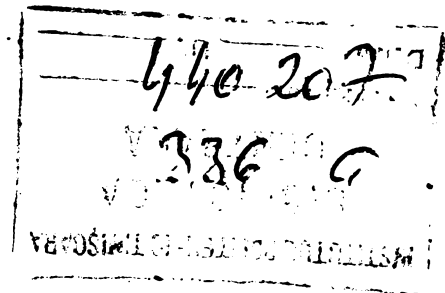


INSTITUTUL POLITEHNIC
"TRAIAN VUIA"
TIMIȘOARA
FAC. MECANICĂ
SECȚIA MASINI HIDRAULICE

S T U D I U L

OPTIMIZAREA FUNCȚIONĂRII POMPELOR
ÎN ÎNȚEBINERILE DIN INDUSTRIA
CHIMICĂ

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICĂ"
TIMIȘOARA



TEZA DE DOCTORAT

Ing. Botoran I. Vasilă

COMUNICATOR ȘTIINȚIFIC,

Dr. Prof. Dr. Ing. Ion Anton

P R E F A T A

Partidul Comunist Român, a apreciat realist rolul și locul industriei chimice în procesul dezvoltării economiei noastre socialiste, fiind concepută ca o ramură producătoare de mijloace de producție și chemată să contribuie nemijlocit la lărgirea și completarea bazei materiale a celorlalte ramuri ale economiei, la reducerea importurilor și la asigurarea unui volum sporit de produse la export.

Programul Partidului Comunist Român adoptat la cel de al XII-lea Congres, înscrie tendințe de dezvoltare susținută a industriei chimice în țara noastră, cu un ritm de dezvoltare ascendentă, astfel încât, industria construcțiilor de mașini și industria chimică, pînă la finele cincinalului 1980-1985, să dețină împreună în totalul industriei o pondere de 50%, față de 44% în 1980.

Țara noastră dispune de o bogată bază de materii prime pentru dezvoltarea unei puternice industrii chimice: gaze naturale, țiței, sare, cărbuni etc.

Industria sodiei, una din principalele ramuri ale industriei chimice, care are la bază ca materie primă sarea, are condiții deosebit de favorabile de dezvoltare, masivele noastre de sare avînd o puritate de peste 98,5% NaCl și fiind lipsită de săruri de calciu și magneziu.

Volumul producției în industria sodiei a crescut de la 529 mii tone în 1965, la 1044 mii tone în 1972, deci o creștere de 176%.

Dacă investițiile în industria chimică au o anumită pondere în angajarea forței de muncă, iar volumul producției crește de la an la an, trebuie reliefat faptul că industria chimică este unul din cei mai mari consumatori de combustibili și energie, costul acestora reflectîndu-se corespunzător în totalul cheltuielilor de producție, respectiv în prețul de cost al produselor.

Reducerea acestor cheltuieli cît și depășirea creșterii lor generate de penuria de combustibil și energie pe plan național, impune luarea de măsuri în vederea creșterii eficienței economice în industria chimică, prin diminuarea consumurilor specifice de combustibil

Aşa cum arată Tovarăşul Nicolai Ceauşescu, economia de combustibil şi energie, trebuie să devină o cauză a tuturor acţiunilor muncii, a tuturor cetăţenilor, o acţiune generală a întregului popor, de aceasta depinzând în mare măsură însăşi dezvoltarea viitoare a economiei noastre, mersul înainte al patriei, pe călea progresului şi bunăstării.

Se impun deci măsuri ferme pentru reducerea consumurilor specifice de combustibil şi energie electrică pe unitatea de produs, prin asigurarea unei creşteri substanţiale a eficienţei economice în folosirea lor,

Pornind de la aceste considerente, lucrarea de faţă abordează problema optimizării funcţionării pompelor în întreprinderile din industria chimică, în general şi în industria sodei în special, cu referire la C.P.S. Govora.

Oportunitatea abordării acestei probleme, este ilustrată de faptul că instalaţiile de pompare din combinatul de produse sodeice Govora, reprezintă un mare consumator de energie electrică, astfel:

- circuitul hidraulic al apei industriale: 5,9 Mwh;
- circuitele hidraulice tehnologice: 5,8 Mwh;

adică un total de 11,7 Mwh, pentru pompele în funcţiune.

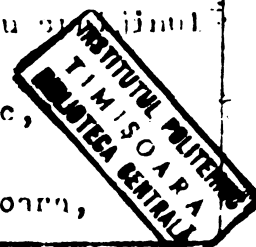
Lucrarea urmăreşte rezolvarea următoarelor aspecte:

1. Reducerea consumului de energie electrică al circuitelor hidraulice, prin:
 - micşorarea rezistenţei hidraulice a reţelelor de pompe, prin simplificarea lor.
 - înlocuirea pompelor cu randamente mici.
 - mărirea randamentului global de pompare în instalaţii.
2. Înlocuirea pompelor din import cu pompe de fabricaţie indigenă (I.U.C. Făgăraş).
3. Restrângerea tipurilor şi numărului de pompe.
4. Elaborarea unei metode de optimizare a circuitelor hidraulice cu ajutorul calculatorului şi testarea programului de optimizare.

Intocmirea lucrării a necesitat culegerea şi prelucrarea a numeroase date privind instalaţiile de pompare din C.P.S. Govora, cât şi consultarea unei bibliografii variate şi numeroase astfel că, fiind cont de timpul disponibil limitat, s-a desfăşurat pe un interval de timp relativ lung.

Bariera de cunoscători incerti, au fost depăşite cu ajutorul moral sau profesional competent, primit din partea:

1. Academician Ion Anton - conducător ştiinţific,
2. Botoran Climpia - ing. ie,
3. Prof. Dr. In. Ştefan Francisc, - I.P. Timişoara,



4. Dr. Ing. Grigoriu Ionel, -I.I.P.T.I.Ch Bucuresti,
5. Prof. Dr. Ing. Raul Mihail, -I.P.Bucuresti,
6. Ing. I. Constantinescu, -Director T.U.Ch. Făcșag,
7. Ing. Săvulescu Vasile, Director C.I.S. Govora,
8. Colectivul de ingineri, tehnicieni, magistri și muncitori din C.P.S. Govora.
9. Ing. Băltăjeanu și Ursăjeanu, Centrul de calcul CIEA Rm. Vlcea.

Tuturor le mulțumesc pe această cale, și în special tov. Academician Ion Anton care a intuit cu mult timp în urmă importanța energetică a problemei, îndrumându-mă cu toată competența în rezolvarea ei, obligându-mă chiar, în fazele de ezitare la continuarea lucrării, cât și soției mele care m-a impulsionat și sprijinit moral pe parcursul lucrării, creîndu-mi condițiile necesare de lucru.

CAPITOLUL 1.

POMPELE, UTILAJ TEHNOLOGIC DE BAZA, IN INDUSTRIA CHIMICA

1.1. INTRODUCERE

Una din caracteristicile principale ale industriei chimice, o constituie circulația neîntreruptă a lichidelor tehnologice și a lichidelor de răcire, procesele chimice fiind exoterme.

Această circulație este realizată parțial, gravitațional (la aparatele așezate în cascadă) și în special de pompe, utilaj indispensabil în industria chimică și care de fapt asigură și primul aspect

În general pompele funcționează înecate, aspirația lor fiind cuplată la rezervoare tampon, amplasate în fluxul tehnologic.

1.2. CEEȚĂȚI HIDRODINAMICE ÎN INDUSTRIA CHIMICĂ ȘI IMPLICĂȚIILE LOR ENERGETICE

Industria chimică este o industrie de transformare moleculară a materiilor prime prin intermediul unor mijloace de lucru, în produse chimice.

Pentru transformarea moleculară, se folosesc toate formele de energie (termică, electrică, hidrolică).

Procedeele chimice moderne, sînt intensive, continue și automatizate, pentru obținerea randamentului optim, dar ele nu sînt statice ci se schimbă continuu, pentru a se obține indicatori tehnico-economici cît mai ridicați, la nivelul tehnicii mondiale.

Unul din cei mai importanți indicatori tehnico-economici este consumul specific de energie, care trebuie avut în vedere la toate fazele de dezvoltare a unui proces tehnologic: documentare, cercetare teoretică, cercetare de laborator, stație pilot, instalație semi-industrială, proiectare, construire, punere în funcțiune și exploatare.

Reducerea consumului specific de energie, a fost analizată în trecut numai sub aspectul influenței asupra prețului de cost al produsului finit. În prezent s-a conturat faptul că resursele energetice primare ale țării sînt cît pe ce pe plan mondial, sînt limitate,

analiza se face mai analitic, considerând consumul specific de energie, ca o restricție.

În prezentul studiu, se va analiza consumul de energie electrică pentru operațiile hidrodinamice într-o uzină de sodă după procedeul amoniacal, la una din întreprinderile de bază din industria chimică, indicându-se metodele de optimizare a acestui consum.

Studiul de optimizare al consumului de energie electrică urmărește depistarea surselor de risipă a acestei energii în cadrul operațiilor hidroenergetice.

Adâncirea acestui studiu în industria sodiei este facilitată de următoarele considerente:

- este o industrie chimică anorganică complexă;
- există în funcțiune instalații de mare capacitate, cu utilaje din țară și import, la C.F.S. Ocna Mureș și C.F.S. Govora;
- este o industrie cu un mare consum de energie electrică în operațiile hidroenergetice, componenta energohidraulică fiind preponderentă în consumul total de energie electrică;
- au fost culese suficiente date statistice pentru a se putea întocmi un calcul de fiabilitate a echipamentului hidraulic de proveniență internă și din import și a se stabili valorile cele mai probabile ale mărimilor care se comportă aleatoriu.

1.3. LICHIELE VELOCITATE ȘI CARACTERUL TEHNOLOGIC AL PRODUCȚIEI ÎN C.F.S. GOVORA.

Produsele sodice și în special soda caustică, fac parte din produsele cele mai importante ale industriei chimice.

Soda calcinată, care conține 98% Na_2CO_3 (carbonat de sodiu) se produce în cantitate de circa 20 milioane tone pe an în întreaga lume din care circa 1,3 milioane tone pe an în R.S.R. și se utilizează în aproape toate ramurile economice astfel:

- 27% în industria chimică, pentru obținerea de săruri și îngrășăminte minerale;
- 6,7% în industria săpunului;
- 34% în industria sticlei;
- 1,3% în metalurgia neferoaselor; la obținerea aluminului, nichelului, vanadiului, etc.
- 4,4% în industria hârtiei și celulozei;
- 26% la epuratorii și uz casnic;
- 0,6% la rafinarea petrolului.

Marile unități de produse sodice din R.S.R. sînt: C.F.S. Govora și C.F.S. Ocna Mureș.

În ambele combinații procedeul tehnologic folosit este

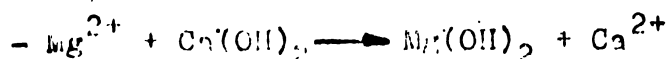
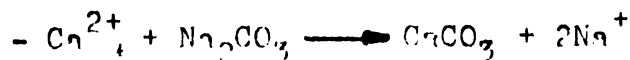
cel clasic amoniacal (Solvay).

În principiu, procedeul constă din următoarele:

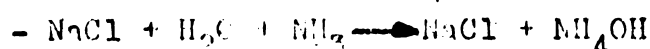
1. Calcarul este dissociat termic în cuptoare de var verticale, căldura necesară pentru ardere obținându-se prin arderea coacelui:



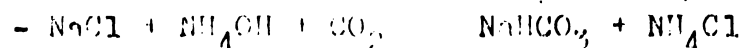
2. Saramura brută se purifică cu leșie sodică și cu laptele de var în vederea îndepărtării impurităților de calciu și magneziu.



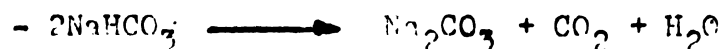
3. Saramura purificată este saturată cu amoniac:



4. Saramura amoniacală, este carbonată cu gazele de CO_2 ce se obțin de la cuptoarele de var și de la calcinatoarele de sodă precipitându-se carbonatul de sodiu:

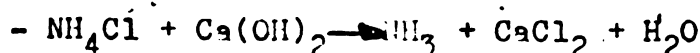


5. Laptele de bicarbonat obținut, se filtrează pe filtre rotative, iar precipitatul de bicarbonat de sodiu separat pe filtre este calcinat în calcinatoare rotative cu foc sau abur, în vederea obținerii sodiei calcinate:



6. Soda calcinată obținută, se depozitează sau se ambalază.

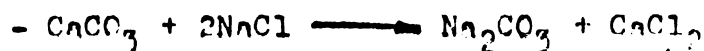
7. Leșia de filtre, conținând aproape integral amoniacul introdus în fabricație este trecută în instalația de recuperare a amoniacului, unde amoniacul liber este pus în libertate cu ajutorul cu ajutorul căldurii, iar amoniacul legat cu ajutorul laptelui de var:



Amoniacul pus în libertate este readus în circuitul tehnologic. Reacția globală este bazată deci pe schimbul de cationi dintre piatra de var (carbonat de calciu) și sare (clorură de sodiu), iar amoniacul este folosit ca material auxiliar (catalizator) care nu

se consumă decât în cantități foarte mici, pentru a face posibilă reacția dintre clorura de sodiu și bioxidul de carbon.

Reacția generală pentru întregul procedeu este următoarea:



Ea nu are loc dintr-o dată ci într-o serie de faze, conform schemei de fabricație din fig. 1.1.

Fazele așa cum rezultă din schemă sînt:

- obținerea bioxidului de carbon și a oxidului de calciu
- purificarea și saturarea saramurii cu amoniac;
- carbonatarea saramurii amoniacale;
- separarea bicarbonatului de sodiu precipitat;
- calcinarea bicarbonatului de sodiu;
- recuperarea amoniacului;

Caracteristica procesului tehnologic al sodiei calcinate este ciclul său închis și complex.

Fiind vorba de un proces de masă care se desfășoară în fază lichidă și deci necesită vehicularea unor cantități enorme de lichide între aparatele în care au loc reacții chimice, iar pe de altă parte ținînd cont de faptul că reacțiile chimice sînt exoterme, și de necesită răcirea cu apă a lichidelor tehnologice în aparate schimbătoare de căldură, interfațe, rezultă că vehicularea lichidelor tehnologice și apei de răcire necesită un important număr de agregate hidromecanice, (pompe) fapt ce se traduce printr-un mare consum de energie electrică în acest scop, pentru antrenarea pompelor.

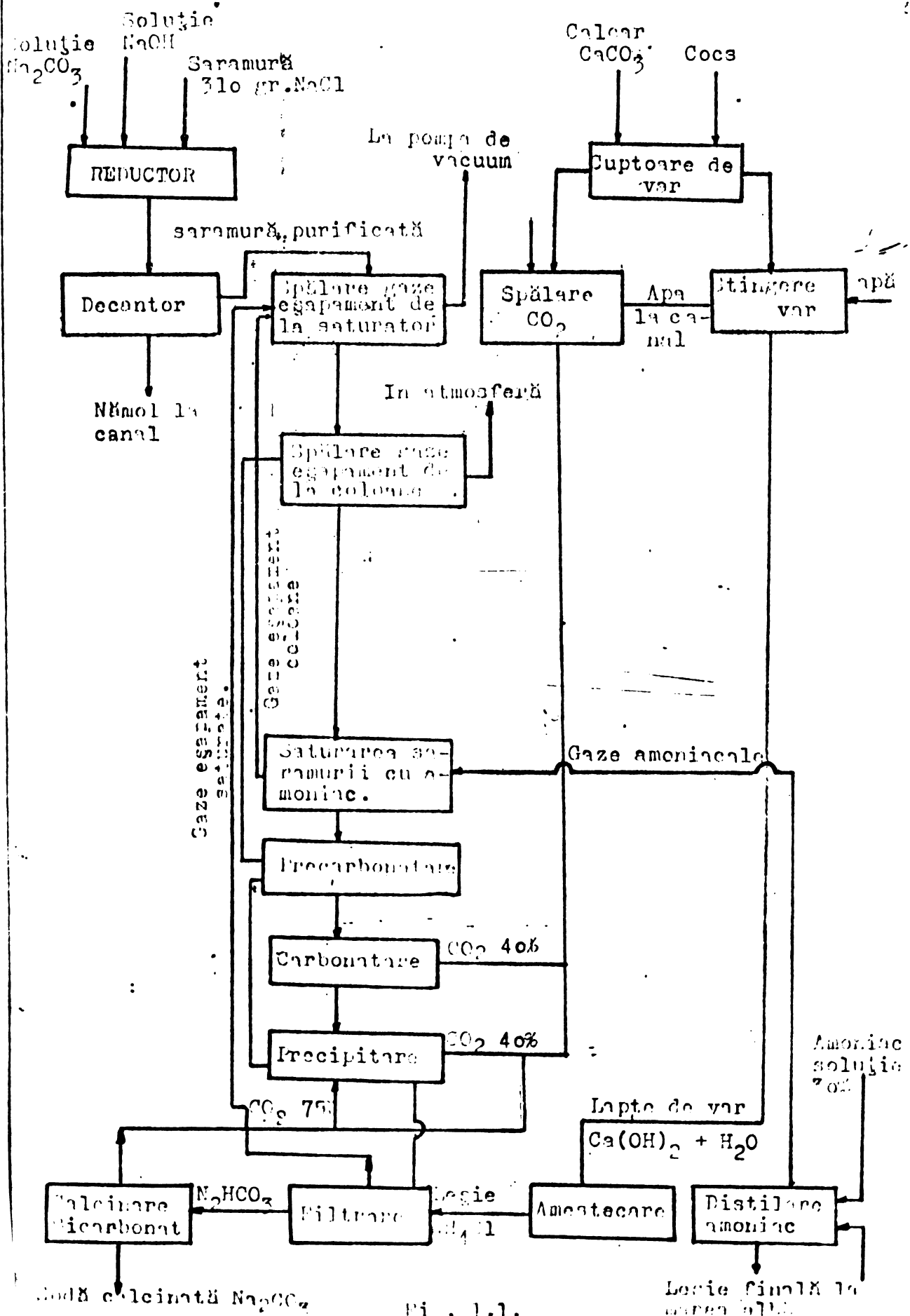
Pentru ilustrarea consumului de energie electrică a agregatelor de pompare dintr-un combinat de sodă, se redă bilanțul general de materiale lichide pentru o tonă de sodă.

Pornind de la cantitățile de fluide care sînt vehiculate în interfațe și ținînd cont de capacitățile de producție a celor două uzine de sodă din cadrul C.P.S. Govora, rezultă cantitățile orare de fluide tehnologice pompate (vezi tabelul 1.1.).

Tabelul 1.1.

Produsul t/an UZINA	SODA CALCINATA	SODA CAUSTICA	B.S.B. TOTAL
Soda II	312500	74600	480000
Soda III	250000	80000	400000

**SCHEMA DE FABRICATIE A SODEI CALCINATE
PRIN PROCESUL AMONICAL**



Fi. 1.1.

Considerând o funcționare de 340 zile/an = 8160 ore, (în restul timpului fiind opriri pentru revizii planificate), rezultă producția zilnică și orară, din tabelul 1.2.

Tabelul 1.2.

Produsul tone	Sodă calcinată		Sodă caustică		B.S.B.	
	pe zi	pe oră	pe zi	pe oră	pe zi	pe oră
SODA II	919	38,3	218	9,1	1416	59
SODA III	823	24,3	235	9,8	1176	49
TOTAL	1742	62,6	453	18,9	2692	108

Luând pentru consumul intern (la purificarea saramurii) 2,8%, rezultă producție de B.S.B. (în funcție de care se calculează lichidele vehiculate), cu un coeficient de neuniformitate de 1,17%, rezultă situația din Tabelul 1.3.

Tabelul 1.3.

Produsul Uzina	B.S.B. (tone)	
	pe zi	pe oră
SODA II	1450	60
Soda III	1400	58,5
Total.	2850	118,5

Rezultă astfel următoarele cantități de lichid tehnologic pompate pe oră:

- Lapte de var:

$$2355 \text{ Kg} \times 118,5 = 280 \text{ tone} = \frac{280}{1,1} = 255 \text{ m}^3/\text{h.}$$

- Saramură brută:

$$5999 \text{ Kg} \times 118,5 = 730 \text{ tone} = \frac{730}{1,7} = 429 \text{ m}^3/\text{h.}$$

- Saramură purificată:

$$6000 \times 118,5 = 720 \text{ tone} = \frac{720}{1,65} = 435 \text{ m}^3/\text{h.}$$

- Saramură saturată:

$$8800 \times 118,5 = 810 \text{ tone} = \frac{810}{1,77} = 455 \text{ m}^3/\text{h.}$$

- Saramură carbonatată:
 $2 \times 7000 \times 118,5 = 16000 \text{ tone} = \frac{1660}{1,19} = 1400 \text{ m}^3/\text{h}.$

- Lapte bicarbonatit:
 $7636,7 \times 118,5 = 900 \text{ tone} = \frac{900}{1,12} = 800 \text{ m}^3/\text{h}.$

- Leșie de filtru:
 $6269,7 \times 118,5 = 740 \text{ tone} = \frac{740}{1,11} = 665 \text{ m}^3/\text{h}.$

- Leșie preîncălzită:
 $6300 \times 118,5 = 750 \text{ tone} = \frac{750}{1,1} = 680 \text{ m}^3/\text{h}.$

- Condens:
 $(451,57 + 479,7 + 422,9) \times 118,5 = 1620 \text{ tone} = \frac{1620}{1,05} = 1540 \text{ m}^3/\text{h}.$

- Leșie finală:
 $91112,65 \times 118,5 = 1080 \text{ tone} = \frac{1080}{1,15} = 940 \text{ m}^3/\text{h}.$

În ceea ce privește consumul de apă de răcire, se pornește de la consumul specific de apă de răcire pe tonă de sodă calcinată a principalilor consumatori astfel:

- spălător gaze cuptor: 6,0 m³/tonă.
- saturatorul de amoniac (AB) 13,4 m³/tonă.
- coloane carbonatare (CB): 6,5 m³/tonă;
- coloane precipitare (CL): 27,0 m³/tonă;
- răcitor gaze calcinator (R.G.T.): 14,0 m³/tonă;
- răcitor gaze distilare (R.G.R.H.): 20,0 m³/tonă;
- diverse aparate: 3,1 m³/tonă.

Rezultă un consum total de 90,0 m³/tonă sodă, deci consumul orar de apă de răcire, la ambele uzine este:

$90 \times 118,5 = 10.665 \text{ m}^3/\text{ora}.$

Pompele folosite pentru vehicularea lichidelor tehnologice se redau în capitolul 2, iar cele pentru apa industrială în capitolul 6, pentru ambele uzine ale combinatului.

CAPITOLUL 2

LOVITE INSTALATE IN C.P.S. GOVORA

2.1. Introducere: Reacțiile chimice care conduc la produsul final, așa cum s-a arătat în capitolul precedent, sînt efectuate de numeroase și de desfășurare succesiv în diferite aparate, fiecare grup de aparate constituind o buclă hidraulică compusă din aparatul tehnologic, rezervorul tampon, pompa și rețeaua de conducte.

2.2. Instalațiile, lichidele vehiculate și pompele montate în C.P.S. Govora.

În C.P.S. Govora, există un număr de 135 instalații - bucle hidraulice - deservite de pompe de diferite tipuri, în funcție de debitele tehnologice, înălțimile de pompare și de caracteristicile lichidelor vehiculate.

Instalațiile respective, pompele care le deservesc, precum și experiența acestor pompe, caracteristicile lor și ale lichidelor vehiculate și clasificarea pompelor după criterii hidraulice clasice, se vor prezenta în continuare în tabelele: 2.1. - 2.8.

POIPE C.P.S. GOVORA

TIPURI, INSTALATIILE DESERVITE SI LICHIDE VEHICULATE

Nr C it	Tip pompa instalata	C A R A C T E R I S T I C I POIPE INSTALATE										DEBIT TERMO- LOGIC m ³ /h.	INSTALATIA SI PUNCTUL DE LUCRU	C A R A C T E R I S T I C I lichid. vehiculat.					PRISI- UNEA IN APARAT					
		T	F	R	D	H	n	N	n _s	r _e	η			B zn	Q _{rot} zn	16	17	18		19	20	21	22	23
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
2	65-22	2	1	1	22	50000	10	43	43	12	55	6	212		caustica 2 cister na. rez. lezie normala	acid sulfuric								
3	65-22	3	2	1	22	5000	15	43	43	12	55	6	212	40 30 20	CALCINATA 2 RGT → colec- tor.	condens RGT	60				2m	2m		
4	65-22	2	2	-	22	5000	15	43	43	12	55	6	212	40 30 20	CALCINATA 2 CC → colec- tor.	condensete	95				2m	2m		
5	65-22	1	1	-	22	5000	15	43	43	12	55	6	212	40 30 20	CALCINATA 2 canel → colec- tor.	rezidii	40				p.a			
6	65-22	1	1	-	22	5000	12	43	43	12	55	6	212	40 30 20	CALCINATA 2 canel → rez tampon.	sulfura ro- sie rezidii	40 75							
7	65-22	1	1	-	22	5000	15	43	43	12	55	6	212	40 30 20	CALCINATA 2 canel → 51cm PLM	rezidii	90				p.a			

7	TRASA 65-22	2	-	2	22	50	3000	15	43	12	55	6	212	10 8 6	CALCIATA 2 Rez. tam pon. 9	solutie a- moniacala.	15			2m	p.a
8	TRASA 65-22	4	2	2	22	50	3000	18	43	12	55	6	212	40 30 20	CaLCIATA 2 Rez. tam fil- tru 3.	condens CC	40				
9	TRASA 65-22	1	1	-	22	50	3000	16	43	12	55	6	212	40 30 20	CALCIATA 2 ocanal rez. tam FRR por slam PIN	sulfura ro- sie rezidua	75 40			p.a.	70 mm col HG.
10	TRASA 80-22	2	1	1	45	50	3000	10	60	16	50	7	215	60 40 10	CAUSTICA 2 conder cecer- satoa- toare re Baro pe spa metrie. lat.	apa calda	90	1	-	1	1
11	TRASA 60-22	2	1	1	45	50	3000	10	60	16	50	7	215	60 40 20	CAUSTICA 2 Rezer- purifi vor. care sa ramura	lešie pen- tru purifi cat saramu ra.	70	1,9	1,2	1	1
12	TRASA 80-22	2	1	1	45	50	3000	10	60	16	50	7	215	50 40 10	CAUSTICA 2 Rezer- stăvia vor. decan- tare.		90	1,4	1,1	1	1
13	TRASA 80-22	2	1	1	45	50	3000	10	60	16	50	7	215	40 40 40	VAR II PURIFICARE SA- RAMURA.	Saramura	me- diu -	1,3	-	1,2	5 at

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
14	2	1	1	90	80	3000	45	65	15	65	11	256	40 30 20	CALCINATA 2 colore. rez ne. — pon fil et. 4	CONDENS -RECI	40				2m	p.a.	
15	2	1	1	90	80	3000	45	65	15	65	11	256	40 30 20	CALCINATA 2 colore. rez ne. — pon fil et. 4.	CONDENSATS -CILDE	95				2m	p.a.	
16	3	1	2	90	80	3000	160	65	15	65	11	256	220 200 250	CALCINATA 2 rez — pon et. 12.	serenura purificata	20	1,9	1,2	-	3m	p.a.	
17	3	3	-	90	125	3000	55	46	15	50	11	320	120 110 90	CAUSTICA 1 evapo- pulve- rare. — riza- tor.	lešie clare	98	1,2	1,18	-	1	12	
18	3	2	1	90	125	3000	75	46	15	50	11	320	120 110 90	CAUSTICA 2 rez. — stejie lešie evapo- rare.	lešie clara.	98	1,2	1,18	-	1	12	
19	5	2	1	180	50	3000	15	150	35	76	20	225	140 100 50	CAUSTICA 2 DCB — ceusti- ficare	lešie normală	80	1,2	1,2	CO* CO2 +ni sip 20%	1	ni 25	
20	5	2	3	180	50	3000	45	150	35	76	20	225	140 100 50	CALCINATA 2 răci- rez tar tor — rez co- seră- ta 0 tura.	serenura amoniacala	70				1m	p e	
21	4	2	2	260	50	3000	75	184	50	71	35	175	140 100 250	CALCINATA 2 SBOL — coloe- ne et 7	serenura	40	1,9	1,2		2m	0,5 m	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
22 TERMA 200-22	3	1	2	360	50	3000	75	184	50	71	35	175	200 250 200	VAR 2 Rez. Decan- sare. tor sa- mară. ramură	saramură	Temp me 1,9 die CP	1,2			1,2 at	5 st		
23 TERMA 200-22	3	1	2	360	50	3000	75	184	50	71	35	175	250 220 180	VAR 1 Rez. Decan- sare. tor sa- mară. ramură	saramură	Temp me 1,9 die CP	1,2			1,2 at			
24 TERMA 200-22	9	6	3	360	50	3000	75	184	50	71	35	175	400	CALCULATA 1 Cota c-etaj 7-11	leşie smo- niecelă. leşie fil- tru.	40				0,4 0,5			
25 TERMA 200-22	3	2	1	360	50	3000	75	184	50	71	35	175	400	CALCULATA 1 Cota c-etaj 7-11	saramură purificată	40				0,5 0,5			
26 TERMA 200-22	4	2	2	360	50	3000	100	184	50	71	35	175	340 300 260	CALCULATA 2 Rez. Coloane saram. CB et 6	saramură purificată	60				2m 0,5			
27 TERMA 200-22	4	2	2	360	30	3000	152	130	36	73	25	290	260 220 280	CALCULATA 2 Rez. fil- tru le- şie.	leşie fil- tru.	30				2m pa			
28 TERMA 200-22	1	-	1	720	30	3000	152	163	50	74				CALCULATA 2 conden- sat be- rometrie ce.	apă caldă								
29 TERMA 200-22	1	1	-	720	24,5	3000	5,5	295	27	70	8,5	158		CALCULATA 1 Rez. CB et 6	condens								

10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
30	CAJONIA 80	1	-	1	45	215	3000	7,5	9855	27	70	8,5	158		CALCINATA 1 Răci- tor co- ta 0	CONDENS									
31	CAJONIA 60	3	1	2	45	215	1500	10	9855	27	70	8,5	158		CAUSTICA 2 rez con- dens. spălă- toare.	condens	100	1			1				
32	CAJONIA 80	5	5	-	45	215	1500	1-	9855	27	70	8,5	158		UTILITATII pînză freati- că. TR II pompa- re.	apă pota- bilă.									
33	CAJONIA 100 b	2	1	1	90	215	3000	10	1014	36	73			50 30 10	CAUSTICA 2 decan- toare.	apă cladă	100	1			-	p	2,5 n=25		
34	CAJONIA 100 CST	1	1	-	90	215	3000	13	1014	36	73				CAJONIA 1 De pe etaje	Rez. a gita- tor.									
35	CAJONIA 100 CST	2	1	1	80	25	1500	17	717	19,5	44	16	282	120 80 60	CAUSTICA 2 Rez ves. temp. tobe	leșie normală	95	1,3	1,2	10%	1		1		
36	CAJONIA 100 CST	4	2	2	80	25	1500	17	717	19,5	44	16	282	140 110 90	CAUSTICA 2 CST decan- toare.	leșie caustific.	102	1,5	1,4	+ risp 20%	1		1		
37	CAJONIA 100 CST	5	5	5	80	25	1500	17	717	19,5	44	16	282	60 40 10	CAUSTICA 2 Decan- toare spălă- tor.	nămol.	90	1,8	1,9	+ m 50%	1		1		
38	CAJONIA 100 CST	2	2	2	80	25	1500	17	717	19,5	44	16	282	60 40 10	CAJONIA 2 spălă- tor.	nămol spălat.	100	2,2	1,7	+ risp 20%	1		1		

440-2-7
336 G

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	2	1	1	1	20	25	1500	17	7,17-9,5	44	16	232	100 80 40	CAUSTICA 2 pre- plin. → spălă- tor et 6.	leșie.	80	1,5	1,5	CaO3 + misp 30%	1		1	
2	2	1	1	50	25	1500	17	7,17-9,5	44	16	282	40 30 10	CAUSTICA 2 Rez. → spălă- tor et 2.	leșie filtru	70	1,1	1,1	CaO3 2%	1		1		
3	2	1	1	60	25	1500	17	7,17-9,5	44	16	282	80 60 20	CAUSTICA 2 canal → etj. 6	leșie canal	75	1,1	1,1	CaO3 + misp 20%	1		1		
4	2	1	1	60	25	1500	17	7,17-9,5	44	16	282	100 60 20	CAUSTICA 2 Rez. → canal → turnată stj. 6 even.	leșie	80	1,2	1,5	CaO3 + misp 20%	1		1		
5	2	1	1	60	25	1500	17	7,17-9,5	44	16	282	100 80 40	CAUSTICA 2 Rez. → DCB	leșie returnată	80	1,2	1,1	CaO3 + misp 20%	1		1		
6	2	1	1	60	25	1500	17	7,17-9,5	44	16	280	80 75 70	CAUSTICA 1 Rez. mic Der III cisa- terna	leșie solu- ție hidro- xidă 50 % + carbonat de sodiu.	80	1,4	1,45		1		1		1,5
7	2	1	1	60	25	1500	17	7,17-9,5	44	16	280	10 9 8	CAUSTICA 1 Rez. mic returna- te.	leșie solu- ție hidro- xidă de so- diu 40 %.	80	1,2	1,1	CaO3 + misp 20%	1		1		
8	1	1	1	60	25	1500	17	7,17-9,5	44	16	280	80	CAUSTICA 1 Rez. → color.	leșie solu- ție hidro- xidă de cer- veț de sodiu.	95	1,15	1,15	CaO3 + misp 15%	1		1		

19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	20	21	22		
47	0.1% 80-100 CST	2	1	1	80	25	1500	17	7.5	19.5	44	16	280	100	CAUSTICA 1 canal → con- ducte șlam.	rezierea și de la calca nată și suspensie de nisip.	90	1,5	1,9	CeO ₂ + nisip 20%	1,5	1	
48	0.1% 80-100 CST	4	2	2	80	25	1500	17	7.5	19.5	44	16	280	160 140 130	CAUSTICA 1 lobe → decan- tare.	leșie ca- ustificată suspensie carborat de calciu în sol Na OH	105						
49	0.1% 80-100 CST	1	1	-	80	25	1500	17	7.5	19.5	44	16	280	50	CAUSTICA 1 con- densat. → tor pe perono- trice.	spă caldă	80	1	1		1	1	
50	0.1% 80-50 DT	2	2	-	40	14	1500	7.5	80	22	24	D	230	12 10 9	CAUSTICA 1 Rez. → Der IV filtru	leșie dublă decan- t.	72	1,5	1,6		1	1	
51	0.1% 80-50 DT	2	1	1	40	14	1500	7.5	80	22	24	D	230	80 70 60	CAUSTICA 1 DER III → dublă decan- tare.	leșie dublă decentare	120	1,5	1,6		vid	1	
52	0.1% 80-50 DT	2	2	-	40	14	1500	7.5	80	22	24	D	230	7 6 5	CAUSTICA 1 DER IV → baterie	leșie proa- să suspensie de CO ₂ , NaSO ₄ în so- luție, NaOH.	120	1,6	1,8		vid 600 mm col	1	
53	0.1% 80-50 DT	4	4	-	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	20 10	CAUSTICA 2 Der. IV → baterie fil.	leșie decan- tare	120	1,6	1,8		vid 600 mm col	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
54	0.01 50-50 DT	3	2	1	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	60 40 20	CAUSTICA 2 rez. → filtru presă.	leșie	70	1,5	1,6	1	1	1	1	1
55	0.01 50-50 DT	1	1	-	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	40 30 20	CAUSTICA 2 cârlă → rez. tampon.	leșie	60	1,1	1,2	1,02	1	1	1	1
56	0.01 50-50	2	1	1	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	60 40 20	CAUSTICA 2 Der. III → răci- tor.	leșie	100	1,5	1,6	1	1	1	1	1
57	0.01 50-50	2	1	1	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	20 10 5	CAUSTICA 2 Dozela → rez. rile → retur- metă.	sare	60	1,6	1,9	1,02	1	1	1	1
58	0.01 50-50 DT	1	1	-	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	20 10 5	CAUSTICA 2 Rez. → tampon sul- fură.	sulfat sodă	95	1,2	1,2	1,02	1	1	1	1
59	0.01 50-50 DT	2	-	2	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	40 20 10	CAUSTICA 2 cârlă → rez. so- dări. dă roșie	sodă roșie.	90	1,7	1,8	1,02	1	1	1	1
60	0.01 50-50 DT	1	-	1	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	40 20 10	CAUSTICA 2 cârlă → rez. re- dări turnată.	sodă roșie.	90	1,7	1,8	1,02	1	1	1	1
61	0.01 50-50 DT	2	1	1	40	14	1500	10	80	22	24	D	230	40 20 10	CAUSTICA cârlă → rez. so- dări. turnată	sodă roșie.	90	1,7	1,8	1,02	1	1	1	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23
52 O.M. 60-50 21	4	-	4	40	14	1500	10	60	22	24	D	230	60 40 20	CAUSTICA 2 Rez. → st. e- vaporare	leșie filtru	70	151,6		1	1	
53 O.M. 60-50 21	4	3	1	40	14	1500	10	60	22	24	DD	230	12 10 9	CAUSTICA 1 DT-uri → Doze- ruri.	leșie	90				1	
54 O.M. 60-50 21	2	1	1	40	14	1500	5	60	22	24		230	60 40 20	CAUSTICA 2 DT → Dozeuri- le mari.							
55 O.M. 60-50 21	1	1	-	35	20	1500	4,5	60	16	40	32	250	40 20 20	CAUSTICA Dozer → Rez. me- mic → turnet evaporat	sodă dizolvată	50	1,21,25	1	1		
56 O.M. 60-50 21	1	1	-	35	20	1500	7,5	60	16	40	32	250	40 30 20	CAUSTICA Dozer → cister- nă.	leșie	90	1,41,45		1	1	
57 O.M. 60-50 21	4	2	2	35	20	1500	10	60	16	40	32	250	40 20 20	CAUSTICA Rez. → cisterne leșie	leșii	90	1,41,45		1	1	
58 O.M. 60-50 21	7	5	2	35	20	1500	10	60	16	40	32	250		CAUSTICA canel → rezervor	rezidii.						
59 O.M. 60-50 21	10	10	10	24	12	1500	2	75	20	35	8	190	20 15 10	CAUSTICA spala- toz.	namol	50	1,11,12		1	1	

6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
70	OM tip spă lător	30	20	10	24	12	1500	3	73	20	35	6	190	30 20 10	CAUSTICĂ 2 spălat → Sta 7 spălat.	nămol	80	1,1	1,05		1	1	
71	OM tip spălă tor.	2	1	1	24	12	1500	5	73	20	35	6	190	20 15 10	CAUSTICĂ 1 canal → rez. returne tă.	rezidii	80	1,1	1,1	CaCO ₃ + nisip 10%.	1	1	
72	OM tip spălă tor.	2	1	1	24	12	1500	5	73	20	35	6	190	15	CAUSTICĂ 1 căldări → rez returne tă.	sodă roșie	90	1,1	1,15	rezi- dii. 40 %	1	1	
73	OM tip spălă tor.	1	-	1	24	12	1500	7,5	73	20	35	6	190	12 10 9	CAUSTICĂ 1 Rez. → dar IV filtru	leșie du- blă decan- tare.	72	1,5	1,6		1	1	
74	TRB 80	2	2	-	50	36	3000	22	87,6	24	29	D	220	50	CAUSTICĂ 1 Decan- spălă- toare.	leșie canal.	80	1,2	1,3	CaCO ₃ + nisip 20 %.	1	1	
75	TRB 80	4	2	2	50	36	3000	22	87,6	24	29	D	220	30 20 10	CAUSTICĂ 2 Rez → DCB BSB	lepte BSB	70	1,7	1,8	Ne + CO ₂ susp sie. 60%.	1	1	
76	TRB 80	5	5	-	50	36	3000	30	87,6	24	29	D	220	40 35 30	CAUSTICĂ 1 Rez. → Rez de filtru presiu ne.	nămol	90	1,1	1,1		1	1	
77	TRB 80	2	1	1	50	36	3000	30	87,6	24	29	D	220	20 25 20	CAUSTICĂ 1 Decan- spălă- tor.	leșie filtrată	80	1,6	1,7	CaCO ₃ + nisip 80%.	1	1	

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
78	TRB 80.	4	4	4	50	38	3000	30	87,6	24	29	D	220	150	CAUSTICA 1 rez. le- sie nor- mală.	leşie normală.	95	1,1	1,15	CaCO ₃ + nisip 20%	1	1
79	TRB 80	3	2	1	50	38	3000	30	87,6	24	29	D	220	100	Caustică 1. Tobe → C.S.T.	leşie caustific.	100				1	1,5
80	TRB 60	3	2	1	50	38	3000	30	87,6	24	29	D	220	10 9 8	CAUSTICA 1. evapo- rare. → D.C.B.	leşie returnată.	80	1,1	1,1	CaCO ₃ + nisip 20%	1	1
81	TRB 60	2	1	1	50	38	3000	30	87,6	24	29	D	220	50 40 30	CAUSTICA 1 rez. sub Fil- spălătoare. re.	carbonat de filtru.	60	1,7	1,1	CaCO ₃ 80%	1	1
82	TRB 50-50	4	3	1	630	50	1500	150	12,5	33	60	70	450	600 600 500	CAUSTICA 1 rez. → Batai	şlam	90	1,5	1,8	nisip CaCO ₃ 50%	1,5	1
83	TRB 50-50	2	-	2	630	50	1500	200	12,5	33	60	70	450	800 600 500	CAUSTICA 2 rez. → Batai	şlar	90	1,5	1,8	nisip CaCO ₃ 50%	1,5	1
84	TRB 50-50	4	2	2	630	50	1500	200	12,5	33	60	70	450	600 250 500	CALCIUM 2 rez. → Batai	leşie fină.	105				2m	pa
85	TRB 60	1	1	-	80	22	1500	45	62,1	225	52			120 110 90	CAUSTICA 1 evapo- rare. → pulve- rizator	leşie cloră.	100				1	1,2
86	TRB 100	1	1	-	100	46	1500	45	79,5	13,5	45			60	CAUSTICA 1 rez. → rez. total.	leşie normală	95	1,1	1,2	CaCO ₃ + nisip 20%		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
12	5	2	1	160	64	1500	250	42,39	39	90	63	460	2500 1500 1000	UTILITATI răci- rez. toare — Nr. 3 cu stro- pire.	apă	32			NaCC3				
11	4	1	1	1620	90	1500	200	125,93	45	90	67	540	600 580 550	CALCINATA 2 traseu — rez. apă ind. — et. 12.	apă in- dus- trială.	30							
10	4	2	2	2550	61	1000	630	142,35	39	90	84	640	12000 12000 12000	UTILITATI Jecan- rez. tor sus- Nr. 2 sensio- nat Pri- es Olt.	apă industrială								
9	3	2	2	100	40	3000	10	109,5	30	64	50	195		UTILITATI Decent — St. Bi- ologica Mihăi- iești.	apă								
8	3	1	1	100	40	3000	10	109,5	30	64	50	195		CALCINATA 1 Prea- St. 3 plin. — traseu filtru.	apă potabilă.								
7	3	2	2	55	50	3000	30	65,7	18	50				UTILITATI Bazin- Uzinele Nr. II Nr. 2 Nr. 3	apă potabilă								
6	3	1	1	100	40	3000	30	98,6	27	73				UTILITATI Bazin- Uzinele Nr. II Nr. 2 Nr. 3	apă potabilă								
5	3	1	1	110	30	1500	30	62	17	60	60	340	150 100 50	CALCINATA 2 res. — et. 12	slană	50		04000 30 risip					

c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
95	5	5	1	2	110	36	1500	30	62	17	60	60	340	105 105 105	VAR I Cuvă Căută centrale	slam	1,8	1,8	nisip 5%	0,1	0,3			
96	5	5	1	2	110	36	1500	30	62	17	60	60	340	105 105 105	VAR II Cuvă Căută centrale calcină	slam	1,8	1,8	nisip 5%	0,1	0,3			
97	5	2	1	1	110	36	1500	30	62	17	60	60	340	90 40 20	VAR 2 Lorile cu bi- ie	slam recuperat	1,8	1,8	nisip 5%	0,1	0,3			
98	5	1	-	1	110	36	1500	55	62	17	60	60	340		CALCINĂ I rez. → etaj 4	condens RGA								
99	5	1	1	-	110	36	1500	55	62	17	60	60	340		CALCINĂ I colec- → RGT tor → etj. 7	apă industri- elă.								
100	5	2	1	1	110	36	1500	30	62	17	60	60	340	120 50 40	VAR I ADC cel 1 m.	apă caldă	1,8 60	1				2	at	
101	5	3	2	1	110	36	1500	30	62	17	60	60	340	150 100 50	CAUSTICA 2 rez. → st. de centrare rez. temp. tote.	leșie caustică	95 1,4 1,5	1,5	CaCO3 + nisip 30%					
102	5	2	1	1	110	36	1500	45	62	17	60	60	340	150 100 50	CAUSTICA 1 tobe → CST	leșie caustica- că.	95 1,4 1,5	1,5	CaCO3 + nisip 30%					

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	41126	1	1	-	85	28	5000	15	142,459	76	18	163	60 50 30	CAUSTICA 2 concen- satoa → lător rele bă- rometri- ce.	apă caldă.	1	1	1			1		
0	316	1	1	-	60	50	1500	4	76,621	66	7	218	20 25 20	CAUSTICA 1 DEJ → DER	apă caldă	100	1	1			1	6	
15	316	1	1	-	60	50	1500	5,5	76,6	21	66	7	216	10 9. 8	CAUSTICA 1 evapo- rare → (GE7).	leșie 5c/7	72	1,4	1,6		1		
16	316	1	1	-	60	50	3000	10	76,6	21	66	7	216		CALCINATA 1 canal → PIM	residii							
17	316	2	1	1	60	50	3000	10	76,6	21	66	7	216		CALCINATA 1 calcină → co- tor abur lec- tor Ø 1100.	condens							
18	316	2	1	1	60	50	3000	10	76,6	21	66	7	216		CALCINATA 1 Rez. → sare ră purif. var.	leșie groasă.							
19	316	2	1	1	60	50	3000	10	76,6	21	66	7	216	40	CALCINATA 1 cis → rezer- vează vor.	amoniac soluție	10 20			0,2	3		
20	316	2	1	-	60	50	3000	10	76,6	21	66	7	216	60 40 20	CAUSTICA 1 evc → decan porc- tor.	leșie returnată	100	1,1	1,2	0,505 + nișă 200	1	1	

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25
111	3K6	2	1	1	60	50	5000	17	76,6	21	66	7	218	20 20 10	CAUSTICA 1 Rez. → DOB filtru Nr. 2	lapte B.S.B.	50	1,7	1,8	lapte BSB 60%	1	1	
112	3K6	1	1	-	60	50	3000	17	76,6	21	66	7	218	80 75 70	CAUSTICA 1 Dozer → Rez. mic → cidă- DER III ternă.	leșie 45%	80	1,4	1,5		1	1	
113	3K6	2	1	1	60	50	3000	22	76,6	21	66	7	218	30 20 10	CAUSTICA 1 Rez. → DOB fil- → Nr.1 tru.	lapte BSB	50	1,7	1,8	lapte BSB 60%	1	1	
114	SPAC	1	1	-	50	20	5000	10	135	38	82	17,5	205		CALCIUMATA 1 canel → Buj 4 P.M	rezidii.							
115	SPAC	1	-	1	50	20	3000	22	135	38	82	17,5	205	60 50 40	CAUSTICA 1 con- decan- tense- → tor. tor. spăla- bero- → tor. metric.	apă caldă	80	1	1		1	1	
116	SPAC	1	1	-	50	20	3000	22	135	38	82	17,5	205		CALCIUMATA 1 cote → treacă 0 - filtru mez.	leșie							
117	SPAC	1	1	-	10	14	1500	3	58	16	60	10	165	20 15 10	CAUSTICA 1 evapo- decan- mene. → tor.	leșie returnata	70	1,1	1,2	CAFO 3 nicip 205	1	1	
118	SPAC	1	1	-	10	14	1000	3,6	58	16	60	10	165	30	CALCIUMATA 1 barbo- etape net → spălat.	apă industrie lă.	10			din fir ind.2			

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
129	45 K	2	1	1	10	245000	3,8	58	16	60	10	10	10	1-10	CALCINAREA 1 rez. → rez. absorb. tampon etj. 5.	amoniac soluyie	10-20					0,2	0,5
130	45 K	1	1	1	10	245000	3,8	58	16	60	10	10	10		CALCINAREA 1 canal → rez.	rezidii							
131	45 K	1	1	1	10	245000	3,8	58	16	60	10	10	10	15-25	CALCINAREA 1 cister- rez. nă.	sulfură	70					0,2	0,5
132	45 K	1	1	1	10	245000	3,8	58	16	60	10	10	10	15	CALCINAREA 1 rez. → rez. sulfură.	sulfură	70					0,1	0,5
133	45 K	2	2	2	10	245000	5	58	16	60	10	10	10	20 15 10	CALCINAREA 1 cal- rez. dări returna- ta.	sodă roşie.	120	1,4	1,5	sodă roşie 40%			1
134	45 K	2	1	1	100	655000	55	65,7	18	68	11	272	60		CALCINAREA 1 Rez. → Etaj 4 tampon filtre	condensate reci.	40					0,2	0,5
135	45 K	2	1	1	100	655000	55	65,7	18	68	11	272	50-60		CALCINAREA 1 oală → CC condens.	condensate calde.	100					0,5	0,4
136	45 K	2	1	1	100	655000	55	65,7	18	68	11	272	50		CALCINAREA 1 oală → RGRH condens	condens RGRH	65					0,2	0,5
137	45 K	2	1	1	100	655000	55	65,7	18	68	11	272	50		CALCINAREA 1 oală → RICH condens etj. 7	condens RICH	90	0,22	1			0,2	0,5
138	45 K	2	1	1	100	655000	75	65,7	18	68	11	272	50		CALCINAREA 1 oală → rez. nă. filt. legic	apă + leşie	40					0,2	0,5

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
129	6 K 8	2	1	1	17052	1500	55	84	25	76	18	328	50	CALCINATA I Rez. → calci- cota 0 netor tej. 4	condens RGT.	80					0,2 pa		
130	MOOR	4	2	2	50	403000	10	65	18	70	8	248	50	CALCINATA I coloa rez. tem ne. → pon etj lo.	condens RGT	45 50					0,2 pa		
131	TD 1056	3	3	3	105	521500	45	54,7	15	42	20D	450	200 100 80	VAR II tobe → prelai- săr.	lepte var.	89 90		1,12	25%	0,3	pa		
132	TD 1058	1	2	2	105	521500	45	54,7	15	42	20D	450	200 100 50	VAR II cuvă → cuvă centra- lă cal- cinet.	şlem	temp at.		1,12	25%	0,1	0,3		
133	TD 1058	3	5	5	105	521500	45	54,7	15	42	20D	450	40 220 80	VAR I tobe → prelai- săr.	lepte var	36- 90.		1,2	nisi 25%	0,3	pa		
134	TD 1052	1	1	1	105	521500	45	54,7	15	42	20D	450	50 40 20	VAR I st. re- → tobe. circula- re.	şlam recu- peret.	56 60		1,12	nisi 20%	0,1	0,3		
135	EV 70 - 105	2	1	1	380	541500	500		20,2	30			12000 5000 5000	UTILITATI CUVĂ → rez. 3 turn rez 3.	epă	25							

TIPURI, CARACTERISTICI SI PROVENIENTA

Nr c r t	DENUMIREA POMPEI	Nr pompe instalate			CARACTERISTICI NOMINALE pompa din instalatie							PROVENIENTA
		T	F	R	Q	H	n	N	n _s	n _q	η	
1	Terma 65-22	17	11	6	22	50	3000		43	12	55	R.S.R. Aversa Bucuresti
2	Terma 80-22	8	4	4	45	50	3000	10	60	16	50	"
3	Terma 100-28	7	3	4	90	80	3000		65	18	65	"
4	Terma 100-34	6	5	1	90	110	3000		46	13	50	"
5	Terma 150-22	8	4	4	180	50	3000	15	130	36	76	"
6	Terma 200-22	26	14	12	360	50	3000		184	50	71	"
7	Terma 200-28	4	2	2	360	80	3000	132	130	36	73	"
8	Terma 250-28	1		1	720	80	3000	132	183	50	74	"
9	Cerna 80	10	7	3	45	31,5			98,55	27	70	"
10	Cerna 100 b	3	2	1	90	31,5	3000		131,4	36	73	"
11	OM 80-100 CST	40	22	18	80	25	1500	17	71,17	19,5	44	R.S.R. UPCOM
12	OM 80-50 DT	35	20	15	40	14	1500		80	22	24	"
13	OM tip spalator	65	42	23	24	12	1500		73	20	35	"
14	OM 50	13	9	4	35	20	1500		60	16	40	"
15	TRB 80	25	19	6	50	38	3000		87,6	24	29	CEPROM S.A. B.
16	AH 250-50	10	5	5	630	50	1500		20,45	33	80	AVERSA BUCURESTI
17	KSM 80	1	1		80	22	1500	45	82,1	22,5	52	"
18	AG 100	1	1		100	46	1500	45	49,3	13,5	45	"
19	12 NDS	3	2	1	170	64	1500	250	143,35	39	90	"
20	14 NDS	2	1	1	1620	90	1500	200	125,9	34,5	90	"
21	18 NDS	4	2	2	550	60	1000	630	143,35	39	90	"
22	N Ø 2,5	4	3	1	100	40	3000	10	109,5	30	64	U.R.S.S.
23	Sadu 100	4	2	2	55	50	3000	30	55,7	18	50	AVERSA BUC.
24	Lotru 100	1		1	100	48	3000	30	98,6	27	73	"
25	NIF	19	9	10	110	36	1500		62	17	60	R.I.G.
26	4 K 12 a	1	1		85	38	3000	15	142,1	39	76	U.R.S.S.
27	3 K 6	16	11	5	60	50	3000		76,6	21	66	"
28	SPAC	3	2	1	50	20	3000		135	38	82	R.I.G.
29	DE 40 K	9	8	1	10	24	3000	3,8	58	16	60	"
30	4 K 6	11	5	6	100	85	3000		65,7	18	68	U.R.S.S.
31	6 K 8	2	1	1	170	32	1500	55	84	25	76	"
32	NOOR	4	2	2	50	40	3000	10	65	18	70	R.D.G.
33	TMC 105	19	8	11	105	52	1500	45	54,7	15	42	U.R.S.S.
34	RV 70-100	3	2	1	700	54	560	800	106,3	29,12	80	AVERSA BUC.
TOTAL		385 22 150										

POMPE C.P.S. GOVORA

(număr, tipuri și proveniența)

Nr crt	S E C T I A	Total (import + țară)			Țară			Import			Observații
		Pompe	Tipuri	Pompe tip	Pompe	Tipuri	Pompe tip	Pompe	Tipuri	Pompe tip	
1.	Var (vechi + nou)	39	5	7,8	6	1	6	33	4	8,25	
2.	Calcinată veche	59	10	5,9	18	2	9	41	8	5,2	
3.	Calcinată nouă	37	7	5,28	37	7	5,28	0	0	0	
4.	Kaustică (veche + nouă)	236	14	16,85	133	10	13,3	103	4	25,75	
5	Utilități	25	7	3,57	17	5	3,4	8	2	4	
6.	TOTAL GENERAL	596	34	11,61	211	19	11,10	185	15	12,33	

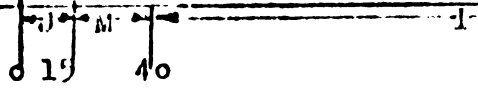
TIPURI SI DEBITE

Nr. c.	DENUMIREA POMPEI	Q m ³ /h					
1.	Terma 65-22	22	→				
2.	Terma 80-22	45	→				
3.	Terma 100-28	90	→				
4.	Terma 100-34	90	→				
5.	Terma 150-22	180	→				
6.	Terma 200-22	360	→			360	
7.	Terma 200-28	360	→			360	
8.	Terma 250-28	720	→			720	
9.	Cerna 80-45	45	→				
10.	Cerna 100 b	90	→				
11.	OM 80-100 CST	80	→				
12.	OM 80-50 DT	40	→				
13.	OM tip spălător	24	→				
14.	OM 50	35	→				
15.	TRB 80	50	→				
16.	AH 250-50	630	→			630	
17.	KSM 80	80	→				
18.	AG 100	100	→				
19.	12 NDS	1260	→			1260	
20.	14 NDS	1620	→			1620	
21.	18 NDS	2550	→			2550	
22.	N Ø 2,5	100	→				
23.	Sadu 100	55	→				
24.	Lotru 100	100	→				
25.	NPF 5	110	→				
26.	4 K 12 a	85	→				
27.	3 K 6	60	→				
28.	SPAC	50	→				
29.	DE 40 K	10	→				
30.	4 K 6	100	→				
31.	6 K 8	170	→				
32.	MOOR	50	→				
33.	TMC 105	105	→				
34.	RV 70-100	3800	→			3800	
				0	50	100	180 m ³ /h

POMPE Q (m ³ /h)	TIPURI		BUCATI					
	Nr.	%	Nr.			%		
			T	F	R	T	F	R
0 - 50	10	30%	189	124	65	50	55	41
50 - 100	12	34%	79	46	33	20	20	21
100 - 180	4	12%	48	22	26	12	10	16
180	8	24%	69	34	35	18	15	22
T O T A L	34	100%	385	226	159	100	100	100

TIPURI SI INALTIMI DE REFULARE

Nr c r t	DENUMIREA POMPEI	H (m)	H (m)
1.	Terma 65-22	50	
2.	Terma 80-22	50	
3.	Terma 100-28	80	
4.	Terma 100-34	125	
5.	Terma 150-22	50	
6.	terma 200-22	50	
7.	Terma 200-28	80	
8.	Terma 250-28	80	
9.	Cerna 80	31,5	
10.	Cerna 100 b	31,5	
11.	OM 80-100 CST	25	
12.	OM 80-50 DT	14	
13.	OM tip spalator	12	
14.	Om 50	20	
15.	TRB 80	38	
16.	AH 250-50	50	
17.	KSM 80	22	
18.	AG 100	46	
19.	12 NDS	64	
20.	14 NDS	90	
21.	18 NDS	61	
22.	N Ø 2,5	40	
23.	Sadu 100	50	
24.	Lotru 100	48	
25.	NIF 5	36	
26.	4 K 12 a	28	
27.	3 K 6	50	
28.	SPAC	20	
29.	DE 40 K	24	
30.	4 K 6	85	
31.	6 K 8	32	
32.	MOOR	40	
33.	TMC 10 b	52	
34.	R V 70-100	54	



H (m)	POMPE	DENUMIREA	Tipuri		Bucăți					
			Nr.	%	Număr			%		
					T	F	R	T	F	R
H 15 m		Joasă presiune (J)	2	6%	100	62	38	20%	27%	24%
15m H 40m		Medie presiune (M)	13	35%	134	86	48	35%	38%	30%
H 40m		Inaltă presiune (I)	19	56%	151	78	73	39%	35%	46%
TOTAL			34	100	385	226	159	100	100	100

POMPE C.P.S. GOVORA
(tipuri și randamente)

TABELUL 2.6.

34

Nr. crt	Denumirea pompei.	$\eta\%$																		
1.	Terma 65-22	55																		
2.	Terma 80-22	50																		
3.	Terma 100-28	65																		
4.	Terma 100-34	50																		
5.	Terma 150-22	76																		
6.	Terma 200-22	71																		
7.	Terma 200-28	73																		
8.	Terma 250-28	74																		
9.	Cerna 80	70																		
10.	Cerna 100 b	73																		
11.	OM 80-100 CST	44																		
12.	OM 80-50 DT	24																		
13.	OM tip spălător	35																		
14.	OM 50	40																		
15.	TRB 80	29																		
16.	AM 250-50	80																		
17.	KSM 80	52																		
18.	AG 100	45																		
19.	12 NDS	90																		
20.	14 NDS	90																		
21.	18 NDS	90																		
22.	N Ø 2,5	64																		
23.	Sadu 100	50																		
24.	Lolru 100	73																		
25.	NPF 5	60																		
26.	4 K 12 a	76																		
27.	3 K 6	66																		
28.	SPAC	82																		
29.	DE 40 K	60																		
30.	4 K 6	68																		
31.	6 K 8	76																		
32.	MOOR	70																		
33.	TMC 105	42																		
34.	RV 70-100	80																		

o 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 $\eta\%$

Nr. crt	POMPE RANDAMENTE		Tipuri		Bucăți					
			Nr.	%	Nr.			%		
					T	F	R	T	F	R
1.	20%	30%	2	6	60	39	21	15	17	13
2.	30%	40%	2	6	78	51	27	20	22	17
3.	40%	50%	6	18	78	42	36	20	19	22
4.	50%	60%	4	12	46	29	17	12	12	11
5.	60%	70%	6	18	52	31	21	13	13	14
6.	70%	80%	10	28	59	31	28	15	14	18
7.	80%	90%	4	12	12	7	5	5	5	6
8.	TOTAL		34	100	385	226	159	100	100	100

POMPE C.P.S. COVORA
(TIPURI SI TURATIE SPECIFICA)^{n_s}

Nr c r t.	DENUMIREA POMPEI	n _s	a	b
1.	Terma 65-22	43		
2.	Terma 80-22	60		
3.	Terma 100-28	65		
4.	Terma 100-34	46		
5.	Terma 150-22	130		
6.	Terma 200-22	184		
7.	Terma 200-28	130		
8.	Terma 250-28	183		
9.	Cerna 80	98,55		
10.	Cerna 100 b	131,4		
11.	OM 80-100 CST	71,17		
12.	OM 80-50 DT	80		
13.	OM tip spalator	73		
14.	OM 50	60		
15.	TRB80	87,6		
16.	AH 250-50	120,45		
17.	KSM 80	82,1		
18.	AG 100	49,3		
19.	12 NDS	142,35		
20.	14 NDS	125,9		
21.	18 NDS	142,35		
22.	N Ø 2,5	109,5		
23.	Sadu 100	65,7		
24.	Lotru 100	98,6		
25.	NIF 5	62		
26.	4 K 12 a	142,4		
27.	3 K 6	70,6		
28.	SPAC	135		
29.	DE 40 K	58		
30.	4 K 6	65,7		
31.	6 K 8	84		
32.	MOOR	65		
33.	TMC 105	54,7		
34.	RV 70-100	106,3		

Clasificarea pomelor după ns

Nr. crt	Pompe Simbol	DENUMIREA	Tipuri		bucăți			bucăți		
			Nr.	%	T	F	R	T	F	R
1.	R	Radiale	30	90 %	358	212	146	93	94	91
2.	D	Diagonale	2	10 %	27	14	13	7	6	9
3.	L	Lente	32	94 %	356	212	146	93	94	91
4.	N	Normale	2	6 %	27	14	13	7	6	9
		TOTAL	34	100	385	226	159	100	100	100

Forma curbelor caracteristice după ns

Nr. crt	Tipuri	bucăți			Forma curbelor caracteristice							
		Nr.	%	R	H (Q)	P (Q)	P(Q)					
								T	F	R		
1.	ns = 110 - 110	23	70 %	220	191	129	85 %	57 %	100 %	100 %	urcătoare cu supresarcină	relativ plate
2.	ns = 110 - 200	11	30 %	65	35	20	15 %	45 %	20 %	100 %	plate fără supresarcină	relativ inclinete
3.	ns = 110 - 200	34	100 %	285	200	110	100 %	100 %	100 %	100 %		

TIPURI SI TUBATIE SPECIFICA (n_q)

Nr crt.	DENUMIREA POMPEI	n _q	L			N			n _q
1.	Terma 65-22	12							
2.	Terma 80-22	16							
3.	Terma 100-28	18							
4.	Terma 100-34	13							
5.	Terma 150-22	36							
6.	Terma 200-22	50							
7.	Terma 200-28	36							
8.	Terma 250-28	50							
9.	Cerna 100 b	27							
10.	Cerna 80	36							
11.	OM 80-100 CST	19,5							
12.	OM 80-50 DT	22							
13.	OM tip apăsător	20							
14.	OM 50	16							
15.	TRB 80	24							
16.	AH 250-50	33							
17.	KSM 80	22,5							
18.	AG 100	13,5							
19.	12 NDS	39							
20.	14 NDS	34,5							
21.	18 NDS	39							
22.	N Ø 2,5	30							
23.	Sady 100	18							
24.	Lotru 100	27							
25.	NPF 5	17							
26.	4 K 12 A	39							
27.	3 K 6	21							
28.	SPAC	38							
29.	DE 40 K	16							
30.	4 K 6	18							
31.	6 K 8	25							
32.	MOOR	18							
33.	TMC 105	15							
34.	RV 70-100	29,12							

Simbol	POMPE De-numirea	Tipuri		bucăți					
		Nr.	%	T	F	R	T	F	R
L	Pompe lente	32	94%	338	212	146	93	94	91
N	Pompe normale	2	6%	27	14	13	7	6	9
TOTAL		34	100%	365	226	159	100	100	100

2.3. CONCLUZII

Analizând situațiile tabelare precedente cu privire la pompele din instalațiile Combinatului de Produse Sodice Govora se pot trage următoarele concluzii:

1. Tipuri, instalații deservite și lichide vehiculate. (tabelul 2.1.).

Din situația tabelară reiese amplasarea fiecărui tip de pompă în instalații, lichidele vehiculate, debitele tehnologice și presiunile în aparatele deservite.

De asemenea, rezultă că puterea instalată a tuturor pompelor este de 17977 Kw din care 10458 Kw pentru pompele în funcțiune și 7519 Kw. pentru pompele în rezervă.

Această evidențiază faptul că pompele sînt un mare consumator de energie electrică în C.F.S. Govora, ceea ce impune cu strălucire efectuarea unui studiu de optimizarea circuitelor hidraulice, în etapa actuală de penurie energetică.

2. Tipuri și proveniența (tabelul 2.2.).

Din situația prezentată, rezultă că pompele instalate în C.F.S. Govora, provin din țară (Uzina Aversa București și URSS) și din import (URSS și RFG). Aga cum se arată la punctul 2, aria pompei indigene se extinde, în detrimentul celor din import (tabelul 2.2.).

3. Număr, tipuri și proveniența (tabelul 2.3.).

În C.F.S. Govora există instalate un număr de 390 pompe, reprezentate de 34 tipuri, din țară și import, media fiind de 11,5 pompe de fiecare tip, deci o mare diversitate.

Pompele de proveniență "Țară", în număr de 211 bucăți sînt reprezentate de 19 tipuri, cu media de 11,10 pompe de fiecare tip, reprezentînd o pondere de 53%.

Pompele provenite din import, în număr de 185 bucăți, sînt reprezentate prin 15 tipuri, cu media de 12,33 pompe de fiecare tip, reprezentînd o pondere de 47%.

Se observă o diminuare a pompelor din import în instalațiile noi realizate după 1970, cînd industria noastră producătoare de pompe, s-a dezvoltat, ponderea importului reducîndu-se la 10% în instalații, pînă în prezent (calculata nouă).

Această tendință s-a accentuat ulterior, fiabilitatea pompelor indigene dovedindu-se mai ridicată decât a pompelor din import, ca urmare a perfecționării proceselor tehnologice de fabricație a pompelor indigene (vezi capitolul 3).

Randamentul ridicat al pompelor indigene cît și diversificarea lor, a făcut posibilă înlocuirea pompelor din import, mai ales prin ridicarea randamentului total de pompare în instalații, așa cum se va arăta în capitolul 4 și 5, (pompele ICH din fabricația IUCH Făgăraș sînt în atenția studiului).

4. Tipuri și debite (tabelul 2.4.)

Se observă că 50% din pompele instalate, au $Q < 50 \text{ m}^3/\text{h}$, restul fiind împărțite în mod egal în gama debitelor: $50 - 100 \text{ m}^3/\text{h}$; $100 - 150 \text{ m}^3/\text{h}$ și $> 150 \text{ m}^3/\text{h}$.

Pompele cu debit peste $100 \text{ m}^3/\text{h}$ sînt pompe de apă, cu excepția pompelor TERMA care sînt pompe pentru lichide tehnologice.

5. Tipuri și înălțimi de refulare (tabelul 2.5.)

Pompele instalate în C.F.S. Govora sînt 26 % de joasă presiune cu $H < 15 \text{ m}$, 35 % de medie presiune cu $15 \text{ m} < H < 40 \text{ m}$ și 39 % de înaltă presiune, cu $H > 40 \text{ m}$.

6. Tipuri și randamente (tabelul 2.6.)

Din situația prezentată, rezultă că 55% din totalul pompelor instalate, au randament sub 50% și anume: 15% cu randament între 20% și 30%, 20% cu randament între 30% și 40% și 20% cu randament între 40% și 50%.

Cele mai scunde randamente le au pompele TERMA și ICH 20/50 DT de fabricație indigenă.

Randamente peste 50%, au pompele TERMA și ICH, de fabricație indigenă.

Ca impune înlocuirea pompelor cu randament mai mic de 50%.

7. Turajia specifică " n_q " și forma curbelor caracteristice (tabelul 2.7.)

Peste 90% din totalul pompelor instalate sînt pompe radiale lente, avînd turajia specifică n_q cuprinsă între 50 și 150, curba caracteristică $H(Q)$, plată, curba $P(Q)$ urcătoare cu supraîncălzire și curba $\eta(Q)$, relativ plată.

8. Turajia specifică " n_q " (tabelul 2.8.)

Si această caracteristică arată că peste 90% din totalul pompelor instalate, sînt pompe lente-radiale.

9. Comparînd debitele tehnologice ale circuitelor cu debitele pompelor care le deservește, (tabelul 2.1.) se observă o neconcordanță în sensul că debitele tehnologice nu sînt un multiple întreg al debitelor pompelor, fiind necesar montarea a două pompe, sau de-a doua pompă revenindu-i acoperirea diferenței de debit care apare.

zintă numai o fracțiune din debitul său nominal.

Acest lucru se traduce prin funcționarea pompei cu un randament scăzut, deci cu un consum inutil de putere.

Se impune deci înlocuirea acestor pompe cu altele care să asigure debitul tehnologic cu o singură pompă, cu randament ridicat mai ales că este vorba în general de debite mici, sub $100 \text{ m}^3/\text{h}$.

De asemenea pompa aleasă va trebui să asigure randamente ridicate pentru toate cele trei debite tehnologice minime, medii și maxime. În cazurile în care debitul tehnologic minim, diferă esențial de debitul tehnologic maxim, va trebui eventual să se monteze o pompă diferită pentru asigurarea acestui debit.

Varianta aleasă comportă un studiu care să țină cont de perioade și frecvența apariției debitelor maxime și pierderile prin laminare în cazul asigurării debitului minim cu aceeași pompă cu care se asigură debitul maxim.

Asigurarea debitelor maxime și minime într-o gamă mare largă cu aceeași pompă și cu randamente satisfăcătoare, se poate rezolva numai prin utilizarea electromotoarelor cu turație variabilă (vezi cap. 6).

CAPITOLUL 3.

STUDIUL PRIVIND FIABILITATEA POMPELOR DIN C.P.S. COVCHA

3.1. INTRODUCERE

Comportarea unui utilaj în exploatare este legată de caracteristicile sale inițiale, cât și de modul în care se prezintă aceste caracteristici în timpul funcționării.

Această ultimă condiție este asociată cu noțiunea de "fiabilitate" de la cuvântul englez "reability" încredere, care indică probabilitatea ca utilajul să funcționeze fără întreruperi în anumite condiții o anumită perioadă de timp.

Utilajele din industria chimică, prezintă unele particularități față de utilajele din celelalte industrii, datorită caracteristicilor proceselor tehnologice precum și reacțiilor chimice și ale relațiilor tehnice dintre substanțele prelucrate și materialele componente ale utilajelor.

Utilajele tehnologice din industrie chimică prezintă și particularitatea că nu funcționează de sine stătător, ci fiecare utilaj este un element al unei linii tehnologice organizată să funcționeze și realizează o anumită fază a procesului tehnologic respectiv.

Defectarea oricărui utilaj tehnologic din instalație conduce la scoaterea din funcțiune a unei întregi linii tehnologice.

Aceste particularități scot în evidență în mod deosebit importanța fiabilității utilajului tehnologic ce intră în dotarea capacităților de producție în industria chimică.

Dacă "calitatea" unui produs poate fi considerată "virtute statică" care satisface consumatorul în momentul acceptării produsului, "fiabilitatea" este o "virtute dinamică" care prezintă conținerea permanentă a performanțelor produselor pe întreaga perioadă a utilizării lor.

Fiabilitatea exprimă cuantificarea încrederii pe care beneficiarul o poate avea în utilajul pe care îl folosește, în scopul pentru care îl folosește, pentru care l-a procurat.

Încrederea în utilaj se poate exprima prin noțiunea de "timpul T" de funcționare fără cedări și depășește astfel "timpul prevăzut în documentația tehnică reprezentată prin relația:

$$R(t) = P(T > t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t q(t) dt \quad (3.1)$$

Alte caracteristici ale utilitatilor, care se estimeaza prin indicatori statistici care definesc nivelul de incalzire si gradul de calitate sau siguranta in functionare a utilitatelor din dotarea liniei tehnologice din industria chimica.

Dintre acestea cei mai importanti sunt:

- timpul mediu de functionare a utilitatii (MTBF);
- timpul mediu de reparatii (MTR);
- disponibilitatea utilitatii (Kd) = indicatorul fiabilitatii, care reflecta capacitatea unui utilitat de a fi apt sa functioneze in orice moment al solicitarii lui;
- rata caderilor (λ) = $\frac{1}{MTBF}$; caracterizeaza intensitatea caderilor pe durata considerata;
- rata reparatiilor (μ) = $\frac{1}{MTR}$; caracterizeaza intensitatea reparurilor in functionare pe durata considerata;
- fiabilitatea (posibilitatea de functionare fara cadere) fiind o functie de probabilitate, de performanta si misiuni de indeplinire, de conditii de functionare sau de ploaie si de durata de timp, calculul acestui parametru coincide cu variabila aleatorie de araba a lui Poisson, de efect al carei relatie:

$$P_n = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda t} \quad (3.2)$$

unde λ are o valoare constanta in perioada considerata, timpul lui fiindu-se de loc; loca.

3.2. STAREA SISTEMELOR DE UTILITATE

Pentru asigurarea continuitatii procesului tehnologic, asa cum s-a aratat la capitolul 2, se stabilesc puncte de lucru si se stabileste o lista de grupuri de reparatii care asigură "siguranta" sau "calitatea" sau "fiabilitatea".

Prin urmare, pentru asigurarea continuitatii procesului tehnologic si orice alt utilitat trebuie sa fie in stare de functionare (con. 1) sau intervenatia trebuie sa fie imediata si sa se realizeze in cel mai scurt timp posibil. In acest scop, se stabilesc metode de reparatii si se stabilesc proceduri de reparatii.

de asbest de la presetupe, înlocuirea sau strângerea câte unui șurub, operații care necesită puțin timp și nu au consecințe asupra procesului tehnologic, ele executându-se de operatorii chimiști din fabrică se pot considera căderi în sensul celor de mai sus, intervențiile pentru schimbarea axului, motorului sau carcasei pompelor, rulmanților, etc.

Pentru studiul fiabilității pompelor din dotarea CIG Covora, s-au ales un număr de 20 pompe (tabel 3.1.), pornind de la următoarele considerente:

a. Existența unor date de evidență privind orele de funcționare pe un timp cât mai îndelungat și a defecțiunilor apărute în acest timp;

b. S-a ales un număr aproximativ egal de pompe care să acopere trei domenii reprezentative de debite (0-50; 50-100; 300 l/c/h)

c. S-a ales un număr aproximativ egal de pompe de concepție și fabricație internă și pompe din import (chiar dacă piesele acestora au fost asimilate);

d. Pompele considerate să cuprindă cele mai caracteristice lichide vehiculate: apă, fluide cu materiale în suspensie, fluide cu materiale abrazive și fluide corozive, leșii caustice, saramură amoniacală, saramură, condensate și leșie de filtru;

e. S-au ales câte un număr aproximativ egal de pompe cu piese din FC și INOX.

În acest fel, indicatorii de fiabilitate ce vor rezulta din studiu, vor permite să se tragă concluzii utile, care se pot extinde la toate pompele cu care este echipat Combinatul de Încălzire și Racire Covora.

Analizând indicatorii de fiabilitate din tabelul 3.2. rezultă următoarele:

1. Timpul mediu de funcționare -MTBF- între două căderi la cele 20 pompe, este 110,5 ore, adică mai puțin de o săptămână de funcționare continuă, pompele din import realizând 207,7 ore adică va mai mult de jumătate de an, iar cele de producție internă numai oare adică dublul mediei.

În ceea ce privește debitul, cel mai bun îl au pompele cu debitul peste 100 l/h, în această categorie intrând TORMA producție internă. Pe lângă cele ce ne deplășim în domeniul pompelor cu debit mic, MTBF scade sub medie.

Amplasarea este acceptabilă, cel mai bun îl au în schimb pompele ce vehiculează apă, iar cele mai scăzute o au cele ce vehiculează lichide cu suspensii și lichide abrazive, MTBF este în jur de 50 reprezentând doar 30% din medie. Debitul mediu este de 100 l/h, ceea ce este sub medie, rezultă explicit din tabelul 3.2. și din figura 3.1. în ceea ce privește tipul de construcție, acceptabilă este...

Din punct de vedere al materialului părților udate, se observă că pompele cu rotorul și carcasa din FC realizează MTTR din MTDF (pompele care vehiculează lichide cu suspensii) pe când cele cu rotor și carcasă din INOX realizează de circa 6 ori MTDF mai mic.

Rezultatele sînt sintetizate în diagrama din figurile 3.1. - 3.4.

2. Timpul mediu de reparații (MTR) la cele 20 de pompe este de 7,3 ore. Pompele de fabricație internă realizează un MTR mai mare decît cele din import fiind vorba de pompe care se plasează în domeniul debitelor mari (300 m³/h) deci pompe mari. Acest lucru se aplică și MTR mare la pompele cu rotoare și carcase din INOX.

Rezultatele sînt sintetizate în diagramele din figurile 3.1. - 3.4.

3. Disponibilitatea (Kd) așa cum s-a mai arătat este indicatorul fiabilității care reflectă capacitatea unui utilaj de a fi apt să funcționeze în orice moment al solicitării lui. În cazul celor 20 pompe analizate, disponibilitatea Kd este de 98,2%. Cea mai mare disponibilitate o conferă pompele de producție internă (98%) cu piese din inox și care vehiculează lichide corozive, exceptînd pompa (tot de producție internă) care vehiculează apă.

4. Măsură complexă a rata coeficientului de disponibilitate este coeficientul de indisponibilitate (Kind). Cea mai mare valoare a acestui coeficient o reprezintă pompele din import cu piese din FC, cu debite în jurul a 100 m³/h și care vehiculează lichide cu suspensie.

5. Datele căderilor și rata reparațiilor caracterizate prin intensitatea căderilor și a reparațiilor în funcțiune pe o durată de timp dată. Ele sînt redată în diagramele din figurile 3.5. respectiv 3.6.

Calculul acestor indicatori s-a efectuat după relațiile:

$$\lambda = \frac{1}{MTR} \quad \mu = \frac{1}{MTTR} \quad (3.3.)$$

Întrucît căderile s-au considerat evenimente aleatoare, ce urmează legea de distribuție Poisson.

Cea mai mare rată a căderilor o înregistrează pompa din import cu debite mici, cu piese din FC și care vehiculează lichide cu materiale în suspensie și abrazive.

Cea mai mică rată a reparațiilor o înregistrează pompele de producție internă, cu debite mari și cu materiale inerte.

În populația totală de 20 pompe, rezultă o rată a căderilor de 2,4 la 1000 ore de funcționare și o rată a reparațiilor de 17,9 la 1000 ore de funcționare.

6. Fiabilitatea (sau fiabilitatea de funcționare - Kt - în ore).

Figura 1. Diagrama de disponibilitate și indisponibilitate

atoare ce urmează legea lui Poisson s-a efectuat cu relația:

$R_0 = e^{-\lambda t}$ unde λ are o valoare constantă pe o perioadă considerată iar timpul a fost stabilit la 100 și 1000 ore.

Fiabilitatea globală conform tabelului 3.2. pentru cele 20 pompe a reeșit 78% la 100 ore și 8% la 1000 ore.

Dacă pentru intervalul de timp de 100 ore fiabilitatea se poate considera acceptabilă, la 1000 ore se constată o scădere bruscă de 8% deci total necorespunzătoare.

Singurele pompe care au o fiabilitate acceptabilă la 1000 ore sînt pompele de producție internă (30%) cu piese din material inoxidabil (6%).

3.3. CONCLUZII

Din studiul de fiabilitate care a cuprins 20 pompe dintre cele mai reprezentative cu care este echipat Combinatul de Încălzire Sodice Govora, se desprind următoarele concluzii:

a. În general pompele nu conferă un coeficient de fiabilitate acceptabil decât pentru o perioadă scurtă de timp (100 ore funcționare).

Accenta explicită trebuie pusă pe număr de pompe de rezervă (12 pompe din totalul de 30 pompe instalate adică 40%).

b. Pompele din import au indici de fiabilitate inferiori pompelor de producție internă, ceea ce impune înlocuirea lor cu pompe corespunzătoare din producție internă.

c. Pompele care vehiculează lichide cu suspensii abrazive (lapta de var cu nisip, glauri etc.) au indicatorii de fiabilitate cu mult sub medie ca urmare a scoaterii rapide din funcție a pieselor udate (axe, rotoare, cuprăși). Pentru îmbunătățirea acestor indicatori, piesele în cauză vor trebui confecționate din materiale corespunzătoare, rezistente la uzură, fontă silicioasă, oțel cu nichel etc. în corelare cu natura corozivă a respectivelor lichide.

Se redau în continuare următoarele tabele și diagrame care ilustrează indicatorii de fiabilitate a celor 20 pompe studiate:

1. Elemente de calcul pentru indicatorii sintetici de fiabilitate;
2. Indicatorii sintetici de fiabilitate;
3. M.T.B.P. și M.T.C. după proveniență;
4. M.T.B.P. și M.T.C. după destinație;
5. M.T.B.P. și M.T.C. după lichidul vehiculat;
6. M.T.B.P. și M.T.C. după materialul componentelor;
7. Rata scăderii (λ);
8. Rata reparabilității (μ).

ELEMENTE DE CALCUL A INDICATORILOR SINTETICI DE FIABILITATE

Nr c r t	SOCIETATE	TIP POMPA	PERIODA TA DE OBSER- VATIE.	CURE funcți- onare efecti- vă.	Nr. căr- teri	CANTITATE CĂȘI	CAUZA CADERII	FURNIZOR.		DEBITE m ³ /h.			LICHIDE			MATERIAL POTRIVIT SI CALCULAT.	
								INTELENT	EMOHWI	0-50	50- 100	>300	lichide cu ma- ter. in suspens brazari	lichide cu ma- cu acți- coroziv- une a-ve	Fc.		MCK
1.	Colentina	Tarna 100-200 N = 22 N = 45	1974	2080	2	10	uzură car- casă.	X	-	-	X	-	-	-	X		
2.	Colentina	Tarna 100-220 N = 15 N = 50	1974 1975	172	2	16	bucse uzu- ră prese- tupă.	X	-	-	X	-	-	-	-		
3.	Colentina	Tarna 100-300 N = 100 N = 120	1974 1975	7074	6	10	Rotor presetupa	X	-	-	X	-	-	-	X		
4.	Colentina	Tarna 100-200 N = 100 N = 50	1974 1975	7472	4	6	Rotor presetupa	X	-	-	X	-	-	-	X		
5.	Colentina	Tarna 100-120 N = 100 N = 50	1973 1974 1975	20404	3	150	Carcase Rotor MCK	X	-	-	X	-	-	-	X		
6.	Colentina	Tarna 100-200 N = 100 N = 50	1974 1975	2080	2	10	uzură car- casă.	X	-	-	X	-	-	-	X		

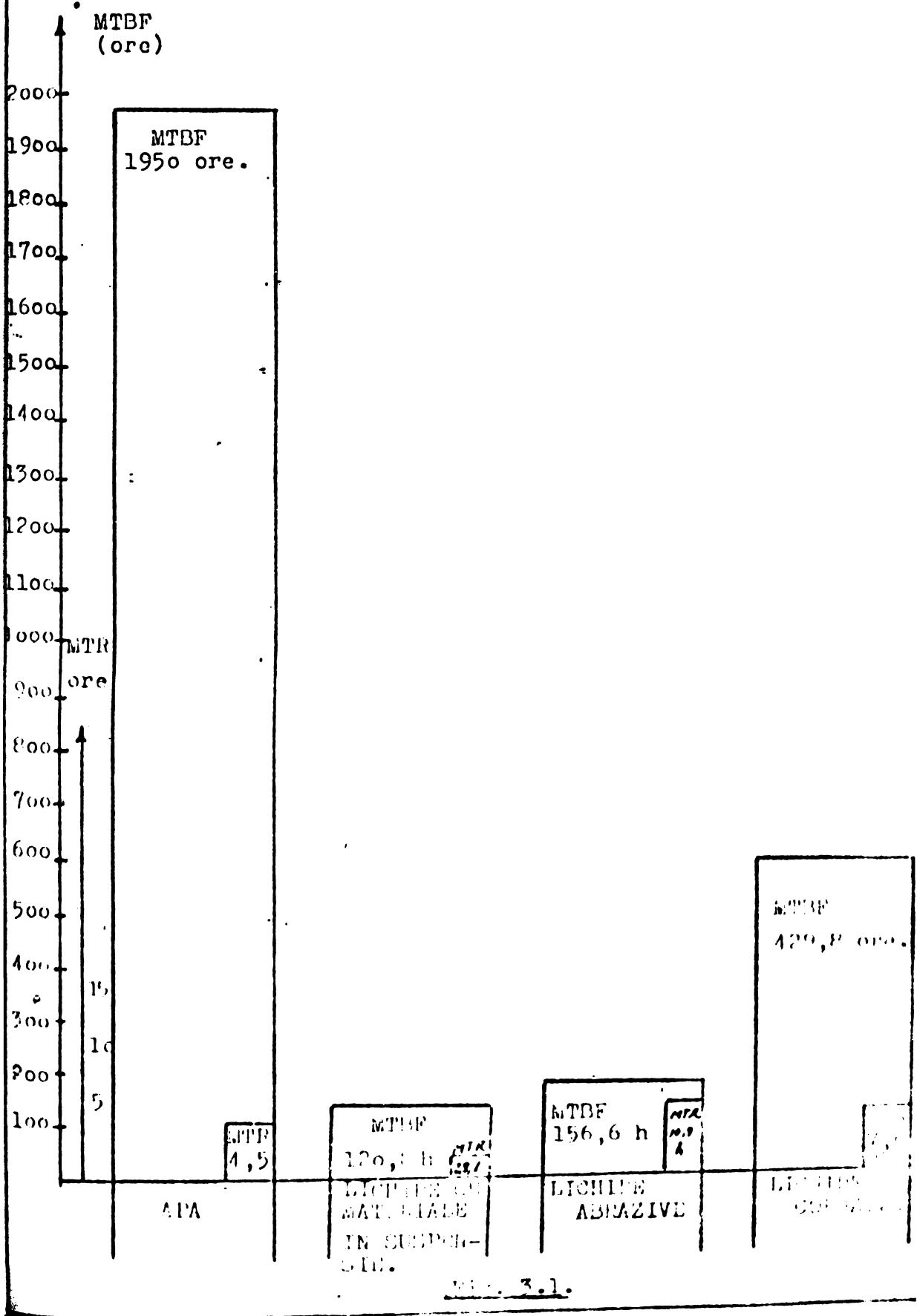
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	De-circa- la 2 Terma 200-20 N=560 M=50	1975	3526	3	150	Cercasă Rotor	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	X
	De-circa- la 1 Ca. 50 N=25 M=20	1966- 1972	34703	140	1265	Ax.Cerca- să Rotor	X	-	X	-	-	-	-	-	X	X	-
	De-circa- la 2 Terma 450 N=40	1975	3900	2	9	Rotor Cercasă	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	X
	De-circa- la 1 Terma 60 N=50 M=20	1960- 1975	74145	11	550	Ax.Cercasă Rotor	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X
	De-circa- la 1 Terma 220 N=650 M=50	1975	3480	10	53	Ax.Cercasă Rotor	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-
	De-circa- la 1 Terma 225 N=70	1969 1975	3795	91	199	Ax. Cercasă Rotor	-	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-
	De-circa- la 1 Terma 220 N=70 M=50	1964 1975	30900	210	420	Ax.	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	-
	De-circa- la 1 Terma 220 N=70	1973- 1975	15704				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
19	Machine- type	OKO K=110- 2-00 H=365- 29	1973- 1975	18936	89	950	Ax. Rotor Cercesă	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-
20	Machine- type	MPZ 4 K=105 H=27,5	1973- 1975	16520	16	175	Ax. Rotor Cercesă	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-
21	Machine- type	NOVA K=30 H=300	1973- 1975	17758	25	50	Ax	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X
22	Machine- type	NOVA K=10 H=21,5	1966- 1975	26+66	40	100	Ax. Rotor Cercesă	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-
23		NOVA K=20-25 H=10-20	1974- 1975	9858	25	255	Ax. Rotor Cercesă	-	X	X	-	-	-	-	X	-	X
24	Machine- type	OKO K=105 H=45	1970- 1975	8213	64	930	Ax. Rotor Cercesă	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-
	Total			207524	508	6275											

SUPRA ÎNCA Indice 50- de de	FURNICIA		- 500 -				LICHIO		MATERIAL SI		TOTAL MATERIAL	
	Intern	Exort	0 - 50	50-100	500	apa	in susp	ve.	conco	ve.		inox
Ore funcționare efective.	166556	1-0970	114500	166950	74006	3900	14205	17071	322200	213200	1-2151	355534
Marar căderi.	199	667	333	400	127	2	101	109	654	608	58	866
de de de	2315	4030	1921	2930	2494	9	192	1105	4959	5310	1035	6345
de de de	330,9	100,3	100,3	417,3	503	1950	120,6	155,6	492,8	264,1	2450,8	410,5
de de de	11,0	1,04	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	7,0	6,0	17,0	7,0
de de de	0,900290	0,792100	0,90350	0,90070	0,90070	0,99769	0,90450	0,935090	0,90404	0,97511	0,99277	0,90044
de de de	0,010700	0,02007	0,01600	0,01700	0,03220	0,00050	0,01559	0,00491	0,01515	0,00240	0,00120	0,1700
$\lambda = \frac{1}{\dots}$	0,011900	0,02000	0,00300	0,00200	0,00170	0,00050	0,00002	0,00000	0,00200	0,00000	0,00040	0,00040
$\mu = \frac{1}{\dots}$	0,00000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,10000	0,50000	0,00174	0,1325	0,15000	0,05010	0,1369
de de de	0,000	0,0	0,72	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,70
de de de	0,000	0,00	0,000	0,00	0,10	0,00	2,50.10	1,00.10	0,10	0,00	0,00	0,00

LOMBE C.P.S. GOVORA

MTBF SI MTR, LUPA LICHIDELE VEHICULATE



POMPE C.P.S. GOVORA
MTBF și MTR
DUPĂ PROVENIENȚA

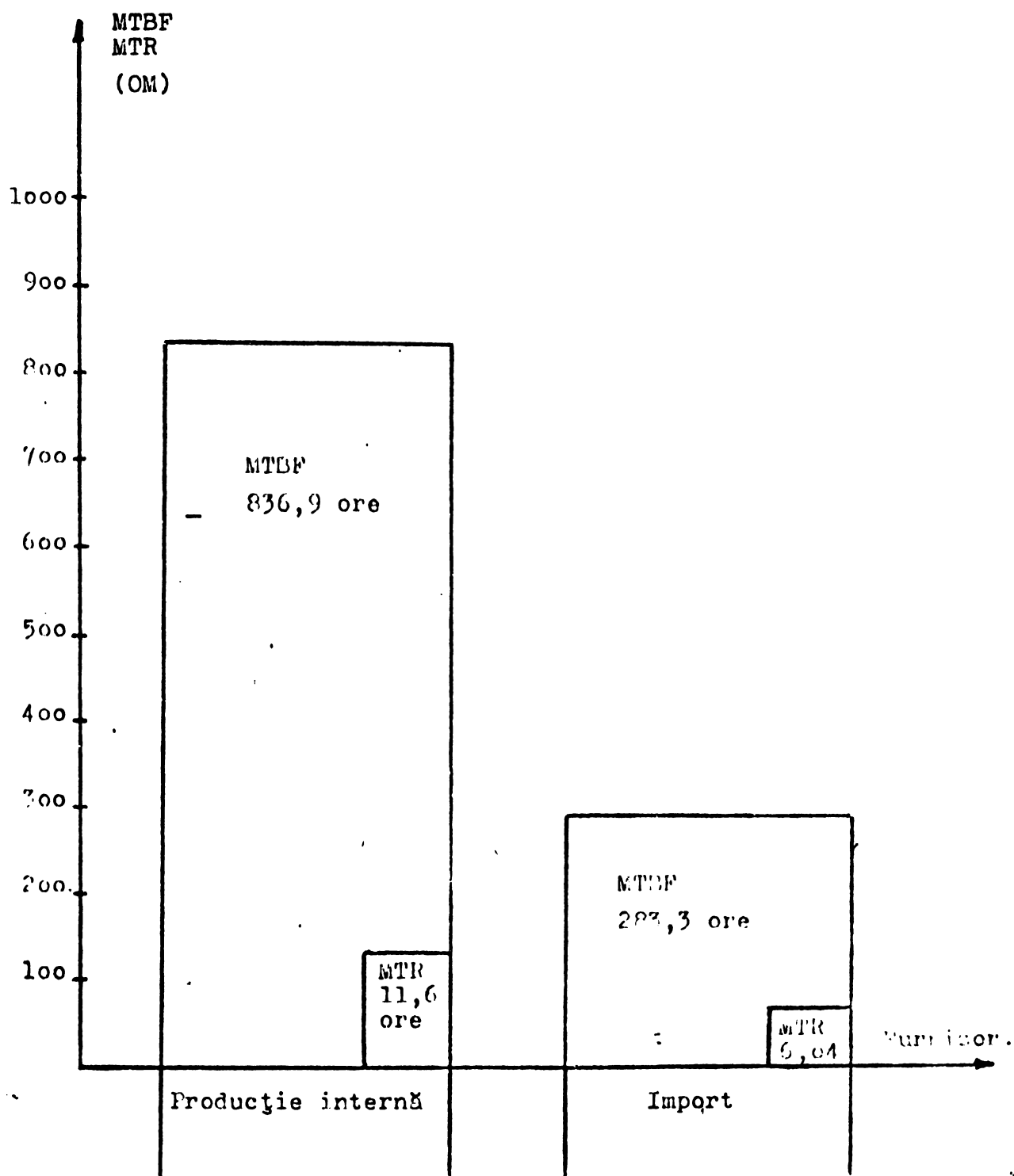


Fig. 3.2.

POMPE C.P.S. GOVORA
MTBF si MTR IUPA DEBIT

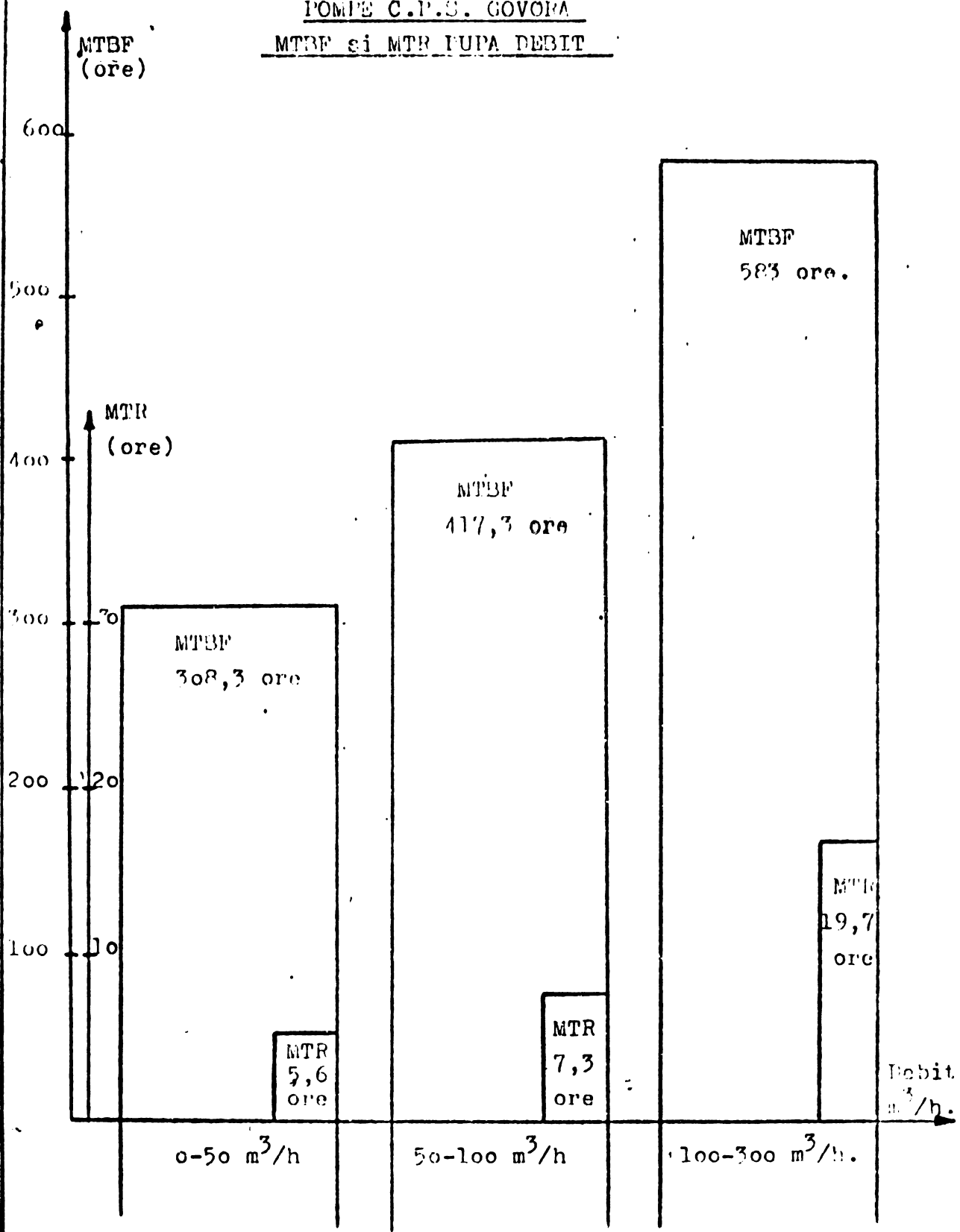
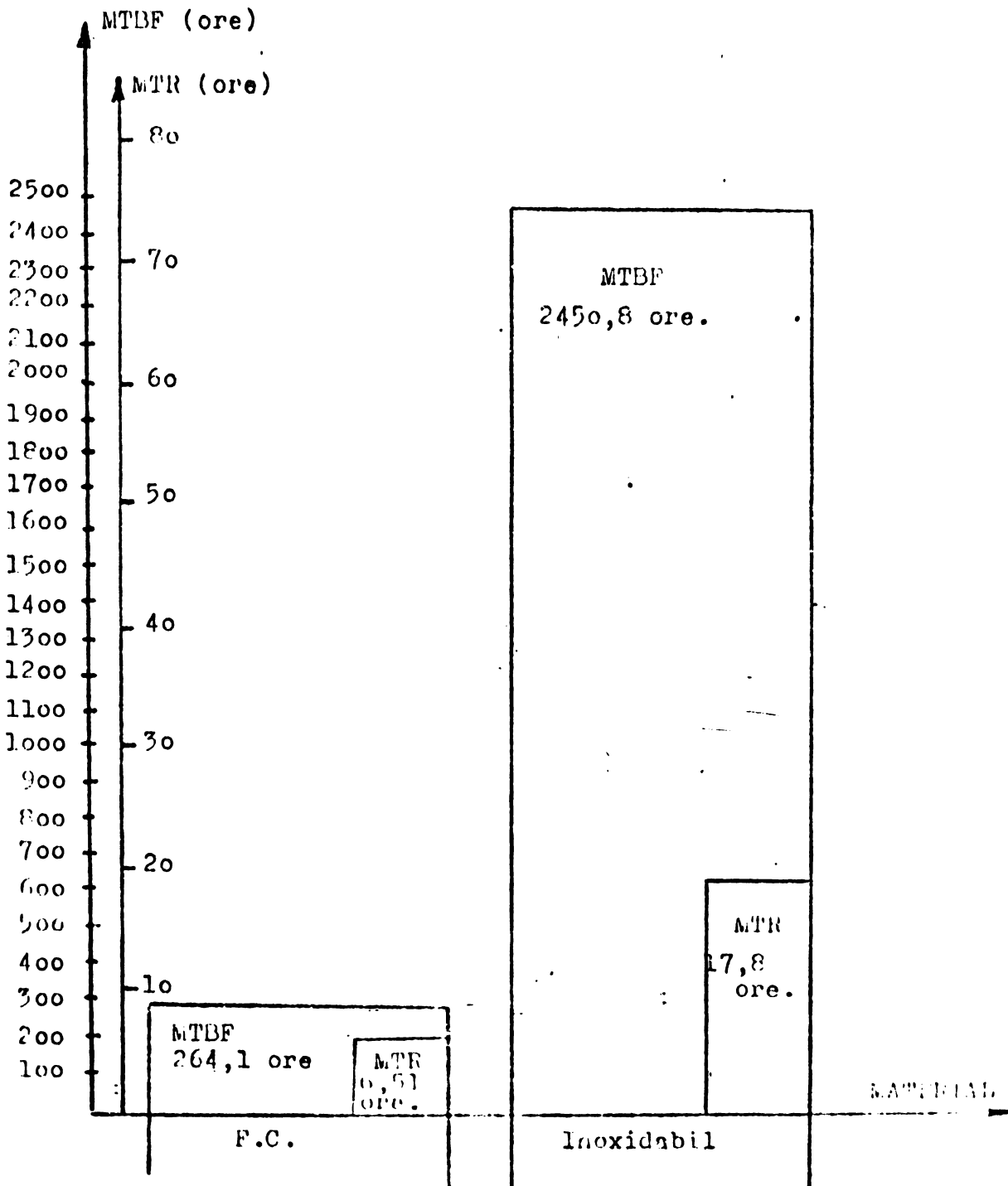
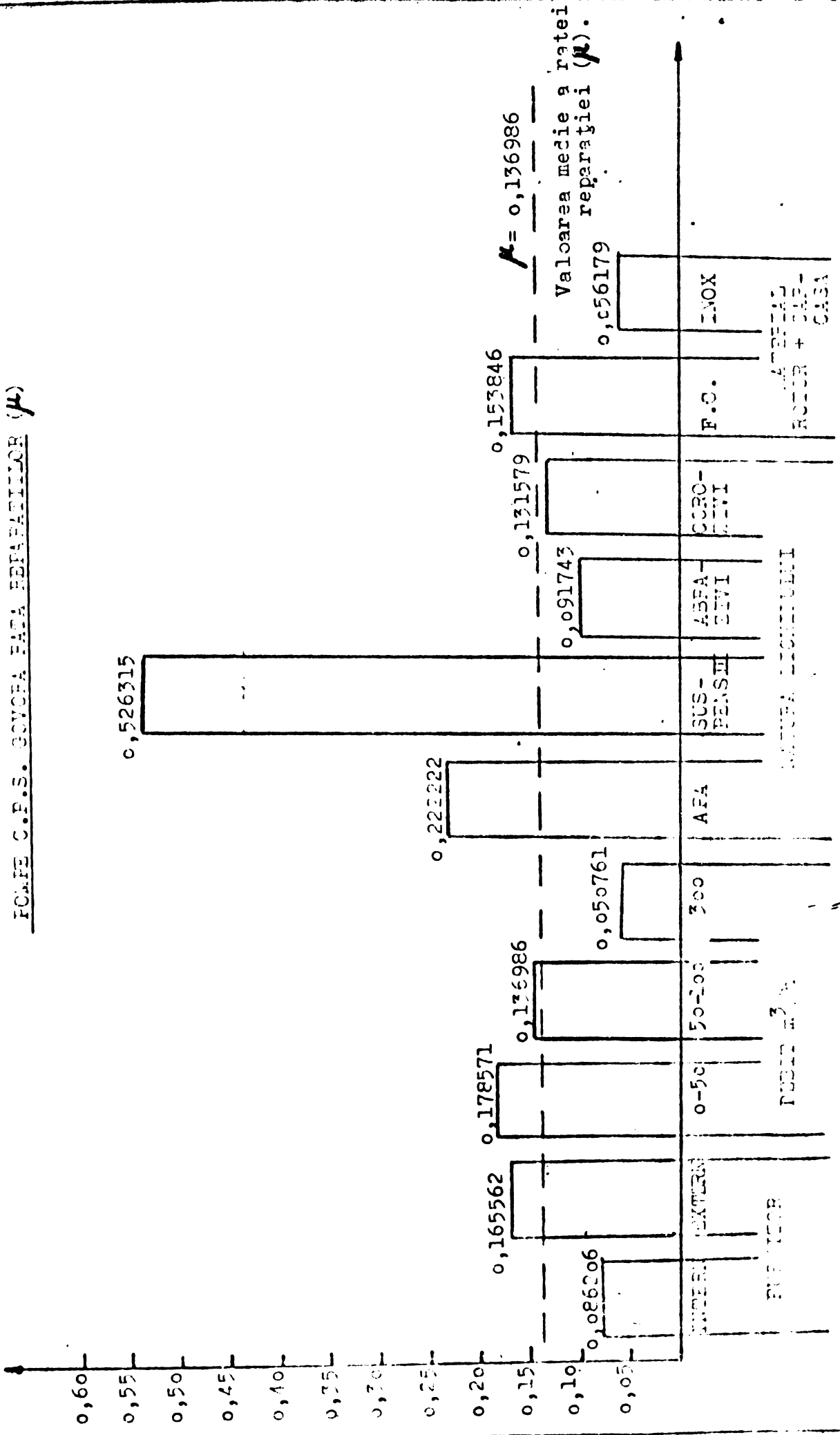


Fig. 3.3.

LOMPE C.F.S. GOVORA
MTBF SI MTR DIPA MATERIAL ROTOR SI
ÇARCASA



FOAIE C.P.S. GUYCHA SAFA REPARATIILOR (μ)



CAPITOLUL 4

CIRCUITELE HIDRAULICE SI OPTIMIZAREA LOR

4.1. NOTIUNI GENERALE CU PRIVIRE LA CIRCUITELE HIDRAULICE

Circuitul hidraulic reprezintă un ansamblu de surse (generatoare hidraulice) și rezistențe (conduțe, coturi, armături), care are rolul de a transporta un debit (Q) de lichid, de la o cota energetică mai mică, la o cotă energetică mai mare.

1. Generatoarele hidraulice (surse), sînt mașini care transmit energie unui lichid în scopul deplasării acestuia.

Modalitatea prin care se realizează transferul de energie, constituie criteriul constructiv esențial al diferitelor tipuri de generatoare hidraulice.

1. CLASIFICAREA GENERATOARELOR HIDRAULICE TORȚIONARE DE LA PRINCIPUL DE FUNCȚIONARE SI DE LA CRITERIUL CONSTRUCTIV.

a. Turbopompe: pompe în care se modifică viteza și presiunile lichidului prin interacțiunea dintre paletetele unui rotor și curentul de lichid, debitul variînd cu înălțimea de refulare. În această categorie, intră: pompele centrifuge, axiale și cu canale laterale.

b. Pompele volumice: pompe în care lichidul este antrenat prin spațiile închise formate dintre organele de lucru și alte organe ale pompei. În această categorie, intră: pompe volumice rotative și alternative.

c. Pompe cu fluid motor (ejectoare).

d. Pompe electromagnetice:

e. Elevatoare hidraulice.

2. CLASIFICAREA POMPELOR CENTRIFUGE, DUFA UTILITĂȚII ÎN INDUSTRIA CHIMICĂ

a. Pompe de proces: pompe care asigură prin parametri energetici proprii, realizarea procesului în scheme tehnologice ale unei instalații, avînd un grad de fiabilitate ridicat.

b. Pompe auxiliare: pompe care asigură vehicularea, trans-

vazarea sau eliminarea fluidelor ce insolesc procesele tehnologice.

3. CLASIFICAREA POMPELOR CENTRIFUGE DUPA CRITERIUL
TURATII SPECIFICE

- a. Pompe lente: $n_s = 30 - 150$; $n_q = 8 - 40$
- b. Pompe normale: $n_s = 151 - 300$; $n_q = 41 - 85$
- c. Pompe rapide: $n_s = 301 - 650$; $n_q = 86 - 180$
- d. Pompe foarte rapide: $n_s = 651 - 1200$; $n_q = 181 - 300$.

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{P}{\rho g H}} \quad (4.1.)$$

$$n_q = \frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} \quad (4.2.)$$

4. PARAMETRII ENERGETICI AI POMPELOR CENTRIFUGE:

- a. Debitul pompat;
- b. Inaltimea de pompare.

5. CURBELE CARACTERISTICE ALE POMPELOR CENTRIFUGE

- a. Caracteristica de sarcina: $H = f(Q)$

$$H = a.n^2 + b.n.Q - cQ^2 \quad (4.3.)$$

- b. Caracteristica de randament: $\eta = f(Q)$

$$\eta = uQ + vQ^2 + wQ^3 \quad (4.4.)$$

- c. Caracteristica de putere: $P = f(Q)$

$$P = \frac{\gamma Q \cdot H}{75 \cdot \eta} \quad (4.5.)$$

- d. Caracteristica de cavitate: $H_{nuc} = f(Q)$

- e. Caracteristica universală:

$$\eta = f(Q, H, n) \quad (4.6.)$$

6. REGLAREA POMPELOR CENTRIFUGE

- a. Tipuri de reglare:

- reglare permanentă;
- reglare temporară.

- b. Procedee practice de reglare.

- variația turăției pompei;
- obturarea prin vane;
- modificarea paletajului;
- reglare prin conducta de întoarcere;

- Introducere aer în conducta de aspirație.

II. REȚEAUA DE COLECTE (REZISTENTE).

In industria chimică circulația fluidelor se face în conducte cu mișcare forțată, cu pierderi de presiune.

Pierderile de presiune la curgerea unui lichid printr-o conductă, se clasifică în:

- 1. pierderi liniare;
- 2. pierderi locale.

Pierderile liniare de sarcină, se exprimă prin relația DARCY-WEISSBACH:

$$h_r = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,0825 \lambda \frac{l}{d^5} Q^2 \quad (4.7)$$

unde λ este coeficientul lui DARCY și are valori diferite în funcție de natura curgerii: laminară sau turbulentă.

Pierderile locale de sarcină sînt exprimate în funcție de viteza fluidului, cu formula:

$$h_r = \rho \frac{v^2}{2g} \quad (4.8)$$

unde coeficientul ρ are valori specifice rezistenței locale:

- a. Pierderi prin schimbări de direcție (coturi, curbe, etc.)
- b. Pierderi prin modificarea secțiunii (diafragme, convergențe, difuzoare).

O categorie aparte o constituie pierderile de sarcină la curgerea lichidelor prin aparatele schimbătoare de căldură. Mărimea acestor pierderi, depinde de elementele geometrice ale spațiului intrinsec sau extra tubular și de direcția de curgere față de fasciculul de țevi tubulare. Literatura de specialitate indică determinarea coeficienților pierderilor de sarcină.

Pierderea de sarcină la circulația lichidului printr-o conductă, depinde în special de diametrul conductei.

Diametrul conductei se determină ținînd cont de pierderea minimă de presiune și de investiția minimă, condiții antagoniste care obligă la determinarea diametrului optim.

III. LICHIDUL VEHICULAT

Proprietățile fizico-chimice ale lichidului vehiculat într-un circuit hidraulic, au o influență hotărîtoare asupra alegerii pompei, și a conductelor, astfel:

- viscozitatea: influențează valoarea numărului Reynolds și deci valoarea pierderilor de presiune prin frecare.

De asemenea influențează curbile caracteristice ale pompei (pompa).

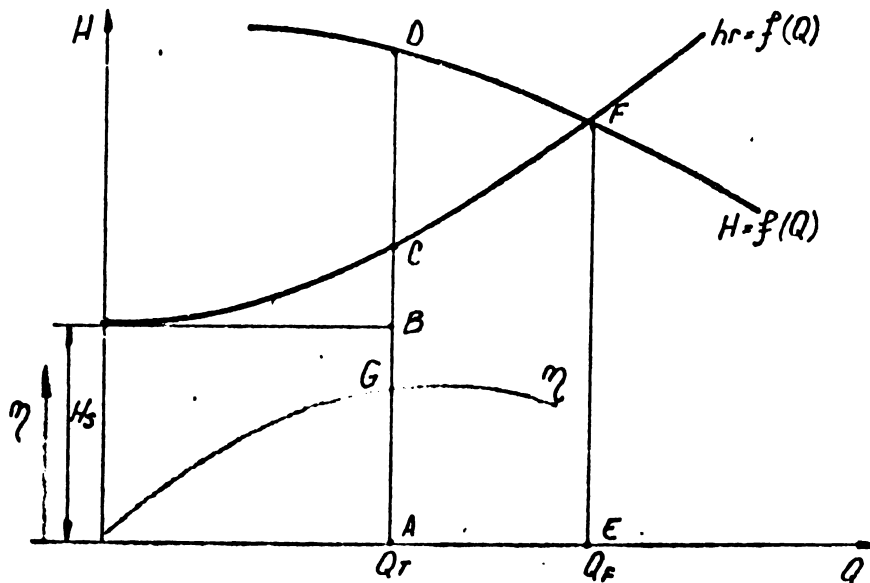
- Căutatea specifică: influențează înălțimea de aspirație și de refulare cît și puterea electromotorului.
- Volatilitatea, influențează NPSH.
- Temperatura și corozivitatea, influențează alegerea materialului pompei, conductei și armăturilor.
- Particulele în suspensie, determină materialul de construcție al pompei și al elementelor circuitului.

4.2. METODA DE OPTIMIZARE A CIRCUITELOR HIDRAULICE

Pentru vehicularea lichidelor cu minim de consum de energie, pe lângă alte considerente care se vor reliefa în cadrul capitolului 5, părțile componente ale circuitelor hidraulice: sursele și rezistențele, trebuie alese, respectiv dimensionate astfel încît:

- a. Rezistența totală a circuitului hidraulic la debitul tehnologic să fie minimă.
- b. Debitul sursei în punctul de funcționare al circuitului cu organele de reglare complet deschise, să fie cît mai aproape de debitul tehnologic și mai mare decît acesta.

Fig. 4.1.



Cu notațiile din Fig. 4.1:

Q_r = debitul în punctul de funcționare al circuitului, cu organe de reglare complet deschise.

Q_T = debitul tehnologic;

$H_S = AB$ = sarcina statică a circuitului;

BC = sarcina dinamică la debitul tehnologic = $hrd =$

$$0,825 \frac{1}{d^4} \left[\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi_i \right] Q_T^2 = k \cdot Q_T^2 \quad (4.9)$$

unde:

d = diametrul interior al conductei;

l = lungimea conductei;

λ = coeficient de rezistență liniară;

ξ_i = coeficienți de rezistență locală;

$AD = AB + BC + CD$ = sarcina creiată de pompă la debitul tehnologic.

CD = sarcina disipată prin laminare la debitul tehnologic.

EF = sarcina creiată de pompă la debitul de funcționare al circuitului cu organele de reglare complet deschise.

$H = f(Q)$ = curba caracteristică de sarcină a pompei.

hr = curba pierderilor de sarcină ale circuitului hidrolic.

Cele două condiții de mai sus se traduc astfel prin:

$$a) h_T = H_S + 0,00825 \frac{1}{d^4} \left[\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right] Q_T^2 =$$

$$= H_S + kQ_T^2 = \text{minim.}$$

$$b) Q_P - Q_T \geq 0 = \text{minim.}$$

Suplimentar și esențial din punct de vedere energetic, va trebui ca randamentul global de pompare în instalație să fie maxim, ceea ce se traduce prin:

$$\eta_G = \eta_{\text{pompă}} \times \eta_{\text{inst}} = \frac{AC}{AD} = \text{MAXIM} \quad (4.10)$$

Realizarea acestor condiții, care optimizează circuitul impune următoarele măsuri:

a. Analizarea elementelor componente ale curbei de sarcină a circuitului și modificarea lor astfel încât, h_T să fie minim.

Acest deziderat, se realizează prin:

1. $H_S = \text{minim}$ (trebuie analizate posibilitățile de reducere la minimum necesar).

2. Diametrul conductei (d) se va alege astfel încât să fie minim, ceea ce presupune un diametru cât mai mare. Restricțiile în acest sens sînt costul investiției, care este direct propor-

gionul cu diametrul și viteza fluidului și invers proporțional cu di-
ametrul, pierderile de sarcină fiind direct proporționale de puterea
tul vitezei.

Se va alege diametrul economic care ține cont de cele
două restricții antagoniste.

Diametrul economic pentru diferite debite, se redă în
capitolul 5, folosind relația "VILBERT".

3. Lungimea circuitului (l), să fie minimă. Se va
alege traseul care conduce la lungimea minimă a circuitului.

4. $\sum \rho = \text{minim}$. Se va reduce numărul de armături,
coturi, teuri, ramificații, etc. la minimum necesar.

b. Alegerea unei pompe a cărei curbă caracteristică de
sarcină să conducă la un punct de funcționare al circuitului (P), cel
mai aproape de punctul (D), realizându-se astfel condiția:

$$Q_p - Q_T = \text{minim.}$$

Aceasta bineînțeles la circuitul analizat sub aspectele
de la punctele 1 - 4 de mai sus și realizat ca atare.

- Problema optimizării, se pune în două situații distincte:
- la proiectarea inițială a circuitului hidraulic,
- la analizarea și reproiectarea unui circuit hidraulic
existent.

În oricare din situații, problema de fond rămâne aceeași
aspectele care se urmăresc a fi rezolvate fiind cele indicate mai sus.

Realizarea este însă mai economică în faza de proiectare
când este vorba de alegerea și transpunerea în fapt a unei soluții op-
timize care necesită numai o muncă de proiectare suplimentară pentru ac-
lectarea soluției optime, care precizează și volumul investiției.

La circuitele existente, în cazul în care în urma anali-
zelor de mai sus rezultă ca necesare modificarea sau înlocuirea unor
elemente ale circuitului, (conducte, armături, coturi, etc.), să fie
realizat dacă investiția necesară pentru modificări sau înlocuiri este
justificată de economiile realizate prin reducerea consumului de en-
ergie ca urmare a modificărilor indicate de studiu.

În cazul unui studiu global pentru toate circuitele ex-
istente într-o unitate economică în speță Combinatul de Încălzire și
Gaze Govora se va avea în vedere și aspectul privind înlocuirea sau
diproce ale elementelor circuitelor hidraulice existente: conducte,
pompe electromotoare, etc. ca urmare a studiului de optimizare, aspect
care are o pondere economică importantă, și care va reliefa la dov-
ata sa valoare efectul economic al optimizării energo-hidraulice a
circuitului hidraulic existent.

In C.F.S. Govora, există un număr de 135 circuite hidraulice tehnologice ale căror pompe în funcțiune însumează o putere de 5,8 MW.

Costul energiei electrice consumată anual de pompele respective, însumează 25 milioane lei, regăsindu-se în valoarea produsului finit cu o pondere însemnată.

Diminuarea acestui consum prezintă o importanță deosebită atât pentru micșonarea prețului de cost, cât și din punct de vedere strict energetic.

Se impune deci un studiu de optimizare energo-hidraulică a acestor circuite, pornind de la situația existentă sub aspectele rătate la 4.2.

S-a procedat în acest sens la un studiu sistematic asupra tuturor circuitelor hidraulice tehnologice existente în C.F.S. Govora, întocmindu-se schemele izometrice cu toate caracteristicile elementelor componente, inclusiv ale pompelor ce le deserveasc.

Pornind de la aceste elemente s-a trecut la studiul de optimizare, urmărind și restrângerea tipurilor de pompe și înlocuirilor lor din import, cu pompe indigene din fabricația curentă I.U.C. Prahova (vezi cap. 4.3.2.).

4.3.1. STUDIUL DE OPTIMIZARE AL CIRCUITULUI HIDRAULIC DE CONDENSATE RECI

In secția Calcinată I, din cadrul C.F.S. Govora condensatele reci de la C.C. se acumulează la cota +0 din hala ADC, într-un rezervor tampon, de unde cu ajutorul unei pompe tip 4K6, sunt pompate în hala de calcinare într-un rezervor tampon amplasat la etajul IV cota + 20 m.

Schema circuitului hidraulic, pompele și rezervoarele sunt redote în fig. 4.2.

Din cele două pompe 4K6 instalate, una funcționează curent, cea de-a doua constituind rezerva în caz de avarii sau pentru înlocuirea primei pompe în timpul reparării ei.

I. Caracteristici tehnice și tehnologice ale instalației existente:

- 1. Caracteristici pompă și electromotor.
 - Tip pompă: 4 K 6 -URSS.
 - Q nominal: 100 mc/h.
 - H nominal: 85 m.
 - η : 68 %.
 - motor acționare electric 220/380 V; 45 kw/500

/min.

- 2. Caracteristici fluid.
 - lichid: apă caldă și fără aer; pH;

- Temperatura: 40°C;
- γ (greutate specifică): 1kg/dmc.
- q tehnologic: 60 mc/h.

II. Analiza hidroenergetică a situației existente.

A. Determinarea punctului de funcționare al instalației de pompare.

1. Determinarea grafică.

a. Se trasează curba caracteristică a pompei 4K6; $H(Q)$ pornind de la datele din catalogul pompei.

b. Se trasează curba caracteristică a instalației $h_p f(Q)$ pornind de la următoarele date:

- schema instalației;
- lista lungimilor și a coeficienților de pierderi locale;
- pierderi liniare și locale din instalație (vezi tabelul Nr. 4.1.).

$$h_r = \frac{0,0825}{d^4} (\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi) \times Q^2$$

c. Se trasează pe aceeași diagramă curbele caracteristice ale pompei 4K6 și curba caracteristică a rețelei. (vezi fig. 4.3.)

La intersecția celor două curbe, se află punctul de funcționare, cu vana de la refulare deschisă complet.

2. Determinarea analitică.

a. Se determină expresia analitică a curbei caracteristice de sarcină a pompei 4K6:

$$H = a + bQ - cQ^2$$

pornind de la valorile H și Q a trei puncte ale curbei caracteristice traseată mai sus și rezultă expresia:

$$H = 102,16 + 0,022 Q - 0,024 Q^2$$

pentru: $H = m$; $Q = mc/h.$

$$\text{sau: } H = 102,16 + 331 Q - 31104 Q^2$$

pentru: $H = m$; $Q = mc/sec.$

b. Se determină expresia analitică a curbei instalației, $h_{rd} = 20 + 15648Q^2$

Fin egalitatea $H = h_{rd}$ rezultă:

$$102,16 + 331Q - 31104Q^2 = 20 + 15648Q^2$$

$$46752Q^2 - 331Q - 82,16 = 0$$

$Q = 105 mc/h$ și înlocuind în expresia lui H obținem:

$H = 65 m$. Deci punctul de funcționare are coordonatele

$$Q_p = 105 mc/h; h_p = 65 m.$$

B. Verificarea diametrului conductei din instalație.

Diametrul conductei din instalație, trebuie să corespundă valorii minime a sumei cheltuielilor necesare pentru instalarea conductei și cheltuielilor necesare pentru energia anuală consumată prin pompare.

Valoarea diametrului economic impus de considerentele de mai sus, se determină cu formula lui VIBERT:

$$d_{ec} = 1,547 \left(\frac{e}{c}\right)^{0,154} \times Q^{0,46} \quad (4.12).$$

unde: d_{ec} = diametrul economic al conductei de refluxare în m.

$\frac{e}{c}$ = raportul costului unui Kwh de energie electrică și costul unui Kg conductă confecționată din fontă.

Q = debitul tehnologic în mc/h.

Rezultă:

$$d_{ec} = 1,547 \left(\frac{0,15}{30}\right)^{0,154} Q^{0,46} = Q^{0,46} = 150 \text{ mm.}$$

Diametrul conductei este de 150 mm, deci apropiat de cel economic.

Viteza reală în conductă la debitul tehnologic este de:

$$v = \frac{\frac{60}{3600}}{\frac{0,15^2}{4}} = 1 \text{ m/sec.}$$

deci în limitele vitezei economice.

$$1 < v_{ec} < 1,2 \text{ m/sec.}$$

C. Concluzii

1. Coordonatele punctului de funcționare pompi-rataș sînt:

$$Q = 165 \text{ mc/h; } H = 65 \text{ m.}$$

2. Coordonatele punctului corespunzător debitului tehnologic de pe curba instalației sînt:

$$Q = 60 \text{ mc/h; } H = 24,3 \text{ m.}$$

3. Pierderi prin laminare pentru diferite debite înportate la debitul tehnologic ($h_v = H - H_c$) sînt redată în tabelul 4. Se observă că pentru debitul tehnologic $Q = 60 \text{ mc/h}$, pierderile de sarcină prin laminare reprezintă 75,7 m, adică 75% din sarcina creștă de pompă.

Puterea disipată prin laminare este proporțională cu suprafața bazinată care se măsoară pe măsura deplasării așezată, adică spre debitul tehnologic.

4. În cazul în care se funcționează cu vana de refulare complet deschisă, punctul de funcționare are coordonatele:

$$Q = 105 \text{ mc/h}; H = 15 \text{ m CA.}$$

Pentru cazul în care se funcționează cu vana parțial deschisă se obțin debite și sarcini intermediare, respectiv pierderi prin laminare intermediare.

Intrucât debitul tehnologic asigurat în rezervorul de aspirație variază foarte puțin în jurul debitului de 60 mc/h, la funcționarea pompei cu vana complet deschisă variația debitului pompei și a vitezelor pe conducte este semisinusoidală. Ca urmare se observă trepidajii iar variația vitezei fluidului favorizează depuneri de crustă pe tubulatură ceea ce explică infundarea acestuia (în prezent s-a tras al patrulea traseu).

În cazul în care se procedează la închiderea vanei de refulare pentru funcționarea continuă și constantă a pompei la debitul de $Q = 60 \text{ mc/h}$, curba instalației se deplasează spre stânga, până la intersecția ei cu curba caracteristică a pompei în punctul de pe verticala ridicată în punctul $Q = 60 \text{ mc/h}$, suprafața hăgurată reprezentând pierderi prin laminare.

5. Pompa 4 K 6 nu este adecvată instalației din considerentele de mai sus, astfel că va trebui înlocuită cu altă pompă a cărei curbă caracteristică să se intersecteze cu curba instalației în apropierea punctului de intersecție al curbei instalației cu verticala ridicată pe axa debitelor, la debitul tehnologic de 60 mc/h.

În fig. Nr. 4.4; 4.5; 4.6, se redau comparativ între pompa existentă și pompa înlocuitoare, modul de folosire al puterii consumate, energia consumată și costul anual al energiei consumate de pompă, din care rees avantajele economice rezultate din optimizarea circuitului.

III. ALEGEREA POMPEI ÎNLOCUITOARE ȘI A MOTORULUI DE ANTRENARE

1. Criterii de alegere

- Pompă de fabricație indigenă din programul de fabricație IUCH Făgăraș unitate subordonată MICh, deci cu ganse de aprovizionare maxime.
- Pompă a cărei curbă caracteristică să îndeplinească condiția de la punctul C - 5.
- Pompă cu randament cât mai ridicat.

2. Pompa aleasă

a. Analizăm câmpul caracteristic al pompelor de fabricație IUCH Făgăraș, se observă că pompa ION 65-100 îndeplinește condițiile cerute. În diagrama din Fig. 4.3. s-a trasat curba caracteristică a instalației, cât și curbele caracteristice ale pompei ION 65-

-160 pentru trei diametre ale rotorului: Ø 150, Ø 160, Ø 175.

b. In tabelul 4.4. s-au determinat analitic in functie de debitul tehnologic, urmatoarele elemente:

- sarcina creiata de pompa la diferite debite si la diferite diametre: Ø 150, Ø 160, si Ø 175.
- pierderi prin laminare la diferite debite si cele trei diametre.

Se observă că rotorul cu diametrul Ø 160 se comportă cel mai favorabil, acoperind un câmp larg de debite, având totodată cele mai mici pierderi prin laminare.

c. Funcția analitică a pompei PCN 65-160.

$$H = 27,5 + 1425 Q - 40500 Q^2$$

unde: H = m; Q = mc/sec.

$$\text{sau } H = 27,5 + \frac{33}{80} Q - \frac{1}{320} Q^2$$

unde: H = m; Q = mc/sec.

d. Functul de funcționare.

$$H_{\text{pompa}} = h_{\text{rețea}}$$

$$27,5 + 1425 Q - 40500 Q^2 = 20 + 15648 Q^2$$

rezultă:

$$Q = 110 \text{ mc/h}; H = 34,43.$$

e. Determinarea puterii electromotorului de 3000 rot/min.

Pompa cu rotor având diametrul corespunzător curbei caracteristice a pompei care se intersectează cu curba instalației pe verticala debitului tehnologic Q = 60 mc/h.

$$P_{\text{utilă}} = \frac{\gamma Q H}{K} = \frac{1 \times 60 \times 24,7}{367} = 4,1 \text{ Kw.}$$

$$P_{\text{absorbibilă}} = \frac{P_{\text{utilă}}}{\eta} = \frac{4,1}{0,75} = 5,60 \text{ Kw.}$$

$$P_{\text{motor}} = P_{\text{abs.}} \times K_1 = 5,60 \times 1,2 = 6,8 \text{ Kw.}$$

-- Puterea pompei cu rotor Ø 175.

$$P_{\text{util}} = \frac{1 \times 60 \times 40}{367} = 6,54 \text{ Kw.}$$

$$P_{\text{abs}} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{6,54}{0,75} = 9 \text{ Kw.}$$

$$P_{\text{mot.}} = P_{\text{abs.}} \times K = 9 \times 1,15 = 10,35 \text{ Kw.}$$

- Puterea pompei cu rotor Ø 160.

$$P_{\text{util}} = \frac{1 \times 60 \times 34}{367} = 5,56 \text{ Kw.}$$

$$P_{\text{abs}} = \frac{P_{\text{util}}}{\eta} = \frac{5,56}{0,75} = 7,72 \text{ Kw.}$$

$$P_{\text{mot.}} = 7,72 \text{ Kw.}$$

f. In concluzie pompa inlocuitoare este de tipul ION 65-160 cu rotor $\varnothing 160$ mm, echipată cu un motor electric de 10 Kw la 3000 rot/min care, la debite apropiate de debitul tehnologic de 60 mc/h realizează:

$$Q = 60 \text{ mc/h;}$$

$$H = 34 \text{ m CA;}$$

$$\eta = 72 \%;$$

și consumă 7,73 Kw, pierderile prin laminare fiind de 9,7 m adică 28% din sarcina creată de pompă.

In vederea introducerii in proces a unei pompe ION 65-160, aceasta se poate comanda la IUCH Făgăraș care o poate livra fără postament și fără motor de acționare, Pentru montare, aceasta poate fi asamblată pe postamentul existent al pompei 4 K 6 utilizând un motor cu caracteristicile necesare, ce se găsește deja în dotarea secției Calcinata 1.

Intrucât lichidul pompăt nu conține impurități mecanice pompa se poate comanda cu strângere mecanică tip CRAINS care asigură o funcționare îndelungată, fără intervenția personalului de exploatare sau reparații.

Observație.

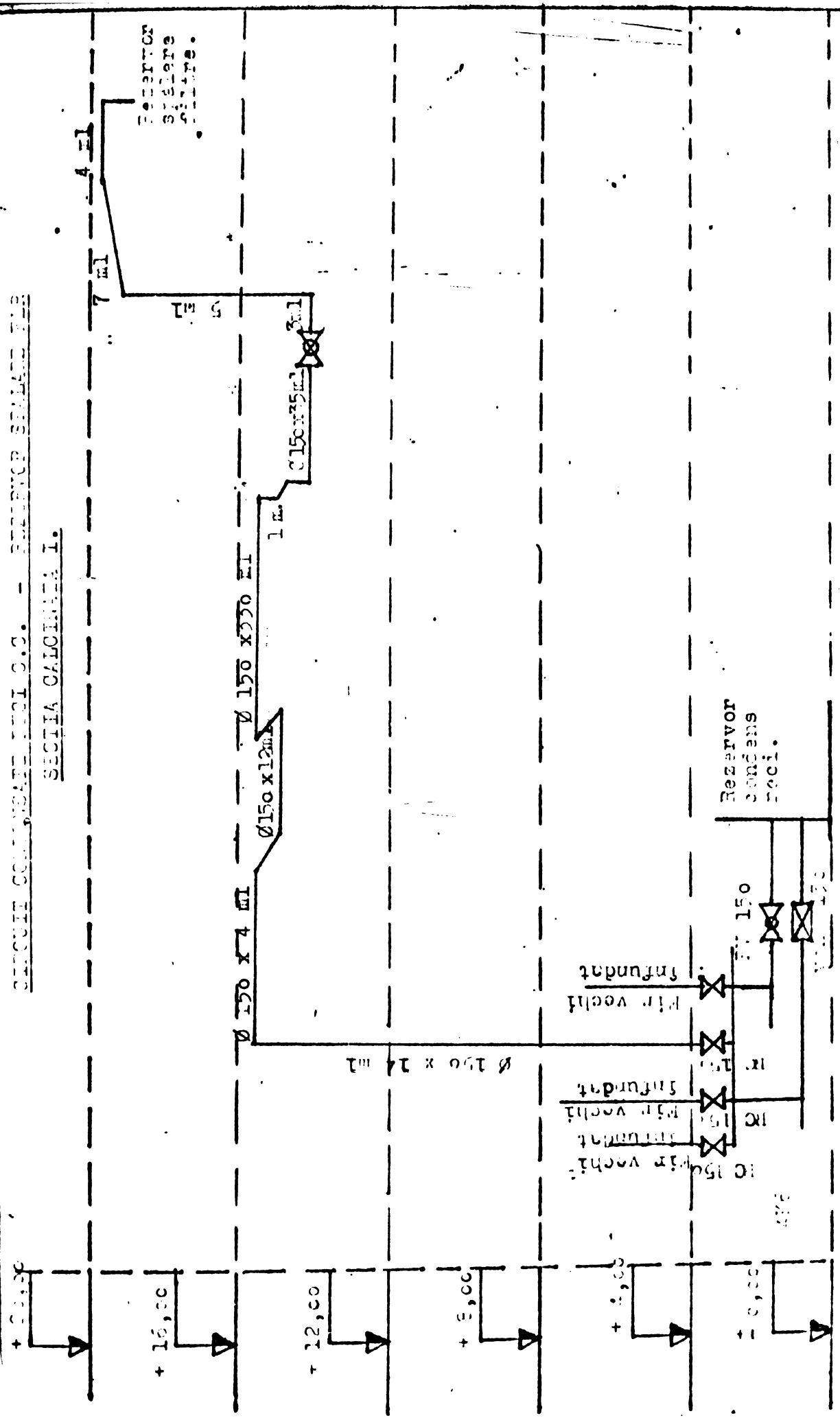
Studiul a fost întocmit pentru o pompă antrenată de electromotor cu turație constantă în care singura posibilitate de a obține sarcini și debite diferite este strângerea rotorului cu max. 20% pentru obținerea de randamente acceptabile.

In ipoteza folosirii electromotoarelor cu turație variabilă, problema se simplifică, putând obține sarcini și debite diferite la aceeași pompă, fără modificarea randamentului, prin schimbarea turației, conform expresiei analitice:

$$H = an^2 + bnQ + cQ^2$$

Cum în prezent obținerea de electromotoare cu turație variabilă nu are șanse, rezolvarea problemei nu este posibilă decât în prezenta analiză.

SISTEM PENGALIRAN AIR DARI S.C. - RESERVOIR SEMPURAN AIR
 SEKTOR KALAMATI I.



CALCULUL PERFORMANTELOR LIMITE SI LOCALE IN INSTALATIE

$$h_T = \frac{0,0225}{d^5} (\lambda \frac{L}{d} + \sum \xi) Q^2 = H$$

Q = debit tehnologic = 60 m³/h.

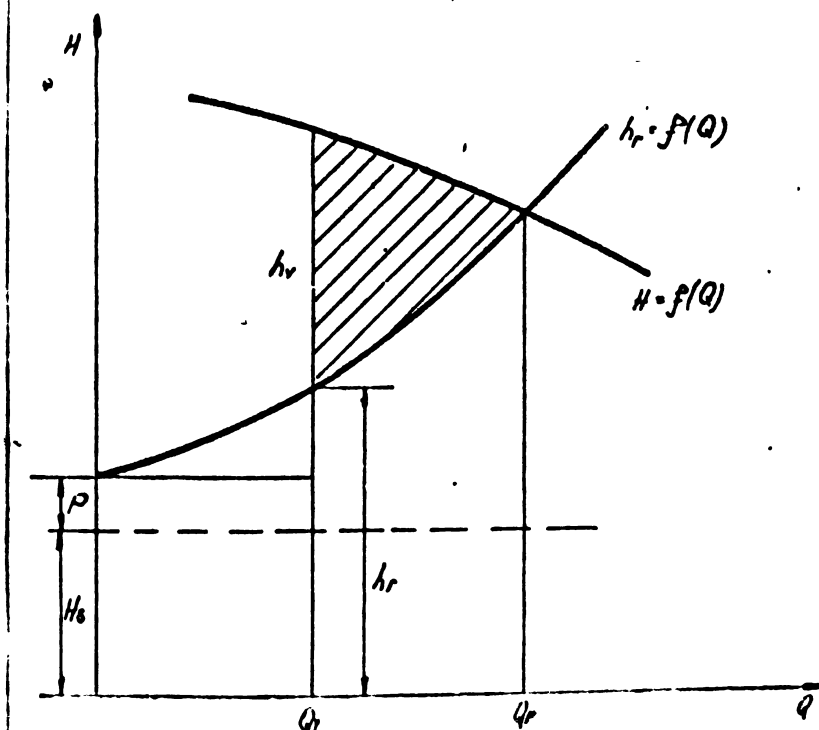
d conducta (m)	0,2 Qt	0,4 Qt	0,6 Qt	0,8 Qt	Qt	1,2 Qt	1,4 Qt	1,6 Qt
v (m/sec)	0,188	0,376	0,564	0,752	0,94	1,128	1,316	1,504
v) (m ² /sec)	0,72 x 10 ⁻⁶							
$\lambda_0 = \frac{64}{Re}$	0,4 · 10 ⁵	0,8 · 10 ⁵	1,2 · 10 ⁵	1,6 · 10 ⁵	2 · 10 ⁵	2,4 · 10 ⁵	2,8 · 10 ⁵	3,2 · 10 ⁵
$\frac{\xi}{d} =$ rugozitate relativă	$\frac{0,01}{0,2} = 0,05; \frac{0,01}{0,4} = 0,025; \frac{0,01}{0,6} = 0,0167; \frac{0,01}{0,8} = 0,0125; \frac{0,01}{1,0} = 0,01$							
Regim scurgere	turbulent intermed.	turbulent rugos	turbulent rugos	turbulent rugos	turbulent rugos	turbulent rugos	turbulent rugos	turbulent rugos
λ	0,022	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
$\lambda \frac{L}{d}$	1,514	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7
$\sum \xi$	64,1							
$\lambda \frac{L}{d} + \sum \xi$	65,614	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5
$0,0225 \cdot \frac{L}{d}$	150							
$\frac{0,0225 \cdot L}{d} (\lambda \frac{L}{d} + \sum \xi)$	2770	2770	2770	2770	2770	2770	2770	2770
$\frac{0,0225 \cdot L}{d} (\lambda \frac{L}{d} + \sum \xi)^2$	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24

TABELUL 4.2.

CALCULUL ELEMENTELOR CURBII CARACTERISTICE
 A INSTALATIEI $H_c = f(Q)$ si h_v LAMINAT

	0	0,2Qt	0,4Qt	0,6Qt	Qt	1,2Qt	1,4Qt	1,6Qt	Qt = debit tehnologic.
Q (m ³ /h)	0	12	24	36	60	72	84	96	Debit
H (m)	102,16	102,8	102,9	101,8	100,0	97,0	92,0	87,0	Sarcina creanta de pompe la dif.debite.
h _r (m)	0	0,14	0,7	2,78	3,70	6,25	8,52	11,13	Pierderi liniare si locale in instalatie.
H _g (m)	20								Sarcina geodelica
p (m)	presiunea atmosferica.								Presiunea relativa a vasul de refuzare.
H = H _g + p + h _r	102,00	102,14	103,60	104,58	103,70	103,25	98,52	95,87	Sarcina conductei si teci + diam. ic.
$h_v = H - H_c$	3,16	32,60	3,20	18,81	7,70	10,75	13,48	15,87	Pierderi prin laminare

DIAGRAMA DE PRINCIPIU



NOTA

H(m) se realizeaza de pompa AK6 care are expresia analitica a curbei caracteristice:

$$H = 102,16 + 371Q - 31104 Q^2$$

(H = m; Q = mc³/h)

TABELUL 4.3.

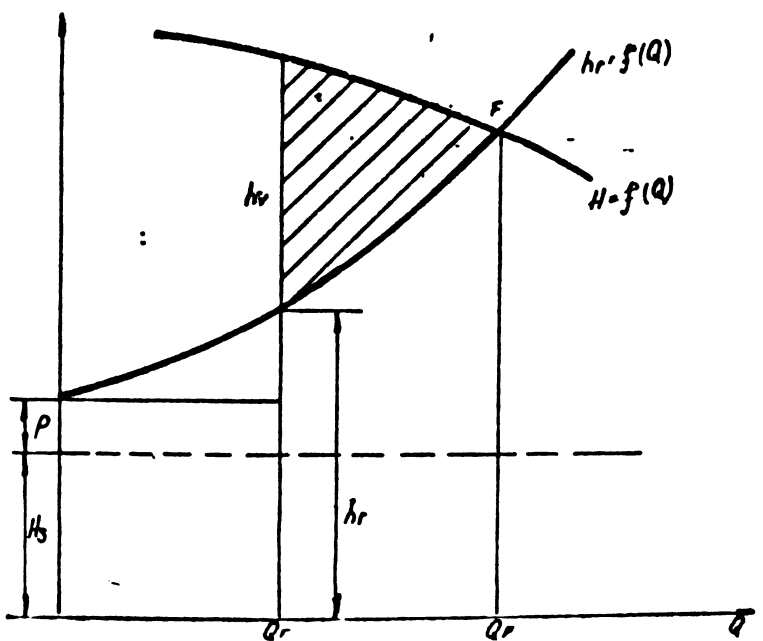
CALCULUL ELEMENTELOR CURBEI CARACTERISTICE

A INSTALATIEI $H_c = f(Q)$ și H_v LAMINAT

FCN 65-160 n = 3000 rot/min.

	0	0,2Qt	0,4Qt	0,6Qt	Qt	1,2Qt	1,4Qt	1,6Qt	Qt = debit tabelat
Q (m ³ /h)	0	12	24	36	60	72	84	96	Debit
H (m)	1,50	1,50	1,10	1,30	1,00	1,00	1,10	1,50	Sarcina creștută de pompă la diferite debite.
	26,50	26,50	26,50	26,00	25,00	25,00	23,00	20,00	
	28,00	28,00	1,00	1,50	11,00	11,00	40,00	28,00	
h _r (m)	0	0,14	0,70	2,70	1,70	6,25	8,25	11,14	ierderi liniare locale în conduct.
H _c (m)	20								Sarcina geometrică
P (m)	presiune atmosferică								Presiune relativă vânt de referință.
H _c = H _g + P + h _r	20,00	20,14	20,70	22,70	21,70	26,30	28,52	31,30	Sarcina completă (instalată)
h _v = H - H _c (m)	10,50	11,10	12,10	10,70	1,70	7,75	4,58	0,20	ierderi prin laminare vânt.
	6,50	6,36	5,80	3,30	1,70	-1,25	-5,52	-11,70	
	18,00	17,76	19,70	17,70	16,70	14,75	11,48	6,70	

DIAGRAMA DE FUNCȚIE



NOTA

H (m) se realizează la pompa FCN (5-160 cu cele trei tipuri de rotație: Ø 175, Ø 150 și Ø 160. Funcția analitică a curbei caracteristice a pompei FCN (5-160 este:
 $H = 27,5 + 1112 - 40500 Q^2$
 (H = m; Q = mc/h).

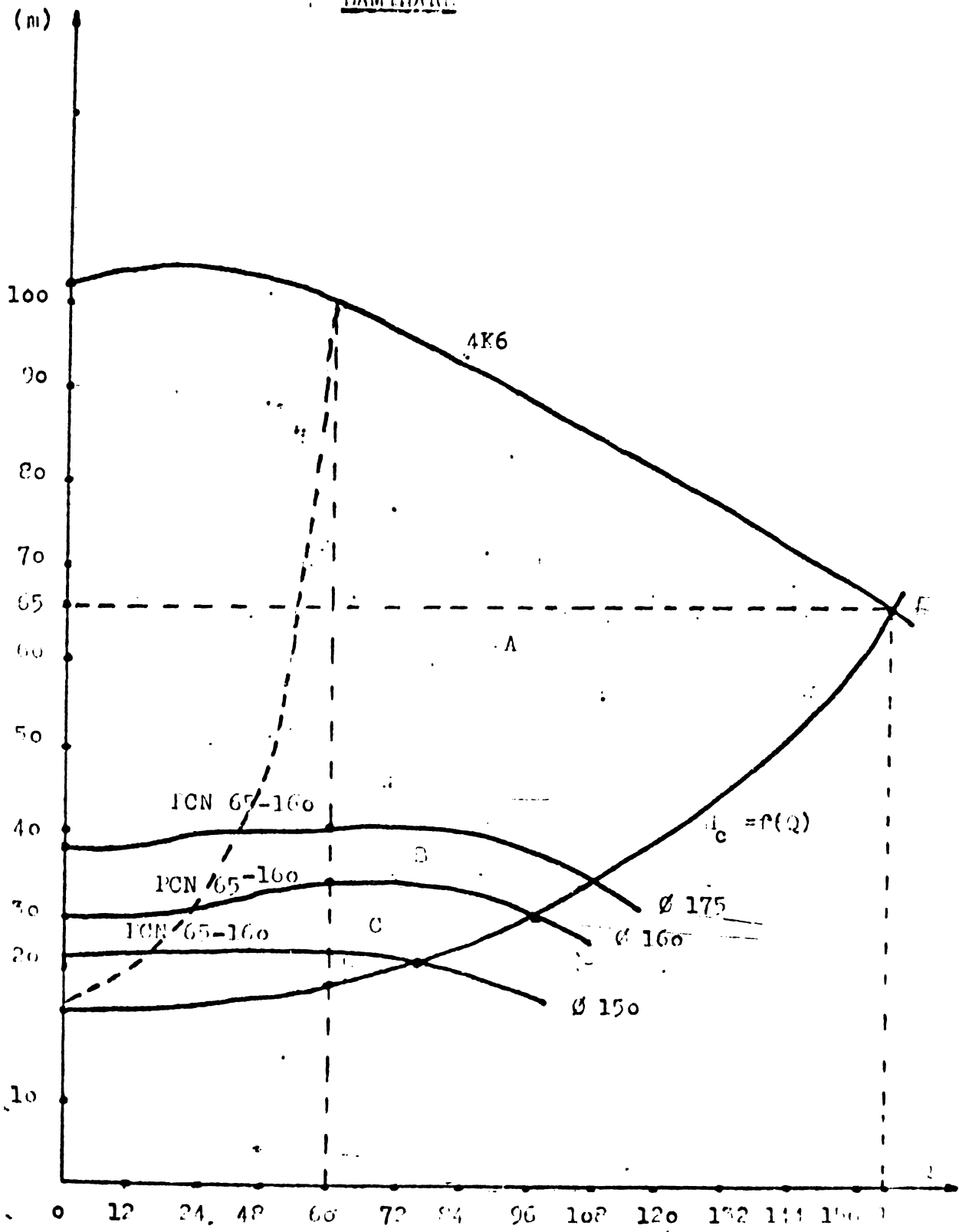
TABLEAU 4.4.

CALCULUL PIERDERILOR SI AL PIERDERILOR ANUALE PRIN LAMINARE

PRIN LAMINARE

Nr. tipul pompei.	Resarcina creiată de pompa la debitul tehnologic.			Q = debit tehnologic m ³ /h	η = coeficientul tehnologic	P _{te} = puterea necesară la debitul tehnologic kW	P _{inst} = puterea necesară la debitul tehnologic kW	P _{total} = puterea necesară la debitul tehnologic kW	Puterea absorbită de pompa la Q tehnologic			Pierderi anuale prin laminare (8400 ore).			
	To-tal	Cin care:							To-tal	Cin care:	Nr. kWh	Lei /kwh	Total lei		
		Resarc. instal.	Alte pierderi prin lamina-re.											Resarc. instal.	Alte pierderi prin lamina-re.
1. K 6	1042,3	20	4,30	75,70	60	59,9	1,35	32,2	290,8	5,6	1,2	21,2	178.000	9,30	53.424
	175	41	2,3	16,70	60	72,5	6,70	10,50	3,2	4,5	0,95	3,75	31.500	0,30	9.540
	160	34	2,4	16,70	60	71,0	5,57	9,01	7,94	4,6	1,0	2,24	19.800	0,30	5644
	150	26	2,3	1,70	60	71,0	4,25	7,10	6,0	4,6	1,0	0,10	3.360	0,30	1.016

DIAGRAMA PIERDERILOR PRIN.
LAMINARE

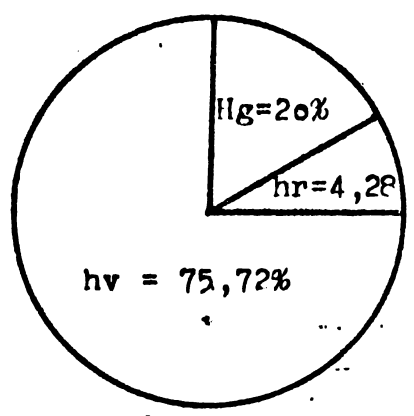


4K6 : A + B + C + D
 ICN 65-160 Ø 175 : A + B
 Ø 160 : C + D
 Ø 150 : D

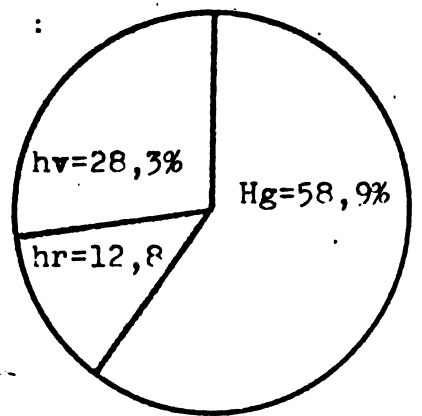
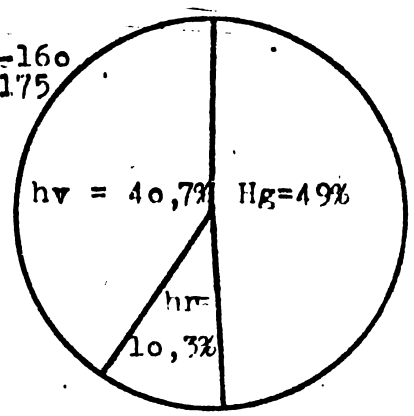
Fig. 4.3.

MODUL DE FOLOSIRE AL PUTERII CONSUMATA DE
POMPE LA DEBITUL TEHNOLOGIC

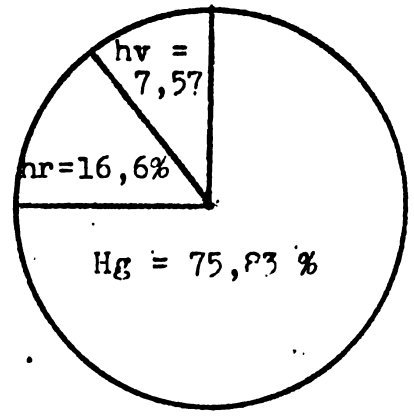
4 K 6



PCN 65-160
Ø 175



PCN 65-160
Ø 160



PCN 65-160
Ø 150

LEGENDA

Hg

Putere consumată pentru sarcina geodetică;

hr

Putere consumată pentru sarcină de rezistență a conductei și armăturilor;

hv

Puterea consumată pentru sarcina de laminare.

Nr. crt.	Tipul pompei		Distribuția procentuală a puterii.			Observații
			Hg %	hr %	hv %	
1	4 K 6		20	4,28	75,72	
2	PCN 65 - 160	Ø 175	49	10,3	40,7	
		Ø 160	58,9	12,8	28,3	
		Ø 150	75,83	16,6	7,57	

ENERGIA CONSUMATA IN 10MVA (8400 ore)

LA REBITUL FIBROLOGIC

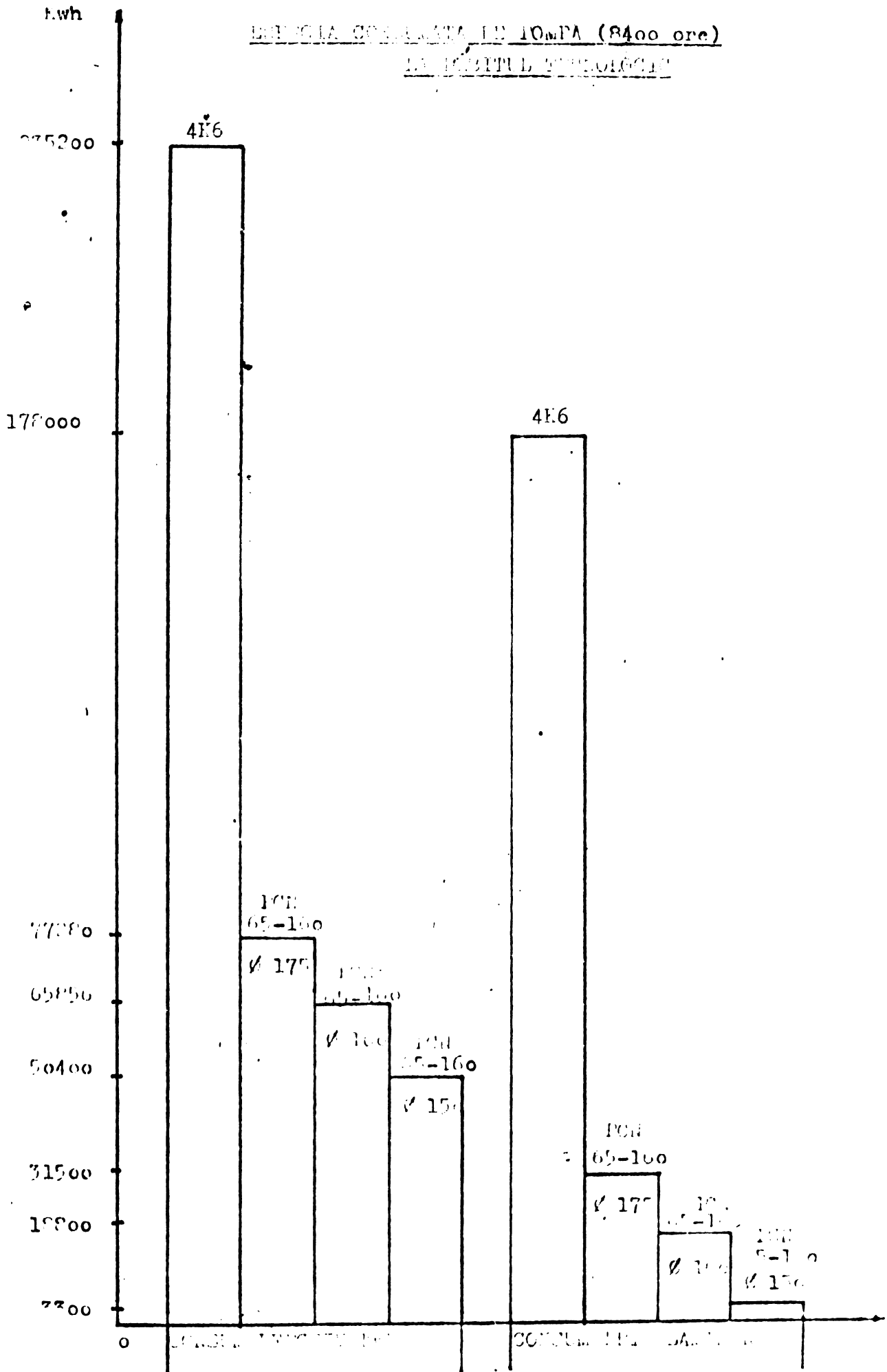


Fig. 4.5.

COSTUL ANUAL AL ENERGIEI DE POMPARE (2400 ore)
LA INSTITUTUL TEHNOLOGIC

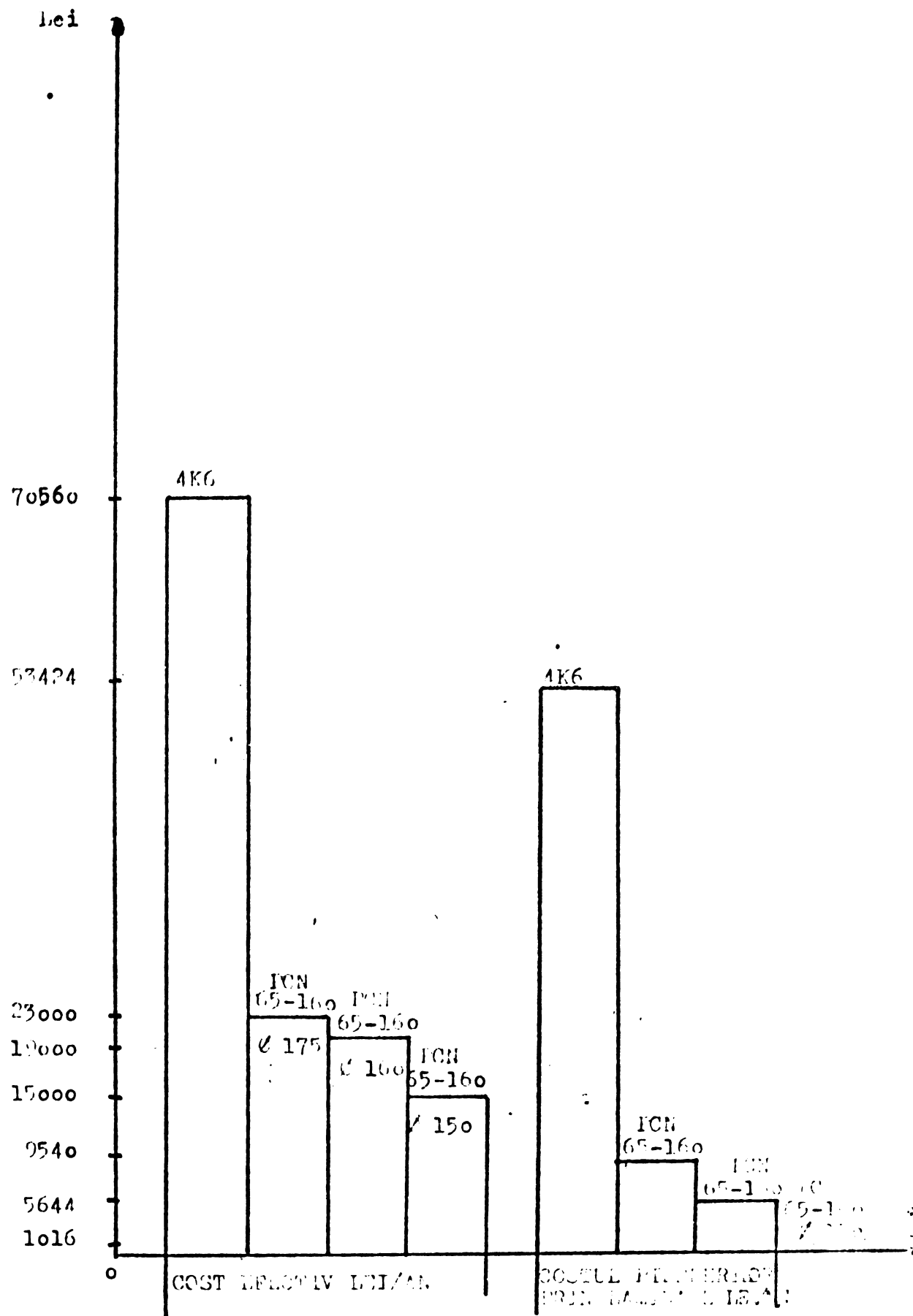


Fig. 4.6.

4.3.2. OPTIMIZAREA CIRCUITELOR HIDRAULICE
TABELUL 4.5. SITUATIA, DIN P. 1. S. COVORA

Aplicind metoda de optimizare descrisă la capitolul 4.2, la un număr de 36 circuite hidraulice tehnologice de bază din C.P. Covora, rezultă situația din tabelul 4.5. din care se desprind concluziile sintetizate în tabelul 4.6.

TABELUL 4.6.

Nr. crt.	Situatii și efecte	Pompe	Număr tipuri	Număr pompe			Putere instalată			Cost
				T	F	R	T	F	R	
1.	SITUATIA EXISTENTA		15	121	75	46	6106	3377	2719	
2.	SITUATIA OPTIMIZATA		5	119	60	59	5118	2652	2057	
3.	EFFECTUL OPTIMIZARII	REDUCERE EFECTIVA	7	2	15	-	1008	1318	-	
		REDUCERE IN PROCENTE	43%	1,6%	20%	-	16,7%	30%	-	
		ECOLOGIE ANUALA LA 8500 CMC FUNCTIONARE.		3.360.900 lei (0,3 lei/Kwh)						

Dacă din cele 15 tipuri de pompe, 4 tipuri care totalizează 36 pompe instalate, sunt din import, cele 5 tipuri de pompe înlocuitoare conform studiului de optimizare, sînt în totalitate de fabricație indigenă.

Din punct de vedere al randamentului pompelor și al randamentului global de pompare în instalație, ca urmare a aplicării regulilor așa cum s-a arătat la 4.2., din tabelul 4.5. rezultă o situație mult îmbunătățită față de aplicarea studiului de optimizare.

Costul total de optimizare al celor 36 circuite hidraulice a fost aprobat de C.P. Covora și de Consiliul de Administrație al S.C. COVORA, în data 15.05.1984.

s-au întreprins următoarele:

- s-a inclus ca poziție de plan în planul de investiții al combinatului pe anul 1981, acțiunea de înlocuire a pompelor și modificarea circuitelor ca în studiul de optimizare din tabelul 4.5.

- s-au comandat la IUC Făgăraș pompele înlocuite, ca în studiul, cu termen de livrare 1981.

Ținând cont de valoarea investiției și de economiile realizate (vezi tabelul 4.6.), rezultă că amortizarea investiției se va face în:

$$\frac{11.000.000}{3.380.000} = 3,5 \text{ ani.}$$

**4.3.3. OPTIMIZAREA TUTUROR CIRCUITELOR HIDRAULICE
TEHNOLOGICE DIN C.F.S. COVORA**

Extinzând studiul de optimizare asupra tuturor circuitelor hidraulice tehnologice din C.F.S. Covora, rezultă situația din tabelul 4.7. care va fi realizată până la finele anului 1982 (toate pompele înlocuitoare sînt de tip IUN și PONS, din fabricația curentă a IUC Făgăraș).

Nr. crt.	Pompe		Număr Tipuri	Număr pompe			Putere instal.			ghc
	Situații și efecte			T	F	R	T	F	R	
1.	Situația existentă		26	355	211	144	10489	5800	4689	
2.	Situația optimizată		11	264	177	127	6317	3243	2010	
3.	Sector Optimizării	Reducere efectivă	15	91	34	17	4200	2557	1019	
		Reducere în procente	58	14%	16%	12%	40%	44%	35	
		Economie anuală la 8500 ore funcționare		kwh = 21.724.000 lei = 6.520.350 la 0,3 lei/kwh						

OPTIMIZAREA HIDRAULICE TEHNICOLOGICE DE BAZA
CIRCUITUL DIN C.P.S. GOVORA

N. CR.	Traseu si fibrid	QT	Hs	hr	Tip	N. de revizii				Tip	PCNS	Diametre				Modificari	Observatii											
						T	F	R	S			1	2	3	4			5	6	7	8	9	10					
1	PROVEZII VARS OMESTRE SARAMURA	350	35,8	32,24	200-22	3	1	2	5	3000	15-200	100	42	220	15	225	150	150	50	210	23	0,65	0,55	4	SE MEREA CU 2 POMPE CEA 85% CU VECHILE POMPE			
2	C.V. VAR CUVA CAUSTICA SIAM	100	7,4	17,25	N.P.F. I	3	1	2	1500	80-250	100	46	340	60	10	10,28	15	48	15	30	100	20	24	D. 0,48	0,42	3	SE SA CALCULEZ MATERIALE EXISTENT	
3	VARA LAPTE VAR	240	26,7	30,29	T.M.C. 105	2	1	2	1500	80-250	100	52	450	60	0,42	0,38	90	360	90	270	240	54	21	D	0,49	0,49	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 170
4	RECUPERARE LAPTE VAR	60	4,6	17	T.M.C. 105	2	1	1	1500	80-250	100	56	400	60	0,35	0,34	30	30	30	30	60	32	14	D	0,28	0,15	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150
5	REZERVOR TOBE APR CALDA	140	26,6	30,97	N.P.F. I	2	2	2	1500	80-250	100	36	340	60	0,34	0,34	17	34	34	70	42	1	18	0,58	0,42	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150	
6	VARA LAPTE VAR	80	6,2	33,8	T.M.C. 105	1	1	1	1500	80-250	100	52	450	60	0,37	0,37	45	90	45	45	80	46	1	D	0,35	0,35	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150
7	VARA LAPTE VAR	70	10,2	36,78	T.M.C. 105	1	1	1	1500	80-250	100	70	225	60	0,5	0,13	22	44	22	22	70	58	1	D	0,27	0,25	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150
8	SARAMURA	320	17,3	22,81	T.M.C. 105	3	1	2	3000	80-250	100	46	220	55	0,75	0,25	150	165	55	110	320	33	24	0,25	0,25	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150	
9	VARA LAPTE VAR	100	7,6	14,29	N.P.F. I	3	1	2	1500	80-250	100	36	340	60	0,25	0,25	15	45	15	30	60	20	1	D	0,49	0,35	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150
10	LAPTE VAR RECUPERAT	40	12,8	14,39	T.M.C. 105	1	1	1	1500	80-250	100	50	450	60	0,22	0,22	13	13	13	40	21	1	D	0,29	0,25	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150	
11	VARA LAPTE VAR	120	35,1	40,8	T.M.C. 105	2	2	2	1500	80-250	100	56	450	60	0,21	0,21	110	55	55	120	54	1	D	0,47	0,35	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150	
12	VARA LAPTE VAR	80	6,2	33,8	T.M.C. 105	1	1	1	1500	80-250	100	52	450	60	0,30	0,30	45	45	45	80	55	1	D	0,3	0,28	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150	
13	SARAMURA	380	29	40,58	T.M.C. 105	3	2	1	3000	80-250	100	67	235	55	0,61	0,4	110	330	110	220	380	58	23	0,45	0,35	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150	
14	RECUPERARE LAPTE VAR	360	42	48,12	T.M.C. 105	3	2	1	3000	80-250	100	67	235	55	0,61	0,4	110	330	110	220	380	58	23	0,45	0,35	14	TRASEU MODIFICAT LA Ø 150	

4.4. CONCLUZII

• Studiul de optimizare asupra circuitelor hidraulice tehnologice din C.P.S. Covora, ca de altfel, prin extenso, și asupra circuitelor hidraulice tehnologice din toate întreprinderile din industria chimică, este o necesitate obiectivă, întrucât vizează rezolvă obiective de însemnătate stringentă:

- a) restrângerea tipurilor de pompe, cu efect imediat asupra diminuării stocului de piese de schimb;
- b) eliminarea importurilor de pompe;
- c) reducerea consumurilor de energie electrică prin adoptarea pompelor cu randament și fiabilitate ridicată.

Studiul de optimizare necesită într-adevăr un volum însemnat de lucru, însă, așa cum se va arăta în capitolul 5 folosirea calculatorului conduce la soluția optimă în timp scurt și cu efort minim, astfel încât se pune numai problema interesului pe care conducătorii unităților îl vor acorda acestei probleme.

CAPITOLUL 5.

METODA DE OPTIMIZARE A CIRCUITELOR HIDRAULICE TEHNOLOGICE DINTR-UN COMBINAT CHIMIC, CU A- JUTORUL CALCULATORULUI

5.1. Considerații generale privind folosirea calculatorului în studiile de optimizare a circuitelor hidraulice

Industria chimică, ramură industrială în continuă dezvoltare în R.S.R. este un mare consumator de energie electrică.

O pondere însemnată a acestui consum, o reprezintă instalațiile de pompare, care sînt folosite în următoarele scopuri:

- pomparea lichidelor tehnologice;
- pomparea apei industriale.

În întreprinderile din industria chimică există mai multe tipuri de circuite hidraulice tehnologice, care diferă între ele atât prin natura lichidului tehnologic vehiculat, cît și prin modul de cuplare a surselor (pompe) și a rezistențelor hidraulice (conducte, organe de închidere, etc.): serie sau paralel.

Restricțiile energetice actuale, impun optimizarea acestor circuite, pentru realizarea unui consum minim de energie electrică.

Optimizarea circuitelor hidraulice, presupune cunoașterea prealabilă a caracteristicilor elementelor proprii - surse și rezistențe - cît și ale funcționării în serie și în paralel, a acestora.

Rezolvarea problemei este posibilă analitic sau grafic. Metoda analitică este destul de laborioasă, devenind oportună folosirea calculatorului.

Folosirea calculatorului în studiile de optimizare presupune însă stabilirea ecuațiilor fundamentale ale sistemului hidraulic (surse și rezistențe), al cărui regim optim de funcționare se caută.

Pornind de la următoarele considerente:

a. pentru orice pompă centrifugă există o relație care definește legătura dintre sarcină și debit la turația constantă, de forma:

$$H = a + bQ - cQ^2$$

b. pentru orice pompă centrifugă, există o relație care definește legătura dintre randament și debit, de forma:

$$\eta = u \cdot Q + v \cdot Q^2 + w \cdot Q^3$$

c. Pentru orice rețea hidraulică există o relație care definește legătura dintre sarcina rețelei și debit de forma:

$$h_r = H_g + 0,0826 \frac{1}{d^4} \left[\lambda \frac{l}{d} + \sum \rho \right] Q^2 = H_g + KQ^2$$

d. Punctul de funcționare al sistemului pompă-rețea este definit de relația:

$$H = h_r$$

Se pun următoarele probleme:

1. Determinarea coordonatelor punctului de funcționare a sistemului pompă-rețea, pornind de la datele pompei și ale rețelei.

2. Determinarea pompei pentru care randamentul global de pompare într-o rețea este maxim.

Prima problemă se poate rezolva, parcurgând următoarele etape:

I. Se determină funcția caracteristică de sarcină a pompei $H = f(Q)$, în două situații distincte:

1. Pornind de la datele constructive ale pompei:

$$H = a + b \cdot Q - c \cdot Q^2$$

unde:

$$a = \frac{\pi^2}{g \cdot 60^2} \left[\frac{d_2^2}{1+p} - \frac{\varphi}{2} \cdot d_1^2 - \frac{f}{2} \frac{d_2^4}{d_1^2} \cdot \frac{1}{(1+p)^2} \right] \quad (5.1)$$

$$b = \frac{1}{120 \cdot g} \left[\frac{\rho \cdot \text{ctg} \beta_1}{b_1} \cdot \frac{t_1}{t_1 - \sqrt{r}} - \frac{\text{ctg} \beta_2}{b_2 (1+p)} + \right.$$

$$\left. + \frac{f}{d_1^2} \cdot \frac{(1+p) \cdot \text{ctg} \alpha_2 + \text{ctg} \beta_2}{b_2 (1+p)^2} \right] \quad (5.2)$$

$$c = \frac{1 - \eta h (1+p) \text{ctg} \alpha_3 + \text{ctg} \beta_2}{g \cdot \pi^2 d_2^2 \cdot b^2} \cdot \text{ctg} \alpha_3 +$$

$$+ \frac{f}{2g} \left[\frac{(1+p) \cdot \text{ctg} \alpha_3 + \text{ctg} \beta_2}{(1+p) \cdot \pi \cdot d_1 \cdot b_2} \right] +$$

$$+ \frac{f}{2g} \left[\frac{\text{ctg} \beta_1}{\pi \cdot d_1 \cdot b_1} \right]^2 \cdot \left[\frac{t_1}{t_1 - \sqrt{r}} \right]^2$$

$f = 0,58 - 0,75 =$ coeficient de debit.

$\eta =$ constant.

2. Pornind de la curba caracteristică de sarcină a pompei

pei, din catalogul firmei furnizoare:

Se iau trei puncte pe curba $H = f(Q)$ și se scriu trei ecuații:

$$H_1 = a + bQ_1 - cQ_1^2$$

$$H_2 = a + bQ_2 - cQ_2^2$$

$$H_3 = a + bQ_3 - cQ_3^2$$

din care se determină coeficienții: a, b, c .

$$a = H_1 - bQ_1 + cQ_1^2 \quad (5.4.)$$

$$b = \frac{(Q_1 + Q_3)(H_1 - H_2)}{(Q_1 - Q_2)(Q_3 - Q_2)} - \frac{(H_1 - H_3)(Q_1 + Q_2)}{(Q_1 - Q_3)(Q_3 - Q_2)} \quad (5.5.)$$

$$c = \frac{H_1 - H_2}{(Q_1 - Q_2)(Q_3 - Q_2)} - \frac{H_1 - H_3}{(Q_1 - Q_3)(Q_3 - Q_2)} \quad (5.6.)$$

cu care se scrie expresia analitică: $H = f(Q)$

$$H = a + bQ - cQ^2$$

II. Se determină expresia analitică a rezistenței hidraulice a rețelei:

$$h_r = f(Q)$$

$$h_r = H_s + 0,0826 \frac{1}{d^4} \left[\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right] Q^2$$

unde:

H_s = sarcina statică a rețelei.

d = diametrul conductei.

λ = coeficientul pierderilor de sarcină liniară.

l = lungimea conductei.

$\sum \xi$ = suma coeficienților pierderilor de sarcină locală.

III. Se determină coordonatele punctului de funcționare sistemului pompă-rețea, din egalitatea:

$$H = h_r$$

$$a + bQ - cQ^2 = H_s + 0,0826 \frac{1}{d^4} \left[\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right] Q^2$$

$$a + bQ - cQ^2 = H_s + KQ^2$$

$$Q_F = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4(a - H_s)(K + c)}}{2(K + c)} \quad (5.7.)$$

$$H = a + bQ_p^2 - cQ_p^2$$

A doua problemă se rezolvă punind condiția ca randamentul global de pompare în instalație, să fie maxim. Acest lucru rezultă din figura 5.1., unde avem:

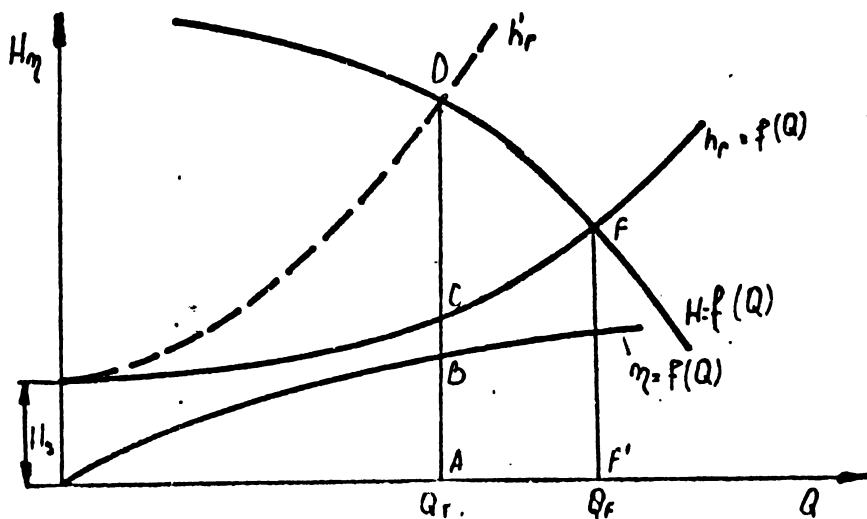


Fig. 5.1.

$h_r' = f(Q)$ - cu organe de închidere parțial închise.

$h_r = f(Q)$ - cu organe de închidere complet deschise.

F = punctul de funcționare al sistemului pompă-rețea cu organele de închidere complet deschise pe rețea.

Q_F = debitul în punctul de funcționare al sistemului pompă-rețea.

Q_T = debitul tehnologic.

AB = randamentul pompei la debitul tehnologic = η_T

AC = sarcina rețelei la debitul tehnologic = $H_{RT} = H_s + KQ_T^2$

AD = sarcina pompei la debitul tehnologic $H_T = a + bQ_T^2 - cQ_T^2$.

CD = sarcina laminată la debitul tehnologic = H_{RT} .

$\frac{AC}{AD} = \eta_i$ = randamentul instalației la Q_T .

$AB \cdot \frac{AC}{AD} = \eta_p \cdot \eta_i = \eta_o$ = randamentul global de pompare în instalație la Q_T .

Evident, există următoarele restricții:

$$a + bQ_T^2 - cQ_T^2 \geq H_s + KQ_T^2 \quad (5.P.)$$

$$\frac{H_s}{n} \leq \frac{AC}{AD} = \frac{H_s + KQ_T^2}{n + bQ_T - cQ_T^2} < 1 \quad (5.9.)$$

$$\eta_G = (uQ_T + vQ_T^2 + wQ_T^3) \frac{H_s + KQ_T^2}{n + bQ_T - cQ_T^2} < 1 \quad (5.10.)$$

Cunoscînd funcțiile caracteristice: $H = f(Q)$ și $\eta = f(Q)$ a unui număr de "n" pompe, care se introduc în memoria calculatorului și elementele unei rețele, se introduc în calculator aceste elemente, și se determină pompa care îndeplinește condiția (la Q^m):

$$\eta_G = \eta_p \cdot \frac{AC}{AD} = (u \cdot Q_T + vQ_T^2 + wQ_T^3) \cdot \frac{H_s + KQ_T^2}{n + bQ_T - cQ_T^2} = \text{Max.} \quad (5.11)$$

Această pompă optimizează energetic, instalația dată.

5.2. Stabilirea ecuațiilor fundamentale ale sistemului hidraulic surse-rezistențe, folosite la studiul de optimizare cu ajutorul calculatorului.

Așa cum s-a arătat, folosirea calculatorului în studiile de optimizare a circuitelor hidraulice, necesită stabilirea prealabilă ecuațiilor fundamentale ale sistemului hidraulic, ecuații care stau la baza alcătuirii unui program Fortran în scopul susamintit.

Se redau în continuare aceste ecuații privind cuplarea pompelor centrifuge și a rezistențelor hidraulice -serie sau paralel- și punctul de funcționare al circuitelor hidraulice tehnologice, caracteristice în combinatelor chimice.

5.2.1. Cuplarea pompelor centrifuge de același tip, cu același caracteristici.

a. Cuplarea în serie (vezi fig. 5.2.)

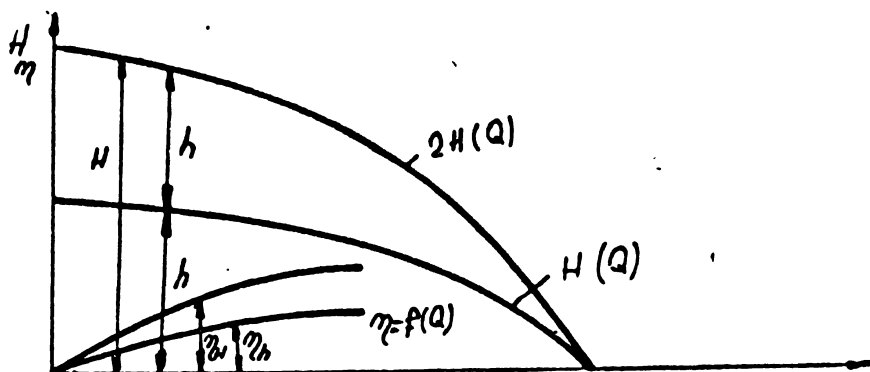


Fig. 5.2.

Determinarea funcției caracteristice de sarcină a cupla-

jului.

$$h = a + bQ - cQ^2$$

$$h = a + bQ - cQ^2$$

$$H = h + h = 2(a + bQ - cQ^2) \quad \text{- pentru două pompe. (5.17)}$$

$$H = n(a + bQ - cQ^2) \quad \text{- pentru "N" pompe. (5.18)}$$

b. Cuplarea în paralel (vezi fig. 5.3.)

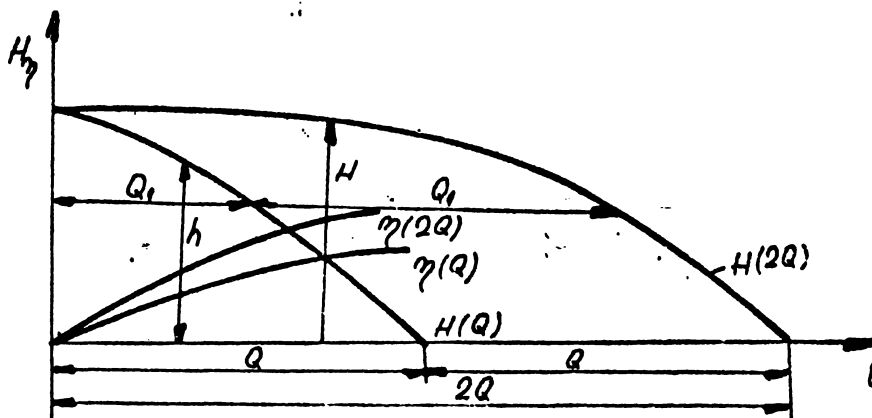


Fig. 5.3.

jului.

Determinarea funcției caracteristice de sarcină a cuplării.

$$h = a + bQ - cQ^2$$

$$Q_1 + Q_2 = 2Q$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$H = a + b(2Q) - c(2Q)^2$$

$$H = a + 2bQ - 4cQ^2 \quad \text{- pentru două pompe. (5.14.)}$$

$$H = a + nbQ - n^2cQ^2 \quad \text{- pentru "n" pompe. (5.15)}$$

5.2.2. Cuplarea rezistențelor hidraulice.

a. Cuplarea în serie (vezi fig. 5.4.).

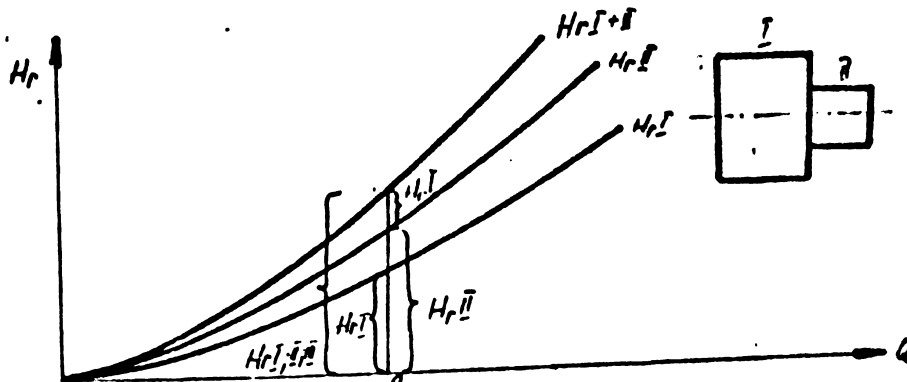


Fig. 5.4.

Determinarea funcției caracteristice de rezistență a cu-
plajelor:

$$H_{rI} = 0,0826 \frac{1}{d_I^4} \left[\lambda_1 \frac{l_I}{d_I} + \sum \xi_{Ij} \right] Q^2 = K_I Q^2$$

$$H_{rII} = 0,0826 \frac{1}{d_{II}^4} \left[\lambda_2 \frac{l_{II}}{d_{II}} + \sum \xi_{IIj} \right] Q^2 = K_{II} Q^2$$

$$H_{rI + II} = K_I Q^2 + K_{II} Q^2 = (K_I + K_{II}) Q^2 \quad \text{- Pentru două tron-
soane.} \quad (5.16)$$

$$H_{rI \dots n} = (K_I + K_{II} + \dots \dots K_n) Q^2 = \left(\sum_{i=1}^n K_i \right) Q^2 \quad \text{- pentru "n"
tronsoane.} \quad (5.17.)$$

b. Cuplarea în paralel (vezi fig. 5.5.)

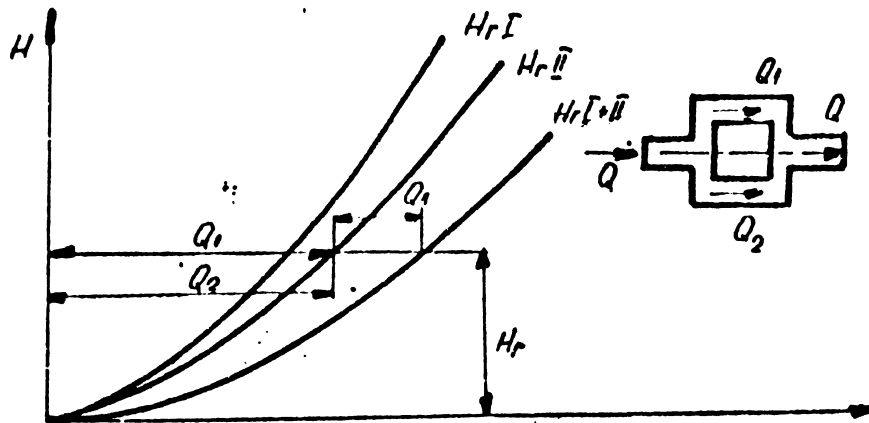


Fig. 5.5.

Determinarea funcției caracteristice de rezistență a cu-
plajului.

$$\begin{cases} H_{rI} = K_1 \cdot Q_1^2 \\ H_{rII} = K_2 \cdot Q_2^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} H_{rI} = H_{rII} \\ Q_1 + Q_2 = Q \end{cases}$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{H_{rI}}{K_1}} ; \quad Q_2 = \sqrt{\frac{H_{rII}}{K_2}}$$

$$Q_1 + Q_2 = Q = \sqrt{\frac{H_{rI}}{K_1}} + \sqrt{\frac{H_{rII}}{K_2}} = \sqrt{\frac{H_{rI}}{K_1}} + \sqrt{\frac{H_{rII}}{K_2}} =$$

$$= \sqrt{H_{rI}} \left(\frac{1}{\sqrt{K_1}} + \frac{1}{\sqrt{K_2}} \right) = Q_1 \sqrt{K_1} \left(\frac{1}{\sqrt{K_1}} + \frac{1}{\sqrt{K_2}} \right)$$

$$Q_1 = Q \frac{\sqrt{K_2}}{\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2}} ; \quad Q_2 = Q \frac{\sqrt{K_1}}{\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2}}$$

$$H_{rI} = H_{rII} = K_1 \cdot Q_1^2 = K_1 \cdot Q^2 \frac{K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} =$$

$$= Q^2 \frac{K_1 \cdot K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} = H_{rII}$$

$$H_{rII} = K_2 Q_2^2 = K_2 Q^2 \frac{K_1}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} = Q^2 \frac{K_1 \cdot K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} = H_{rI}$$

$$H_r = \frac{K_1 \cdot K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} \cdot Q^2 \quad - \text{Pentru două tronsoane.} \quad (5.18)$$

Pentru cazul general avem:

$$Q_i = Q \cdot K_i^{-\frac{1}{2}} \cdot \frac{\prod_{n=1}^i K_n^{\frac{1}{2}}}{\sum_{n=1}^i K_n^{\frac{1}{2}}} = Q \cdot K_i^{-\frac{1}{2}} \cdot \prod_{n=1}^i K_n^{\frac{1}{2}} \left[\sum_{n=1}^i K_n^{\frac{1}{2}} \right]^{-1} \quad (5.19)$$

$$H_{ri} = Q^2 \cdot \prod_{n=1}^i K_n \left[\sum_{n=1}^i K_n^{\frac{1}{2}} \right]^{-2} \quad (5.20)$$

5.2.3. Punctul de funcționare (Q;H), al circuitelor hidraulice tehnologice, caracteristice în combinatele chimice.

În combinatele chimice există cinci tipuri de circuite hidraulice tehnologice de bază, celelalte tipuri fiind combinații a acestora.

Se redau în continuare aceste tipuri de circuite și expresiile analitice ale coordonatelor punctului de funcționare, cu următoarele de la refulare complet deschise, expresii folosite la optimizarea acestor circuite, cu ajutorul calculatorului.

1. Circuit hidraulic alcătuit dintr-o pompă centrifugă și două sau mai multe conducte în serie, cu caracteristici diferite care refulează sub o sarcină statică "H₀" (vezi fig. 5.6.)

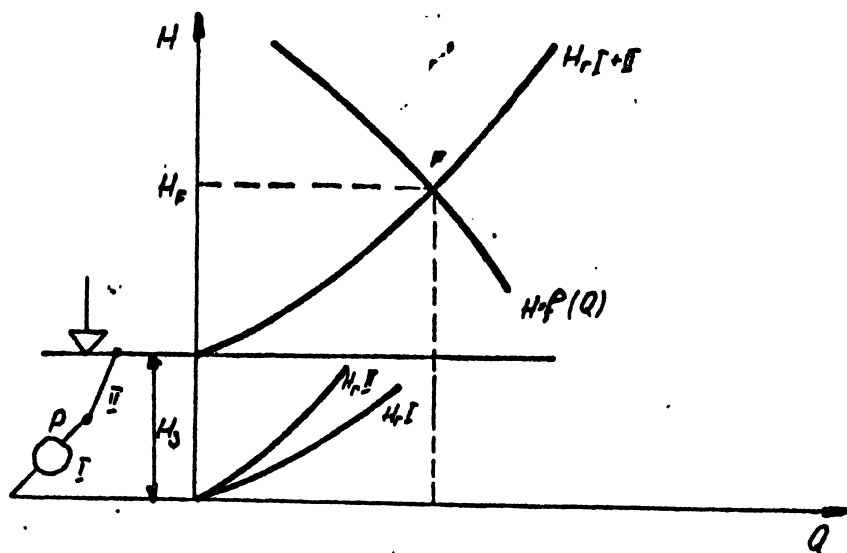


Fig. 5.6.

Determinarea coordonatelor punctului de funcționare (F)

- Funcția caracteristică de sarcină a pompei:

$$H = a + bQ - cQ^2$$

- Funcția caracteristică de sarcină a conductelor:

$$H_{rI} + II = (K_1 + K_2) \cdot Q^2 + H_s$$

- Funcționarea cuplajelor are loc cînd:

$$H = H_{rI+II}$$

$$a + bQ - cQ^2 = (K_1 + K_2) Q^2 + H_s$$

$$Q^2 \cdot (c + K_1 + K_2) - bQ - (a - H_s) = 0$$

unde:

$$K_1 = 0,0826 \frac{1}{d_1^4} \left[\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} + \sum \xi_1 \right]$$

$$K_2 = 0,0826 \frac{1}{d_2^4} \left[\lambda_2 \frac{l_2}{d_2} + \sum \xi_2 \right]$$

Rezultă astfel debitul de funcționare al cuplajului:

$$Q_F = \frac{b \pm \sqrt{b^2 + 4(a-H_s)(c + K_1 + K_2)}}{2(c + K_1 + K_2)} \quad (5.21)$$

Pentru cazul A "n" tronsoane cuplate în serie:

$$Q_F = \frac{b \pm \sqrt{b^2 + 4(a-H_s)(c + \sum_{i=1}^n K_i)}}{2(c + \sum_{i=1}^n K_i)} \quad (5.22)$$

$$H_F = a + bQ_F - cQ_F^2 \quad (5.23)$$

2. Circuitul hidraulic compus dintr-o pompă centrifugă și două conducte cuplate în paralel, care refulează sub sarcină statică " H_s " (vezi fig. 5.7.).

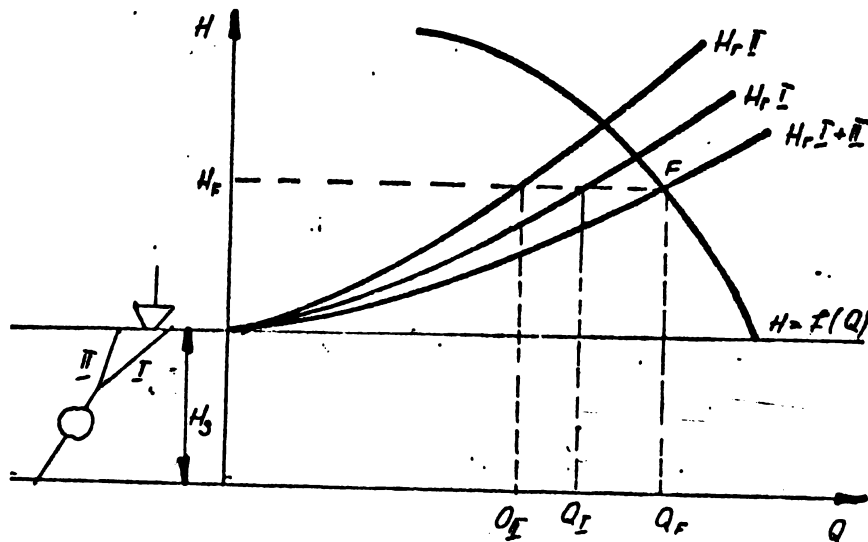


Fig. 5.7.

Determinarea coordonatelor punctului de funcționare (F):

- Funcția caracteristică de sarcină a pompei:

$$H = a + bQ - cQ^2$$

- Funcția caracteristică de sarcină a conductelor cuplate în paralel.

$$H_{rI+II} = \frac{K_1 \times K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} \cdot Q^2 + H_s$$

Funcționarea cuplajului are loc când:

$$H = H_{rI+II}$$

$$a + bQ - cQ^2 = \frac{K_1 \times K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} \cdot Q^2 + H_s$$

Rezultă debitul de funcționare al cuplajului:

$$Q_F = \frac{b \pm \sqrt{b^2 + 4(a - H_s) \left[\frac{K_1 \times K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} \right]} + c}{2 \left[\frac{K_1 \times K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} + c \right]} \quad (5.24)$$

$$H_F = a + bQ_F - cQ_F^2$$

Debitul pe fiecare conductă va fi:

$$Q_I = Q_F \frac{\sqrt{K_2}}{\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2}}$$

$$Q_{II} = Q_F \frac{\sqrt{K_1}}{\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2}} \quad (5.26.)$$

3. Circuitul hidraulic compus dintr-o pompă centrifugă și două conducte cuplate în paralel, care refulează sub sarcini statice diferite (vezi fig. 5.8.).

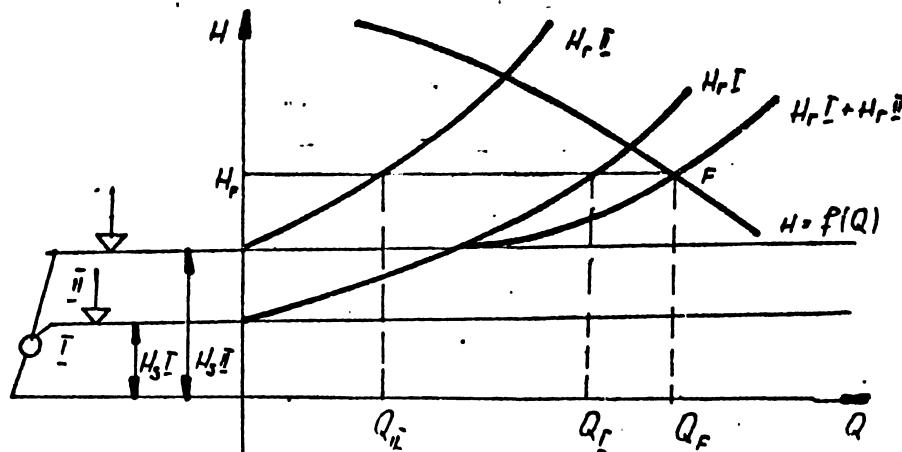


Fig. 5.8.

Determinarea coordonatelor punctului de funcționare (F)

- Funcția caracteristică de sarcină a pompei:

$$H = a + bQ - cQ^2$$

- Funcțiile caracteristice de sarcină ale conductelor.

$$H_{rI} = H_{sI} + K_1 Q^2$$

$$H_{rII} = H_{sII} + K_2 Q^2$$

- Modul de funcționare:

Pentru $H < H_{sII}$, pompa refulează numai pe conducta I,

debitul rezultând ca în cazul 1.

b. Pentru $H > H_{sII}$, pompa refulează pe ambele conducte, iar coordonatele punctului de funcționare se determină astfel:

$$H = H_{sII} + H_{rI} + H_{rII} = H_{sII} + Q^2 \frac{K_1 + K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2}$$

$$a + bQ - cQ^2 = H_{sII} + Q^2 \frac{K_1 \times K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2}$$

De unde rezultă debitul de funcționare al cuplajului:

$$Q_F = \frac{b + \sqrt{b^2 + 4(a - H_{sII}) \left[c + \frac{K_1 \times K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} \right]}}{2 \left[c + \frac{K_1 \times K_2}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})^2} \right]} \quad (5.27.)$$

$$H_F = a + bQ_F - cQ_F^2$$

Debitul pe fiecare conductă va fi:

$$Q_I = Q_F \frac{\sqrt{K_2}}{\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2}} \quad (5.28.)$$

$$Q_{II} = Q_F \frac{\sqrt{K_1}}{\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2}} \quad (5.29)$$

4. Circuitul hidraulic compus din două pompe centrifuge identice cuplate în paralel și o conductă comună (vezi fig. 5.9.).

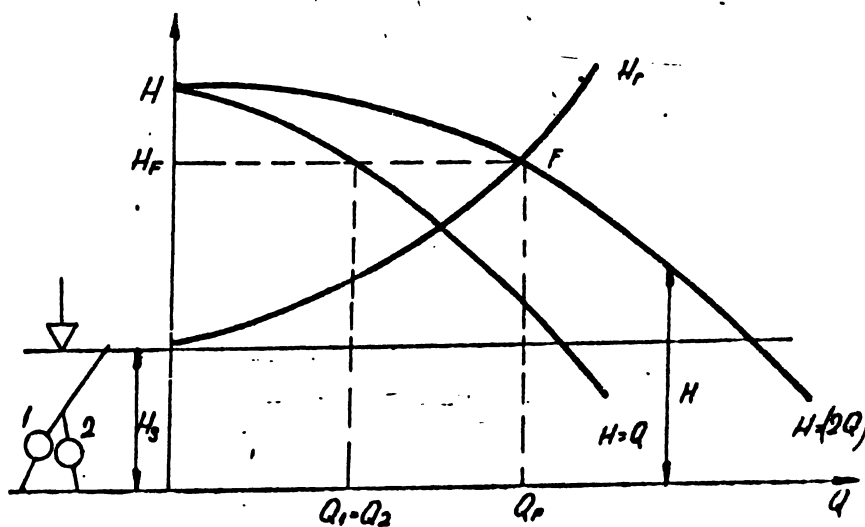


Fig. 5.9.

- Determinarea coordonatelor punctului de funcționare (F)
- Funcția caracteristică de sarcină a cuplajului pomperilor.

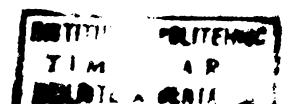
$$H = a + 2bQ - 4cQ^2$$

- Funcția caracteristică de sarcină a conductei:

$$H_r = H_s + KQ^2$$

Funcționarea cuplajului are loc când:

$$H = H_r$$



$$a + 2bQ - 4cQ^2 = H_s + KQ^2$$

De unde rezultă debitul de funcționare al cuplajului:

$$Q_F = \frac{b \pm \sqrt{b^2 + (a - H_s)(K + 4c)}}{K + 4c} \quad (5.70.)$$

$$H_F = a + bQ_F - cQ_F^2$$

5. Circuitul hidraulic alcătuit din două pompe centrifuge identice, cuplate în paralel, două conducte individuale și una comună (vezi fig. 5.10. și fig. 5.11.).

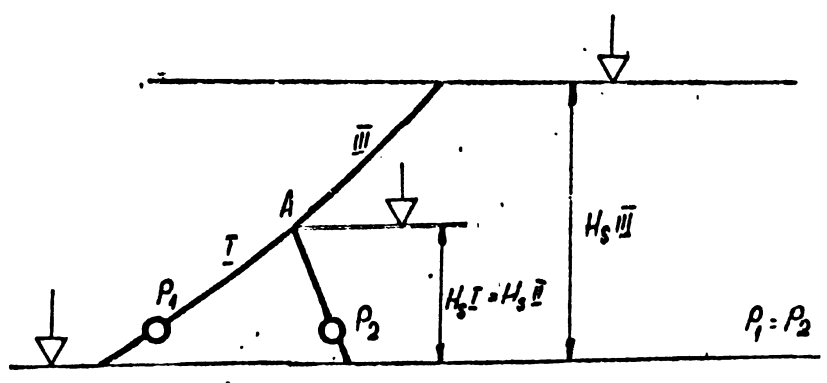


Fig. 5.10.

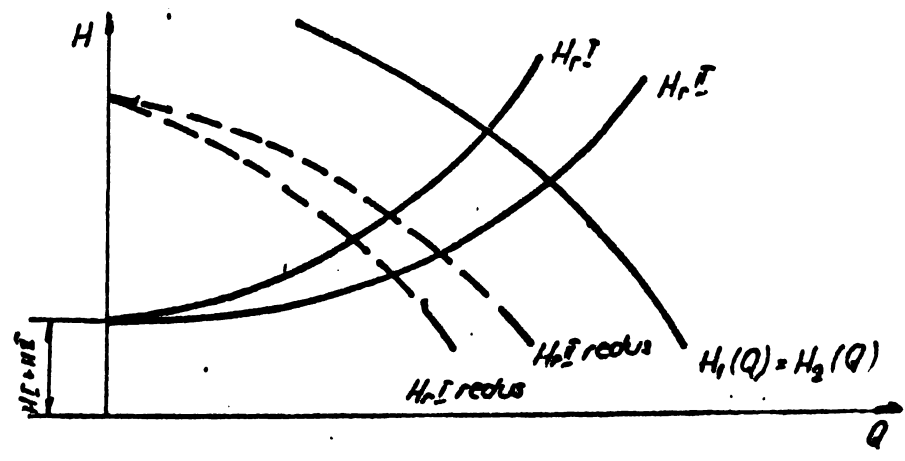


Fig. 5.11.

- Funcția caracteristică de sarcină a celor două pompe identice:

$$H = a + bQ - cQ^2$$

Funcția caracteristică de sarcină a pompei 1, redusă la punctul "A" (fig. 5.10.).

$$H_{I \text{ red}} = H - H_{rI} = a + bQ - cQ^2 - (H_{sI} + K_1 Q^2) =$$

$$= - (c + K_1) Q^2 + bQ - (a - H_{sI})$$

- Funcția caracteristică de sarcină a pompei 2, redusă la punctul "A".

$$H_{II \text{ red}} = H - H_{rII} = a + bQ - cQ^2 - (H_{sII} + K_2 Q^2) =$$

$$= - (c + K_2) Q^2 + bQ - (a - H_{sII})$$

- Funcția caracteristică a celor două pompe cuplate în paralel, redusă la punctul "A".

Debitul primei pompe în punctul "A".

$$Q_1 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4(c + K_1)(a - H_{sI} - H_{I \text{ red}})}}{-2(c + K_1)}$$

Debitul pompei a doua în punctul "A".

$$Q_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4(c + K_2)(a - H_{sII} - H_{II \text{ red}})}}{-2(c + K_2)}$$

Debitul cuplajului pompelor:

$$Q_A = Q_1 + Q_2$$

$$Q_A = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4(c + K_1)(a - H_{sI} - H_{I \text{ red}})}}{-2(c + K_1)} +$$

$$+ \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4(c + K_2)(a - H_{sII} - H_{II \text{ red}})}}{-2(c + K_2)} \quad (5.7)$$

Funcția caracteristică de sarcină a cuplajului pompelor:

$$H = a + bQ_A - cQ_A^2$$

Punctul de funcționare al cuplajului:

$$H = H_{rIII}$$

$$a + bQ - cQ^2 = H_{sIII} + K_3 Q^2$$

$$Q_F = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4(a - H_{sIII})(c + K_3)}}{2(c + K_3)} \quad (5.72.)$$

5.3. Optimizarea unui circuit hidraulic cu ajutorul calculatorului

Metode și etape ce se parcurg în studiul de optimizare.

Pentru simplificarea prezentării se alege un circuit hidraulic de tipul 1, compus dintr-o pompă și o rețea pe care se află conducte de același diametru, coturi și armături în serie.

Metoda se poate aplica și la celelalte tipuri prezentate la 2 - 5, ținând cont de cele expuse la capitolul 5.2.3.

Datele circuitului:

- Pompa (sursa).

a. Funcția caracteristică de sarcină: $H = f(Q)$.

$$H_1 = a_1 + b_1 Q - c_1 Q^2$$

b. Funcția caracteristică de randament: $\eta = f(Q)$.

$$\eta_1 = u_1 Q + v_1 Q^2 + w_1 Q^3$$

- Rețea (rezistența):

a. Sarcina statică: H_s

b. Elementele funcției caracteristice de sarcină:

$$h_{rd} = 0,0826 \lambda \frac{l}{d^5} Q^2 + 0,0826 \frac{1}{d^4} \sum \left\{ \begin{array}{l} \text{cot} \\ \text{arm} \end{array} \right\} Q^2 + 0,0826 \frac{1}{d^4} \sum \left\{ \begin{array}{l} \text{arm} \\ \text{cot} \end{array} \right\} Q^2 = K_1 Q^2 + K_2 Q^2 + K_3 Q^2 = K_d Q^2$$

- Debitul tehnologic Q_T .

- Fluidul vehiculat:

a. Vîscozitatea: ν

b. Greutatea specifică: γ

Optimizarea energetică a circuitului presupune calcularea și analizarea unor elemente energetice atât ale circuitului existent cât și ale unui alt circuit care să îndeplinească aceeași funcție tehnologică față de primul în ceea ce privește sursa sau rețeaua în scopul maximizării sau minimizării elementelor energetice respective care se traduc în final prin vehicularea fluidului cu minim de consum de energie, cu minim de pierderi de energie.

În memoria calculatorului sînt stocate informații privind caracteristicile de sarcină și de randament ale tuturor pompelor existente în combinat (pentru a face posibilă analiza tuturor circuitelor).

itelor) cât și ale tuturor pompelor indigene sau import posibile de aprovizionat, în ipoteza înlocuirii celor existente ca urmare a studiului de optimizare (vezi anexa A).

Studiul de optimizare în genul celor de mai sus, necesită un mare volum de calcule pe care calculatorul le efectuează într-un timp foarte scurt, aflând rezultatele și soluția optimă (vezi Anexa A).

Elementele energetice ce se calculează cât și cele conexe rezultă din fig. 5.12.

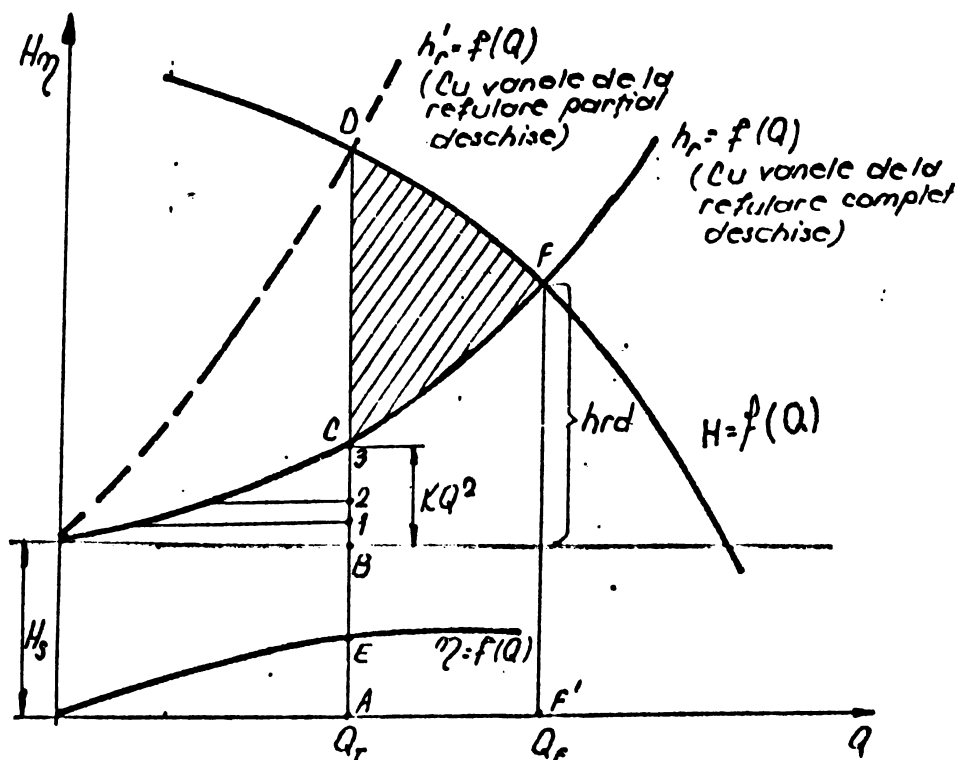


Fig. 5.12.

1. $H = f(Q) = a + bQ - cQ^2$
2. $\eta = f(Q) = uQ + vQ^2 + wQ^3$
3. Q_T = Debitul tehnologic.
4. Q_F = Debitul de funcționare cu vanele de la refulare deschise.
5. H_s = Sarcina statică a circuitului.
6. FF' = Sarcina pompei în punctul de funcționare al circuitului.
7. AD = Sarcina pompei la debitul tehnologic.
8. BC = Sarcina dinamică a rețelei (pierderea de sarcină la debitul tehnologic $= (K_1 + K_2 + K_3) Q^2 = K_d Q_T^2$).
9. $B-1$ = pierderi de sarcină liniară $= 0,0826 \lambda \frac{l}{d} Q^2 = K_1 \cdot Q_T^2$.
10. $1-2$ = pierderea de sarcină în curbe și coturi

$$= 0,0825 \frac{1}{d^4} \cdot \sum \rho_c Q_T^2 = K_2 Q_T^2$$

11. 2-3 = pierderea de sarcină în armături = 0,0825 .

$$\cdot \frac{1}{d^4} \sum \rho_a Q_T^2 = K_3 Q_T^2$$

12. CD = sarcina disipată prin laminare la debitul tehnologic.

13. CDF = puterea disipată prin laminare la debitul tehnologic:

$$CDF = \frac{\gamma}{367 \eta_T} \left[\int_{Q_T}^{Q_F} H(Q) dQ - \int_{Q_T}^{Q_F} (H_s + K_d Q^2) \cdot dQ \right] \quad (5.33)$$

14. η_G = randamentul global de pompare în instalație

$$= \eta_p \frac{AC}{AD} = (uQ_T + vQ_T^2 + wQ_T^3) \frac{H_s + K_d \cdot Q_T^2}{a + bQ_T - cQ_T^2}$$

15. d = diametrul conductei existente în circuitul hidraulic.

16. d_{ec} = diametrul economic al conductei, după "VIBERT"

17. D = diametrul standardizat, imediat superior lui

" d_{ec} "

18. E = energia specifică de pompare: $\frac{H}{10^2 \eta_p}$ (5.74.)

19. AE = randamentul pompei la debitul tehnologic = η

Etapale ce se parcurg în studiul de optimizare:

I. Se determină elementele energetice ale circuitului

resistent:

1. Pierderea de sarcină a circuitului, la debitul tehnologic.

logic.

$$h_{rd} = H_s + 0,0826 \lambda \frac{l}{d^5} \cdot Q_T^2 + 0,0820 \frac{1}{d^4} \sum \rho_c Q_T^2$$

$$+ 0,0826 \frac{1}{d^4} \sum \rho_a Q_T^2 = H_s + K_1 Q_T^2 + K_2 Q_T^2 + K_3 Q_T^2$$

$$= H_s + (K_1 + K_2 + K_3) Q_T^2 = H_s + K_d Q_T^2$$

unde:

$$\lambda = f(R_g) = f\left(\frac{v \cdot d}{\nu}\right) = \text{coeficient de rezistență li-}$$

niară.

v = viteza fluidului m/sec.

d = diametrul conductei în m.

ν = viscozitatea fluidului în C.P.

l = lungimea conductei în m.

d = diametrul conductei în m.

$\sum \xi_c$ = suma coeficienților rezistențelor locale mai pu-
țin armăturile: vane, ventile, robineți, etc.

$\sum \xi_o$ = idem pentru armături.

Q_T = debitul tehnologic în m³/sec.

2. Sarcina creiată de pompă la debitul tehnologic:

$$H_T = a + bQ_T - cQ_T^2$$

3. Debitul pompei în punctul de funcționare al circui-
tului.

$$Q_F = \frac{b + \sqrt{b^2 + 4(a - H_g)(K_d + c)}}{2(K_d + c)}$$

unde:

a, b, c, = coeficienții funcției H = f(Q).

K = coeficientul funcției H_p = f(Q).

H_g = sarcina statică a circuitului.

OBSERVAȚIE: toate elementele influențate de diametrul conduc-
tei existente, au indice "d".

4. Sarcina pompei în punctul de funcționare al circui-
tului:

$$H_F = a + bQ_F - cQ_F^2$$

5. Energia specifică de pompare la debitul tehnologic.

$$E = \frac{P}{Q_T} = \frac{\frac{\gamma Q_T \cdot H_T}{102 \cdot T}}{Q_T} = \frac{\gamma H_T}{102 \cdot \eta_T} = \frac{\gamma H_p}{367 \cdot \eta_T} =$$

$$= \frac{\gamma (a + bQ_T - cQ_T^2)}{102(uQ_T + vQ_T^2 + wQ_T^3)} = \frac{\gamma (a + bQ_T - cQ_T^2)}{367(uQ_T + vQ_T^2 + wQ_T^3)} \quad (5.36)$$

unde:

Q_T = debitul tehnologic în litri/sec. (pentru coef. 102)
sau m³/h (pentru coef. 367).

γ = greutatea specifică a lichidului în kg/cm³.

H_t = sarcina pompei la debitul tehnologic în m.
 η_T = randamentul pompei la debitul tehnologic.

6. Sarcina disipată prin laminare, la debitul tehnologic:

$$H_1 = H_T - h_{rd} = (a + bQ_T - cQ_T^2) - (H_s + K_d Q_T^2) \quad (5.26.)$$

7. Puterea disipată prin laminare la debitul tehnologic:

$$\begin{aligned} P &= \frac{\gamma}{367 \eta_T} \left[\int_{Q_T}^{Q_F} H(Q) \cdot dQ - \int_{Q_T}^{Q_F} (H_s + K_d \cdot Q^2) \cdot dQ \right] = \\ &= \frac{\gamma}{367 \eta_T} \left[\int_{Q_T}^{Q_F} (a + bQ - cQ^2) \cdot dQ - \int_{Q_T}^{Q_F} (H_s + K_d Q) \cdot dQ \right] \\ &= \frac{\gamma}{367 \eta_T} \left\{ \left[aQ + \frac{1}{2} bQ^2 - \frac{1}{3} cQ^3 \right]_{Q_T}^{Q_F} - \left[H_s Q + \frac{1}{2} K_d \cdot Q^2 \right]_{Q_T}^{Q_F} \right\} \\ &= \frac{\gamma}{367 \eta_T} \left[\frac{1}{3} cQ_T^3 + \frac{1}{2} (K_d - b) Q_T^2 + (H_s - a) Q_T - \frac{1}{3} cQ_F^3 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} (b - K_d) Q_F^2 + (a - H_s) Q_F \right] \quad (5.27.) \end{aligned}$$

8. Randamentul global de pompare în instalație, la debitul tehnologic.

$$\eta_G = \eta_T \cdot \frac{h_{rd}}{H_T} = (u \cdot Q_T + v \cdot Q_T^2 + w \cdot Q_T^3) \cdot \frac{H_s + K_d \cdot Q_T^2}{a + bQ_T - cQ_T^2}$$

9. Puterea electromotorului de antrenare, la debitul tehnologic:

$$P_m = \frac{\gamma Q_T \cdot H_T}{K \eta_T} \cdot K_1 \quad (5.28.)$$

unde:

P_m = puterea electromotorului în Kw.

Q_T = debitul tehnologic în m³/h sau l/sec.

H_T = sarcina pompei la debitul tehnologic;
 K = 367 sau 102 în funcție de unitățile Q_T ;
 K_1 = coeficient de sarcină (vezi tab. 5.1.).

TABELUL 5.1.

P_m Kw.	1,5	1,5-4	4-7,5	7,5-40	40-100	100-200	≥ 200
K_1	1,5	1,25	1,2	1,15	1,10	1,08	1,05

10. Alina curbei de sarcină la debitul tehnologic (care trebuie să fie cât mai plată, pentru a avea variații mici de sarcină, respectiv de putere, la variația debitului):

$$\left(\frac{\partial H}{\partial Q}\right) = b_1 - 2c_1 Q_T \quad (5.39.)$$

Observație:

Pentru a obține curbe caracteristice de sarcină cât mai plate, se impune a se alege încă de la proiectarea pompei:

- ϕ_3 mic, deci pierderi prin șoc la intrarea în rotor cât mai mici;
- $\frac{D_1}{D_2}$ cât mai mic posibil, deci pale trase mult în zona de curbură a rotorului;
- randamentul hidraulic η_h cât mai mare posibil deci o formă optimă a canalelor rotorului și o execuție cât mai perfectă, cu perităși cât mai mici în canalele rotorului, deci o turnare finisată și o prelucrare ulterioară a acestor canale.
- gradul de reacție al pompei, cât mai mare;
- Vitezele meridionale V_{2m} cât mai mari (b_2 mic);
- Vitezele periferice U_2 , mici;
- Unghiurile β_2 cât mai mici, deci rotorii cu pale mult curbate înapoi.
- Coeficientul de sarcină ales pentru punctul de funcționare = $\psi = H \frac{U_2^2}{2g}$, cât mai mic. (5.40.)
- Coeficientul de debit $\varphi = \frac{Q}{F_e \cdot U_2}$ în punctul de funcționare, cât mai mare posibil. (5.41.)
- Diametrul D_2 de ieșire, cât mai mare în limitele admisibile din punct de vedere constructiv.

II. Se determină aceleași elemente ca la punctul I, a-
le unui circuit hidraulic care diferă de circuitul existent prin a-
ceea că se modifică diamterul conductei în diamtru standardizat (D),
imediat superior diametrului economic (d_{ec}), menținându-se aceeași
pomă.

Diametrul economic al conductei se determină cu relația
"VIBERT", care ține cont atât de coeficientul de utilizare al conduc-
tei cât și de datele economice, respectiv costul energiei electrice
și al conductei:

$$d_{ec} = 1,547 \left(\frac{e}{c}\right)^{0,154} \cdot Q_T^{0,46}$$

unde:

e = costul unui Kwh energie electrică: lei/Kwh;

c = costul unui Kg de conductă: lei/Kg;

Q_T = debitul în m³/sec (tehnologic);

d_{ec} = diametrul conductei în m (economic).

În anexa A s-au determinat diametrele economice, pentru
diferite debite și diametre standardizate corespunzătoare.

III. Pentru circuitul modificat ca la punctul II, se c-
ută o pomă pentru care elementele energetice indicate la punctul I
să îndeplinească următoarele condiții:

1. Energia specifică de pompare să fie minimă;
2. Sarcina de laminare să fie minimă;
3. Puterea disipată prin laminare, să fie minimă;
4. Curba de sarcină Q_T , să fie cât mai plată;
5. Randamentul global de pompare în instalație, să fie

maxim.

IV. Pentru pompa determinată la punctul III și circui-
tul existent, se determină elementele energetice indicate la punctul

V. Se compară elementele energetice de la punctele I-III
se convertesc în valori diferențele elementelor omologe și se calcu-
lează valoarea anuală a diferențelor elementelor energetice I_7 și I_8
care constituie pierderi, respectiv consumuri anuale, comparative.

VI. Se calculează valoarea investiției necesare reali-
zării circuitului optim, ținând cont de valoarea elementelor care nu
schimbă (conducte, armături, pompe) de manopera necesară achizițiilor
respective și de valoarea elementelor schimbate, care pot avea altă
utilizare, calculându-se în continuare valoarea investiției nete. A-
cest aspect impune un studiu global, pe unitate.

VII. Se decide asupra măsurii de luat (schimbarea condu-
tei, schimbarea pompei, sau a ambelor), pornind de la considerente

economice, avînd prioritate economia de energie electrică.

Continuarea analizei, așa cum se arată la punctele V-VII în special în cazul unui studiu global al tuturor circuitelor tehnologice dintr-o unitate, conduce la stabilirea soluției optime din punct de vedere economic.

În anexa A, se redă schema logică și programul FORTRAN pentru optimizarea circuitelor hidraulice tehnologice ca în prezentul capitol cît și testarea lui pe 8 circuite în cadrul C.P.S. Govora.

5.4. CONCLUZII

Folosirea calculatorului în studiile de optimizare a circuitelor hidraulice constituie o metodă eficientă pentru abordarea optimizării circuitelor hidraulice dintr-un combinat chimic, avînd în vedere numărul mare de circuite; respectiv volumul însemnat de calcule.

Schema logică și programul FORTRAN din anexa A, se pot extinde în funcție de elementele ce se dau, respectiv se cer calculatorului. Pentru un combinat chimic de genul C.P.S. Govora, programul întocmit este suficient, așa cum rezultă din testarea lui, redată în Anexa A.

De asemenea, cele 5 tipuri de circuite hidraulice studiate, sînt reprezentative pentru C.P.S. Govora. Pentru alte unități din chimie, se pot analiza eventual și alte tipuri de circuite completîndu-se astfel programul.

Etapela V-VII din studiul de optimizare nu s-au introdus în programul FORTRAN urmînd a fi parcurse separat printr-un studiu analitic, pe baza datelor din etapele precedente. Pentru aceste etape se poate întocmi un program separat care va trebui testat în cadrul unui studiu global de optimizare într-un combinat chimic. În general însă, parcurgerea etapelor I-IV este suficientă, obținîndu-se elementele esențiale de optimizare energetică a circuitelor hidraulice.

CAPITOLUL 6.

CIRCUITUL HIDRAULIC AL APEI INDUSTRIALE

DINTR-UN COMBINAT CHIMIC.

6.1. METODA DE ANALIZA A CIRCUITULUI HIDRAULIC AL APEI INDUSTRIALE DIN COMBINATELE CHIMICE

Alimentarea cu apă industrială a unui combinat chimic se face printr-o rețea de conducte de la sursa de apă pînă la intrarea în halele de fabricație, de unde, prin circuite adecvate, sînt alimentați toți consumatorii: utilaje, aparate, schimbătoare de căldură, răcitoare scrubere, electrofiltre, etc. după care apa parțial se recirculă și se răcește în turnul de răcire sau se evacuează prin canalul de ape convențional curate.

Analiza și eliminarea deficiențelor constatate în funcționarea rețelei de apă industrială, pune probleme foarte complexe, iar rezolvarea lor necesită un studiu foarte aprofundat și aprofundat.

În general deficiențele se datoresc pe de o parte eroii tării insuficient studiate la timpul respectiv a rețelei, iar pe de altă parte modificărilor ulterioare controlate sau necontrolate, care a se studia temeinic consecințele acestei modificări.

Pentru îmbunătățirea situației existente, este necesar în primul rînd să se desfășoare o activitate de studiu care să precizeze toate caracteristicile rețelei și consumatorilor și pe baza acestora să se tragă concluziile și să se precizeze modificările necesare. Un asemenea studiu se impune astăzi mai ales prin perspectiva necesității economisirii energiei electrice și pentru creșterea gradului de siguranță din exploatarea instalațiilor prin alimentarea sigură cu apă industrială a tuturor consumatorilor.

În cadrul studiului, vor trebui aplicate cele trei componente de bază ale circuitului hidraulic al apei industriale, adică spectele de mai jos:

1. Consumatorii
 - caracteristicile rețelei consumator,
 - comportarea din dinamică;
 - importanța lor în procesul tehnologic.
2. Rețele
 - conductivitate;
 - caracteristici electrice.
3. Surse

- capacități;
- disponibilități;
- caracteristici în timp.

În acest scop vor trebui parcurse două faze distincte:

- I. Faza culegerii de date.
- II. Faza de studiu propriuzisă.

I. Faza culegerii de date.

1. Consumatorii; Pentru fiecare consumator în parte, vor trebui cunoscute următoarele aspecte:

1.1. Întreruperea alimentării ca urmare a presiunii insuficiente și efectele ei:

1.1.1. Durata maximă admisă la punctul de racord, pentru insuficiența presiunii de alimentare, astfel încât să se asigure consumatorul cu debitul de apă necesar procesului tehnologic.

1.1.2. Consecințele majore generate de depășirea acestei durate și care obligă în analizele următoare la excluderea ipotezei de depășire a duratei maxime admise pentru lipsa de alimentare cu apă a consumatorului respectiv.

1.1.3. Efectele economice ale depășirii duratei maxime admise în întreruperea alimentării cu apă, respectiv pierderile materiale și de producție, ca urmare a întreruperii sau insuficienței presiunii la racord, din momentul depășirii acestei durate și până la intrarea din nou în regim normal de funcționare.

Aceste pierderi sînt exprimate prin diagrame ca în figurile 6.1. și 6.2.

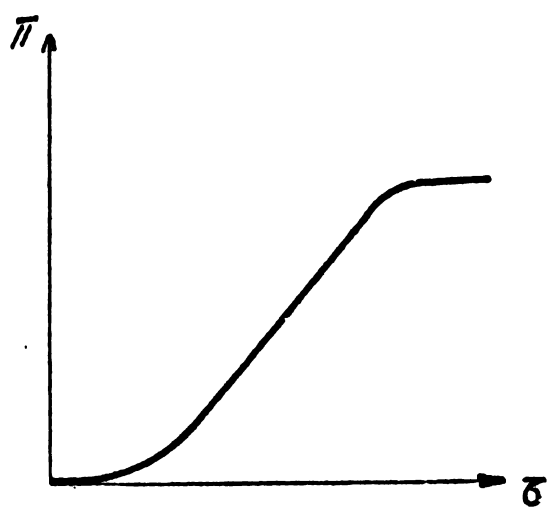


Fig. 6.1.

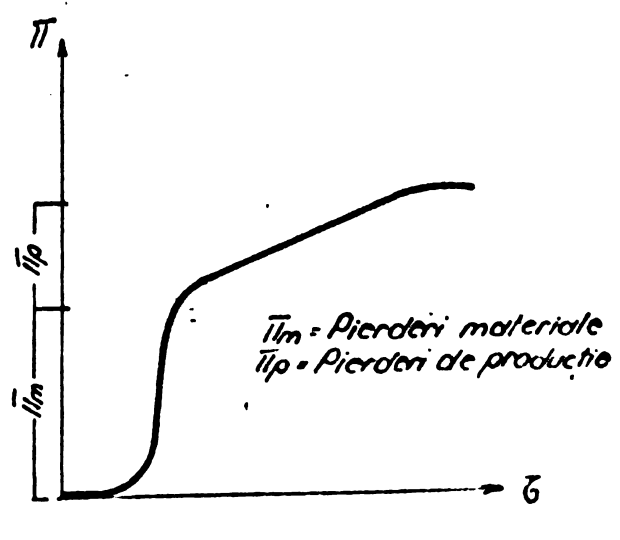


Fig. 6.2.

Derivatele curbelor din aceste diagrame în funcție de durata întreruperii presiunii, sînt redată în diagramele din figurile 6.3. și 6.4. și reliefează patru puncte caracteristice pe abscisă și anume:

- a. Depășirea duratei maxime admise a realimentării instalației;
- b. Căderea tehnologică a instalației;
- c. Repunerea în funcțiune;
- d. Intrarea în regim normal de funcționare.

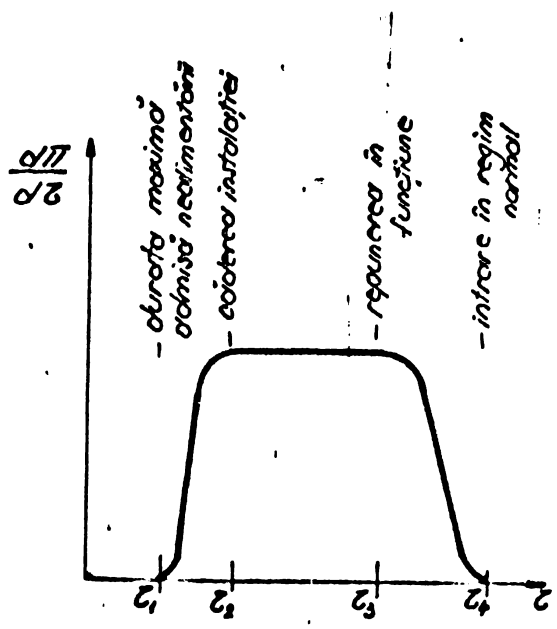


Fig. 6.3.

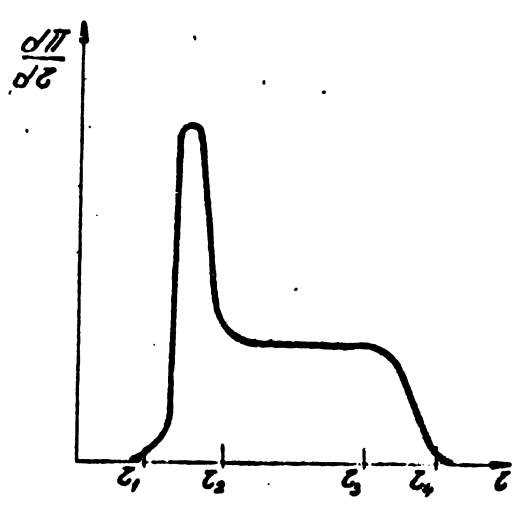


Fig. 6.4.

Efectele economice totale cauzate de întreruperea presiunii în instalație, vor trebui să includă și pe cele cauzate în instalațiile situate ca flux tehnologic în aval de aceasta și care vor trebui eventual oprite din lipsa materiilor prime prin epuizarea stocurilor intermediare, caz ilustrat în figura 6.5.

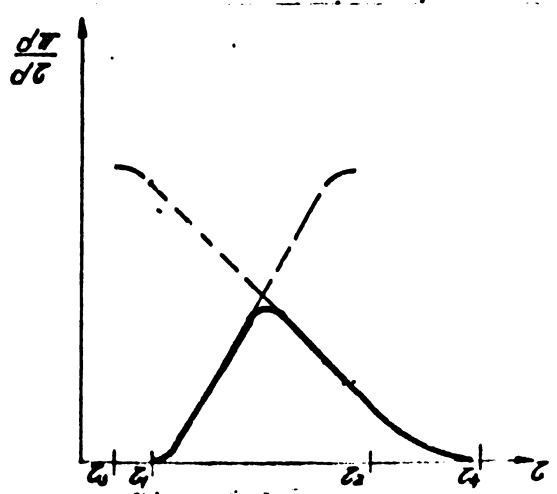


Fig. 6.5.

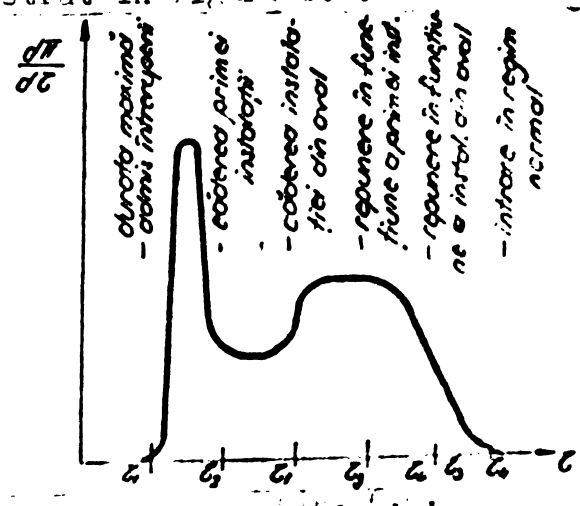


Fig. 6.6.

1.2. Debitul de apă necesar instalației, sub formă de curbă caracteristică de consum, pentru sezonul de vară și de iarnă, în interval de 24 ore. Va trebui ținut cont de faptul că aceste curbe caracteristice sînt curbe medii și ca atare va trebui considerat întregul fenomen stochastic, cu prezentarea alături de curba caracteristică și a diagramei de variație a dispersiei.

Curbele caracteristice de consum se obțin prin medierea curbelor zilnice de consum pentru fiecare consumator în parte care se află în stare de funcționare la capacitatea normală. Se vor elimina din șirul zilelor consecutive din care se ridică curbele, zilele nesemnificative, cînd consumatorul funcționează la capacitate redusă.

Medierea se face prin medierea valorilor instantanee luate la aceeași oră, pe întreg parcursul zilei. Datele obținute pentru șirul zilelor acceptate, sînt apoi prelucrate prin metode statistice, împărțite în clase de probe, analizate sub aspectul frecvenței cazurilor fiecărei clase în parte, se trasează histograma punctului caracteristic, se face ipoteza unei distribuții, de obicei beta sau normală, se calculează abaterea medie pătratică și dispersia în acel punct.

Inscrierea datelor astfel obținute pentru șirul punctelor mediate, descrie dinamica procesului prin curbele caracteristice ale principalilor parametri fizici și statistici. Pentru eliminarea din aceste curbe a influenței unor cauze cu totul întâmplătoare și care au introdus un anumit element în șirul înregistrărilor, este necesară de obicei aplicarea unor tehnici de lisaj, metoda mediei glisante fiind cea mai des folosită.

Măsurătorile de debit pentru tracarea curbelor, se fac cu ajutorul debitmetrelor montate la intrarea în fiecare secție.

Dacă debitmetrul este prevăzut cu aparat înregistrator, operația de culegere a datelor este mult ușurată, reducându-se interpretarea diagramei de înregistrare.

Numărul măsurătorilor ce trebuie efectuate la fiecare punct, trebuie să fie suficient de mare, literatura de specialitate indicînd minim 35 de măsurători.

În cazul în care o secție nu este dotată cu debitmetre, se va considera ca unitate de studiu, tronsonul de rețea cu toți consumatorii săi, aflat după ultimul debitmetru urînd ca raționalizarea în cadrul acestui tronson, să fie făcută după montarea debitmetrelor necesare.

În cazul în care o instalație sau o unitate de studiu se brânzează la rețea prin două sau mai multe puncte de racord, va trebui determinată și interconditionarea dintre racorduri la proiectarea instalației, respectiv a unității de studiu în cauză.

Datele indicate mai sus privind debitul la consumatori vor trebui ridicate și pentru stațiile de pompare.

1.3. Presiunea necesară la punctul de racord, pentru asigurarea debitului la consumator, debit determinat la punctul 1.2, respectiv înălțimea de pompare, la care se adaugă rezistența hidraulică a rețelei.

În cazul consumului tehnologic de apă, sau în cazul instalațiilor cu sistem deschis de evacuare a apelor folosite (de ex. evacuare în sistem de canalizare), este suficientă măsurarea presiunii la brangament, presiunea la evacuare fiind cea atmosferică.

În cazul recirculării apei, presiunea necesară la brangamentul de apă proaspătă este influențată și de presiunea existentă la brangamentul cu rețeaua de retur, astfel că va trebui să se cunoască ambele presiuni, pentru determinarea rezistenței hidraulice totale a instalației respective.

Deoarece rezistența hidraulică totală a instalației depinde de regimul de funcționare al instalației (debitele sunt reglate de sisteme de automatizare în funcție de regimul tehnologic) curbele care reprezintă diferențele de presiune între brangamentele de intrare și cele de ieșire în funcție de regimul tehnologic, vor putea fi utilizate în faza finală de soluționarea problemei.

Ca și în cazul debitelor, trebuie construite curbele caracteristice de variație jurnalieră a rezistenței hidraulice precum și dispersia acestor curbe.

2. Rețelele; va trebui elaborată o hartă a intrării rețele hidraulice; pe care trebuie înscrise toate caracteristicile geometrice ale rețelei (lungimi, diametre, pante) rezistențele locale (coturi, teuri, reducții, fittinguri, armături, ventile, vane, capuri, diafragme, reducții, etc.) descrise prin tipul lor constructiv și mărimi caracteristice (unghiuri, raport de diametre, etc.) în cazul denivelărilor importante, cotele pe verticală ale rețelei în punctele de măsură și control.

3. Sursele de alimentare trebuie cercetate sub două aspecte:

a. Resursele disponibile de apă, curbele de variație sezonieră a acestor resurse de-a lungul anului, calitatea apei în fiecarei resurse.

b. Pompele care refulază în rețeaua de apă și caracteristicile lor:

- caracteristicii hidraulice: debit, presiune;
- caracteristicii geometrice: înălțimea de aspirație, înălțimea minimă de aspirație, diametrul conductei de aspirație, numărul de pale.

- caracteristicii mecanice: turație, motor electric

- caracteristici de fiabilitate: număr de reparații/an, durata medie între două căderi (MTBF), cauza căderilor, clasificarea lor pe frecvență, uzura fizică.

II. Faza de studiu propriu-zis.

În baza datelor culese la punctele I.1, 2 și 3 se trece la modelarea rețelei hidraulice, verificarea ei, studiul măsurătorilor necesare și posibile, propunerea soluției finale.

1. Consumatorii: se analizează realizarea siguranței și alimentarea cu apă a tuturor consumatorilor, urmărind în mod special:

a. Asigurarea unei duble alimentări prin două drumuri independente pe graficul rețelei hidraulice, pentru consumatorii de categoria indicată la punctul I.1.1.2., adică acei consumatori pentru care, întreruperea alimentării cu apă are consecințe majore.

b. Asigurarea unei duble alimentări energetice la stațiile de pompare.

c. Utilajele de pompare să aibe rezerva montată suficientă.

2. Rețelele: Se verifică rețeaua hidraulică existentă, în care s-au inclus prevederile de la punctul precedent.

Verificarea se face cu setul de date de care se dispune pentru un punct al curbei caracteristice.

Plecând de la punctele deschise (deversările în canale, bazinele deschise pentru sistemul de recirculare) și din condițiile cunoscute ale cea atmosferică, se scrie ecuația lui Bernoulli pentru fiecare tronson al rețelei, exprimând frecarea prin ecuația Weisbach-Darcy, în care s-au introdus toate rezistențele locale, inclusiv cele ale instalațiilor, conform curbelor caracteristice de variație funcțională indicate anterior, utilizând valoarea mediată în punctul respectiv al curbei caracteristice.

Ca urmare a echilibrării presiunilor în nodurile rețelei se obține un sistem de ecuații cu tot atâtea necunoscute, în care variabila căutată este viteza respectiv debitul fluidului în fiecare tronson în parte.

Rezolvarea sistemului de ecuații nu poate fi făcută direct deoarece în expresia frecării intervine coeficientul de frecare λ , care la rândul său este o funcție de viteză a fluidului prin intermediul criteriului Reynolds.

Pentru rezolvare se recurge la calculul iterativ, fiind un algoritm de recurență cât mai convergent, cum ar fi metoda injumătățirii sau a ultimei valori calculate. Calculul este foarte laborios, iar convergența scade cu creșterea complexității rețelei.

După găsirea soluției pentru un punct al curbei caracteristice, calculul se va repeta pentru toate celelalte puncte

de-a lungul a 24 de ore pentru sezon de vară, respectiv de iarnă, folosind ca și până acum, valorile mediate ale curbelor caracteristice.

Reprezentarea grafică a rezultatelor astfel obținute, pentru fiecare instalație în parte, reprezintă simularea alimentării instalației respective pe durata unei zile de sezon, în condiții de siguranță în exploatare de 50%.

Fiabilitatea de 50%, rezultă ca urmare a faptului că toate calculele au fost luate în considerare valorile mediate ale variabilelor aleatoare, respectiv probabilitatea de incidență a variabilei aleatoare, pentru aceste valori sau mai mici, este de 0,5.

În continuare calculul se desfășoară identic, obținând simularea alimentării cu apă a instalației pe durata unei zile de sezon, acceptând diferite nivele de risc.

Astfel dacă se acceptă nivelul de risc " α " atunci, se calculează, sau frecvent se scoate din tabele, valoarea variabilei statistice "U", pentru valoarea funcției:

$$F(u) = 1 - \frac{\alpha}{2} \quad (6.1.)$$

În care funcția F(u) a funcției de distribuție normală este:

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} \cdot du \quad (6.2.)$$

Cu ajutorul acestei variabile statistice, se calculează valoarea variabilelor ce se iau în calcul pentru fiecare punct al curbelor caracteristice, după formula:

$$x = \mu + U \cdot \sigma$$

în care:

- x = valoarea de calcul a variabilei (debit, etc)
- μ = valoarea variabilei conform curbei caracteristice.
- U = valoarea variabilei statistice, definită mai sus.
- σ = valoarea dispersiei în punctul de calcul.

Cu variabilele "X" astfel calculate pentru debite și rezistențe hidraulice ale instalațiilor, se reia în întregime calculul de simulare descris mai înainte, pentru fiecare nivel de risc acceptat reprezentându-se grafic rezultatele obținute, pentru fiecare instalație.

Suprapunând peste curba de simulare a altor instalații pe durata unei zile de sezon, acceptând un nivel de risc dat, se obține caracteristică de consurs a instalației pentru același nivel de risc.

obține comparativ situația dintre disponibil și cererea, pentru fiecare rețea instalată.

Pe măsură ce riscul este micșorat, cele două curbe se apropie, putând apărea situații în care necesarul depășește disponibilul, respectiv puncte de ruptură a disponibilului.

Aceste puncte de ruptură sînt cele care impun găsirea unor soluții de modificare a rețelei în cazul în care ruptura depășește durata maximă admisă (vezi I.1.1.1.)

Soluțiile de modificare pot fi:

a. Simple: introducerea de rezistențe suplimentare sub formă de difragme pe anumite tronsoane, pentru a echilibra consumul cu pierderea de presiune a două instalații, cu caracteristici inegale (vezi Fig. 6.7.), introducerea de hidrofocare cu pornire automată în cazul în care un consumator izolat manifestă o carență locală.

b. Complexe: modificarea rețelei prin adăugarea de noi tronsoane, dacă se constată că pierderea de presiune pe un anumit tronson este prea mare.

Schimbarea soluției de pompare sau alimentare.

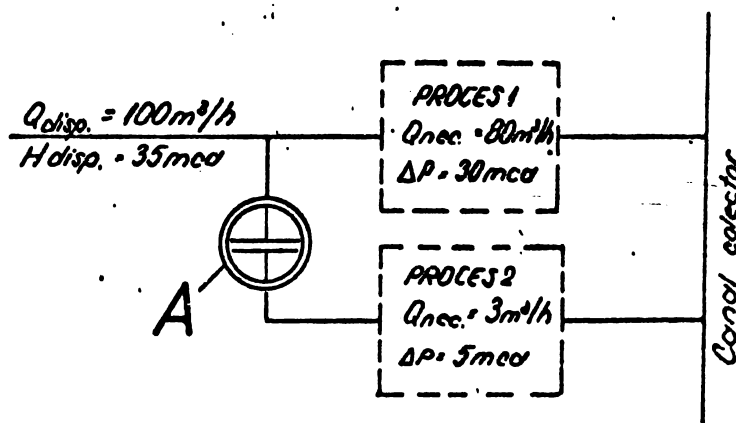


Fig. 6.7. Folosirea diafragmei (A) pentru echilibrarea consumatorilor.

În cazul fiecărei rupturi de disponibil, se calculează pierderile materiale și de producție, ca la I.1.1.3, precum și cheltuielile de exploatare ca sumă a cheltuielilor de funcționare, întreținere și amortizarea modificărilor.

Amplitudinea acestor cheltuieli, determină necesitatea de a fi făcută o simulare a alimentării instalațiilor în condiții de nivel de risc acceptat și mai scăzut, dacă nu a fost atins nivelul de risc acceptat.

Pe măsură ce nivelul riscului acceptat este mai mic, cheltuielile ce trebuie efectuate pentru asigurarea nivelului de risc sunt mai înalte și cer mai multe investiții necesare.

sînt mai însemnate.

Determinarea nivelului optim al riscului acceptat, de care încetează studiul nivelurilor de risc acceptat inferioare, se face de conducerea combinatului, care are de ales între cele patru variante de mai jos:

a. Riscul minim la limita economică (L_e), care implică siguranța maximă în exploatare, cu cheltuieli de exploatare maxime și nerecuperabile, dar fără alterarea indicatorilor tehnico-economici de exploatare. Această politică corespunde variantei pentru care este satisfăcută relația:

$$L_i \cdot \pi_{ci} - L_e \cdot \pi_{ce} - C_{ce} = 0 \quad (6.4.)$$

ca cum rezultă din figura 6.8.

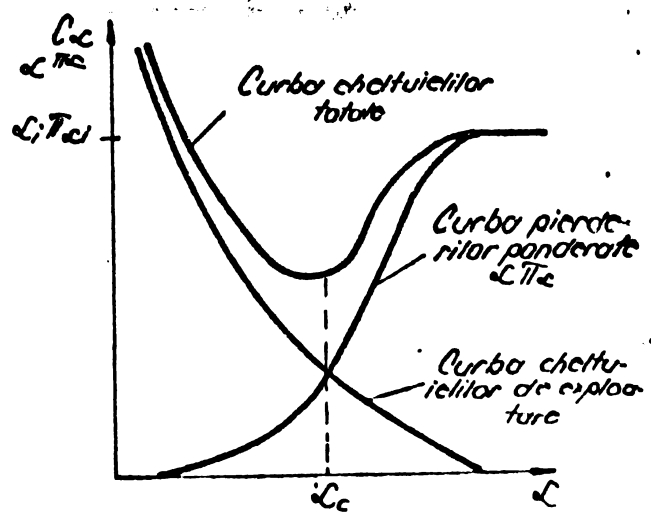


Fig. 6.8.

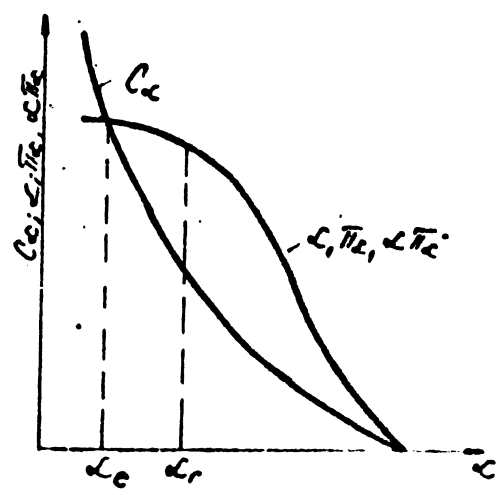


Fig. 6.9.

b. Riscul minim la limita de recuperare (L_r) care implică siguranța maximă în exploatare, cu recuperarea investițiilor în perioada duratei normale de recuperare. Această politică corespunde variantei pentru care este îndeplinită relația:

$$L_i \cdot \pi_{ci} - L_r \cdot \pi_{cr} - C_{cr} = E_r / r \quad (6.5.)$$

Această politică este echivalentă cu cea a recuperării investițiilor pe perioada duratei normale, din beneficiul suplimentar și este ilustrată în figura 6.9.

c. Riscul în condiții de recuperare a investițiilor, parcursul unei durate minime, care corespunde cu politica maximizării cu viteză maximă a investițiilor, din beneficiul suplimentar. Această politică corespunde variantei pentru care este satisfăcută relația:

$$\frac{L_i \cdot \pi_{ci} - L_m \cdot \pi_{cm} - C_{cm}}{I_{cm}} = [Max]$$

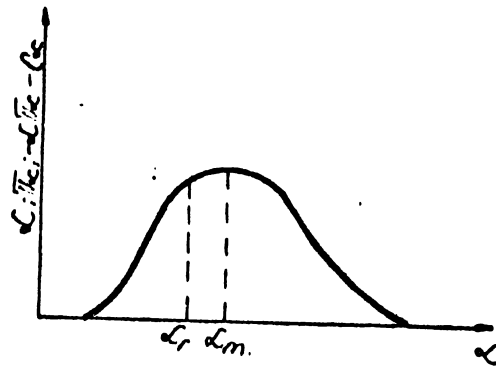


Fig. 6.10.

d. Riscul în condiții de cheltuieli totale de exploatare minime, respectiv minimizarea sumei cheltuielilor de exploatare și a pierderilor ponderate:

$$\frac{\partial [L_i \cdot \pi_i + C_e]}{\partial L_i} = 0 \quad (6.7)$$

Respectiv politica pentru care, în conformitate cu Fig. 6.8, se îndeplinește relația:

$$L_i \cdot \pi_i - C_e = 0 \quad (6.8.)$$

Semnificațiile simbolurilor din formulele de mai sus:

L_i = nivelul riscului acceptat pentru care a apărut prima ruptură a disponibilului;

C_e = nivelul riscului acceptat pentru limita economică;

L_r = nivelul riscului acceptat pentru limita de recuperare;

L_m = nivelul riscului acceptat pentru durata minimă de recuperare a investițiilor;

L_c = nivelul riscului acceptat pentru cheltuieli totale minime;

E = durata normală de recuperare a investiției;

π = pierderi materiale și de producție;

C = cheltuieli de exploatare;

I = volumul investițiilor.

Calculul pentru determinarea nivelului optim al riscului acceptat, în oricare din cele patru variante expuse mai sus, este foarte laborios, însă poate fi rezolvat într-un timp scurt, chiar cu ajutorul calculatorului.

În acest caz, s-a găsit soluția optimă pentru cazul unui hidrocentral.

3. Surse de alimentare

Pentru determinarea optimului unităților de pompare se procedează în mod similar:

Să determinăm debitul mediu pentru fiecare punct al curbelor caracteristice, prin însumarea mediilor debitelor fiecărei instalații în punctele respective.

$$Q_t = \sum_{i=1}^r Q_i \quad (6.9.)$$

r = numărul total de instalații

Presiunea de refulare a stațiilor de pompare rezultă din calculul rețelei hidraulice pentru nivelul optim al riscului acceptat.

Deoarece debitul a fost considerat ca o variabilă statistică, dispersia în jurul valorii centrale rezultă ca sumă a dispersiilor individuale ale consumului instalațiilor, pentru fiecare punct al curbei caracteristice:

$$\sqrt{t} = \frac{1}{Q_t} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^r Q_i^2 \cdot \sigma_i^2} \quad (6.10.)$$

Cu aceste valori se alege din mulțimea punctelor curbelor caracteristice, cazul critic, adică acela care are debitul momentan cel mai mare, respectiv cazul care satisface relația:

$$Q_{\max} = Q_t + U_q \cdot \sqrt{t} = (\text{MAX}). \quad (6.11)$$

în care U_q satisface relația:

$$\alpha_{\text{opt}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{\pi}{2}}} \cdot \int_{-\infty}^{U_q} e^{-\frac{u^2}{2}} \cdot du \quad (6.12.)$$

În continuare este necesar a se decide dacă se preferă pompe identice în stația de pompare, sau dacă se consideră util să se meargă pe numărul minim de pompe necesare, sau eventual situația intermediară, când se limitează numărul de tipodimensiuni.

Această decizie se poate lua după compararea celor trei variante.

Intrucât tipodimensiunile de pompe se bazează pe serii de numere, optimizarea constă în determinarea numărului optim (n) a unităților de pompare și implicit a capacității de pompare a unei unități, deoarece:

$$q = \frac{Q_{\max}}{n} \quad (6.13.)$$

În cazul în care unitățile de pompare sînt identice, numărul optim al capacităților de pompare, coincide cu cel al pompelor.

In celelalte cazuri, acesta va fi egal cu o combinație de "P" pompe grupate în "t" tipodimensiuni, iar fiecare tipodimensiune este un multiplu întreg de unități de pompe.

Raportul debitelor a două tipodimensiuni alaturate, este constant și poartă denumirea de factor de multiplicare (b).

Numărul de pompe, rezultă și din satisfacerea următoarelor relații:

$$n = (b-1) \sum_{i=0}^{t-1} b^i + m \cdot b^t \tag{6.14.}$$

în care:
m + 1 = 1, 2 b
p = t(b-1) + m

In cazul strategiei numărului minim de pompe, factorul de multiplicare (b) este egal cu 2, adică fiecare pompă este dublul pompei precedente, deoarece baza binară asigură formarea oricărui număr din numărul minim posibil de unități, cu numărul maxim de tipodimensiuni.

In cazul strategiei numărului limitat de tipodimensiuni factorul de multiplicare rezultă din respectarea restricției suplimentare:

$$t \leq t_0 \tag{6.15.}$$

Numărul optim al unităților de pompare, rezultă din anularea derivatei cheltuielilor anuale totale, în funcție de numărul unităților de pompare:

$$\frac{d(C_a + C_e)}{dn} = 0 \tag{6.16}$$

în care:

$$C_a = K_1 \cdot q^z \left[(b-1) \sum_{i=1}^{t-1} b^{iz} + m \cdot b^{tz} \right] = \tag{6.17.}$$

= cheltuieli de amortizare.

$$C_e = \frac{m}{z} K_2 \cdot q \cdot b^t \int_{u_t = m \cdot b^t \cdot q}^{u_t} e^{-\frac{uk}{z}} \cdot du + \tag{6.18}$$

$$+ \frac{b-1}{z} K_2 \cdot q \sum_{i=0}^{t-1} b^i \int_{u_i}^{u_i+1} e^{-\frac{uk}{z}} \cdot du = \tag{6.19.}$$

cheltuieli anuale de exploatare.

Pentru:

$$U_i = \frac{Qt - (b-1) \cdot b^i \cdot q}{\sqrt{\dots}} \quad (6.2b) \quad 47$$

Coefficienții K_1 , K_2 și Z , sînt coeficienți de proporționalitate în următoarele ecuații, pentru o unitate de pompare:

$$C_{ai} = K_1 (b^i \cdot q)^Z$$

$$C_{ei} = K_2 \cdot \eta_i \cdot q \cdot \delta_i$$

η = randamentul de funcționare.

δ = timpul de exploatare al unității de pompare.

Se observă că determinarea numărului optim de unități de pompare comportă un mare volum de calcule laborioase și ca atare trebuie făcut apel în mod necesar la un calculator.

Pentru asigurarea fiabilității stației de pompare, se poate demonstra că prezența a "n" pompa de capacitate a unităților de pompare, poate suplini căderea oricărei pompe din sistem.

Prin parcurgerea etapelor de mai sus, problema modelării rețelei de apă industrială a combinatului, se poate considera rezolvată.

6.2. PROBLEME DE OPTIMIZARE CARE SE IEN LA PROIECTAREA INITIALA A INSTALAȚIILOR DE ALIMENTARE CU APA INDUSTRIALA A UNUI COMBINAT CHIMIC.

La proiectarea inițială a instalațiilor de alimentare cu apă industrială a unui combinat chimic, se pornește în general de la necesarul total de apă industrială (debit și presiune) în etapa de dezvoltare finală a combinatului, etapă precedată de etapa intermediară care se succede la intervale de timp determinate de considerații economice și în special amortizarea investițiilor.

Dacă achiziționarea și montarea utilajelor tehnologice necesare în diferite etape se conjugă cu succesiunea etapelor de dezvoltare a combinatului, amenajările privind alimentarea cu apă industrială (prize de apă, stații de pompare, stații de recirculare, echipament hidromecanic, conducte, etc.), se execută în general încă din faza inițială, la nivelul necesarului din etapa finală.

Costul ridicat al acestor amenajări, greveră astfel în mod nejustificat, prin amortizamente prețur de cost al proiectului combinatului, în etapele intermediare, cînd parțial sînt nefolosite.

Dimensionarea și executarea corectă a instalațiilor de alimentare cu apă industrială (conducte, stații de pompare, echipamente, etc.), în concordanță cu etapele de dezvoltare a unui combinat chimic, este posibilă prin utilizarea programării dinamice, metode moderne de cercetare operațională.

Programarea dinamică este o metodă de optimizare a sistemelor în care se operează pe secvențe (etape), facilitând așa numita optimizare secvențială a funcției atagată fenomenului economic.

Ea este una din cele mai moderne de determinare a optimului unei funcții, atagată unui fenomen tehnico-economic.

La baza optimizării secvențiale se află teorema de optimalitate a matematicianului R. Bellman, care a enunțat-o sub forma: "O politică este optimă dacă, oricare au fost deciziile precedente, deciziile care urmează să fie luate într-o anumită secvență, constituie o politică optimă fiind vorba de rezultatul deciziilor precedente".

Se presupune că fenomenul tehnico-economic ar fi alimentarea cu apă industrială a combinatului chimic, iar funcția atagată acestui fenomen este investiția necesară realizării ei în diferite etape de dezvoltare a combinatului, variabilă cu necesarul de apă din etapele respective.

În cazul cel mai general, considerând (N+1) elemente (etape) de dezvoltare, investiția poate fi privită ca o funcție de (N+1) variabile.

$$I(q_0, q_1, q_2, q_3 \dots q_{N-1}, q_N) = i_1(q_0, q_1) + i_2(q_1, q_2) + \dots + i_n(q_{N-1}, q_N) \tag{6.21}$$

care poate fi descompusă prin ipoteză într-o sumă de "N" funcții elementare: $i_n(q_{N-1}, q_N)$

$$n = 1, 2, \dots, N.$$

Problema care se pune este găsirea minimumului funcției "I" (a investiției totale minime), știind că pentru fiecare secvență (etape), capacitatea q_n (debitul necesar în etapa "n"), poate varia într-un domeniu care depinde numai de q_0 (debitul necesar în prima etapă) și q_{n+1} (debitul necesar în etapa "n"), oricare ar fi "n" de la 1 la N.

Forma admisă prin ipoteză pentru funcția de investiție $I(q)$, permite aplicarea teoremei de optimalitate a lui Bellman prin utilizarea unui sistem de "N" secvențe (etape), pentru care:

$i_n(q_{n-1}, q_n)$, $n = 1, 2, \dots, N$, reprezintă funcția de investiție atagată mulțimii secvențelor (etapelor).

Pentru secvențele (etapelor) 1 și 2, se va nota cu:

$i_{0,2}(q_0, q_2)$, valoarea optimă a sumei:

$$i_1(q_0, q_1) + i_2(q_1, q_2)$$

variabila "q" înlocuind deosebit capetele q_0 și q_1 .

Valoarea optimă $i_{0,2}(q_0, q_2)$ se determină în acest caz prin minimizarea sumei de mai sus, luând în considerare toate sursele de apă care concurează la acoperirea necesarului de apă, între q_0 și q_2 :

$$i_{0,2}(q_0, q_2) = \min_{q_1} \left(Q_1(q_0, q_2) \left[i_1(q_0, q_2) + i_2(q_1, q_2) \right] \right)$$

în care:

$q_1 \in Q_1(q_0, q_2)$, arătând că q_1 aparține unei mulțimi de valori Q_1 , care depinde numai de q_0 și q_2 .

Valoarea lui q_1 care optimizează expresia:

$$i_1(q_0, q_1) + i_2(q_1, q_2)$$

definește sub politica optimă pentru secvențele (etapele) q_0 și q_2 considerate.

- Pentru secvențele (etapele) 1, 2 și 3 împreună, se va nota cu $i_{0,3}(q_0, q_3)$, valoarea optimă a sursei:

$$i_1(q_0, q_1) + i_2(q_1, q_2) + i_3(q_2, q_3)$$

când q_1 și q_2 variază fiecare în domeniul respectiv.

Conform teoremei de optimalitate (în care se ține seama de rezultatul deciziilor precedente), rezultă:

$$i_{0,3}(q_0, q_3) = \min_{q_2} \left(Q_2(q_0, q_3) \left[i_{0,2}(q_0, q_2) + i_3(q_2, q_3) \right] \right)$$

unde: $q_2 \in Q_2(q_0, q_3)$ își păstrează semnificația anterioară.

Valorile q_1 (obținute în secvența anterioară) și q_2 , care (în sensul minimizării), optimizează expresia:

$$i_{0,2}(q_0, q_2) + i_3(q_2, q_3)$$

vor defini subpolitica optimă pentru intervalul succesiv $q_0 - q_3$.

- Folosind aceleași notații, relația generală are forma:

$$i_{0,n}(q_0, q_n) = \min_{q_{n-1}} \left(Q_{n-1}(q_0, q_n) \left[i_{0,n-1}(q_0, q_{n-1}) + i_n(q_{n-1}, q_n) \right] \right) \quad (6.22.)$$

unde:

$$i_{0,1}(q_0, q_1) = i_1(q_0, q_1)$$

Accastă relație permite calculul subpoliticilor optime succesive pentru secvențele (etapele) 1 și 2 împreună, apoi pentru

secvențele (etapele) 1, 2 și 3 împreună, și în final pentru secvențele (etapele) 1, 2, 3,(n-1), n împreună.

Realizarea optimizării pentru întregul interval secvențial, de la n = 0 la n = N, se concretizează prin calculul relației:

$$I(q_0, q_N) = i_{0,n}(q_0, q_N) = \min_{q_{N-1}} i_{0,n-1}(q_0, q_{N-1}) + i_N(q_{N-1}, q_N) \quad (6.23)$$

6.3. REDUCEREA CONSUMULUI DE ENERGIE ELECTRICA LA STATIONILE DE POMPARE, PRIN UTILIZAREA ELECTROMOTORULUI CU TURATIE VARIABILA

Așa cum este cunoscut, caracteristica $H = F(Q)$ a unei pompe centrifuge, este funcție de turația motorului de antrenare și are următoarea expresie analitică:

$$H = an^2 + bnQ - cQ^2$$

Se observă că variind turația, se obțin diferite curbe caracteristice $H = f(Q)$.

În cazul turației constante expresia analitică a curbei caracteristice $H = f(Q)$, are forma:

$$H = a + bQ - cQ^2$$

În acest caz este posibilă obținerea de diferite curbe caracteristice $H = f(Q)$, numai prin modificarea diametrului exterior al rotorului, conform relației:

$$H_2 = H_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 \quad (6.24)$$

Această posibilitate este limitată la strângerea diametrului rotorului până la maxim 20%, când randamentul pompei scade înacceptabil.

Conform studiului IICP Nr. 5380, folosirea electromotoarelor cu turație variabilă la antrenarea pompelor centrifuge în alimentația cu apă se soldează cu însemnate economii de energie electrică.

Se pleacă de la ideea că în bucla hidrolică a alimentării cu apă, pompele realizează debite și presiuni mai mari decât este necesare, fără a avea posibilitatea reglării lor întrucât electromotoarele au turația constantă și ca stare se produce o fructuoză pierdere de energie electrică.

În acest caz, în loc să se modifice caracteristicile pompei, este posibil să se modifice caracteristicile de pompare prin montarea mai multor pompe în paralel.

- b. prevederea instalațiilor hidrofor;
- c. folosirea pompelor cu turație variabilă:
 - motor cu turație variabilă;
 - demultiplicator de turație;
 - cuplaje electromagnetice;
 - cuplaje hidraulice.

Se contază astfel pe o reducere a consumului energetic cu 5-20%, față de cazul pompelor cu turație constantă.

În cazul uzinelor de sodă se iau în considerare două variante:

- echiparea tuturor pompelor cu electromotoare cu turație variabilă;
- echiparea parțială a pompelor cu electromotoare cu turație variabilă (una din trei).

Reglarea turației electromotoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit, se poate realiza prin următoarele metode:

- reglarea frecvenței cu convertor indirect;
- modificarea tensiunii de alimentare statice prin comanda unghiurilor de deschidere a tiristoarelor;
- modificarea tensiunii de alimentare prin pachete de sinusoidă și comanda unghiurilor de deschidere a tiristoarelor.

Cu metodele de mai sus se asigură reglarea turației în domeniul $1/4 \div 1/2$, cu o precizie de 3%.

Apare necesitatea prevederii unei instalații, care, din:

- reglarea automată a turației;
- circuite electrice diferite;
- programare;
- supraveghere și alarmare;
- cuplarea automată a diferitelor pompe;
- reglarea parametrilor hidraulici ai buclei;
- traductoare de masă.

Alegerea soluției depinde de puterea electromotoarelor folosite care se încadrează în:

- < 35 Kw;
- 35 - 65 Kw;
- > 65 - 100 Kw;
- 100 - 200 Kw;
- > 200 Kw.

Reglarea după presiune și debit, se face cu ajutorul reductorilor tip L.S.A. și E.S.L. 117, iar reglarea în funcție de turația buclei hidraulice se realizează folosirea unui bloc de comandă. Se constată că în industria chimică, debitul este

rații orare în cursul unei zile, iar debitele zilnice variază în timpul unui an și prelucrarea statistică a datelor permite stabilirea legității acestor variații.

Dispozitivul V.T.V. folosit pentru variația turației ventilatoarelor, poate fi folosit printr-o primă etapă, pentru experimentarea pompelor cu turația variabilă.

Consumul de energie în cazul pompării după grafice de variație a debitelor de fluide tehnologice în buclele hidraulice complexe, se poate analiza pe variante:

- pompe cu turație constantă;
- pompe cu turație variabilă;
- pompe cu hidrofoc.

Pentru fiecare caz, se face analiza variației consumului de energie în funcție de debitul momentan, ținând cont de regimul hidraulic nepermanent, apar oscilații de presiune în conducte și reflexare ca urmare a variației turației pompei.

Urmează să se elaboreze bloc de calcul specializat, pentru transformarea variației parametrilor hidraulici din bucla hidraulică complexă care se comportă aleatoriu, în elemente de comandă continuă a dispozitivelor de reglare a turației.

Variația parametrilor de pompare cu turația, se exprimă prin relațiile:

- $Q \sim n$
- $H \sim n^2$
- $P \sim n^3$
- $NPSH \sim n^2$

Alegerea utilajului pentru stațiile de pompare, se face în funcție de parametri necesari: debit, înălțime de pompare, calitatea apei, etc. astfel încât să poată fi folosite pompe industriale cu parametri ridicați.

Punctul de funcționare al cuplului pompa rețea, se află la intersecția curbei caracteristice a pompei cu cea a rețelei ca în fig. 6.10.

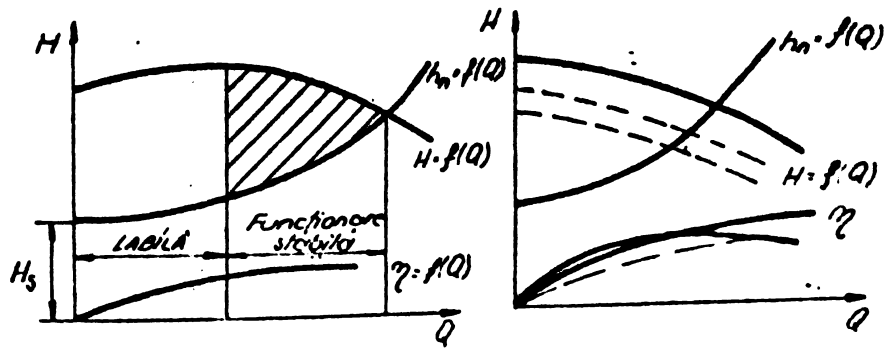


Fig. 6.10.

In figura din stanga pompa are o turatie constanta, iar reglajul debitului si sarcinii se face prin inchiderea partiala a vanii de refluxare, cu pierderi de energie.

In figura din dreapta pompa are turatia variabila, pierderile energetice la adaptarea pompei la noile debite si presiuni sunt mici insa necesita complicatii costisitoare pentru variatia turatiei.

In general in statiile de pompare, debitul necesar nu e asigurat cu o singura pompa, ci cu doua sau mai multe, functionand in paralel.

Stabilirea parametrilor si al punctului de functionare in cazul functionarii mai multor pompe in paralel se face ca si in cazul unei singure pompe, tinand cont de modul cunoscut in care se obtine curba caracteristica rezultanta a pompelor care functioneaza paralel.

Este necesar ca pompele sa aiba aceeași caracteristică, pentru a nu produce perturbatii la cresterea debitului, cind apar si discontinuitati ale randamentului.

Pomparea se face intr-o singura treapta cind costul investitiilor este mai redus si cheltuielile de exploatare mai reduse, in conducta este mai larg dimensionata fiind solicitata la presiuni mari, sau in doua trepte cind efectele sint inverse pomparii intr-o singura treapta.

Alegerea solutiei se face in functie de conditiile locale alegindu-se cea mai economica si cea mai sigura in exploatare.

Solutia cea mai economica corespunde adaptarii unui numar de agregate cît mai mic, costul investitiei pentru agregate si cladiri fiind mai mic, insa solutia este mai puțin elastica la debite variabile, iar capacitatile de rezervă sînt insemnate.

Solutia trebuie să rezulte dintr-un calcul tehnico-economic.

Se recomandă ca pînă la trei agregate in functionare, una să fie de rezervă iar la mai multe, două de rezervă.

In cazul in care agregatele au debite diferite, unul de rezervă trebuie să fie din cele cu debite mari.

In ceea ce priveste alierea curbelor caracteristice, se preferă pompe cu o caracteristică $H = f(Q)$ cît mai plată, inar cît la variatii mari de debit, corespund variatii mici de sarcină, dar decosebire de pompele cu caracteristici abrupte care fac necesare instalate de automatizare și calculator de proces.

G.A. STUDIUL RETELOR HIDRAULICE, INALTALELE ELECTRONIDRAULICA, FOLOSIND CALCULUL MATEMATIC

ROMANIA

Analiza structurală a rețelelor hidraulice din cadrul

platformelor chimice, se poate face folosind trei procedee tehnice:

- scheme bloc;
- graful de semnal (graful de fluiență);
- graful de activitate.

Schema bloc, are ca unitate de bază blocul funcțional, în care există o relație funcțională între mărimea de intrare și mărimea de ieșire. Aceste blocuri pot fi legate între ele în serie, paralel sau în buclă de reacție.

Orice schemă a unei rețele hidraulice industriale, poate fi transformată pe baza analizei hidraulice într-o schemă bloc care permite obținerea mărimilor de ieșire în funcție de mărimile de intrare.

Analiza schemei bloc, constituie o anumită etapă în analiza performanțelor sistemului hidraulic, întrucât, prin simplificarea și reducerea schemei bloc originale, se caută a se determina funcția de transfer generală.

Graful de semnal sau graful de fluiență este un graf orientat pus în corespondență cu un sistem de ecuații liniare și omogene care reprezintă relațiile cantitative între variabile independente. Sistemele hidraulice ca orice sistem fizic liniar, pot fi descrise printr-un sistem de ecuații algebrice liniare. Rezolvarea acestui sistem de ecuații folosind graful de fluiență, permite astfel studiul sistemelor (rețelelor) hidraulice într-un mod rapid și elegant.

Correspondența dintre elementele grafului de fluiență și sistemul de ecuații liniare și omogene:

- fiecareia dintre necunoscute (denumite și semnale) i se asociază un nod;
- fiecărui coeficient din sistem (transmitanță) i se asociază un ARC;
- Arcul leagă două noduri și există relația:

$$X_2 = X_1 \times t_{12} \tag{6.25.}$$

Valoarea unui nod este egală cu suma tuturor intrărilor. Fiecărui nod dintr-un graf de fluiență, i se atribuie o valoare hidraulică care se transmite la nodurile de legătură prin arcele care pleacă din el, în direcția săgeții care indică direcția semnalului.

După cum pentru obținerea soluției unui sistem de ecuații liniare, se fac anumite transformări simple, care păstrează variabilele dar schimbă legăturile dintre ele și conduc la sisteme echivalente tot așa în vederea simplificării unui graf de fluiență și aducerea lui la un graf care să dea aceeași informație, se păstrează nemodificate nodurile și se fac anumite transformări asupra arcelor.

Aceste transformări constau în suprimarea sau inversarea unui arc și modificarea potrivit a transmitanței celorlalte arce obținându-se astfel un graf rezidual în care apar numai nodurile reprezentative ale variabilelor dorite, cu ramurile ce sînt asociate funcțiilor de intrare sau transfer ale sistemului.

Un nod la care nu ajunge nici o latură se numește "sursă".

Un nod de la care nu pleacă nici o latură se numește "puț".

Sistemul hidraulic de pe o platformă chimică, se poate reprezenta printr-o rețea compusă din surse hidraulice "pompele" noduri și consumatori."

Abordarea studiului rețelelor hidraulice industriale prin grafurile de fluentă se face prin analogie cu sistemele electrice energetice, pornind de la următoarele considerente.

1. Sistemele industriale hidraulice complexe, impun pentru a fi studiate; scrierea și rezolvarea unui mare număr de ecuații.

2. Scrierea și rezolvarea ecuațiilor, se desfășoară după reguli simple și într-o ordine stabilită, constituind algoritmul.

3. Metodele topologice și matriciale permit analiza și sinteza sistemelor hidraulice, precum și programarea pe mașinile electronice de calcul.

4. Graful este un ansamblu compus din două mulțimi disjuncte (nodurile și arcele), între care s-a stabilit o corespondență astfel că fiecărui arc îi corespunde o pereche unică de noduri.

Graful se orientează adoptînd o convenție inițială, iar dintr-un graf se pot forma un număr finit de arbori compleți și sub-arbori, prin folosirea metodelor analitice sau grafice.

5. Matricea de incidență conține toate informațiile referitoare la caracteristicile topologice ale unui graf.

Graful este complet determinat cînd se cunoaște matricea redusă obținută din matricea de incidență completă, prin eliminarea unui rînd.

Nodul rîndului eliminat, se numește nod de referință al grafului și se consideră de obicei, sursă de energie hidraulică.

6. Sistemele hidraulice industriale, sînt constituite din elemente active și pasive, conectate între ele conform unei scheme determinate fizic, căreia i se poate determina o schemă echivalentă, care să conțină două categorii de informații:

a. Caracteristici topologice;

b. Caracteristici materiale (hidraulice).

Caracteristicile topologice se scriu cu ajutorul ecuațiilor topologice, care reprezintă extinderea teoriei lui Kirchoff la fluxurile hidraulice.

Asociind matricei de incidență Fluxurile Hidraulice din arce și noduri se poate scrie relația matricială:

$$[A] \times [I] = 0 \quad (6.26.)$$

Asociind matricei de incidență Nivelele Hidraulice față de un nod de referință, se poate scrie relația matricială:

$$(A) (V_n) = (V). \quad (6.27.)$$

Separind graful în laturi arbore și laturi coarde, se obțin în afară de matrice de incidență A, următoarele matrice auxiliare:

- B = matricea laturilor cu cicluri independente;
- C = matricea laturilor cu secționări independente;
- D = matricea complementară.

Ecuatiile topologice ale unui sistem hidraulic se grupează, în funcție de matricea de exprimare: (A), (B); (D), (C); (D).

Caracteristicile materiale (hidraulice) se obțin considerind laturile ca circuite hidraulice pe care circulă un debit cind între noduri există o cădere de potențial hidraulic.

Ecuatiile de energie hidraulică și ecuațiile topologice ale sistemului hidraulic, formează un sistem complet de ecuații, care permit determinarea mărimilor de stare energo-hidraulică, atunci cind se cunosc caracteristicile de structură.

Metodele de rezolvare a sistemelor de ecuații, se clasifică astfel:

- Metoda potențialelor la noduri;
- Metoda fluxurilor ciclice;
- Metoda perechilor de noduri.

Aceste metode implică inversarea unor matrice, care se pot descompune în submatrice corespunzătoare arborelui și coarborelui.

Ecuatiile de structură pot fi transformate topologic sau funcțional folosind două categorii de relații:

- a. Relații topologice între mărimile de stare hidraulică.
- b. Relații funcționale între mărimile de stare hidraulică.

Schemele echivalente obținute prin transformarea topologică a nodurilor și arcelor, conțin circuite elementare și circuite primitive de la care se pleacă, folosind matricele (A), (B) și (C).

Transformările funcționale se aplică asupra ecuațiilor de structură inițială și asupra ecuațiilor obținute prin transformări topologice și au drept scop aducerea matricelor de impedanță la forme particulare, ușor de calculat.

Se caută de obicei să se obțină o matrice diagonală, ca-

re se poate uşor inverea. Este mai uşor de diagonalizat o matrice simetrică, decât una nesimetrică.

Calculul matricei inverse, se realizează prin metodele de rezolvare a sistemelor algebrice liniare.

a. Metoda Cramer.

b. Metode de eliminare prin reducere (Gauss) sau substituție.

c. Metoda eliminărilor ordonate.

7. Studiul sistemelor hidraulice industriale prin metoda grafului, are două părți:

- analiza sistemului hidraulic;

- sinteza sistemului hidraulic;

Analiza sistemului hidraulic are drept scop identificarea elementelor active (surse) și a elementelor pasive (consumatori) precum și scrierea caracteristicilor de material (hidraulice), liniare sau neliniare.

Sursele și rețelele de energie hidraulică se grupează în elementul activ, de obicei sub formă radială, pe când consumatorul formează rețeaua pasivă, buclată, compusă din laturi transversale și longitudinale.

Elementul activ este în general neliniar, pe când elementul pasiv este liniar.

Sinteza sistemelor hidraulice are drept scop obținerea unor ecuații de funcționare, plecând de la ecuațiile de funcționare ale unei rețele simple extinzând-o prin adăugarea de elemente active și pasive.

8. Studiul regimurilor de funcționare al sistemelor hidraulice complexe, impune utilizarea dispozitivelor auxiliare de calcul:

a. Medele de sisteme hidraulice (calculatoare analogice

b. Calculatoare numerice;

c. Calculatoare hibride.

Medelele analogice ale sistemelor hidraulice fac parte din grupa surselor de calcul în curent alternativ, capabile să invereze o matrice.

Calculatorul cifric, trebuie să permită programarea pentru calculul matricei inverse.

Calculatorul hibrid, permite folosirea avantajelor pe care le prezintă fiecare metodă, atunci când trebuie să se rezolve o problemă dată.

9. Un sistem hidraulic industrial, trebuie să realizeze indici optimi de siguranță și economicitate.

Siguranța în alimentarea consumatorilor de energie hidraulică depinde de stabilitatea statică și dinamică a sistemelor hidro-

energetice.

Parametrii energiei hidraulice distribuite, depind de încărcarea buclelor hidraulice, iar economicitatea depinde de repartiția capacităților instalate și de caracteristicile consumatorilor alimentați.

Schemele de calcul ale sistemelor hidraulice industriale se clasifică astfel:

- Schema cu capacitate hidraulică în noduri;
- Schema cu nivele de energie hidraulică.

Schemele reale trebuiesc simplificate prin reducerea numărului de noduri și arce, prin eliminarea arcelor și a nodurilor independente.

Prin aceasta se reduce ordinul matricelor inverse care se rezolvă printr-una din metodele următoare:

a. Metode directe:

- metoda Cramer;
- metoda eliminării prin reducere sau substituție.

b. Metode iterative:

- metoda Gaus;
- metoda relaxării;
- metoda interpolării;
- metoda tangentei (Newton);
- metoda Word.

c. Metode de calcul matricial.

d. Metodă de calcul hibrid (iterativ matricială).

Calculul stabilității sistemului hidraulic, este necesar în cazul în care în sistem apar caracteristici neliniare, ce admit mai multe soluții (stabile sau labile), pentru punctul de funcționare.

Stabilitatea se exprimă prin legătura sursă-rețea și legătura rețea-consumatori și se poate aplica studiul micilor oscilații sau studiul micilor deplasări a caracteristicilor de debit ale surselor și consumatorilor.

10. Regimul economic optim al sistemului hidraulic, se exprimă prin indicatorii tehnico-economici, care depind de caracteristicile elementelor componente și de regimul de funcționare al sistemului.

Din indicatorii tehnico-economici cei mai importanți se citează:

- costul specific al energiei hidraulice și electrice;
- randamentul hidraulic energetic.

6.5. ANALIZA CIRCUITULUI DE APA INDUSTRIALA

DIN C.P.S. GOVORA

I. Circuitul de apă industrială din C.P.S. Govora îndeplinește misiunea asigurării cu apă industrială, care este folosită în toate secțiile ambelor uzine ale combinatului, în următoarele scopuri:

1. Răcirea lichidelor tehnologice în schimbătoarele de căldură.
2. Recirea diferitelor utilaje: compresoare, pompe de vid, etc.
3. Spălarea gazelor de cuptor;
4. Spălarea diferitelor aparate, spălări pe etaje și cota o în secții, spălări-drumuri uzinale, etc.
5. Răcire produse chimice: silicat, sodă caustică.

II. Tipul circuitului, componența și caracteristicile elementelor componente diferă esențial la cele două uzine ale combinatului așa cum se vede mai jos:

A. Uzina de sodă Nr. 2.

Circuitul de apă industrială este de tip ramificat deschis, cu evacuarea apelor după folosire la canalul de ape convențional curate, spre Olt, și se compune din următoarele elemente:

1. Rețele de conducte:

- a. Firul Nr. 1. cu $\varnothing=600$ mm, pentru alimentarea răcitoarelor cu stropire de la secția calcinată. Pe acest fir se pompează apă direct din Priza Olt cu una pompă KSB.
- b. Rețeaua de conducte care leagă pompele KSB cu decantorul, pompele 18 NDS și cu firele 2 și 4.
- c. Firele 2 și 4 cu \varnothing variabil de la 800 la 600 mm pentru alimentarea celorlalți consumatori. Pe aceste fire se pompează apă decantată, cu pompele 18 NDS.

2. Pompe.

Unitățile de pompare care asigură vehicularea apei industriale în rețelele de conducte de la punctul 1, se împart în trei părți distincte:

- a. Pompe KSB, echipate cu electromotoare de 220 kW la 1000 t/minut, având caracteristicile: $Q = 1800 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H = 10 \text{ m}$. Sînt montate în total 5 buc. pompe și sînt folosite astfel:

- una pompă debitează pe firul 1, pentru răcitoarele cu stropire;

- trei pompe debitează în decantor pentru alimentarea pompelor NDS;

- una pompă debitează pe firul Nr. 3, pentru uzina 3.

b. Pompe 18 NDS, echipate cu electromotoare de 630 Kw la 960 t/minut, având caracteristicile: $Q = 2550 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H = 48 \text{ m}$. Sînt montate în total patru pompe și funcționează două pompe care debitează apă decantată pe firele Nr. 2 și 4, la restul consumatorilor din uzină.

e. Pompele 12 NDS, echipate cu electromotoare de 250 Kw la 1500 t/minut, cu caracteristicile: $Q = 1260 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H = 64 \text{ m}$. Sînt montate patru pompe și funcționează două pompe.

Cu aceste pompe se repompează în circuitul de răcire apă colectată de la răcitoare și coloanele de carbonatare.

3. Decantorul; decantează apa ce se pompează cu pompele NDS, pentru a nu infunda aparatele cu suspensii grosiere aflate în apa râului Olt, pompată în decantor de pompele KSB.

B. Uzina de apă Nr. 3

Circuitul de apă industrială este de tipul cu recirculare, și se compune din următoarele elemente:

1. Rețele de conducte:

a. Rețeaua de conducte de la pompele RV 70 la consumatori (rețeaua de tur), în care se pompează apă la 27°C spre consumatori și care este de tip mixt:

- ramificată;

- inelară.

Diametrul conductei magistrale este de 1500 mm, și diametrele în sectoarele inelare 800 mm.

b. Rețeaua de conducte dintre consumatori și turnurile de răcire (rețeaua de retur), pe care circulă apă la temperatura de 37°C , după folosirea ei la consumatori, spre turnurile de răcire.

c. Rețeaua de conducte pentru evacuare la Olt sau în batalurile de glan a apei folosite și care, datorită impurificării ei, nu se mai poate recircula pentru refozire.

d. Conducta $\varnothing 600 \text{ mm}$, pentru apă de adăos de la priza Olt la turnurile de răcire, pentru completarea pierderilor (firul Nr. 3, pe care pompează o pompă KSB).

e. Rețeaua de conducte de legătură dintre decantor turnuri de răcire și pompele RV 70.

2. Pompele:

Unitățile de pompare care asigură vehicularea apei în-

dustriale în rețelele de conducte de la punctul 1, se împart în trei părți distincte:

a. Pompe care asigură pomparea apei de la turnurile de răcire la consumatori, prin rețeaua de tur. Sînt montate trei pompe de tip R.V 70, echipate cu electromotor de 800 Kw la 560 t/minut, avînd caracteristicile: $Q = 3800 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 55 \text{ m}$. Funcționează două pompe iarna și trei pompe vara.

b. Pompe care asigură pomparea apei de adăos la turnurile de răcire. Se pompează pe firul Nr. 3, cu o pompă KSB, cu caracteristicile expuse la uzina Nr. 2.

c. Pompe care asigură alimentarea cu apă de răcire a aparaturii RGRH, a căror cotă depășește presiunea apei din rețeaua de tur. Pompele se alimentează din rețeaua de tur și sînt de tipul 14 NDS (2 buc), echipate cu electromotoare de 200 Kw la 1500 t/minut avînd caracteristicile: $Q = 1620 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 90 \text{ m}$.

3. Turnurile de răcire

Apă industrială din rețeaua de retur intră la partea superioară a turnurilor de răcire unde se răcește de la 37°C la 27°C , după care, cu pompele RV 70, este repompată în rețeaua tur.

Turnurile de răcire sînt cu tirat forțat tip "HAWON" și sînt echipate cu câte un ventilator pentru creșterea tirajului, antrenate de electromotoare verticale de câte 250 Kw.

4. Decantorul: decantează suspensiile groasere din apă de adăos pompată de pompa KSB pe firul Nr. 3, de la priza Olt, înainte de introducerea ei în bazidul turnurilor de răcire, respectiv în rețeaua de tur.

III. Debite și consum de energie.

A. Uzina de sodă Nr. 2.

TABELUL 6.1.

Nr. crt.	Pompe		Debit m^3/h		Putere Kw		Observații	
	Tip	Bucăți	Uni-tar.	Total (în func)	Uni-tar.	Total (în func)		
		Total	in funcț					
1	KSB	5	1	1800	1800	220	220	Pentru răcitoarele cu stropire.
2	KSB	5	3	1800	5400	220	660	Pompează în decantor pentru pompele 18 NDS.
3	18 NDS	4	2	2550	5100	630	1260	Pompează din decantor în restul uzinei.
4	12 NDS	4	2	1260	2520	250	500	Repompare apă folosită de la răcitoare și coloane.
TOTAL					9420 m^3/h		2640 Kw	Nu se ia în considerare debitul celor 3 pompe KSB care sînt preluate de pompele 18 NDS.

Nr. crt	Pompe		Debit m ³ /h		Putere Kw		Observații	
	Tip	Număr Total	In punct	Uni- tar	Total	Uni- tar		Total
1	RV 70	3	2 (3)	3800	7600 (11400)	800	1600 (2400)	Pomparea în rețeaua de tur (2 pompe iarna, 3 pompe vara).
2	KSB	5	1	1800	1800	220	220	Asigură apa de adăos.
3	14 NDS	2	1	1620	1620	200	200	Alimentează RGRH (aspiră din rețeaua de tur).
4	Ventilator turn răcire	2	2	-	-	250	500	-
Total					7600 m ³ /h (11400)	2520 Kw (3320)	In rețeaua tur se regăsește numai debitul pompelor RV 70.	

Debitele, puterile și energia electrică consumată anual cu pomparea apei industriale:

TABELUL 6.3.

Nr. crt	Debite și puteri consumate	Uzina Nr.2	Uzina Nr.3	Total combinat	
0	1	2	3	4	
1.	Debite în m ³ /h	Iarna	9420	7600	17020
		Vara	9420	11400	20820
2.	Puteri consumate în Kw	Iarna	2620	2520	5160
		Vara	2640	3320	5960
3.	Consum specific în Kw/m ³ .	Iarna	0,28	0,33	0,30
		Vara	0,28	0,29	0,28
4.	Costul unui m ³ de apă pompată în lei/m ³ la 0,3 lei Kw.	Iarna	0,08	0,1	0,09
		Vara	0,08	0,087	0,08
5.	Energia electrică consumată anual pentru	Iarna (4000 ore)	10560000	10080000	20640000

0	1	2	3	4
pomparea apei in industria (8000 ore) (in Kwh)	Vara (4000 ore)	10560000	13280000	23840000
	Total anual	21120000	23360000	44480000
6. Costul anual al energiei electrice pentru pomparea apei industriale (8000 ore functionare) la 0,3 Kwh.	Iarna (4000 ore)	3168000	3024000	6192000
	Vara (4000 ore)	3168000	3984000	7152000
	Total anual (8000 ore)	6336000	7008000	13344000

IV. Din cele expuse rezultă că circuitul apei industriale din C.P.S. Govora reprezintă un mare consumator de energie, puterea pompelor în funcțiune însumând 5,9 Mw.

Se impune deci un studiu de optimizare, pentru înlăturarea deficiențelor care conduc la un consum de energie peste strictul necesar, după metoda apărută la 6.1.

S-a procedat în acest scop la parcurgerea etapei de culegere a datelor privind sursele rețelele, pompele și consumatorii făcându-se următoarele constatări:

1. Surse:

Apa industrială este preluată din râul Olt cu ajutorul pompelor verticale KSB, atât pentru uzina Nr. 2 cît și pentru completare la uzina 3, din punctul numit "Priza Olt".

În prima etapă (1959-1973), apa avea acces în priză direct din Olt, temperatura apei și gradul de suspensii diferind în funcție de anotimp: iarna gheață și zăi, iar în anotimpul ploios aluviuni.

În etapa a doua, începînd cu anul 1973, barajul construit în aval de priză, a creat lacul de acumulare care se întinde 5 Km. în amonte de priză. Noua situație a influențat temperatura apei, iar suspensiile depind de curățirea mlului din lac.

Intrucît cele două caracteristici: temperatura și gradul de suspensie sînt esențiale pentru apa industrială în vederea realizării scopurilor arătate la 6.5.I., debitul necesar fiind influențat sensibil de situația lor la un moment dat, se impun măsuri pentru păstrarea acestor caracteristici în limite acceptabile, ținînd cont de prezența lacului de acumulare în zona prizei. Comparînd din acest punct de vedere apa industrială din circuitul C.P.S. Govora cu cea din combinatul petrochimic Rîmnicu Vilcea a cărui priză de apă se află cu cca. 1 Km. în amonte, deci într-o zonă a lacului cu aluvi-

uni mai abundente, se observă o mare diferență în favoarea celei din urmă. B4 8

Explicația constă în faptul că, apa industrială la combinatul petrochimic este pompată din lac în decantoare multiple de mare eficiență, din care este preluată de alte pompe și trimisă în circuit în instalațiile din combinat. Cheia problemei constă deci în mărirea stației de decantare la C.P.S.Govora, total insuficientă în prezent, fiind necesar un proiect în acest sens, întocmit de un institut de specialitate.

2. Rețele:

Din schema bloc redată în planșa 6.1. reiese configurația rețelei de apă industrială la ambele uzine ale C.P.S.Govora, partea exterioară clădirilor. Urmărind în continuare rețelele și în interiorul clădirilor, se observă că în uzina nr. 2 există o rețea ramificată cu evacuarea la canal, spre Olt, a apei după folosire, iar în uzina nr. 3 există o rețea cu recirculare, în sistem mixt, ramificat și înelar. Cele două inele se redau în planșa 6.2.

Deși s-au cules toate datele privind caracteristicile geometrice ale rețelelor de la ambele uzine, un calcul hidraulic nu este posibil intrucit referitor la debite nu se dispune decât de valoarea lor prin măsurare cu debitmetre în punctele de intrare în conductele principale de la Priza Olt fără a avea și debitele pe consumatori.

La uzina Nr. 3 nu există debitmetru pe conductă în care refulează pompele RV 70 (conducta \varnothing 1500), astfel că nu se cunoaște debitul apei recirculate.

În cazul celor două inele, există debitmetre pe fiecare latură a inelelor, la racordul lor cu conducta magistrală, fără a avea și debitmetre pentru numeroșii consumatori de pe cele trei laturi ale inelelor (vezi planșa 6.2.)

În plus, consumatorii sînt dotați cu aparate de reglare ale debitelor, în funcție de temperatura apei de răcire, ceea ce complica și mai mult situația, neputîndu-se conta pe datele din proiect, care indică debitele teoretice.

Se remarcă faptul că există schimbări nejustificate de secțiuni ale conductelor în zonele magistrale, iar în zona de distribuție la consumatori, secțiunea se păstrează constantă. Intrucit vitezele calculate în diferite zone la debitul maxim înregistrat la începutul traseelor, inclusiv pe laturile celor două inele de la uzina 3, sînt cuprinse între 1,4 - 2 m/sec, rezultă că avem dimensionări largi cu pierderi de sarcini mici, dar cu risipă de material, situație a cărei schimbare nu este justificată economic.

3. Pompe

Caracteristicile pompelor pentru ambele uzine sînt re-
date în tabelul 6.1.

Pompele 18 NDS de la uzina 2 și pompele RV 7o de la uzina 3, pompe cu debite și presiuni mari, pompează pe cîte un singur fir cu ramificații pe traseu la mai mulți consumatori. În cazul în care se reclamă insuficiența apei de răcire la unul din consumatorii de pe traseu, se solicită pornirea unei noi pompe, deși debitul necesar la acest consumator reprezintă o parte neînsemnată din debitul pompei ce se solicită a fi pornită, rezultînd astfel un consum inutil de energie.

Pentru satisfacerea unor astfel de necesități, ar fi utilă montarea unor unități de pompare cu debite mici și cu presiune identică cu a pompelor principale, care să fie pornite la nevoie.

Desigur că, pompele cu turație variabilă ar rezolva mai elegant problema așa cum s-a arătat la capitolul 6.3.

4. Consumatorii:

Debitele de apă de răcire necesară pe fiecare consumator, aspect care ne interesează din punct de vedere hidraulic, nu sînt precizate decât teoretic, în proiectul tehnologic pentru caracteristici ale apei de răcire diferite de realitate, astfel că nu pot fi luate în considerare la un calcul hidraulic.

6.6. CONCLUZII

Circuitul apei industriale din C.P.S. Gavra consumă energie pentru pompare aproximativ egală cu suma energiilor consumate de totalitatea circuitelor hidraulice tehnologice din combinat.

Aspectele arătate la capitolul 6.5, justifică presupunerea că acest consum poate fi diminuat, sens în care se impune luarea următoarelor măsuri:

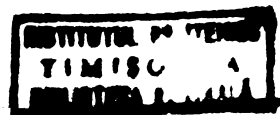
a. Proiectarea și realizarea unei stații de decantare eficientă la Priza Olt;

b. Creierea condițiilor pentru determinarea debitelor pe fiecare consumator prin montarea de debitmetre și efectuarea unui studiu de optimizare asupra circuitelor hidraulice de la ambele uzine după metoda indicată la capitolul 6.1, metodă științifică înlocuind astfel de laborioasă;

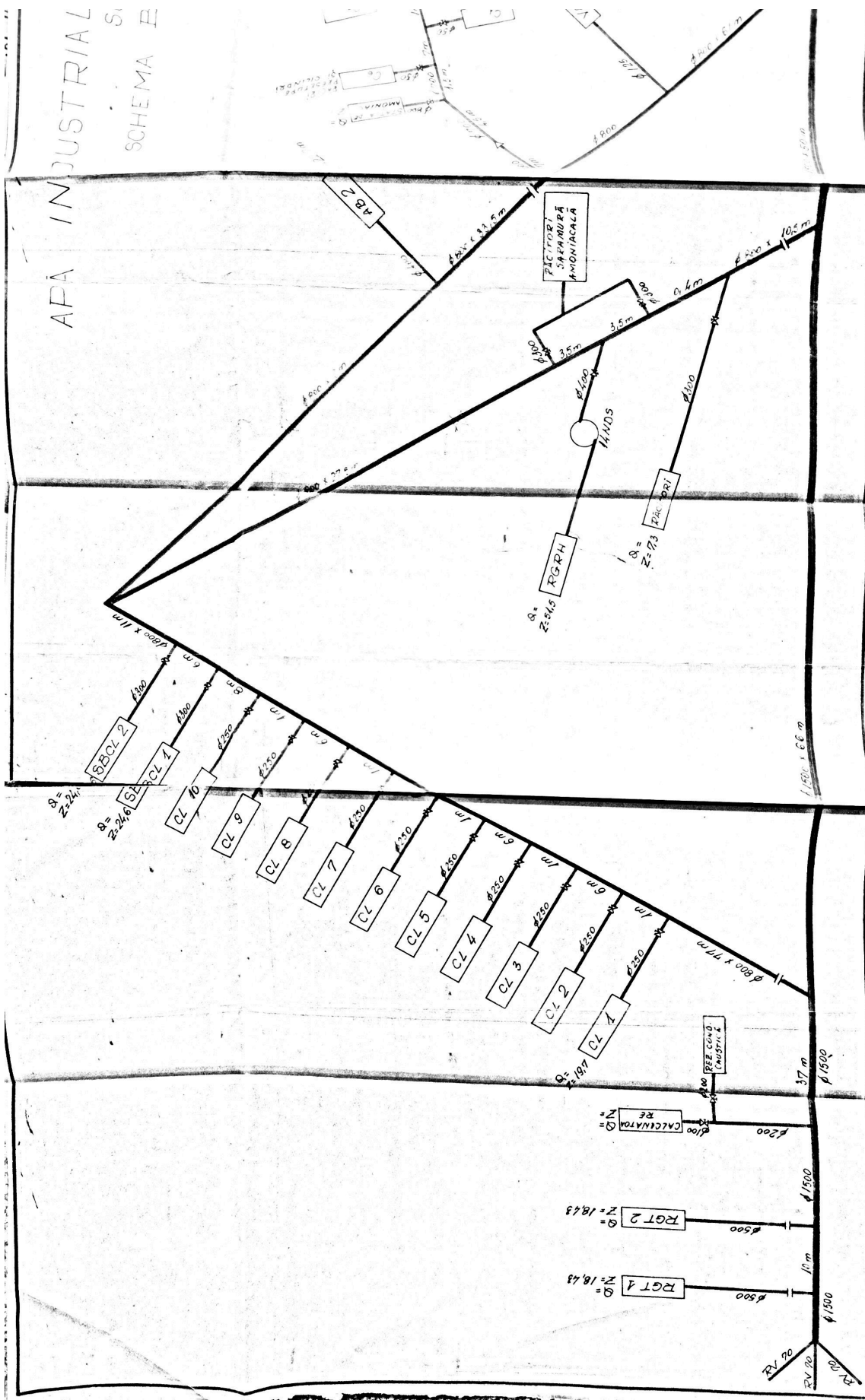
c. Executarea modificărilor indicate în urma studiului

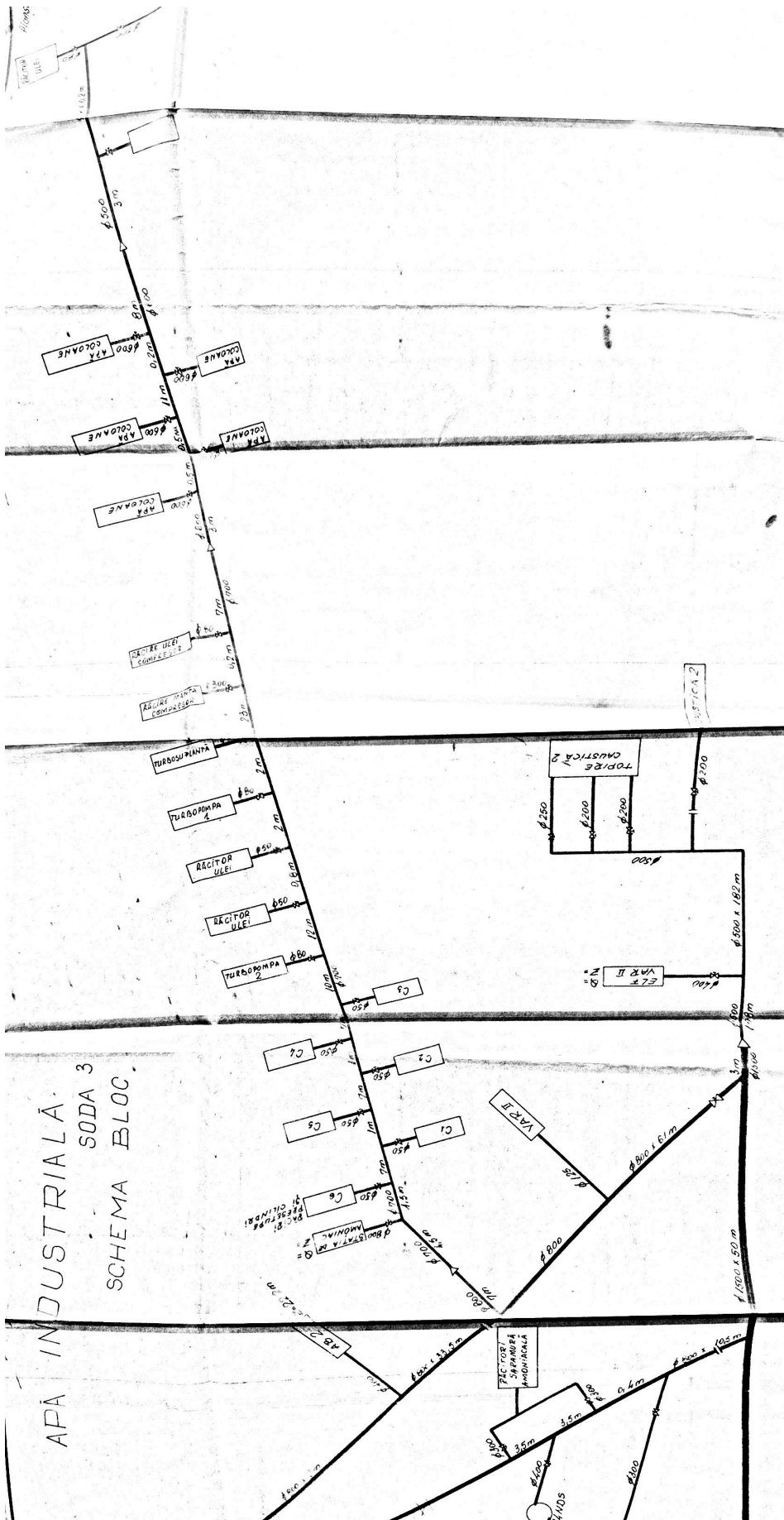
d. Echiparea pompelor cu electromotoare cu turație variabilă, într-o etapă viitoare, cînd vor fi rezolvate problemele tehnice, încă în faza de studiu și experimentare (vezi cap. 6.3.).

Fără aceste măsuri, încercările de a îmbunătăți situația existentă sînt empirice și nu pot conduce la rezultate satisfăcătoare.

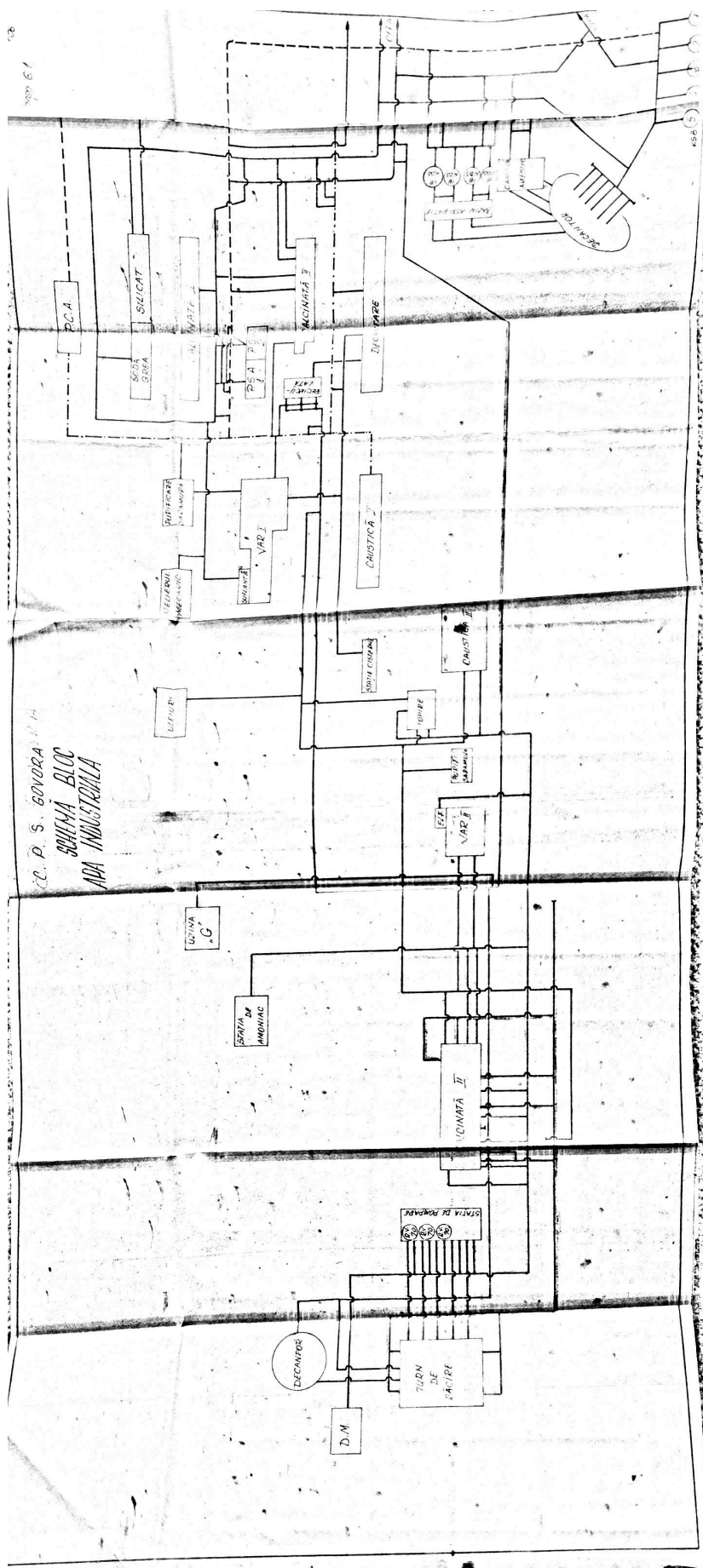


APĂ INDUSTRIALĂ
SCHEMA





APĂ INDUSTRIALĂ
SODA 3
SCHEMA BLOC.



S. S. GOVORA S. A.
 SCHEMA BLOC
 APA INDUSTRIALA

A N E X A " A "

PROGRAME FORTRAN PENTRU OPTIMIZAREA CIRCUITELOR
HIDRAULICE TEHNICE CU AJUTORUL CALCULATORULUI

1. PROGRAMUL FORTRAN NR.1.

Este un program Fortran, care determină coeficienții expresiilor:

$$H = a_1 + a_2 Q - a_3 Q^2$$

$$\eta = b_1 Q + b_2 Q^2 + b_3 Q^3$$

Determinarea acestor coeficienți este făcută prin metoda celor mai mici pătrate.

Prin minimizarea expresiei:

$$\sum_{i=1}^n (x - f(x))^2 = \text{Min.}$$

Pentru expresia analitică $H = f(Q)$, se obține sistemul:

$$a_1 + a_2 \sum_1^n Q_1 + a_3 \sum_1^n Q_1^2 = \sum_1^n H_1$$

$$a_1 \sum_1^n Q_1 + a_2 \sum_1^n Q_1^2 + a_3 \sum_1^n Q_1^3 = \sum_1^n H_1^2$$

$$a_1 \sum_1^n Q_1^2 + a_2 \sum_1^n Q_1^3 + a_3 \sum_1^n Q_1^4 = \sum_1^n H_1^3$$

Pentru expresia analitică $\eta = f(Q)$ se obține sistemul:

mul:

$$b_1 \sum_1^n Q_1 + b_2 \sum_1^n Q_1^2 + b_3 \sum_1^n Q_1^3 = \sum_1^n \eta_1$$

$$b_1 \sum_1^n Q_1^2 + b_2 \sum_1^n Q_1^3 + b_3 \sum_1^n Q_1^4 = \sum_1^n \eta_1^2$$

$$b_1 \sum_1^n Q_1^3 + b_2 \sum_1^n Q_1^4 + b_3 \sum_1^n Q_1^5 = \sum_1^n \eta_1^3$$

Perechile de valori (H_i, Q_i) și (η_i, Q_i) , se determină grafic din curbele ce descriu aceste expresii.

Prin rezolvarea acestor sisteme de ecuații, se obțin valorile coeficienților A_i, B_i , care aproximează cel mai bine curbele date.

Programul afișează aceste valori obținute, împreună cu erorile maxime între curba teoretică și curba reală.

De asemenea, programul creează un fișier secvențial în care sînt păstrate aceste valori, împreună cu numele pompei, diametrul rotorului și turația de lucru, debitul minim și maxim.

Aceste date din fișierul creat, vor fi folosite în programul de determinare al pompelor optime.

Programul se poate folosi de asemenea pentru a se afișa pentru fiecare pompă și pentru fiecare curbă în parte, valorile reale și valorile teoretice, precum și lisarea, pentru a se putea corecta eventualele erori.

Se redau în continuare programul și coeficienții funcțiilor caracteristice de sarcină și de randament, calculați pe baza conținutului program cu ajutorul calculatorului, pentru pompele existente în C.P.S. Govora și pentru pompele PCN și PCNS, fabricație IUC FAGĂ-RAȘ, ca pompe înlocuitoare.

JOB DMP1.AM:PR01.PN:URSATEAN
12/07/79 14H 28M 28S

141

INIT DV:RD
COMPIIF FORTDAN.NLG
* FORTRAN 5.1 - 15/01/79 STARTED ** DOS - 02/11/78 *
* FORTRAN 5.1 * FORTRAN * 12/07/79 * 14H 28M 53S * 1A

UNITATE FARA ERORI
* FORTRAN 5.1 * FORTRAN * 12/07/79 * 14H 28M 53S * 2A

* FORTRAN 5.1 * FORTRAN * 12/07/79 * 14H 30M 26S * 3F

INFORMATII I.M.T.

1. SEGMENTUL F*COMMON IMPLANTAT LA: 0000

MODUL ORIECT F* ADRESA: 0000
MODUL ORIECT F*FF ADRESA: 0014

LUNGIME SEGMENT: 0018

2. SEGMENTUL FOP*PROG IMPLANTAT LA: 0014

MODUL ORIECT FOP*PROG ADRESA: 0000
LUNGIME SEGMENT: 1000

3. SEGMENTUL PEZSIS IMPLANTAT LA: 1CEB

MODUL ORIECT PEZSIS ADRESA: 0000
LUNGIME SEGMENT: 0470

*** CEA MAI LUNGA RAMURA A PROGRAMULUI ESTE: 2158 OCTETI ***

**** 14H 30M 37S **** COMPILARE TERMINATA (FARA ERORI MAJORE)
LAFI A.FN: DMP1.AM: ANY.5715
RIK

412

2. COEFICIENTII CARACTERISTICILOR DE
SARCINA SI BALDAMENT, DETERMINAT CU
CALCULATORUL, IN BAZA PROGRAMULUI

FORTRAN NR. 1

2. COEFICIENTE CARACTERÍSTICO DE LA CINA SI SE DETERMINA EL CALCULO DE FUERZA M71

NR.	DE	IM.	POMPA	CM	ROT.	COEFICIENTE	...
75	11	11	11	11	11	11	...
76	11	11	11	11	11	11	...
77	11	11	11	11	11	11	...
78	11	11	11	11	11	11	...
79	11	11	11	11	11	11	...
80	11	11	11	11	11	11	...
81	11	11	11	11	11	11	...
82	11	11	11	11	11	11	...
83	11	11	11	11	11	11	...
84	11	11	11	11	11	11	...
85	11	11	11	11	11	11	...
86	11	11	11	11	11	11	...
87	11	11	11	11	11	11	...
88	11	11	11	11	11	11	...
89	11	11	11	11	11	11	...
90	11	11	11	11	11	11	...
91	11	11	11	11	11	11	...
92	11	11	11	11	11	11	...
93	11	11	11	11	11	11	...
94	11	11	11	11	11	11	...
95	11	11	11	11	11	11	...
96	11	11	11	11	11	11	...
97	11	11	11	11	11	11	...
98	11	11	11	11	11	11	...
99	11	11	11	11	11	11	...
100	11	11	11	11	11	11	...

NR. CRT	DENUM. POMBA	DM	POT.	COEFICIENTII	EXPR. ANAL.	H=F(0)
				A	B	C
76	pPCN	220	2900	59.330	25781	00429
77	pPCN	200	2900	47.033	24884	00528
78	pPCN	260	1450	21.224	18096	00443
79	pPCN	240	1450	17.518	12803	00380
80	pPCN	220	1450	13.824	13229	00350
81	pPCN	200	1450	11.556	10711	00321
82	pPCN	300	2900	102.225	10223	01274
83	pPCN	280	2900	90.225	44236	00174
84	pPCN	260	2900	76.225	28268	00174
85	pPCN	240	1450	23.000	28268	00174
86	pPCN	220	1450	18.336	45451	00115
87	pPCN	200	1450	13.672	11550	00115
88	pPCN	175	2900	12.959	09267	00115
89	pPCN	150	2900	12.408	08448	00115
90	pPCN	120	2900	12.277	08366	00115
91	pPCN	175	1450	5.833	07062	00115
92	pPCN	150	1450	5.060	05334	00115
93	pPCN	130	2900	43.613	13437	00115
94	pPCN	160	2900	25.718	01558	00062
95	pPCN	140	1450	20.874	08838	00150
96	pPCN	260	2900	23.146	32015	00150
97	pPCN	240	2900	21.511	23540	00150
98	pPCN	220	2900	19.505	20780	00150
99	pPCN	200	2900	17.524	17917	00150
100	pPCN	240	1450	22.719	03301	00054
101	pPCN	220	1450	22.201	06433	00055
102	pPCN	200	1450	21.555	06408	00055
103	pPCN	320	2900	123.769	23348	00112
104	pPCN	300	2900	106.924	11392	00069
105	pPCN	280	2900	92.287	16341	00067
106	pPCN	260	2900	80.872	14841	00091
107	pPCN	240	1450	63.417	13227	00127
108	pPCN	220	1450	57.754	13660	00146
109	pPCN	200	1450	52.776	10725	00118
110	pPCN	260	2900	27.119	09444	00108
111	pPCN	175	2900	23.516	03327	00051
112	pPCN	155	2900	21.205	01603	00041
113	pPCN	175	1450	8.128	02035	00058
114	pPCN	155	1450	7.413	01913	00065
115	pPCN	135	1450	5.780	00684	00022
116	pPCN	155	1450	5.527	00210	00058
117	pPCN	210	2900	40.965	00491	00058
118	pPCN	190	2900	39.774	00774	00066
119	pPCN	170	2900	38.544	01527	00056
120	pPCN	210	1450	19.733	05325	00056
121	pPCN	190	1450	18.231	04859	00072
122	pPCN	170	1450	16.810	02215	00075
123	pPCN	240	2900	70.222	04042	00038
124	pPCN	220	2900	64.147	12202	00051
125	pPCN	200	2900	57.221	04191	00062
126	pPCN	200	2900	47.222	03247	00042
127	pPCN	260	1450	22.222	08058	00078
128	pPCN	240	1450	21.733	06044	00069
129	pPCN	220	1450	21.200	05941	00074
130	pPCN	200	1450	20.666	04727	00074
131	pPCN	300	2900	130.322	10519	00043
132	pPCN	280	2900	117.777	16515	00057
133	pPCN	260	2900	102.741	12038	00052
134	pPCN	240	1450	86.908	08048	00070
135	pPCN	220	1450	83.233	10964	00080
136	pPCN	200	1450	74.165	07027	00056
137	pPCN	210	2900	53.200	02000	00024
138	pPCN	190	2900	51.880	01426	00024
139	pPCN	170	1450	49.581	01049	00022
140	pPCN	240	2900	39.633	00329	00020
141	pPCN	220	2900	38.335	07886	00020
142	pPCN	200	2900	37.044	05017	00022
143	pPCN	240	1450	17.753	04148	00026
144	pPCN	220	2900	16.053	00653	00002
145	pPCN	200	2900	14.700	02556	00013
146	pPCN	240	1450	13.228	03211	00014
147	pPCN	220	1450	12.666	02612	00015
148	pPCN	200	1450	11.965	03287	00016
149	pPCN	1450	1450	14.364	02716	00017

HMAX	ERMAX	COEFFICIENT	EXPL. ANAL.	DIFF (C)	REMARK	ERMAX
63.2	.8	3.256339	1.1	.000027		1.1
49.4	.5	3.630338	1.1	.000043		1.1
23.1	.8	5.616885	1.1	.001102		1.1
18.5	.4	7.040117	1.1	.002177		1.1
15.0	.4	5.353372	1.1	.000309		1.1
12.2	.8	6.974557	1.1	.000421		1.1
10.3	.0	6.333355	1.1	.000006		1.1
8.2	.8	6.773300	1.1	.000008		1.1
6.2	.8	6.996844	1.1	.000010		1.1
2.2	.4	6.833315	1.1	.000025		1.1
4.1	.8	6.081733	1.1	.000004		1.1
2.7	.8	6.421944	1.1	.000008		1.1
1.8	.3	7.508332	1.1	.000018		1.1
9.9	.4	6.877322	1.1	.000019		1.1
5.6	.7	6.233766	1.1	.000003		1.1
4.6	.7	6.905666	1.1	.000005		1.1
7.5	.7	6.444444	1.1	.000011		1.1
1.1	.8	6.604444	1.1	.000011		1.1
4.8	.8	6.457455	1.1	.000003		1.1
8.0	.8	6.630000	1.1	.000003		1.1
6.7	.4	6.758944	1.1	.000004		1.1
5.1	.1	6.955533	1.1	.000007		1.1
2.3	.5	6.621633	1.1	.000015		1.1
1.9	.5	6.672533	1.1	.000016		1.1
1.6	.5	6.640200	1.1	.000015		1.1
1.3	.3	7.882277	1.1	.000001		1.1
3.0	.0	6.902277	1.1	.000001		1.1
1.3	.2	6.342699	1.1	.000002		1.1
3.7	.4	6.400999	1.1	.000003		1.1
3.3	.1	6.825546	1.1	.000005		1.1
2.2	.8	6.214558	1.1	.000010		1.1
4.8	.2	6.706688	1.1	.000018		1.1
3.5	.8	6.921336	1.1	.000000		1.1
3.1	.7	6.919777	1.1	.000001		1.1
2.5	.3	6.063699	1.1	.000011		1.1
1.8	.4	6.504222	1.1	.000016		1.1
7.7	.9	6.330444	1.1	.000017		1.1
5.6	.5	6.335493	1.1	.000013		1.1
4.2	.6	6.984499	1.1	.000000		1.1
3.2	.9	6.004455	1.1	.000000		1.1
1.1	.4	6.905522	1.1	.000000		1.1
5.5	.6	6.182388	1.1	.000004		1.1
9.6	.5	6.655977	1.1	.000009		1.1
7.8	.3	6.923370	1.1	.000001		1.1
6.1	.8	6.977199	1.1	.000001		1.1
4.7	.5	6.774662	1.1	.000001		1.1
2.3	.2	6.937772	1.1	.000003		1.1
1.5	.0	6.233777	1.1	.000007		1.1
1.1	.6	6.575119	1.1	.000018		1.1
4.6	.3	6.915555	1.1	.000000		1.1
2.7	.8	6.771588	1.1	.000000		1.1
0.4	.8	6.799880	1.1	.000001		1.1
3.7	.1	6.225688	1.1	.000002		1.1
5.3	.2	6.551550	1.1	.000004		1.1
4.0	.4	6.524488	1.1	.000000		1.1
1.2	.7	6.635522	1.1	.000003		1.1
9.0	.7	6.555599	1.1	.000000		1.1
7.7	.3	6.924444	1.1	.000000		1.1
1.9	.0	6.444474	1.1	.000000		1.1
1.3	.4	6.622274	1.1	.000000		1.1
3.4	.5	6.732299	1.1	.000000		1.1
2.7	.2	6.933399	1.1	.000001		1.1
8.0	.8	6.453355	1.1	.000000		1.1
6.6	.2	6.513399	1.1	.000000		1.1
2.0	.3	6.845503	1.1	.000001		1.1

MR. CRT	DENUM.	POMDA	DM	ROT.	COEFFICIENT	EXP.	AREA
151	PCN	1255	240	1450	16.02553		.01400
152	PCN	1255	220	2900	17.58809		.07734
153	PCN	1255	305	2900	109.22685		.04284
154	PCN	1255	290	2900	94.72461		.07683
155	PCN	1255	275	2900	79.75864		.06424
156	PCN	1255	260	2900	65.51897		.07247
157	PCN	1255	320	1450	32.12584		.02127
158	PCN	1255	305	1450	28.46301		.01854
159	PCN	1255	290	1450	25.31604		.01854
160	PCN	1255	275	1450	22.32443		.01854
161	PCN	1255	260	1450	19.36850		.01574
162	PCN	1255	172	2900	38.82504		.02116
163	PCN	1255	160	2900	34.45528		.05584
164	PCN	1255	150	2900	30.12907		.07487
165	PCN	1255	140	2900	25.66263		.05846
166	PCN	1255	130	2900	21.06866		.04908
167	PCN	1255	207	2900	54.53094		.00741
168	PCN	1255	180	2900	43.36894		.10482
169	PCN	1255	160	2900	33.30757		.02223
170	PCN	1255	145	2900	27.03477		.05074
171	PCN	1255	164	1450	21.39192		.03011
172	PCN	1255	164	1450	7.29071		.02379
173	PCN	1255	145	1450	5.57968		.02056
174	PCN	1255	244	2900	79.47879		.05264
175	PCN	1255	225	2900	70.68860		.01663
176	PCN	1255	200	2900	55.87892		.01427
177	PCN	1255	244	1450	20.15042		.02402
178	PCN	1255	225	1450	17.68858		.01195
179	PCN	1255	200	1450	13.92106		.00586
180	PCN	1255	199	2900	51.51189		.02002
181	PCN	1255	190	2900	44.79987		.04694
182	PCN	1255	160	2900	30.80908		.01315
183	PCN	1255	140	1450	12.67602		.02107
184	PCN	1255	140	1450	11.47858		.02483
185	PCN	1255	140	2900	49.63927		.05811
186	PCN	1255	160	2900	34.88016		.00776
187	PCN	1255	200	2900	55.00071		.02271
188	PCN	1255	200	2900	55.72203		.23170
189	PCN	1255	187	2900	17.65171		.01763
190	PCN	1255	160	2900	30.33638		.01772
191	PCN	1255	240	2900	82.17348		.01223
192	PCN	1255	220	2900	65.78474		.11872
193	PCN	1255	200	2900	50.87512		.14608
194	PCN	1255	218	2900	56.14223		.00234
195	PCN	1255	162	2900	33.32953		.13091
196	PCN	1255	145	2900	50.38875		.12471
197	PCN	1255	328	1500	29.38875		.13861
198	PCN	1255	163	2900	21.26083		.59661
199	PCN	1255	162	2900	25.97977		.57231
200	PCN	1255	0	1450	29.05948		.11502
201	PCN	1255	450	1500	61.23773		.09356
202	PCN	1255	0	0	65.15657		.03156
203	PCN	1255	210	2900	64.08139		.05293
204	PCN	1255	200	2900	51.08497		.15534
205	PCN	1255	142	2900	51.40242		.05210
206	PCN	1255	168	2900	36.72220		.11523
207	PCN	1255	157	2900	29.94226		.09907
208	PCN	1255	148	2900	27.78844		.01440
209	PCN	1255	162	2900	34.43176		.03024
210	PCN	1255	157	2900	33.59978		.06891
211	PCN	1255	215	2900	57.84514		.28207
212	PCN	1255	200	2900	47.83165		.28612
213	PCN	1255	180	2900	38.54790		.18861
214	PCN	1255	160	2900	28.87547		.11191
215	PCN	1255	215	2900	52.45543		.32737
216	PCN	1255	200	2900	47.29774		.16815
217	PCN	1255	180	2900	39.07758		.03056
218	PCN	1255	160	2900	31.14828		.02103
219	PCN	1255	298	2900	102.02608		.07357
220	PCN	1255	292	2900	93.76609		.04400
221	PCN	1255	286	2900	89.69640		.04927
222	PCN	1255	290	2900	103.11590		.04884
223	PCN	1255	280	2900	97.14793		.03087
224	PCN	1255	270	2900	63.58598		.15745
225	PCN	1255	260	2900	71.00095		.05070

NO. CRT	DEFIN.	POMPA	DM	POT.	COEFFICIENT	IT	EXP.	ANAL.	H-F (C)
					A		B		C
226	*TRM	2000-122	235	2940	71.11781		.01654		.00019
227	*TRM	2000-122	220	2940	64.34293		.00411		.00017
228	*TRM	2000-122	210	2940	59.27835		.02317		.00016
229	*TRM	2000-122	200	2940	57.45764		.06762		.00009
230	*TRM	1500-122	224	2940	60.38243		.12477		.00007
231	*TRM	1500-122	210	2940	51.52338		.10049		.00007
232	*TRM	1500-122	195	2940	45.03201		.07021		.00007
233	*TRM	1500-122	180	2940	38.05579		.01378		.00003
234	*AG	1000-150	384	1450	52.56274		.07147		.00005
235	*AG	1000-150	360	1450	45.87202		.08727		.00000
236	*AG	1000-150	340	1450	41.56667		.16024		.00010
237	*AG	1000-150	320	1450	35.26480		.06764		.00013
238	*AG	1000-150	300	1450	30.60924		.06699		.00013
239	*TRM	1000-34023	320	2940	97.27919		1.35627		.01139
240	*TRM	1000-34023	300	2940	79.31020		1.46054		.01423
241	*TRM	1000-34023	280	2940	76.68535		.93728		.01124
242	*TRM	1000-34023	260	2940	69.09799		.62298		.01001
243	*POMPA	4K6	0	0	107.90018		.04661		.00160
244	*POMPA	12NDS	400	1450	54.91379		.01852		.00015
245	*POMPA	12NDS	430	1450	62.84684		.03247		.00018
246	*POMPA	12NDS	460	1450	72.13874		.03554		.00018
247	*SADU	100	210	2900	54.15593		.36439		.00891
248	*SADU	100	206	2900	52.24583		.37710		.00913
249	*SADU	100	198	2900	46.33063		.45882		.01100
250	*POMPA	TPB AN	0	2960	45.14244		.06776		.00417
251	*PMP	AN 80-50	0	1450	16.64294		.10803		.00415
252	*CERNNA	50	152	2900	31.18732		.48289		.04388
253	*CERNNA	50	146	2900	29.40056		.27471		.04176
254	*CERNNA	50	140	2900	27.65544		.20131		.04867
255	*CERNNA	65	170	2900	35.34523		.24406		.01448
256	*CERNNA	65	163	2900	30.93280		.32064		.01736
257	*CERNNA	65	155	2900	28.29144		.22754		.01658
258	*CERNNA	150	330	2900	25.48041		.85990		.00300
259	*CERNNA	150	318	2900	21.61102		.21266		.00096
260	*CERNNA	150	308	2900	32.60657		.02438		.00036
261	*DM	80-100	0	1450	28.29987		.15643		.00268

* STOP *

F0J

12/07/79

14H 44M 53S

HMAX	ERMAX	COEFICIENTII	EXPR. ANAL.	PD=F(0)	PCMAX	ERMAX	
		A	B	C			146
71.5#	.5#	.47649	-.00089	.00000	* 72.1#	1.3#	34
64.4#	.7#	.47437	-.00067	.00000	* 75.7#	2.5#	35
60.1#	1.7#	.49426	-.00066	.00000	* 75.1#	1.1#	32
69.7#	.8#	.51033	-.00074	.00000	* 71.2#	6.6#	26
64.5#	1.5#	.14624	-.00568	.00001	* 75.6#	6.7#	27
54.3#	2.0#	.18115	-.00654	.00001	* 70.3#	4.7#	21
45.3#	1.4#	.05750	-.00515	.00001	* 66.4#	3.6#	20
38.1#	.0#	.12442	-.00685	.00001	* 60.2#	.0#	15
47.4#	.3#	.96281	-.00695	.00002	* * * * *	.0#	50
39.6#	.5#	.07376	-.00799	.00002	* 47.3#	.2#	8
35.6#	2.2#	.34399	-.01314	.00005	* * * * *	.0#	7
43.8#	3.8#	.45312	-.01099	.00002	* 59.4#	1.7#	15
39.0#	3.3#	.70033	-.01560	.00004	* 59.3#	1.5#	15
137.6#	3.8#	.94197	-.00753	-.00002	* 44.3#	3.3#	10
116.8#	3.5#	.04783	-.00252	-.00004	* 48.4#	3.6#	10
96.2#	1.3#	.32356	-.00858	-.00001	* 46.5#	2.7#	8
78.4#	.5#	.38478	-.00805	-.00004	* 45.6#	1.1#	13
108.2#	.4#	.69864	-.01340	.00003	* 68.8#	5.5#	13
55.5#	.9#	.69512	-.00172	.00000	* 85.0#	3.3#	53
64.4#	.9#	.64920	-.00151	.00000	* 85.3#	3.8#	53
73.4#	2.1#	.58351	-.00111	.00000	* 87.3#	3.6#	52
58.1#	1.4#	.22169	-.00271	.00004	* 54.3#	1.1#	7
56.1#	.9#	.22169	-.00271	.00004	* 54.3#	1.1#	7
51.1#	1.1#	.20423	-.00220	.00007	* 54.2#	1.0#	3
45.4#	1.6#	.19261	-.00175	-.00001	* 24.0#	0.9#	3
17.3#	2.8#	.07516	-.01033	-.00005	* 23.1#	3.4#	3
32.5#	.6#	.72903	-.36842	-.00263	* 55.5#	3.5#	2
29.9#	.4#	.91947	-.47811	-.00724	* 51.2#	3.5#	2
27.9#	1.6#	.87271	-.44692	-.00566	* 49.2#	.0#	1
36.4#	1.5#	.42470	-.06928	-.00016	* 61.0#	.0#	3
32.4#	1.5#	.49514	-.11397	-.00048	* 60.2#	.0#	3
29.1#	.8#	.33152	-.04976	-.00115	* 54.3#	.0#	3
16.1#	18.5#	.95553	-.00326	.00000	* 75.4#	.0#	1
33.4#	3.3#	.03951	-.00401	.00000	* 75.5#	.0#	1
33.0#	.5#	.12514	-.00482	.00000	* 75.5#	.0#	1
30.6#	1.4#	.41624	.01339	-.00001	* 75.5#	.0#	1

3. PROGRAMUL FORTRAN NR. 8.

Este un program Fortran de determinare a unei pompe optime, funcție de o serie de factori:

- caracteristicile rețelei;
- fluidul pompat;
- sarcina hidrostatică.

Programul alege din nomenclatorul de pompe, pompa pentru care randamentul global,

$$\eta_G = \eta_P \cdot \eta_i = \text{Max.}$$

În prima etapă se calculează pierderile liniare și locale în rezistență.

Ca tipuri de rezistențe locale, s-au luat în considerare cele mai uzuale: coturi, robinete, diafragme, confuzoare, și difuzoare.

Coeficientul de pierderi liniare, se calculează funcție de regimul de scurgere și de asperități:

$$Re \leq 2320; \quad \lambda = \frac{64}{Re}$$

$$Re \leq \frac{23 \cdot D_i}{Z_m}; \quad \lambda = \frac{1}{(2 \log \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}})^2}$$

$$Re \leq \frac{560 \cdot D_i}{Z_m}; \quad \lambda = \frac{1}{(-2 \log \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{Z_m}{3,71 \cdot D_i})^2}$$

$$Re \geq \frac{560 \cdot D_i}{Z_m}; \quad \lambda = \frac{1}{(2 \log \frac{3,71 \cdot D_i}{Z_m})^2}$$

Pentru cazurile 2 și 3, calculul lui λ se face prin iterații, pornind de la o valoare inițială:

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \log Re - 1,64)^2}$$

148

Prin determinarea pierderilor liniare și locale, se determină de fapt sarcina minimă impusă pompei la debitul tehnologic

$$H_{\min} = 1,1 \left(H_g + \sum_{1}^n \{ i \} \right),$$
 luându-se un coeficient siguranță de 10%.

În continuare sînt analizate pe rînd pompele din nou clator, alegîndu-se ca pompă optimă, pompa care maximizează, respectiv minimizează elemente energohidraulice, conform tabelelor centralizate anterior.

Condițiile privind sarcina pompei la debitul tehnologic și debitul pompei în punctul de funcționare, sînt eliminatorii.

Dintre celelalte condiții privind restul elementelor energie-hidraulice, condiția privind randamentul global de pompare în instalație, este cea mai importantă.

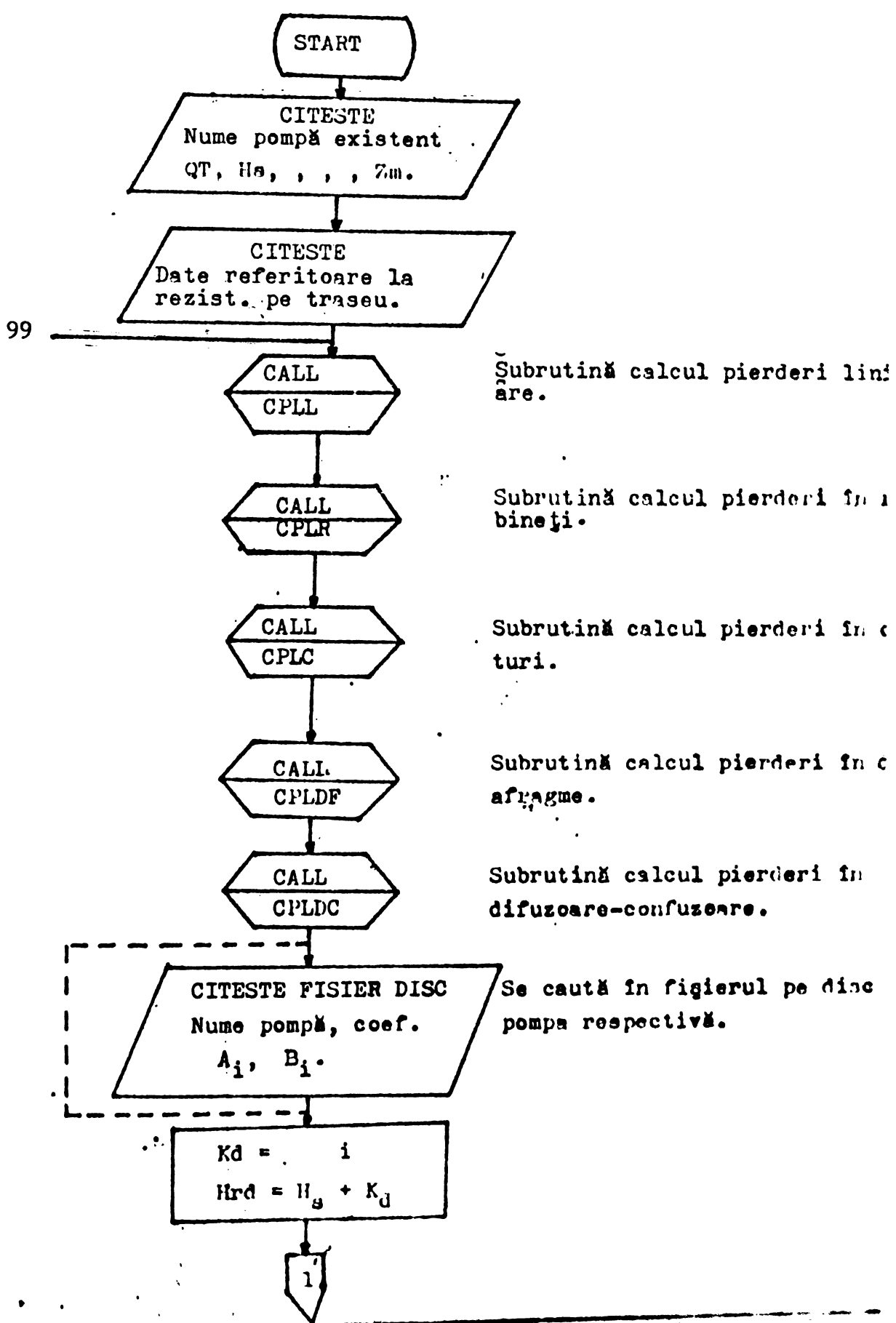
În cazul cîă a fost găsită o pompă mai bună decît cea existentă, sînt afișate o serie de date comparative pentru cele două pompe.

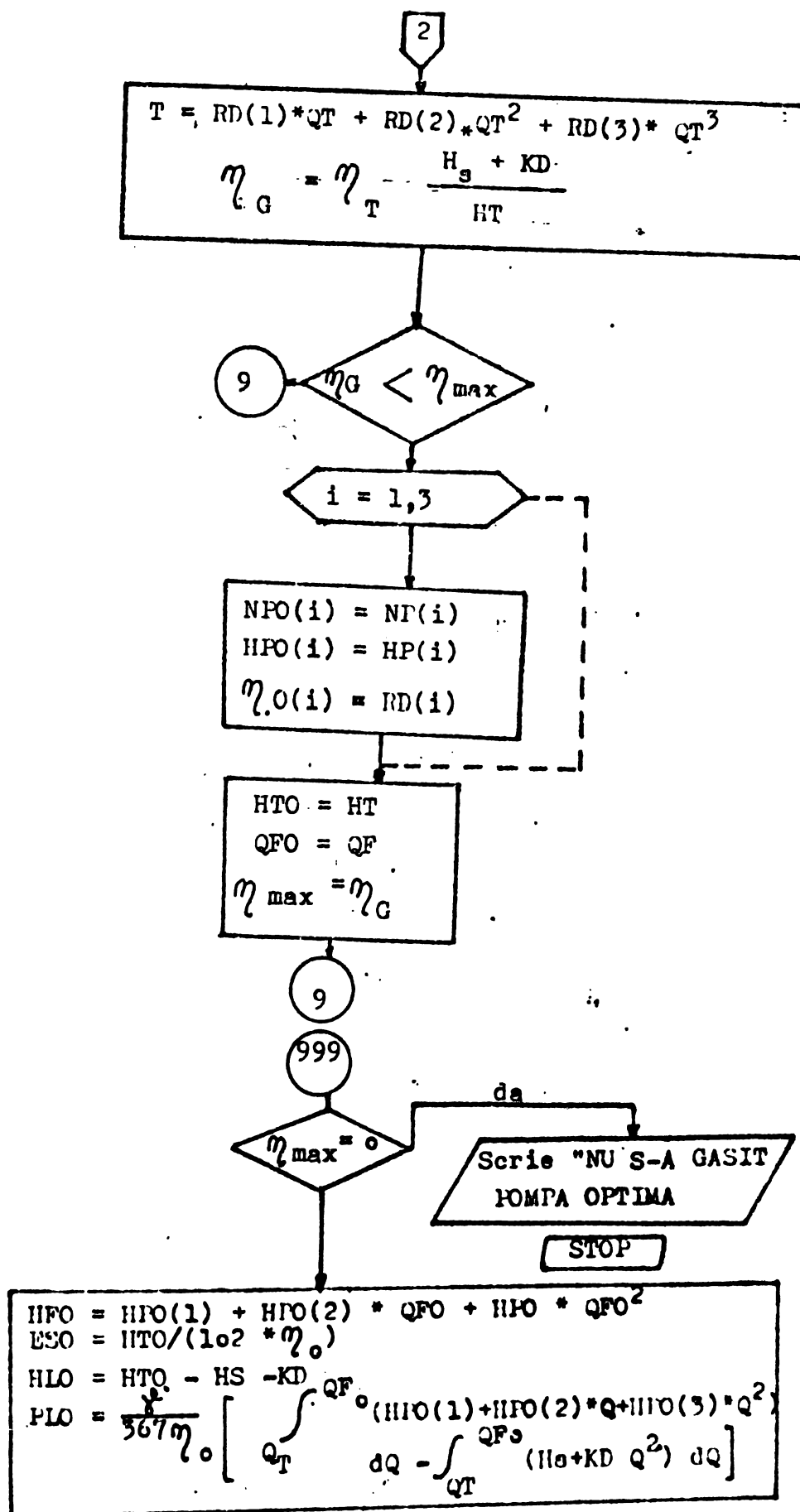
De asemenea se afișează pierderile pe cele cinci tipuri de rezistențe, pentru a se putea decide asupra căruia se poate acționa.

În continuare se calculează diametrul cel mîi economic al traseului cu formula Vibert (valabilă pentru trasee de fontă) și se fac calculele în acest caz pentru un circuit optimizat (în sensul că diametrul este ales optim).

Din cele două posibilități: schimbarea pompei sau modificarea traseului, se alege cea mai avantajoasă economică.

SCHEMA LOGICA





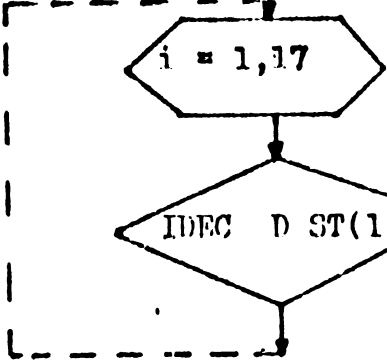
3

$$PAO = \frac{* HTO * QT}{102 P_o}$$
$$CSO = HFO(2) + 2 * HFO(3) * QT$$

Afișează la imprimantă datele referitoare la pompa existentă și pompa determin. optim.

$$IDEC = 1560 * QT^{0,54}$$

Se calculează diametrul economic cu formula lui VIBERT.



Se alege diametrul standardizat imediat superior și se reia calculul.

$$DIAM = DST(i)$$

T E X T I L S U P S A

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

```

C
C
C 4 * *****
C * PROGRAM FORTRAN PRINTING OF TIME TABLE *
C * *****
* DEFINE FILE A0(DVT:RD,RC:IF)=1
REAL POF,PC,KD,I,LCD
DIMENSION ITX(5),DST(17),ILF(20)
DIMENSION IND(4),NR(4),IT(4),CMP1(4),CMP2(4),CMP3(4)
DIMENSION NPEX(3),PR(3),FAD(3),HPEX(3),RPEX(3),PRO(3),FAD(3)
* HP(3),RD(3)
COMMON /BLOC1/L(20),D(20),PRC(20),DTC(20),D(20),DELTA(20),
* NPP(20),DTC(20),FINI(10),DC(10),BLOC(20),DC(20)
* D2C(120),YPR(20)/PI,CC2/IL,IC,IV,IO,IP
DATA ITX/'L','C','V','I','R' /
DATA IBL/' /
DATA DST/40,50,65,80,90,100,110,125,150,175,200,225,250,275,300,350,400 /
*
99 CC=0
IL=0
IC=0
IV=0
IO=0
IR=0
XX=0.
ZFIL=0.
ZETC=0.
ZETP=0.
ZFIDF=0.
ZETC7=0.
ZETD7=0.
READ(105,200,FAD=999) (FAD(I),I=1,3),DRX,ETA,CI,DS,
* VISC,CAPE,ZP,ITF
VISC=0.000102*VISC
C=OT/3600.
77 READ(105,201,FAD=99) (IT(I),I=1,4),CMP1(I),CMP2(I),
* CMP3(I),I=1,4)
*
DO 1 I=1,4
IF (IND(I).EQ.1) GO TO 2
IF (IND(I).EQ.2) GO TO 3
IF (IND(I).EQ.3) GO TO 4
IF (IND(I).EQ.4) GO TO 5
IF (IND(I).EQ.5) GO TO 6
GO TO 16
IL=IL+1
I(II)=CMP1(I)

```

```

65      DM(10)=CMP2(1)
66      GOTO 1
67      3 IC=IC+1
68      DPC(IC)=NR(1)
69      DJC(IC)=CMP1(1)
70      DO(IC)=CMP2(1)
71      DIIA(IC)=CMP3(1)
72      GOTO 1
73      4 IV=IV+1
74      DVP(IV)=NR(1)
75      DIP(IV)=IT(1)
76      DTP(IV)=CMP1(1)
77      GOTO 1
78      6 IO=IO+1
79      DINT(IO)=CMP1(1)
80      DO(IO)=CMP2(1)
81      GOTO 1
82      8 IP=IP+1
83      DICE(IP)=CMP1(1)
84      DICD(IP)=CMP2(1)
85      LICD(IP)=CMP3(1)
86      1 CONTINUE
87      GOTO 77
88      PR PDMAX=0
89      IF (1.EQ.0) GOTO 20
90      (
91      (
92      (
93      (
94      (
95      (
96      (
97      (
98      (
99      (
100     (
101     (
102     (
103     (
104     (
105     (
106     (
107     (
108     (
109     (
110     (
111     (
112     (
113     (
114     (
115     (
116     (
117     (
118     (
119     (
120     (
121     (
122     (
123     (
124     (
125     (
126     (
127     (
128     (
129     (
130     (
131     (
132     (
133     (
134     (
135     (
136     (
137     (
138     (
139     (
140     (
141     (
142     (
143     (
144     (
145     (
146     (
147     (
148     (
149     (
150     (
151     (
152     (
153     (
154     (
155     (
156     (
157     (
158     (
159     (
160     (
161     (
162     (
163     (
164     (
165     (
166     (
167     (
168     (
169     (
170     (
171     (
172     (
173     (
174     (
175     (
176     (
177     (
178     (
179     (
180     (
181     (
182     (
183     (
184     (
185     (
186     (
187     (
188     (
189     (
190     (
191     (
192     (
193     (
194     (
195     (
196     (
197     (
198     (
199     (
200     (
201     (
202     (
203     (
204     (
205     (
206     (
207     (
208     (
209     (
210     (
211     (
212     (
213     (
214     (
215     (
216     (
217     (
218     (
219     (
220     (
221     (
222     (
223     (
224     (
225     (
226     (
227     (
228     (
229     (
230     (
231     (
232     (
233     (
234     (
235     (
236     (
237     (
238     (
239     (
240     (
241     (
242     (
243     (
244     (
245     (
246     (
247     (
248     (
249     (
250     (
251     (
252     (
253     (
254     (
255     (
256     (
257     (
258     (
259     (
260     (
261     (
262     (
263     (
264     (
265     (
266     (
267     (
268     (
269     (
270     (
271     (
272     (
273     (
274     (
275     (
276     (
277     (
278     (
279     (
280     (
281     (
282     (
283     (
284     (
285     (
286     (
287     (
288     (
289     (
290     (
291     (
292     (
293     (
294     (
295     (
296     (
297     (
298     (
299     (
300     (
301     (
302     (
303     (
304     (
305     (
306     (
307     (
308     (
309     (
310     (
311     (
312     (
313     (
314     (
315     (
316     (
317     (
318     (
319     (
320     (
321     (
322     (
323     (
324     (
325     (
326     (
327     (
328     (
329     (
330     (
331     (
332     (
333     (
334     (
335     (
336     (
337     (
338     (
339     (
340     (
341     (
342     (
343     (
344     (
345     (
346     (
347     (
348     (
349     (
350     (
351     (
352     (
353     (
354     (
355     (
356     (
357     (
358     (
359     (
360     (
361     (
362     (
363     (
364     (
365     (
366     (
367     (
368     (
369     (
370     (
371     (
372     (
373     (
374     (
375     (
376     (
377     (
378     (
379     (
380     (
381     (
382     (
383     (
384     (
385     (
386     (
387     (
388     (
389     (
390     (
391     (
392     (
393     (
394     (
395     (
396     (
397     (
398     (
399     (
400     (
401     (
402     (
403     (
404     (
405     (
406     (
407     (
408     (
409     (
410     (
411     (
412     (
413     (
414     (
415     (
416     (
417     (
418     (
419     (
420     (
421     (
422     (
423     (
424     (
425     (
426     (
427     (
428     (
429     (
430     (
431     (
432     (
433     (
434     (
435     (
436     (
437     (
438     (
439     (
440     (
441     (
442     (
443     (
444     (
445     (
446     (
447     (
448     (
449     (
450     (
451     (
452     (
453     (
454     (
455     (
456     (
457     (
458     (
459     (
460     (
461     (
462     (
463     (
464     (
465     (
466     (
467     (
468     (
469     (
470     (
471     (
472     (
473     (
474     (
475     (
476     (
477     (
478     (
479     (
480     (
481     (
482     (
483     (
484     (
485     (
486     (
487     (
488     (
489     (
490     (
491     (
492     (
493     (
494     (
495     (
496     (
497     (
498     (
499     (
500     (
501     (
502     (
503     (
504     (
505     (
506     (
507     (
508     (
509     (
510     (
511     (
512     (
513     (
514     (
515     (
516     (
517     (
518     (
519     (
520     (
521     (
522     (
523     (
524     (
525     (
526     (
527     (
528     (
529     (
530     (
531     (
532     (
533     (
534     (
535     (
536     (
537     (
538     (
539     (
540     (
541     (
542     (
543     (
544     (
545     (
546     (
547     (
548     (
549     (
550     (
551     (
552     (
553     (
554     (
555     (
556     (
557     (
558     (
559     (
560     (
561     (
562     (
563     (
564     (
565     (
566     (
567     (
568     (
569     (
570     (
571     (
572     (
573     (
574     (
575     (
576     (
577     (
578     (
579     (
580     (
581     (
582     (
583     (
584     (
585     (
586     (
587     (
588     (
589     (
590     (
591     (
592     (
593     (
594     (
595     (
596     (
597     (
598     (
599     (
600     (
601     (
602     (
603     (
604     (
605     (
606     (
607     (
608     (
609     (
610     (
611     (
612     (
613     (
614     (
615     (
616     (
617     (
618     (
619     (
620     (
621     (
622     (
623     (
624     (
625     (
626     (
627     (
628     (
629     (
630     (
631     (
632     (
633     (
634     (
635     (
636     (
637     (
638     (
639     (
640     (
641     (
642     (
643     (
644     (
645     (
646     (
647     (
648     (
649     (
650     (
651     (
652     (
653     (
654     (
655     (
656     (
657     (
658     (
659     (
660     (
661     (
662     (
663     (
664     (
665     (
666     (
667     (
668     (
669     (
670     (
671     (
672     (
673     (
674     (
675     (
676     (
677     (
678     (
679     (
680     (
681     (
682     (
683     (
684     (
685     (
686     (
687     (
688     (
689     (
690     (
691     (
692     (
693     (
694     (
695     (
696     (
697     (
698     (
699     (
700     (
701     (
702     (
703     (
704     (
705     (
706     (
707     (
708     (
709     (
710     (
711     (
712     (
713     (
714     (
715     (
716     (
717     (
718     (
719     (
720     (
721     (
722     (
723     (
724     (
725     (
726     (
727     (
728     (
729     (
730     (
731     (
732     (
733     (
734     (
735     (
736     (
737     (
738     (
739     (
740     (
741     (
742     (
743     (
744     (
745     (
746     (
747     (
748     (
749     (
750     (
751     (
752     (
753     (
754     (
755     (
756     (
757     (
758     (
759     (
760     (
761     (
762     (
763     (
764     (
765     (
766     (
767     (
768     (
769     (
770     (
771     (
772     (
773     (
774     (
775     (
776     (
777     (
778     (
779     (
780     (
781     (
782     (
783     (
784     (
785     (
786     (
787     (
788     (
789     (
790     (
791     (
792     (
793     (
794     (
795     (
796     (
797     (
798     (
799     (
800     (
801     (
802     (
803     (
804     (
805     (
806     (
807     (
808     (
809     (
810     (
811     (
812     (
813     (
814     (
815     (
816     (
817     (
818     (
819     (
820     (
821     (
822     (
823     (
824     (
825     (
826     (
827     (
828     (
829     (
830     (
831     (
832     (
833     (
834     (
835     (
836     (
837     (
838     (
839     (
840     (
841     (
842     (
843     (
844     (
845     (
846     (
847     (
848     (
849     (
850     (
851     (
852     (
853     (
854     (
855     (
856     (
857     (
858     (
859     (
860     (
861     (
862     (
863     (
864     (
865     (
866     (
867     (
868     (
869     (
870     (
871     (
872     (
873     (
874     (
875     (
876     (
877     (
878     (
879     (
880     (
881     (
882     (
883     (
884     (
885     (
886     (
887     (
888     (
889     (
890     (
891     (
892     (
893     (
894     (
895     (
896     (
897     (
898     (
899     (
900     (
901     (
902     (
903     (
904     (
905     (
906     (
907     (
908     (
909     (
910     (
911     (
912     (
913     (
914     (
915     (
916     (
917     (
918     (
919     (
920     (
921     (
922     (
923     (
924     (
925     (
926     (
927     (
928     (
929     (
930     (
931     (
932     (
933     (
934     (
935     (
936     (
937     (
938     (
939     (
940     (
941     (
942     (
943     (
944     (
945     (
946     (
947     (
948     (
949     (
950     (
951     (
952     (
953     (
954     (
955     (
956     (
957     (
958     (
959     (
960     (
961     (
962     (
963     (
964     (
965     (
966     (
967     (
968     (
969     (
970     (
971     (
972     (
973     (
974     (
975     (
976     (
977     (
978     (
979     (
980     (
981     (
982     (
983     (
984     (
985     (
986     (
987     (
988     (
989     (
990     (
991     (
992     (
993     (
994     (
995     (
996     (
997     (
998     (
999     (
1000    (

```

```

00      ED=ED/(OT*OI)
01      IF((C.EQ.1) GOTO 25
02      4 READ(1,204,END=11) * *(NP(I),I=1,3),DR,ROT,(HP(I),I=1,3),
03      * (RD(I),I=1,3),OMAX,IS
04      DO 7 I=1,3
05      IF(NPEX(I).NE.NP(I)) GOTO 4
06      7 CONTINUE
07      IF((DRX.NE.DR).OR.(RTX.NE.ROT)) GOTO 4
08      XX=1
09      DO 17 I=1,3
10      HPEX(I)=HP(I)
11      17 RPEX(I)=RD(I)
12      GOTO 4
13      25 DISCP=HPEX(2)**2+4.*(HS-HPEX(1))*(HPEX(3)-HP)
14      IF(DISCP.LT.0.) GOTO 14
15      Q1=(-HPEX(2)+SQRT(DISCP))/2.*(HPEX(3)-KD)
16      Q2=(-HPEX(2)-SQRT(DISCP))/2.*(HPEX(3)-KD)
17      IF(((Q1.GE.0).AND.(Q2.GE.0)).OR.((Q1.LE.0).AND.(Q2.LE.0))) GOTO
18      IF((Q1.GT.0).AND.(Q2.LT.0)) OFEX=Q1
19      IF((Q1.LT.0).AND.(Q2.GT.0)) OFEX=Q2
20      HPEX=HPEX(1)+HPEX(2)*OFEX+HPEX(3)*OFEX**2
21      HTEY=HPEX(1)+HPEX(2)*OT+HPEX(3)*OT**2
22      RUT=RD(1)*OT+RD(2)*OT**2+RD(3)*OT**3
23      HTEY=HTEY/(102.*RUTEX)
24      RPEX=HTEY-HPD
25      DRGEY=RUTEX*HRD/HTEX
26      RPEY=(HPEX(3)-KD)*(OFEX**3-OT**3)/3.+HPEX(2)*(OFEX**2-OT**2)/2
27      * (HPEX(1)-HS)*(OFEX-OT)
28      RPEY=RPEY*GAMA/367.
29      CPEY=HPEX(2)+2.*HPEX(3)*OT
30      RPEY=GAMA*HTEY*Q/(1.02*RUTEX)
31      RPEY=IND 1
32      9 READ(1,204,END=88) KK,(NP(I),I=1,3),DR,ROT,(HP(I),I=1,3),
33      * (RD(I),I=1,3),OMAX,IS
34      IF(IS.EQ.2) GOTO 9
35      IF((IIF.EQ.1).AND.(IS.EQ.0)) GOTO 4
36      DISCP=HP(2)**2+4.*(HS-HP(1))*(HP(3)-KD)
37      IF(DISCP.LT.0.) GOTO 9
38      Q1=(-HP(2)+SQRT(DISCP))/2.*(HP(3)-KD)
39      Q2=(-HP(2)-SQRT(DISCP))/2.*(HP(3)-KD)
40      IF(((Q1.GE.0).AND.(Q2.GE.0)).OR.((Q1.LE.0).AND.(Q2.LE.0))) GOTO
41      IF((Q1.GT.0).AND.(Q2.LT.0)) OF=Q1
42      IF((Q1.LT.0).AND.(Q2.GT.0)) OF=Q2
43      HT=HP(1)+HP(2)*OT+HP(3)*OT**2
44      IF((OF.GE.OMAX).OR.(HT.GT.HI)) GOTO 9
45      RUT=RD(1)*OT+RD(2)*OT**2+RD(3)*OT**3
46      RUG=ROT*HRD/HT
47      IF(RUG.LE.RDMAX) GOTO 9
48      DO 10 I=1,3
49      NPO(I)=NP(I)
50      HPO(I)=HP(I)

```

```

10 PDC(1)=PD(1)
HTC=HT
CFE=CF
DEC=DD
HOC=DOT
RDMAX=PDG
GOTO C
099 CONTINUE
HT=(RDMAX-10.0)*DD*(HTC**2*(1.0+HTC))**0.5
HDT=PD(1)*OT+PD(2)*OT**2+PD(3)*OT**3
HFC=HPO(1)+HPO(2)*CFD+HPO(3)*CFD**2
FSC=HTO/(102.*(HPO(1)*OT+HPO(2)*OT**2+HPO(3)*OT**3))
HLC=HTO-HPO
PLC=(HPO(3)-KD)*(CFD**3-OT**3)/3.+HPO(2)*(CFD**2-OT**2)/2.+
*(HPO(1)-HS)*(CFD-OT)
HLC=PLC*GAMA/367.
PAC=GAMA+HTO*0/(1.0+HDT)
CSC=HPO(2)+2.*HPO(3)*HT
IF(CC.EQ.1) WRITE(108,1) DIAM
WRITE(108,100) (MPX(I),I=1,3),RTX,RRX,(HPO(I),I=1,3),HTC,HT
WRITE(108,111)
WRITE(108,102) HTEX,HTC
WRITE(108,111)
WRITE(108,103) CFEX,CFD
WRITE(108,111)
WRITE(108,104) HFEX,HFC
WRITE(108,111)
WRITE(108,105) FSEX,FSC
WRITE(108,111)
WRITE(108,106) HLEX,HLC
WRITE(108,111)
WRITE(108,107) RDGEX,RDMAX
WRITE(108,111)
WRITE(108,108) PAEX,PAC
WRITE(108,111)
WRITE(108,109) PLFX,PLC
WRITE(108,111)
WRITE(108,110) CSEX,CSC
WRITE(108,112)
WRITE(108,101) ZH1,ZH2,ZH3,ZH4,ZH5,ZH6,ZH7,ZH8,ZH9,ZH0
IF(CC.EQ.1) GOTO 99
C
C CALCULEAZA DIAMETRUL SCOCORILOR. FORMULA NITROGEN
C
CC=1.
HTC=1547*(0.01**0.15**0.4**0.48)
DO 12 I=1,17
IF(IDECL(E.DST(I)) GOTO 13
12 CONTINUE
13 DIAM=DST(I)
IF((HT.EQ.1).AND.(DIAM.LT.0.001)) GOTO 99

```


5. - DIAMETRUL ECONOMIC DUPA "VIBERT"

- DIAMETRUL STANDARDIZAT CORESPUNZATOR SI

VITEZELE AFERENTE

Nr. crt.	Debitul Q		Diametrul economic		Diametrul standardizat.		Obs
	m ³ /h	m ³ /sec	Q Zn	V m/sec	Q Zn	V m/sec	
o	1	2	3	4	5	6	7
1	5	0,0013889	37	1,892402	40	1,105812	
2	10	0,0027778	51	1,3604762	50	1,415439	
3	15	0,0041667	61	1,4264708	65	1,2563072	
4	20	0,0055556	70	1,4443268	80	1,1058120	
5	25	0,0069444	77	1,49205083	80	1,38221522	
6	30	0,0083333	84	1,5044882	90	1,3105763	
7	35	0,0097222	90	1,5290084	90	1,5220084	
8	40	0,0111111	96	1,58361	100	1,4154367	
9	45	0,0125000	101	1,56098097	100	1,5023500	
10	50	0,0138889	106	1,57465879	110	1,4622203	
11	55	0,0152778	111	1,57959302	125	1,245	
12	60	0,0166667	116	1,5778437	125	1,358	
13	65	0,0180556	120	1,5972753	125	1,472	
14	70	0,0194444	124	1,6102479	125	1,585	
15	75	0,0208333	128	1,62	150	2,18	
16	80	0,0222222	132	1,62	150	1,26	
17	85	0,0236111	136	1,63	150	1,34	
18	90	0,0250000	140	1,62	150	1,43	
19	95	0,0263888	143	1,64	150	1,49	
20	100	0,0287778	146	1,66	150	1,57	
21	110	0,0305556	153	1,66	175	1,27	
22	120	0,0333333	159	1,68	175	1,39	
23	130	0,0361111	163	1,69	175	1,50	
24	140	0,0388889	171	1,69	175	1,62	
25	150	0,0416667	176	1,71	175	1,73	
26	160	0,0444444	182	1,71	200	1,42	
27	170	0,0472222	187	1,72	200	1,50	
28	180	0,0500000	192	1,73	200	1,58	
29	190	0,0527778	197	1,73	200	1,66	
30	200	0,0555556	202	1,73	200	1,77	
31	220	0,0611111	210	1,77	225	1,54	
32	240	0,0666667	219	1,77	225	1,62	

0	1	2	3	4	5	6	7
33	260	0,0722222	227	1,86	225	1,82	
34	280	0,0777778	235	1,79	250	1,59	
35	300	0,0833333	243	1,80	250	1,70	
36	320	0,0888889	250	1,81	250	1,81	
37	340	0,0944444	257	1,82	275	1,59	
38	360	0,1000000	264	1,83	275	1,68	
39	380	0,1055556	271	1,83	275	1,78	
40	400	0,1111111	277	1,84	275	1,87	
41	450	0,1250000	293	1,85	293	1,77	
42	500	0,1388889	307	1,88	350	1,44	
43	550	0,1527778	321	1,91	350	1,59	
44	600	0,1666667	334	1,90	350	1,75	
45	650	0,1805556	346	1,92	350	1,88	
46	700	0,1944444	358	1,93	400	1,55	
47	750	0,2083333	370	1,94	400	1,66	
48	800	0,2222222	381	1,95	400	1,77	

RELATIA "VIBERT"

$$d_{ec} = 1,547 \left(\frac{e}{c}\right)^{0,154} \cdot Q^{0,46}$$

unde:

e = costul unui Kw energie electrică;

c = costul unui Kg. conductă fontă;

Q = m³/sec = debit fluid;

d_{ec} = diametrul conductei = m.

NOTA: datele din tabel, corespund la: e = 0,3 lei/Kw
c = 30 lei/Kg.

J. IGJINAC PROGRAM FORTRAN TERMA DEZVILNAB PENTRU OPTIMA

POMPA LATRINTIA	
POMPA 4K5	
PCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	19.744 M
BITUL POMPEI IN PUNCTUL E FUNCTIONARE	205.915 M3/H
PCINA POMPEI IN PUNCTUL E FUNCTIONARE	30.742 M
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE ACTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	7.016 KWH/M3
PCINA DISIPATA PRIN LAMINARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	76.336 M
ADAMENTUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	13.672 M
TEREA ABSORBITA LA AX	26.643 KW
TEREA DISIPATA PRIN LAMINARE	0000000
PHA DE SARCINA IN ZONA PRITULUI TEHNOLOGIC	-0.230

DEBI LINIARE	.701
DEBI IN COLIURI	.209
DEBI IN ROBIETI	.007
DEBI IN DIABECAGNE	.000
DEBI IN CONEIZOARE	.000
DEBI IN DIFUZOARE	.000

DIU PT. DIAMETRUL DE 125.

POMPA LATRINTIA	
POMPA 4K5	
PCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	19.744 M
BITUL POMPEI IN PUNCTUL E FUNCTIONARE	187.607 M3/H
PCINA POMPEI IN PUNCTUL E FUNCTIONARE	42.544 M
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE ACTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	0.016 KWH/M3
PCINA DISIPATA PRIN LAMINARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	74.413 M
ADAMENTUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	14.445 M
TEREA ABSORBITA LA AX	26.643 KW
TEREA DISIPATA PRIN LAMINARE	0000000
PHA DE SARCINA IN ZONA PRITULUI TEHNOLOGIC	-0.230

DEBI LINIARE	1.409
DEBI IN COLIURI	.429
DEBI IN ROBIETI	.014
DEBI IN DIABECAGNE	.000
DEBI IN CONEIZOARE	.000
DEBI IN DIFUZOARE	.000

 POMPĂ FAICT-NIA
 POMPĂ 4PC U= 0.000

POZICIA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	94.744 M	
BITUL POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	159.821 M3/H	
POZICIA POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	59.402 M	
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE NOTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	0.014 KWH/M3	
POZICIA DISIPATA PRIN LAMINARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	49.474 M	
INDAMENTUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	30.200 %	
TEREA ABSORBITA LA AX	26.983 KW	
TEREA DISIPATA PRIN LAMINARE	5300.721 <i>3670</i>	<i>3670</i>
EREA DE SARCINA IN ZONA DEBITULUI TEHNOLOGIC	-0.234	

PERDURI LINIARE	1.331
PERDURI IN COLUCCI	0.284
PERDURI IN ROTAII	0.722
PERDURI IN DIAFRAGME	0.060
PERDURI IN CONVERGENTE	0.000
PERDURI IN DIFUZIAJE	0.000

DIAMETRUL DE 125.

 POMPĂ FAICT-NIA
 POMPĂ 4PC U= 0.000

POZICIA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	94.744 M	
BITUL POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	130.171 M3/H	
POZICIA POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	71.442 M	
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE NOTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	0.014 KWH/M3	
POZICIA DISIPATA PRIN LAMINARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	45.474 M	
INDAMENTUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	32.774 %	
TEREA ABSORBITA LA AX	26.983 KW	
TEREA DISIPATA PRIN LAMINARE	5894.004 <i>3670</i>	<i>3670</i>
EREA DE SARCINA IN ZONA DEBITULUI TEHNOLOGIC	-0.234	

PERDURI LINIARE	1.331
PERDURI IN COLUCCI	0.284
PERDURI IN ROTAII	1.037
PERDURI IN DIAFRAGME	0.060
PERDURI IN CONVERGENTE	0.000
PERDURI IN DIFUZIAJE	0.000

POMPA CATODICA

TNC 105 1500-450

PCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNologic	57.591 M	17.000
BITUL POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	210.601 M3/H	17.000
PCINA POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	44.003 M	17.000
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE NOTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNologic	0.023 KWH/M3	17.000
PCINA DISIPATA PRIN LAMINARE A DEBITUL TEHNologic	0.000 M	17.000
NDAMENTUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITUL TEHNologic	0.000 M	17.000
TEREA ABSORBITA LA AX	20.829 M	17.000
TEREA DISIPATA PRIN LAMINARE	0.000 M	17.000
DA DE SARCINA IN ZONA DEBITUL TEHNologic	0.000 M	17.000

DEBI LINIARE	.002
DEBI IN COIUCT	.232
DEBI IN SCHEMII	.010
DEBI IN DIAFRAGME	.000
DEBI IN COEFIZIARE	.000
DEBI IN DIFUZARE	.000

BLUL DI.DIAMETRUL DE 100.

POMPA EXISTENTA

TNC 105 1500-450

PCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNologic	57.501 M	17.000
BITUL POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	129.373 M3/H	40.000
PCINA POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	50.138 M	17.000
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE NOTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNologic	0.023 KWH/M3	17.000
PCINA DISIPATA PRIN LAMINARE A DEBITUL TEHNologic	39.500 M	17.000
NDAMENTUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITUL TEHNologic	7.000 M	17.000
TEREA ABSORBITA LA AX	20.829 M	17.000
TEREA DISIPATA PRIN LAMINARE	4404.770 M	17.000
DA DE SARCINA IN ZONA DEBITUL TEHNologic	0.000 M	17.000

DEBI LINIARE	.002
DEBI IN COIUCT	.232
DEBI IN SCHEMII	.010
DEBI IN DIAFRAGME	.000
DEBI IN COEFIZIARE	.000
DEBI IN DIFUZARE	.000

POMPA EXISTENTA		POMPA CRT	
TOM100-34023240-320		TOM100-34023240-320	
SCINA POMPEI LA DEBITULI TEHNOLOGIC	90.016 M		109.701 M
BITUL POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	121.582 M3/H		157.703 M3/H
SCINA POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	94.709 M		105.704 M
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE CTIF DE SARCINA POMPEI LA DEBITULI TEHNOLOGIC	0.022 KWH/M3		0.117 KWH/M3
SCINA DISIPATA PRIN LAMINARE LA DEBITULI TEHNOLOGIC	-0.584 M		0.411 M
DAMENTUL GLOBAL DE POMPARE LA DEBITULI TEHNOLOGIC	44.427 M		59.446 M
AREA ABSORBITA LA AX	84.063 M2		66.447 M2
AREA DISIPATA PRIN LAMINARE	7.031 M2	<i>367m</i>	112.411 M2
AREA DE SARCINA IN ZONA DEBITULI TEHNOLOGIC	-1.371 M2		-1.371 M2

ERI LAMINARE	6.400
ERI IN COLURI	3.769
ERI IN ROBIETI	0.118
ERI IN DIAFRAGME	9.486
ERI IN CONFUZORAI	0.500
ERI IN DIFUZORAI	0.000

DIAMETRUL DE 175.

POMPA EXISTENTA		POMPA CRT	
TOM100-34023240-320		TOM100-34023240-320	
SCINA POMPEI LA DEBITULI TEHNOLOGIC	90.016 M		109.701 M
BITUL POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	121.182 M3/H		157.703 M3/H
SCINA POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	94.372 M		105.704 M
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE CTIF DE SARCINA POMPEI LA DEBITULI TEHNOLOGIC	0.022 KWH/M3		0.117 KWH/M3
SCINA DISIPATA PRIN LAMINARE LA DEBITULI TEHNOLOGIC	-7.343 M		0.411 M
DAMENTUL GLOBAL DE POMPARE LA DEBITULI TEHNOLOGIC	45.262 M		59.446 M
AREA ABSORBITA LA AX	84.063 M2		66.447 M2
AREA DISIPATA PRIN LAMINARE	3.401 M2	<i>367m</i>	102.411 M2
AREA DE SARCINA IN ZONA DEBITULI TEHNOLOGIC	-1.371 M2		-1.371 M2

ERI LAMINARE	6.400
ERI IN COLURI	3.769
ERI IN ROBIETI	0.118
ERI IN DIAFRAGME	9.486
ERI IN CONFUZORAI	0.500
ERI IN DIFUZORAI	0.000

POMPA EXISTENTA		POMPA NOUA	
TMC 105		1500-450	
ALTEA POMPEI LA DEBITULI TEHNOLOGIC	55.840 M		20.000 M
DEBITULI POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	180.905 M3/H		21.000 M3/H
ALTEA POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	45.698 M		20.000 M
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE NCTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITULI TEHNOLOGIC	.017 KWH/M3		.006 KWH/M3
ALTEA DISIPATA PRIN LAMINARE A DEBITULI TEHNOLOGIC	30.332 M		1.000 M
INDAMENTIUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITULI TEHNOLOGIC	11.111 %		34.000 %
TEREA ABSORBITA LA AX	32.129 KW		10.000 KW
TEREA DISIPATA PRIN LAMINARE	3385.430	<i>3670</i>	100.000 <i>3670</i>
ALTEA DE SARCINA IN ZONA DEBITULI TEHNOLOGIC	1.000		1.000

PERI LINIARE	2.274
PERI IN COTIURI	.838
PERI IN ROSIARETI	.016
PERI IN DIABRAGHE	.000
PERI IN CONEPTOARE	.000
PERI IN DIFUZIOARE	.007

VALORI PT. DIAMETRII DE 125.

POMPA EXISTENTA		POMPA NOUA	
TMC 105		1500-450	
ALTEA POMPEI LA DEBITULI TEHNOLOGIC	55.840 M		20.000 M
DEBITULI POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	203.030 M3/H		21.000 M3/H
ALTEA POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	44.453 M		20.000 M
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE NCTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITULI TEHNOLOGIC	.017 KWH/M3		.006 KWH/M3
ALTEA DISIPATA PRIN LAMINARE A DEBITULI TEHNOLOGIC	30.914 M		1.000 M
INDAMENTIUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITULI TEHNOLOGIC	10.770 %		34.000 %
TEREA ABSORBITA LA AX	32.129 KW		10.000 KW
TEREA DISIPATA PRIN LAMINARE	4490.770	<i>3670</i>	100.000 <i>3670</i>
ALTEA DE SARCINA IN ZONA DEBITULI TEHNOLOGIC	1.000		1.000

PERI LINIARE	1.459
PERI IN COTIURI	.643
PERI IN ROSIARETI	.009
PERI IN DIABRAGHE	.000
PERI IN CONEPTOARE	.000
PERI IN DIFUZIOARE	.004

POMPA EXISTENTA		
TMC 105	1500-450	
ALTEA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLGIC	50.080 M	
ALTEA POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	265.751 M3/H	
ALTEA POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	40.611 M	
ALTEA SPECIFICA DE POMPARE LA DEBITUL TEHNOLGIC	.011 KWH/M3	
ALTEA DISIPATA PRIN LAMINARE LA DEBITUL TEHNOLGIC	39.075 M	
ALTEA GLOBALA DE POMPARE LA DEBITUL TEHNOLGIC	11.950 M	
ALTEA ABSORBITA LA AX	36.029 KW	
ALTEA DISIPATA PRIN LAMINARE	
ALTEA DE SARCINA IN ZONA DEBITULUI TEHNOLGIC	

3870

ALTEA LINIARE	3.842
ALTEA IN COTUR	.828
ALTEA IN ROBINETI	.019
ALTEA IN DIAPHRAGME	.000
ALTEA IN CONFURZARE	.000
ALTEA IN DIFUZARE	.000

ALTEA PT. DIAMETRUL DE 150.

POMPA EXISTENTA		
TMC 105	1500-450	
ALTEA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLGIC	52.482 M	
ALTEA POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	264.200 M3/H	
ALTEA POMPEI IN PUNCTUL FUNCTIONARE	40.707 M	
ALTEA SPECIFICA DE POMPARE LA DEBITUL TEHNOLGIC	.011 KWH/M3	
ALTEA DISIPATA PRIN LAMINARE LA DEBITUL TEHNOLGIC	38.669 M	
ALTEA GLOBALA DE POMPARE LA DEBITUL TEHNOLGIC	10.020 M	
ALTEA ABSORBITA LA AX	36.029 KW	
ALTEA DISIPATA PRIN LAMINARE	
ALTEA DE SARCINA IN ZONA DEBITULUI TEHNOLGIC	

3870

ALTEA LINIARE	3.911
ALTEA IN COTUR	.828
ALTEA IN ROBINETI	.019
ALTEA IN DIAPHRAGME	.000
ALTEA IN CONFURZARE	.000

POMPA EXISTENTA		POMPA NOUA
T=100-3402/240-320		T=100-3402/240-320
PCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	96.010 M	129.000
BITUL POMPEI IN PUNCTUL E FUNCTIONARE	110.717 M3/M	160.000
PCINA POMPEI IN PUNCTUL E FUNCTIONARE	100.410 M	125.000
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE NOTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	.022 KWH/M3	.014 KWH/M3
PCINA DISIPATA PEIN LAMINARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	-10.111 M	17.000
NDAMENTUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	47.000 M	59.000
TEREA ABSORBITA LA AX	80.063 KW	13.000
TEREA DISIPATA PEIN LAMINARE	30.943 $\frac{1}{367m}$	2001.000 $\frac{1}{367m}$
IPA DE SARCINA IN ZONA DEBITULUI TEHNOLOGIC	-1.377	-1.377

DEBI LINIARE	4.272
DEBI IN COLUCI	2.199
DEBI IN ROBINETI	17.451
DEBI IN DIAPRAGME	4.203
DEBI IN COILIZOARE	.006
DEBI IN DIFUZOARE	.004

ULUL PT.DIAMETRUL DE 175.

POMPA EXISTENTA		POMPA NOUA
T=100-3402/240-320		T=100-3402/240-320
PCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	96.010 M	129.000
BITUL POMPEI IN PUNCTUL E FUNCTIONARE	117.085 M3/M	160.000
PCINA POMPEI IN PUNCTUL E FUNCTIONARE	98.474 M	125.000
ERGIA SPECIFICA DE POMPARE NOTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	.022 KWH/M3	.014 KWH/M3
PCINA DISIPATA PEIN LAMINARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	-13.749 M	14.000
NDAMENTUL GLOBAL DE POMPARE A DEBITUL TEHNOLOGIC	40.065 M	57.000
TEREA ABSORBITA LA AX	80.063 KW	13.000
TEREA DISIPATA PEIN LAMINARE	10.757 $\frac{1}{367m}$	2001.000 $\frac{1}{367m}$
IPA DE SARCINA IN ZONA DEBITULUI TEHNOLOGIC	-1.377	-1.377

DEBI LINIARE	3.807
DEBI IN COLUCI	1.905
DEBI IN ROBINETI	15.540
DEBI IN DIAPRAGME	4.653
DEBI IN COILIZOARE	.006
DEBI IN DIFUZOARE	.004

POMPA CENTRIFUGA		POMPA (POMPA)	
TOM 2007-2008		TOM 2007-2008	
SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	67.401 M		
DEBITUL POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	351.002 M ³ /H		
SARCINA POMPEI IN PUNCTUL DE FUNCTIONARE	50.515 M		
ENERGIA SPECIFICA DE POMPARE FUNCTIE DE SARCINA POMPEI LA DEBITUL TEHNOLOGIC	0.011 kWh/M ³		
SARCINA DISIPATA PRIN LAMINARE LA DEBITUL TEHNOLOGIC	17.291 M		
RANDAMENTUL GLOBAL DE POMPARE LA DEBITUL TEHNOLOGIC	43.245 %		
POTENEA ABSORBITA LA AX	11.151 kW		
POTENEA DISIPATA PRIN LAMINARE	504.10 ³⁸⁷¹²		2.71
CURBA DE SARCINA IN ZONA DEBITULUI TEHNOLOGIC			

TESURERII LINIARE	2.226
TESURERII IN COLUETI	1.097
TESURERII IN OCUIRETI	0.35
TESURERII IN DIAPHRAGME	0.00
TESURERII IN CONFUZOARE	0.00
TESURERII IN DIFUZOARE	0.015

A N E X A B

UTILIZAREA CALCULATORULUI DE PROCES IN CADRUL C.P.S. GOVORA

1. Algoritmarca procesului de producție în vederea introducerii calculatorului de proces

Introducerea calculatoarelor de proces în industria chimică are tendință de generalizare pe plan mondial, întrucât asigură mărirea considerabilă a eficienței tehnico-economice, a siguranței în exploatare, a economiei de personal, etc.

Din experiența de până în prezent, efectele economice anuale sînt de 4 - 10% din valoarea producției. Obținerea eficienței maxime este posibilă numai prin folosirea calculatoarelor de proces care asigură realizarea valorilor extreme a indicilor tehnico-economici proiectați.

În industria sodei, prima automatizare complexă prin introducerea calculatorului de proces, s-a realizat în URSS, în anul 1961, la uzinele de sodă Slaviansk.

În țara noastră, este în curs de realizare, introducerea calculatorului de proces la Uzina de sodă Nr.3 Govora, care va intra în funcțiune în anul 1965.

1.1. Stabilirea criteriului tehnico-economic al algoritmului de conducere al procesului de producție.

1.1.1. Procesul tehnologic de fabricație a unui anumit produs, este un sistem complex, cărui sîi corespund:

- intrări de materii prime și semifabricate;
- ieșiri de produse finite;
- circulație internă de materii prime și semifabricate, supuse operațiilor fizice sau chimice, cu ajutorul fluxului de energie;
- fluxul de informații pe baza cărui se conduce

procesul de fabricație.

Automatizarea procesului se realizează prin trecerea funcțiilor de conducere, de la om, la dispozitivul automat, - respectiv calculator-, care realizează acest lucru prin folosirea algoritmului de conducere.

Algoritm de conducere: totalitatea operațiilor matematice și logice conform cărora se prelucerează informațiile cu privire la desfășurarea proceselor tehnologice, astfel încât, intervenția calculatorului bazată pe prelucrarea acestor informații, să asigure realizarea indicilor extremi admisibili, cu eficiență tehnico-economică compatibilă cu legăturile și restricțiile existente ce decurg din tehnologia procesului și din condițiile ce trebuie să le îndeplinească producția finită.

1.1.2. Condiții minime impuse unui proces pentru automatizare.

- mecanizare totală a proceselor și operațiilor în toate sectoarele;
- continuitatea proceselor;
- stabilitatea utilajului din proces: caracteristici statistice și dinamice stabile;
- posibilitatea de a comanda ușor procesul;
- organizarea procesului trebuie să se preteze la o descriere matematică și să poată funcționa după această descriere.

1.1.3. Formularea matematică a conducerii proceselor. Ecuațiile funcționale ce descriu procesul de fabricație, sînt:

a. Ecuații de legătură care reprezintă descrierea matematică a procesului ce se desfășoară cu utilajele și agregatele procesului:

$$\varphi_i = (u, v, x, F, R, t) = 0 \quad (1)$$

$i = 1, 2, 3, \dots$

unde:

$$u = f(u_1, u_2, \dots, u_r) = \text{mărimi caracteristice materiilor prime.} \quad (2)$$

$$v = f(v_1, v_2, \dots, v_r) = \text{mărimi caracteristice produsului finit.} \quad (3)$$

Mulțimea mărimilor "v" la ieșirea din sistem, trebuie să satisfacă anumite condiții tehnice (toleranțe), impuse de necesitate. Aceste condiții se scriu matematic, sub forma unor inegalități:

$$V_i \text{ minim} \leq V_i \leq V_i \text{ maxim.} \quad (4)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots$$

X = mărimi variabile care caracterizează procesul. (2)

F = $f(f_1, f_2, \dots, f_m)$ = mărimi (acțiuni) de conducere. (3)

R = $f(R_1, R_2, \dots, R_k)$ = mărimi (acțiuni) de comandă. (4)

t = timpul.

b. Ecuatii care dau indicii tehnico-economici.

$$E_j = E_j(U, V, X, F, R, t) \quad (5)$$

Dacă sînt îndeplinite condițiile tehnice impuse de restricțiile privind calitatea produsului fără a se ține cont de eficiența economică a procesului, conducerea procesului are numai un caracter tehnic și este relativ simplă.

Se impune însă și realizarea indicilor tehnico-economici pentru ca producția să fie rentabilă.

c. Ecuatii de conducere: sînt ecuații de conducere cerute de dinamica procesului de conducere și de ecuații care determină algoritmul de comandă:

- Ecuațiile dinamice: $R_i = R_i(y) \quad (6)$

- Algoritm de comandă: $Y_i = Y_i(U, V, X, F, R, t) \quad (7)$

Ecuațiile (6), asigură valoarea maximă a indicilor E_j , compatibile cu ecuațiile (8), (9) și (4).

Y_i sînt semnale de comandă elaborate de calculator pe baza informațiilor primite.

Pe baza celor de mai sus, rezultă că, conducerea procesului de fabricație cu ajutorul calculatorului, se bazează pe principiul:

"FIIND DATE CONDIȚIILE TEHNICE (4) ȘI ECUAȚIILE DE CALITATE (1), SE DETERMINĂ ȘI SE REALIZEAZĂ ALGORITMUL DE COMANDĂ (7), CE ASIGURĂ VALOAREA INDICILOR "E_j" ASTFEL ÎNCÎT SĂ NU SE DEVIASEASCA VALORILE ADMISIBILE".

1.1.4. Determinarea și formarea algoritmului de conducere:

Ținînd cont de dificultățile privind formularea matematică a funcțiilor Φ_i ; E_j ; Y_i pentru formularea algoritmului de conducere, se folosesc următoarele metode:

a. Metoda de cercetare și descriere experimentală, care nu necesită ecuații diferențiale sub formă explicită: aplicarea experimentală a unor caracteristici dinamice (obținute prin metode de transfer), metode statice de determinare a caracteristicilor dinamice

namice ale obiectelor de fabricație, în timpul exploatareii lor normale.

b. Metode statice care nu necesită urmărirea descrierii detaliate a proceselor, soluții corespunzătoare putând fi obținute pe baza unor informații limitate, la alegere.

c. Metode bazate pe cercetare, care constau în găsirea valorii extreme prin încercări succesive, fără a cunoaște expresia analitică pentru funcția a cărei valoare extremă se caută și nici pentru condițiile restrictive.

d. Studiarea, modelarea și algoritizarea proprietăților organismului omenesc, folosite în procesul de comandă: teoria experiența, intuiția, logica, etc. (cibernetica),

1.1.5. Indici de eficacitate tehnico-economică

Algoritmul de conducere trebuie determinat astfel încât să asigure regimul optim al procesului, în calculatorul care îl folosește, trebuie să asigure alegerea și menținerea automată a regimurilor optime ale procesului tehnologic, respectiv obținerea randamentului maxim.

Indicii economici generali care caracterizează creșterea randamentului muncii, sînt:

- a. Prețul de cost minim pe unitatea de produs;
- b. Raportul între venitul net și costul total al producției;
- c. Raportul între venitul net și volumul mijloacelor de bază și circulație;
- d. Prețul de cost minim, respectiv randamentul maxim al muncii sociale.

La folosirea acestor indici trebuie avut în vedere că modificarea regimurilor influențează numai volumul cheltuielilor ce depind de parametri tehnologici, cheltuielile de secție și regia fiind invariabile.

1.1.6. Criteriul tehnico-economic ales în vederea determinării algoritmului de conducere în industria sapei.

Scrierea unei ecuații a indicelui tehnico-economic în funcție de regimul tehnologic, de caracteristicile materialelor prime și a produsului finit fiind dificilă, se merge la prețul de cost minim, ținînd cont de randamentul utilajului.

Cheltuielile de fabricație ale secției calcinate, se reprezintă prin relația generală:

$$C_t = C_m(f,r) + C_p(f,r) + C_f(f,r) + C_c(f,r)$$

unde:

.. // ..

$C_m = f(f,r) =$ costuri pentru materii prime, auxiliare și utilități, care sînt funcție de regimul instalației, adică de amplitudinile perturbatoare și a celor de reglare.

$C_p = f(f,r) =$ costuri reprezentînd pierderile de materii prime, utilități, care depind de regimul tehnologic.

$C_f = f(f,r) =$ costul monopereii.

$C_R = f(f,r) =$ costuri ulterioare, datorită achiziției calității.

Se observă că C_t are patru componente. Se procedează la determinarea a două din ele și anume prima și a treia, astfel încît în final, C_t va depinde numai de componentele 2 și 4, iar obținerea eficienței maxime a procesului constă în asigurarea unor valori cît mai mici pentru acestea (C_p și C_c).

Acești indici componente (C_p și C_c), sînt funcții de regimul tehnologic.

În concluzie, indicele tehnico-economic al acestui proces este cel de cost minim, iar în interiorul ciclului de NH_3 , coeficientul de utilizare a sodiului, urmînd a se determina cantitativ relația dintre ei.

1.1.7. Determinarea algoritmului de conducere în vederea introducerii calculatorului de proces.

1.1.7.1. Determinarea coeficienților de corelație.

Introducerea calculatorului de proces, necesită cunoașterea cantitativă a gradului de corelație între diversele mărimi ale procesului, respectiv a coeficienților de corelație care reprezintă o măsură a dependenței funcționale dintre două mărimi.

Pentru calculul său, se folosește metoda preluării de date statistice și este dat de relația:

$$K(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

unde:

$X_j, Y_j =$ valorile mărimilor la momentul t_j .

$\bar{X}_j, \bar{Y}_j =$ valorile medii ale acestor mărimi.

$n =$ numărul de determinări succesive = 500.

1.1.7.2. Modelul matematic al procesului:

Modelul matematic pe care s-a primit ca rezultat este următorul:

cu ajutorul variabilelor pentru care coeficientul de corecție, în- 112
dici o dependență funcțională importantă.

La alegerea expresiei modelului matematic, trebuie să
se țină seama de următoarele:

a. Modelul matematic poate fi aproximat cu un model sta-
tistic în cazul proceselor supuse unor perturbații întâmplătoare,
iar perioada medie de apariție a acestor perturbații, este mai mare
decît durata regimului tranzitoriu pe canalul respectiv.

b. Modelul matematic poate fi considerat într-o primă
aproximație de formă liniară, dacă amplitudinea abaterilor de la valo-
rile nominale ale variabilelor procesului, se mențin în limite
mici.

În cazul C.P.S. Govora, majoritatea acestor perturbații
se datorează variațiilor de compoziție a materiilor prime, erorilor u-
tilajelor (înfundări sau spargeri de conducte) etc. și aparținător
este de ordinul a 5 - 6 ori, deci mult mai mare decît constanta
de timp ale procesului.

Intrucît parametri principali ai procesului sînt stabili-
zate, iar procesul este stabil, rezultă că este justificată apro-
ximarea printr-un model statistic liniar.

Rezultă astfel că, modelul matematic care se poate folosi
în C.P.S. Govora pentru introducerea calculatorului de proces, se
prezintă sub următoarea formă analitică:

$$y = y_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n.$$

unde:

y = variabila dependentă, în funcție de care se conduce
procesul.

x_1 = variabile independente, pentru care coeficienții
de corelație au o dependență funcțională importantă în raport cu y.

y_0 = valoarea lui y provocată de agenții perturbatori.

Pe baza acestui model matematic se determină algoritmul
de conducere al procesului, adică succesiunea de operații matematice
și logice, cu ajutorul cărora se prelucreză informațiile care
determină astfel ce comenzi trebuie date de calculator, pentru
asigurarea valorii maxime a coeficienților tehnico-economici. În
condițiile care au furnizat informațiile, ceea ce se conduce este de
terminarea de calculator a funcțiilor:

$$y_i = y_i(u, v, x, F, R).$$

1.1.7.3. Funcții de corelație

Introducerea în instalație a algoritmului de conducere
trebuie precedată de modelarea analogică a procesului, pe care

face prima verificare.

Pentru aceasta, trebuie să se determine caracteristicile dinamice, lucru ce impune determinarea în prealabil a funcțiilor de corelație, care dau gradul de dependență în timp dintre o mărime de intrare și una de ieșire:

$$R_{xy}(t) = \int_0^{\infty} R_{xx}(t - \tau) \cdot K(\tau) \cdot d\tau, \text{ unde:}$$

$R_{xy}(t)$ = funcția de corelație între mărimea de intrare și cea de ieșire.

$x(t)$ = procesul staționar întâmplător la intrare.

$Y(t)$ = procesul staționar întâmplător la ieșire.

$R_{xx}(t - \tau)$ = funcția de autocorelație a mărimei de intrare.

$K(\tau)$ = funcția de pondere, pentru exploatarea modelului

Pentru determinarea caracteristicilor dinamice, se parcurg etapele:

a. Se înregistrează mărimile $x(t)$ și $y(t)$, la diferite momente.

b. Se calculează funcțiile de corelație și autocorelație cu formulele:

$$R_{xy} = \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t) \cdot y(t + \tau) dt.$$

$$R_{xx} = \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t) \cdot x(t + \tau) dt$$

c. Se rezolvă ecuația integrală R_{xy} , din care rezultă funcția de pondere $K(\tau)$, ce constituie răspunsul procesului la impuls unitar.

Cu ajutorul funcțiilor de corelație, se determină ca mai sus modelul dinamic al procesului pe toate canalele importante, făcând posibile următoarele:

Modelarea analogică a procesului, pentru verificarea modelului matematic.

Comandarea intervenției optime a reguletoarelor convenționale în funcție de caracteristica procesului pe canalul respectiv, de către calculatorul de proces.

2. Eficiența economică a introducerii a reguletoarelor de proces

.. // ..

174
Experiența utilizării calculatoarelor de proces în industria sodiei, din U.R.S.S. și Anglia, a impus continuarea cercetărilor în acest domeniu, având rolul de pionierat și soldându-se cu rezultate încurajatoare.

Tehnologia uzinelor de sodă după procedul descris se pretează la utilizarea calculatorului de proces, având următoarele caracteristici:

- a. Proces tehnologic continuu;
- b. Tehnologie chimică complexă.
- c. Reciclări în schema fluxurilor de materiale;
- d. Nerespectarea parametrilor, conduce la depuneri de lașie, care sînt în plus și corozive.
- e. Parametri tehnologici trebuie să fie respectați cu strictețe, abaterea mici producînd perturbații importante ale întregului proces tehnologic.
- f. Regimul de funcționare al secțiilor este condiționat de buna funcționare a unor fluxuri închise (amoniac și apă de carbon).

2.1. Introducerea calculatorului de proces, urmînd următoarele:

2.1.1. Corelarea unor parametri, în vederea obținerii unor indici tehnico-economici superiori:

- a. Coeficientul utilizării sodiului, care arată gradul de utilizare a materiei prime și volumul de lichid prelucrat.
- b. Gradul de carbonatare al suspensiei.
- c. Conținutul ionilor de Clor în bicarbonatul produs.
- d. Concentrația de oxid de calciu și amoniac în gazele de la distilație.

Acești indici se îmbunătățesc cu 1-2 %, obținîndu-se importante sporuri de producție.

2.1.2. Intensificarea procesului tehnologic, urmînd realizarea de indici tehnico-economici superiori.

- a. Creșterea concentrației amoniacului în gazele amoniacale.
- b. Creșterea coeficientului de utilizare a sodiului la coloanele de carbonatare.
- c. Creșterea gradului de folosire a dioxidului de carbon.
- d. Reducerea pierderilor de bicarbonat la filtre.
- e. Reducerea excesului de CaO în lichidul de distilație.
- f. Creșterea producției utilitatelor.

g. Îmbunătățirea indicatorilor tehnico-economici cu efect asupra scăderii prețului de cost.

3. Probleme care se pun în legătură cu intrarea în calculul calculatorului de proces.

Introducerea calculatorului de proces, necesită o analiză minuțioasă a procesului tehnologic, fixarea programului de conducere proces, control utilajelor și întocmirea listei cu punctele de măsură ce urmează a fi conectate la calculator.

Pe baza datelor primite din instalație, calculatorul va transmite comenzi direct în instalație, iar pe baza datelor înregistrate în memorie, calculatorul va elabora protocoale și planuri de producție pe diferite perioade de timp, funcție de importanța acestora.

3.1. Analiza procesului tehnologic pe faze de fabricație, și determinarea elementelor ce trebuie furnizate calculatorului.

Procesul de fabricație al sodiei conține mai multe recirculări, care condiționează reciproc funcționarea secțiilor. Cele mai importante dintre acestea, sînt:

- Ciclul amoniacului care leagă secțiile: absorție, carbonatare, filtrare și distilare.
- Ciclul bioxidului de carbon care leagă secțiile: var, compresoare, filtrare, cașcinare.

Cea mai puternică legătură o constituie ciclul amoniacal, de unde rezultă necesitatea controlării și corectării calculatorului. În acest scop, fiecare va trebui condus în mod independent, urmărindu-se atingerea parametrilor specifici și menținerea lor în limite stricte. Întrucît aceste obiective sînt convergente între secții, vor apărea decalaje care se vor elimina prin modificarea nivelelor în rezervoarele intermediare. Calculatorul va urmări printr-un program special aceste nivele și va modifica obiectivele de control ale secțiilor atunci cînd nivelul într-un rezervor tampon iese din nivelul de siguranță.

Este necesară întocmirea tabloului de fabricație al sodiei, și trecerea sa pe calculator, observînd că parametrii sînt grupați pe blocuri funcționale.

Întocmirea algoritmilor de calcul al tabloului de fabricație necesită o analiză calitativă a datelor de intrare, stabilindu-se cele cu caracter constant și cele variabile.

Există următoarele categorii de date:

- Date din instalație;

- Date din citiri curente;
- Date furnizate de analize;
- Date rezultate din calcule;
- Date tehnologice din proiect.

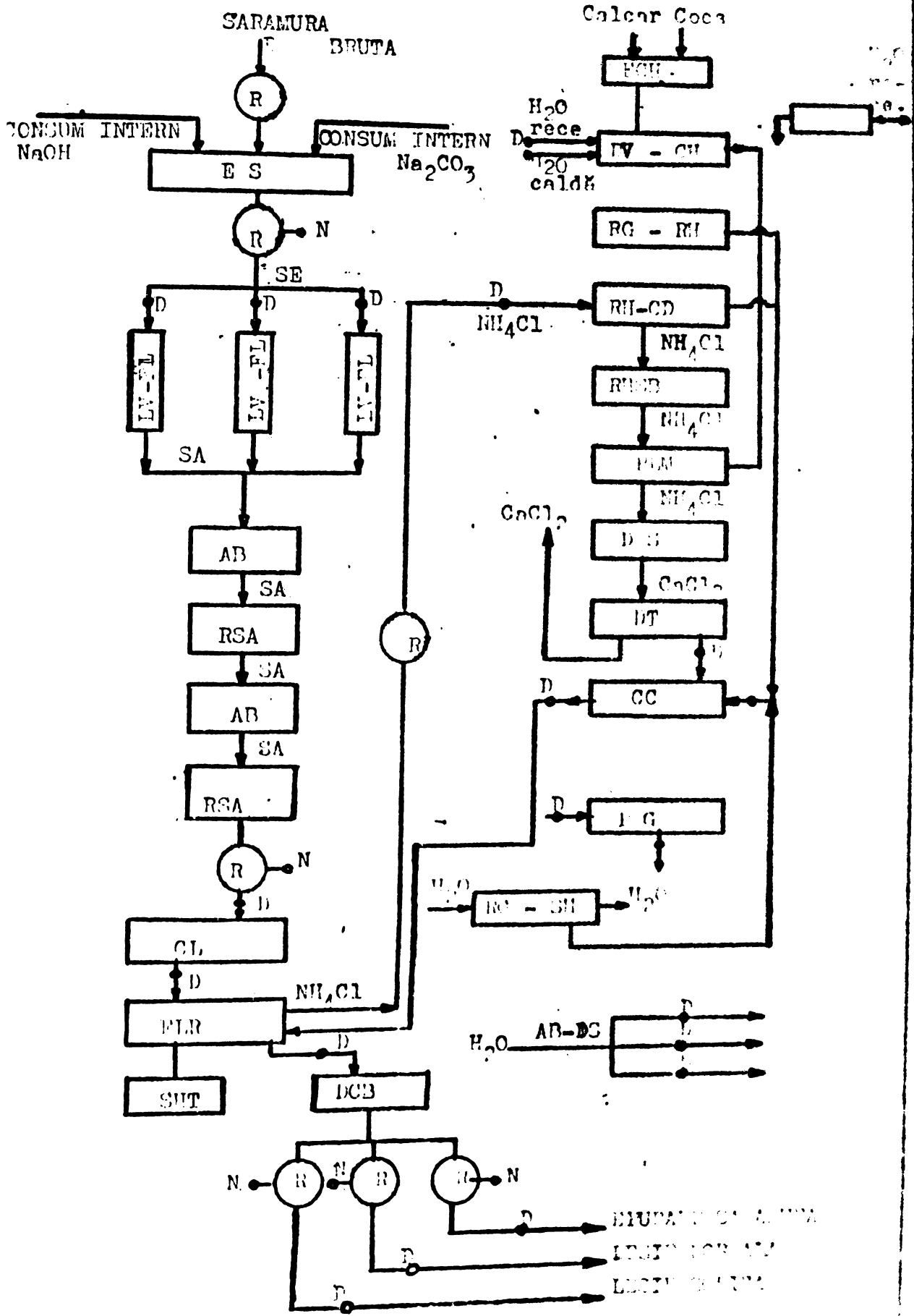
Pe baza datelor culese on-line și off-line, calculatorul folosind programele elaborate, va calcula datele derivate ale tabloului de fabricație referitoare la consumuri, producție, consumuri specifice, etc.

Tabloul de fabricație va fi editat la afișajul curentului schimb, zile, decade, luni sau afișaj de an.

Datele citite sau culese din procesul de fabricație sînt depuse la fișierul de valori curente și se referă la:

- Debite;
- Presiuni;
- Temperaturi;
- Analize de analizoare;
- Analize de laborator;
- Diverse date privind producția.

SCHEMA BLOCURILOR FUNCTIONALE SODA
CALCINATA



178

LEGENDA:

1. PRODUSE.

SE = saramură epurată.
SA = saramură amoniacală.

2. BLOCURI FUNCTIONALE

AB = Absorber.
CC = Distilația mică. (lichide slabe).
CL CB = Coloană de procarbonatere.
CL = Coloană de carbonatere.
DOB = Debicarbonator.
DS = Distiler.
DV - CH = Tobă stingere var.
FLR = Filtru rotativ.
LV = Spălător de gaze.
IC = Compresor.
RC = Reactor de gaze.
SB = Spălător scruber.
SHT = Calcinator rotativ.
ES = Epurare saramură.

3. SIMBOLURI Aparate

MASURA

oD = Debitmetru.
oN = Măsurare de nivel.

4. Informațiile culese de calculator din circuitele hidraulice ale lichidelor tehnologice și de racire din blocurile funcționale, cauzele care determină intervenția calculatorului pentru modificarea debitului din aceste circuite, și modul de acționare.

4.1. Secția Var.

a. Scruberul spălător: Calculatorul controlează debitul apei de spălare și răcire a gazului de cupor, corelativul cu temperaturile de intrare și ieșire a gazelor din scrubler. Dacă această temperatură depășește o anumită valoare, calculatorul comandă mărirea debitului.

b. Filtrele electrostatice: idem.

4.2. Secția absorbtie.

Perturbațiile regimului din secția de carbonat, ca drept principală cauză variația calității saramurii care este produsă în secția de absorbtie care trebuie să aibă o concentrație în amoniac cât mai mare și mai constantă, pentru a nu se produce pierderea sării din saramura amoniacală.

Stabilirea regimului de absorbtie a amoniacului prezintă condițiile pentru ridicarea concentrației de amoniac în saramură influențând pozitiv coeficientul de utilizare a gazului, ceea ce ca rezultat reducea prețului de cost.

Deoarece perturbațiile în absorbtie amoniacului se datorează în principal primei trepte de absorbtie, se va folosi ca parametru de conducere a procesului, temperatura fazei lichide de răcire din AB₁. Calculatorul va urmări această temperatură și va comanda modificarea debitului de saramură care intră în aparatul amonte: LV-CL, ținând cont de compoziția gazelor ce ies din LV-CL, care trebuie să aibă o concentrație mică în amoniac. În funcție de depășirea acestei concentrații, calculatorul modifică și debitul de saramură ce intră în LV-AB.

Pentru treapta a doua de absorbtie, AB₂, calculatorul corelează debitul apei de răcire de RM, cu temperatura medie amoniacale și a gazelor ce vin de la LV - CL, urmărind astfel o anumită temperaturi cerute de procesul de absorbtie al amoniacului.

Intrucit scăderea temperaturii saramurii de răcire la o anumită limită favorizează procesul de cristalizare a bicarbonatului de sodiu pe suprafețele de răcire, calculatorul intervine pentru a reduce debitului apei de răcire.

Pe lângă modificarea debitului, de asemenea, calculatorul controlează și debitul apei de răcire, calculatorul mai semnalează și încrustarea plăcilor de răcire RSA și a absorberelor AB. Astfel, prin intermediul sistemului de informații, cum ar fi: temperatura de intrare și ieșire din ramurii, temperatura și presiunea apei de răcire, debitul de apă la intrare în AB și concentrațiile de amoniac și CO_2 și pe baza acestor informații, calculează debitul de apă la răcire necesar și poziția pe care trebuie să o aibă ventilul de reglare pentru menținerea acestui debit în cazul instalației nefincrustate. Compară această poziție cu mărimea de referință a buclei de reglare și în cazul în care diferența depășește o anumită valoare, semnalează că instalația este incrustată.

4.3. Secția de carbonatare

Obiectivele procesului de carbonatare și condițiile de realizare.

- Gradul ridicat de utilizare al sodului, ceea ce asigură sarcinile secțiilor de purificare, absorbție și distilare, cu reducerea corespunzătoare a consumului de materiale și utilități. În acest scop, trebuie să se necesare legia, să se ridice presiunea gazului și să se mențină înălțimea lichidului în coloană la o anumită valoare.

- Obținerea unui precipitat cristalin cu granule mici și uniforme, ușurând astfel sarcinile secțiilor de filtrare și calcinare. În acest scop este necesar să se necesare tratamentul de coboară apro baza coloanei.

4.3.1. Coloana de precarbonatare.

Calculatorul va comanda un program de circulație în funcție de debitul de gaze CO_2 ce trebuie să intre în coloana de carbonatare și debitul de saramură amoniacală, pe baza informațiilor primite despre debitul de saramură amoniacală, a concentrațiilor de CO_2 în aer și ieșe din și în coloană, a temperaturii și a pH-ului saramurii amoniacale precarbonatate.

De asemenea va controla și poziția ventilului de reglare în funcție de precarbonatare și în cazul abaterilor, va semnalează și va interveni prin program pornind de la: sarcinile și condițiile de funcționare ale coloanei care reglează debitul de saramură în coloană, cât și de

rimi în regim de ghid operator, solicitând operatorului să modifice măsurimile de referință la buclele de automatizare respective.

Calculatorul fiind înformat asupra temperaturilor de carbonării amoniacale, de la baza și mijlocul coloanei de precarbonatare, la depășirea acestor temperaturi, comandă un program de calculare a corecției ce trebuie aplicată debitului de apă de răcire. La alcătuirea acestui program-comandă se va ține cont de temperatura de la mijlocul coloanei, de debitul de sare și de temperatura apei de răcire.

4.3.2. Coloana de carbonatare.

Calculatorul trebuie să comande debitul de sare care intră în coloane și debitul de apă de răcire, în funcție de concentrația gazului CO_2 și de temperaturile în diferite puncte ale coloanei de carbonatare.

De asemenea va elabora un program de achiziție a coloanelor și a sarcinii fiecărei coloane, ținând cont de perioada de funcționare a fiecărei coloane și de gradul de încălzire a coloanelor de carbonatare pe bază de programare dinamică, astfel încât să se realizeze maximizarea producției secției de carbonatare.

4.4. Secția distilație.

În această secție legiile de filtru ce conțin amoniacul sub formă liberă, semilegată, și legată, sînt supuse unui tratament termic și chimic, prin care amoniacul este eliberat în soluție și trimis la secția absorpție. Acest tratament are loc în distilația mică și în distilația mare.

În distilația mică se eliberează amoniacul liber și semilegată din condensatele amoniacale, prin tratare cu abur.

În distilația mare, legia filtru este tratată în două etape: prima etapă este pentru eliminarea amoniacului liber și semilegată, este tratată cu lapte de var, pentru eliminarea amoniacului liber din amoniacul legat cu abur, pentru eliberarea amoniacului din soluție.

4.4.1. Răcitorul de gaze (RUCG)

Reglarea debitului de legie de filtru în secția distilație, se face pe baza temperaturii gazelor la ieșirea din răcitorul de gaze RUCG, corelîndu-se corecția cu debitul de alimentarea a legiei de filtru, nivelul acestei legii în FLM și nivelul din rezervoarele de legie de filtru. Pe baza acestor informații, calculatorul alarmează în cazul necesității, corectarea debitului.

4.4.2. FLM (amestecător cu lapte de var)

Debitul de lapte de var ce intră în FLM este reglat și se reglează în funcție de conținutul în plumb al amoniacului.

Filtru-lapte de var, între anumite limite.

La calcularea corecțiilor, se va ține cont de nivelul de lapte de var, nivelul amestecului în P.L. și debitul de lapte filtru, elemente pe care calculatorul le va comanda în funcție de...

4.4.3. Coloana de distilare.

Funcționarea coloanei de distilare va fi urmărită de calculator, prin următorii parametri:

- Presiunea gazelor amoniacale la ieșirea din răcito-
rul RHSB,
- Presiunea gazelor la ieșirea din D.S.,
- Presiunea la baza răcitorului RHCD,
- Temperatura legiei de filtru la ieșirea din coloana
de distilare,
- Temperatura de intrare a gazelor amoniacale în RSB,
- Temperatura de ieșire a gazelor amoniacale din co-
loana de distilare.

La ieșirea din limitele mărimilor de mai sus, calculato-
rul va da semnalul de alarmă, pentru intervenția operatorilor.

4.4.4. Coloana de distilare secundară

Calculatorul comandă ventilele de pe conductele de al-
imentare a coloanelor de distilare cu condens amoniacal, pe baza in-
formațiilor primite asupra debitului de condens amoniacal la intrare
în coloane, urmărind eliberarea coloanelor de distilare...

Calculatorul comandă de asemenea modificarea debitului
de condens amoniacal, în funcție de informațiile colose privind tem-
peraturile de la mijlocul coloanei, a condensului cald care ieșea din
coloane, a nivelului de lichid de la baza coloanei și din schimbă-
torul de căldură de la baza coloanei, precum și a Pn-ului condensu-
lui cald la ieșirea din coloană.

4.5. Secția evaporare

În secția evaporare, calculatorul culege informații și
acționează în următoarele sectoare:

- Evaporator treapta a treia: controlează concentrația
și temperatura legiei caustice, acționând în funcție de aceste in-
formații asupra debitului de intrare a legiei în evaporator.

- Evaporator treapta a patra: controlează temperatura
din aparat, și emite un semnal de alarmă la ieșirea din limitele
admise.

5. Mesaje de alarmă emise de calculator

Calculatorul emite mesaje de alarmă în cazul ieșirii unor parametri din domeniul normal de funcționare, pe baza datelor culese on-line din proces.

Ăceste mesaje de alarmă se emit la mașina autentică de scris concomitent cu un semnal de alarmă acustică. Mesajele emise, pot acționa și programe speciale, menite să readucă parametrii respectivi în limitele de funcționare normală.

6. Informații primite din partea calculatorului cu privire la starea instalației și emiterea de rapoarte de producție

Păstrarea evidenței condițiilor de funcționare a instalațiilor pe o perioadă de timp determinată, în diferite scopuri, este o necesitate la care răspunde, la cerere, calculatorul.

Practica impune calculatorului următoarele:

-Înregistrarea la fiecare trei minute și păstrarea pe disc a acestor informații, care pot fi puse la dispoziția operatorului sau organelor de control;

-Emiterea rapoartelor de producție pe fiecare instalație în parte și pe întreaga uzină la finele fiecărui schimb al zi. Rapoartele vor cuprinde: consumul de materii prime, consum de utilități, producția finită pe produse, numărul de ore de funcționare, etc.

7. Tabloul de fabricație

Pe baza informațiilor on-line culese din instalație de către calculator și a datelor introduse de la dispozitivele de dialogare operator-calculator (laborant-calculator), calculatorul emite următoarele bilanțuri pe fiecare instalație și pe întreaga uzină la cerere care constituie tabloul de fabricație al combinatului:

- bilanț de energie (abur) energie electrică, apă, combustibil);
- bilanț de materiale (calcar, sare, cocs, amoniac, CO₂, etc.).

CONCLUZII FINALE

Tema lucrării se înscrie într-un deziderat de stringență actualitate: folosirea rațională și reducerea consumului de energie electrică în industrie, în particular în industria chimică, mare consumator de energie electrică.

Un fapt demn de remarcat este că tema a fost aleasă de conducătorul științific, Academician Ion Anton cu un an înainte de manifestarea simptomelor primei crize energetice mondiale, ceea ce demonstrează o remarcabilă orientare în perspectivă.

În acest capitol se sintetizează și se întregesc, concluzii inserate la finele capitolelor lucrării, astfel:

1. În industria chimică există un mare număr de circuite hidraulice tehnologice și circuitul apei industriale al căror consum de energie electrică poate fi redus printr-un studiu de optimizare individual și global pe întreprindere, într-o proporție apreciabilă.

2. În cazul studiului de optimizare, pe lângă aspectul energetic se urmărește și rezolvarea altor aspecte nu mai puțin importante din punct de vedere economic ca: restrângerea numărului și a tipurilor de pompe, înlocuirea pompelor din import cu pompe de fabricație indigenă, cu randament și fiabilitate ridicată.

3. Metoda și etapele de optimizare detaliate în studiu constituie contribuție originală, stabilindu-se ecuațiile fundamentale ale elementelor energohidraulice de optimizare, pentru cinci tipuri caracteristice de circuite hidraulice tehnologice din combinațiile chimice (cap. 5.).

4. Pentru folosirea calculatorului la optimizarea circuitelor hidraulice tehnologice din industrie în studiu se redă schema logică și programul FORTRAN, care a fost testat cu bune rezultate pe un număr de opt circuite din C.P.S. Covora (Anexa A).

Programul poate fi folosit cu avantaje certe la optimizarea majorității circuitelor hidraulice tehnologice din industria chimică. Metoda, în afara aspectului de strictă specialitate privind întocmirea programului, constituie de asemenea o contribuție originală.

5. Necesitatea studiului de optimizare a circuitelor hidraulice tehnologice din combinațiile chimice este ilustrată în capitolul 4.3.3. unde este redat rezultatul studiului de optimizare a tuturor circuitelor hidraulice tehnologice din C.I.S. Sovora, realizat printr-o reducere a consumului de energie electrică de 44%, ducerea tipurilor de pompe cu 58% și reducerea numărului pompelor cu 16%.

Rezultatele concrete obținute prin aplicarea în practică a studiului la 6 circuite, au confirmat integral studiul făcând fapt ce a dus la întocmirea unui program de aplicare a întregului studiu în următorii doi ani.

6. Circuitul apei industriale, consumator major de energie electrică, se pretează de asemenea la un studiu de optimizare și este în faza de proiectare cît și asupra unui circuit existent.

În lucrare se indică metode de optimizare pentru ambele aspecte, pornind de la literatura de specialitate (cap.6.)

Analiza circuitului de apă industrială din C.I.S. Sovora (cap. 6.5.) arată că, aplicarea metodei de analiză detaliată din capitolul 6.1. va conduce în mod cert la reducerea consumului de energie electrică la pomparea apei industriale.

Existența debitmetrelor pe consumatori, condiționează aplicarea metodei redată în studiu.

BIBLIOGRAFIE

1. I. Anton
Factorii care influențează forma curbei caracteristice la pompe. Hidrotehn. 12. 1953.
2. Viorica Anton
M. Popoviciu
I. Fiterd
Hidraulica și mașini hidraulice.
Editura didactică și pedagogică - București - 1976.
3. V. Anton
Culegere de probleme de hidraulică.
Litografia învățământului Timișoara - 1955
4. A. Bănescu
D. Bănescu
Întreținerea și repararea utilajelor și instalațiilor din industria chimică.
Editura tehnică. București - 1977 -
5. A. Barglazan
I. Anton
V. Anton
I. Preda
Încercările mașinilor hidraulice și pneumatice.
Editura tehnică - 1959 -
6. Aurel Barglazan
Mașini hidraulice
Editura UNSR - 1948 -
7. E. Bratu
Operații și utilaje în industria chimică, Vol. I, Ed. II, Editura tehnică - 1969 -
8. A. Carabulea
Ingineria sistemelor industriale.
Editura didactică și pedagogică.
București - 1977 -
9. V. Chimion
și colectivul
Pompe centrifugale
Editura tehnică. București - 1961 -
10. G. Cristea
Proiectarea instalațiilor tehnologice în industria chimică.
Editura tehnică - 1965 -

11. I. Dancea Metode de optimizare.
Editura Dacia, Cluj Napoca - 1976 -
12. N. Dănilă și colectivul Asupra regimului hidrodinamic al circuitului de răcire al unui reactor de tip R.C.C. Studii și cercetări electr. Nr. 22 Nr. 3 - 1972 și TOM 23 - 1973.
13. D. Dobrescu
F. Ioanițescu Limbaje de programare pentru calculatoare de proces.
Editura Albatros - 1977 -
14. N.N. Drăghici Conducte pentru transportul fluidelor.
Editura tehnică. București - 1971 -.
15. G.V. Drujinin Siguranța în funcționare a sistemelor. Traducere din limba rusă, după ediția a doua (1967), completată și revizuită. Editura tehnică București 1968.
16. V. Feldman
U. Văleanu Utilizarea rațională a energiei electrice.
Editura tehnică. București 1966.
17. E. Filimon Contribuții la calculul rețelelor inelare.
Teza Doctorat. I.P. Traian Vuia Timișoara 1975.
18. T. Florea
și colectivul Mecanica fluidelor -Probleme-. Editura didactică și pedagogică. București - 1976 -
19. Mihail Florescu Tendințe în dezvoltarea industriei chimice.
Editura tehnică. București 1977.
20. H. Georgescu
O. Băscă Programe în limbajul FORTRAN.
Editura albatros 1975.
21. N.V. Ghirțoișiu
C. Miron Grafuri de fluentă și aplicații în tehnică.
Editura tehnică - București 1974 -
22. A Glöck Metode matematice în industria chimică.
Editura tehnică, 1971.
23. Ionel Grigoriu Contribuții la analiza energetică a instalațiilor chimice alimentate din centrale de termoficare industriale în condițiile existenței unor resurse energetice locale.
Teză Doctorat. I.F.B. Fac. Energetică. București 1971.
24. Ion I. Ionel Instalații de pompe reziliabile.
Editura tehnică, București 1976.

25. D. Ionescu Introducere în hidraulică. Editura tehnică
București 1977.
26. A. Kaufmann Metode și modele ale cercetării operaționale,
Vol. I și II.
Editura științifică București 1968.
27. A.G. Kasatkin Procese și aparate principale în tehnologia
a chimică. Ediția a doua. Traducere din
limba rusă după ediția a șaptea.
Editura tehnică - 1963 -.
28. K.S.B. PUMPEN-HANDBUCH
1968 NACHDRUCK DER 3 AUFLAGE.
29. Cristea Mateescu Hidraulica. Editura didactică și pedagogică
București - 1963 -.
30. R. Mihail Modelarea reactoarelor chimice. Editura
tehnică. București 1976.
31. Gh. Miheș
și colectivul Bazele matematice ale teoriei stabilității
Editura Dacia -Cluj Napoca 1970 -
32. E. Nicolau Creerul electronic. Editura științifică și
enciclopedică București - 1979 -.
33. Eugeniu Niculescu-
Mizil Efecte economice ale folosirii calculatoare-
relor electronice în conducerea proceselor
tehnologice în industria chimică.
Centrul de documentare al industriei chimice
și petroliere - 1970 -.
34. Dorin Pavel Magini hidraulice.
Editura energetică de STAT - 1954 -
35. Dorin Pavel Stații de pompare și rețele de transport
hidraulic. București 1964
36. Dorin Pavel Stații de pompare și rețele de transport
hidraulic. Editura didactică și pedagogică
București - 1964 -.
37. A.A. Pervoz-
vanski Căutarea deciziei optime. Editura enciclo-
pedică română București 1974.
38. V. Pescaru
și colectivul Aplicații ale ciberneticii economice în
industria chimică.
Editura Academiei R.S.R. - 1973 -
39. Petcu Tehnologia sodiei și a produselor sale.
Editura de Stat didactică și pedagogică
București - 1960 -

40. Ion Petrescu Căi de creștere a eficienței economice în industria chimică.
Editura Academiei R.R.R. București 1974.
41. E. Potolea Calculul regimului permanent al sistemului electric. Editura tehnică București, 1967.
42. P.A. Rădulescu Construcția, montajul, întreținerea și repararea armăturilor industriale Editura tehnică. București - 1974 -.
43. R. Răduleț și colectivul Perspective de dezvoltare a energiei.
Editura tehnică București 1974.
44. C. Stamatescu Pompe pentru lichide. Litografia și tipografia învățământului București -1957- .
45. Al. Todicescu Mecanica fluidelor și mașini hidropneumatice. Editura didactică și pedagogică București - 1974 -.
46. Ion Tomescu Grafuri și programare liniară. Editura didactică și pedagogică. București 1977.
47. P. Trofin Alimentații cu apă.
Editura didactică și pedagogică. București 1972.
48. Alexis Vîrcol Gh. Sumilov Folosirea programării dinamice în calculul de gospodărire a apelor. Hidrotehnică, 17 (1972) 1.
49. I. Vladimirescu Mașini hidraulice și stații de pompare.
Editura didactică și pedagogică București 1974.
50. A.G. Worthing J. Geffner Prelucrarea datelor experimentale. Editura Tehnică. București 1959.
51. * * * Comunicările conferinței de mașini hidraulice. Partea a doua. Septembrie 1964.
Laboratorul de mașini hidraulice Pitești
52. * * * Analiza comportării în exploatare a unor utilaje tehnologice cu care sînt echipate liniile de fabricație din industria chimică. Studiu întocmit de Inspectoratul General al Stat pentru controlul calității produselor în 9 combinate chimice în 1974.
53. * * * Calculul rețelelor de apă caldă centralizată. Editura tehnică, 1969.

54. * * * Prescripții pentru alegerea pompei centrifuge în industria chimică. M.P. - 1971.
55. * * * Curbe caracteristice Pompe. PCN-Făgăraș.
56. * * * Curbe caracteristice pompe Averas-București.
57. * * * Implementare calculator de proces la Uzina de sodă Nr. 3 Govora Vol. I.
Proiect tehnic Nr. 0501001 Centrul de calcul al industriei chimice. 1974.
58. * * * Studiu pentru reducerea consumului de energie în stații de pompare utilizând pompa cu turatie variabilă .
Proiect Nr. 5380 -Fază studiu- Institutul de Proiectări Pentru Construcții Tipizate -1978-
59. * * * Pompe hidraulice, STAS 6865-67.
60. * * * Arhiva Tehnică C.P.S. Govora.

C U P R I N S

- Prefața pag. 2

CAPITOLUL 1:

ROMELE, UTILAJE TEHNOLOGICE DE BAZA ÎN INDUSTRIA CHIMICĂ

- 1.1. Introducere pag. 5
1.2. Operații hidrodinamice în industria chimică și
implicațiile lor energetice. pag. 6
1.3. Lichidele vehiculate și caracterul tehnologic al
producției în C.P.S. Govora pag. 7

CAPITOLUL 2:

POMPE INSTALATE ÎN C.P.S. GOVORA

- 2.1. Introducere pag. 12
2.2. Instalațiile, lichidele vehiculate și pompele
montate în C.P.S. Govora. pag. 13
2.3. Concluzii. pag. 39

CAPITOLUL 3:

STUDIUL PRIVIND FIABILITATEA POMPILOR DIN C.P.S. GOVORA

- 3.1. Introducere. pag. 41
3.2. Fiabilitatea pompelor din C.P.S. Govora pag. 42
3.3. Concluzii. pag. 45

CAPITOLUL 4:

CIRCUITELE HIDRAULICE ȘI OPTIMIZAREA LOR

- 4.1. Noțiuni generale cu privire la circuitele hidraulice. pag. 56

4.2. Metoda de optimizare a circuitelor hidraulice.	pag. 59
4.3. Optimizarea circuitelor hidraulice tehnologice din C.P.S. Govora.	pag. 61
4.4. Concluzii.	pag. 82

CAPITOLUL 5

METODA DE OPTIMIZARE A CIRCUITELOR HIDRAULICE TEHNOLOGICE DINTR-UN COM- BINAT CHIMIC, CU AJUTORUL CALCULATO- RULUI.

5.1. Considerații generale privind folosirea calcula- torului în studiile de optimizare a circuitelor hidraulice.	pag. 83
5.2. Stabilirea ecuațiilor fundamentale ale sistemul- ui hidraulic surse-rezistențe, folosite în stu- diul de optimizare cu ajutorul calculatorului.	pag. 87
5.3. Optimizarea unui circuit hidraulic cu ajutorul calculatorului. Metoda și etapele ce se parcurg în studiul de optimizare.	pag. 97
5.4. Concluzii.	pag. 104

CAPITOLUL 6

CIRCUITUL APEI INDUSTRIALE DINTR-UN COMBINAT CHIMIC

6.1. Metoda de analiză a circuitului hidraulic al apei industriale dintr-un combinat chimic.	pag. 105
6.2. Probleme de optimizare care se pun la proiect- tarea inițială a instalațiilor de alimentare cu apă industrială a unui combinat chimic.	pag. 117
6.3. Reducerea consumului de energie electrică în instalațiile de pompare, prin utilizarea e- lectromotorului cu turație variabilă.	pag. 130
6.4. Studiul rețelelor hidraulice prin analogia e- lectrohidraulică, folosind calculul matricial și nodal.	pag. 137
6.5. Analiza circuitului de apă industrială din C.P.S. Govora.	pag. 139
6.6. Concluzii.	pag. 139

A N E X A A

PROGRAME FORTRAN PENTRU OPTIMIZAREA CIRCUITELOR
HIDRAULICE TEHNOLOGICE CU AJUTUL CALCULATORULUI
IN TESTARE

1. Program Fortran Nr. 1.	139
2. Coeficienții caracteristicilor de sarcină și randament, determinați cu calculatorul în baza programului FORTRAN 1 pentru pompele existente și înlocuirea.	142
3. Program FORTRAN Nr. 2. Descriere. Schema logică.	147
4. Program FORTRAN, pentru determinarea pompei optime.	152
5. Diametrul economic după VIBERT.	157
6. Testare program FORTRAN pentru determinarea pompei optime, pe P(opt) circuite hidraulice.	159

A N E X A B

UTILIZAREA CALCULATORULUI DE ÎNCHEIERE
IN CADRUL C.P.S. GOVORA

1. Concluzii finale.	164
2. Bibliografie.	166
3. Cuprins.	168