilizare eficientă a sistemului este:

$$G_p = \frac{(C_a + C_i) + e_s \cdot p_e \cdot v_{ke} \cdot T \cdot (10^3 \cdot S)^{-1}}{\alpha \cdot C_v \cdot M_0^\beta - e_s \cdot p_e \cdot M_0 \cdot (10^3 \cdot \eta_u \cdot \eta_r)^{-1}} \quad (7.29)$$

în care:

G_p - gradul de utilizare eficientă a sistemului de irigații;

M_0 - norma netă de irigare anuală a unei culturi la asigurarea de 50% [mc/ha];

α , β - sunt parametrii funcției ce exprima sporul de producție al unei culturi

(ΔP) cu norma netă de irigație anuală (M_0), adică: $\Delta P = \alpha \cdot M_0^\beta$.

Valorile parametrului (α) variază. Parametrul (β) are valoarea maximă egală cu (1) pentru cazul variației liniare (așa cum se utilizează în literatura de specialitate). Valorificarea apei de irigații crește pe măsură ce crește valoarea exponentului (β) și invers.

Pentru modelul elaborat, valorile lui (β) variază considerabil pentru cele 8 culturi analizate: $\beta_{\min} = 0,53$ (soia) și $\beta_{\max} = 0,74$ (cartofi).

η_u - randamentul de aplicație al udărilor;

η_r - randamentul de transport al apei în amenajarea interioară;

T- durata de funcționare continuă a sistemului (luni);

V_{ke} - volumul lunar de apă pierdut în rețeaua hidrotehnică (mc/luna).

Din analiza gradului de utilizare eficientă (G_p) exprimată prin relația generală (7.29) se pot constata următoarele:

- un sistem este mai eficient cu cât gradul de utilizare eficientă (G_p) este mai mic;

- pentru un sistem la care gradul real de utilizare (G_r) este mai mic decât gradul de utilizare eficientă (G_p) nu există o justificare tehnico-economică pentru a pune în funcțiune acest sistem. Gradul real de utilizare poate fi evaluat în fiecare an în baza structurii planului de culturi agricole și a contractelor perfectate între sistem și beneficiarii de teren. În situația în care $G_r < G_p$, sistemul nu trebuie pus în funcțiune, chiar dacă există subvenții de la stat, întrucât aduce pagube, prin faptul că beneficiile create prin irigații nu acoperă cheltuielile;

- pentru ca parametrul (G_p) să se reducă trebuie ca expresia numărătorului să fie minimă iar a numitorului maximă, adică:

$$\begin{aligned} (C_a + C_i) + e_s \cdot p_e \cdot v_{ke} \cdot T \cdot (10^3 \cdot S)^{-1} &\rightarrow \text{minim} \\ \alpha \cdot C_v \cdot M_0^\beta - e_s \cdot p_e \cdot M_0 \cdot (10^3 \cdot \eta_u \cdot \eta_r)^{-1} &\rightarrow \text{maxim} \end{aligned} \quad (7.30)$$

Pentru ca gradul de utilizare eficientă să se reducă sunt necesare două categorii de intervenții:

- cele de ordin agricol: presupun reducerea cheltuielilor suplimentare (C_a) și creșterea suprafeței cu culturi rentabile (cu spor maxim de producție în regim irigat și preț mare de valorificare);

- cele de ordin hidroameliorativ: prin lucrări de reabilitare-modernizare care să conducă la creșterea randamentului de folosire a apei (η_t, η_u, η_r)_{max} și a randamentului de pompare care să diminueze consumul specific (e_s)_{min};

- cele de restructurare instituțională: înființarea asociațiilor utilizatorilor de apă și a unor exploatații agricole viabile (cu suprafață modulată cu a instalații moderne de irigație începând cu minimum 25 ha), pentru a determina creșterea solicitării sistemului de irigații (gradul de utilizare eficientă G_p).

La baza modelului prezentat anterior, analiza se face introducând datele pentru cele două stări ale sistemului de irigații, astfel:

- a) pentru etapa actuală, fără lucrări de RM;
- b) după execuția lucrărilor de RM, rezultând concluzii privind oportunitatea realizării lucrărilor de RM ale sistemului de irigații.

8. STUDIU DE CAZ ȘI REZULTATELE OBȚINUTE PRIVIND STABILIREA GRADULUI MINIM DE UTILIZARE PROFITABILĂ A SISTEMULUI DE IRIGAȚII FÂNTÂNELE-ȘAG ARAD

8.1. Retehnologizarea și obiectivele prioritare privind economiile de apă din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad

În situația actuală canalele de Aducțiune I în lungime de 2984m și Canalul Aducțiune II în lungime de 15450m, sunt impermeabilizate cu dale de beton adică canalul Aducțiune I în proporție de 100% și Aducțiune II în proporție de 80%. Canalul CPA pe lungimea de 1150m fiind canal de pământ se impune impermeabilizare cu folie impermeabilă și dale de beton. Aceste canale în perioada de exploatare s-au deteriorat și colmatat motiv pentru care nu mai impermeabilizează bine, canalele pierzând până la 20% din debitul pompat.

Pentru a preîntâmpina aceste neajunsuri se impune pe canalele Aducțiune I, II și CPA dalarea impermeabilizarea suprafețelor nedalate deoarece pe aceste porțiuni pierderile sunt maxime, iar pe suprafețele dalate se impune folia impermeabilă (geomembrană) pentru a stopa infiltrațiile dintre rosturi.

Având în vedere cei 43 de ani de exploatare se impune în stațiile de pompare și repompare schimbarea pompelor datorită scăderii randamentelor de funcționare, a motoarelor fiind energofage și unele componente din aceste stații care nu mai fac față cerințelor actuale. În ambele stații de pompare se impune chiar schimbarea tablourilor și dulapurilor electrice. Prin retehnologizarea stațiilor de pompare se va înregistra un consum de energie mai mic rezultând astfel un preț de cost mai mic la 1000 mc apă pompată deci o eficiență mărită sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad.

Prin prisma ordinii de prioritate, respectiv după executarea lucrărilor și procurarea utilajelor necesare asigurării volumelor de apă, urmează cele care privesc gestionarea riguroasă a apei. Această gestionare este obligatorie în perspectiva în care avea de-a face cu mai mulți beneficiari. Pentru aceasta fiind necesare instalarea de debitmetre la fiecare stație de pompare și respectiv mijloace de măsurarea apei la nodurile hidrotehnice de distribuție și/sau la distribuția apei la beneficiari.

Pentru funcționarea la parametri superiori a sistemului de irigații sunt necesare lucrări de reabilitare care constau în totalitatea soluțiilor pentru a aduce funcționarea acestuia la performanțele inițiale și totodată modernizarea sistemului care însoțește întotdeauna programul de reabilitare, cu scopul de a majora performanțele inițiale, beneficiind de tehnologiile moderne și cercetările recent efectuate. Trebuie să avem în vedere stația de pompare Plutitoare, stația de Repompare și celelalte componente ale sistemului cum ar fi canalele de Aducțiune, de distribuție a apei, construcții hidrotehnice anexe (poduri, subtraversări, stăvilare,

dispozitive antișoc, căderi), care necesită reabilitare, re tehnologizare, eficientizare și modernizare, se vor proiecta și se executa simultan, în funcție de soluția tehnică care se implementează și găsirea fondurilor bănești necesare.

În continuare se prezintă rezultatele obținute pentru studiul de caz efectuat în cadrul sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad (la care lucrez de la terminarea facultății în anul 1994 și până în prezent) privind stabilirea gradului minim de utilizare profitabilă a acestui sistem, pentru justificarea necesității eficientizării/re tehnologizării/reabilitării/modernizării sale.

8.2. Calculul randamentului folosirii apei în funcție de gradul de utilizare al sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad

Pentru aplicarea modelului de calcul descris la capitolul 7, au fost folosiți parametri actuali ai sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad.

Prelucrând datele obținute în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad, în suprafață de 7154 ha, au rezultat parametri care atestă modul actual de utilizare a apei, pentru un randament al udării $\eta_u = 0,78$ și cel al rețelei amenajării interioare $\eta_r = 0,82$

- perioada anuală de irigații: aprilie – septembrie
- norma netă lunară de irigații $M_o^{50\%}$ 2250 m³/ha
- debitul specific pierdut q_{ke} : 0,20 l/s.ha

Analizând aceste rezultate se observă următoarele aspecte:

- randamentul total al sistemului $\eta_s < 0,45$ în funcție de varianta de exploatare
- norma netă de irigații ($M_o^{50\%} = 2250$ m³/ha) se află în domeniul asigurării de calcul de 50%, satisfăcând condițiile anului mediu; norma netă la asigurarea de calcul 80% fiind ($M_o^{80\%} = 3600$ m³/ha).

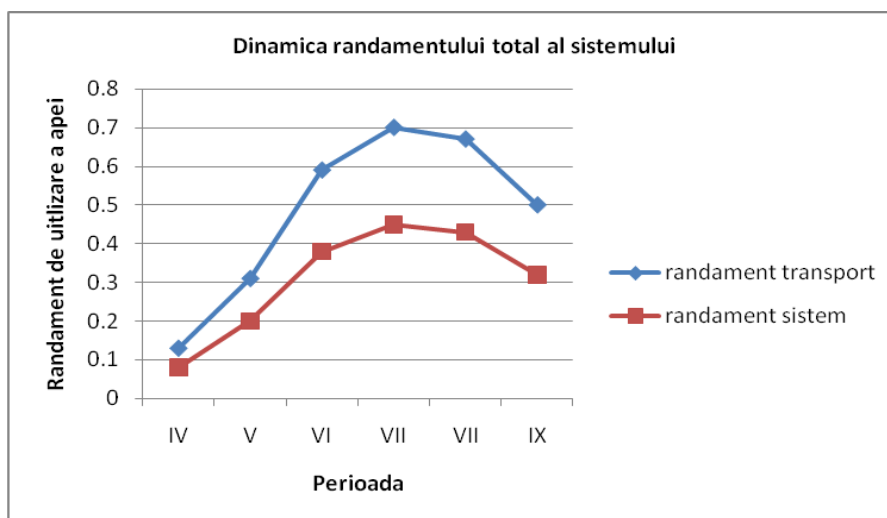
Rezultatele investigațiilor privind starea actuală a utilizării apei în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad sunt evidențiate în tabelele 8.1, 8.2 și în figura 8.1.

Tabel 8.1 Parametrii principali ai utilizării apei de irigații în etapa actuală pentru sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad

Nr. crt.	Perioada și parametri	IV	V	VI	VII	VII	IX	Parametri specifici
1	Norma netă de irigare M_o (m ³ /ha)	44	151	478	800	687	331	2250
2	Debit specific net la plantă q_o (l/s ha)	0.017	0.059	0.186	0.311	0.261	0.129	0.1605
3	Debit specific net pierdut q_{ke} (l/s ha)	0.2						
4	Randament $-\eta_u$	0.78						
	$-\eta_r$	0.82						
	$-\eta_t$	0.13	0.31	0.59	0.70	0.67	0.5	0.48
	$-\eta_s$	0.08	0.20	0.38	0.45	0.43	0.32	0.28
5	Debit specific net pierdut q_{ke} (l/s ha)	0.227	0.293	0.491	0.686	0.608	0.401	0.451
6	Volumul total la priza V_b (10 ⁶ mc)	4.21	5.61	9.11	13.15	11.65	7.43	51.16

Tabel 8.2 Repartiția debitelor specifice

q_b		q_0	q_1	q_2	q_{ke}	Δq
l/s.ha	0.45	0.16	0.05	0.04	0.20	0.29
% q_b	100	36	11	9	44	64
% Δq			17	14	69	100
Repartiția debitelor specifice	priză sistem	cultură irigată	Apa pierdută			Total
			la udare	în rețeaua înt	pe aducț	

Fig.8.1 Dinamica randamentului total al sistemului η_s

Pentru aplicarea modelului de calcul descris în capitolul 7, pentru sistemul hidrotehnic de irigații Fântânele-Șag Arad au fost folosite următoarele date:

$$S=7154 \text{ ha} \quad M_o^{50\%}=2250 \text{ m}^3/\text{ha} \quad M_o^{80\%}=3600 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$v_{ke} = 3,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ha} \quad \eta_{ai} = \eta_u \times \eta_r = 0,72 \times 0,82 = 0,64 \quad G_{\max} = 1,6$$

Folosind relația de calcul (7.15) se obțin următoarele valori ale randamentului de utilizare a apei în sistem η_s în funcție de gradul de utilizare (G):

Tabel 8.3. Randamentul de utilizare a apei în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad

Timp funcționare (luni)	V_{ke} (mil m^3)	G															
		1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
3	11.1	50	49	49	48	47	46	44	43	41	39	37	34	30	26	20	12
3.5	13.0	48	48	47	46	45	44	42	41	39	37	34	32	28	24	18	10
4	14.8	47	46	45	44	43	42	40	39	37	35	32	29	26	22	16	9
4.5	16.7	45	44	43	42	41	40	39	37	35	33	30	28	24	20	15	8
5	18.5	44	43	42	41	40	38	37	35	33	31	29	26	23	19	14	8
5.5	20.4	43	42	41	39	38	37	35	34	32	30	27	24	21	17	13	7
6	22.2	41	40	39	38	37	36	34	32	30	28	26	23	20	16	12	7
Suprafața necesară a fi irigată (mii ha)		7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.4	5.7	5.0	4.3	3.6	2.9	2.1	1.4	0.7

După rezultatele prezentate în acest tabel, se rețin următoarele:

- pentru a obține performanțele maxime ale sistemului ($\eta_s > 45\%$) în starea actuală, acesta trebuie utilizat pe perioada de 3-4 luni cu gradul $G \geq 1$, ceea ce înseamnă realizarea unui volum net $V_{o,r} \geq 2250 \text{ m}^3/\text{ha} \times 7154 \text{ ha} \approx 16,1$ milioane m^3 apă distribuită în stratul activ de sol al tuturor culturilor ce ocupă întreaga suprafață a sistemului. La un randament al sistemului $\eta_s > 47\%$ rezultă că trebuie introdus în sistem un volum brut de cel puțin 38,3 milioane m^3 , revenind o normă brută de irigație de 5353 m^3/ha și an

- pentru a asigura un randament $\eta_s > 40\%$ la o durată $T=3-4$ luni este necesar a avea o cerință de apă din partea beneficiarilor la un grad de utilizare $G=0,8-1,1$. Aceasta înseamnă o suprafață irigată (contractată) 5700 – 7200 ha irigată pe care se distribuie norma de irigare $M_o^{50\%}=2250 \text{ m}^3/\text{ha}$ și an.

- la grade de utilizare $G < 0,7$ (suprafața irigată < 5000 ha) randamentul sistemului scade de la 39% la 7%, adică pierderile de apă sunt de 61%-93% valori cu efecte dramatice asupra factorilor de mediu și pierderi economice considerabile ale activității sistemului.

Ținând cont de starea actuală a economiei naționale și de experiența pe plan mondial se poate accepta în prezent existența unui grad minim de utilizare tehnică a acestui sistem $G_t \geq 0,8$ pentru asigurarea unui randament de utilizare al apei $\eta_s \geq 40\%$.

Eliminarea acestor efecte negative și limitarea rețelei de dependență dintre randamentul sistemului (η_s) cu gradul de utilizare (G), se realizează numai prin execuția lucrărilor de reabilitare-modernizare necesare reducerii pierderilor de apă pe întregul traseu parcurs de apă de la priză până la rezervorul de sol al culturilor agricole.

Pentru aplicarea metodei de analiză a randamentului utilizării energiei de pompă în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad trebuie cunoscut faptul că pomparea apei în sistem se realizează prin:

- stația de bază SP Plutitoare, cu puterea instalată = 2,6 MW

- stația de Repompă, cu o putere instalată = 2,0 MW

- 5 stații de punere sub presiune a rețelelor de conducte îngropate din amenajările interioare ce însumează o putere instalată = 4,705 MW

Prin aplicarea metodologiei se urmărește estimarea consumului actual de putere pentru pomparea apei, luând în considerare parametrii sistemului.

Tabel 8.4 Distribuția puterii electrice necesare pomparei apei în sistem

Stația	S (ha)	Puterea electrică absorbită (KW)						Puterea instalată (kW)
		IV	V	VI	VII	VII	IX	
SPA	7154	716	993	1649	2328	2045	1358	2600
SRP	7154	537	745	1237	1746	1534	1018	2000
Σ SPP	5808	1616	2244	3723	5257	4617	3066	4705
Puterea necesară în sistem	KW	2869	3982	6609	9331	8196	5442	
	specifică	0.4	0.56	0.92	1.3	1.15	0.8	0.86
% din puterea totală	SPA	25	25	25	25	25	25	25
	SRP	19	19	19	19	19	19	19
	SPP	56	56	56	56	56	56	56

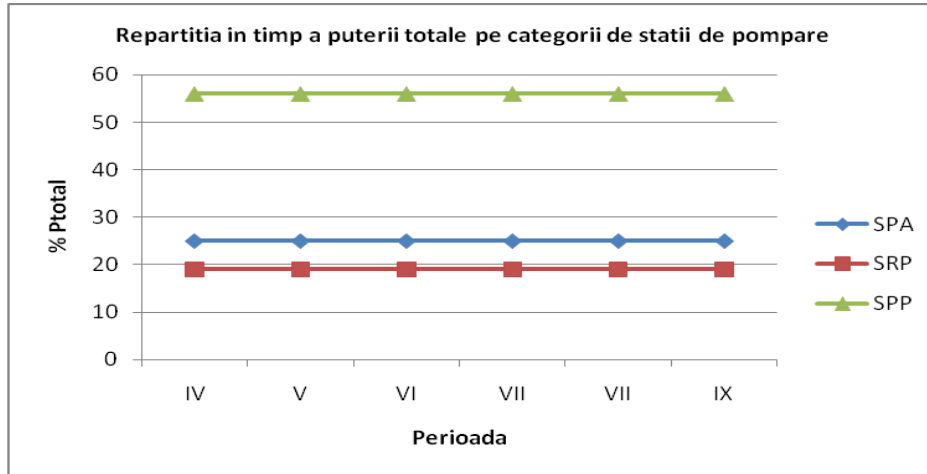


Fig.8.2 Repartiția în timp a puterii totale pe categorii de stații de pompare

Tabel 8.5 Distribuția utilizării energiei de pompare

Luna/ η	IV	V	VI	VII	VII	IX
$-\eta_p$	0.65					
$-\eta_H$	0.08	0.2	0.38	0.45	0.43	0.32
$-\eta_E$	0.05	0.13	0.25	0.29	0.28	0.21

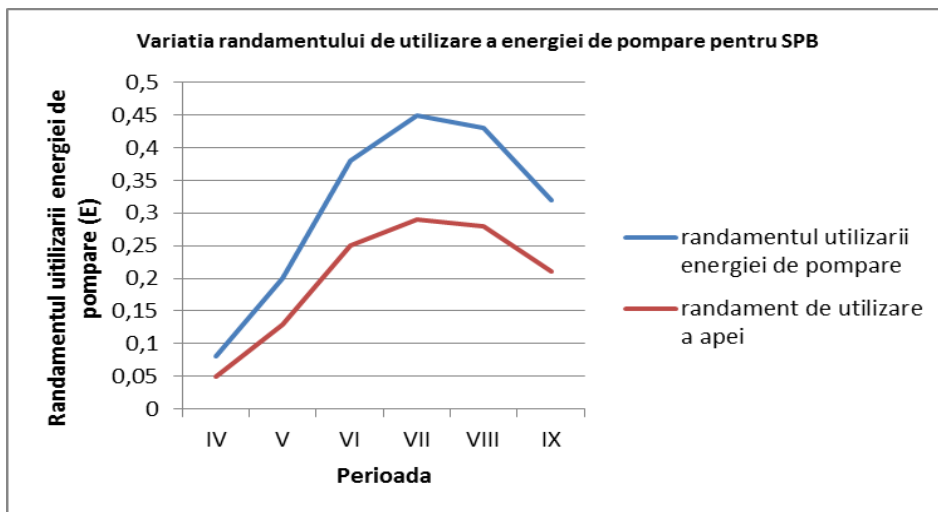


Fig.8.3 Variația randamentului de utilizare a energiei de pompare pentru SPA

Efectele lucrărilor de RM asupra reducerii consumului de energie, se face în următoarele condiții de analiză:

- calculul puterii electrice în fiecare lună pentru fiecare stație de pompare, caracterizează prin parametrii proprii: înălțimea de pompare, randamentul stație, consum specific, durata zilnică de funcționare, suprafața de serviciu a stației și randamentul de folosire a apei în suprafața de serviciu;

- consumul de apă net pentru irigații este cel care corespunde asigurării de 50% cu normele de irigație distribuite lunar;
- gradul de utilizare al sistemului se consideră egal cu 1, pentru a pune în evidență potențialul mediu economic de energie de pompare;
- economia totală la nivelul sistemului se realizează prin însumarea economiei tuturor stațiilor cuprinse în schema funcțională a sistemului.

Estimarea economiei de energie prin calculul puterii electrice, s-a abordat în varianta ce urmărește să stabilească economia de energie la pomparea apei în sistem prin aplicarea a două categorii de soluții de RM (creșterea η_H și η_P) – rezultatele sunt prezentate în tabelul nr.8.5. Efectul suprapus a celor două categorii de soluții RM asigură reducerea a consumului de energie cu 44% față de cel actual, puterea medie specifică fiind diminuată de la 0,8kw/ha, la 0,45kw după execuția lucrărilor de RM și asigură o economie de apă de 35%.

Tabel 8.5' Influența cumulată a unor lucrări de reabilitare modernizare privind majorarea randamentului de utilizare a apei (η_H) și a celui de pompare (η_P) asupra consumului de energie la asigurarea de 50%

Stația	S (ha)	es KWh/ 1000mc	ts h/zi	H (m)	η_H^m	η_P^m	Puterea după RM								
							q _o (l/s ha)								
							0.017	0.059	0.186	0.311	0.261	0.129	0.1605		
							IV	V	VI	VII	VII	IX	mediu		
SPB	7154	101	12	24	0.65	0.8	81	282	890	1488	1249	617	768		
SRP	7154	75	12	18	0.88	0.75	65	226	712	1191	999	494	614		
ΣSPP	5808	277	12	66	0.88	0.75	194	672	2119	3544	2974	1470	1829		
Puterea totală după RM P _t ^m KW							340	1180	3721	6223	5222	2581	3211		
Puterea totală după RM P _t ^m KW/ha							0.05	0.17	0.52	0.87	0.73	0.36	0.45		
Distribuția puterii pe categorii de stații P _t ^m							SPA	KW	81	282	890	1488	1249	617	768
								% P _t	24	24	24	24	24	24	24
							SRP	KW	65	226	712	1191	959	494	614
								% P _t	19	19	19	19	18	19	19
							SPP	KW	194	672	2119	3544	3974	1470	1829
								% P _t	57	57	57	57	57	57	57
Puterea actuală P _t ^a KW							2869	3982	6609	9331	8196	5442	6072		
Puterea totală P _t ^m KW							340	1180	3721	6223	5222	2581	3211		
Randament sistem η_H^{SPA}							0.18	0.42	0.80	0.95	0.91	0.67	0.75		

8.3. Evaluarea efectelor lucrărilor de reabilitare și modernizare asupra economiei de apă și a energiei de pompare în sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad

Evaluarea efectelor lucrărilor de reabilitarea și modernizare asupra economiei de apă în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad

În Varianta V₁ – soluții privind economia de apă în amenajările interioare prin sporirea randamentului apei $\eta_{ai} = \eta_u \times \eta_r$

Creșterea randamentului apei se asigură prin:

- reproiectarea elementelor tehnice ale udărilor prin aspersiune, crește η_u
- acoperirea deficitului de echipament de udare, crește G și η_{ai}
- înlocuirea echipamentelor de udare manuale cu instalații moderne care aplică udările pe durata deplasării (tambur și furtun, pivot central, ș.a.), G și η_{ai}

În Varianta V₂ – soluții privind economia de apă în rețeaua hidrotehnică de aducțiune-distribuție prin sporirea randamentului de transport (η_t)

Creșterea randamentului de transport se realizează prin urătoarele soluții:

- impermeabilizarea canalelor ce compun rețeaua hidrotehnică
- înlocuirea canalelor terminale cu conducte îngropate de joasă presiune
- automatizarea și dispecerizarea funcționării rețelei hidrotehnice (de la priza sistemului până la intrarea în ploturi)

Varianta V_3 - soluții care urmăresc economia maximă de apă în sistem ca efect cumulat al soluțiilor din amenajările interioare (V_1) și a celor din rețeaua hidrotehnică (V_2)

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele:

8.7 și figura 8.4 pentru varianta V_1

8.8 și figura 8.5 pentru varianta V_2

8.9 și figura 8.6 pentru varianta V_3

Tabel 8.6 Valorile parametrilor de calcul în cele trei variante de reabilitare și modernizare

Varianta		Parametrii modifi cați prin reabilitare - modernizare (RM)	Valoarea	
			actuală (a)	după RM (m)
V_3	V_1	Randamentul de udare η_u (%)	78	92
		Randamentul rețelei η_r (%)	82	98
		Randamentul amenajării int. η_{ai} (%)	63.96	90.16
	V_2	Volumul pierdut în rețeaua hidrotehnică v_{ke} (m ³ /lună/sistem)	3.7 x 10 ⁶	0.8 x 10 ⁶
Parametrii Sistemului		Suprafața sistem	7154	7154
		Grad de utilizare (G)	0.5	0.5
		la 50% necesar de apă	1.0	1.0
		la 80% necesar de apă	1.6	1.6
		M_0 50% ((m ³ /ha) T (luni)) pentru: T=1 lună (VII)	800	800
		T=2 luni (15VI-15VIII)	1439	1439
		T=3 luni (1VI-1IX)	1965	1965
		T=4 luni (15V-15IX)	2206	2206
	T=5 luni (1V-1X)	2447	2447	

Tabel 8.7 Economia de apă datorită introducerii soluțiilor de reabilitare modernizare în amenajările interioare ale sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad (Varianta V_1)

Nr. Crt.	Economia de apă	T (luni)	1	2	3	4	5
		$M^{50\%}$ (m ³ /ha)	800	1439	1965	2206	2447
1.	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	1.3	2.34	3.19	3.59	3.97
		m ³ /ha	182	327	446	502	555
		%din V_p^a	15.9	15.15	14.44	13.23	12.34
2.	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	2.6	4.68	6.39	7.17	7.94
		m ³ /ha	363	654	893	1002	1110
		%din V_p^a	20.55	19.91	19.33	18.17	17.31
3	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	4.16	7.48	10.22	11.47	12.72
		m ³ /ha	582	1046	1429	1603	1778
		%din V_p^a	23.09	22.56	22.09	21.13	20.42

V_p^a - Volumul actual necesar de prelevat de la priza sistemului

Tabel 8.8 Economia de apă datorită soluțiilor de reabilitare modernizare pe rețeaua hidrotehnică de aducțiune-distribuție a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad (Varianta V₂)

Nr. Crt.	Economia de apă	T (luni)	1	2	3	4	5
		M ^{50%} (m ³ /ha)	800	1439	1965	2206	2447
1.	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	2.9	5.8	8.7	11.6	14.5
		m ³ /ha	405	810	1215	1620	2025
	G=0.5	%din V _p ^a	35.49	37.54	39.38	42.74	45.05
2.	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	2.9	5.8	8.7	11.6	14.5
		m ³ /ha	405	810	1215	1620	2025
	G=1.0	%din V _p ^a	22.92	24.68	26.32	29.39	31.62
3	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	2.9	5.8	8.7	11.6	14.5
		m ³ /ha	405	810	1215	1620	2025
	G=1.6	%din V _p ^a	16.09	17.50	18.80	21.37	23.27

V_p^a – Volumul actual necesar de prelevat de la priza sistemului

Tabel 8.9 Economia de apă datorită soluțiilor de reabilitare modernizare pe întreg circuitul apei de la sursă în rezervorul activ al culturilor în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad (Varianta V₃)

Nr. Crt.	Economia de apă	T (luni)	1	2	3	4	5
		M ^{50%} (m ³ /ha)	800	1439	1965	2206	2447
1.	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	4.3	8.14	11.9	15.19	18.45
		m ³ /ha	587	1138	1663	2123	2579
	G=0.5	%din V _p ^a	51.41	52.70	53.80	56.00	57.30
2.	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	5.5	10.48	15.07	18.77	22.44
		m ³ /ha	769	1465	2107	2624	3137
	G=1.0	%din V _p ^a	43.5	44.6	45.6	47.55	48.93
3	ΔV	10 ⁶ m ³ /sistem	7.06	18.26	18.92	23.07	27.22
		m ³ /ha	987	2552	2645	3225	3805
	G=1.6	%din V _p ^a	39.2	40.06	40.9	42.5	43.7

V_p^a – Volumul actual necesar de prelevat de la priza sistemului

După rezultatele obținute în cele trei tabele ajungem la următoarele concluzii:

- economia minimă de apă rezultă din soluțiile de RM din amenajările interioare, între 12% și 23% (conform datelor din tabelul nr. 8.7 - V₁) din volumele actuale prelevate la priza sistemului (V_p^a)

- economia maximă de apă se obține atunci când se aplică toate soluțiile de RM (conform datelor din tabelul nr. 8.9 - V₃), fiind 40%-57% din volumul actual prelevat la priza sistemului (V_p^a)

- soluțiile de RM în rețeaua hidrotehnică (conform tabelului 8.8 - V₂) asigură o economie de 16%-45% din volumul actual (V_p^a). Această variantă trebuie să fie implementată pe durata realizării variantei (V₁), în funcție de suportul investițional este reținut faptul că, implementarea soluțiilor din varianta (V₂) este strict condiționată de evoluția soluțiilor din varianta (V₁) ce asigură obținerea profitului de către utilizatorii apei de irigații.

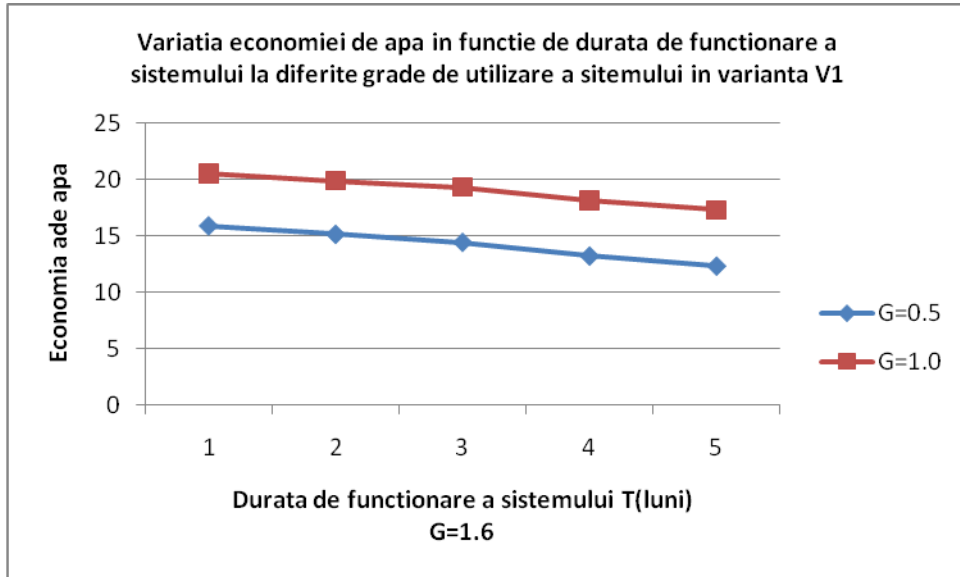


Fig. 8.4 Variația economiei de apă în funcție de durata de funcționare a sistemului la diferite grade de utilizare a sistemului în varianta V1

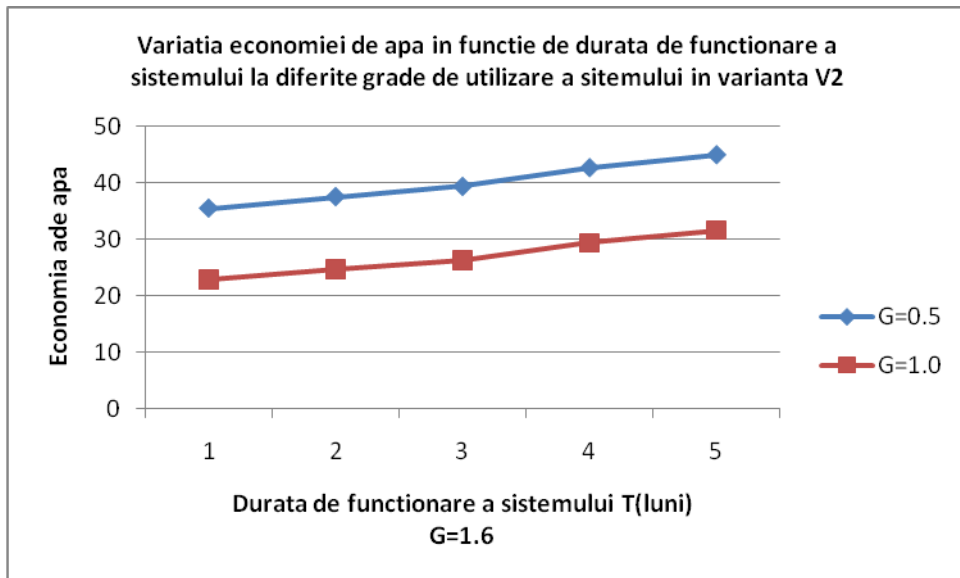


Fig. 8.5 Variația economiei de apă în funcție de durata de funcționare a sistemului la diferite grade de utilizare a sistemului în varianta V2

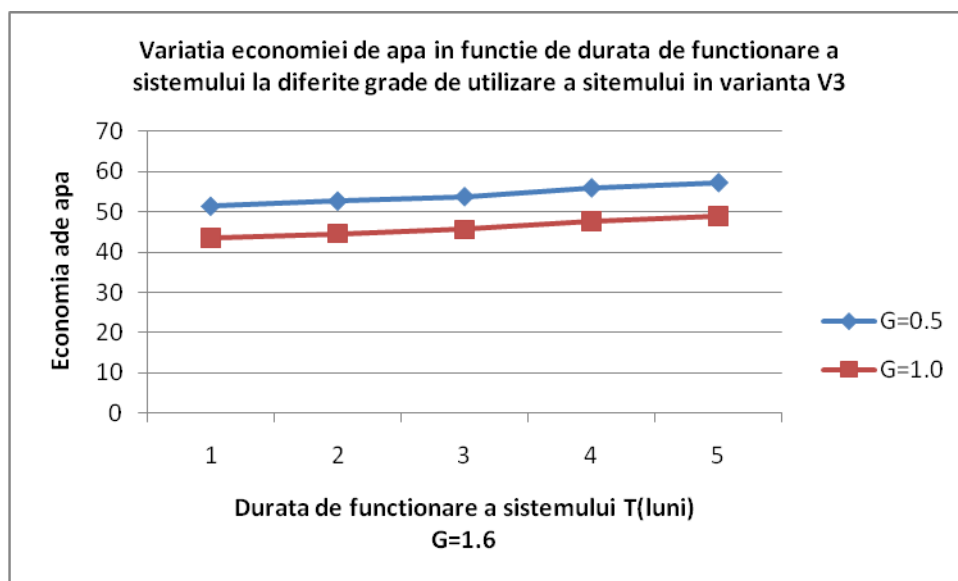


Fig. 8.6 Variația economiei de apă în funcție de durata de funcționare a sistemului la diferite grade de utilizare a sistemului în varianta V3

Evaluarea efectelor lucrărilor de reabilitare modernizare asupra economiei de energie pentru pomparea apei în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad

Au fost stabilite în următoarele condiții efectele lucrărilor de RM

- calculul puterii electrice (P) pentru fiecare stație de pompare, caracterizată prin parametrii proprii: înălțimea totală de pompare (H), randamentul stației (η_p), consum specific (e_s), durata zilnică de funcționare (t_f), suprafața deservită de stație (S) și randamentul de folosire al apei în suprafața deservită (η_H);

- consumul de apă net pentru irigații este cel care corespunde asigurării de 50%, cu normele de irigație distribuite lunar;

- gradul de utilizare al sistemului a fost considerat egal cu 1, pentru a pune în evidență potențialul mediu multianual de economisire a energiei de pompare;

- economia totală la nivelul sistemului s-a realizat prin însumarea tuturor stațiilor cuprinse în schema de funcționare a sistemului.

Această analiză a fost efectuată în trei variante:

- VE1 – ce urmărește numai economia de energie datorată efectului cumulat al variantelor de RM pentru economia de apă (V_3)

- VE2 – economia de energie datorată în exclusivitate soluțiilor de RM pentru majorarea randamentului de funcționare al stațiilor de pompare

- VE3 – ce estimează efectul cumulat al lucrărilor de RM, atât pentru reducerea pierderilor de apă cât și a celor din stațiile de pompare (VE1 și VE2)

Analiza se fundamentează prin calculul puterii electrice necesare unei stații de pompare care să asigure parametrii de servitute pentru:

$S(\text{ha})$ – suprafața deservită de stație

$Q(\text{l/s})$ – debitul necesar cerințelor de apă pe suprafața (S), ce variază atât cu norma netă de irigație lunară (M_o) cât și cu randamentul de folosire al apei (η_H) pe suprafața deservită

H(mcA) – presiunea necesară transportului apei și funcționării instalațiilor de udare (cazul SPP)

$M_0^{50\%}$ (m^3 /ha.lună) - norma netă lunară de irigații la asigurarea de 50% pe suprafața deservită (S)

Astfel, puterea electrică necesară unei stații de pompare (P), se calculează cu relațiile:

$$P = \frac{e_s}{\eta_H} \cdot \frac{M_0^{50\%} S}{t_f \cdot T_l} \cdot [kW]$$

$$P = 86,4 \cdot 10^{-3} \frac{e_s q_0 S}{\eta_H t_f} [kW]$$

unde

$$e_s = 2,725 \cdot \frac{H}{\eta_p} [kWh/1000m^3 \text{ apa} \cdot pompa \cdot sub \cdot sarcina \cdot H]$$

$$q_0 = \frac{M_0^{50\%}}{86,4 \cdot t_f} [l / s.ha]$$

η_p – randamentul de funcționare al stației

t_f – durata zilnică de funcționare a stației (ore/24ore)

T_l – durata lunii (zile/lună)

H – sarcina hidrodinamică totală a stației (mcA)

e_s – consumul specific de energie al stației

Varianta VE1 – a fost analizată numai prin modificările randamentului de utilizare al apei (η_H) pe suprafața deservită a fiecărei stații, menținând constante valorile parametrilor de funcționare actuali ai stației (H, e_s , η_p), rezultate ce se prezintă în tabelul nr. 8.10.

Tabel 8.10 Influența lucrărilor de RM datorat creșterii randamentului de folosire al apei (η_H) în sistem asupra consumului de energie la asigurarea de 50% și G=1 (varianta VE1)

Stația	S (ha)	e_s kWh/1000mc	t_s h/zi	q_{ke} l/s ha	Puterea după RM										
					q_0 (l/s ha)										
					0.017 IV	0.059 V	0.186 VI	0.311 VII	0.261 VII	0.129 IX	0.1605 mediu				
SPA	7154	101	12	0.042	88	307	968	1618	1357	671	835				
SRP	7154	75	12	0,042	65	226	712	1191	999	494	614				
Σ SPP	5808	277	12		197	683	2154	3602	3023	1494	1859				
Puterea totală după RM P_t^m					350	1216	3834	6411	5379	2659	3309				
					0.05	0.16	0.50	0.84	0.71	0.35	0.43				
Distribuția puterii pe categorii de stații P_t^m					SPA		KW	88	307	968	1618	1357	671	835	
							% P_t^m	27	27	27	27	27	27	27	27
					SRP		KW	65	226	712	1191	999	494	614	
							% P_t^m	19	19	19	19	19	19	19	
					SPP		KW	197	683	2154	3602	3023	1494	1859	
							% P_t^m	56	56	56	56	56	56	56	56
Puterea actuală P_t^a					KW	2869	3982	6609	9331	8196	5442	6072			
Puterea totală P_t^m					KW	350	1216	3834	6411	5379	2659	3309			
Economie putere $\Delta P = P_t^a - P_t^m$					KW	2519	2766	2766	2920	2817	2783	2761.83			
					% P_t^a	88	69	42	31	34	51	52.6			

În care P_t^a – puterea totală actuală
 P_t^m – puterea totală după modernizare

158 Studiu de caz privind stabilirea gradului minim de utilizare profitabilă - 8

Varianta VE2 -se analizează numai influența creșterii randamentului de funcționare al stației (η_p), asupra reducerii consumului de energie: - pentru stația de bază $(\eta_p)_m = 80\%$ iar pentru stațiile de Repompă și punere sub presiune $(\eta_p)_m = 75\%$

În această variantă, randamentul de folosire a apei de pe suprafața fiecărei stații rămâne la valoarea actuală $[(\eta_H)_a]$ și se calculează separat pentru fiecare tip de stație (SPA,SRP și SPP), rezultate ce se prezintă în tabelul nr.8.11.

Tabel nr. 8.11 Influența lucrărilor de RM datorat creșterii randamentului de pompă (η_p) în sistem asupra consumului de energie la asigurarea de 50% și $G=1$ (varianta VE2)

Stația	S (ha)	e _s kWh/1000mc	t _f h/zi	H (m)	η^m_P	Puterea după RM											
						q _a (l/s ha)											
						0.017	0.059	0.186	0.311	0.261	0.129	0.1605					
						IV	V	VI	VII	VII	IX	mediu					
SPA	7154	101	12	24	0.8	92	321	1011	1691	1419	701	873					
SRP	7154	75	12	18	0.75	74	257	809	1353	1135	561	698					
ΣSPP	5808	277	12	66	0.75	221	764	2408	4027	3380	1670	2078					
Puterea totală după RM P _t ^m KW						387	1342	4228	7071	5934	2932	3649					
KW/ha						0.05	0.19	0.59	0.99	0.83	0.41	0.51					
Distribuția puterii pe categorii de stații P _t ^m						SPA		KW	92	321	1011	1691	1419	701	873		
								% P _t ^m	24	24	24	24	24	24	24	24	24
						SRP		KW	74	257	809	1353	1135	561	698		
								% P _t ^m	19	19	19	19	19	19	19		
						SPP		KW	221	764	2408	4027	3380	1670	2078		
								% P _t ^m	57	57	57	57	57	57	57		
Puterea actuală P _t ^a						KW	2869	3982	6609	9331	8196	5442	6072				
Puterea totală P _t ^m						KW	387	1342	4228	7071	5934	2932	3649				
Economie putere ΔP= P _t ^a - P _t ^m						KW	2842	2640	2381	2260	2262	2510	2422.50				
						% P _t ^a	86	66	36	24	27	46	47.5				

În care P_t^a - puterea totală actuală
P_t^m - puterea totală după modernizare

Varianta VE3 - ce exprimă analiza potențialului maxim de reducere al consumului de energie aferente pomparei apei în sistemul analizat. Acesta acumulează efectul total al lucrărilor de reabilitare modernizare prin creșterea randamentului cât și a energiei electrice în pomparea apei (tabel nr.8.12).

Tabel 8.12 Influența cumulată a lucrărilor de RM privind majorarea randamentului de utilizare al apei (η_H) și a celui de pompă (η_p) în sistem asupra consumului de energie la asigurarea de 50% și $G=1$ (varianta VE3)

Stația	S (ha)	e _s kWh/1000mc	t _s h/zi	H (m)	η^m_H	η^m_P	Puterea după RM										
							q _a (l/s ha)										
							0.017	0.059	0.186	0.311	0.261	0.129	0.1605				
							IV	V	VI	VII	VII	IX	mediu				
SPA	7154	101	12	24	0.65	0.8	81	282	890	1488	1249	617	768				
SRP	7154	75	12	18	0.88	0.75	65	226	712	1191	999	494	614				
ΣSPP	5808	277	12	66	0.88	0.75	194	672	2119	3544	2974	1470	1829				
Puterea totală după RM P _t ^m KW						340	1180	3721	6223	5222	2581	3211					
KW/ha						0.05	0.17	0.52	0.87	0.73	0.36	0.45					
Distribuția puterii pe categorii de stații P _t ^m						SPA		KW	81	282	890	1488	1249	617	768		
								% P _t ^m	24	24	24	24	24	24	24	24	24
						SRP		KW	65	226	712	1191	959	494	614		
								% P _t ^m	19	19	19	19	18	19	19		
						SPP		KW	194	672	2119	3544	3974	1470	1829		
								% P _t ^m	57	57	57	57	57	57	57		
Puterea actuală P _t ^a						KW	2869	3982	6609	9331	8196	5442	6072				
Puterea totală P _t ^m						KW	340	1180	3721	6223	5222	2581	3211				
Economie putere ΔP= P _t ^a - P _t ^m						KW	2529	2802	2888	3108	2974	2861	2860.33				
						% P _t ^a	88	70	44	33	36	53	54				

În care P_t^a - puterea totală actuală
P_t^m - puterea totală după modernizare

Din datele prezentate în tabelele nr. 8.10, 8.11 și 8.12 pentru gradul de utilizare al sistemului $G=1$ și considerând valorile din perioada mai-septembrie, rezultă următoarele constatări:

- prin introducerea lucrărilor ce vizează în exclusivitate economia de apă (Varianta VE1, tabel nr. 8.10) rezultă o economie medie de energie 53% din consumul actual, întrucât stațiile vehiculează volume de apă mai reduse;

- aplicarea în exclusivitate a lucrărilor de ridicare a randamentului stațiilor de pompare (Varianta VE2, tabel nr. 8.11) poate aduce o economie medie de energie de circa 48% din consumul actual

- efectul cumulat al lucrărilor RM în sistem, prin creșterea randamentului de folosire al apei și a celui de pompare (Varianta VE3, tabel nr. 8.12), se poate obține o economie medie de energie de 54% din consumul actual.

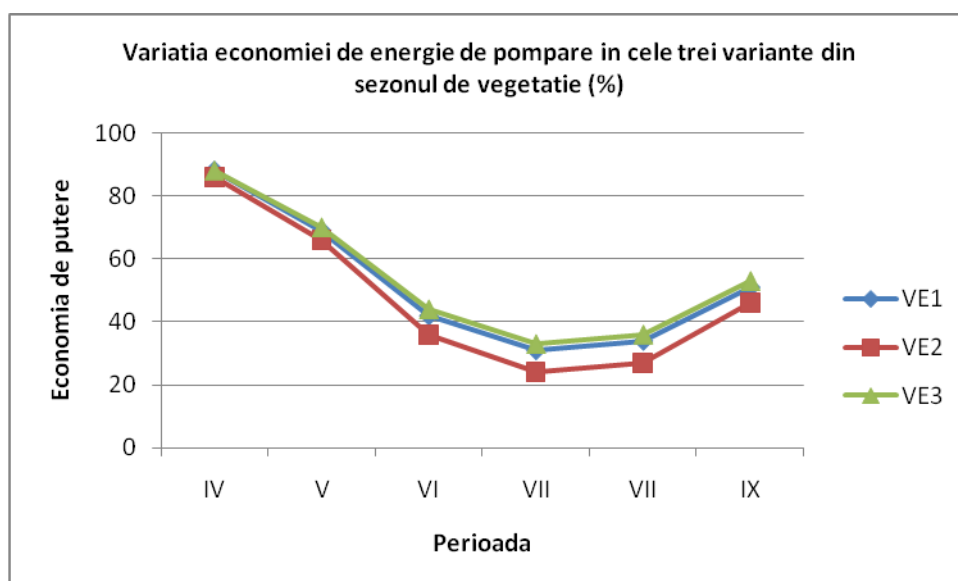


Figura nr. 8.7 Variația economiei de pompare în cele trei variante din sezonul de vegetație (%)

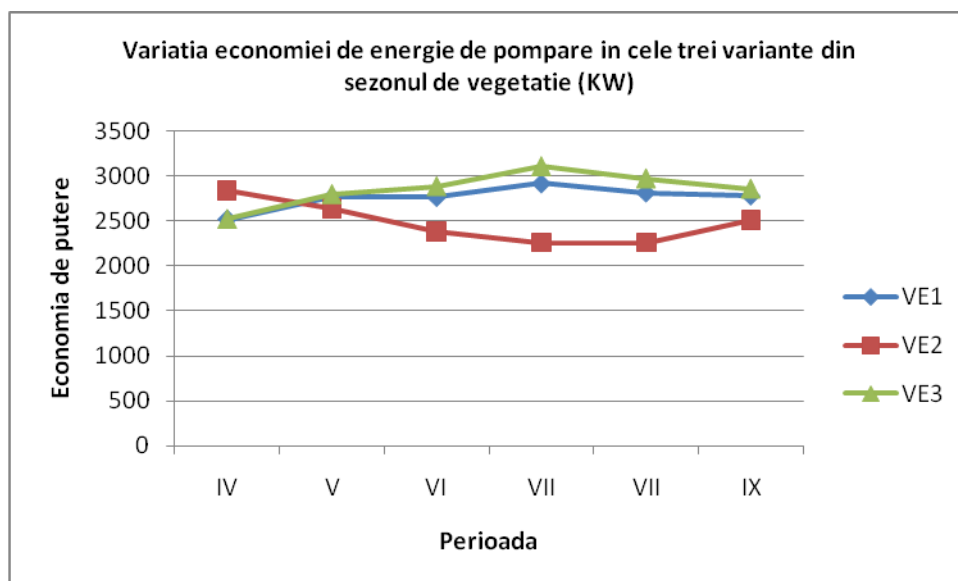


Figura nr. 8.8 Variația economiei de pompare în cele trei variante din sezonul de vegetație (KW)

Din analiza celor 3 variante asupra efectelor de reabilitare modernizare în sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad se desprind următoarele 2 concluzii:

1. Evaluarea economiei de apă în sistem, rezultată în urma aplicării lucrărilor de reabilitare modernizare

a) - valoarea minimă a economiei de apă este de 12% - 23% din volumul actual prelevat asupra sistemului, dacă se aplică lucrări de reabilitare modernizare numai în amenajările interioare (varianta V₁)

b) - valoarea maximă a economiei de apă este de 40%-57% (funcție de durata anuală de funcționare a sistemului și gradul de utilizare al acestuia), în ipoteza aplicării soluțiilor de reabilitare modernizare pe întregul traseu parcurs de apă de la sursa sistemului până la rezervorul stratului activ de sol al culturilor irigate în sistem (varianta V₃)

c) - economia de apă ce se realizează prin aplicarea lucrărilor de reabilitare modernizare numai în rețeaua hidrotehnică a sistemului este de 16%-45% din volumul actual (varianta V₂).

2. Evaluarea economiei de energie de pompare a apei în sistem, ca efect al lucrărilor de reabilitare modernizare se prezintă astfel:

a) - aplicarea tuturor soluțiilor de reabilitare modernizare pentru a obține economia maximă de apă, determină o economie de energie de 31%-88% cu o medie de 52,6% prin diminuarea volumelor de apă vehiculate de stație ce se pierd pe suprafața deservită de aceasta (varianta VE1).

b) - aplicarea soluțiilor de reabilitare modernizare ce vizează diminuarea consumului specific de energie al stațiilor, determină o economie de energie de pompare de 24%-86% cu o medie de 47,5% (varianta VE2).

c) - economia maximă a energiei de pompare este de 33%-88% cu o medie de 54% în cazul aplicării tuturor soluțiilor de reabilitare modernizare ce vizează reducerea consumului de apă și energie, puterea medie specifică consumată în

sistem fiind diminuată de la 0,8 kW/ha în prezent 0,45 kW/ha după execuția lucrărilor de reabilitare și modernizare.

Se poate stabili strategia de abordare a lucrărilor de reabilitare – modernizare în acest sistem:

1. Dacă resursele financiare sunt limitate, varianta VE1 are prioritate deoarece lucrările de folosire a apei în sistem pot asigura atât economie de apă (35%) cât și de energie (52,6%). Această variantă mai asigură și protecția factorilor de mediu (sol și apă).

2. Dacă resursele financiare sunt mai mari varianta VE3 este cea mai eficientă, întrucât asigură economie de apă (35%), economie de energie (54%) și protecția factorilor de mediu.

8.4. Gradul minim de utilizare profitabilă a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad corespunzător stării actuale și după aplicarea lucrărilor de reabilitare – Studiu comparativ la nivel de amenajare

Analiza s-a realizat pentru două stări ale sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad:

- pentru etapa actuală, fără lucrări de reabilitare-modernizare;
- după execuția lucrărilor de reabilitare-modernizare.

Calculul gradului minim (G_p^a) s-a realizat în funcție de perioada de funcționare a sistemului rezultate prezentate în tabelul 8.13.

Stabilirea gradului minim necesar funcționării profitabile a sistemului pentru etapa actuală, fără lucrări de reabilitare-modernizare (tabel 8.16)

Tabel 8.13 .Principalele date de bază rezultate din analiza economică folosite în testarea modelului

Nr. crt.	Cultura	α	β	C_v RON/KG	$C_a + C_i$ RON/KG
1	Grâu	47	0,54	0,880	1243,67
2	Porumb	81	0,55	1,000	1083,08
3	Soia	29	0,53	1,880	1098,98
4	Floarea soarelui	298	0,25	1,900	1109,72

Cost energie 0,47 RON/KWh

Tabel nr. 8.14 Parametrii de funcționare ai sistemului în etapa actuală și cei ce vor fi obținuți în urma lucrărilor de reabilitare-modernizare (RM)

Varianta			Parametrii modificați pentru reabilitare – modernizare (RM)	Valoarea	
				actuală (a)	după RM (m)
APĂ	V ₃ =V ₁ +V ₂	V ₁	Randamentul de udare η_u (%)	78	92
			Randamentul rețelei η_r (%)	82	98
			Randamentul amenajării int. η_{ai} (%)	63.96	90.16
		V ₂	Volumul pierdut în rețeaua hidrotehnică V_{ke} (m ³ /lună sistem)	3.7 x 10 ⁶	0.8 x 10 ⁶
ENERGIE	VE2		Randament funcționare stație de bază η_{SPB} (%)	65	80
			Randament funcționare stație de bază η_{SRP} (%)	65	75
			Randament funcționare stație de bază η_{SPP} (%)	40...65 (5 stații)	75
Norma netă de irigație ca valoare medie ponderată $M^{50\%}$ (m ³ /ha) T (luni) pentru luni T=1				720	720
T=1.5 luni				1080	1080
T=2 luni				1440	1440
T=2.5 luni				1800	1800
T=3 luni				2160	2160
T=3.5 luni				2520	2520
T=4 luni				2880	2880

Tabel nr. 8.15 Determinarea consumului de energie necesar pompării apei în sistem în etapa actuală și după lucrări de reabilitare modernizare

Stația	S (ha)	H (M)	Q _{inst} (m ³ /s)	Etapa actuală		După RM	
				η_p (%)	e _s (KWh/1000mc)	η_p (%)	e _s (KWh/1000mc)
Sistem	7154				409.81		343.71
SPA Fântânele	7154	24	7,4	0.65	101	0.8	82
SRP Fântânele	7154	18	6,0	0.65	75	0.75	65
SPP Fântânele	1914	70	1.51	0.65	293	0.75	254
SPP Șagu I	718	65	0.42	0.65	273	0.75	236
SPP Șagu II	2866	65	2.4	0.65	273	0.75	236
SPP Cercetare	96	60	0.11	0.50	327	0.75	218
SPP Ar.Nou	214	70	0.20	0.40	477	0.75	254

Tabel nr. 8.16 Variația gradului de funcționare profitabilă a sistemului Fântânele-Șag Arad în etapa actuală

Cultura Varianta nr.1	Durata de funcționare	Porumb	Grâu	Fl. soarelui	Soia	Gradul mediu ponderat (G _p)
M ₀ (m ³ /ha/sezon)	P%	29%	51%	10%	10%	
1x720=720	1.0	0.51	1,17	0.78	1.34	0.96
1.5x720=1080	1.5	0.46	0.81	0.68	1.38	0.89
2x720=1440	2.0	0.44	0.72	0.63	1.45	0.87
2.5x720=1800	2.5	0.44	0.65	0.60	1.53	0.88
3x720=2160	3.0	0.43	0.61	0.59	1.61	0.89
3.5x720=2520	3.5	0.43	0.58	0.58	1.70	0.91
4x720=2880	4.0	0.44	0.55	0.57	1.79	0.94
Media aritmetica G		0.45	0.70	0.47	1.54	0.90
Varianta 2						
M ₀ (m ³ /ha/sezon)	P%	29%	51%	10%	10%	
1x720=720	1.0	0.47	1.12	0.65	1.13	0.89
1.5x720=1080	1.5	0.41	0.98	0.72	1.11	0.80
2x720=1440	2.0	0.38	0.89	0.77	1.10	0.75
2.5x720=1800	2.5	0.36	0.84	0.83	1.10	0.73
3x720=2160	3.0	0.31	0.76	0.73	0.92	0.64
3.5x720=2520	3.5	0.34	0.79	0.95	1.14	0.71
4x720=2880	4.0	0.33	0.77	1.02	1.17	0.71
Media aritmetica G		0.37	0.88	0.81	1.1	0.75
Varianta 3						
M ₀ (m ³ /ha/sezon)	P%	29%	51%	10%	10%	
1x720=720	1.0	0.49	1.15	0.71	1.23	0.92
1.5x720=1080	1.5	0.44	1.01	0.81	1.24	0.85
2x720=1440	2.0	0.41	0.94	0.90	1.27	0.82
2.5x720=1800	2.5	0.40	0.89	0.99	1.31	0.80
3x720=2160	3.0	0.37	0.85	1.01	1.27	0.77
3.5x720=2520	3.5	0.39	0.86	1.18	1.42	0.81
4x720=2880	4.0	0.38	0.85	1.29	1.48	0.82
Media aritmetica G		0.41	0.93	0.98	1.32	0.82

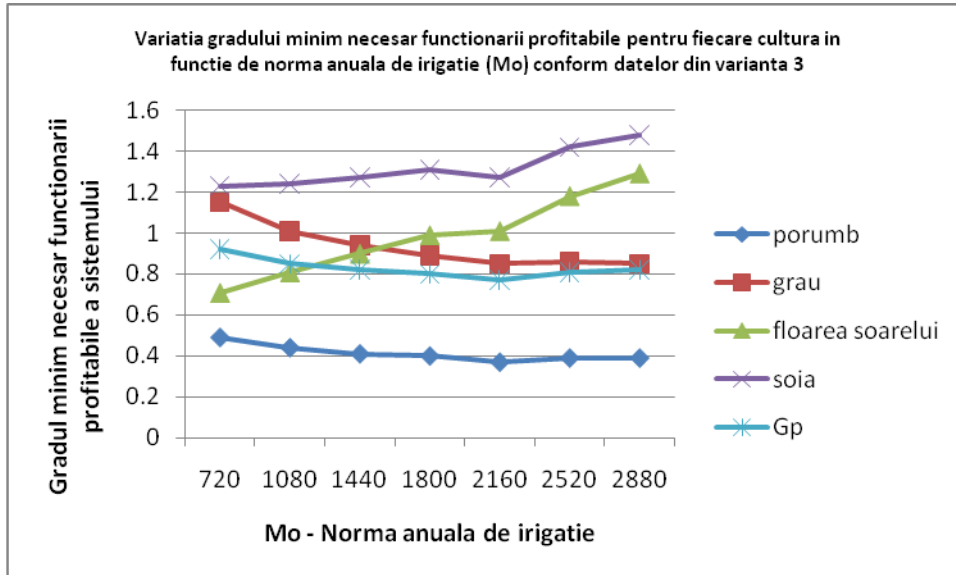


Fig.8.9 Variația gradului minim necesar funcționării profitabile pentru fiecare cultură în parte în funcție de norma anuală de irigație (M_o) conform datelor din varianta V3

Concluzii asupra gradului de funcționare profitabilă (Gp^a) a sistemului Fântânel-Șag Arad - etapa actuală:

- Valoarea mediu a gradului minim (Gp^a) a acestui sistem este 82%.
- Gradul (Gp^a) scade pe măsură ce durata de funcționare a sistemului crește: de la 92% pentru $T \leq 1$ lună la 82% pentru $T \leq 4$ luni.
- Din datele prezentate în tabelul nr.8.4.4 rezultă că profitabilitatea culturilor descrește odată cu majorarea gradului de funcționare profitabilă (Gp^a) astfel:
 - a) porumb $Gp = 38 - 49\%$;
 - b) grâu + soia + floarea soarelui $Gp > 50\%$
- Exploatarea eficientă a sistemului poate fi realizată prin optimizarea anuală a structurii planului de cultură și creșterea gradului real de utilizare a sistemului care nu a funcționat datorită lipsei de cereri de livrare de apă pentru irigații, neacoperirii de către beneficiari din venituri proprii a cheltuielilor de exploatare, întreținere și reparații.

Stabilirea gradului minim necesar funcționării profitabile a sistemului după execuția lucrărilor de reabilitare – modernizare (Gp^m)

Determinarea gradului minim de funcționare profitabilă a sistemului s-a efectuat după realizarea lucrărilor de reabilitare-modernizare, în patru variante:

V1 - soluții de reabilitare-modernizare ce determină economii de apă în amenajările interioare, exprimate prin creșterea randamentului de udare, a randamentului de transport a apei în rețeaua amenajării interioare și implicit a randamentului de folosire a apei în amenajarea interioară ($\eta_{ai} = \eta_u \times \eta_r$);

V2 - soluții care au ca efect economia de apă în rețeaua hidrotehnică de aducțiune-distribuție a sistemului prin micșorarea volumului pierdut (V_{ke}), concretizate prin mărirea randamentului de transport a apei în rețeaua hidrotehnică (η_t);

8.4 - Gradul minim de utilizare profitabilă a sistemului de irigații 165

V3 - economia maximă de apă ce se obține ca efect cumulat al soluțiilor prevăzute în variantele (V1) și (V2), exprimate prin randamentul total al sistemului($\eta_s = \eta_{ai} \times \eta_t$), conform rezultatelor din tabelul nr.8.17.

VE2 - reprezintă economia de energie electrică consumată la pomparea apei, concretizată prin creșterea randamentului de funcționare a fiecărei stații de pompare

De asemenea, determinarea gradului (G_p^m) a fost analizat și pentru alte trei variante combinate: V1 + VE2; V2 + VE2; V3 + VE2, sunt prezentate rezultatele obținute în tabelul 8.18.

Tabel 8.17 Variația gradului de funcționare profitabilă a sistemului Fântânele-Șag Arad după execuția lucrărilor de RM în varianta V₃

Cultura Varianta nr.1	Durata de funcționare	Porumb	Grâu	Fl. soarelui	Soia	Gradul mediu ponderat (G _p)
M ₀ (m ³ /ha/sezon)	P%	29%	51%	10%	10%	
1x720=720	1.0	0.40	0.81	0.46	0.78	0.65
1.5x720=1080	1.5	0.33	0.72	0.45	0.68	0.58
2x720=1440	2.0	0.29	0.65	0.46	0.63	0.52
2.5x720=1800	2.5	0.27	0.61	0.47	0.60	0.50
3x720=2160	3.0	0.25	0.58	0.48	0.59	0.48
3.5x720=2520	3.5	0.23	0.55	0.49	0.58	0.45
4x720=2880	4.0	0.22	0.53	0.51	0.57	0.44
Media aritmetica G		0.28	0.68	0.47	0.63	0.54
Varianta 2						
M ₀ (m ³ /ha/sezon)	P%	29%	51%	10%	10%	
1x720=720	1.0	0.39	0.97	0.44	0.74	0.73
1.5x720=1080	1.5	0.32	0.80	0.42	0.64	0.61
2x720=1440	2.0	0.28	0.70	0.41	0.57	0.54
2.5x720=1800	2.5	0.25	0.64	0.41	0.53	0.49
3x720=2160	3.0	0.23	0.58	0.39	0.47	0.45
3.5x720=2520	3.5	0.22	0.55	0.41	0.49	0.43
4x720=2880	4.0	0.21	0.53	0.42	0.47	0.42
Media aritmetica G		0.27	0.68	0.42	0.56	0.52
Varianta 3						
M ₀ (m ³ /ha/sezon)	P%	29%	51%	10%	10%	
1x720=720	1.0	0.39	0.97	0.45	0.76	0.73
1.5x720=1080	1.5	0.32	0.81	0.44	0.66	0.62
2x720=1440	2.0	0.29	0.71	0.44	0.60	0.55
2.5x720=1800	2.5	0.26	0.65	0.44	0.57	0.51
3x720=2160	3.0	0.24	0.60	0.43	0.53	0.47
3.5x720=2520	3.5	0.23	0.56	0.45	0.53	0.45
4x720=2880	4.0	0.22	0.54	0.46	0.52	0.44
Media aritmetica G		0.28	0.69	0.44	0.6	0.53

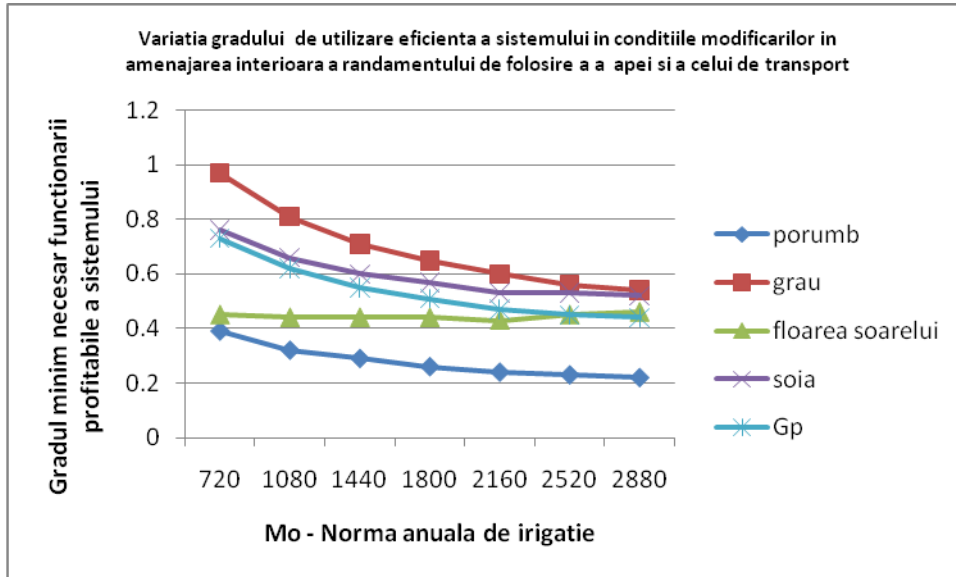


Fig.8.10 Variația gradului de utilizare eficientă a sistemului în condițiile modificărilor în amenajarea interioară a randamentului de folosire a apei și a celui transportat(Mo) conform datelor din varianta V3

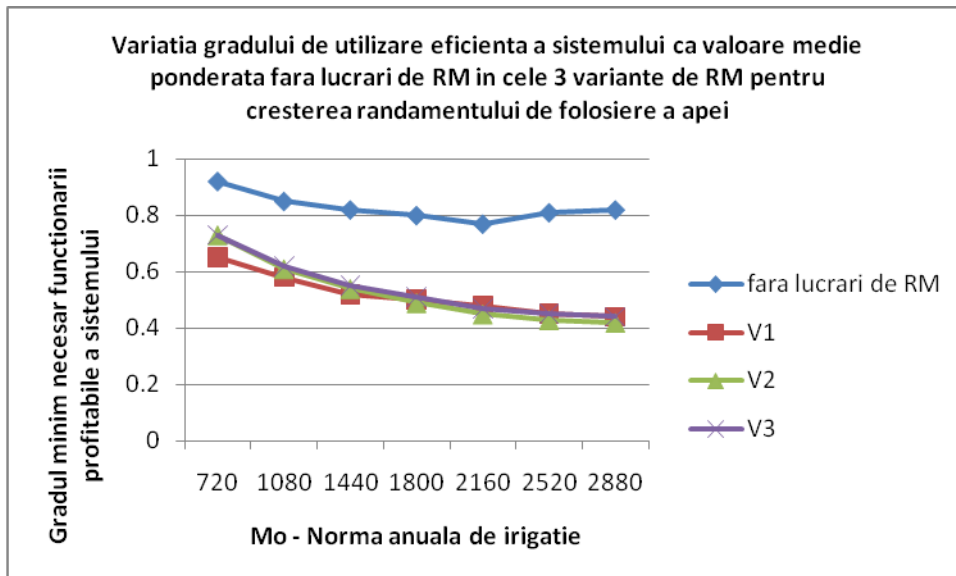


Fig.8.11 Variația gradului de utilizare eficientă a sistemului ca valoare medie ponderată fără lucrări de RM pentru randamentului de folosire a apei

Tabel 8.18 Rezultatele gradului de funcționare profitabilă a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad în condițiile actuale și după lucrările de reabilitare-modernizare

Mo m ³ /ha și sezon	Durata de funcționare continuă T=(luni)	Gp ^a în etapa actuală	Gp ^m după modernizare, în variantele						
		V ₁	V ₂	V ₃	VE ₂	VE ₂ +V ₁	VE ₂ +V ₂	VE ₂ +V ₃	
		$\eta_u = 0,78$ $\eta_r = 0,82$ $\eta_{ai} = 0,64$ $V_{ke} = 3,7 \cdot 10^6$ e_s $a = 409,81 \text{ kw}$ $h/1000\text{m}^3$ $\eta_{SPB} = 0,65$ $\eta_{SPP,SPR}$ $= 0,40-0,65$	$\eta_{u_1}^m = 0,92$ $\eta_{r_1}^m = 0,95$	$V_{ke}^m = 0,8 \cdot 10^6$	$\eta_{u_3}^m = 0,92$ $\eta_{r_3}^m = 0,95$ $V_{ke}^m = 0,8 \cdot 10^6$	$\eta_{SPB}^m = 0,8$ $\eta_{SPP,SPR}^m = 0,75$ $e^{n_s} = 343,71 \text{ kwh}/1000\text{m}^3$	$\eta_{SPB}^m = 0,8$ $\eta_{SPP,SPR}^m = 0,75$ $e^{n_s} = 343,71 \text{ kwh}/1000\text{m}^3$ $\eta_{u_5}^m = 0,92$	$\eta_{SPB}^m = 0,8$ $\eta_{SPP,SPR}^m = 0,75$ $e^{n_s} = 343,71 \text{ kwh}/1000\text{m}^3$ $V_{ke}^m = 0,8 \cdot 10^6$	$\eta_{SPB}^m = 0,8$ $\eta_{SPP,SPR}^m = 0,75$ $e^{n_s} = 343,71 \text{ kwh}/1000\text{m}^3$ $V_{ke}^m = 0,8 \cdot 10^6$
720	0,83	0,92	0,65	0,73	0,73	0,86	0,76	0,79	0,77
1080	1,25	0,85	0,58	0,61	0,62	0,73	0,66	0,67	0,56
1440	1,63	0,82	0,52	0,54	0,55	0,55	0,54	0,53	0,52
1800	2,00	0,80	0,50	0,49	0,51	0,36	0,43	0,41	0,41
2160	2,13	0,77	0,48	0,45	0,47	0,35	0,40	0,40	0,40
2520	2,75	0,81	0,45	0,43	0,45	0,27	0,36	0,35	0,33
2880	3,13	0,82	0,44	0,42	0,44	0,24	0,34	0,33	0,32
Media G _p		0,82	0,54	0,52	0,53	0,48	0,50	0,49	0,47

Concluzii asupra gradului minim de funcționare profitabilă a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad.

Determinarea gradului de funcționare profitabilă a sistemului hidrotehnic Fântânele-Șag Arad (G_p), s-a impus din necesitatea stabilirii valorii minime a cerinței de apă a beneficiarilor din sistem, de la care efectul aplicării irigației generează profit prin creșterea producției agricole.

Aplicând modelul de stabilire a gradului (G_p^m) după realizarea lucrărilor de reabilitare-modernizare preconizate, au fost concluzionate următoarele:

a) pentru aceleași durate de funcționare continuă, se menține clasificarea culturilor agricole irigate în grupele de profitabilitate din etapa actuală;

b) gradul de utilizare eficientă (G_p^m) a sistemului depinde de variantele posibile de reabilitare-modernizare ale acestui sistem și anume:

- efectul lucrărilor totale de reducere a pierderilor de apă, exprimate prin creșterea randamentului de folosire a apei în amenajările interioare (η_{ai}) cât și a randamentului de transport a apei pe rețeaua hidrotehnică (η_t), determină un grad de utilizare eficientă a sistemului între 73% și 44% în funcție de durata de funcționare T= 1...4 luni/an, cu o medie de 53%;

- lucrările de creștere în exclusivitate a randamentului de funcționare al stațiilor de pompare determină ca, gradul de utilizare eficientă să fie între 86% și 24% în funcție de durata de funcționare T= 1...4 luni/an, cu o valoare medie de 48%;

- efectul total al lucrărilor de reabilitare-modernizare ce vizează atât creșterea randamentului de utilizare a apei cât și a energiei electrice în pomparea apei determină ca, gradul de utilizare eficientă să fie între 77% și 32% în funcție de durata de funcționare T=1...4 luni/an, cu o valoare medie de 47%.

Astfel, lucrările de reabilitare-modernizare au efecte foarte favorabile, coborând gradul minim de funcționare profitabilă de la 82% la 47%, în cazul celor mai eficiente măsuri.

9. MĂSURI ȘI LUCRĂRI PROPRIU-ZISE DE RETEHNOLOGIZARE ȘI EFICIENTIZARE A SISTEMULUI DE IRIGAȚII FÂNTÂNELE-ȘAG ARAD

9.1. Reabilitarea stației de pompare fântânele din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad (anexa 1-12) [103,28]

Stația de pompare Fântânele se demontează, iar în locul ei s-a prevăzut executarea unei stații de pompare fixă, echipată cu electropompe submersibile montate în conducte din oțel cu Dn 1000 mm amplasate pe taluzul malului stâng al râului Mureș în plan înclinat la 30°.

Echipamentul de bază al stației este format din 6 electropompe submersibile care furnizează un debit de 950-1000 l/s fiecare la o înălțime de cca 26 mCA .

Agregatul de pompare este echipat cu un electromotor trifazic de cca 400 kW cu pompe directe, tensiunea de alimentare fiind de 400 V.

Conductele de aspirație sunt practic inexistente, fiecare electropompă fiind montată sub nivelul minim al apei râului Mureș fiind dotată cu un aspirator cu formă hidraulică adecvată.

Conductele de refulare în număr de 6 amplasate în plan orizontal la 4,5 m distanță între ele, au pe primul tronson de cca 20 m Dn 1000 mm până la atingerea cotei de 114 mCA , această cotă este superioară nivelului maxim cu 1% asigurare a apelor de inundație a râului Mureș, în continuare până la bazinul de refulare al stației, conductele au diametrul de 800 mm.

Lucrările de construcții prevăzute la SP Plutitoare Fântânele constau în lucrări elastice la punctul de priză și de consolidare al taluzului malului stâng de la nivelul fundului albiei până la cota 114 m precum și lucrări de protecție și de asigurare a stabilității celor 6 conducte de refulare, pe tot frontul în care sunt amplasate acestea. Frontul pe care se dezvoltă aceste lucrări este de 56 m.

Lucrările de construcții elastice constau din:

- lucrări de terasamente pentru curățirea și nivelarea taluzului precum și umplerea cu piatră brută a zonelor erodate de apele de viitură ale Mureșului;

- saltea de fascine pe geotextil, lestată cu piatră brută, pe fundul albiei, pe o lățime de cca 6 m și pe toată lungimea frontului stației de pompare pe care se montează cele 6 aspiratoare;

- consolidarea taluzului de la fundul albiei cota 102.5 m până la cota 114 m cu un strat de 80 cm piatră brută, 50-150 kg/bucată așezată pe un strat de nisip sau balast de 30 cm;

- rigidizarea fiecărei conducte de refulare cu trei perechi de piloți din beton armat, legați între ei 2 câte 2 cu piese metalice, pentru fixarea acestora pe verticală;

- umplerea spațiilor dintre conducte și acoperirea acestora cu piatră brută 50-150 kg/bucată;

- platformă de beton armat la cota 114 m ca să permită accesul utilajului și echipamentului de transport ridare și montare – demontare a electropompelor, dimensiunile platformei 30x10 m

Întrucât noua stație de pompare fixă echipată cu 6 pompe submersibile, va fi alimentată la tensiunea de 0.4 KV urmează ca postul de transformare să fie modificat. Se vor instala 2 transformatoare 20/0.4 KV, având fiecare puterea de 1600 KVA.

Instalația electrică de 0,4 KV va fi complet nouă și va asigura alimentarea, protecția și comanda următorilor consumatori electrici de joasă tensiune :

- 6 pompe submersibile având fiecare puterea de 350 KW
- instalații de iluminat interior și exterior
- instalații de prize trifazice și monofazice
- instalații de automatizare și dispecerizare

Conform temei de proiectare, soluțiile de reabilitare a SP Plutitoare Fântânele contribuie la îmbunătățirea performanțelor ale obiectelor din rețeaua principală de irigații astfel încât acestea să asigure :

- reducerea costurilor de exploatare și întreținerea prin creșterea eficienței și tehnologii moderne;
- reducerea consumului de energie electrica prin creșterea eficienței in livrarea și distribuirea apei.

9.2. Reabilitarea stației de repompare din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad (anexa 13-28) [102,28]

Bazinul de aspirație – dalele ce pe taluzuri și fundul bazinului sunt în general bune fără crăpături majore și își păstrează pozițiile de pe taluz, totuși la contactul acestora cu luciul apei unde apare fenomenul de val și de îngheț-dezghet dalele sunt crăpate puternic, fugite de pe poziție cu antrenarea celor situate deasupra lor. Este necesar a se reface dalele pe o suprafață de cca 30 mp.

Infrastructura stației de repompare – structura de rezistență nu necesită intervenții importante dar sunt necesare reparații la cca 200 mp tencuieli.

Suprastructura stației necesită:

- tencuieli interioare și exterioare 50 mp
- vopsitorii pe tâmplărie metalică, scări, balustrade, tablouri agregate de pompare 100 mp
- zugrăveli interioare în cuvă 200 mp
- zugrăveli exterioare 70 mp
- reabilitare tâmplărie metalică 13mp
- burlane scurgere apă pluvială 80 ml

Bazinul de refulare – bazinul necesită refacerea căptușelii cu dale din beton armat pe 40 mp

- pasarela de acces pe taluz impune refacerea în totalitate
- volumele de aluviuni necesare decolmatărilor reprezintă 30 mc

Echipamentul de bază – pentru două pompe este necesar a se înlocui ansamblul rotitor complet, carcasa celor două pompe asupra cărora se intervine vor fi reabilitate prin plombarea zonelor corodate, prin protejarea anticorozivă cu îmbrăcăminți / vopsele adecvate.

- echipamentele hidromecanice de bază necesită reabilitarea.
- un electromotor este necesar a fi înlocuit N=630 KW, U=6000 V, n=750 rot/min, f=50 Hz

170 Măsurile și lucrările propriu-zise de rețehnologizare și eficientizare a sistemului - 9

- relele și aparatura necesită reabilitare și în unele cazuri înlocuire

Consecințele practice ale acestei situații s-au manifestat în scăderea randamentelor de funcționare ale echipamentelor și în creșterea consumului de energie electrică.

Echipamente auxiliare-se înlocuiește electropompa de epuizant cu o electropompă similară, adică, verticală, rotor centrifugal, monoetajat pentru epuizante.

Conducte de refulare – celor două fire conductele de refulare metalice, Dn 1000 mm între stația de pompare și bazinul de refulare fiind corodate se prevăd a fi înlocuite.

Conducte de aspirație – precum și confecții metalice de pe traseul lor sunt deteriorate și este necesar a fi înlocuite.

- aspiratoarele cu grătare se înlocuiesc cu aspiratoare metalice noi

Instalații interioare – piese metalice de pe traseul tehnologic vor fi înlocuite

- piese de înzidire Dn 900 mm aspirație, și Dn 700 mm refulare

- tronsoanele de conductă necesare, din tuburi metalice cu Dn 700 mm și Dn 900 mm

- flanșe Pn 10 și anume 6 bucăți cu Dn 700 mm și 6 bucăți cu Dn 900 mm

-2 robinete de reținere cu Dn 700, Pn 10 cu clapă de oțel, corp cu flanșă, cu contragreutate și amortizor hidraulic

Instalații electrice – partea de circuite secundare cu relele a distribuției de 6 KV este necesară a fi înlocuită

- tabloul de distribuție 0,4 KV este necesar a fi înlocuit

- reabilitarea instalației electrice de medie tensiune

- reabilitarea celulelor motor de 6KV se va realiza prin reechiparea căruciorului fiecărei celule cu contactor în vid și siguranțe fuzibile

- compartimentele cu aparate de măsurare/ protecție/ semnalizare din celulele care se reabilitează vor fi reechipate cu aparatură complet nouă

- transformatoarele de măsură (de tensiune, curent, protecție) vor fi înlocuite

- confecția metalică a fiecărei celule reabilitate va fi recondiționată și va fi revopsită în întregime

- cablurile de legătură cu restul de instalații electrice ale celulelor reabilitate vor fi înlocuite cu cabluri noi

- se vor monta blocaje de avarii tehnologice

- reabilitarea instalației de joasă tensiune constă în înlocuirea vechii aparaturii cu aparatură nouă modernă

- se va executa un nou dulap de distribuție de 0,4 KV pentru toți consumatorii de joasă tensiune ai stației

- iluminatul stației va fi realizat cu corpuri de iluminat fluorescent

- pentru iluminatul de siguranță va fi folosită tensiunea nepericuloasă de 12V

- instalații de automatizare și dispecerizare – se vor monta pentru modernizarea și ridicarea parametrilor funcționali

Măsurile urmăresc creșterea performanțelor rețelelor, reducerea pierderilor de presiune și a consumului de energie la SPP-uri. O problemă importantă în ploturile actuale este lipsa de independență hidraulică a fiecărui beneficiar, impunându-se ca, prin modificări adecvate a rețelelor de distribuție să se realizeze alimentarea, în principal a exploatațiilor agricole cu suprafețe mari, printr-un singur punct de alimentare care să fie prevăzut cu contor de apă.

În privința echipamentelor de udare existente la ora actuală, se constată că dotările corespund unui procent redus din suprafața irigabilă. De asemenea, se constată o imposibilitate de adaptare a acestora la suprafețele relativ mici ale multor proprietari agricoli. De aceea se propune completarea echipamentelor de udare cu echipamente diversificate, atât pentru irigația prin aspersiune, cât și pentru irigație prin scurgere la suprafață. Înlocuirea echipamentelor trebuie să aibă în vedere și asigurarea accesului la hidranți (cu conducte de legătură adecvate) a beneficiarilor care nu au acces direct la hidranți în condițiile actuale (Legea fondului funciar).

De asemenea, sunt necesare echipamente informatice în amenajarea de irigații.

După 1989, schimbările economice și sociale au condus la reducerea accentuată a gradului de utilizare a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad și la necesitatea implementării unui program de redresare a acestui sector. În primul rând este nevoie ca să fie realizate studii privind oportunitatea și eficiența lucrărilor de reabilitare și modernizare, bazate pe starea tehnică a acestora, pe condițiile de rentabilitate pe care le oferă irigația în sistemul agriculturii actuale și în perspectivă. Studiile realizate până în prezent de firme de consultanță din străinătate prezintă un interes atât în privința soluțiilor tehnice propuse, dar și metodologiei și a rezultatelor analizei economice.

S-au analizat trei opțiuni:

a) fără reabilitare presupune să nu se investească capital pentru reabilitarea sau modernizarea componentelor sistemului. Rezultatul ar fi că o porțiune din ce în ce mai mică din suprafața amenajată va putea fi utilizată. Posibilitățile de asigurarea ale cererii de apă în perspectivă depind de starea actuală a infrastructurii și de rata degradării diferitelor componente ale sistemului, care la rândul său este diferențiată în raport cu durata de viață a componentelor, astfel:

- pentru echipamente de udare 1/8/an, considerând durata medie de viață de 8 ani, după perioada normată de utilizare;

- pentru pompe, motoare electrice și termice, rata de 1/18/an;

- pentru prize și canale, rata de 1/120/an.

b) reabilitare parțială este de a asigura echipamente de udare pentru toată suprafața, fără a face reabilitări ale altor componente. În acest fel se va realiza creșterea suprafeței irigate până la o limită ce va fi impusă de starea canalelor și stațiilor de pompare. În sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad ponderea ar fi opțiunea de reabilitare parțială.

c) reabilitare totală ar fi incertă în privința rezultatului, opțiunea reabilitării parțiale ar asigura cea mai bună soluție pe o perioadă de câțiva ani, până cererea de apă de irigație va crește și cerințele de modernizare vor putea fi mai bine stabilite. O condiție esențială este ca echipamentele de udare să poată fi cumpărate și utilizate de beneficiari.

Reabilitare totală în ipoteza că vor fi reabilite și modernizate toate componentele principale (echipamente de udare, prize și canale, stații de pompare, automatizare, informatizare, alte lucrări de îmbunătățiri funciare necesare). La sfârșitul perioadei în care se analizează lucrările, se prevede să crească posibilitățile de irigare la nivel de 62-90% din suprafața totală amenajată.

Reabilitarea parțială și totală este eșalonată pe o durată de 10 ani.

Un alt tip de studiu diferențiază în două faze lucrărilor de reabilitare în funcție de prioritate:

- faza I cuprinde lucrările de reabilitare a stațiilor de pompare, de priză și repompare, de reabilitarea îmbrăcăminților canalelor mari, și a instalațiilor de

reglare automată și a celorlalte construcții de pe canale mari, contorizarea ploturilor, reabilitarea rețelelor amenajărilor interioare realizate din canale deschise, prin înlocuirea cu ploturi optimizate din conducte îngropate

- faza a II-a prevede înlocuirea motoarelor sincrone, de joasă și medie tensiune cu motoare asincrone de joasă tensiune la stațiile de pompare de putere medie și mică, înlocuirea grupurilor de pompare cu randamente scăzute de la SPP-uri.

Toate lucrările propuse pentru reabilitare din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad se încadrează în „Lista amenajărilor de îmbunătățiri funciare sau a părților de îmbunătățiri funciare declarate ca utilitate publică, care se administrează de Administrația Națională a Îmbunătățirilor Funciare prevăzută în anexa nr.1 la H.G. 1582/2006”.

9.3 Studiu de caz : Calculul hidraulic privind închiderea canalului de irigații (Aducțiunea I) cu structură metalică (tuburi) din tablă de oțel ondulată ce poate suporta sarcina [104]

Prezentul studiu a fost efectuat în cadrul proiectului nr. 12/23.02.2012:

CALCULUL HIDRAULIC PRIVIND ÎNCHIDEREA CANALULUI DE IRIGAȚII (ADUCȚIUNEA I) CU STRUCTURĂ METALICĂ (TUBURI) DIN TABLĂ DE OȚEL ONDULATĂ CE POATE SUPORTA SARCINA, având ca beneficiar pe S.C.TUBO TRADE PROIECT SRL, cu sediul în Oradea, Jud. Bihor de către Universitatea „Politehnica” din TIMIȘOARA, Facultatea de Construcții, Departamentul de Hidrotehnică.

9.3.1. Date tehnice ale investiției

9.3.1.1. Amplasamentul: Investiția: “Butterfly Park & Golf” teren de golf și baza de agrement se suprapune parțial peste “Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad” amplasat în vestul României, în Județul Arad, în Câmpia Mureșului, la sud de cursul râului și este în administrarea A.N.I.F. – Filiala Arad.

9.3.1.2. Caracterizarea zonei de amplasament

În mai puțin de trei ani, comuna Fântânele va deveni un magnet pentru iubitorii de golf din Europa. Beneficiarul “Bellavista Golf Villas&Resort S.R.L.” autorul proiectului unei investiții impresionante care cuprinde un teren de golf cu 18 găuri, un hotel de cinci stele, un club de lux, și un complex rezidențial format din 50 de vile, cu piscină. Viitorul teren de golf se va întinde pe 56 hectare, însă complexul de agrement “Butterfly Park” va ocupa 73 hectare și va avea o formă de fluture.

Principala caracteristică a proiectului o reprezintă respectul pentru spațiul verde, nu mai puțin de 350.000 de metri pătrați urmând a fi alocate spațiilor verzi private și 150.000 de metri pătrați spațiilor verzi publice. Proiectul terenului de golf își propune atingerea a două țeluri ambițioase, construirea unui teren modern, prin utilizarea unor materiale și tehnologii de avangardă și respectarea mediului înconjurător. Complexul va avea, de asemenea, parcuri cu locuri amenajate pentru fitness, piețe, servicii de poșta, farmacie, un azil, o școală primară, biserică, terenuri

de baschet, tenis și fotbal. Investitorii au ales comuna Fântânele, pentru că este foarte aproape de graniță, de Arad și de Timișoara, iar viitoarea autostradă va lega zona de Europa.



Foto 9.1 Complexul "Butterfly Park"

"Bellavista" este o societate italo-română, înregistrată în România, constituită din patru grupuri italiene din zona Brescia care desfășoară afaceri în sectorul serviciilor, construcțiilor și instalațiilor. Cifra de afaceri a societății este de 200 de milioane de Euro. „Este un proiect foarte important pentru Arad și pentru zona de vest a țării”. Valoarea totală a investiției este de 84.567.356,20 lei, adică aproape 20 de milioane de euro, din care 43.628.095,00 lei reprezintă fonduri europene, obținute prin Programul Operațional Regional, axa prioritară 5 – "Dezvoltarea durabilă și promovarea turismului". 73 hectare pentru un complex de lux, terenul de golf și Complexul Butterfly Park va avea o contribuție serioasă în a crește potențialul turistic al județului. "Investiția este importantă atât pentru comuna Fântânele, cât și pentru județul Arad, prin valoarea investiției, prin suprafața ocupată și prin ceea ce își propune, este extrem de importantă și din punct de vedere al turismului".

Proiectul "Butterfly Park & Golf" teren de golf și baza de agrement se suprapune peste "Sistemul de Irigații Fântânele-Șag Arad" în zona de început a canalului de irigații Aducțiune I, originea canalului de aducțiune la cota teren 130,00, este un bazin de refulare din beton armat cu dimensiunile 8,00 x 7,00 al Stației Plutitoare de Pompare din localitatea Fântânele, situată pe malul stâng al râului Mureș.

9.3.1.3. Descrierea canalului Aducțiune I

Lungimea totală a canalului este de 2984 m și este impermeabilizat cu pereu din dale de beton simplu destul de degradat așezat pe un strat balast de 10 cm sub dalele de impermeabilizare.

Lungimea ce se suprapune peste investiția, "Butterfly Park & Golf", este de 1677 m și s-au executat în cadrul studiilor topo un număr de 8 (opt) profile

transversale numerotate de la 1 – la 8, profile ce corespund amplasării podețelor (un podeț din structură metalică și șapte podețe din lemn).

Din datele topo rezultă ca secțiunea canalului de irigații Aducțiune I este trapezoidală, lățimea maximă la bază – 3,50 m (lățimea medie 3,00m), adâncimea medie 2,2 m, ampriza 8,60 m, panta taluzului 1:1, cota până la care este impermeabilizat cu dale este $h = 1,90$ m.

Debitul de calcul este dat de alimentarea canalului de irigații de stația de pompare și este de $Q = 7,40$ mc/s.

Debitul maxim care ar putea fi transportat de canalul de irigații Aducțiune I este $Q = 7,40$ mc/s, la o panta talveg de 0.1495 % sau la pantă hidraulică de 1.0 % acest debit este numai teoretic și reprezintă debitul maxim preluat de Stația de pompare Fântânele, debitul tranzitat de canalul de irigații este cel dat de suma consumatorilor alimentați de canal.

Canalul are și rol de retenție pentru un volum de apă de aproximativ 30.000 mc, justifică dimensiunile proiectate, pentru perioadele când Stația Plutitoare de Pompare din localitatea Fântânele nu funcționează, pentru a folosi energia electrică mai ieftină în cursul nopții.

Sursa de alimentare a sistemului Fântânele-Șag Arad este râul Mureș – cu punct de prelevare Stația Plutitoare de Pompare din localitatea Fântânele.

Mureșul are o lungime de 761 km, izvorăște din munții Hășmașu Mare și trece prin Arad, în Ungaria, unde se varsă în Tisa. Suprafața bazinului pe teritoriul românesc este de 27 890 km². Regimul de scurgere al apelor Mureșului în secțiunea Arad se caracterizează prin debite caracteristice cu următoarele valori medii multianuale:

Debit mediu anual $Q = 174$ m³/s;

Debit maxim (1%) $Q = 2390$ m³/s;

Debit minim (probabilitate de asigurare de 80%) $Q = 23$ m³/s;

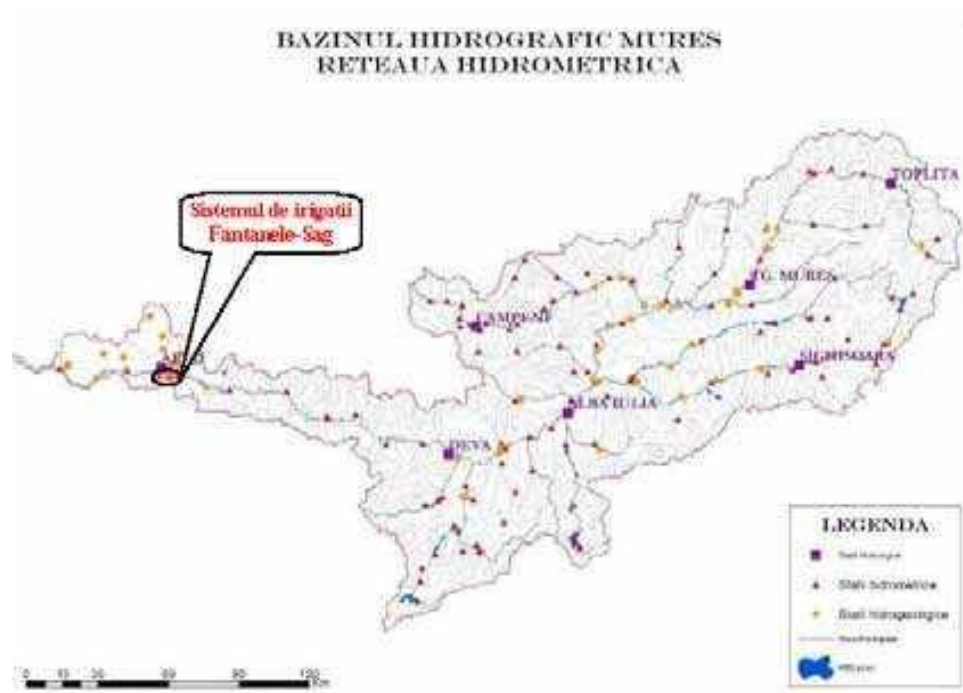


Foto 9.2 Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad - amplasare

Debitul proiectat al Stației de pompare Fântânele este de 7,40 m³/s. Acest debit reprezintă 20% din debitul minim cu probabilitate de asigurare de 80% al Mureșului, dar numai 2,7 % din debitul mediu al râului.

Latura de nord a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad este străbătută de drumul județean Lipova – Sânicolau Mare. Localitățile Bodrogul Nou, Zădăreni, Fântânele și Frumușeni sunt străbătute de acest drum.

Teritoriul sistemului de irigații este străbătut și de drumurile comunale ce unesc localitățile Fântânele cu Șag, Mănăștur - Vinga și Arad cu Mănăștur.

9.3.1.4. Geologia, seismicitatea

Structura terenului din amplasamentul studiat a fost stabilită pe baza unei cartări de detaliu a amplasamentului și pe baza de sondaje deschise, executate de firma S.C. GEOSOND S.R.L. – Dumbrăvița județul Timiș, în amplasamentul pus la dispoziție de beneficiar.

Conform zonării seismice, amplasamentul este caracterizat de următorii parametri: $a_g = 0,16g$ s, $T_c = 0,7$ s. Adâncimea de îngheț este de 0,7 - 0,8 m (conform STAS 6054-85).

Măsurătorile topografice au fost realizate de firma: ALPIN PROJICT S.R.L – Arad Măsurătorile topografice s-au efectuat cu aparatură GPS TRIMBLE R6 și cu Stația Totală Leica TCR 802.

Lucrarea a fost avizată și recepționată la Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară Arad cu avizele 87872/18 nov 2008, 87874/19 nov 2008, 87605/18 nov 2008, 87873/18 nov 2008, 1148/01.11.2007 Sistem de proiecție: STEREO '70. Plan de referință: Marea Neagră 1975.

9.3.2. Calcul hidraulic

9.3.2.1. Fundamente teoretice

Mișcarea apei în canale, albie sau conducte parțial umplute sunt exemple de mișcări cu nivel liber. În general pentru tuburile de curent cu nivel liber se utilizează denumirea de "canale", respectiv mișcarea în canale.

Principalele elemente geometrice și hidraulice caracteristice:

S - secțiunea transversală a curentului (secțiunea de curgere sau secțiunea vie);

P - perimetrul udat (frontiera rigidă în contact cu apa într-o secțiune transversală a curentului);

- $i = \sin\theta = -\frac{dz}{dl}$ panta (geometrică) a radierului;

- $h = h_v = h_R = h_n \cos\theta$ adâncimea curentului (h_R normală pe radier; $h_n \cos\theta$ - proiecție pe verticală; h_v - pe verticală).

În condiții tehnice obișnuite (panta $i = \sin\theta \leq 14$), $\cos\theta \geq 0,99$ ceea ce justifică aproximarea introdusă prin egalarea celor trei adâncimi, În cele ce urmează se va utiliza notația "h" înțelegând prin aceasta $h_v, h_R \cos\theta$ sau $h_n \cos\theta$, în funcție de necesitățile problemei studiate.

- $I_s = -\frac{d(h+z)}{dl}$ - panta suprafeței libere;

- Q - debitul curentului de lichid;

- v - viteza medie ($v=Q/s$) a curentului.

În ceea ce privește modificările secțiunilor de curgere în lungul canalului (albiei) se disting două categorii de canale;

- canale prismatice când modificările secțiunii sunt dependente exclusiv de adâncimea curentului, adică secțiunea este constantă pentru o adâncime constantă de-a lungul canalului ($\frac{dS}{dl} = 0$)

- canale (albie) neprismatice când secțiunea prezintă variații în lungul canalului, chiar și în cazul unei adâncimi constante adică $\frac{dS}{dl} \neq 0$, S fiind o funcție directă de l.

După modul de desfășurare a curgerii de-a lungul unui canal prismatic se deosebesc două tipuri de mișcări:

- mișcări uniforme când liniile de curent sunt rectilinii și paralele, adâncimea și viteza medie sunt constante în lungul curentului, iar suprafața liberă este un plan înclinat având panta egală cu cea geometrică (i);

- mișcări neuniforme când condițiile de mai sus nu sunt îndeplinite, suprafața liberă și toate celelalte mărimi geometrice prezentând neuniformități în lungul curentului.

Dacă neuniformitățile sunt reduse, liniile de curent fiind cvasiparalele, mișcarea se numește gradual variată. Dacă neuniformitățile sunt mari (schimbări

bruște ale secțiunii de curgere și ale vitezei medii) mișcările se numesc rapid variate.

În afara acestei clasificări mișcările mai pot fi lente sau rapide în funcție de adâncimea curentului în raport cu o adâncime de referință numită adâncime critică.

Ecuatiile generale ale mișcării curenților de lichid cu nivel liber

Ecuatiile generale, sub formă globală, pentru un segment de tub de curent caracteristic mișcărilor cu nivel liber sunt:

- ecuația transferului energiei;
- ecuația transferului impulsului.

Pentru adecvarea acestor ecuații aplicațiilor practice se consideră următoarele notații și simplificări:

a) se introduc notările α și β reprezentând coeficienții globali de neuniformitate a distribuției de viteze și a fluctuațiilor turbulente ale acestora;

b) se consideră $\cos\theta = 1$, adică ipoteza pantelor mici (sub 14%);

c) se neglijează influența de frânare a suprafeței libere;

d) se consideră că secțiunile de flux S_1 și S_2 sunt local ortogonale pe liniile de curent.

Cu aceste observații ecuația transferului energiei devine:

$$\frac{\alpha V_1^2}{2g} + z_1 + h_1 = \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + z_2 + h_2 + h_{r12}$$

unde V_1, V_2 sunt vitezele medii în secțiunile de flux S_1 și S_2 în mișcarea medie turbulentă; h_{r12} - reprezintă energia disipată și transferată pentru producția de turbulență în volumul de control limitat de secțiunile de flux și se numește pierdere de sarcină (pentru mișcarea medie turbulentă).

Ecuatia transferului impulsului proiectată după direcția "l" devine:

$$F(S_\Sigma) = \rho Q(\beta_1 V_1 - \beta_2 V_2) + \rho g z_1 S_1 - \rho g z_2 S_2 + G_i$$

unde $F(S_\Sigma)$ reprezintă acțiunea lichidului asupra frontierei rigide S_Σ .

La aceste ecuații se adaugă ecuația de continuitate:

$$Q = VS$$

Introducând notațiile:

$$i = -\frac{dz}{dl} \text{ - denumită pantă geometrică}$$

$$I_e = \frac{dh_e}{dl} \text{ - denumită pantă energetică (disipația specifică pe } \rho g Q \text{ și}$$

unitatea de lungime)

$$i_f = \frac{\tau_0}{\rho g R} = \frac{V_*^2}{gR} \text{ reprezentând panta de frecare (cu } \tau_0 \text{ tensiunea la perete,}$$

V_* viteza de frecare și R raza hidraulică

Se obține ecuația transferului impulsului sub forma:

$$i - i_f = \frac{i}{gS} \frac{d}{dl} \left(\beta \frac{Q^2}{S} \right) + \frac{1}{S} \frac{d}{dl} (z_g)$$

Formele diferențiale ale ecuațiilor fundamentale se pot pune într-o formă mai convenabilă în vederea stabilirii unei relații între pantele i , i_f , I_e .

În acest scop se observă că în ipoteza canalelor prismatice $\frac{S}{l} = 0$ și având în vedere notațiile se obține:

$$i - I_e = \left(1 - \frac{\alpha Q^2 B}{gS^3} \right) \frac{dh}{dl}$$

$$i - i_f = \left(1 - \frac{\beta Q^2 B}{gS^3} \right) \frac{dh}{dl}$$

Se observă că în general $i \neq I_e \neq i_f$.

În cazul mișcării uniforme, când $h = \text{const.}$, deci $dh/dl = 0$, rezultă:

$$i = I_e = i_f \quad 8.19$$

adică panta energetică (I_e), de frecare (i_f) și geometrică (i) coincid.

În cazul mișcării neuniforme ($\frac{dh}{dl} \neq 0$) rezultă în general:

$$i \neq I_e \quad \text{și} \quad i \neq i_f$$

În ceea ce privește pantele I_e și i_f și acestea diferă în general. Se poate observa că ele devin egale dacă și numai dacă coeficienții α și β sunt egali. Între cele două pante se poate stabili relația:

$$i_f = I_e \frac{1 - \frac{\beta Q^2 B}{gS^3}}{1 - \frac{\alpha Q^2 B}{gS^3}} + \frac{i(\beta - \alpha) \frac{Q^2 B}{gS^3}}{1 - \frac{\alpha Q^2 B}{gS^3}}$$

Cum însă în practica curentă se poate considera, cu o foarte bună aproximație, $\beta = \alpha$, cele două pante i_f și I_e vor putea fi considerate practic egale și în cazul mișcării neuniforme.

Prin urmare, spre deosebire de mișcarea uniformă, în cazul mișcărilor neuniforme are loc relația:

$$i \neq I_e = i_f$$

În baza acestor relații se poate scrie:

$$I_e = i_f = \frac{V_*^2}{gR} = \left(\frac{V_*}{V} \right)^2 \frac{V^2}{gR}$$

unde cu V s-a notat viteza medie în secțiunea de flux.

Utilizând aceleași notații ca și în cazul conductelor se obțin pentru panta energetică I_e cele două tipuri de formule clasice:

- formule de tip Darcy:

$$I_e = \frac{\alpha V_*^2}{\beta gR} \quad \text{respectiv} \quad V = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \sqrt{RI_e}$$

- formule de tip Chezy:

$$I_e = \frac{1}{C^2} \frac{V^2}{R} = \frac{Q^2}{S^2 C^2 R} \quad \text{respectiv} \quad V = C \sqrt{RI_e}$$

unde, ca și în cazul conductelor " λ " se numește coeficientul de rezistență Darcy, iar " C " coeficientul lui Chezy.

Pentru calculul coeficienților λ și C se vor utiliza formule de același tip ca și în cazul conductelor.

Pentru λ se aplică o formulă generală de tip Colebrook White în care D se va substitui prin $4R$ (aceasta datorită legăturii dintre raza hidraulică R și diametrul D în cazul conductelor circulare $D=4R$) și se introduce un coeficient de corecție " f " dependent de forma secțiunii transversale:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{f R_e \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 f 4R} \right)$$

După Bock, coeficientul de formă f are următoarele expresii:

- pentru secțiune dreptunghiulară de lățime b și adâncime h :

$$f = \left(1,629 \frac{\frac{h}{b}}{1 + 2 \frac{h}{b}} \right)^{0,25}$$

- pentru secțiuni trapezoidale:

$$f = \left(1,629 \frac{h}{b} \frac{1 + m \frac{h}{b}}{1 + 2\sqrt{1 + m^2} \frac{h}{b}} \right)^{0,25}$$

- pentru secțiuni triunghiulare:

$$f = \left(\frac{2,539}{m} \right)^{0,15}$$

- pentru secțiunile circulare parțial umplute, pentru un grad de umplere

$\frac{h}{D} \geq 0,5$, se poate considera $f = 1$.

Pentru coeficientul C se utilizează ca formula cea mai uzuală

$$C = \frac{1}{n} R^y$$

cu:

$$y = 1/6 - \text{după Manning-Stickler}$$

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1)$$

sau, formulele simplificate după Pavlovski:

$$y = 1,5\sqrt{n} \text{ pentru } 0,1n \leq R < 1,0n$$

$$y = 1,3\sqrt{n} \text{ pentru } 1,0n \leq R < 3,0n$$

Rugozitățile echivalente "k" în formulele Darcy și coeficientul de rugozitate "n" în formulele de tip Chezy se iau în funcție de natura pereților canalului.

Curenți cu nivel liber în regim de mișcare permanent și uniform

Mișcarea uniformă cu nivel liber se realizează în albiile artificiale, rectilinii și prismatice (canale, galerii, rigole, șanțuri etc.)

În conformitate cu cele prezentate mai sus, în cazul mișcării uniforme are loc relația $i = I_e = i_f$, adică panta geometrică, energetică și de frecare sunt identice. Ținând seama de definiția pantei suprafeței libere și aceasta este egală cu celelalte.

Ținându-se seama de particularitățile mișcării uniforme în relațiile generale de calcul panta energetică se va substitui prin cea geometrică $I_e = i$.

În general, în aplicații tehnice, se utilizează în mod curent formulele de tip Chezy:

$$V = C\sqrt{Ri}$$

Asociind și ecuația de continuitate se obține pentru debit:

$$Q = VS = SC\sqrt{Ri}$$

Raza hidraulică se explicitează $R = \frac{S}{P}$ și se obține:

$$Q = SC\sqrt{\frac{S}{P}i} = \frac{S^{\frac{3}{2}}}{P} C\sqrt{i}$$

Asociind și formula Chezy se obține pentru debit:

$$Q = SC\sqrt{Ri} = S \frac{1}{n} R^y \sqrt{Ri} = S \frac{1}{n} R^{y+\frac{1}{2}} \sqrt{i} = S \frac{1}{n} \frac{S^{y+\frac{1}{2}}}{P^{y+\frac{1}{2}}} \sqrt{i} = \frac{1}{n} \frac{S^{y+\frac{3}{2}}}{P^{y+\frac{1}{2}}} \sqrt{i}$$

adică

$$Q = \frac{1}{n} \frac{S^{1,5+y}}{P^{0,5+y}} \sqrt{i}$$

Prin înlocuirea cu relația Manning se obține:

$$Q = \frac{1}{n} \frac{S^{\frac{5}{2}}}{P^{\frac{2}{3}}} \sqrt{i}$$

Problemele canalelor trapezoidale:

Pentru cazul particular al secțiunilor de formă trapezoidală se observă că aria (S) și perimetrul udat (P) se pot exprima sub forma:

$$S = bh + mh^2 = (\beta + m)h^2$$

$$P = b + 2\sqrt{1+m^2}h = (\beta + 2\sqrt{1+m^2})h$$

Rezultând prin înlocuire:

$$Q = \frac{1}{n} \frac{(\beta + m)^{1,5+y}}{(\beta + m)^{1,5+y}} h^{2,5+y} \sqrt{i}$$

unde cu m' s-a notat:

$$m' = 2\sqrt{1+m^2}$$

Problemele canalelor închise tipizate

În aplicații ingineresti se utilizează frecvent, mai ales în canalizări, profile tipizate cum sunt: profilul circular, ovoidal etc.

O caracteristică hidraulică importantă a acestor canale este gradul de umplere definit prin:

$$\lambda = \frac{h}{H}$$

unde:

h este adâncimea curentului cu nivel liber la umplerea parțială a secțiunii;

H - adâncimea curentului la secțiune plină (înălțimea geometrică a secțiunii).

Se poate observa că pentru secțiunile analizate se pot defini două funcții caracteristice:

- raportul debitelor la umplere parțială (Q_λ) și la plin (Q), care în ipoteza unui coeficient de rugozitate constant se poate pune sub forma unei funcții de gradul de umplere :

$$A = \frac{Q_\lambda}{Q} = \frac{K_\lambda \sqrt{i}}{K \sqrt{i}} = \frac{K_\lambda}{K} = f_1(\lambda)$$

- raportul vitezelor, în aceleași condiții ca mai sus:

$$B = \frac{V_\lambda}{V} = \frac{C_\lambda \sqrt{R_\lambda}}{C \sqrt{R}} = \frac{K_\lambda}{K} = f_2(\lambda)$$

Aceste funcții se pot reprezenta pentru diverse secțiuni tipizate.

Pe baza acestor fundamente teoretice s-au realizat calcule analitice pentru diverse variante de conducte propuse și pentru canalul dat existent.

Rezultatele calculelor analitice obținute sunt prezentate în paragraful următor.

9.3.2.2. Determinarea capacității de transport al canalului Aducțiune I

Din studiile topografice precum și datele furnizate de beneficiar rezultă următoarele date de intrare:

$$b = 3,0 \text{ m}$$

$$m = 1$$
$$i = 0,000205882353$$
$$n = 0,015 \text{ (dale beton)}$$
$$h_{\text{maxim}} = 2,20 \text{ m (la plin)}$$
$$m' = 2\sqrt{1 + m^2} = 2,828$$

Prin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:

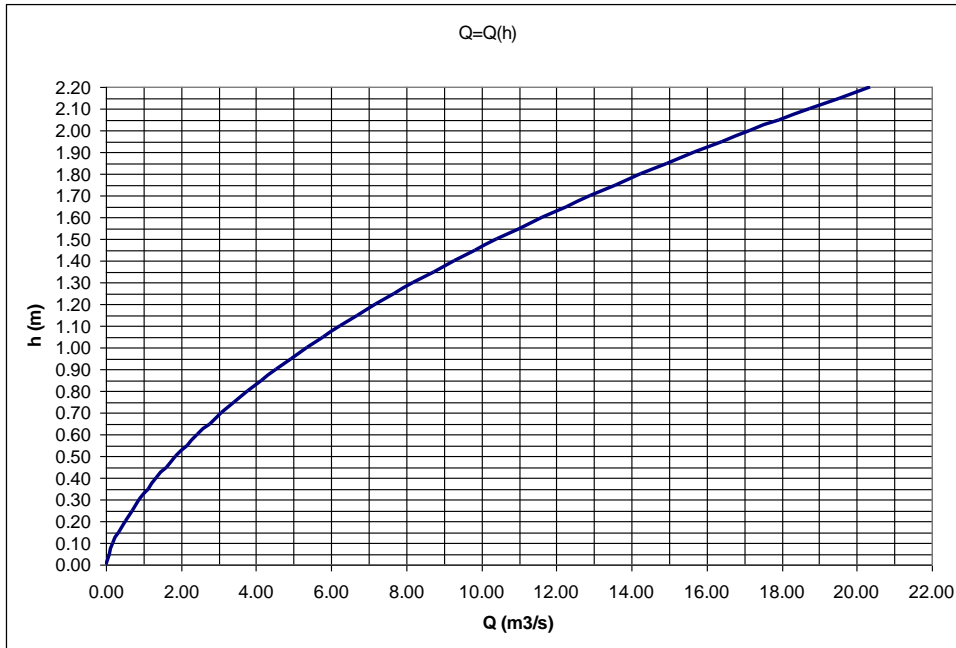


Fig.9.1 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a Cn. Aducțiune I

Respectiv tabelar:
Tabel 9.1

H	V	Q
(m)	(m/s)	(m ³ /s)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.51	0.08
0.10	0.64	0.20
0.15	0.72	0.34
0.20	0.80	0.51
0.25	0.85	0.69
0.30	0.91	0.90
0.35	0.95	1.12
0.40	0.99	1.35
0.45	1.03	1.60
0.50	1.07	1.87
0.55	1.10	2.15
0.60	1.13	2.44
0.65	1.16	2.76
0.70	1.19	3.08
0.75	1.22	3.42
0.80	1.24	3.78
0.85	1.27	4.15
0.90	1.29	4.54
0.95	1.32	4.94
1.00	1.34	5.36
1.05	1.36	5.79
1.10	1.38	6.24

H	V	Q
(m)	(m/s)	(m ³ /s)
1.15	1.40	6.70
1.20	1.43	7.19
1.25	1.45	7.68
1.30	1.47	8.20
1.35	1.49	8.72
1.40	1.50	9.27
1.45	1.52	9.83
1.50	1.54	10.41
1.55	1.56	11.01
1.60	1.58	11.62
1.65	1.60	12.25
1.70	1.61	12.90
1.75	1.63	13.57
1.80	1.65	14.25
1.85	1.67	14.95
1.90	1.68	15.67
1.95	1.70	16.41
2.00	1.72	17.16
2.05	1.73	17.94
2.10	1.75	18.73
2.15	1.76	19.54
2.20	1.78	20.37

Pentru debitul proiectat al Stației de pompare Fântânele de $Q = 7,4$ mc/s se obțin următoarele date pentru canalul deschis existent:

H	V	Q
(m)	(m/s)	(m ³ /s)
1.2215	1.43	7.40

9.3.2.3. Determinarea capacității de transport al conductelor studiate

Din cataloagele furnizorilor de conducte precum și datele furnizate de beneficiar rezultă date de intrare conform diametrului și tipului de conducte aferente.

a) Conducte structură metalică din tablă de oțel ondulată – secțiune circulară

Din studiile topografice precum și datele furnizate de beneficiar rezultă panta terenului $i = 0,000205882353$.

1. Diametru $D = 1400$ mm, $n = 0,022$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

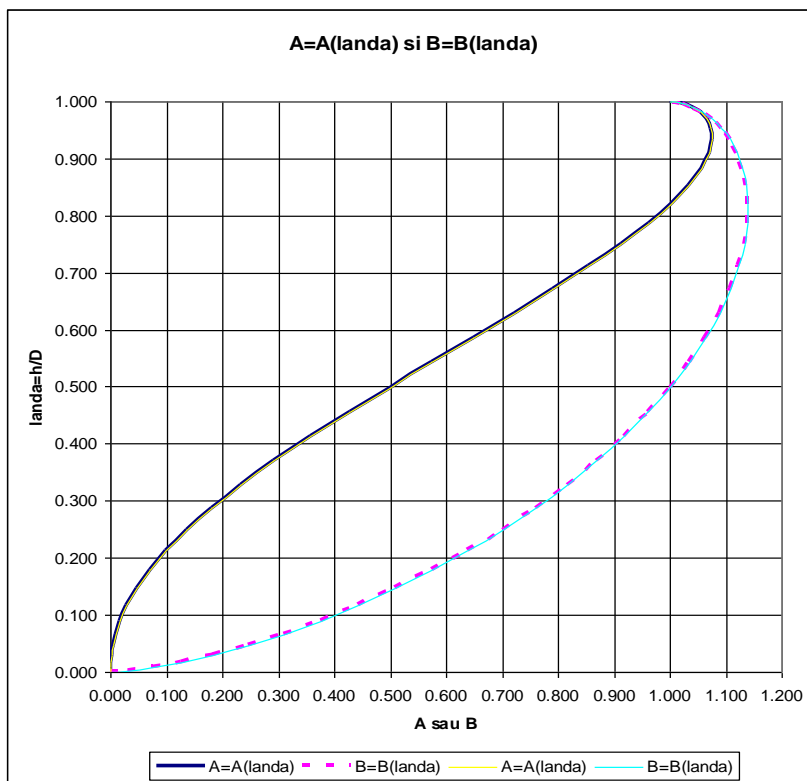
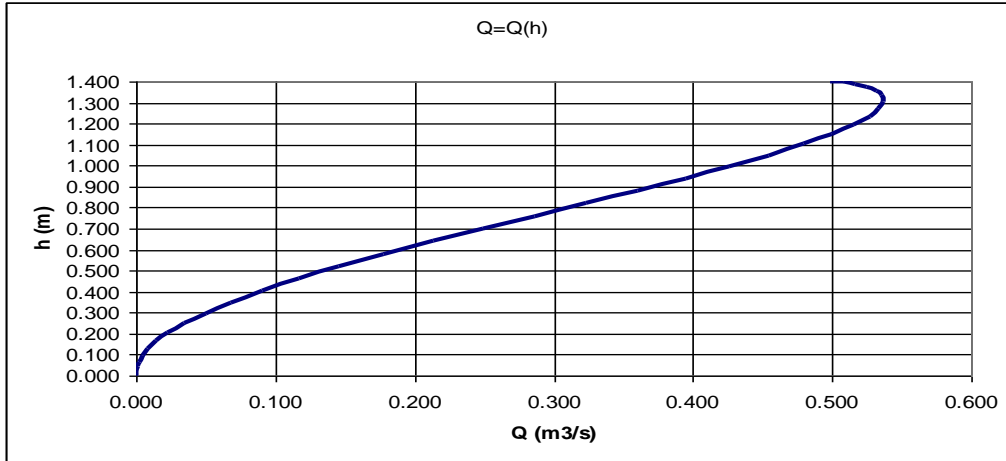


Fig.9.2 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 1400$ mm

2. Diametru $D = 1600 \text{ mm}$, $n = 0,023$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

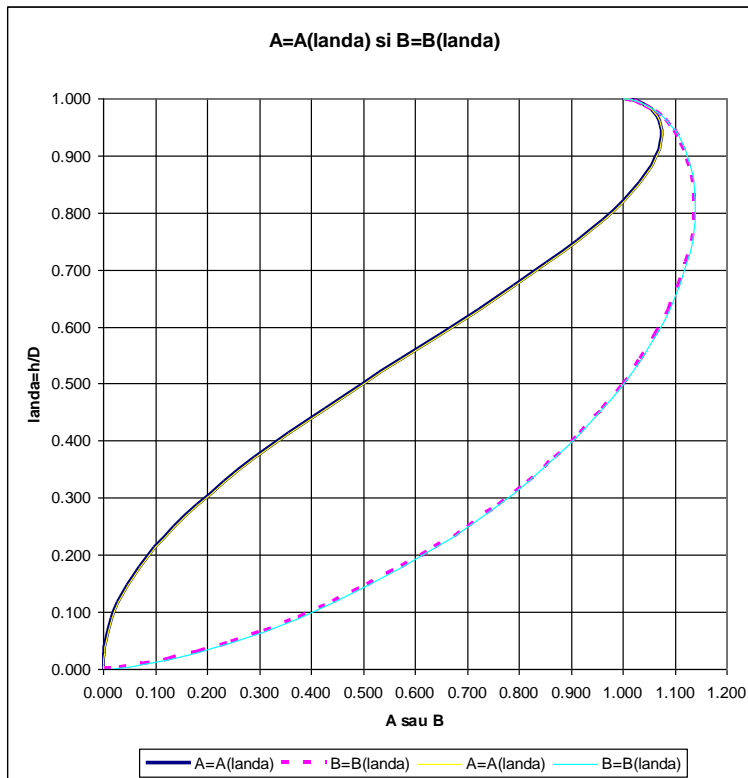
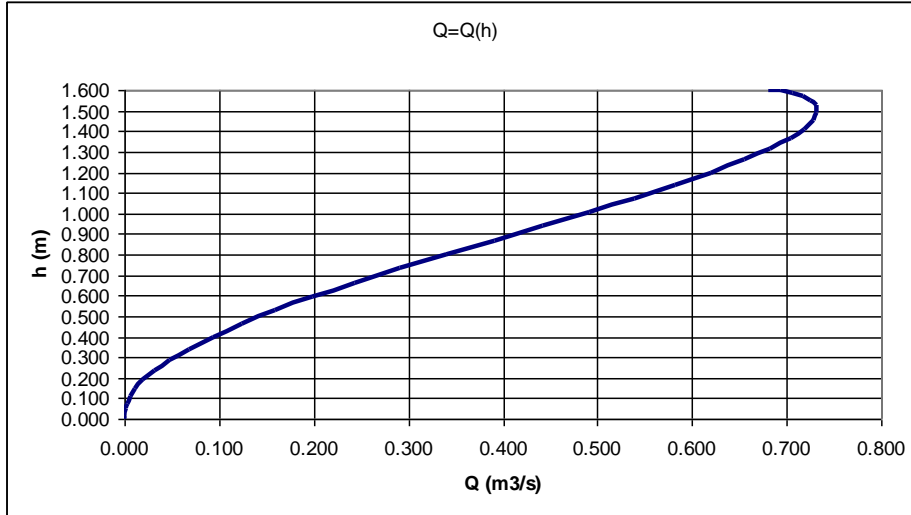


Fig.9.3 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 1600 \text{ mm}$

3. Diametru $D = 1800 \text{ mm}$, $n = 0,024$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

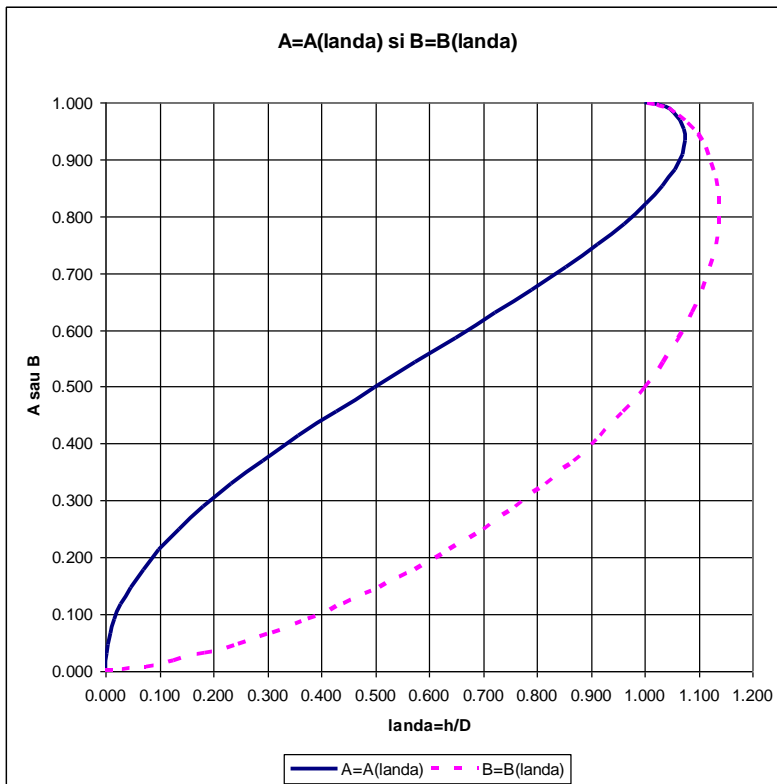
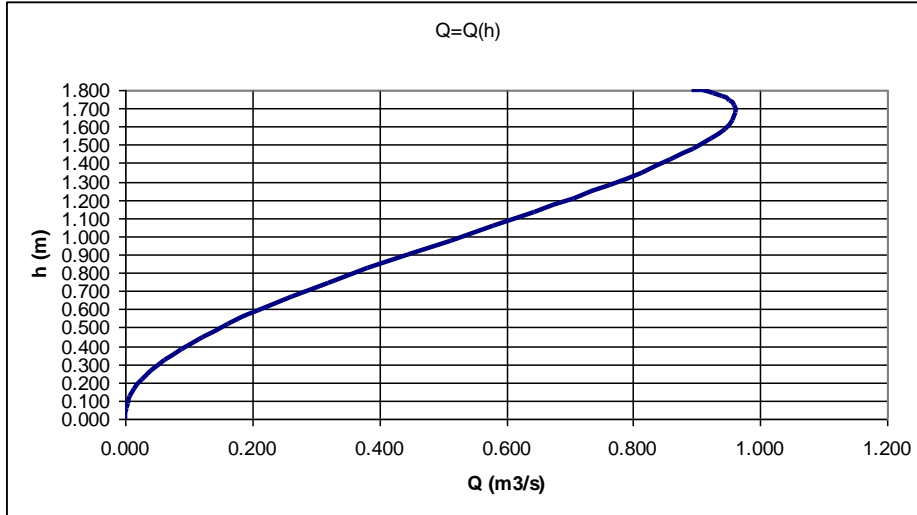


Fig.9.4 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 1800 \text{ mm}$

4. Diametru $D = 1900 \text{ mm}$, $n = 0,024$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

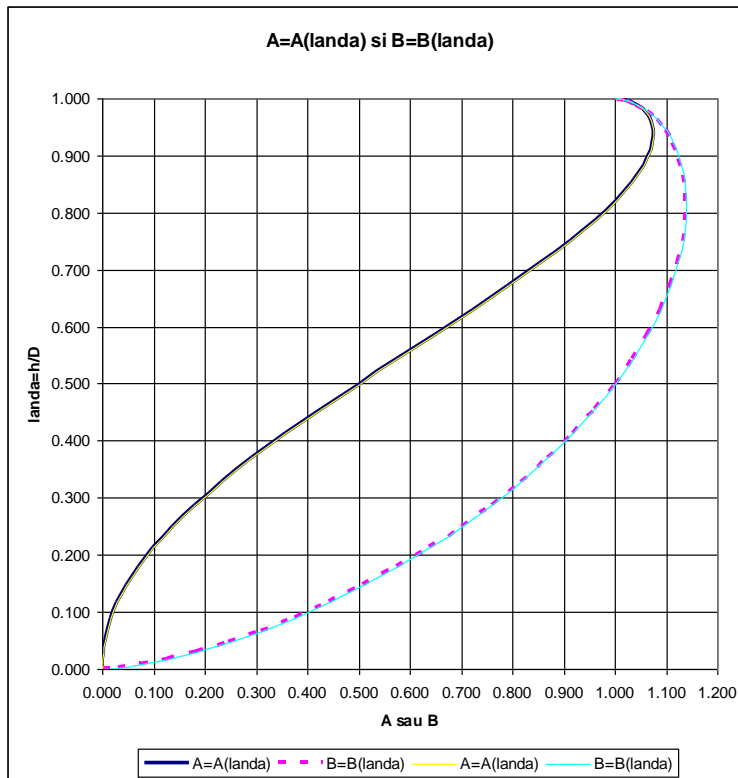
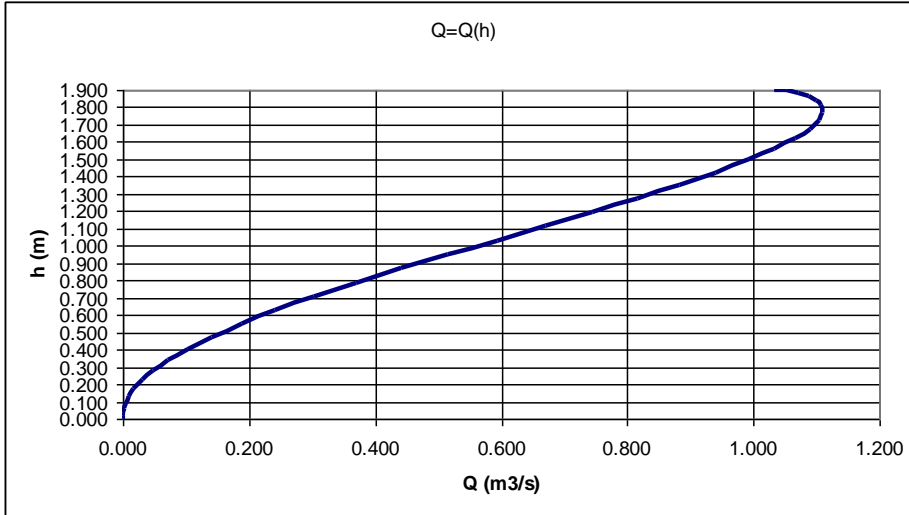


Fig.9.5 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 1900 \text{ mm}$

5. Diametru $D = 2000 \text{ mm}$, $n = 0,025$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

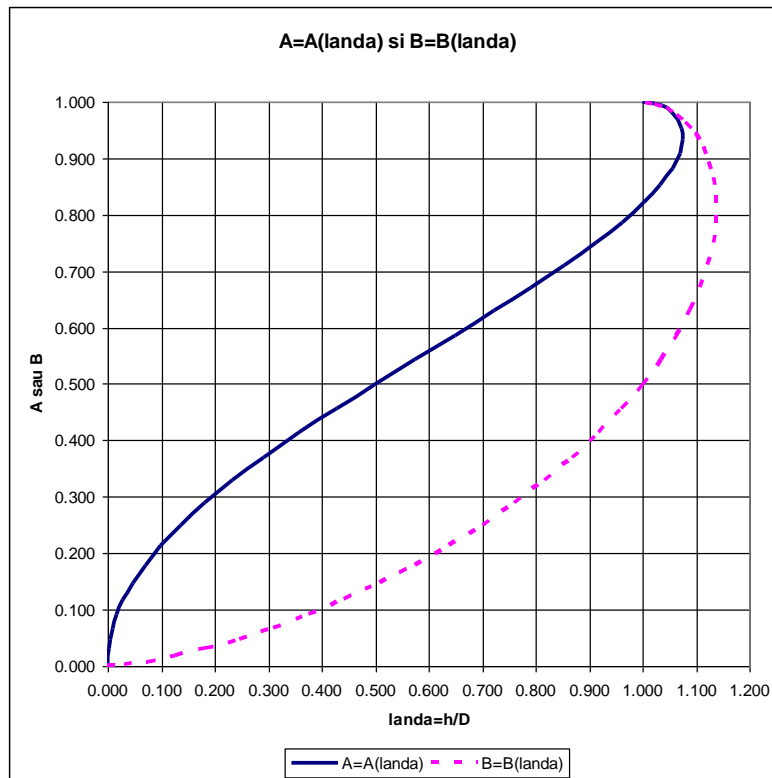
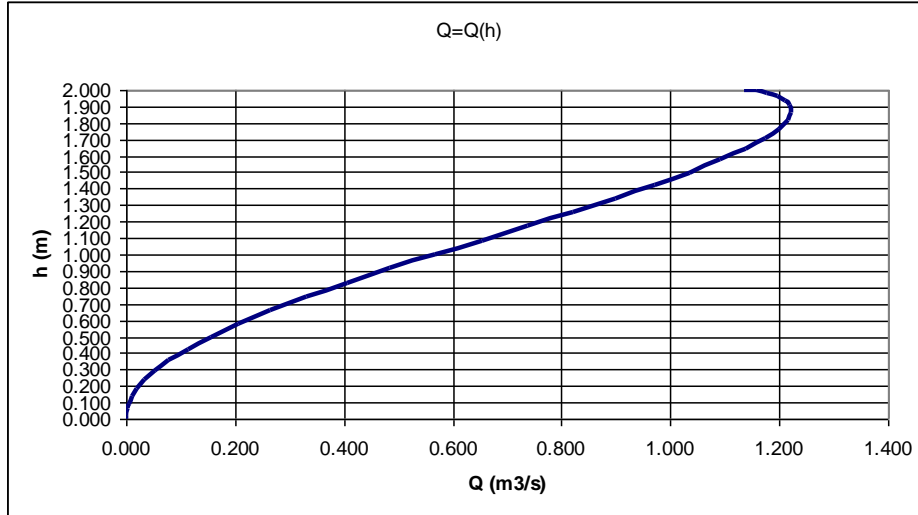


Fig.9.6 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 2000 \text{ mm}$

6. Diametru $D = 2500 \text{ mm}$, $n = 0,025$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

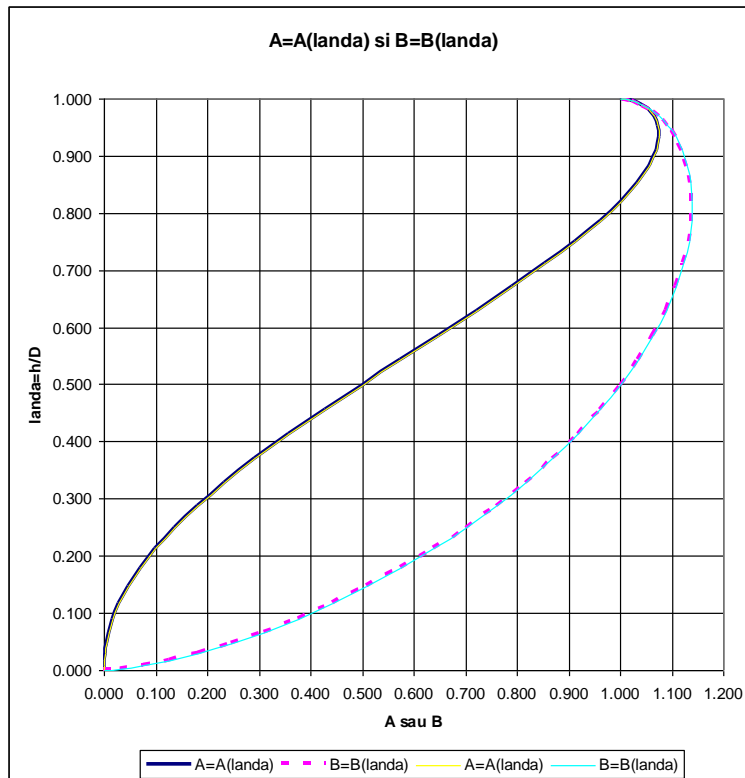
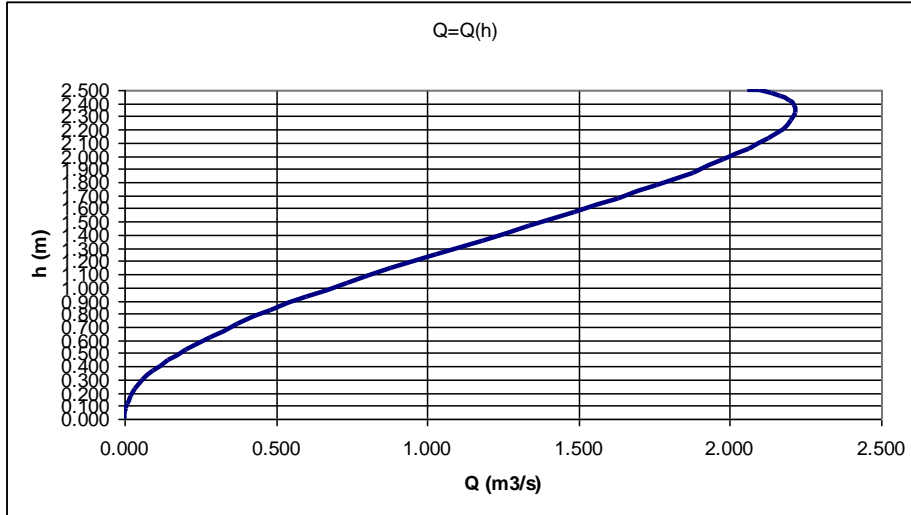


Fig.9.7 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 2500 \text{ mm}$

7. Diametru $D = 3000 \text{ mm}$, $n = 0,025$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

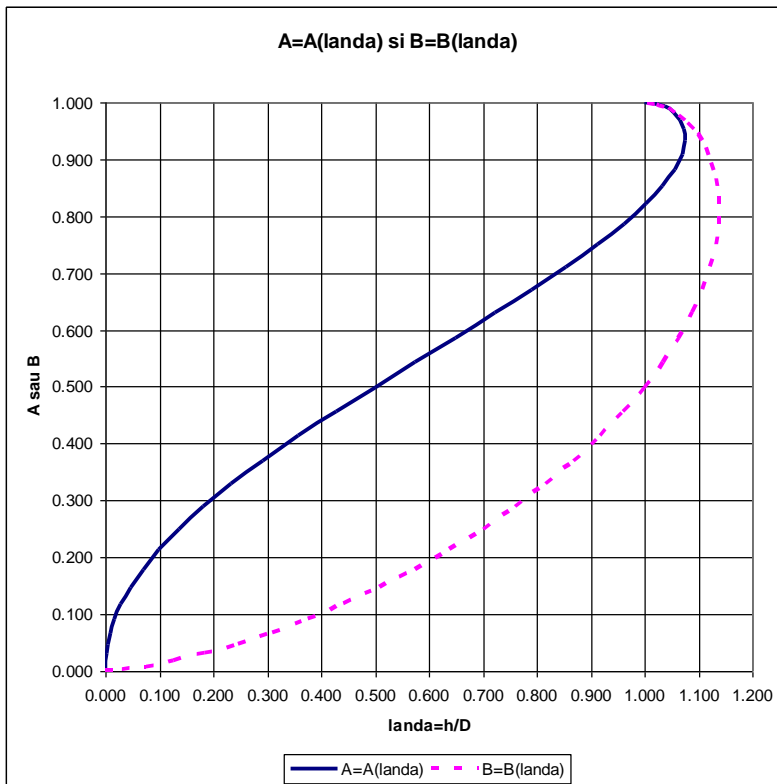
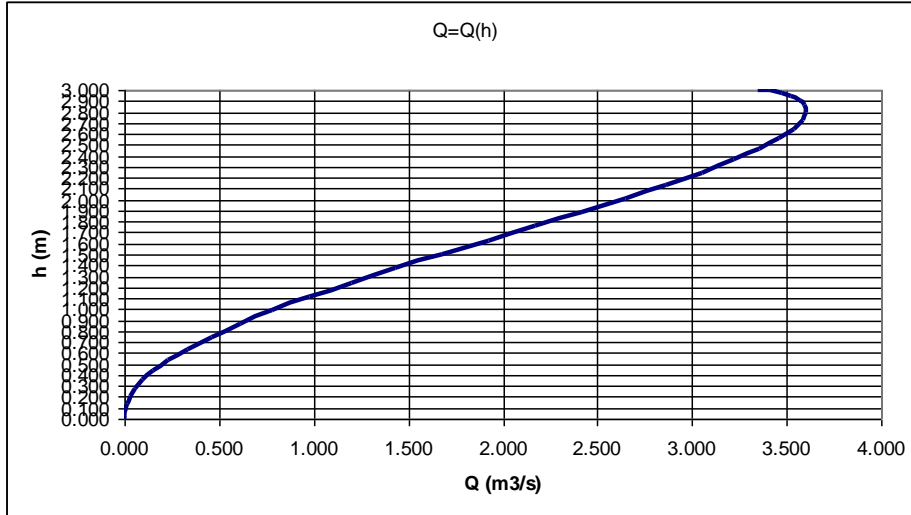


Fig.9.8 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 3000 \text{ mm}$

8. Diametru $D = 3100$ mm, $n = 0,025$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

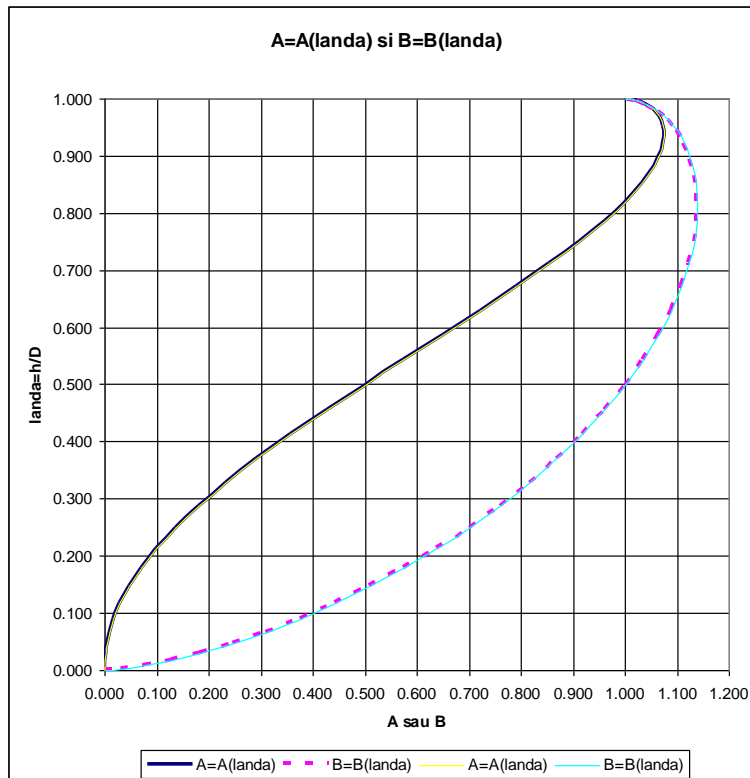
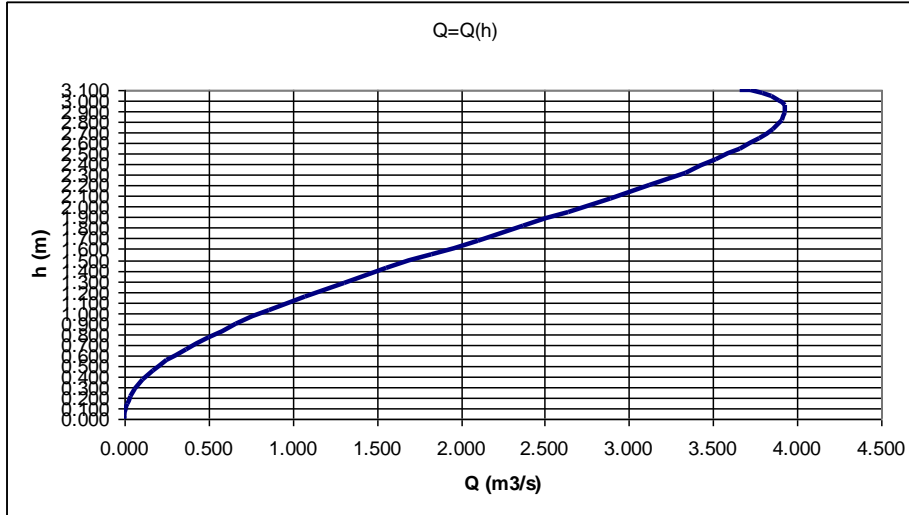


Fig.9.9 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 3100$ mm

9. Diametru $D = 3200$ mm, $n = 0,025$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

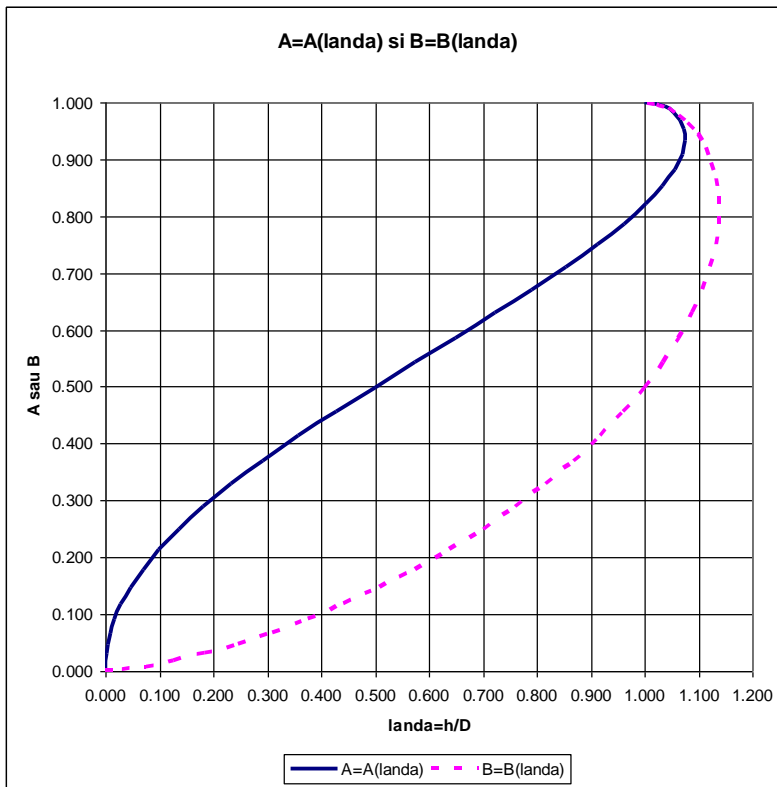
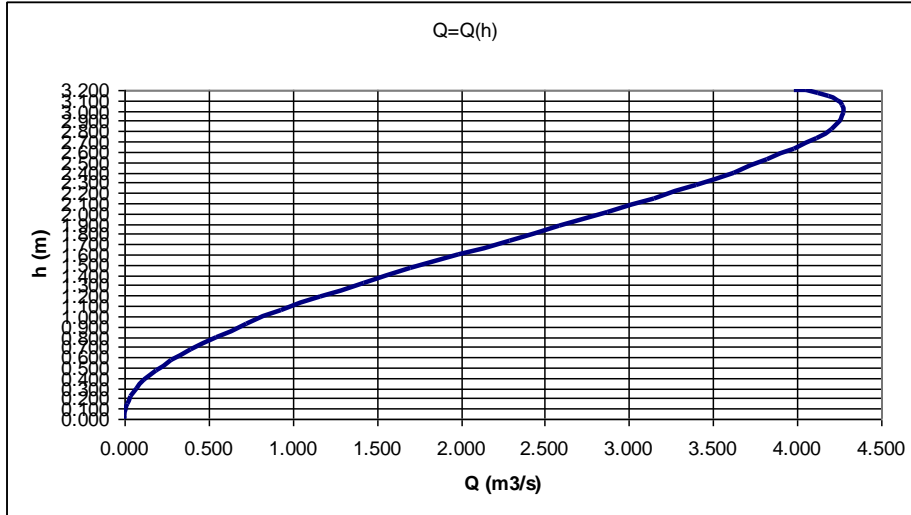


Fig.9.10 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 3200$ mm

10. Diametru $D = 4000$ mm, $n = 0,025$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

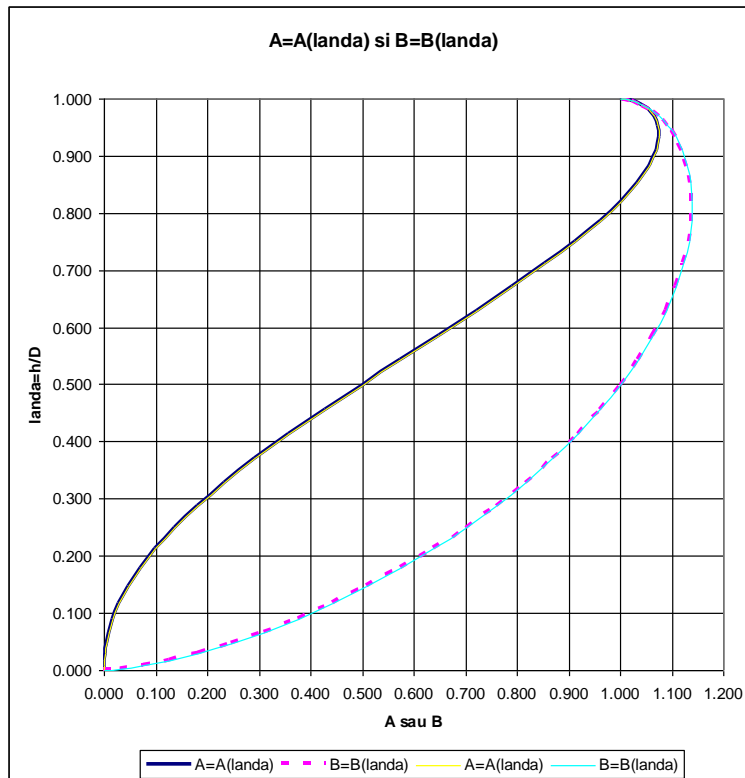
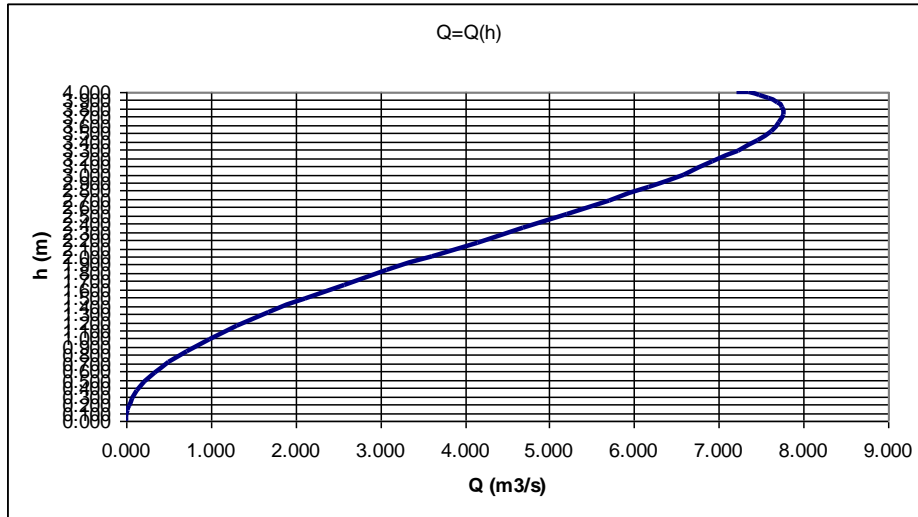


Fig.9.11 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată $D = 4000$ mm

b) Conducte polietilenă înaltă densitate PEID – secțiune circulară

Din studiile topografice precum și datele furnizate de beneficiar rezultă panta terenului $i = 0,000205882353$

11. Diametru $D = 2000$ mm, $n = 0,01$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

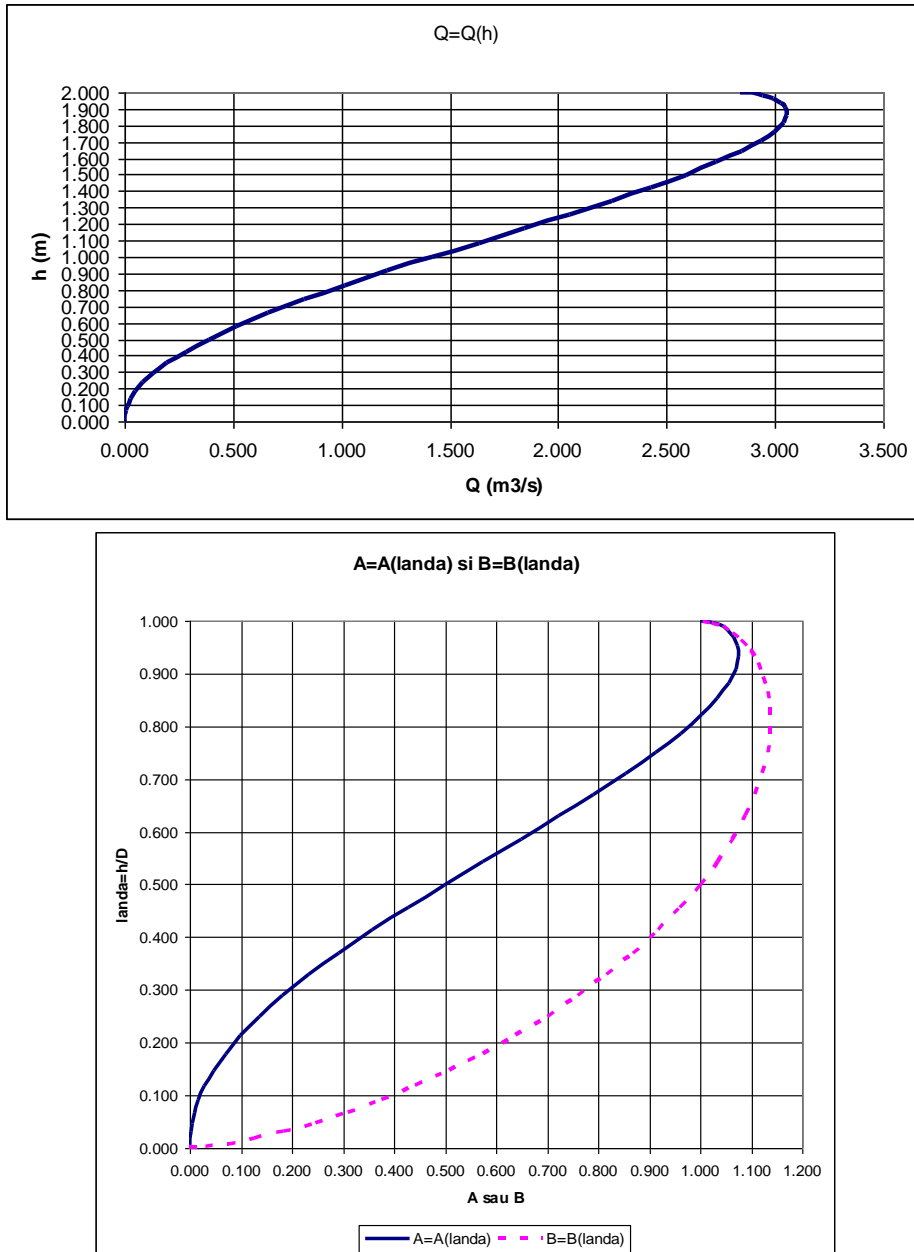


Fig.9.12 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor din polietilenă de înaltă densitate $D = 2000$ mm

12. Diametru $D = 2100$ mm, $n = 0,01$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

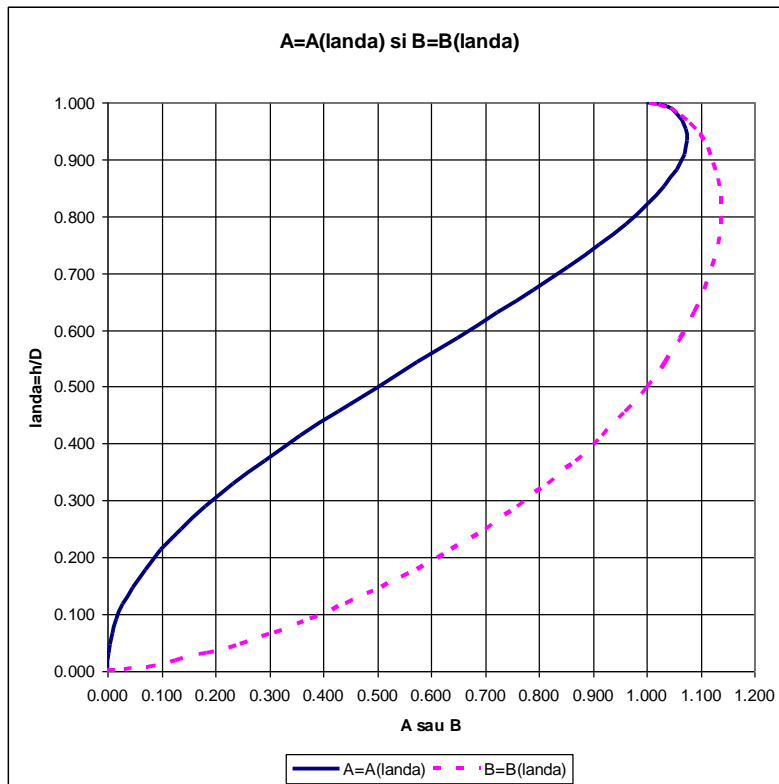
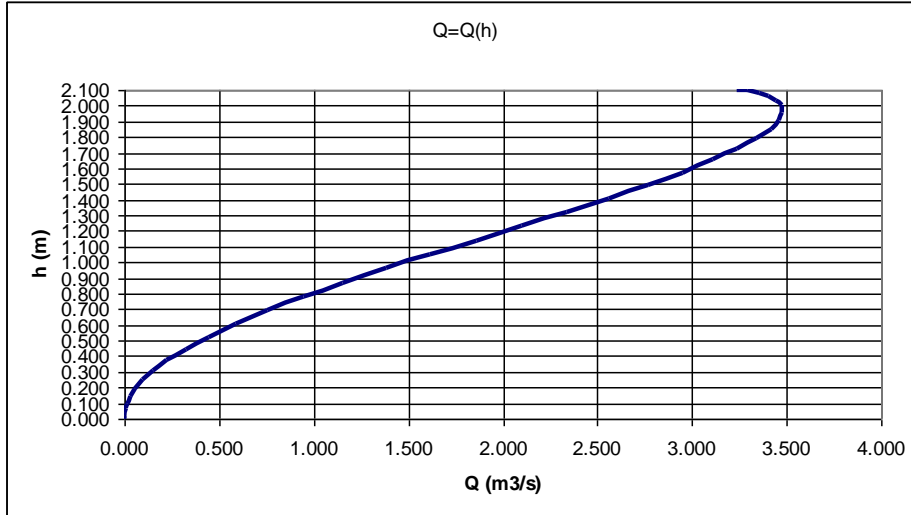


Fig.9.13 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor din polietilenă de înaltă densitate $D = 2100$ mm

13. Diametru $D = 2200$ mm, $n = 0,01$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

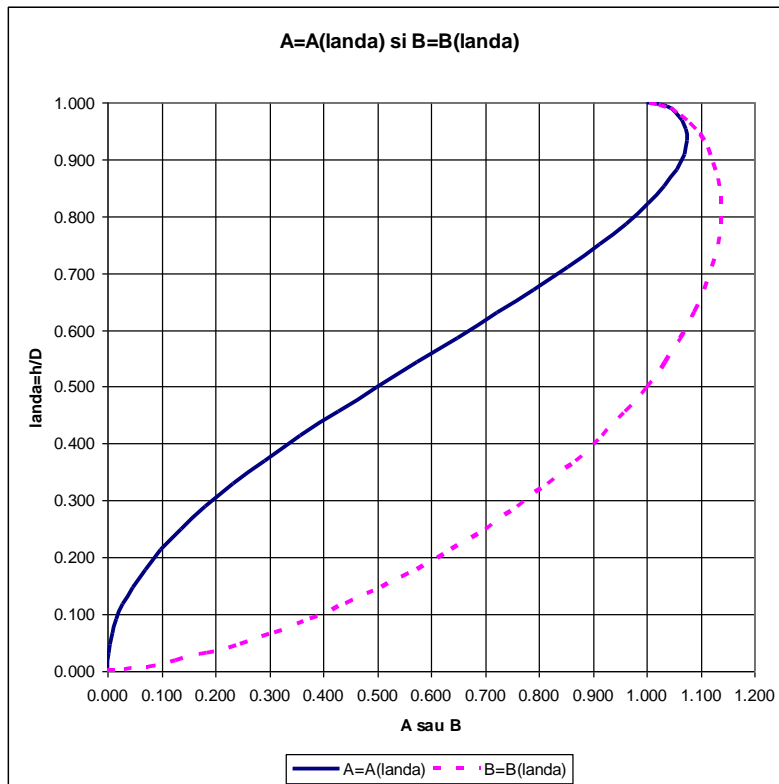
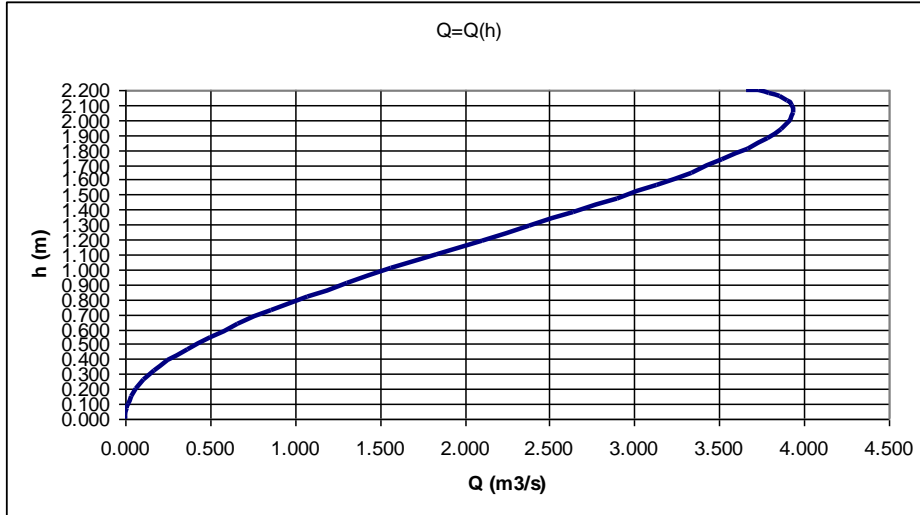


Fig.9.14 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor din polietilenă de înaltă densitate $D = 2200$ mm

14. Diametru $D = 2300$ mm, $n = 0,01$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

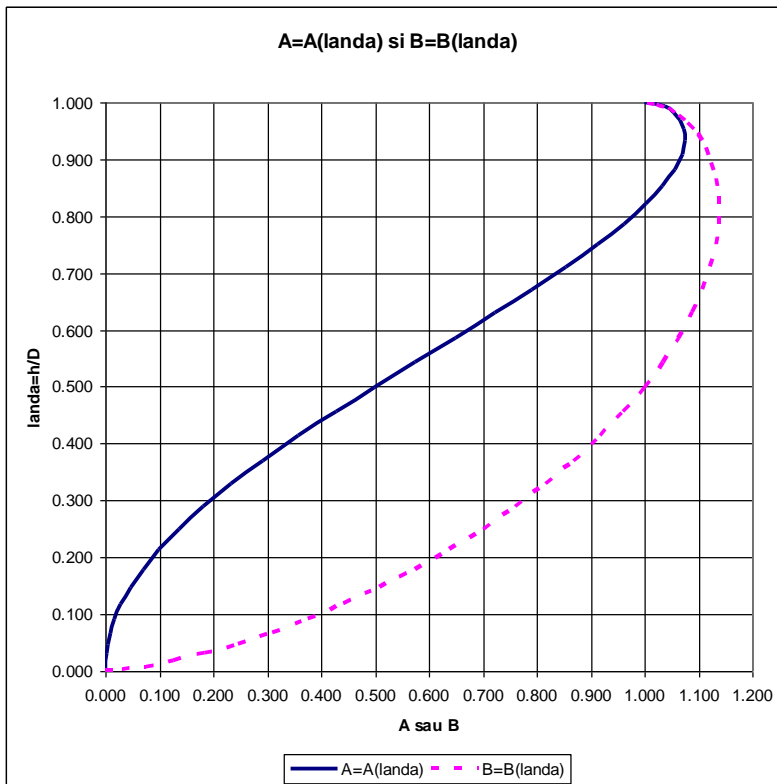
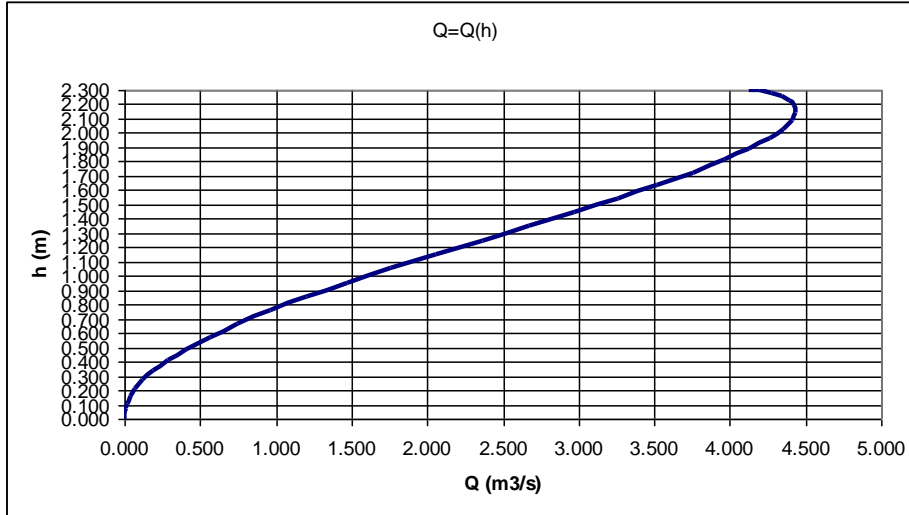


Fig.9.15 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor din polietilenă de înaltă densitate $D = 2300$ mm

15. Diametru $D = 2800$ mm, $n = 0,01$

Prin construcția curbelor $Q=Q(h)$, $A=A(\lambda)$ și $B=B(\lambda)$ se obține:

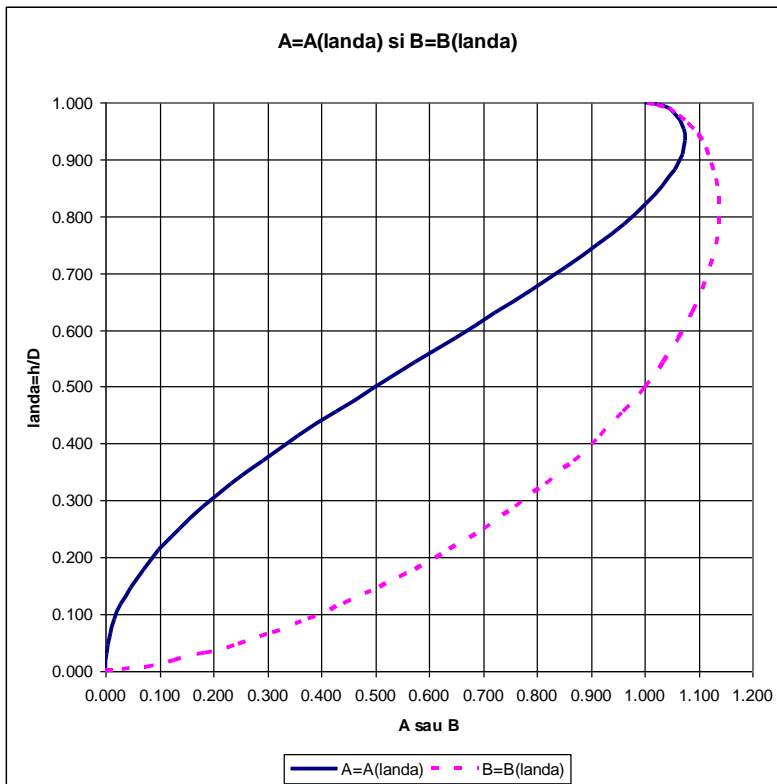
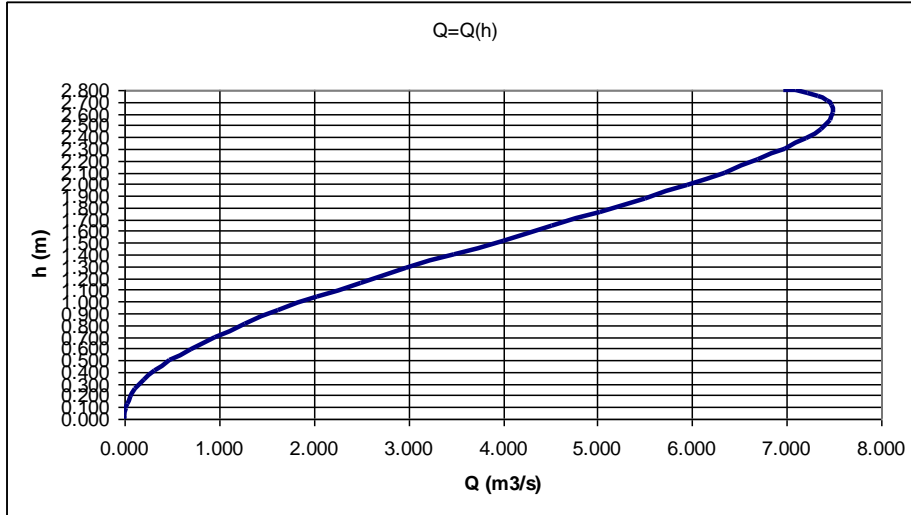


Fig.9.16 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor din polietilenă de înaltă densitate $D = 2800$ mm

9.3.3 SOLUȚII ȘI CONCLUZII

Din studiile topografice precum și datele furnizate de beneficiar rezultă panta terenului $i = 0,000205882353$ o pantă foarte mică care afectează capacitatea de transport al conductelor. Graficele prezentate în prospecte de firma producătoare ca și curbe cheie (nomogramele de calcul) sunt realizate pentru o pantă de 0,01 rezultând capacități de transport mult mai mari decât în studiul de caz efectuat.

9.3.3.1. Soluția cu conducte structură metalică din tablă de oțel ondulată – secțiune circulară

Din cataloagele furnizorilor de conducte precum și datele furnizate de beneficiar rezultă date de intrare privind rugozitățile, conform diametrului și tipului de conducte, rezultând rugozități mari cuprinse între 0,022 și 0,025, rugozități ce depășesc mult rugozitatea naturală a canalului trapezoidal dalat (0,015). Acest fapt conduce la secțiuni caracteristice foarte mari ale conductelor care trebuie să asigure transportul debitului impus de A.N.I.F. de 7,4 mc/s.

Din analiza diagramelor prezentate în cadrul studiului se pot configura mai multe variante constructive după cum urmează:

a) Varianta 1 – 2 conducte D 3100 mm

Prin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:

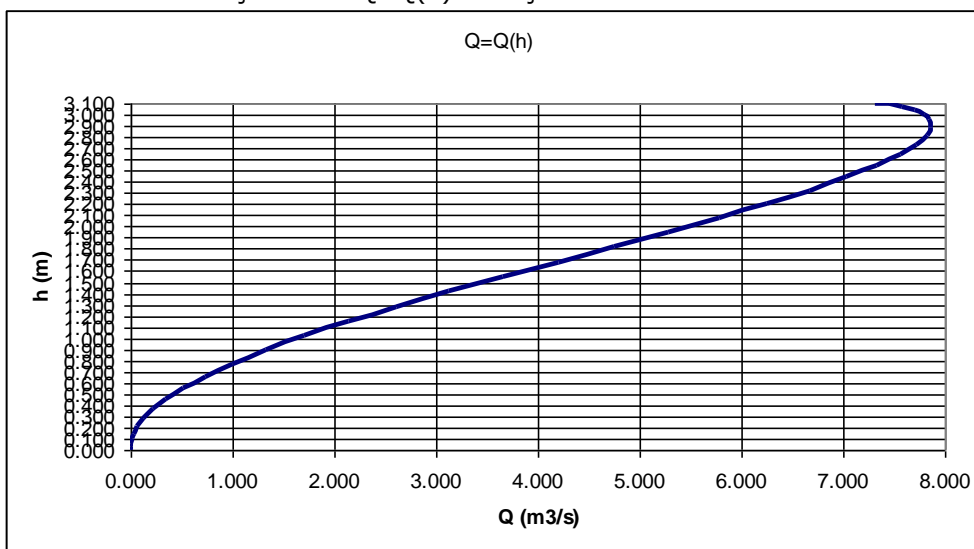


Fig.9.17 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată
Varianta 1 – 2 conducte D=3100 mm

Din curbă rezultă pentru debitul maxim proiectat de 7,4 mc/s o înălțime a apei de 2,577 m.

Având în vedere nivelul apei din aval din canalul trapezoidal de 1,2215 m rezultă necesitatea unei construcții de disipare a energiei la descărcarea conductelor în canalul existent precum și pentru eliminarea fenomenelor de curbe de remuu, care pot crea dificultăți în exploatare.

Având în vedere nivelul apei din conducte se impune supraînălțarea bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare, bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent.

b) Varianta 2 – 1 conductă D 3000 mm și o conductă D 3100 mm

Prin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:

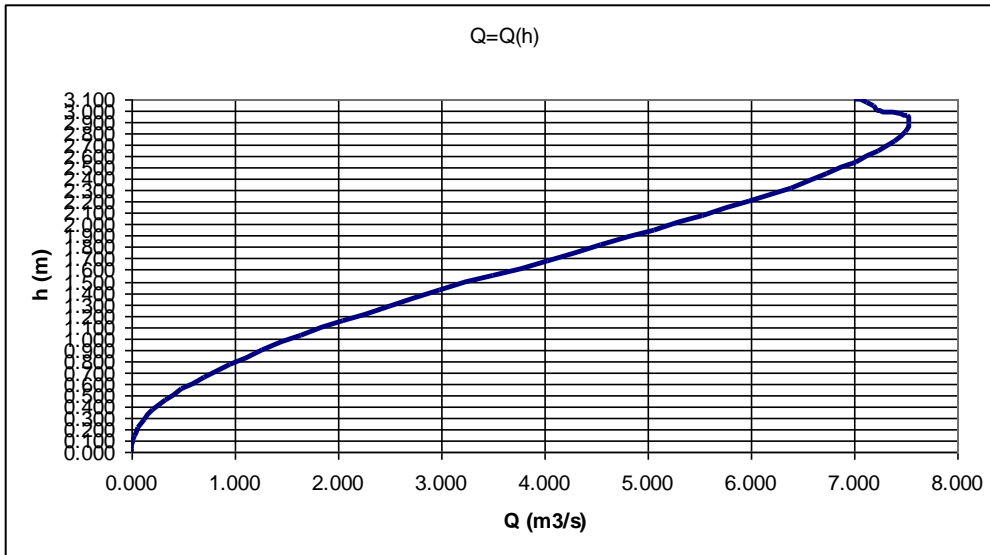


Fig.9.18 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată
Varianta 2 – 1 conductă D=3000 mm și o conductă D=3100 mm

Din curbă rezultă pentru debitul maxim proiectat de 7,4 mc/s o înălțime a apei de 2,740 m.

Având în vedere nivelul apei din aval din canalul trapezoidal de 1,2215 m rezultă necesitatea unei construcții de disipare a energiei la descărcarea conductelor în canalul existent precum și pentru eliminarea fenomenelor de curbe de remuu, care pot crea dificultăți în exploatare.

Având în vedere nivelul apei din conducte se impune supraînălțarea bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare, bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent.

Soluția are doar avantajul transportului agabaritic simplificat prin introducerea unei conducte în cealaltă în timpul transportului.

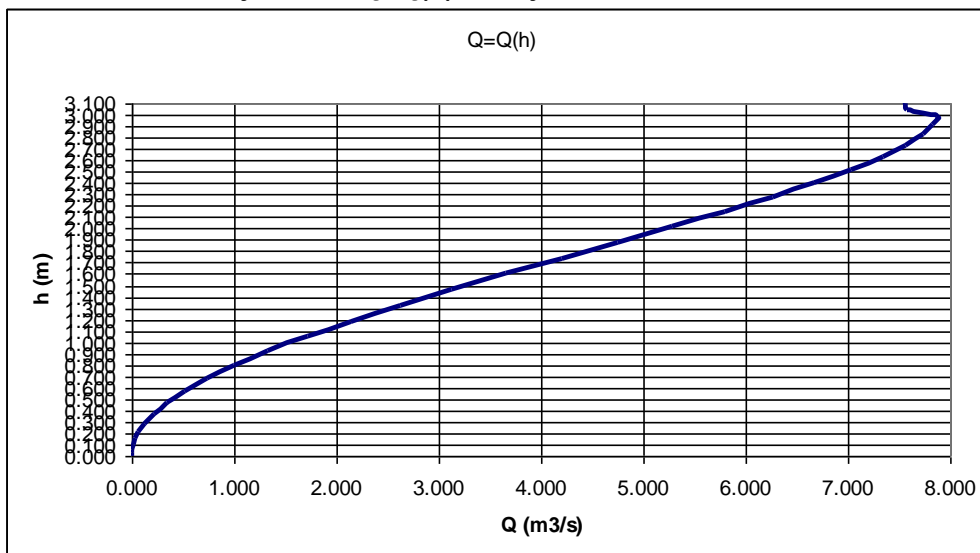
c) Varianta 3 – 1 conductă D 3000 mm și o conductă D 3200 mmPrin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:

Fig.9.19 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată
Varianta 3 – 1 conductă $D=3000$ mm și o conductă $D=3200$ mm

Din curbă rezultă pentru debitul maxim proiectat de 7,4 mc/s o înălțime a apei de 2,654 m.

Având în vedere nivelul apei din aval din canalul trapezoidal de 1,2215 m rezultă necesitatea unei construcții de disipare a energiei la descărcarea conductelor în canalul existent precum și pentru eliminarea fenomenelor de curbe de remuu, care pot crea dificultăți în exploatare.

Față de varianta c se obține o adâncime a apei mai mică în conducte.

Având în vedere nivelul apei din conducte se impune supraînălțarea bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare, bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent.

Soluția are doar avantajul transportului agabaritic simplificat prin introducerea unei conducte în cealaltă în timpul transportului.

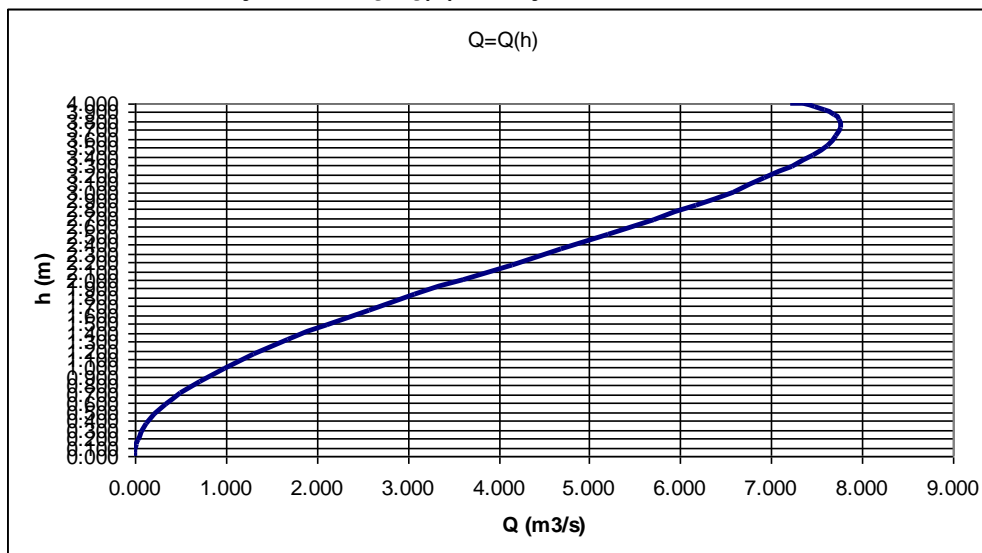
d) Varianta 4 – 1 conductă D 4000 mmPrin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:

Fig.9.20 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a conductelor cu structură metalică din tablă de oțel ondulată
Varianta 4 – 1 conductă $D=4000$ mm

Din curbă rezultă pentru debitul maxim proiectat de 7,4 mc/s o înălțime a apei de 3,381 m.

Având în vedere nivelul apei din aval din canalul trapezoidal de 1,2215 m rezultă necesitatea unei construcții de disipare a energiei la descărcarea conductelor în canalul existent precum și pentru eliminarea fenomenelor de curbe de remuu, care pot crea dificultăți în exploatare.

Față de variantele a,b și c se obține o adâncime a apei mai mare în conductă.

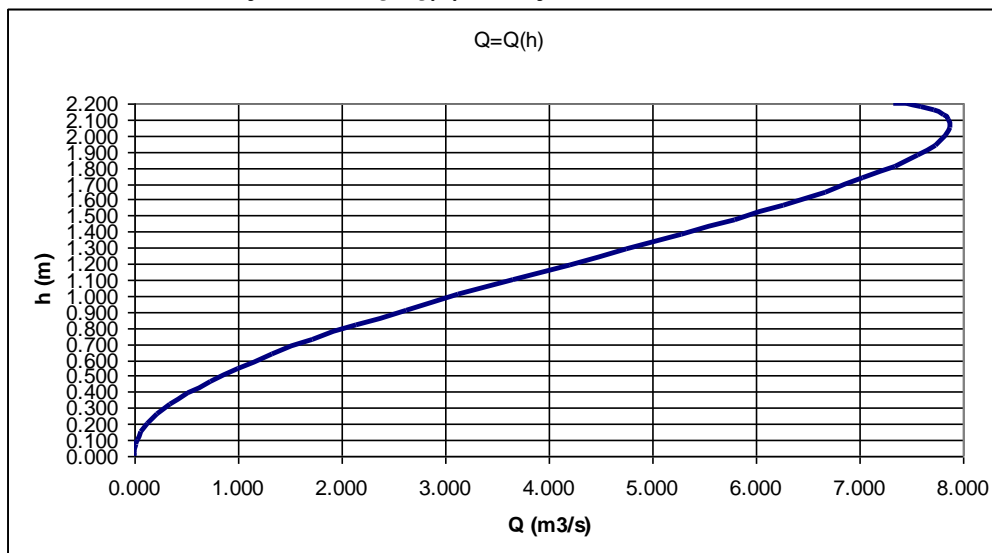
Având în vedere nivelul apei din conducte se impune supraînălțarea bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare, bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent.

Soluția are avantajul utilizării unei singure conducte.

9.3.3.2. Soluția cu conducte din polietilenă peid – secțiune circulară

Din cataloagele furnizorilor de conducte precum și datele furnizate de beneficiar rezultă date de intrare privind rugozitățile, conform diametrului și tipului de conducte, rezultând rugozități mici cuprinse între 0,006 și 0,001 (în calcule sa utilizat 0,01), rugozități ce sunt mult sub rugozitatea naturală a canalului trapezoidal dalat. Acest fapt conduce la secțiuni caracteristice mai mici ale conductelor care să asigure transportul debitului impus de ANIF R.A. de 7,4 mc/s.

Din analiza diagramelor prezentate în cadrul studiului se pot configura mai multe variante constructive după cum urmează:

e) Varianta 5 – 2 conducte D 2200 mmPrin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:Fig.9.21 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a cu conducte din polietilenă Varianta 5 – 2 conducte $D=2200$ mm

Din curbă rezultă pentru debitul maxim proiectat de 7,4 mc/s o înălțime a apei de 1,825 m.

Având în vedere nivelul apei din aval din canalul trapezoidal de 1,2215 m rezultă necesitatea unei construcții de disipare a energiei la descărcarea conductelor în canalul existent precum și pentru eliminarea fenomenelor de curbe de remuu, care pot crea dificultăți în exploatare.

Având în vedere nivelul apei din conducte se impune supraînălțarea bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare, bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent.

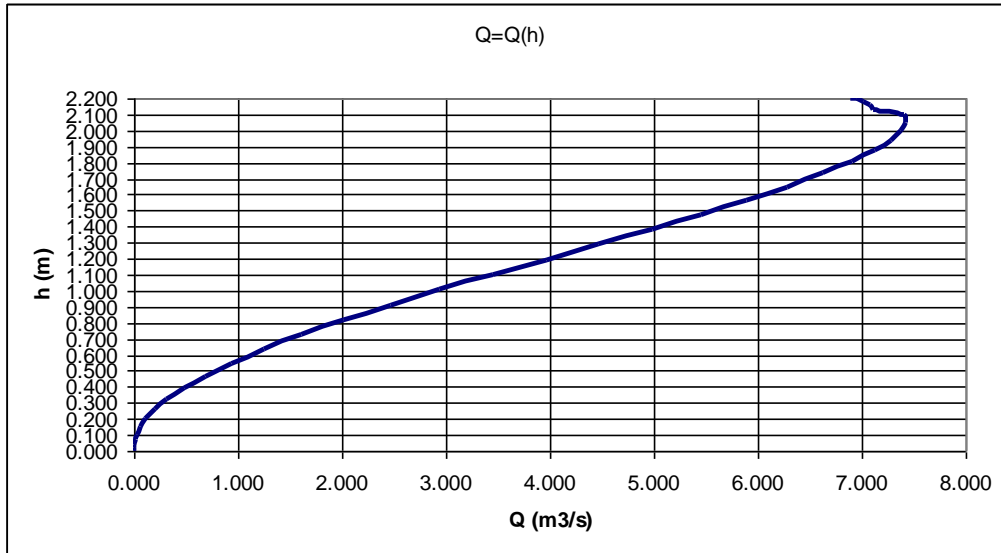
f) Varianta 6 – 1 conductă D 2100 mm și o conductă D 2200 mmPrin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:

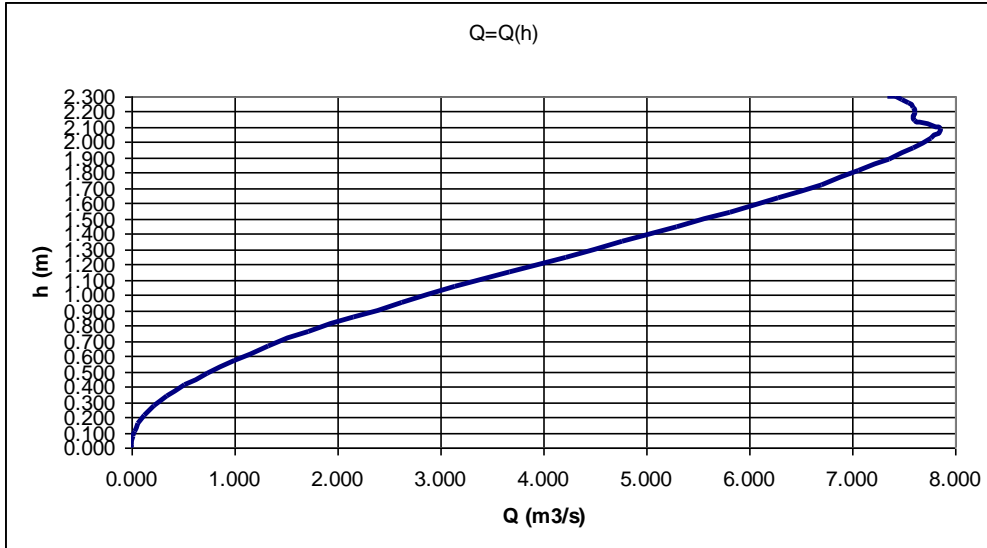
Fig.9.22 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a cu conducte din polietilenă Varianta 6 – 1 conductă D=2100 mm și o conductă D=2200 mm

Din curbă rezultă pentru debitul maxim proiectat de 7,4 mc/s o înălțime a apei de 2,025 m.

Având în vedere nivelul apei din aval din canalul trapezoidal de 1,2215 m rezultă necesitatea unei construcții de disipare a energiei la descărcarea conductelor în canalul existent precum și pentru eliminarea fenomenelor de curbe de remuu, care pot crea dificultăți în exploatare.

Având în vedere nivelul apei din conducte se impune supraînălțarea bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare, bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent.

Soluția are doar avantajul transportului agabaritic simplificat prin introducerea unei conducte în cealaltă în timpul transportului.

g) Varianta 7 – 1 conductă D 2000 mm și o conductă D 2300 mmPrin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:Fig.9.23 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a cu conducte din polietilenă Varianta 7 – 1 conductă $D=2000$ mm și o conductă $D=2300$ m

Din curbă rezultă pentru debitul maxim proiectat de $7,4 \text{ mc/s}$ o înălțime a apei de $1,900 \text{ m}$.

Având în vedere nivelul apei din aval din canalul trapezoidal de $1,2215 \text{ m}$ rezultă necesitatea unei construcții de disipare a energiei la descărcarea conductelor în canalul existent precum și pentru eliminarea fenomenelor de curbe de remuu, care pot crea dificultăți în exploatare.

Față de varianta f se obține o adâncime a apei mai mică în conducte.

Având în vedere nivelul apei din conducte se impune supraînălțarea bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare, bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent.

Soluția are doar avantajul transportului agabaritic simplificat prin introducerea unei conducte în cealaltă în timpul transportului.

h) Varianta 8 – 1 conductă D 2800 mm

Prin construcția curbei $Q=Q(h)$ se obține:

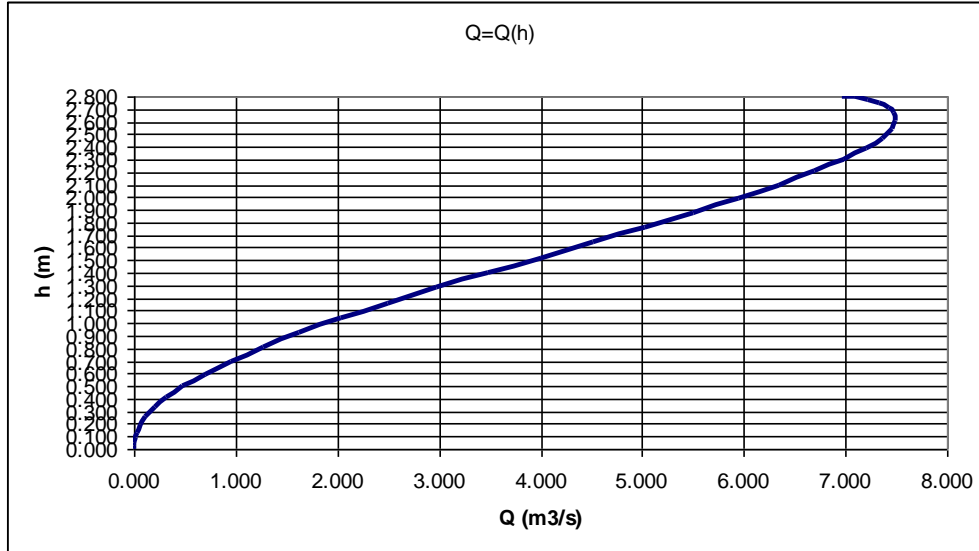


Fig.9.21 Variația debitului funcție de înălțime pentru determinarea capacității de transport a cu conducte din polietilenă Varianta 8 – 1 conductă D=2800 mm

Din curbă rezultă pentru debitul maxim proiectat de 7,4 mc/s o înălțime a apei de 2,502 m.

Având în vedere nivelul apei din aval din canalul trapezoidal de 1,2215 m rezultă necesitatea unei construcții de disipare a energiei la descărcarea conductelor în canalul existent precum și pentru eliminarea fenomenelor de curbe de remuu, care pot crea dificultăți în exploatare.

Având în vedere nivelul apei din conducte se impune supraînălțarea bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare, bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent.

Soluția are avantajul utilizării unei singure conducte.

9.3.3.3. Concluzii la studiul hidraulic

Alegerea unei variante prezentate mai sus se poate efectua după realizarea unui calcul economic de minimizare a costului total. Costul total trebuie să cuprindă următoarele costuri componente:

- costurile de construcție;
- costurile conductelor utilizate;
- costurile construcțiilor de disipare a energiei de la descărcarea conductelor în canalul existent;
- costul supraînălțării bazinului de refulare a stației de pompare plutitoare (bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent).

Indiferent de varianta aleasă la faza de proiectare se va realiza și proiectarea construcțiilor aflate în amonte și aval al conductelor ce întubează canalul existent. Proiectarea acestora cade în sarcina proiectantului lucrărilor.

9.3 - Studiu de caz : Calculul hidraulic privind închiderea canalului de irigații 207

Aceste lucrări vor trebui să asigure disiparea energiilor în bazinul de alimentare al conductelor și bazinul de evacuare precum și evitarea formării mișcărilor gradual sau rapid variate în canalul trapezoidal care continuă traseul întubat.

Rugozitățile mari ale conductelor de oțel ondulate luate în studiu, rugozități care sunt mai mari decât ale canalului datat existent, conduc la capacități de transport mici ale apei în cazul conductelor lungi respectiv la secțiuni foarte mari ale conductelor. Aceste conducte se pretează bine în cazul podețelor sau subtraversărilor pe lungimi scurte.

Din studiu rezultă necesitatea utilizării unor conducte cu rugozități mici (mai mici decât ale canalului existent) printre care s-a prezentat varianta cu conducte de polietilenă. Există și alte tipuri de conducte cu rugozități asemănătoare polietilenei cum ar fi tuburi de beton precomprimat (PREMO), tuburi din poliesteri armați cu fibră de sticlă (PAFSIN) sau tuburi din fontă ductilă. Aceste alternative prezintă de regulă prețuri de achiziție mult mai mari. Aceste variante inclusiv polietilena se pot utiliza și pentru funcționarea sub presiune.

10. CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

10.1. Concluzii

- Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad în situația actuală de funcționare pe toată suprafața care este racordată la schema hidrotehnică unică pentru acest sistem cu priză la râul Mureș și este deservit de stațiile de pompare, repompare, de canalele de aducțiune, amenajarea interioară cu stațiile de punere sub presiune, canalele de distribuție, rețeaua de conducte îngropate și canalele de evacuare.

- Amenajarea existentă necesită lucrări de re tehnologizare și reabilitare atât la stațiile de pompare, repompare și punere sub presiune care sunt depășite din punct de vedere economic fiind uzate moral și fizic, având un consum de energie electrică care depășesc standardele admisibile. Totodată costurile de întreținere a stațiilor de pompare depășesc valorile admisibile pentru o irigație eficientă și ieftină având în vedere că toate aceste costuri exagerate se reflectă în tariful apei pompate. Preconizăm a se echipa SP Plutitoare cu pompe submersibile în conductele de aspirație, iar la celelalte stații de pompare înlocuirea pompelor și motoarelor de angrenare cu alte agregate de pompare cu randamente superioare. Prin înlocuirea acestor componente și a părților electrice, economia de energie se va reflecta în tariful apei pompate. Totodată prin instalarea de debitmetre controlul va fi mai eficient și cantitățile de apă pentru aceiași suprafață vor fi mai reduse.

- Lucrările de reabilitare pe canalele de aducțiune și distribuție urmăresc reducerea pierderilor de apă, mărirea randamentului hidraulic al acestora, implicit reducerea consumului de energie electrică pentru pomparea apei și pentru udări, îmbunătățirea distribuției apei și deservirea mai sigură și operativă a beneficiarilor.

- Utilizarea mai eficientă a infrastructurii de irigații și restabilirea durabilității sectorului se poate face doar prin măsuri și lucrări de re tehnologizare și modernizare a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad, justificat prin calculele gradului minim de funcționare profitabilă a sistemului de irigații.

- Programul de reabilitare, modernizare, eficientizare a sistemului de irigații se fundamentează pe o metodologie care să evidențieze în fază de studii-cercetare-dezvoltare: modificările condițiilor naturale și impactul în perioada de exploatare a sistemului asupra mediului, în mod special cauzele impactului; reactualizarea studiilor care vor influența dimensionarea lucrărilor de RM pentru asigurarea unui regim eficient de exploatare a sistemului; stabilirea randamentelor de utilizare a apei și energiei de pompare; evaluarea economiei de apă și energiei de pompare a apei în diferite variante funcție de soluțiile alese; determinarea gradului de utilizare a sistemului în perioada de exploatare; stabilirea gradului minim de utilizare profitabilă a sistemului atât pentru starea actuală cât și după programului de RM, în funcție de variantele analizate; elaborarea strategiei de reabilitare și modernizare a sistemului și de exploatare eficientă a acestuia.

- Evoluția nivelului și chimismului apelor freatice privind situația hidrogeologică a zonei arată că la începutul funcționării amenajării în FORAJ 6 N-V comunei Fântânele nivelul apei freatice se situa la adâncimea medie de 782 cm în anul 1970 coborând la adâncimea medie de 987 cm în anul 2008, în FORAJ 1 N-V

comunei Șag nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 1750 cm în anul 1985 urcând la adâncimea medie de 1704 cm în anul 2008, în FORAJ 5 Aval 3km SP Plutitoare nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 306 cm în anul 1990 coborând la adâncimea medie de 332 cm în anul 2008, ARAD FORAJ 7 S-V comunei Fântânele nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 1894 cm în anul 1970 coborând la adâncimea medie de 1930 cm în anul 2008, FORAJ 1 Sud Municipiu Arad (500 m Dispecerat Aradul Nou), nivelul apei freactice se situa la adâncimea medie de 1888 cm în anul 1985 coborând la adâncimea medie de 1914 cm în anul 2008. Se observă o scădere a nivelelor freactice care variază între 30 cm și 200 cm, parametrii care nu influențează alimentarea cu apă a plantelor și nu prezintă riscul de înmlăștinire și sărăturare. Din graficele nivelelor freactice întocmite conform figurilor nr. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, cele mai ridicate nivele freactice se observă în anii 1970-1985, iar următorii ani prezentând diferite variații, dar în general sub valorile menționate anterior. În anul 2000 au fost observate din nou nivele ridicate ale apei freactice în majoritatea forajelor. Gradul de mineralizare al apelor freactice este foarte redus: amoniu reprezentând valori cuprinse între 0-0.32 mg/l, azotații 0-0.77 mg/l, magneziu 17.5-30.2 mg/l, potasiu 0.70-2.0 mg/l, fosfați 0-0.49 mg/l, iar PH are valoare aproximativ 7.5

- Studiu de caz: Reactualizarea necesarului de apă de irigații la SP Plutitoare Fântânele conform rezultatelor obținute asupra consumului de apă la principalele culturi irigate în zonă, analizând datele se constată următoarele: norma de irigație anuală pe total plan cultura este de 2040 mc/ha în anul 2002 și 1050 mc/ha în anul 2009 față de valoarea utilizată în STE (1967) egală cu 3600 mc/ha, diferență care se justifică prin lipsa datelor de cercetare în ecuația bilanțului hidrologic și a datelor climatice utilizate în calculul Etp; norma de irigație în luna cu consum maxim (iulie) în anul 2002 este 800 mc/ha față de valoarea utilizată în dimensionarea sistemului, egală cu 1200 mc/ha. Apare o diferență substanțială între debitul specific reactualizat de 0,3 l/s/ha față de cel considerat inițial. Întrucât dimensionarea lucrărilor din sistem s-a efectuat cu un debit brut de 0,8 l/s/ha, rezultă că acestea sunt corespunzătoare în luna iulie la un randament minim de folosire a apei egal cu 38%; norma de irigație în luna cu consum maxim (iunie) în anul 2009 este 425 mc/ha față de valoarea utilizată în dimensionarea sistemului, egală cu 1200 mc/ha. Apare de aici o diferență substanțială între debitul specific reactualizat de 0,4 l/s/ha față de cel considerat inițial. Întrucât dimensionarea lucrărilor din sistem s-a efectuat cu un debit brut de 0,8 l/s/ha, rezultă că acestea sunt corespunzătoare în luna iunie la un randament minim de folosire a apei egal cu 50%.

- Studiu de caz: Analiza influenței gradului de utilizare a sistemului (G) asupra randamentului de funcționare a sistemului (η_s) se constată: pentru a obține performanțele maxime ale sistemului ($\eta_s > 45\%$) în starea actuală, acesta trebuie utilizat pe perioada de 3-4 luni cu gradul $G \geq 1$, ceea ce înseamnă realizarea unui volum net $V_o^r \geq 2250 \text{ m}^3/\text{ha} \times 7154 \text{ ha} \approx 16,1$ milioane m^3 apă distribuită în stratul activ de sol al tuturor culturilor ce ocupă întreaga suprafață a sistemului. La un randament al sistemului $\eta_s > 47\%$ rezultă că trebuie introdus în sistem un volum brut de cel puțin 38,3 milioane m^3 , revenind o normă brută de irigație de 5353 m^3/ha și an; pentru a asigura un randament $\eta_s > 40\%$ la o durată $T=3-4$ luni este necesar a avea o cerință de apă din partea beneficiarilor la un grad de utilizare $G=0,8-1,1$. Aceasta înseamnă o suprafață irigată (contractată) 5700 – 7200 ha irigată pe care se distribuie norma de irigare $M_o^{50\%}=2250 \text{ m}^3/\text{ha}$ și an; la grade de utilizare $G < 0,7$ (suprafața irigată < 5000 ha) randamentul sistemului scade de la 39% la 7%, adică

pierderile de apă sunt de 61%-93% valori cu efecte dramatice asupra factorilor de mediu și pierderi economice considerabile ale activității sistemului. Ținând cont de starea actuală a economiei naționale și de experiența pe plan mondial se poate accepta în prezent existența unui grad minim de utilizare tehnică a acestui sistem $G_t \geq 0,8$ pentru asigurarea unui randament de utilizare al apei $\eta_s \geq 40\%$. Pentru eliminarea acestor efecte negative se execută numai prin lucrări de reabilitare-modernizare necesare reducerii pierderilor de apă de la priză la rezervorul de sol al culturilor agricole.

- Studiu de caz: Economia de apă variază în funcție de variantele de reducere a pierderilor de apă (pentru $0.5 \leq G \leq 1.6$ și 1 lună $\leq T \leq 5$ luni): economia minimă de apă rezultă din soluțiile de RM din amenajările interioare, între 12% și 23% din volumele actuale prelevate la priza sistemului (V_p^a); economia maximă de apă se obține atunci când se aplică toate soluțiile de RM, fiind 40%-57% din volumul actual prelevat la priza sistemului (V_p^a); soluțiile de RM în rețeaua hidrotehnică asigură o economie de 16%-45% din volumul actual (V_p^a), rezultă o economie de apă cu care se pot iriga 3300 ha.

- Studiu de caz: Economia energiei electrice în sistem, ca efect al lucrărilor de reabilitare modernizare se prezintă astfel: aplicarea tuturor soluțiilor de reabilitare modernizare pentru a obține economia maximă de apă, determină o economie de energie de 31%-88% cu o medie de 52,6% prin diminuarea volumelor de apă vehiculate de stație ce se pierd pe suprafața deservită de aceasta; aplicarea soluțiilor de reabilitare modernizare ce vizează diminuarea consumului specific de energie al stațiilor, determină o economie de energie de pompare de 24%-86% cu o medie de 47,5%; economia maximă a energiei de pompare este de 33%-88% cu o medie de 54% în cazul aplicării tuturor soluțiilor de reabilitare modernizare ce vizează reducerea consumului de apă și energie, puterea medie specifică consumată în sistem fiind diminuată de la 0,8 kW/ha în prezent 0,45 kW/ha după execuția lucrărilor de RM.

- Se poate stabili strategia de abordare a lucrărilor de reabilitare – modernizare în acest sistem: dacă resursele financiare sunt limitate, varianta VE1 are prioritate deoarece lucrările de folosire a apei în sistem pot asigura atât economie de apă (35%) cât și de energie (52,6%); dacă resursele financiare sunt mai mari varianta VE3 este cea mai eficientă, întrucât asigură economie de apă (35%), economie de energie (54%) și protecția factorilor de mediu.

- Gradul minim de funcționare profitabilă (G_p^a) a sistemului Fântânele-Șag Arad în etapa actuală: valoarea medie a gradului minim (G_p^a) a acestui sistem este 82%; Gradul (G_p^a) scade pe măsură ce durata de funcționare a sistemului crește: de la 92% pentru $T \cong 1$ lună la 82% pentru $T \cong 4$ luni rezultă că profitabilitatea culturilor descrește odată cu majorarea gradului de funcționare profitabilă (G_p^a) astfel: porumb $G_p = 38 - 49\%$; grâu + soia + floarea soarelui $G_p > 50\%$

- Exploatarea eficientă a sistemului poate fi realizată prin optimizarea anuală a structurii planului de cultură și creșterea gradului real de utilizare a sistemului care nu a funcționat datorită lipsei cererilor de livrare de apă pentru irigații, neacoperirii de către beneficiari din venituri proprii a cheltuielilor de exploatare, întreținere și reparații.

- Gradului minim de funcționare profitabilă a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad (G_p), s-a impus din necesitatea stabilirii valorii minime a cerinței de apă a beneficiarilor din sistem, de la care efectul aplicării irigației generează profit prin creșterea producției agricole. Aplicând modelul de stabilire a gradului (G_p^m) după realizarea lucrărilor de reabilitare-modernizare preconizate, au fost concluzionate următoarele:

a) pentru aceleași durate de funcționare continuă, se menține clasificarea culturilor agricole irigate în grupele de profitabilitate din etapa actuală;

b) gradul de utilizare eficientă (Gp^m) a sistemului depinde de variantele posibile de reabilitare-modernizare ale acestui sistem și anume: efectul lucrărilor totale de reducere a pierderilor de apă, exprimate prin creșterea randamentului de folosire a apei în amenajările interioare (a_i) cât și a randamentului de transport a apei pe rețeaua hidrotehnică (η_t), determină un grad de utilizare eficientă a sistemului între 73% și 44% în funcție de durata de funcționare $T=1...4$ luni/an, cu o medie de 53%; lucrările de creștere în exclusivitate a randamentului de funcționare al stațiilor de pompare determină un grad de utilizare eficientă cu valori cuprinse între 86% și 24% în funcție de durata de funcționare $T=1...4$ luni/an, cu o valoare medie de 48%; efectul total al lucrărilor de reabilitare-modernizare ce vizează atât creșterea randamentului de utilizare a apei cât și a energiei electrice în pomparea apei determină un grad de utilizare eficientă cu valori între 77% și 32% în funcție de durata de funcționare $T=1...4$ luni/an, cu o valoare medie de 47%. Astfel, lucrările de reabilitare-modernizare au efecte foarte favorabile, coborând gradul minim de funcționare profitabilă de la 82% la 47%, în cazul celor mai eficiente măsuri.

- Reabilitarea stației de pompare Fântânele din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad prin înlocuirea stației de pompare plutitoare cu o stație de pompare fixă, echipată cu electropompe submersibile montate în conducte din oțel cu Dn 1000 mm amplasate pe taluzul malului stâng al râului Mureș în plan înclinat la 30°. Echipamentul de bază al stației este format din 6 electropompe submersibile care furnizează un debit de 950-1000 l/s fiecare la o înălțime de cca 26 mCA. Agregatul de pompare este echipat cu un electromotor trifazic de cca 400 kW cu pompe directe, tensiunea de alimentare fiind de 400 V.

- Reabilitarea stației de repompare Fântânele din sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad prin lucrări de reparații; la bazinul de aspirație și refulare; la echipamentul de bază, la două pompe este necesar a se înlocui ansamblul rotor complet, carcasa celor două pompe asupra cărora se intervine vor fi reabilite prin plombarea zonelor corodate, prin protejarea anticorozivă cu îmbrăcăminți / vopsele adecvate; echipamentele hidromecanice de bază necesită reabilitarea; un electromotor este necesar a fi înlocuit $N=630$ KW, $U=6000$ V, $n=750$ rot/min, $f=50$ Hz; relee și aparatura necesită reabilitare și în unele cazuri înlocuire; reabilitarea instalației de joasă tensiune constă în înlocuirea vechii aparatură cu aparatură nouă modernă. Consecințele practice ale acestei situații s-au manifestat în scăderea randamentelor de funcționare ale echipamentelor și în creșterea consumului de energie electrică.

- Măsurile de reabilitare urmăresc creșterea performanțelor rețelelor, reducerea pierderilor de presiune și a consumului de energie la SPP-uri. O problemă importantă în ploturile actuale este lipsa de independență hidraulică a fiecărui beneficiar, impunându-se ca, prin modificări adecvate a rețelelor de distribuție să se realizeze alimentarea, în principal a exploatațiilor agricole cu suprafețe mari, printr-un singur punct de alimentare care să fie prevăzut cu contor de apă.

- În privința echipamentelor de udare existente la ora actuală, se constată că dotările corespund unui procent redus din suprafața irigabilă. De asemenea, se constată o imposibilitate de adaptare a acestora la suprafețele relativ mici ale multor proprietari agricoli. De aceea se propune completarea echipamentelor de udare cu echipamente diversificate, atât pentru irigația prin aspersiune, cât și pentru irigație prin scurgere la suprafață. Înlocuirea echipamentelor trebuie să aibă în vedere și asigurarea accesului la hidranți (cu conducte de legătură adecvate) a beneficiarilor

care nu au acces direct la hidranți în condițiile actuale (Legea fondului funciar). De asemenea, sunt necesare echipamente informatice în amenajarea de irigații.

Din studiu de caz pentru: calcul hidraulic privind închiderea canalului de irigații Aducțiune I cu structură metalică (tuburi) din tablă de oțel ondulată ce poate suporta sarcină, pe lungimea de 1677 m, ce se suprapune peste investiția, "Butterfly Park & Golf" rezultă necesitatea utilizării unei soluții cu conducte având rugozități mici (mai mici decât ale canalului existent) printre care s-a prezentat varianta cu conducte de polietilenă și soluția cu conducte cu structură metalică din tablă de oțel ondulată. Alegerea unei variante prezentate în lucrare se poate efectua după realizarea unui calcul economic de minimizare a costului total, care trebuie să cuprindă următoarele costuri: costurile de construcție; costurile conductelor utilizate; costurile construcțiilor de disipare a energiei de la descărcarea conductelor în canalul existent; costul supraînălțării bazinului de refulare a stației de pompă plutitoare (bazin ce are rol de disipare a energiei și alimentare a conductelor de întubare a canalului existent). Indiferent de varianta aleasă la faza de proiectare se va realiza și proiectarea construcțiilor aflate în amonte și aval al conductelor ce întubează canalul existent. Aceste lucrări vor trebui să asigure disiparea energiilor în bazinul de alimentare al conductelor și bazinul de evacuare precum și evitarea formării mișcărilor gradual sau rapid variate în canalul trapezoidal care continuă traseul întubat.

10.2. Contribuții personale

În cadrul prezentei teze de doctorat am realizat o scurtă sinteză bibliografică privind situația irigațiilor în lume și în România, precum și importanța și necesitatea aplicării irigațiilor pentru realizarea unei producții sigure independent de evoluția climatică, pe baza consultării bibliografiei (vezi cele 119 titluri bibliografice).

A fost efectuată o analiză a necesității procesului de re tehnologizare și eficientizare a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad (ca studiu de caz) în contextul protecției mediului înconjurător (în special apa și solul).

Prezentarea sintetică a evoluției în timpul exploatarea a sistemului de irigații Fântânele-Șag Arad - luat ca studiu de caz în cadrul tezei de doctorat.

Sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad este uzat fizic și moral, pornind de la această realitate, este necesar ca în perioada imediat următoare, în sistemul de irigații să fie realizate lucrări de re tehnologizare, reabilitare și modernizare, în vederea utilizării lor cu eficiență maximă. În acest sens, lucrarea prezintă metodologia de analiză, aplicată sistemului hidrotehnic de irigații Fântânele-Șag Arad în vederea stabilirii soluțiilor de re tehnologizare, reabilitare și modernizare.

Alte principale contribuții originale aduse în cadrul tezei de doctorat pot fi rezumate astfel:

Prezentarea particularităților climatice a zonei amenajate, prin analiza datelor asupra dinamicii temperaturii atmosferice, precipitațiilor, evapotranspirației potențiale și a deficitului climatic pe un șir cronologic de 43 de ani (1969-2012).

Reactualizarea necesarului net de apă de irigații folosind un șir de date climatice constituit din valori de precipitații și temperaturi și stabilirea debitelor specifice nete pentru sistemul de irigații analizat.

Analiza climatică a zonei prin metoda deficitului climatic și prezentarea tendinței de evoluție a deficitului climatic comparativ între anii 2002, 2009 și a extrapolării datelor culese de la stația meteorologică de influență asupra sistemului.

Stabilirea parametrilor tehnici de funcționare a sistemului hidrotehnic pentru irigații în etapa actuală și după modernizare: calculul economiei de apă, calculul randamentului folosirii apei în sistemul de irigații, gradele de utilizare și funcționare a sistemului de irigații, respectiv gradul minim de utilizare profitabilă a sistemului corespunzător stării actuale și după aplicarea lucrărilor de reabilitare modernizare.

Estimarea pierderilor de apă pe rețeaua hidrotehnică, în rețeaua amenajărilor interioare și la aplicarea udărilor în câmp, pentru determinarea randamentului de folosire a apei de irigații, efectuând calculele și întocmind tabelele 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5 și graficele din figurile 8.1, 8.2, 8.3.

Evaluarea efectelor lucrărilor de reabilitare-modernizare asupra economiei de apă, prin efectuarea calculelor și întocmirea tabelor 8.6, 8.7, 8.8, 8.9 și graficelor din figurile 8.4, 8.5, 8.6 iar pentru energia de pompare a apei am întocmit tabelele 8.10, 8.11, 8.12 și graficele din figurile 8.7, 8.8.

Determinarea gradului minim de utilizare profitabilă, conform cerinței minime de apă care justifică economic punerea în funcțiune a sistemului, atât în condițiile actuale cât și după introducerea progresivă a soluțiilor de reabilitare - modernizare efectuând calculele și întocmind tabelele 8.13, 8.14, 8.15, 8.16, 8.17, 8.18 și graficele din figurile 8.9, 8.10, 8.11.

Efectuarea unui calcul hidraulic privind închiderea canalului de irigații Aducțiune I cu structură metalică (tuburi) din tablă de oțel ondulată ce poate suporta sarcină, pe lungimea de 1677 m ce se suprapune peste investiția, "Butterfly Park & Golf", care să justifice tehnic soluția solicitată de proiectantul (SC Turbo Trade SRL) al beneficiarului terenului de golf.

11. BIBLIOGRAFIE

1. Alecu I.N. și Berca M., - *Agricultura României și provocările aderării la Uniunea Europeană*, Academia de Științe Agricole și Silvicultură, București, 2003
2. Blaguescu C., *Măsuri de eficientizarea sistemului de irigații Fântânele Șag*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică Timișoara, 1999
3. Bleneși A., Man T. E., Mărăcineanu F., Mărăcine N., Suciuc G., Iosub A., Dinita D. - *Aspecte actuale ale activității A.N.I.F. și strategia activității de îmbunătățiri funciare din România*, Buletinul Științific al U.P.T. Tom 53 (67), Fascicola 1, octombrie 2008, Timișoara
4. Berbecel O., Neacșa O., - *Climatologie și Agro-meteorologie*, Editura București, 1966
5. Blidaru V., - *Sisteme de irigații și drenaje*, Editura didactică și pedagogică, București, 1976
6. Blidaru V., Dobre V., - *Raționalizări în irigații și drenaje*, Editura Ceres, București, Vol.I. 1990, vol. II, 1991
7. Blidaru V., Pricop G., Wehry A. - *Irigații și drenaje*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981
8. Blidaru V., Wehry A., Pricop G. - *Amenajări de irigații și drenaje*, Editura Interprint, București, 1997
9. Botzan M. - *Apele în viața poporului român*, Ed. Ceres, București, 1984;
10. Botzan M. - *Începuturile hidrotehnicii pe teritoriul României*, Ed. Tehnică, București, 1976;
11. Botzan M., - *Culturi irigate*, Editura Agro-Silvică, București, 1966
12. Botzan M., - *Bilanțul apei în solurile irigate*, Editura Academiei, București, 1972
13. Botzan M., - *Pierderile de apă din sistemele de irigații*, Revista Hidrotehnică, nr. 11, București, 1988
14. Buhociu L. - *Îmbunătățirile funciare în România (realizări și perspective)*, Buletinul AGIR, anul V, nr. 3/2000
15. Cainelli V.H., Robaina A.D., Carlesso R. - *Performance of a center pivot irrigation system and irrigation distribution uniformity*, Cienc. Rural, vol. 28, Jan./Mar. 1998
16. Cazacu E., Dobre V. și colab. - *Irigații*, Editura Ceres, București, 1989
17. Cazacu E., Dorobantu M., Georgescu I., Sârbu E. - *Amenajări de irigații*, Editura Ceres, București, 1982 Institutul Național de Cercetări Economice, Institutul de Cercetare a calității vieții, Raport de cercetare, Partea a II-a, București, 2004
18. Cismaru C., Gabor V. - *Irigații, amenajări, reabilitări și modernizări*, Editura Politehnică, Iași, 2004
19. Cîmpan G., - *Scheme de udare și mutare folosind echipamentele mobile de udare prin aspersiune*, Teză de doctorat, Universitatea Politehnică Timișoara, 2009
20. David I. - *Hidraulică*, Vol. I și II, I.P. "Traian Vuia", Timișoara; 1996
21. Dăscălescu N. - *Distribuția rațională a apei în rețelele de canale pentru irigație*. București: Editura Ceres, București, 1979
22. Dobrescu N., - *Managementul lucrărilor de îmbunătățiri funciare*, Editura Ceres, București, 2001

23. Domuța C., Sabău N.C., Tușa C., Kleps C. - *Irigarea culturilor*, Editura Universității din Oradea, 2000
24. Domuța C., Grumeza N., Ciobanu Gh., Sabău N.C., Bandici Gh., Tușa C., Chirodea Gh., Șandor Maria – *Researches regarding the water requirement in main crop from Western Romania (1976-2000)* - Sustainable use of land and water, 19th European Regional Conference of ICID, 4-8 june, Brno and Prague, Czech Republic, 2001
25. Dragomirescu D. - *Proiectul „Reabilitarea și reforma sectorului de irigații”. Realizări și perspective*, Consfătuirea Națională a specialiștilor din Îmbunătățiri funciare, Olănești, februarie–martie 2008
26. Dumitrescu D., Pop A.R. – *Manualul inginerului hidrotehnician, volumul I.,II* – Editura Tehnică București, 1969
27. Gabor A., Man T.E., Meriu D. – *Scopul și importanța reabilitării irigațiilor Fântânele Șagu Arad- The purpose and the importance of the rehabilitation of the irrigation Fântânele Șagu Arad*, Buletinul Științific al Universității “Politehnica” Timișoara, Seria Hidrotehnică, Tom 53 (67), Fasc.1, ISSN 1224-6042, Editura Politehnica, 2008
28. Gabor A., Man T.E., Halbac-Cotoară-Zamfir R., - *The Rehabilitation and Modernization of Fantanele-Sagu Arad Irrigation System*, 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2012, 17-23 iunie, Conference Proceedings, vol. III, ISSN 1314-2704, pag.857-862, Albena, Bulgaria, 2012
29. Gabor A., Man T.E., Halbac-Cotoară-Zamfir R., - *The Evaluation of Climate Evolution Tendency and of Water-Table Levels in the Area Covered by Fantanele-Sag Irrigation System*, 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2012, 17-23 iunie, Conference Proceedings, vol. III, ISSN 1314-2704, pag.857-862, Albena, Bulgaria, 2012
30. Galin-Corini V., *Concepția de proiectare și exploatare a amenajărilor de irigații în noile condiții de proprietate din România*, Editura Universității din Oradea, 1997
31. Georgescu I., Barbu E., Cazacu E., Dorobanțu M., - *Amenajări de irigații*, Editura Ceres, București, 1980
32. Gheorghiu I.M. – *Îmbunătățiri funciare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1964
33. Grumeza N. și Dăscălescu N. - *Planificarea udărilor și măsurarea apei în sistemele de irigații*. București Editura Ceres, București, 1976
34. Grumeza N., Kleps C. *Metode pentru creșterea randamentului de utilizare a apei în sistemele de irigații*, Editura Ceres, București, 1985
35. Grumeza N., și Kleps C. - *Amenajările de irigații din România*, Editura Ceres, București, 2005
36. Grumeza N., Kleps C., Tușa C., ș.a. - *Cercetări privind randamentul rețelei de transport și distribuție a apei în sistemele de irigații*, Analele ICITID Vol. IV (XVI), București, 1986
37. Grumeza N., Kleps C., Tușa C. – *Evoluția nivelului și chimismului apei freatice din amenajările de irigații în interrelație cu mediul înconjurător*, Centrul de material didactic și propagandă agricolă, București, 1990
38. Grumeza N., Mercuriev O. și Kleps C. - *Folosirea rațională a apei în exploatarea amenajărilor de irigații*, Redacția de propagandă tehnică agricolă, București, 1987
39. Grumeza N., Mercuriev O., Kleps C. - *Prognoza și programarea aplicării udărilor în sistemele de irigații*, Editura Ceres, București, 1989

40. Grumeza N., Mercuriev O., Tuşa C. - *Consumul de apă al plantelor cu aplicații în proiectare și exploatarea amenajărilor de irigații*, M.A., DGIFCA, ICITID, CMPDA, București, 1988;
41. Grumeza N., Klepș C. și Vasilică C. - *Cercetări și rezultatele privind rețehnologizarea amenajărilor de irigații din România în contextul protejării mediului înconjurător*, Editura Eren, București, 2002
42. Grumeza N., și Tuşa C. - *Consumul de apă și evoluția teritoriului amenajat pentru irigații în România*, Buletinul AGIR, nr. 3, București, 2000
43. Ionescu Sisești V. - *Irigarea culturilor*, Editura Ceres, 1982
44. Ioniță G. - *Participating Irrigation Management*, Revista INPIM, București, 1988
45. Halbac-Cotoară-Zamfir R., - *Provocările schimbărilor climatice din Regiunea Banat*, Jurnal de protecția mediului și ecologie, vol.13, nr.1, pag. 128-134, 2012
46. Hâncu S., Stănescu P., Platagea G. - *Hidrologie agricolă*, Editura Ceres, București, 1971
47. Hoffman G.J., Howell T.A., Solomon K.A. - *Management of farm irrigation system*, Mnograph No.9, American Society of Agricultural Engineers, 1992
48. James G.L. - *Principles of farm irrigation systems*, Editura John Willey&Sons, 1988
49. Jensen M.E. - *Design and operation of farm irrigation systems*, ASAE Monograph., 1980
50. Keller J., Bliesner D.R., - *Sprinkle and Trickler irrigation*, Editura Chapman and Hall, USA, 1990
51. Klepș C. - *Debitmetria în sistemele de irigații*, Editura tehnică Agricolă, București, 1986
52. Klepș C. și Tuşa C. - *Căi de creștere a randamentului rețelelor de transport și distribuție a apei din sistemele de irigații*, Producția Vegetală, nr. 4, București, 1988
53. Lup A., - *Irigațiile în agricultura României. Potențial de producție. Grad de utilizare. Perspective*, Editura AGRIS, București, 1997
54. Man T.E., Gabor A., Orlescu M.C., Coput F., Meriu D., - *Evaluarea tendinței de evoluție climatică și reactualizarea necesarului de apă în sistemul de irigații Fântânele Șagu Arad în vederea reabilitării - rețehnologizării*, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnică, Tom 55 (69), Fasc.1, 2, 2010, ISSN 1224-6042, Editura Politehnica, 2010
55. Man T.E. - *Exploatarea sistemelor de îmbunătățiri funciare*, Lit. U.T. Timișoara, 1983
56. Man T.E. - *Exploatarea și întreținerea lucrărilor de îmbunătățiri funciare*, îndrumător pentru lucrări practice și de laborator, Universitatea Tehnică Timișoara, 1991
57. Man T.E. - *Irrigation in Romania*, ICID British Section News & Views, UK, London, 1993
58. Man T.E., Cîmpan G. - *Current situation of the exploitation of irrigation arrangements in Romania*, Vodoprivreda, Nr. 1-2, Novi Sad, Iugoslavia, 2003
59. Man T.E., Nastea I., Blaguescu C., Gabor A., Lauer I., - *Reorganizarea SNIF S.A. Timiș-cadru instituțional pentru perspectivele rețehnologizării, modernizării și exploatarei eficiente a amenajărilor de îmbunătățiri funciare*, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnică, Tom 49 (63), Fasc.1/2005,ISSN 1224-6042, Editura Politehnica, 2005

60. Man T.E., Sabău N.C., Cîmpan G., Bodog M. – *Hidroameliorații*, vol. I, II, Editura Aprilia Print, Timișoara, 2007
61. Man T.E., Gabor A., Coput F., Meriu D. – *Evaluarea tendinței de evoluție climatică și reactualizarea necesarului de apă în sistemul de irigații Fântânele Șagu în vederea reabilitării-retehnologizării*, pag 161-167, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnică, Tom. 55 (69), Fasc. 1, 2, 2010, ISSN 1224 – 6042, Ed. Politehnica, 2010
62. Man E.T., Nastea I., Blaguescu C., Gabor A, Lauer I. – *Reorganizarea SNIF S.A. Timiș – cadru instituțional pentru perspective retehnologizării, modernizării și exploatării eficiente a amenajărilor de îmbunătățiri funciare*, pag. 138 – 146, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnică, Tom. 49 (63), Fasc. 1, ISSN 1224 – 6042, Ed. Politehnica, 2005
63. Manole E.S. – *Contribuții privind stabilirea soluțiilor de reabilitare-modernizare și a gradului minim de utilizare rentabilă a sistemului Mihail Kogălniceanu, Constanța* - teza de doctorat, conducător științific prof. dr. ing. Nicolaescu I., București, 2002
64. Măgdălina I. - *Exploatarea și întreținerea lucrărilor de îmbunătățiri funciare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1994
65. Măgdălina I., Cismaru C., Mărăcineanu F., Man T.E. - *Exploatarea și întreținerea lucrărilor de îmbunătățiri funciare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
66. Moc A. - *O nouă abordare a irigațiilor în România. Transferul responsabilităților privind exploatarea și întreținerea de către utilizatorii de apă*, Buletinul AGIR, anul V, nr. 3/2000
67. Mohan S., Arumugam N., - *Efficient irrigation strategies under limited water supplies*, Proceedings of the 17 th European Regional Conference on Irrigation and Drainage, vol.2, Varna, Bulgaria, 1994
68. Moisa M. – *Contribuții asupra rentabilității sistemelor de irigații și metode de sporire a acesteia*, teza de doctorat, conducător științific prof.dr.ing. Ion Nicolaescu, 2001
69. Moisa M., Nicolaescu I., - *Irrigation systems efficient utilization limits model*, ICID Special Technical Session, Roma, 1995
70. Mureșan D., Pleșa I. și colab. – *Irigații, desecări și combaterea eroziunii solului*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1992
71. Nicolaescu I. – *Metode și tehnici de udare cu pierderi reduse de apă*, Redacția Revistelor Agricole, București, 1980
72. Nicolaescu I. - *Stabilirea de soluții și strategii pentru utilizarea eficientă a energiei de pompare în amenajările de irigații*, Studiu ICITID, București, 1987
73. Nicolaescu I. și colaboratorii – *Randamentul de funcționare a stațiilor de pompare în amenajările de irigații*, Studiu ICITID, București, 1990
74. Nicolaescu I. - *Modernizarea stațiilor de pompare din amenajările de irigații*, Redacția Revistelor Agricole, București, 1991
75. Nicolaescu I. – *Bazele modernizării sistemelor de irigații în România*, Revista Hidrotehnică nr.1-3, București, 1992
76. Nicolaescu I. – *Bazele modernizării sistemelor de irigații în România*, Revista Hidrotehnică nr.10, București, 1993
77. Nicolaescu I. și colab. – *Water efficiency the base of the irrigation system rehabilitation*, Proceedings of the 17th European Regional Conference on Irrigation and Drainage, Varna, 1994

78. Nicolaescu I. și colab. - *Influence of climate change on the irrigation systems in Romania*, Proceedings of the International Workshop on Drought in the Carpathians Region, Budapesta, 1995
79. Nicolaescu I. și colab. - *Cercetări pentru fundamentarea soluțiilor de reabilitare-modernizare a sistemelor de irigații și stabilirea limitelor de exploatare eficientă a acestor*, Referate anuale pentru contractele nr. 5020/1996; 7020/1997 și 20/1998 încheiate cu CNCSU în calitate de beneficiar, (1996, 1997, 1998)
80. Nicolaescu I, Ioanițoia H și Mihaiu Ghe. - *Lucrările de îmbunătățiri funciare - condiție a protecției și dezvoltării mediului rural*, Academia de Științe Agricole și Silvicultură, București, 2003
81. Nicolaescu I. și Manole E.S. - *Evaluarea efectelor reabilitării și modernizării sistemelor de irigații prin stabilirea nivelului minim al cerinței de apă pentru o exploatare profitabilă*, Buletinul AGIR, nr. 3, București, 2000
82. Nicolaescu I. și Manole E.S. - *Evaluating effects of irrigation system rehabilitation and modernization by establishing the water demand minimum level for profitable operation*. Fort Collins, Colorado, SUA: Proceeding of Internațional Conference on the Challenges Facing Irrigation & Drainage in the New Millennium, Fort Collins, Colorado, SUA, 2000
83. Nicolaescu I. și Manole S. E. - *Water demand minimum level for a profitable operation of an irrigation scheme*, Proceeding of 1st interregional Conference of Water & Environment, Lisbon, Portugal, 1998
84. Nicolau C., Marinovici D., Măgdălina I. - *Hidrometria în exploatarea sistemelor de irigații*, Editura Ceres, București, 1993
85. Niculescu C., Sovaiala G., Popescu T.C. - *Utilizarea durabilă a apei în irigații*, Buletinul Agir, nr. 1/2007
86. Oncia S. - *Îmbunătățiri funciare*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2004
87. Orlescu M. - *Hidrotehnică generală*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2001
88. Orlescu M., Eleș G. - *Irigații*, îndrumător de proiect, Timișoara, 1996
89. Pleșa I., Burchiu V. - *Exploatarea sistemelor de îmbunătățiri funciare*, Editura Ceres, București, 1986
90. Pleșa I., Florescu G. - *Irigarea culturilor*, Editura Ceres, București, 1974
91. Teșu I., Baghinschi V., *Energia și agricultura - Metodologia de calcul și analiză a eficienței energetice în agricultură*, Editura Ceres, 1984
92. Tușa C., Paraschiv D., Badulescu F., Redulescu A. - *Experiences on Water Users'Associations Development in Romania - Water Users' Associations Development in Southeastern European Countries*, Proceedings of the Regional Workshop on WUAs Development, Bucharest, Romania, June 2007
93. Wehry A., Man T.E. - 1980 - *Exploatarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare, Curs - partea I și II, I.F. "Traian Vuia"*, Timișoara;
94. Zamfir M. - *Study of climate evolution of the Titu-Ogrezeni irrigation system perimeter by analysis of climatic deficit*. Annals Food Science and Technology, Faculty of Environmental Engineering and Biotechnology- Valahia University of Târgoviște vol. 11, ISSUE 1, 2010
95. Zamfir M. - *Efectul lucrărilor de reabilitare și modernizare asupra economiei de apă și energie de pompare în sistemul hidrotehnic de irigații Titu-Ogrezeni*. Buletinul științific al Universității Tehnice de Construcții (acceptat spre publicare), București, 2011
96. *** Arhiva A.N.I.F., FILIALA ARAD
97. *** Arhiva O.U.A.I. Arad-Fântânele

-
98. *** Arhiva Oficiul județean de pedologie și Agrochimie Arad
 99. *** Documentație tehnică internă, Administrația Națională Apele Române, Administrația Bazinală de Apă Mureș – Tg. Mureș, Sistemul De Gospodărire a Apelor Arad
 100. *** Legea 138/2004 a îmbunătățirilor funciare
 101. *** Manual pentru exploatarea sistemelor de irigații din cadrul AUAI-urilor – Raport consultativ redactat de J. Mohan Reddy, pentru PA Government Services, Inc., 2003
 102. *** Proiectul „Reabilitarea stație de repompare SRP Fântânele din sistemul de irigații Fântânele - Șagu, județul Arad”, MADR
 103. *** Proiectul „Reabilitarea stație de pompare de alimentare SPA Fântânele din sistemul de irigații Fântânele - Șagu, județul Arad”, MADR
 104. *** Proiectul „Calculul hidraulic privind închiderea canalului de irigații (Aducțiune I) cu structură metalică din tablă de oțel ondulată ce poate suporta sarcina”, SC TUBO TRADE SRL ORADEA
 105. *** Raport la Studiul de evaluare a impactului asupra mediului pentru sistemul de irigații Fântânele-Șagu
 106. *** Regulament de exploatare sistemul de irigații Fântânele-Șag Arad
 107. x.x.x. - Revista Hidrotehnică, Min. Mediului, București
 108. x.x.x. - www.anif.ro
 109. x.x.x. - www.arizona.edu
 110. x.x.x. - bucovina-forestiera.ro
 111. x.x.x. - www.fao.org
 112. x.x.x. - www.greenagenda.ro
 113. x.x.x. - www.greenpeace.ro
 114. x.x.x. - www.icid.ro
 115. x.x.x. - www.maap.ro
 116. x.x.x. - www.mapdr.ro
 117. x.x.x. - www.mmediu.ro
 118. x.x.x. - www.tlirr.com
 119. x.x.x. - www.2ie.com

FIG. 1 SISTEMUL DE IRIGATII SI AMPLASAREA STATIEI DE POMPARE [102,103]

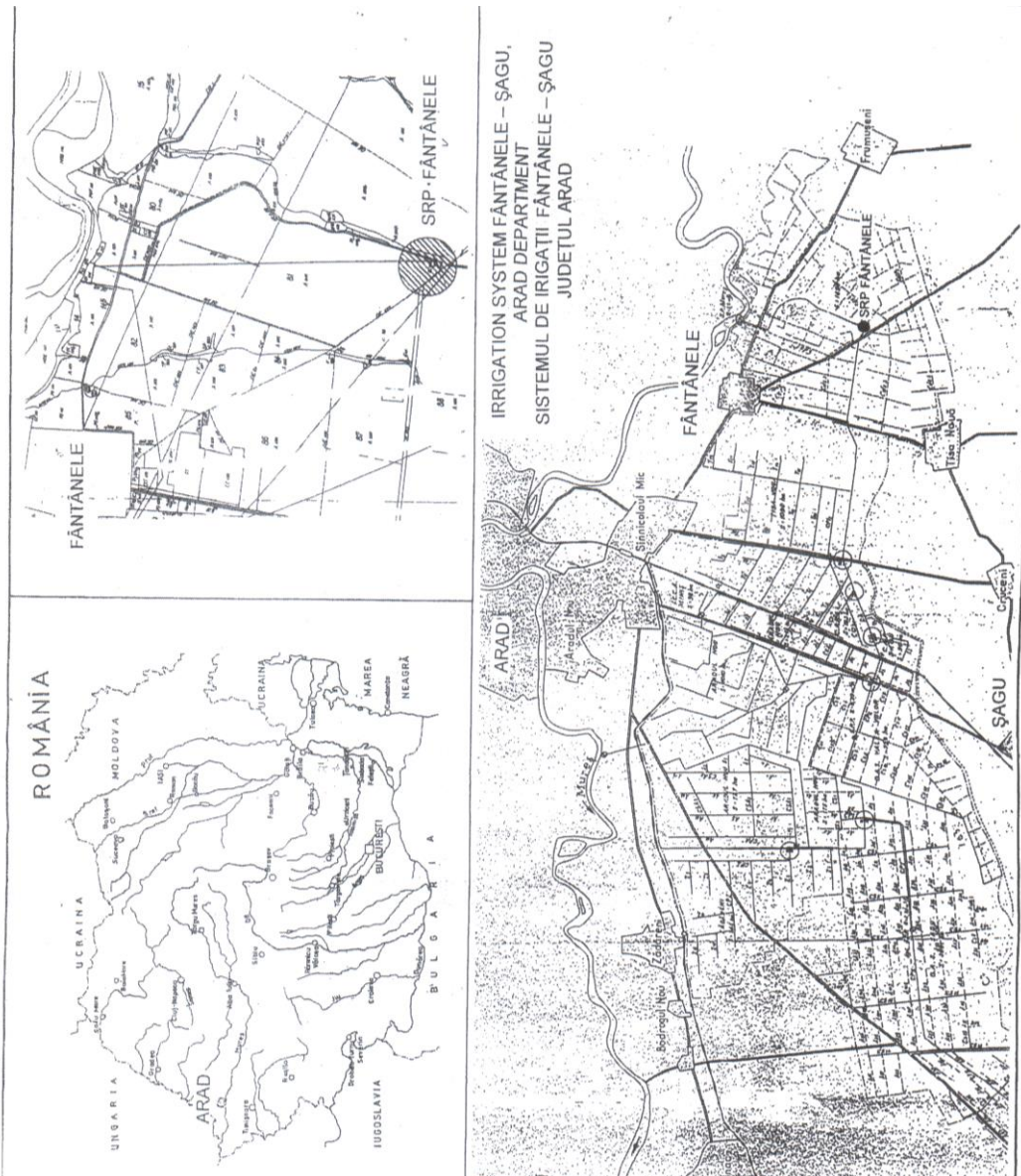


FIG. 2 AMPLASARE STATIEI DE POMPARE SPA FANTANELE LA MAL, PE RAUL MURES KM 672+400, JUD.ARAD VEDERE IN PLAN (S.P.A.) [103]

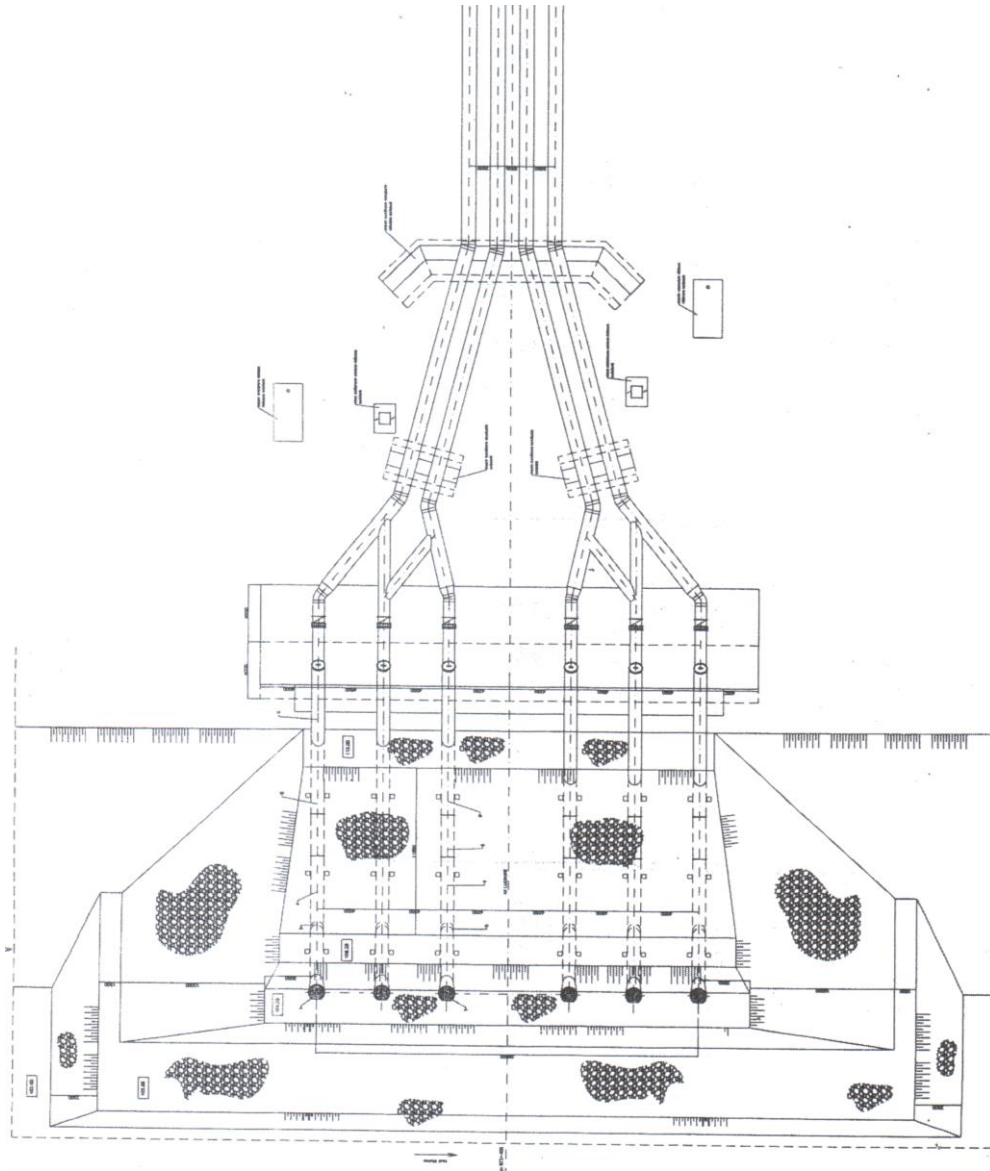


FIG. 4 INSTALATII HIDROMECHANICE – AMPLASAREA STATIEI DE POMPARE SPA FANTANELE LA MAL PE RAUL MURES KM 672+400. JUD. ARAD – VEDERE IN PLAN, SECTIUNE (S.P.A.) [103]

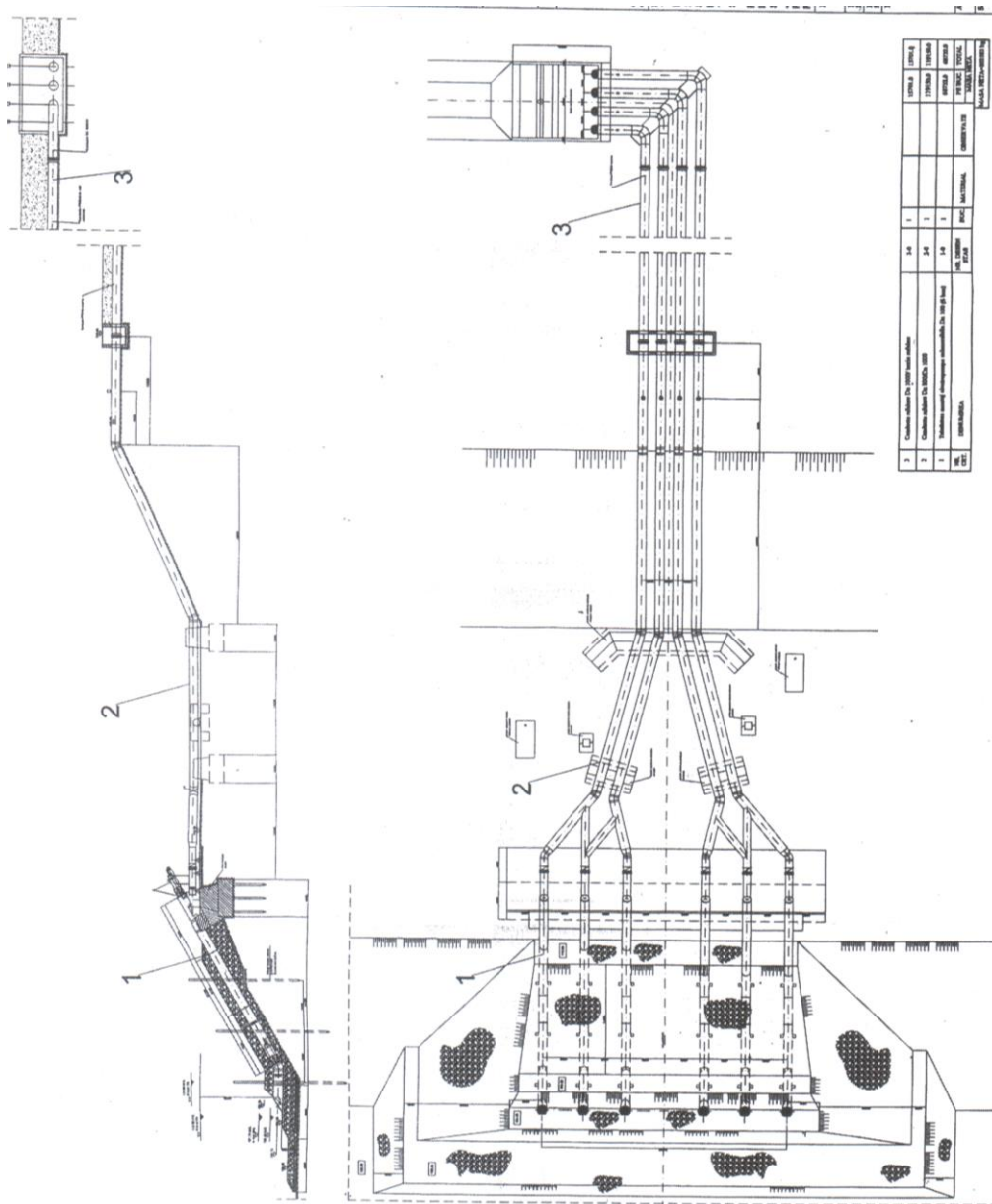


FIG. 5 TUBULATURA MONTAJ ELECTROPOMPA SUBMERSIBILA DN 1000/REF DN 800 (6 BUC) – SECCTIUNE TRANSVERSALA (S.P.A.) [103]

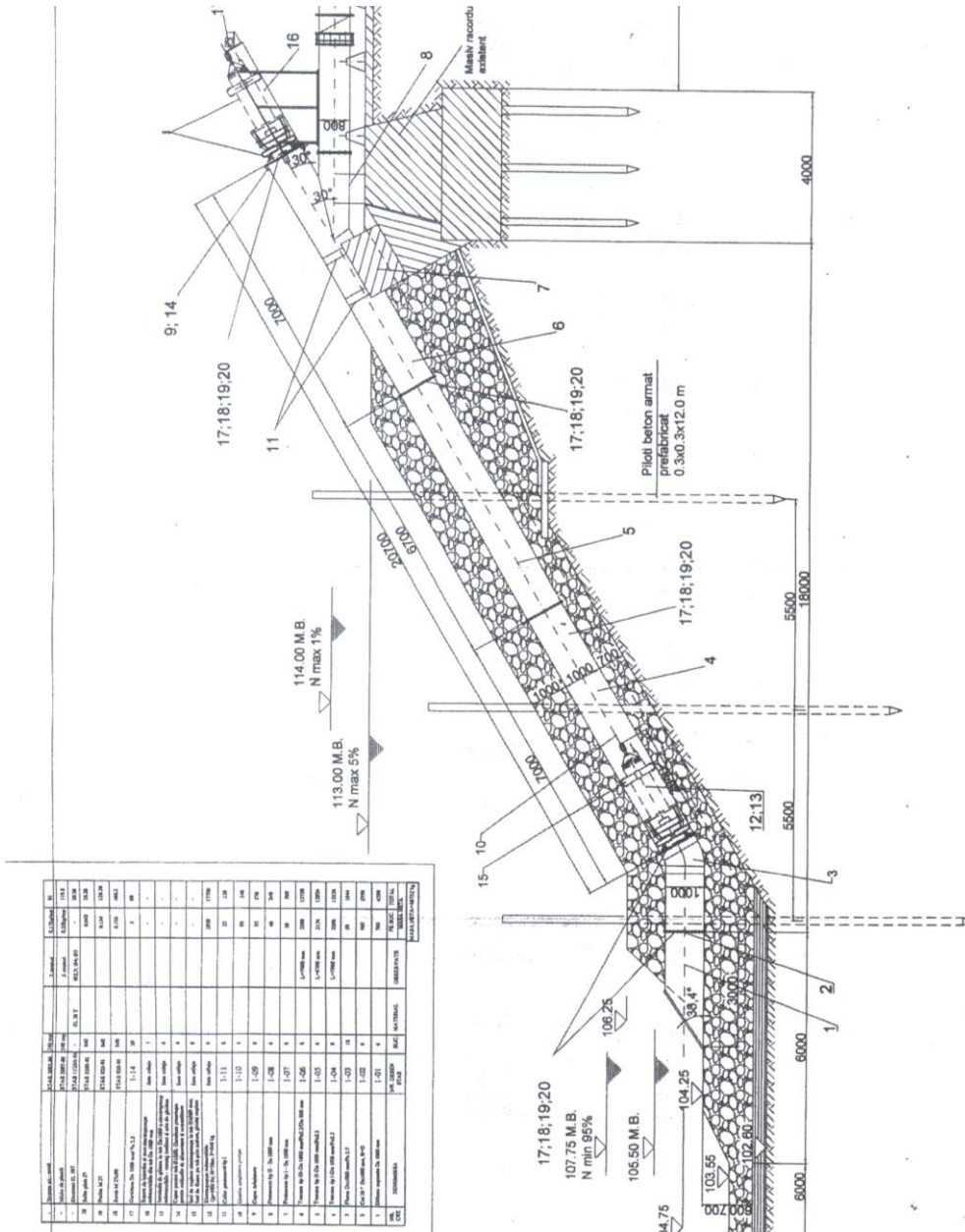


FIG. 6 TUBULATURA MONTAJ ELECTROPOMPA SUBMERSIBILA DN 1000/REF DN 800 (6 BUC) (S.P.A.) [103]

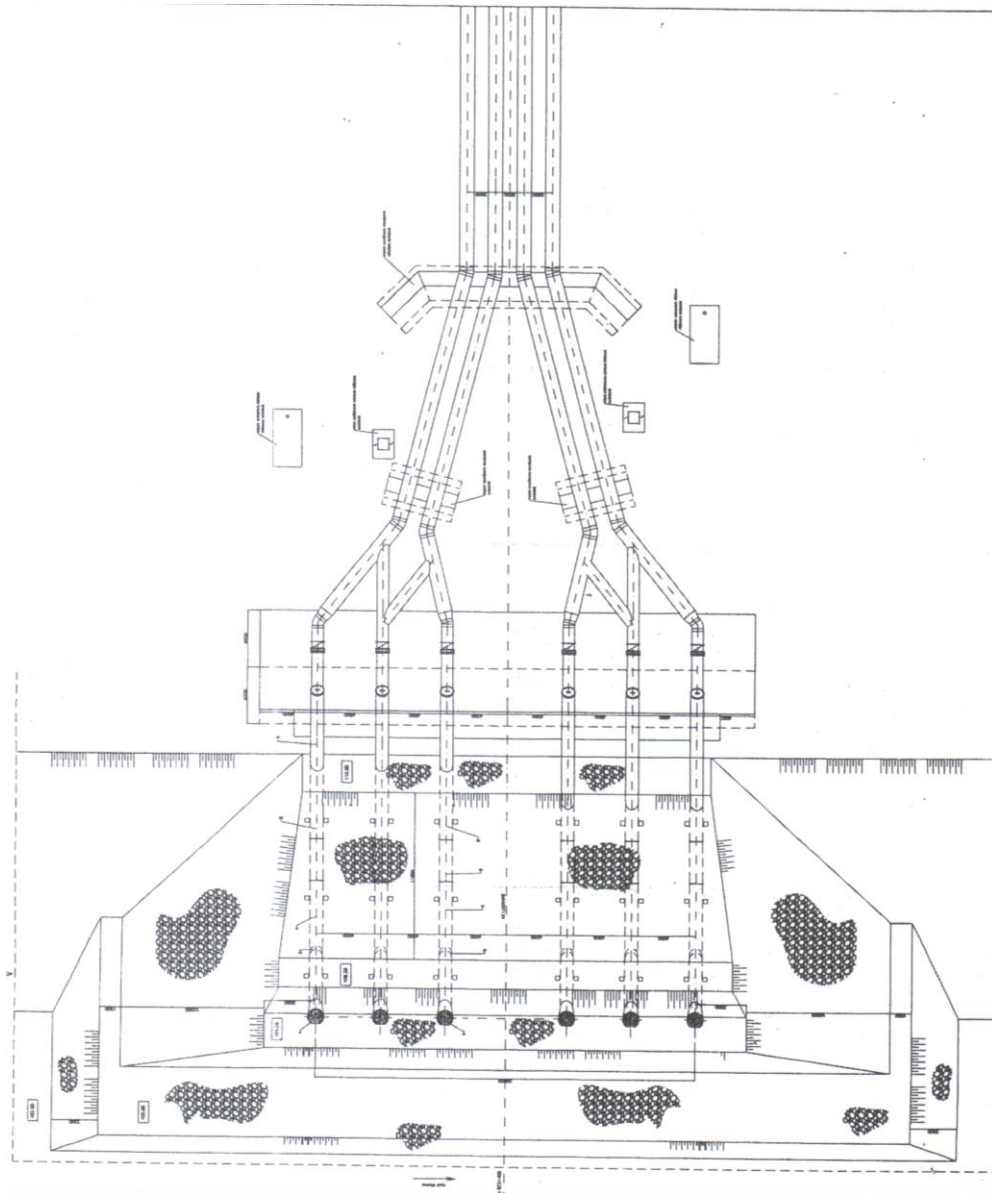
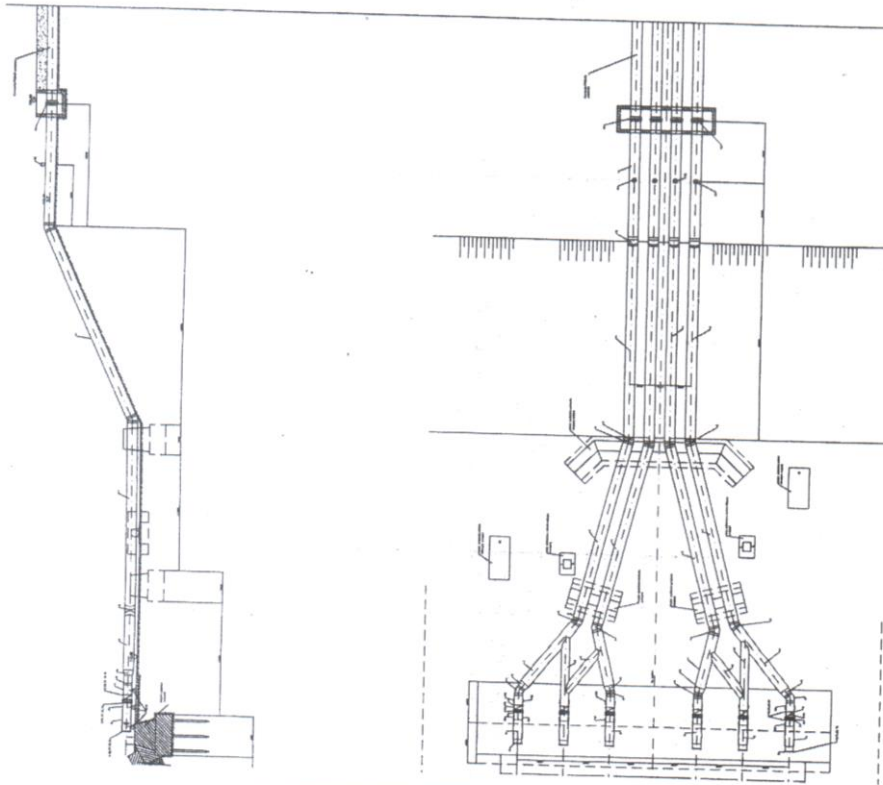
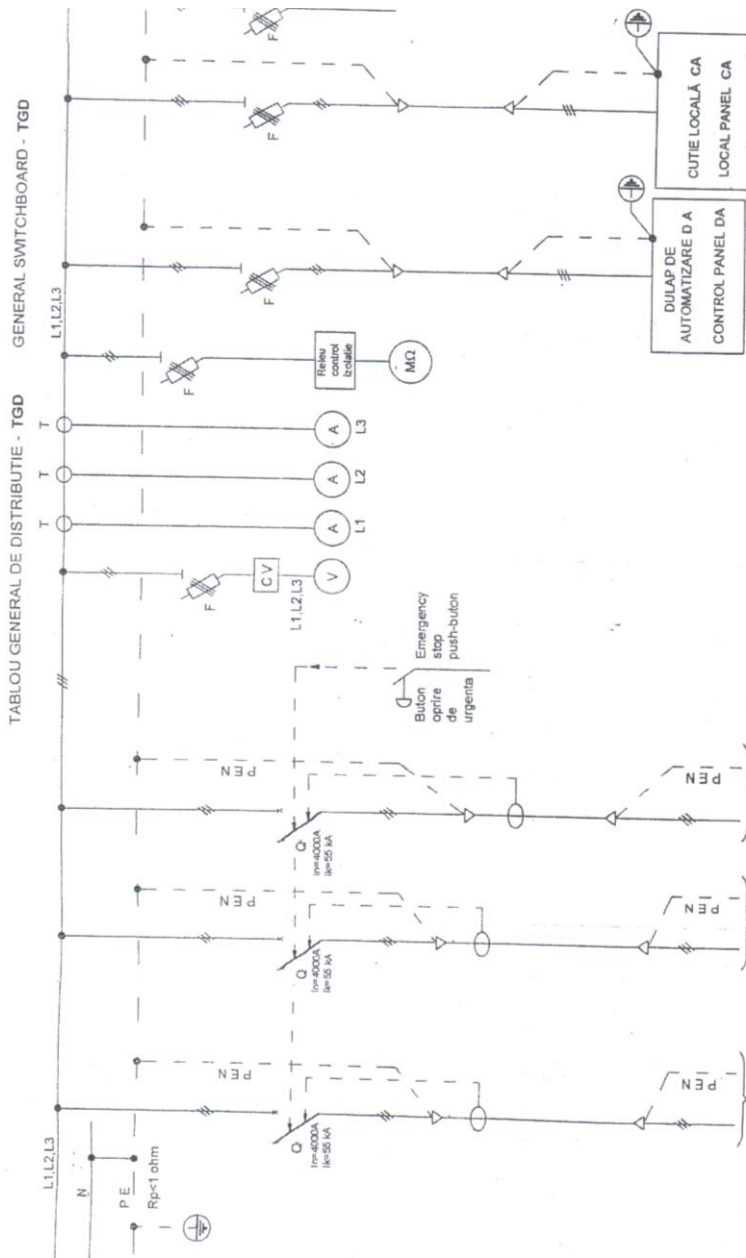


FIG. 7 CONDUCTA REFULARE DN 800/ DN 1000 (S.P.A.) [103]



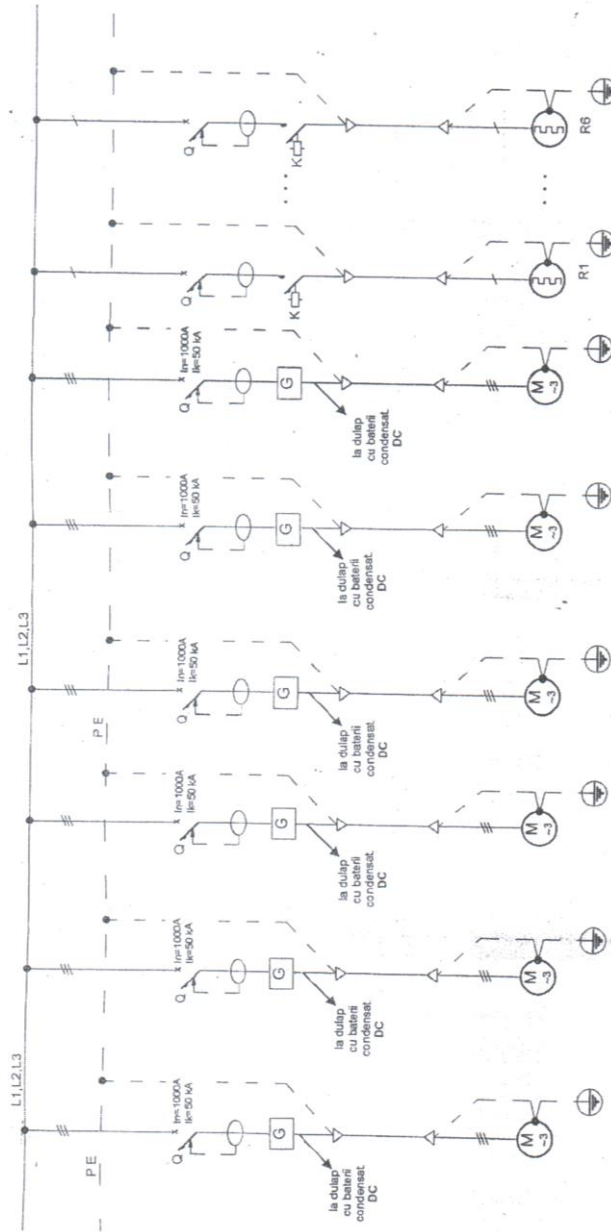
1	Proiect de fund	BTAS 1000/800	1200 mm	3 anver	0,13/0,04	48
2	Alina de planșă	BTAS 1000/800	1200 mm	2 anver	0,22/0,07	58,4
3	Electroz. EL. BT	BTAS 1100/100	EL. 18 T	02,11, 06, 08		80,64
18	Planșă planșă 30	BTAS 1100/80	432		0,0204	20,87
19	Planșă 10/30	BTAS 80/30	432		0,216	50,31
20	Planșă 10/30/40	BTAS 100/40	432		0,372	207,18
21	Conductă DN 1000/800	2-11	24			3
22	Conductă DN 1000/800	2-10	6			180
23	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
24	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
25	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
26	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
27	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
28	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
29	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
30	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
31	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
32	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
33	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
34	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
35	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
36	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
37	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
38	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
39	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
40	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
41	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
42	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
43	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
44	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
45	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
46	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
47	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
48	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
49	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
50	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
51	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
52	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
53	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
54	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
55	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
56	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
57	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
58	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
59	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
60	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
61	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
62	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
63	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
64	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
65	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
66	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
67	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
68	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
69	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
70	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
71	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
72	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
73	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
74	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
75	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
76	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
77	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
78	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
79	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
80	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
81	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
82	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
83	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
84	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
85	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
86	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
87	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
88	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
89	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
90	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
91	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
92	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
93	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
94	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
95	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
96	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
97	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
98	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
99	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150
100	Conductă DN 1000/800	1000/800	6			150

FIG. 9 SCHEMA MONOFILARA 0.4KV (FILA 1) (S.P.A.) [103]



Ispirea la centura de neamantare a barei nuf de protectie (PE) si formarea subitului de lucru (N)	Alimentare de la Transformator nr.1 200.4 kV 1600 kVA	Alimentare de la Transformator nr.2 200.4 kV 1600 kVA	Alimentare de la Transformator nr.3 200.4 kV 1600 kVA	Oprete de urgenta	Masurarea parametrilor electrici	Alimentare si protectie dupa automatizare DA	Alimentare si protectie cufie locala CA - 2 circuite de rezervă trifazate
	Power supply from Transformer nr.1 200.4 kV 1600 kVA	Power supply from Transformer nr.2 200.4 kV 1600 kVA	Power supply from Transformer nr.3 200.4 kV 1600 kVA	Emergency Stop	Tensiune Intensitatea curentului	Control Panel DA Supply and Protection	- Local panel CA supply and protection - 2 three-phase spare circuits
Ground Protection and Neutral Conductor					Electrical Measurement Voltage Current Intensity	Relu control rezistenta de izolatie	
						Insulation control relay	

FIG. 10 SCHEMA MONOFILARA 0.4KV (FILA 2) (S.P.A.) [103]



Electropompa principală nr.1 350 kW, 0,4 kV	Main Electrical Pump nr.1 350 kW, 0,4 kV	Electropompa principală nr.2 350 kW, 0,4 kV	Main Electrical Pump nr.2 350 kW, 0,4 kV	Electropompa principală nr.3 350 kW, 0,4 kV	Main Electrical Pump nr.3 350 kW, 0,4 kV	Electropompa principală nr.4 350 kW, 0,4 kV	Main Electrical Pump nr.4 350 kW, 0,4 kV	Electropompa principală nr.5 350 kW, 0,4 kV	Main Electrical Pump nr.5 350 kW, 0,4 kV	Electropompa principală nr.6 350 kW, 0,4 kV	Main Electrical Pump nr.6 350 kW, 0,4 kV	Recipiente incalzire motoare pompe principale	
												Pentru pompa 1	Pentru pompele 2...5
													Motor Heater
													For Main Pump1
													For Main Pumps 2...5
													For Main Pump6

FIG.11 SCHEMA MONOFILARA 0.4KV (FILA 3) (S.P.A.) [103]

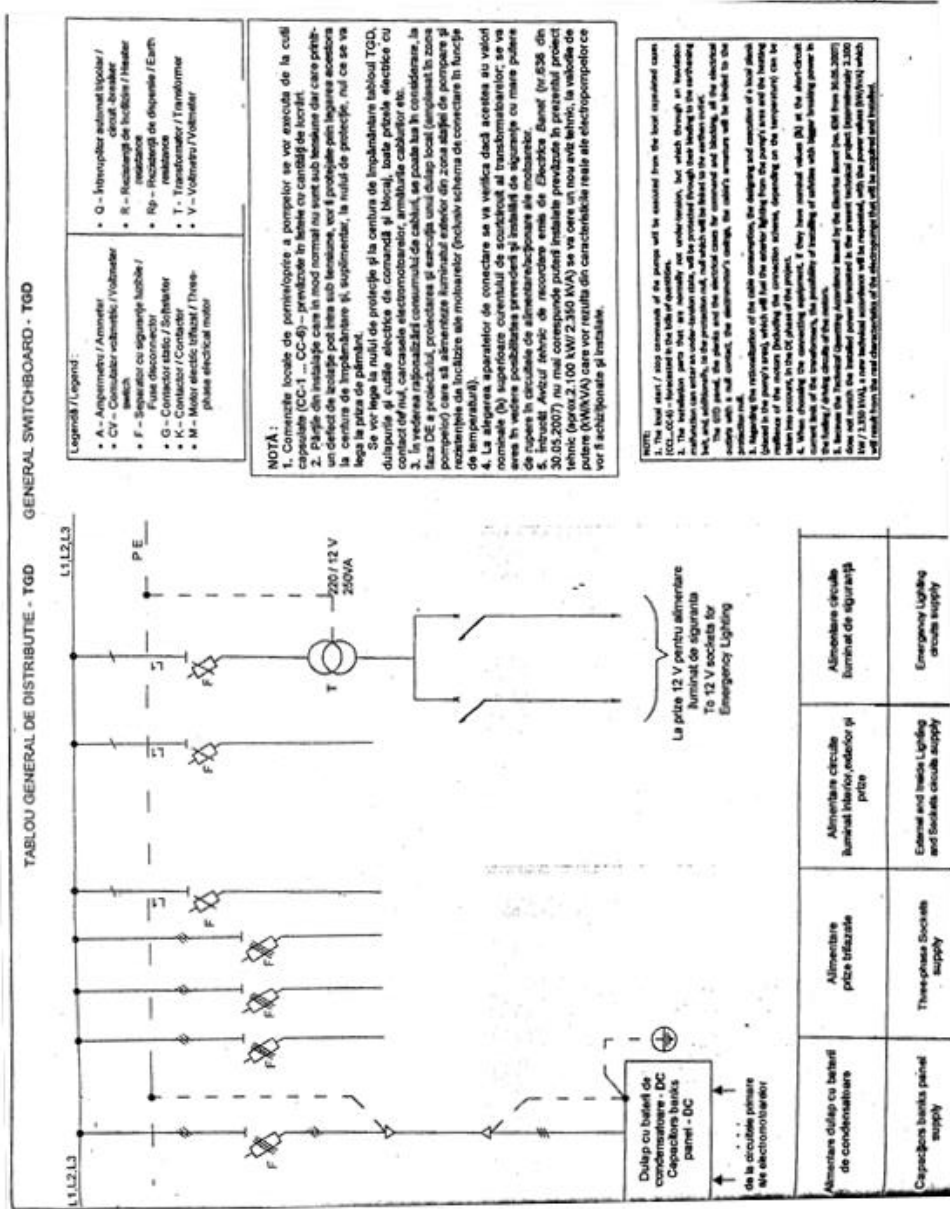


FIG. 12 SCHEMA BLOC PENTRU INSTALATIA DE AUTOMATIZARE (S.P.A.) [103]

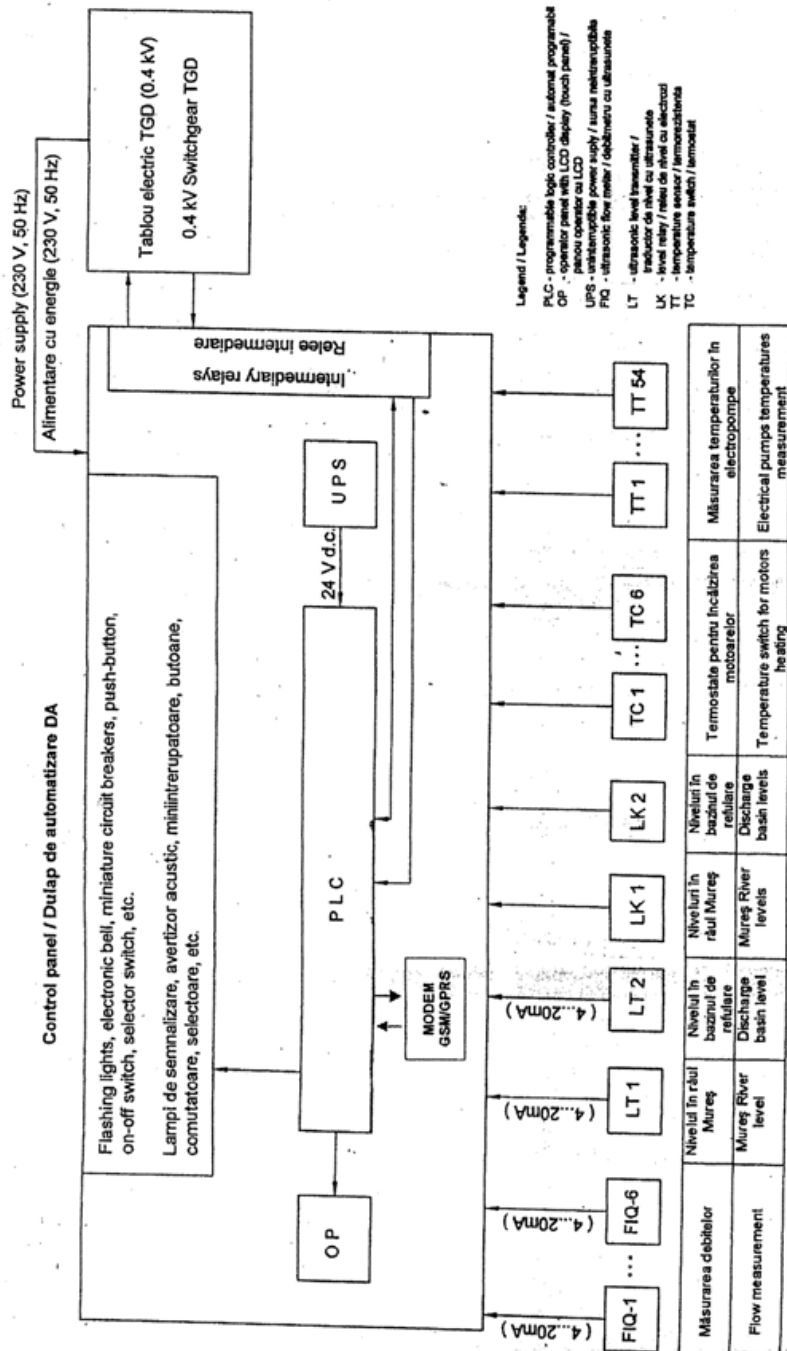


FIG. 13 PLAN DETALIU AMPLASARE LUCRARI (FILA 1) (S.R.P.) [102]

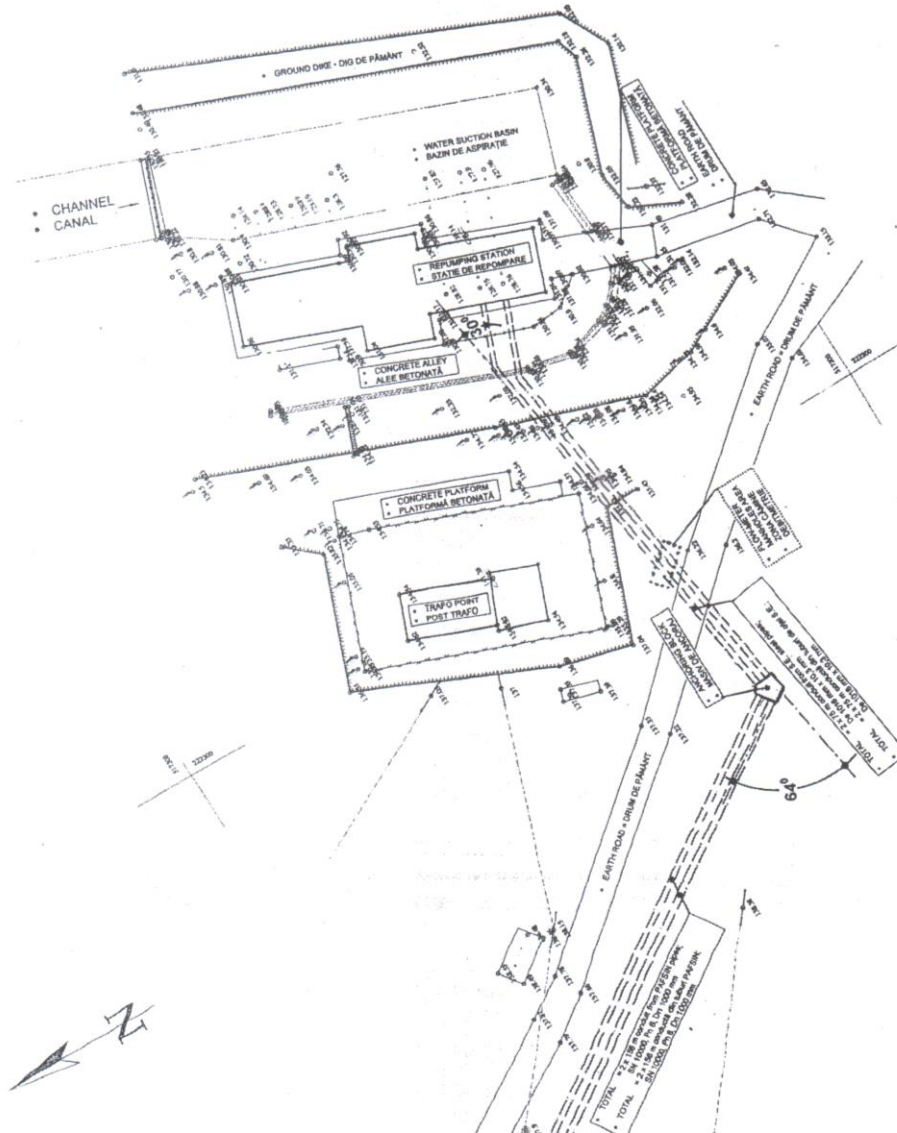


FIG. 14 PLAN DETALIU AMPLASARE LUCRARI (FILA 2) (S.R.P.) [102]

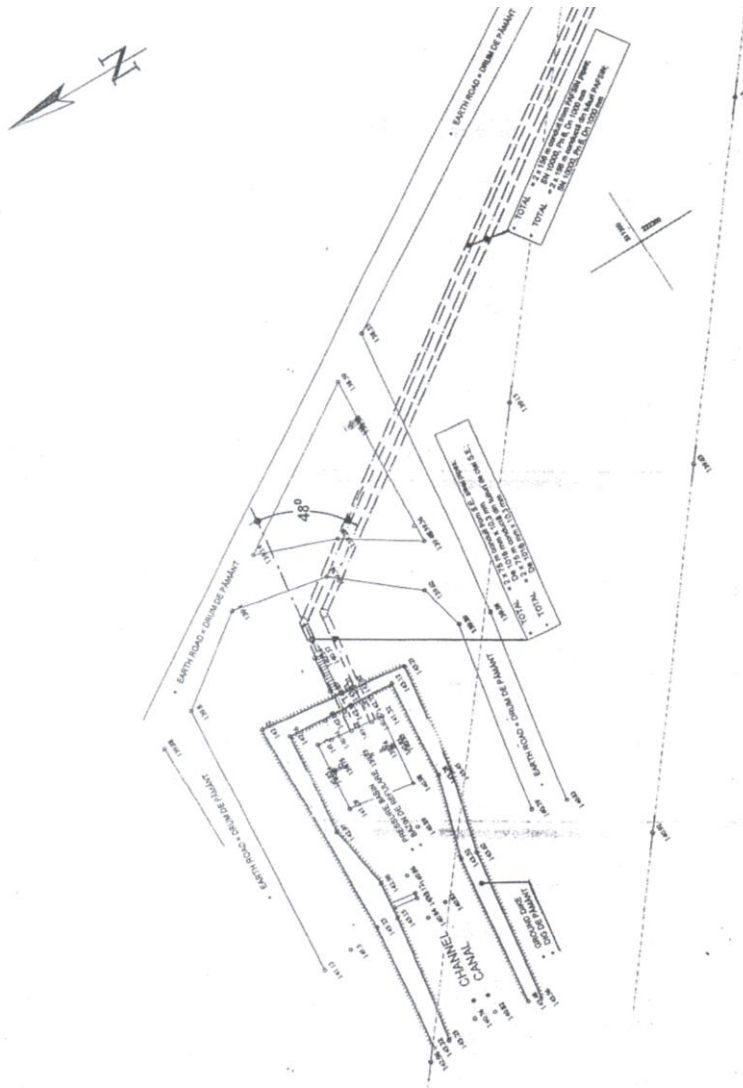


FIG. 15 CLADIREA STATIEI – ANSAMBLU (S.R.P.) [102]

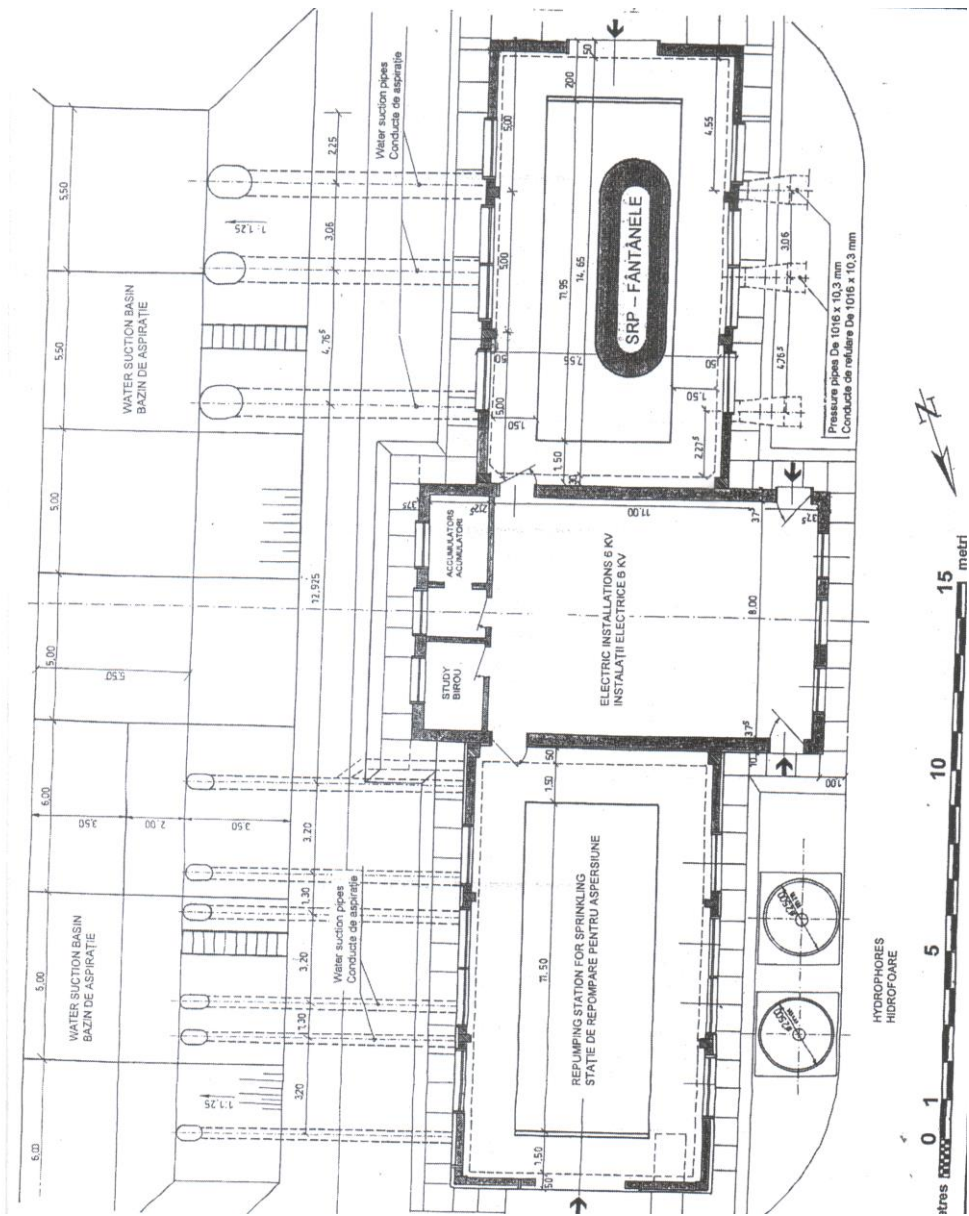


FIG. 17 PLAN DETALIU – AMPLASARE LUCRARI (FILA 2) (S.R.P.) [102]

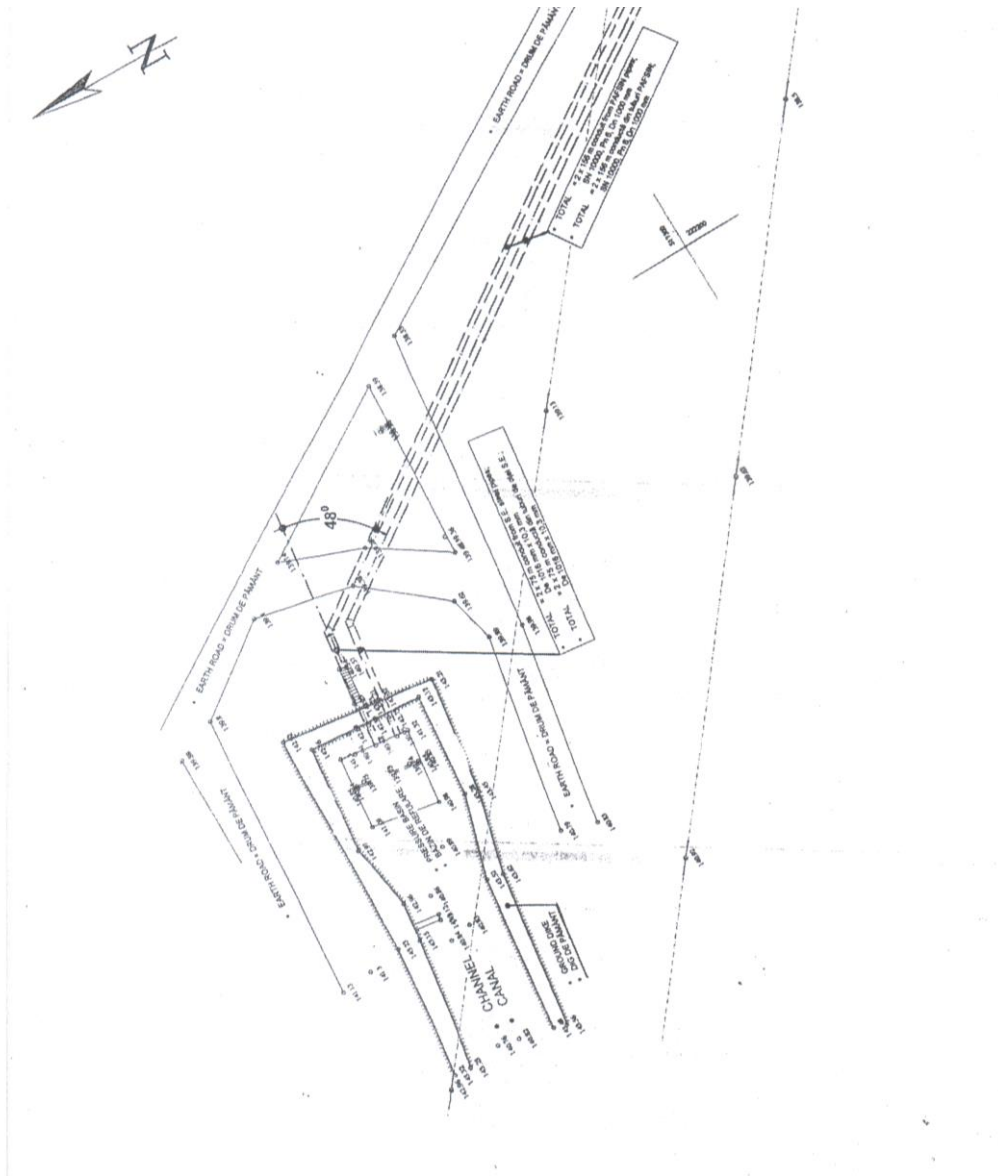


FIG. 18 CLADIREA STATIEI – SECTIUNE TRANSVERSALA CU AMPLASAREA ELECTROPOMPELOR (S.R.P.) [102]

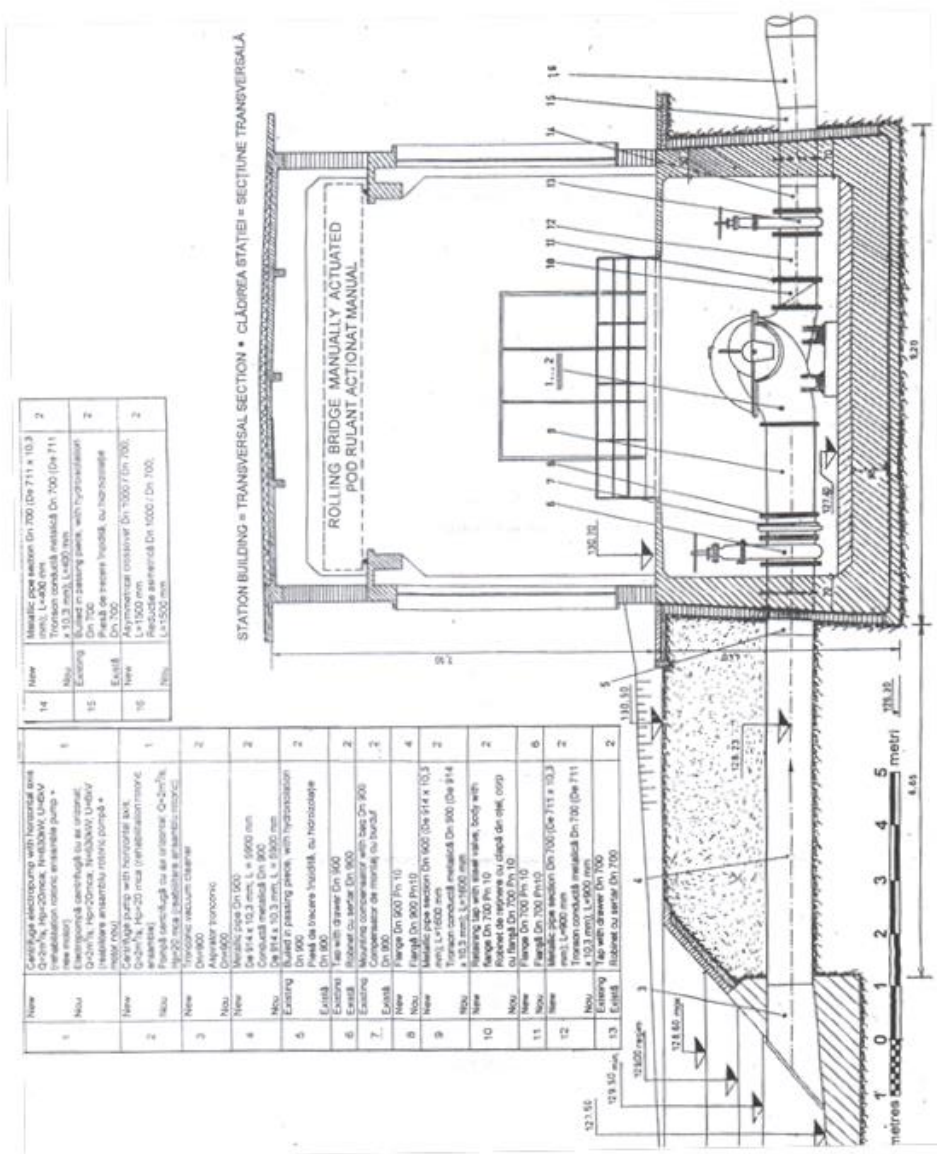


FIG. 19 CLADIREA STATIEI – SECTIUNE ORIZONTALA CU AMPLASAREA ELECTROPOMPELOR (S.R.P.) [102]

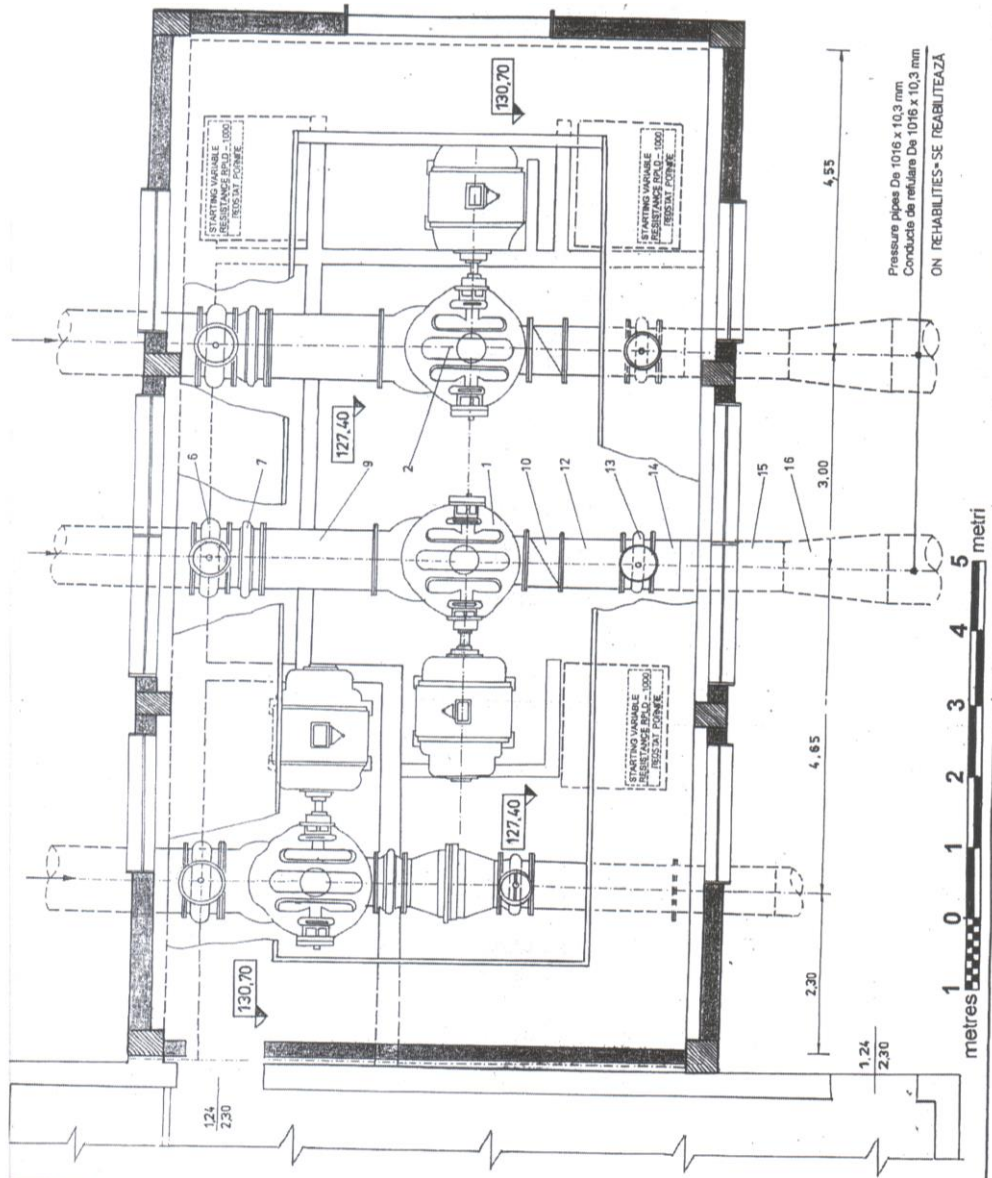


FIG. 20 CONDUCTE DE REFULARE – PROFIL LIONGITUDINAL (FILA 1) (S.R.P.) [102]

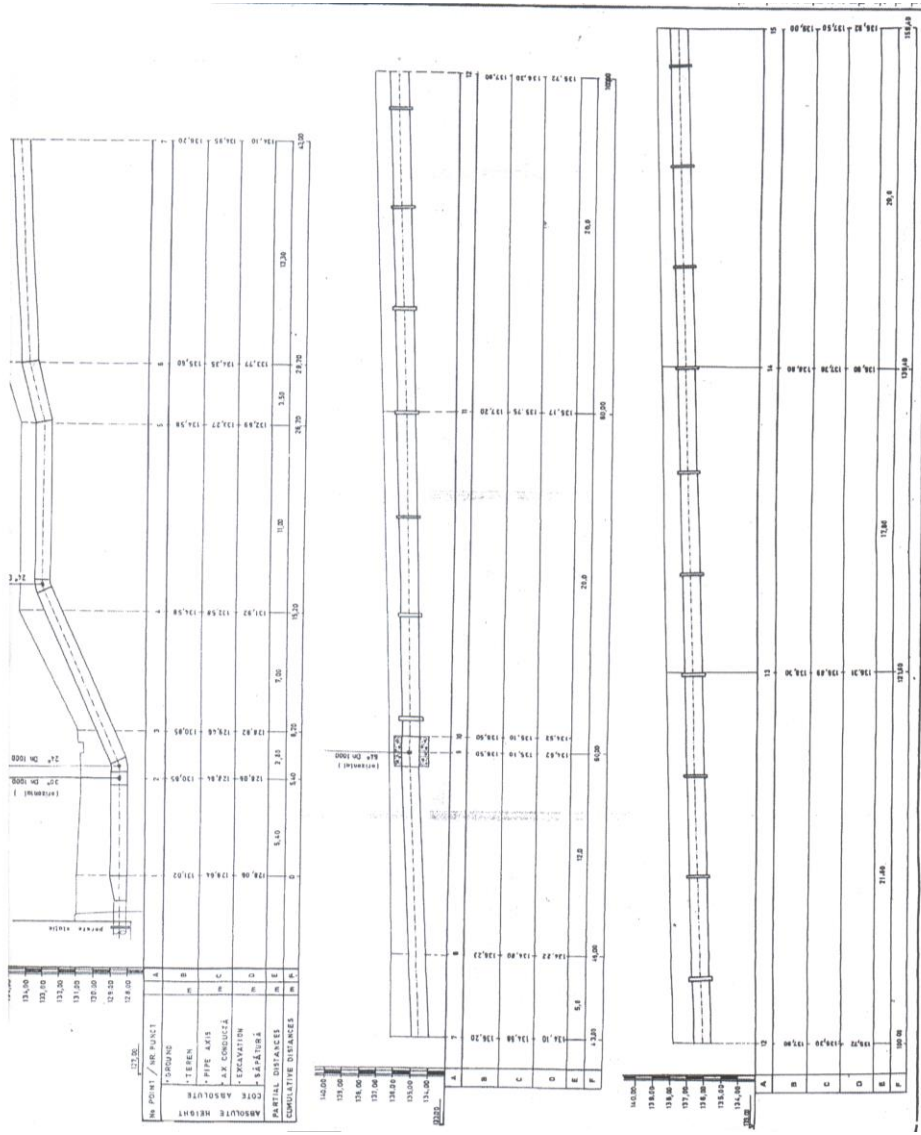


FIG. 21 CONDUCTE DE REFULARE – PROFIL LIONGITUDINAL (FILA 2) (S.R.P.) [102]

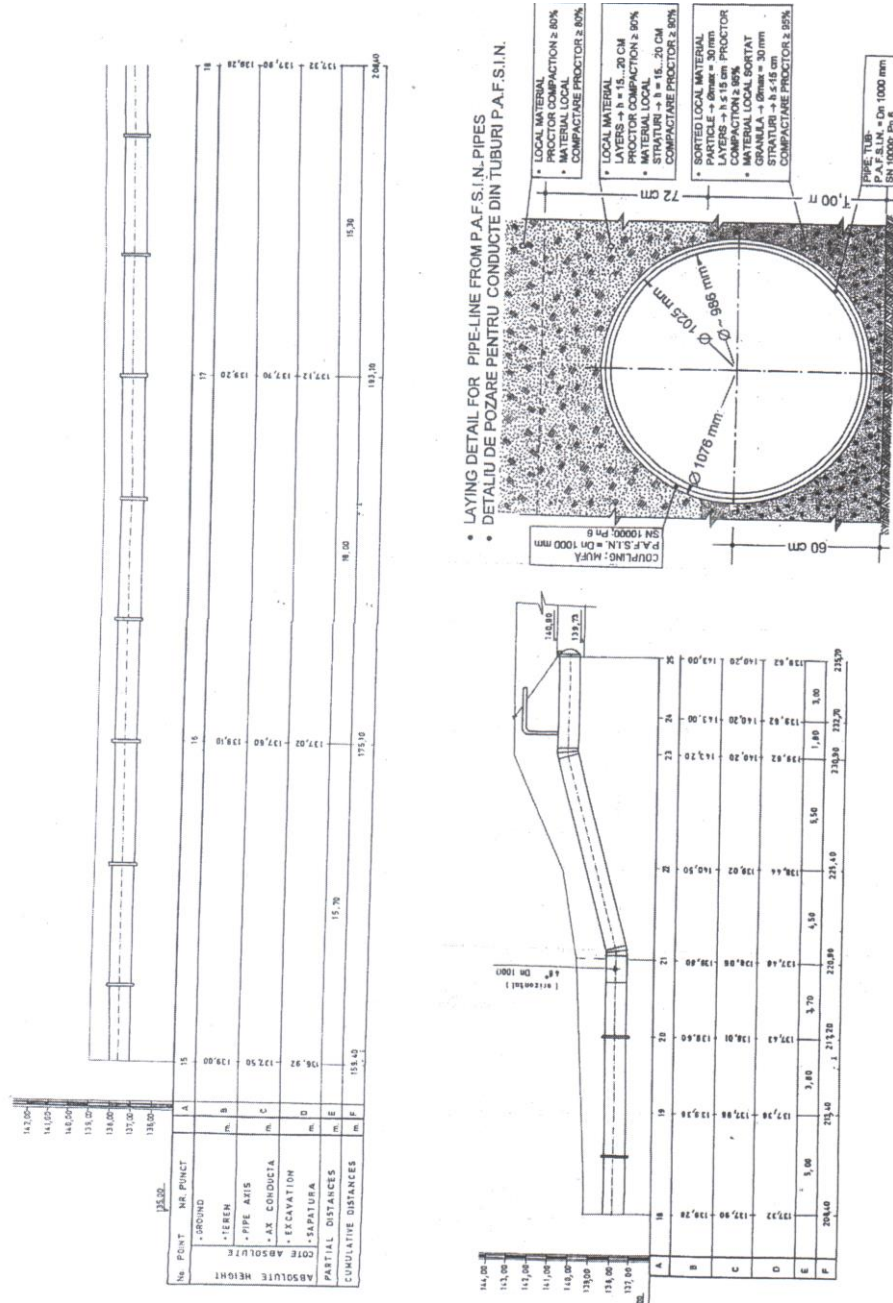


FIG. 22 CONDUCTE DE REFULARE – PROFIL LIONGITUDINAL (FILA 3) (S.R.P.) [102]

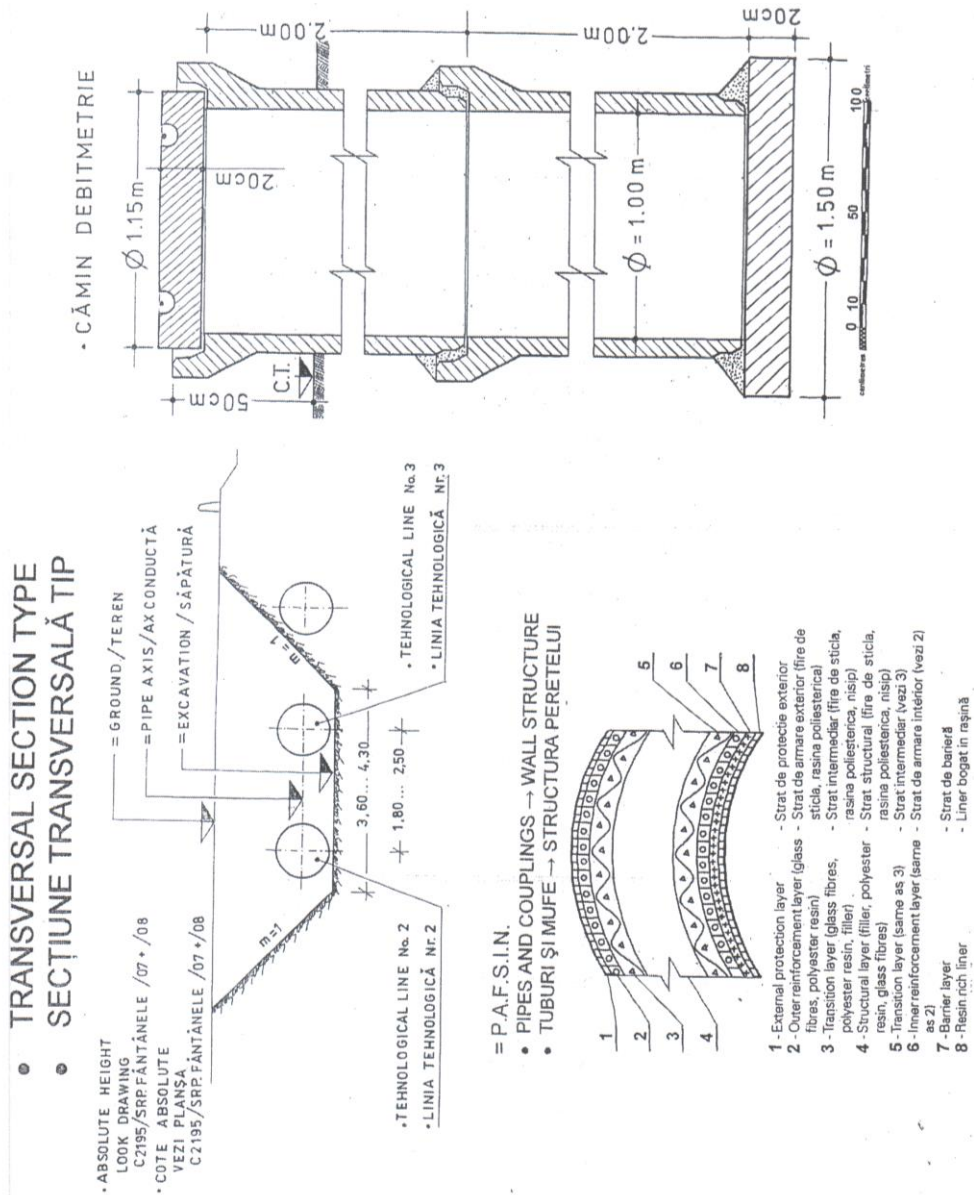
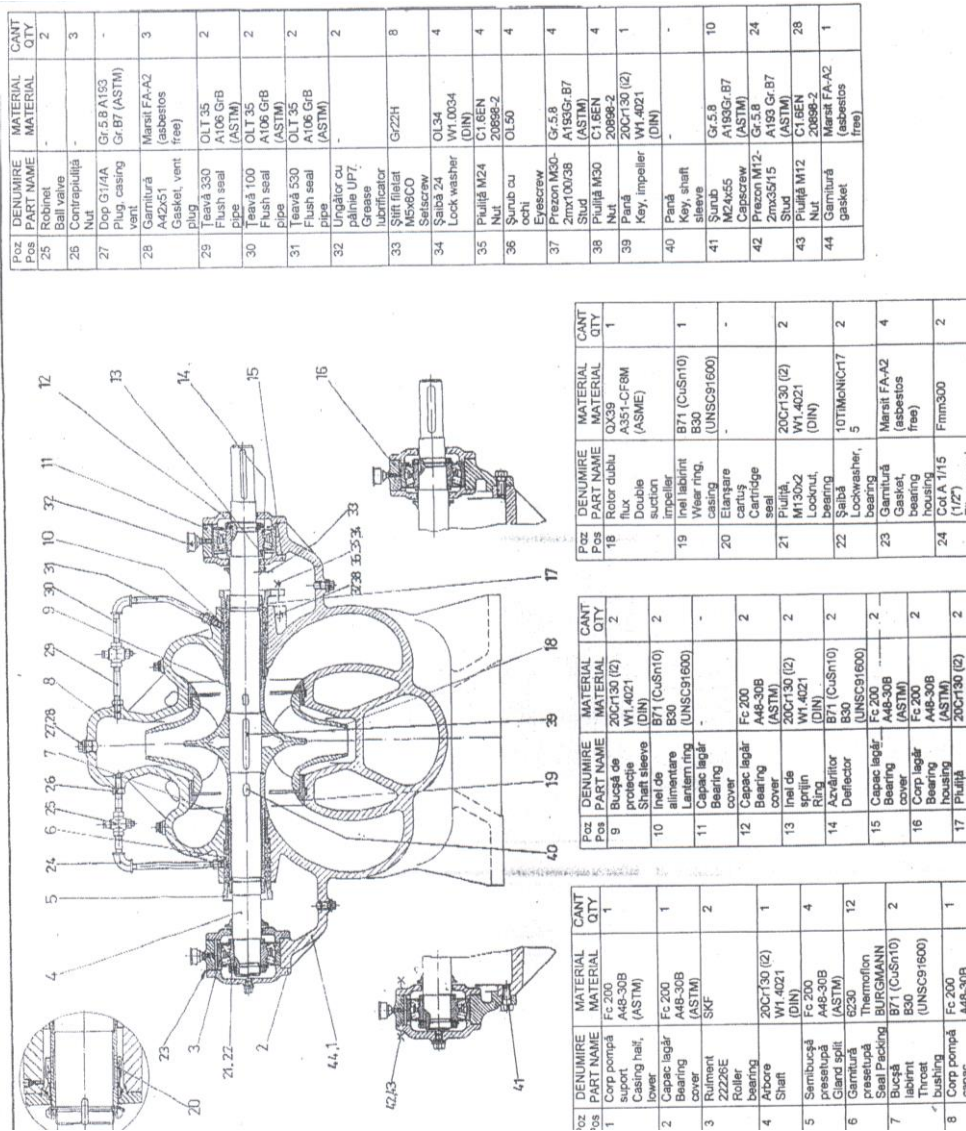


FIG. 23 DESEN DE INDICARE A REPERELOR POMPELOR (S.R.P.) [102]



Poz	DENUMIRE PART NAME	MATERIAL	CANT QTY
25	Contrapănușă Nut	-	2
26	Dop G1/4A Plug, casing vent	Gr.5.8 A153 Gr. B7 (ASTM)	3
27	Garnitură A42x51 Gasket, vent plug	Marat FA-A2 (asbestos free)	3
28	Teavă 330 Flush seal	OLT 55 A106 GB (ASTM)	2
29	Teavă 100 Flush seal	OLT 35 A106 GB (ASTM)	2
30	Teavă 530 Flush seal	OLT 35 A106 GB (ASTM)	2
31	Ungător cu păline UPT Grease	-	2
32	Lubricator Șurub Screw	Gr.22H	8
33	Sălbă 24 Lock washer	OL34 W1.0034 (DIN)	4
34	Puișă M24 Nut	C1.BEN 20698-2	4
35	Șurub cu ochi Eye screw	OL50	4
36	Șurub Screw	Gr.5.8 A153Gr.B7 (ASTM)	4
37	Puișă M30 Nut	C1.BEN 20698-2	4
38	Pană Key, impeller	20C130 (2) W1.4021 (DIN)	1
39	Pană Key, shaft sleeve	Gr.5.8 A153Gr.B7 (ASTM)	10
40	Caroscu Caroscow	Gr.5.8 A153Gr.B7 (ASTM)	24
41	Precon M12 2mx35/15 Stud	A193 Gr.B7 (ASTM)	28
42	Puișă M12 Nut	C1.BEN 20698-2	1
43	Garnitură gasket	Marat FA-A2 (asbestos free)	1

Poz	DENUMIRE PART NAME	MATERIAL	CANT QTY
18	Rotor dublu flux Double suction impeller	QX39 A351-CF8M (ASME)	1
19	Înălțabini caroscu Caroscow	B71 (CuSn10) B30 (UNSC91600)	1
20	Elaștare cartuș Cartridge	-	-
21	Puișă, M130x2 W1.4021 Locknut, (DIN)	20C130 (2) W1.4021 (DIN)	2
22	Șaibă lockwasher, bearing	10TMONICr17 5	2
23	Garnitură bearing housing	Marat FA-A2 (asbestos free)	4
24	Cot A, 1/15 (1/2") Flange seal	Fmm300	2

Poz	DENUMIRE PART NAME	MATERIAL	CANT QTY
9	Bucșă de protecție Shaft sleeve	20C130 (2) W1.4021 (DIN)	2
10	Înălțabini alimentare Lantern ring	B71 (CuSn10) B30 (UNSC91600)	2
11	Capac lagăr Bearing cover	-	-
12	Capac lagăr Bearing cover	Fc.200 A48-30B (ASTM)	2
13	Înălțabini sprinț Ring	20C130 (2) W1.4021 (DIN)	2
14	Aczvărlitor Deflector	B71 (CuSn10) B30 (UNSC91600)	2
15	Capac lagăr Bearing cover	Fc.200 A48-30B (ASTM)	2
16	Corp lagăr Bearing housing	BURGMANN B30 (UNSC91600)	2
17	Puișă Nut	Fc.200 A48-30B (ASTM)	2

Poz	DENUMIRE PART NAME	MATERIAL	CANT QTY
1	Corp pompă support Casing 'half', lower	Fc.200 A48-30B (ASTM)	1
2	Capac lagăr Bearing cover	Fc.200 A48-30B (ASTM)	1
3	Rulment 22228E	SKF	2
4	Atore Roller bearing	20C130 (2) W1.4021 (DIN)	1
5	Sembucșă Cup Cup	Fc.200 A48-30B (ASTM)	4
6	Garnitură presurată Thermoflon	B30 (UNSC91600)	12
7	Bucșă Bearing housing	BURGMANN B30 (UNSC91600)	2
8	Corp pompă capac	Fc.200 A48-30B (ASTM)	1

FIG. 24 SCHEMA MONOFILARA 6KV (S.R.P.) [102]

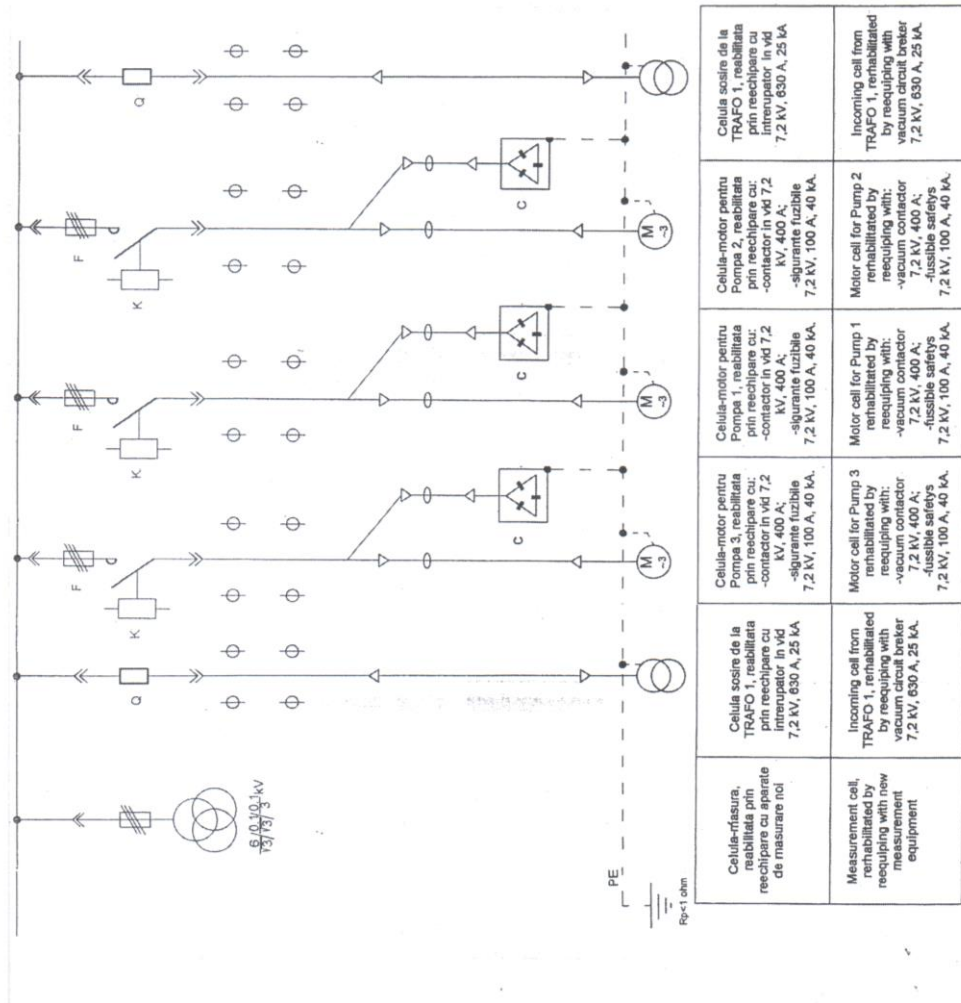


FIG. 26 SCHEMA MONOFILARA 0.4KV (FILA 2) (S.R.P.) [102]

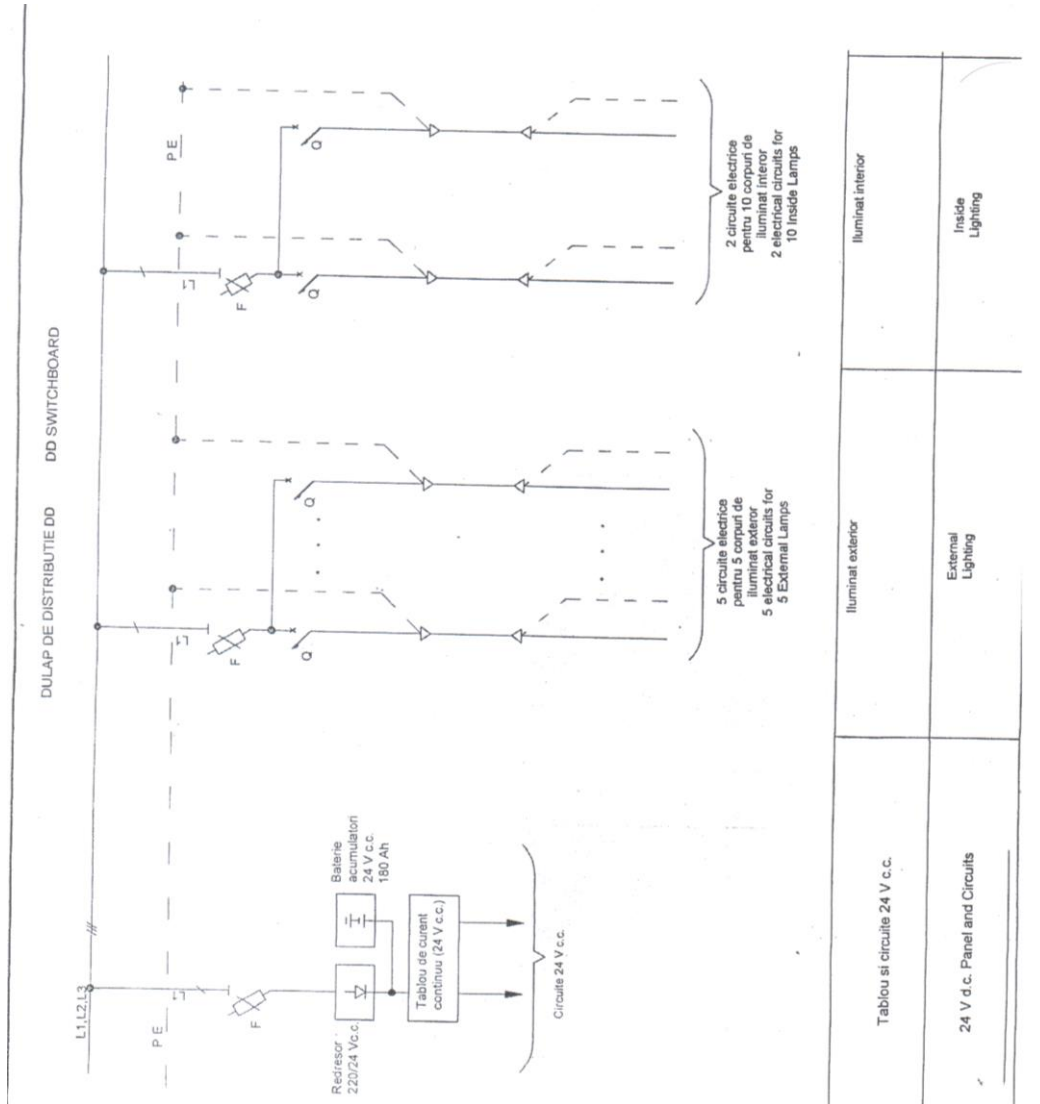


FIG. 28 SCHEMA BLOC PENTRU INSTALATIA DE AUTOMATIZARE (S.R.P.) [102]

