

Acest dosar este prezentat exclusiv pentru informare.
Stimate cititor!

Daca DVS doriti sa copiat acest dosar, el urmeaza a fi inlaturat fara intirziere, imediat dupa ce ati facut cunostinta cu continutul lui.

Copiind si pastrind dosarul in cauza,
DVS va asumati toata responsabilitatea
in conformitate cu legislatia in vigoare.

Toate drepturile de autor asupra dosarului dat
se pastreaza dupa detinatorul de drept.

Orice utilizare in scopuri comerciale sau alte
scopuri, cu exceptia utilizarii in scopuri de informare
prealabila este interzisa.

Publicarea acestui document nu atrage dupa sine nici
un fel de cistig comercial.

Insa astfel de documente contribuie rapid la ridicarea
profesionalismului si spiritualitatii
cititorilor si serveste drept reclama a editiilor de
hirtie a acestor documente.

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” BUCUREȘTI

FACULTATEA ENERGETICĂ

CATEDRA DE HIDRAULICĂ ȘI MAȘINI HIDRAULICE

ALEXANDRU DIACON

PAULINA IANCU

ILEANA POPA

STAȚII DE POMPARE

ÎNDRUMAR DE PROIECTARE

Partea I

BUCUREȘTI
1995

PREFAȚĂ

Prezenta lucrare constituie un material documentar necesar studenților energeticieni și mecanici care în preocupările lor profesionale au tangență cu stațiile de pompare, frecvent utilizate în toate sectoarele economiei.

Lucrarea de față cuprinde calculele hidraulice ale circuitelor dintr-o stație de pompare, respectiv aducțiunea și refularea, elementele constructive ale pompelor cât și ale stațiilor de pompare astfel încât să se asigure o funcționare corectă și economică a acestora. Lucrarea constituie un îndrumar foarte util pentru elaborarea proiectelor de an și de diplomă. Materialul este deasemenea util inginerilor care proiectează stațiile de pompare precum și celor ce exploatează aceste instalații.

aprilie, 1995

Autorii

ing. BORCEANU C.

CUPRINS

Capitol I	GENERALITĂȚI PRIVIND STAȚIILE DE POMPARE	1
1.1.	Clasificarea stațiilor de pompare după folosință	1
1.2.	Clasificarea stațiilor de pompare după tipul constructiv	8
1.3.	Definirea unor parametri de proiectare	8
Capitol II	DATE DE BAZĂ PENTRU PROIECTAREA STAȚIILOR DE POMPARE	11
2.1.	Date generale	11
2.2.	Date de bază	12
2.3.	Tema de proiectare	13
Capitol III	PRIZELE STAȚIILOR DE POMPARE	15
3.1.	Prize cu orificii și ferestre	15
3.2.	Prize cu aspirație în camera de captare și avancamă	16
3.3.	Prize cu aspiratoare în curent și bazin de aspirație	16
Capitol IV	ELEMENTE DE PROIECTARE ALE CONDUCTELOR, ECHIPAMENTELOR HIDROMECHANICE DE BAZĂ ȘI A CELOR DIN REȚEAUA DE CONDUCTE	21
4.1.	Conducte de aducțiune	21
4.2.	Conducte de refulare	23
4.3.	Scheme tehnologice și armături pe conductele de aspirație și refulare	24
4.4.	Calculul pierderilor de sarcină prin circuitul hidraulic al stațiilor de pompare	26
4.5.	Elemente de proiectare a echipamentelor hidromecanice de bază	59
4.6.	Analiza funcționării ansamblului pompă-rețea	60
4.7.	Alegerea electromotoarelor pentru acționarea pompelor	62
4.8.	Calculul diametrului economic al conductelor	64
Capitol V	ELEMENTE DE DIMENSIONAREA CLĂDIRILOR STAȚIILOR DE POMPARE	68
5.1.	Generalități	68
5.2.	Dimensiuni în plan orizontal	68
5.3.	Dimensiuni în plan vertical	70

5.4.	Spații necesare instalațiilor electrice	73
5.5.	Spații necesare pentru alte instalații	75
Capitol VI	BAZINE DE ASPIRAȚIE ȘI REFULARE LA STAȚIILE DE POMPARE	81
6.1.	Bazine de aspirație	81
6.2.	Bazine de refulare	87
Capitol VII	INSTALAȚII AUXILIARE ÎN STP	103
7.1.	Instalații de amorsare	103
7.2.	Instalații de ungere	103
7.3.	Instalații de ridicat și transport	103
7.4.	Instalații de epuismenț și golire	110
7.5.	Instalații de ventilație	112
7.6.	Instalații pentru protecție la lovitură de berbec	112
Capitol VIII	EXEMPLU DE CALCUL	117
8.1.	Tema proiectului și datele de bază	117
8.2.	Alegerea tipului de agregate și numărul lor	117
8.3.	Alegerea schemei tehnologice	122
8.4.	Dimensionarea hidraulică a circuitelor de aspirație și refulare	122
8.5.	Caracteristica conductei de refulare	132
8.6.	Verificarea alegerii pompei și stabilirea diametrului D_2 al rotorului pompei	132
8.7.	Analiza funcționării în paralel a pompelor	135
8.8.	Alegerea motorului electric de antrenare a pompei	135
8.9.	Calculul diametrului optim economic pentru conductă de refulare	138
8.10.	Dimensionarea bazinului de aspirație	138
8.11.	Dimensionarea bazinului de refulare	141
8.12.	Elemente de dimensionare a clădirii stației de pompare	146
8.13.	Instalații auxiliare	150
8.14.	Calculul grafic și protecția stației la lovitură de berbec	150

BIBLIOGRAFIE

ANEXE

GENERALITĂȚI PRIVIND STAȚIILE DE POMPARE

Prin stație de pompare se înțelege ansamblul de construcții hidrotehnice, echipamente hidromecanice de baza și auxiliare, instalații electrice și de automatizare cu scopul de a vehicula debitul Q_{STP} (m^3/s) corespunzător unei sarcini de pompare H_{STP} (mCA).

Stațiile de pompare se clasifică după mai multe criterii ca: domeniul de folosință, felul așezării și al mobilității, după felul agregatelor, după poziția agregatelor în ansamblul amenajării, după durata exploatării, după tipul construcției de captare sau tipul priză, după tipul aducțiunii.

1.1. CLASIFICAREA STAȚIILOR DE POMPARE DUPĂ FOLOSINȚĂ

După domeniul de folosință pot fi: stații de pompare pentru alimentare cu apă potabilă și industrială, stații de pompare care se constituie ca primarul transformatorului hidroenergetic în circuit deschis, stații de pompare pentru irigații, stații de pompare pentru desecare - drenaj, stații de pompare în rețelele de canalizare, stații de pompare de hidromecanizare, foraje tubulare, stații de pompare pentru industrie minieră, stații de pompare pentru industria petrolieră, chimică, alimentară etc.

1.1.1. Stații de pompare pentru alimentari cu apă

În sistemele de alimentare cu apă, de obicei, se ridică apa de la un nivel dat la un nivel superior necesar.

După poziția lor în schema generală de alimentare cu apă, stațiile de pompare pot fi: stații de pompare treapta I, stații de pompare treapta II, stații de repompare, stații de pompare de recirculare, stații de pompare de incendiu. Stațiile de pompare treapta I iau apa de la sursă și o trimit în instalațiile de tratare sau direct la consumatori, dacă apa nu necesită tratare.

Stațiile de pompare treapta II servesc de obicei la pomparea apei tratate la consumatori.

Stațiile de repompare servesc la mărirea presiunii apei fie în conductele de aducțiune, fie în anumite zone ale rețelei de distribuție:

Stațiile de pompare de recirculare sunt folosite în industrie la pomparea apei de răcire și apoi din nou în instalații.

Stațiile de pompare de incendiu servesc la pomparea apei pentru stingerea incendiului. În mod obișnuit pompele de incendiu se amplasează în aceeași clădire cu pompele de alimentare.

1.1.2. Stații de pompare pentru canalizări

Când apele de canalizare nu pot fi evacuate gravitațional, devine necesară pomparea acestora. Această necesitate poate apărea atât în rețeaua de canalizare cât și în cadrul stațiilor de epurare.

În stațiile de epurare necesitatea pomparei trebuie rezolvată pentru: apele uzate, nămoluri sau pentru ape uzate și nămoluri.

1.1.3. Stații de pompare pentru irigații

Scopul principal al irigației este completarea deficitului de umiditate din sol atât pe terenurile situate în zone secetoase cât și în regimuri mai puțin secetoase, însă cu o distribuție nefavorabilă a precipitațiilor în timpul perioadei de vegetație.

Sistemul de irigație este complexul de lucrări și amenajări cu ajutorul cărora se captează debitele din sursa de apă, se transportă și se distribuie apa pe teren. Captarea apei din sursă se realizează în cele mai multe situații prin pompare. După locul pe care îl ocupă stația de pompare în schema hidrotehnică pot fi:

- stații de bază (de treapta I) care pompează apa direct din sursa naturală;
- stații de repompare (de trepte II, III) care pompează apa dintr-un canal în care apa a fost adusă tot prin pompare;
- stații de punere sub presiune care pompează apa într-o rețea de conducte sub presiune;
- stații de pompare reversibile care au aceleași agregate și pot efectua alternativ atât funcția de alimentare a irigațiilor cât și funcția de desecare;
- stații de pompare mixte care pot îndeplini simultan mai multe funcții (irigații, desecări), folosind însă agregate diferite.

1.1.4. Stații de pompare pentru desecări

Stațiile de pompare pentru desecare cuprind un complex de construcții și instalații care au rolul de a aspira apa dintr-un canal și a o evacua la un nivel mai ridicat într-un emisar sau într-un alt canal.

Nodul hidrotehnic care constituie stația de pompare pentru desecare are același elemente ca și stațiile de pompare pentru irigații, în afară de priză.

După destinație stațiile de desecare pot fi: stații de bază care pompează apa din canalul principal de evacuare în emisarul natural și stații de prepompare care pompează apa în canalul care o transportă la stația de bază.

Corelat cu mărimea sistemelor de irigație sau desecare deservite, stațiile de pompare cu funcție hidroameliorativă cuprind patru clase de importanță, așa cum rezultă din tabelul 1.1.

Tabel 1.1

Clase de importanță a stațiilor de pompare cu funcție hidroameliorativă

Clasa de importanță	Suprafața deservită de STP S (ha)	
	STP alimentare	STP evacuare
I	> 100.000	—
II	20.000 ÷ 100.000	—
III	5.000 ÷ 20.000	—
IV	≤ 5.000	orice suprafață

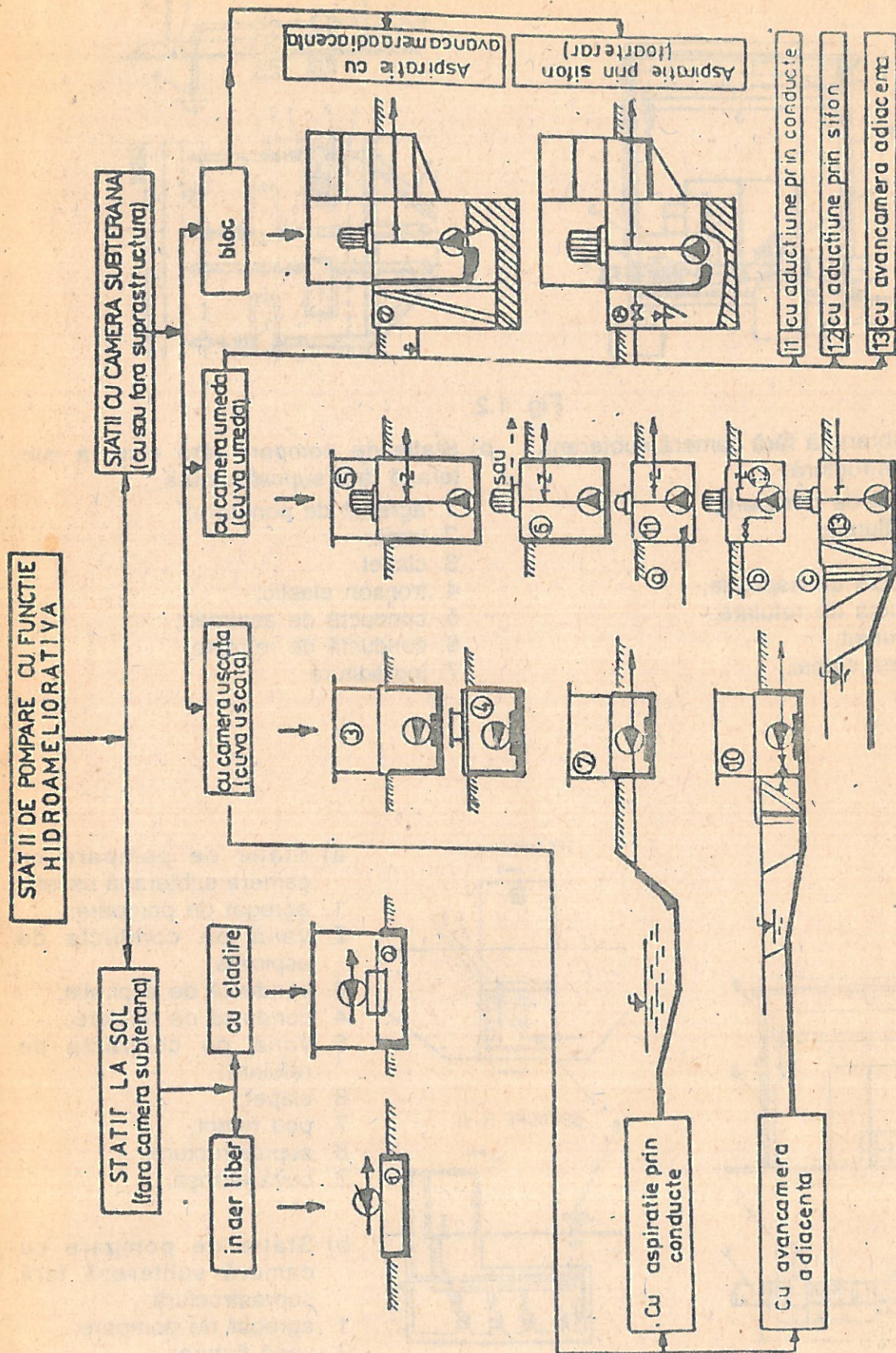


Fig. 1.1.
Clasificarea stațiilor de pompare cu funcționare hidroameliorativă după tipul constructiv

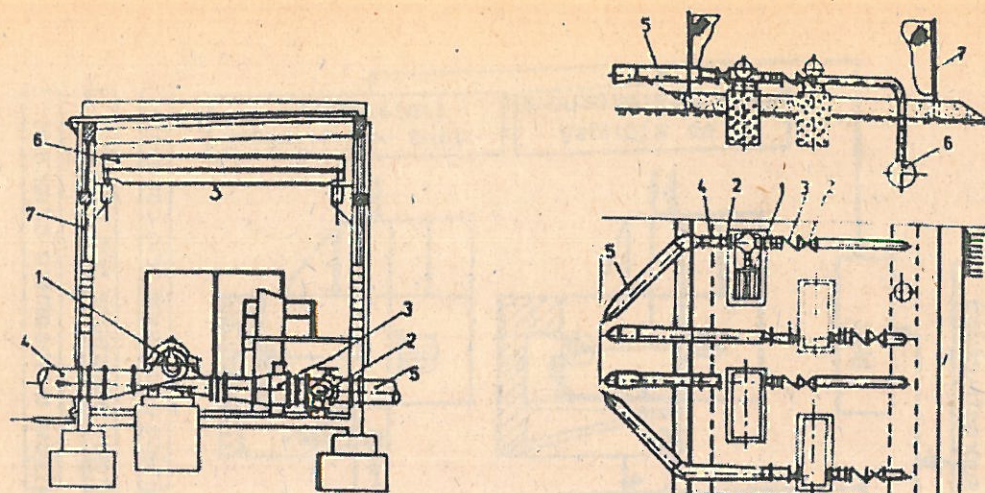


Fig. 1.2.

a) Stație subterană fără cameră subterană cu suprastructură.

1. agregat de pompare;
2. vană fluture;
3. clapet;
4. conductă de aspirație;
5. conductă de refulare;
6. pod rulant;
7. clădirea stației.

b) Stație de pompare fără cameră subterană fără suprastructură.

1. agregat de pompare;
2. vană;
3. clapet;
4. tronson elastic;
5. conductă de aspirație;
6. conductă de refulare;
7. îngrăditură.

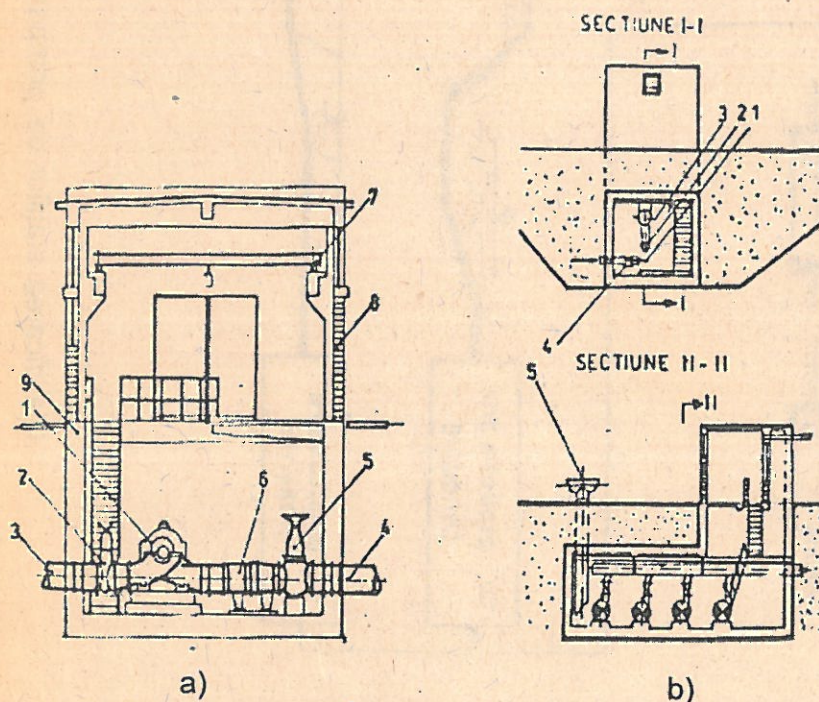


Fig. 1.3.

a) Stație de pompare cu camera subterană uscată.

1. agregat de pompare;
2. vană pe conducta de aspirație;
3. conductă de aspirație;
4. conductă de refulare;
5. vană pe conducta de refulare;
6. clapet;
7. pod rulant;
8. suprastructură;
9. cuvă etanșă.

b) Stație de pompare cu cameră subterană fără suprastructură.

1. agregat de pompare;
2. vană fluture;
3. clapet;
4. vană plată;
5. aspirator.

Fig. 1.4.

Stație de pompare cu cameră subterană umedă.

1. pompă;
2. electromotor;
3. pompă epuismenț;
4. pod rulant;
5. stavilă;
6. grătar;
7. cameră umedă;
8. suprastructură;
9. avancameră.

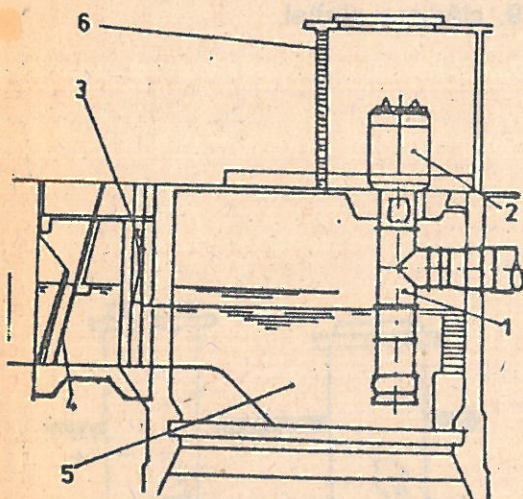
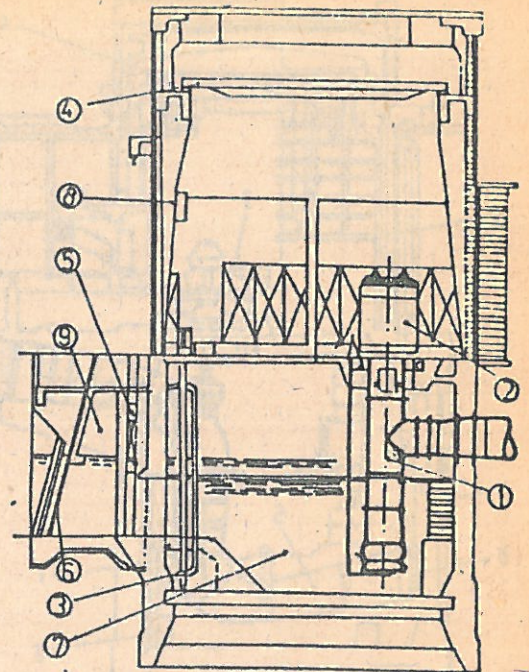


Fig. 1.5 a.

Stație de pompare cu cameră subterană umedă.

1. pompă;
2. electromotor;
3. stavilă;
4. grătar;
5. cameră umedă;
6. suprastructură joasă.

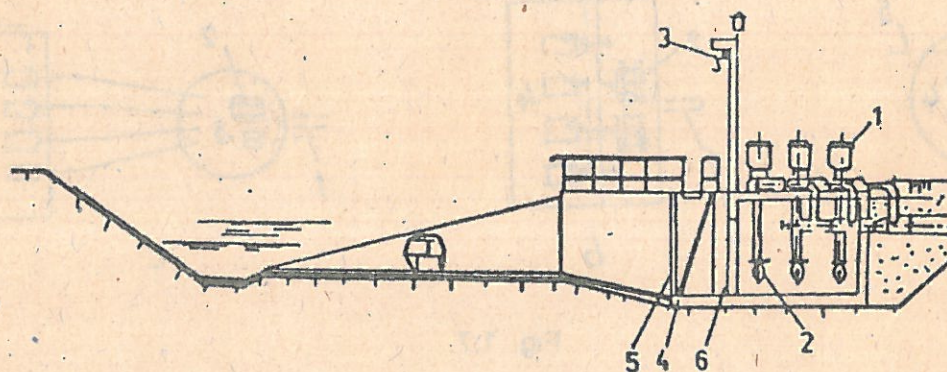


Fig. 1.5 b.

Stație de pompare cu pompe verticale fără suprastructură.

1. electromotor;
2. pompă verticală;
3. cărucior cu palan manual;
4. grătar;
5. ghidaj batardou;
6. ghidaj site.

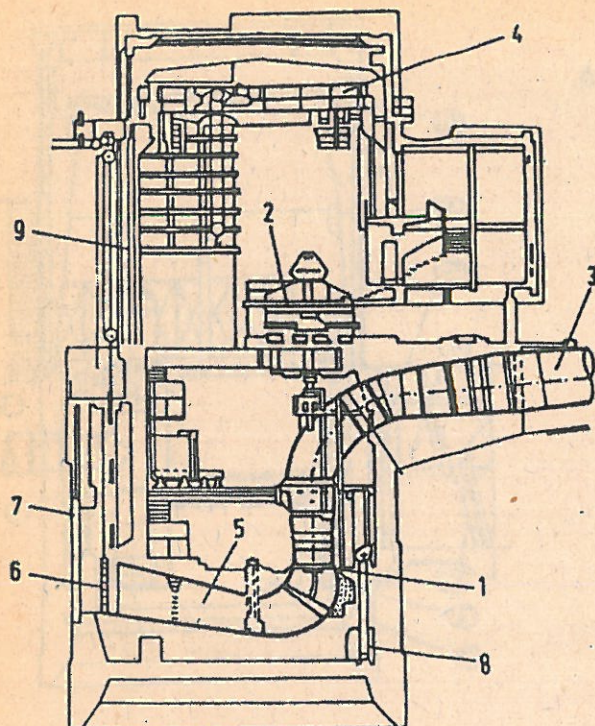


Fig. 1.6

Stație de pompare tip bloc.

- 1. pompă;
- 2. electromotor;
- 3. conductă refulare;
- 4. pod rulant;
- 5. aspiratorul pompei;
- 6. stavilă;
- 7. grătar;
- 8. infrastructură;
- 9. clădirea stației.

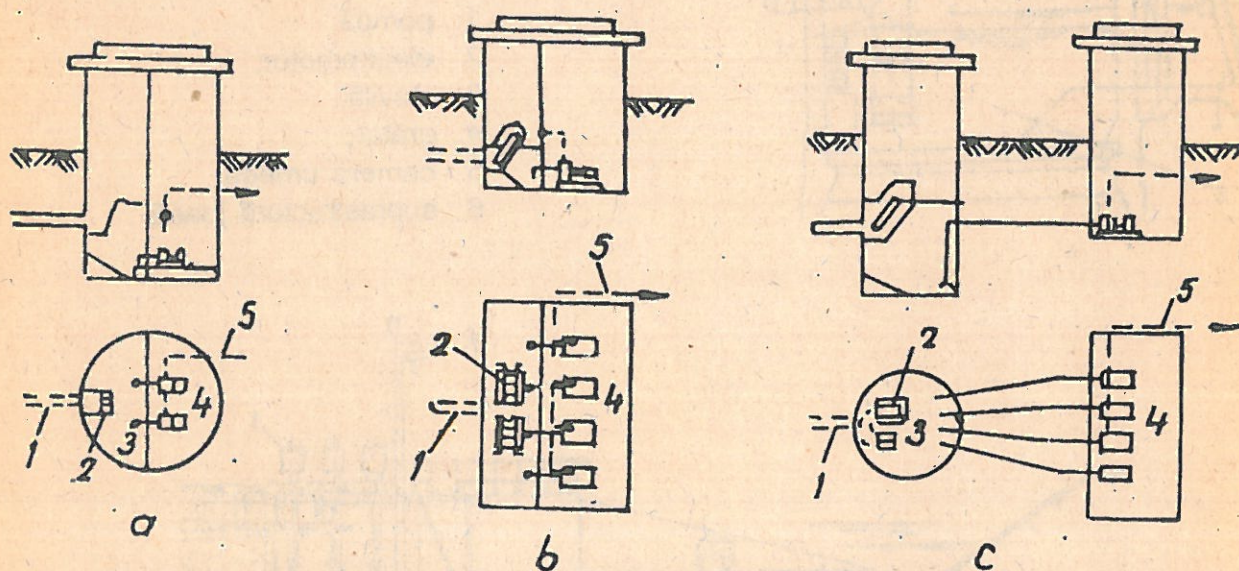


Fig. 1.7.

Stație de pompare ape uzate cu pompe cu ax orizontal

- 1. canal de sosire;
- 2. grătar;
- 3. rezervor de recepție;
- 4. sala mașinilor;
- 5. conductă de refulare.

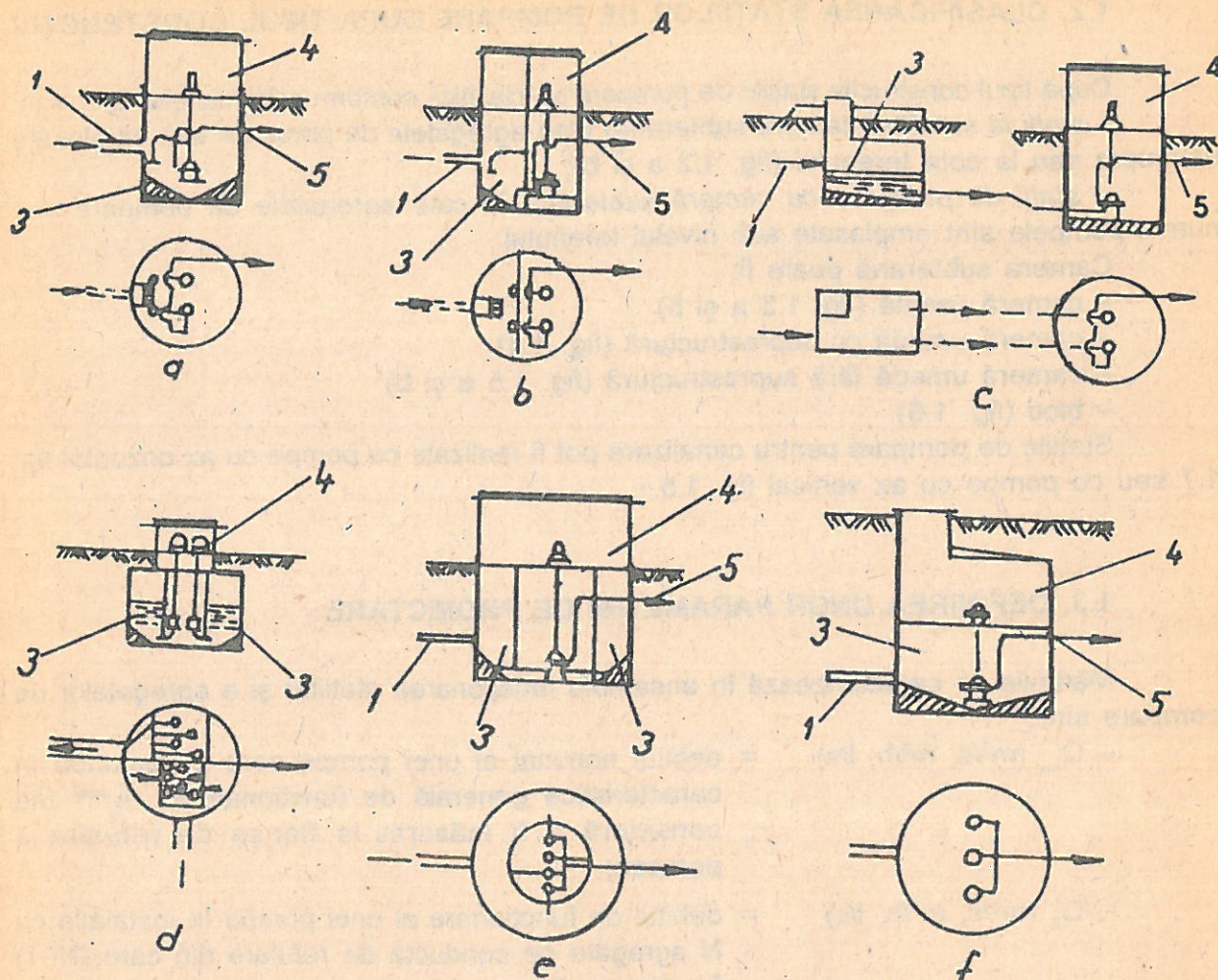


Fig. 1.8.

Stații de pompare ape uzate avînd pompe cu ax vertical

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 1. canal de sosire; | 4. sala mașinilor; |
| 2. grătar; | 5. conductă de |
| 3. rezervor de recepție; | refulare. |

1.2. CLASIFICAREA STAȚIILOR DE POMPARE DUPĂ TIPUL CONSTRUCTIV

După tipul constructiv stațiile de pompare se clasifică conform schemei din fig. 1.1 în:

- stații la sol (fără cameră subterană) când agregatele de pompare sînt amplasate deasupra sau la cota terenului (fig. 1.2 a și b);
- stații de pompare cu cameră subterană în care agregatele de pompare sau numai pompele sînt amplasate sub nivelul terenului.

Camera subterană poate fi:

- cameră uscată (fig. 1.3 a și b)
- cameră umedă cu suprastructură (fig. 1.4)
- cameră umedă fără suprastructură (fig. 1.5 a și b)
- bloc (fig. 1.6).

Stațiile de pompare pentru canalizare pot fi realizate cu pompe cu ax orizontal fig. 1.7 sau cu pompe cu ax vertical fig. 1.8.

1.3. DEFINIREA UNOR PARAMETRII DE PROIECTARE

Mărimile ce caracterizează în ansamblu funcționarea stațiilor și a agregatelor de pompare sînt:

- Q_{np} (m^3/s , m^3/h , l/s) = debitul nominal al unei pompe care corespunde în caracteristica generală de funcționare la η_p^{max} (se consideră a fi măsurat la flanșa de refulare a pompei);
- Q_F (m^3/s , m^3/h , l/s) = debitul de funcționare al unei pompe în instalația cu N agregate pe conducta de refulare din care $(N-1)$ funcționează;
- Q_F' (m^3/s , m^3/h , l/s) = debitul de funcționare al unei pompe din cele N funcționînd pe o conductă de refulare $Q_{STP} = N Q_F'$;
- N (buc) = numărul de pompe din stație;
- η_p^{max} , η_F' , η_F (%) = randamentele pompelor corespunzător debitelor anterior precizate;
- H_{np} , H_F , H_F' (mCA) = sarcina pompei sau înălțimea totală de pompare;
- BA, BR = rezervoarele sau bazinele de aspirație, refulare ale stației;
- C_A , C_R = conductele de aspirație, refulare avînd diametrul D_a , D_r (mm) și lungimile L_a , L_r (mm)
- p_A , p_R (kgf/cm²) = presiunile în bazinele de aspirație, refulare;
- c_a , c_r (m/s) = viteza apei în conducta de aspirație, respectiv refulare;
- $H_g = H_{ga} + H_{gr}$ = înălțimea geodezică totală;
- P_p (kW) = puterea pompei corespunzătoare la debitul și sarcina acesteia;
- P_{Me} (kW) = puterea motorului electric de acționare a pompei;

- η_{me} (%) = randamentul motorului electric;
- P_e (kW) = puterea electrică consumată de motorul electric;
- U (kV) = tensiunea de alimentare a motorului electric;
- I (A) = curentul pe fază al motorului electric de acționare a pompei;
- Q_{STP} (m³/s, m³/h, l/s) = debitul stației de pompare calculat $Q_{STP} = N Q_F'$;
- H_{STP} (mCA) = înălțimea totală a stației de pompare $H_{STP} = H_F'$;
- Q_{nSTP} (m³/s, m³/h, l/s) = debitul nominal instalat al stației de pompare;
- W (mii m³) = volumul de apă vehiculat de agregatele stației de pompare;
- $P_{inst STP}$ = puterea instalată în stația de pompare la debitul nominal al agregatelor $P_{inst STP} = N P_{nominală motor antrenare}$;
- $P_{I STP}$ = puterea instalată în stația de pompare, rezultând din $P_{inst STP}$ la care se adaugă puterea instalațiilor auxiliare;
- η_a (%) = randamentul agregatelor de pompare $\eta_a = \eta_{me} \cdot \eta_p$;
- Σhr = pierderea de sarcină totală pe conductele de aspirație și refulare în stația de pompare
 $\Sigma hr = hr_{liniar} + hr_{local}$;
- $\eta_{h ext} = \frac{H_g}{H_p}$ (%) = randamentul hidraulic al rețelei de conducte.

DATE DE BAZĂ PENTRU PROIECTAREA STAȚIILOR DE POMPARE

2.1. DATE GENERALE

2.1.1. Amplasamentul stației de pompare

Amplasamentul stației de pompare se alege de către proiectant astfel încât soluția aleasă să fie corespunzătoare atât tehnic cât și economic.

2.1.2. Studii topografice

Proiectul stației de pompare trebuie să conțină: planul general de amplasare al stației în ansamblul lucrărilor, planul de situație cuprinzând zona pe care urmează a se amplasa lucrările de construcții și instalații ale stației. Acest plan trebuie să evidențieze topografia terenului, lucrările existente în zonă și profile topografice diverse, planuri topohidrografice (conținând curba batimetrică acolo unde este cazul) precum și relevee ale construcțiilor din zonă.

2.1.3. Studii geotehnice și hidrogeografice

Pentru amplasamentul stației de pompare se întocmește un studiu bazat pe foraje executate în teren și pe probe cercetate în laborator prin care se precizează procedeul de fundare și metode de execuție. Se va ține seama de natura terenului, de nivelul și natura apelor subterane precum și de dimensiunile, cotele și natura construcțiilor stației de pompare. Se determină, de asemenea, dacă solul sau apa subterană este agresivă la betoane sau metale și se dau indicații de protecție la coroziune dacă este cazul.

2.1.4. Studii hidraulice

Acestea apar necesare la stațiile de pompare foarte mari, la care unele soluții sunt avantajoase din studiul pe model hidraulic.

2.2. DATE DE BAZĂ

În această categorie sunt incluse în principal: debitul de calcul, nivelele caracteristice, volumele pompate.

2.2.1. Debitul de dimensionare

Debitul Q_{STP} (m^3/s , m^3/h , l/s) este precizat prin temă de către proiectant în funcție de tipul stației de pompare și de încadrarea ei în nodul hidrotehnic din care face parte.

2.2.2. Înălțimea geodezică de pompare

Stabilirea înălțimii geodezice de pompare se face prin cunoașterea nivelelor caracteristice. Nivelul maxim și minim la aspirație pentru stațiile de pompare având priza în surse naturale (râuri, fluvii, lacuri) se stabilește în funcție de clasa lucrării așa cum rezultă din tabelul 2.1.

Tabel 2.1

Asigurarea nivelurilor după clasa lucrării (%)

Clasa de importanță		I	II	III	IV
Nivelul caracteristic					
1.	Nivelul de asigurare minim de calcul	99,00	97,00	95,00	95,00
2.	Nivelul de asigurare maxim de calcul	0,10	1,00	2,00	5,00
	de verificare	0,01	0,10	0,50	1,00

Aceste niveluri sunt calculate pentru perioada în care se efectuează irigațiile. Nivelul apei în canalele care servesc drept sursa pentru stațiile de pompare, sunt determinate prin schema hidrotehnică a rețelei de canale. Nivelul minim de refulare în canalul de irigație care este alimentat de stația de pompare (cota de comandă) se stabilește prin schema hidrotehnică a sistemului de irigație. Cota piezometrică la intrarea conductei de refulare în rețeaua de conducte sub presiune pentru irigații se stabilește în urma calculului hidraulic al acestei rețele. Înălțimea geodezică de calcul este diferența dintre nivelele maxime la refulare și minime la aspirație. Nivelele maxime de aspirație servesc și pentru asigurarea stației de pompare împotriva inundării, iar cele minime la stabilirea cotei de montaj a axului pompei.

La stațiile de pompare pentru desecare stabilirea înălțimii geodezice se face prin analiza nivelului maxim în emisar. Acesta se stabilește în funcție de: clasa lucrării; nivelul maxim în canalul principal de evacuare la stația de pompare, care este nivelul cel mai ridicat ce se admite în ipoteza că timp de trei zile consecutiv stația de pompare nu

funcționează (față de acest nivel se va asigura stația de pompare și împotriva inundației); nivelul minim în secțiunea finală a canalului colector de desecare, care este nivelul corespunzător debitului unei pompe; nivelul mediu în emisar cu asigurarea a 50%.

Înălțimile geodezice de calcul sunt:

- diferența dintre nivelele maxime în emisar și maxim în canalul principal de evacuare;
- diferența dintre nivelul corespunzător debitului mediu în emisar și minim în canalul principal de evacuare.

Pentru stațiile de pompare din alimentările cu apă trebuie să se țină seama de locul stației de pompare în cadrul sistemului de alimentare cu apă, respectiv debitele și cotele la care trebuie ridicată apa.

În rețeaua de canalizare pomparea apelor de canalizare trebuie să constituie o soluție extremă și în general apele uzate pot fi vehiculate prin pomparea dintr-un colector în altul, sau deasupra nivelurilor mari ale emisarului.

Corelat cu acestea prin schema de proiectare se vor da trei nivele caracteristice care afectează aspirația și refularea stației, rezultând pentru stație $Q_{STP}^{max, med, min}$.

Dimensionarea se face pentru $Q_d = Q_{STP}^{max}$ și H_{STP} corespunzător situației din amplasament (fig. 2.1).

La stabilirea nivelelor medii pentru stațiile cu aspirația din râuri sau fluvii se vor considera doar cele ce realizează o asigurare de 50% calculat pentru perioadele de funcționare a stației.

În cazul canalelor de irigații sau desecare nivelele medii se consideră a fi cele care se întâlnesc în cea mai mare parte a anului și se stabilesc de către proiectant.

2.2.3. Volumul mediu de apă pompat

Volumul de apă pompat W (m^3/an) este precizat prin temă și stabilit prin corelarea cu necesarul de apă cerut de alimentările cu apă sau irigații.

2.2.4. Alte date de bază sau auxiliare

În această categorie pot fi precizate elemente de detaliu, cerute prin condițiile de temă sau de etapă.

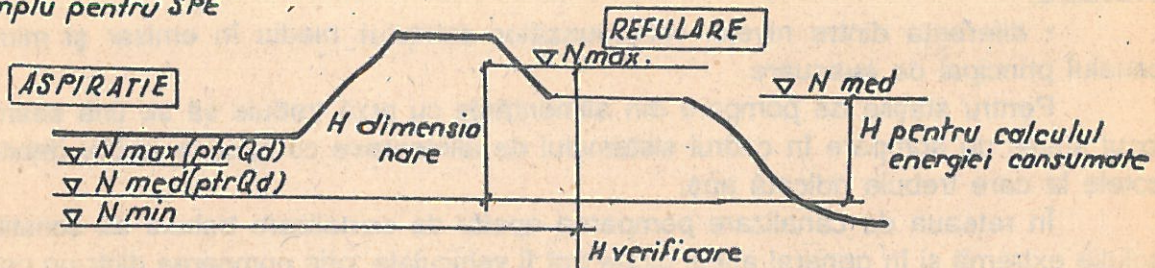
2.3. TEMA DE PROIECTARE

În cazul proiectelor având caracter didactic temele vor fi diversificate prin:

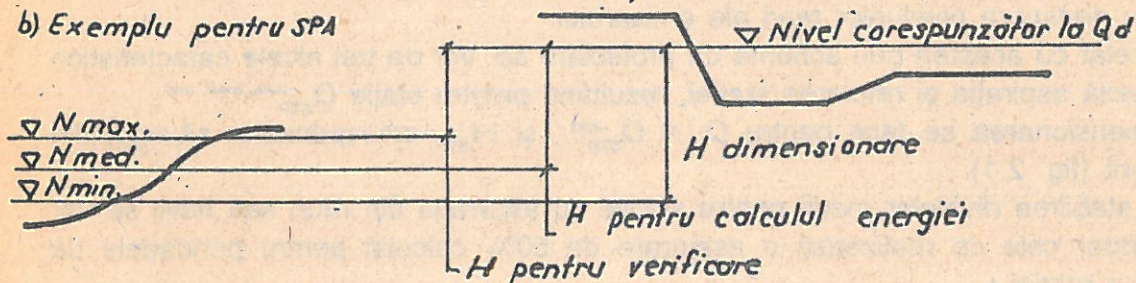
- debit de dimensionare $Q_{STP} = Q_0 + q N$ (m^3/s)
- lungimea rețelelor $L_{A-R} = L_0 + I N$ (m)
- înălțimea geodezică $H_g = H_g^0 + k N$ (m)

în care Q_0 , L_0 , H_g^0 reprezintă valori medii, q , I , k coeficienți de departajare și N numărul de ordine al studentului în grupă.

a) Exemplu pentru SPE



b) Exemplu pentru SPA



c) Exemplu pentru SPP (cu sursa din canal)

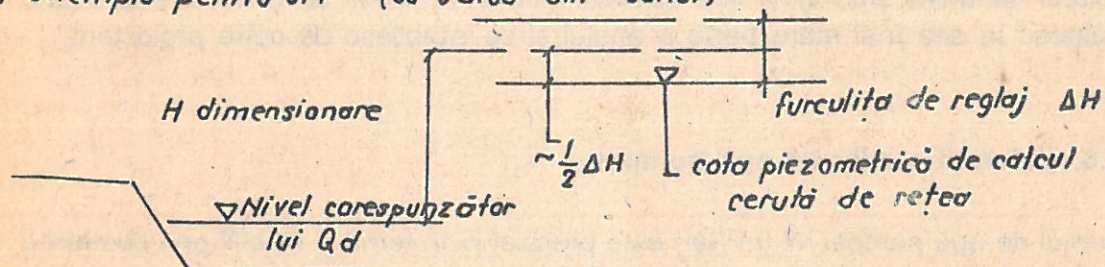


Fig.-2.1.

PRIZELE STAȚIILOR DE POMPARE

Prizele stațiilor de pompare constituie un ansamblu de construcții hidrotehnice, care permite preluarea apei din sursă. Acestea trebuie să asigure captarea apei corespunzător debitelor necesare, conforme cu graficul de consum; să evite intrarea corpurilor plutitoare și a ghețurilor, fiind în același timp protejate contra acestora; să reducă cât mai mult intrarea aluviunilor de fund și să permită decantarea lor; să nu producă pierderi de sarcină importante; să nu producă formarea vortexului și să poată fi oprit accesul apei când este nevoie; să nu influențeze alte folosințe.

Se pot defini două mari categorii de prize după modul de amplasare: pe malul sursei de captare sau în albia acestora, în variantele fixe sau mobile (tabel 3.1).

Tabel 3.1

Prize de apă cu pompare

STP cu prize fixe	Combinată cu casa pompelor	de mal	din râu
		în albie	din lac
			din canal
	Separată de casa pompelor	de mal	din râu
		în albie	din lac
			din canal
STP cu prize mobile	de mal	cu mișcare verticală	
		cu mișcare oblică pe versant	
		cu mișcare longitudinală	
	în albie	plutitoare	

Prizele stațiilor de pompare pot fi:

- prize cu orificii sau ferestre de captare, avancamere, grătare, stavile și batardouri.
- prize prin aspiratoarele conductelor.

3.1. PRIZE CU ORIFICII ȘI FERESTRE

În cazul râurilor cu variații mici de nivel se prevăd numai ferestre inferioare dar în cazul unor râuri cu variații mari de nivel și cu aluviuni însemnate se prevăd ferestre etejate, câte două pentru fiecare linie tehnologică. Fereastra se execută cu secțiune

dreptunghiulară cu raportul laturilor $a / b \approx 0,4 - 0,6$, celelalte elemente de dimensionare sunt conforme tabelului 3.2. Pentru stațiile de pompare foarte mari se adoptă soluția 3.2.c, la care în cazul unor debite solide importante se iau valori ale vitezei mai mici.

Orificiile de captare se folosesc în general la prizele cu pompare din canale. Închiderea orificiilor la stațiile mari se face cu stavile plane, iar la cele mici cu vane plane acționate din casa pompelor.

Grătarele se amplasează pentru a permite o curățire comodă, unghiul de înclinare fiind de $80^\circ - 85^\circ$.

Înterspațiile dintre barele grătarelor se aleg în funcție de mărimea agregatelor de pompare, astfel încât să nu permită pătrunderea impurităților cu dimensiuni mai mari decât cele care ar putea trece prin pompă.

Pentru stațiile de pompare mici se poate considera gradul de înfundare al grătarului de 30%, iar la cele mari de 20%. Orificiul se execută dreptunghiular cu raportul între laturi similar cu cel al ferestrelor de captare.

3.2. PRIZE CU ASPIRAȚIE ÎN CAMERA DE CAPTARE ȘI AVANCAMERĂ

Avancamerele și camerele de captare protejează aspiratoarele sau chiar orificiile și ferestrele de captare cuprinzând: radierul, pilele intermediare și pereții laterali în scopul susținerii batardoului, grătarului și stavilei (în ordine către peretele frontal al stavilei).

Dimensiunile vor fi conform tabelului 3.3., astfel încât să asigure amplasarea nișelor (protejate cu profile metalice, încastrate în perete pentru batardouri grătare-stavile) precum și pentru a asigura instalarea și funcționarea mecanismelor de ridicare și transport a acestora.

Grătarele așezate înclinat la $80^\circ - 85^\circ$ au interspații ca și la orificii în funcție de mărimea agregatelor de pompare. În general interspațiile sunt între (20–70) mm. Construcția metalică a grătarului se calculează la o diferență de nivel de 1 mCA.

La stațiile de punere sub presiune se prevăd site plane cu lumina 2–3 mm funcționând în pereche și dotate cu platforme înclinate pentru spălare.

3.3. PRIZE CU ASPIRATOARE ÎN CURENT ȘI BAZIN DE ASPIRAȚIE

Aspiratoarele în curent se utilizează la stațiile de pompare fixe unde malul are o pantă naturală sau un mal sprijinit cu zid. În zona instabilă de amplasare a aspiratoarelor în râuri, se fac consolidări care să depășească cu 10–15 m extremitățile aval - amonte șirul de aspiratoare.

Aspiratoarele în curent pot fi dispuse și orizontal.

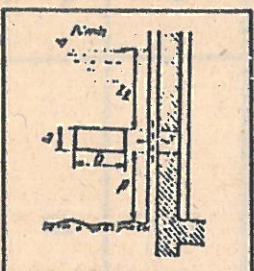
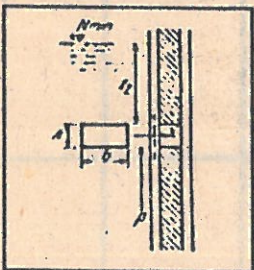
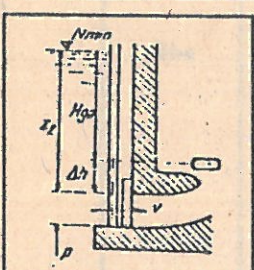
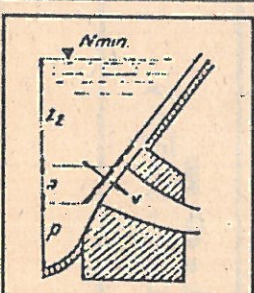
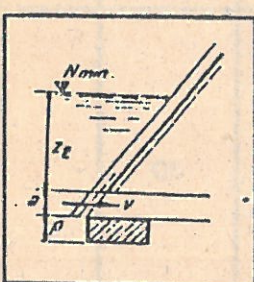
În cazul aspiratoarelor în canale sau bazine de aspirație, acestea se sprijină pe masive de sprijin, conductele sprijinindu-se pe taluze.

Aspiratoarele montate în curent, în albie (în scopul autocurățirii, în timpul funcționării) se montează cu grătarul în jos sau către aval. Elementele de dimensionare pentru acest caz sunt prezentate în tabelul 3.4.

La aspiratoarele în crib, gradul de înfundare al grătarului se consideră 30–40 % iar suprafața golurilor din construcția de protecție (beton armat) a aspiratoarelor trebuie să fie de 10 ori secțiunea de intrare în aspiratoarele respective.

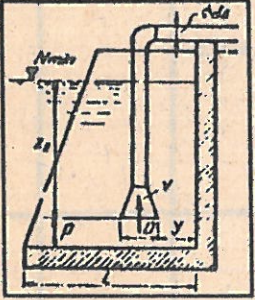
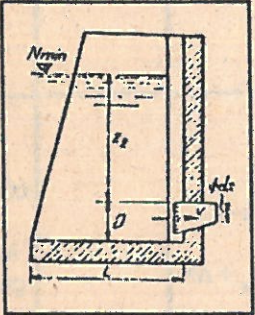
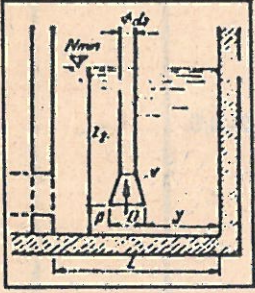
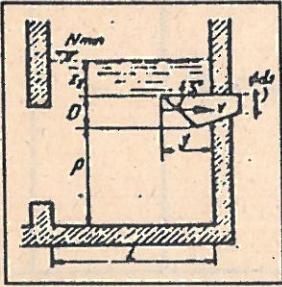
Prize cu orificii și ferestre de captare

Tabel 3.2

	1	v (m/s)		p (m)	z ₂ (m)	z* (m)	Obs.
		Q ≤ 0,5 m³/s	Q > 0,5 m³/s				
a		0,2-0,3	0,5-0,6	≥ 0,5-1,5	≥ 0,3-0,5	-	
b		1,5(0,2-0,3)	1,5(0,5-0,6)	0	≥ 1,0-1,5	-	
c		1,0 - condiții normale 0,7 - aluviuni abundente		0-1,0	0,5-1,0 > H _{ga} + Δh	-	Δh - constructiv H _{ga} - înălțimea geodezică de aspirație
d		0,5-0,7	0,8-1,0	≥ 0,5	0,3-0,5	-	
e		0,5-0,7		≥ 0,5 m	> 0,2-0,3	-	

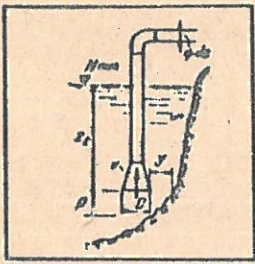
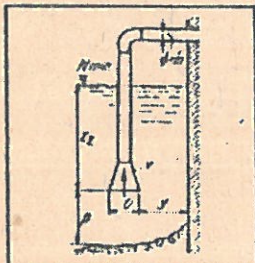
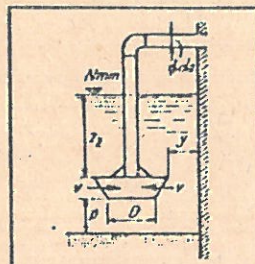
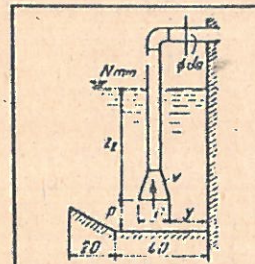
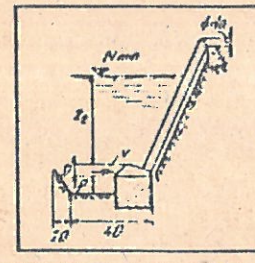
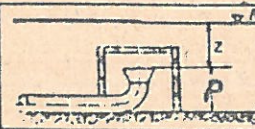
Tabel 3.3. -

Prize cu aspiratoare în cameră de captare și avancamere

		v (m/s)	p (m)	z_2	y	L	z^*	Obs.
a		$\leq 0,7$	$(0,5-0,7)D$	$\geq (0,5-1,0)D$	$< 0,5D$	$> 5D$	$\geq D$	z^* - distanța între aspiratoare
		$> 0,7$	$(0,8-1,5)D$					
b		$0,3-0,5$	0	$z_2 = (0,8-1,2)D$ $z_2 = (0,5-0,6)\sqrt{Q} + D/2$ $z_2 > H_{gs}$	0	$\geq 4D$		
c		$0,6-1,0$	$(0,6-0,7)D$	$(0,5-1,3)D$	$< 0,5D$	$L = 4D$ sau $L = (2-3)\sqrt{Q_p + y}$		
		$1,0-1,5$	$(0,7-0,8)D$					
d		$0,5-1,0$	$(1,0-1,6)D$	$(0,8-1,0)D$	D	3D		
		$1,0-1,5$		$(1-1,5)D$				

Tabel 3.4.

Prize cu aspiratoare în curent și bazin de aspirație

		v (m/s)	p (m)	z_2	y	z^*	Obs.
a		0,5–0,8	(0,5–1,0)D	(0,5–1,0)D	3D	4D	z^* – distanța între aspira- toare
b		0,5–0,8	(0,5–1,0)D	0,5–1,0	(0,5–1,0)D	4D	
c		0,2	0,2D	0,3–0,5	0,6D	2,25D	
d		0,5–1,0	0,5D	1,2D	(0,5–1,0)	3D	
e		1,0	(0,6–0,7)D	D	0	3D	
f		0,5–1,0	$\geq 0,5$	0,3–0,5	–	–	

ELEMENTE DE PROIECTARE ALE CONDUCTELOR, ECHIPAMENTELOR HIDROMECHANICE DE BAZĂ ȘI A CELOR DIN REȚEAUA DE CONDUCTE

4.1. CONDUCTE DE ADUCȚIUNE

La stațiile de pompare cu priză separată de casa pompelor sunt necesare aducțiuni de diferite tipuri care să asigure aducerea apei la casa pompelor.

Tipul de aducțiune este impus de tipul constructiv al stației, respectiv de condițiile locale și de exploatare după cum urmează (tabel 4.1.).

Tabel 4.1

Tipuri de aducțiuni

Tipul constructiv al stației	Aducțiunea
la sol	conducte de aspirație
cu cameră subterană uscată	conducte de aspirație
cu cameră subterană umedă	gravitațională
	sifonată
bloc	gravitațională cu nivel liber

4.1.1. Aducțiunile prin conductă de aspirație

Aducțiunile prin conductă de aspirație transportă apa de la sursă, la stația de pompare, conductele fiind legate direct la pompe fig. 4.1. + 4.2. Pot funcționa cu *vacuum* $H_{ga} > 0$ sau sub presiune $H_{ga} < 0$, în funcție de caracteristicile de aspirație ale pompelor.

Calculul hidraulic al secțiunii de curgere rezultă din aplicarea legii de continuitate:

$$Q_p = \frac{\pi D_a^2}{4} c_a \quad (4.1)$$

cu c_a în funcție de materialul conductei și diametrul ei (tabel 4.2.).

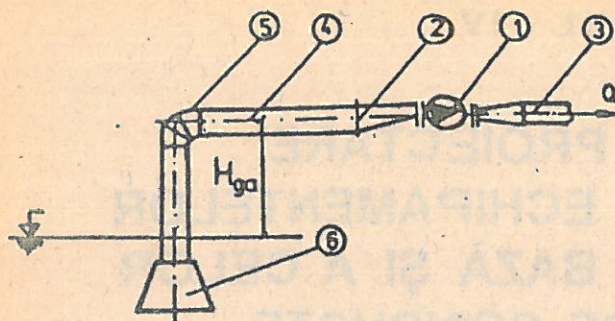


Fig. 4.1.

Aspirație prin conducte cu $H_{ga} > 0$.

1. pompă orizontală;
2. reducere asimetrică;
3. conductă refulare;
4. conductă aspirație;
5. cot 90°;
6. piesă aspirație (reducție simetrică).

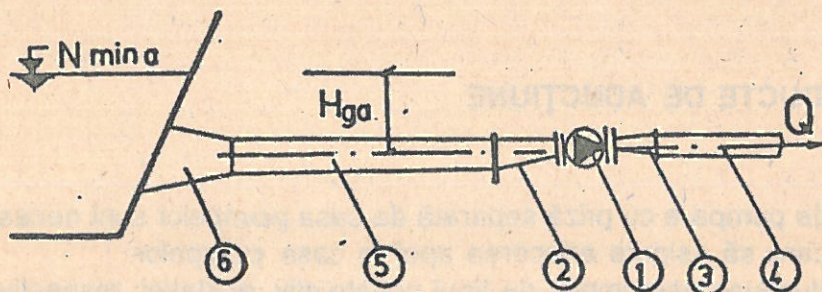


Fig. 4.2.

Aspirație prin conducte cu $H_{ga} < 0$.

1. pompă orizontală;
2. reducere asimetrică;
3. reducere simetrică;
4. conductă refulare;
5. conductă aspirație;
6. piesă aspirație (reducție simetrică).

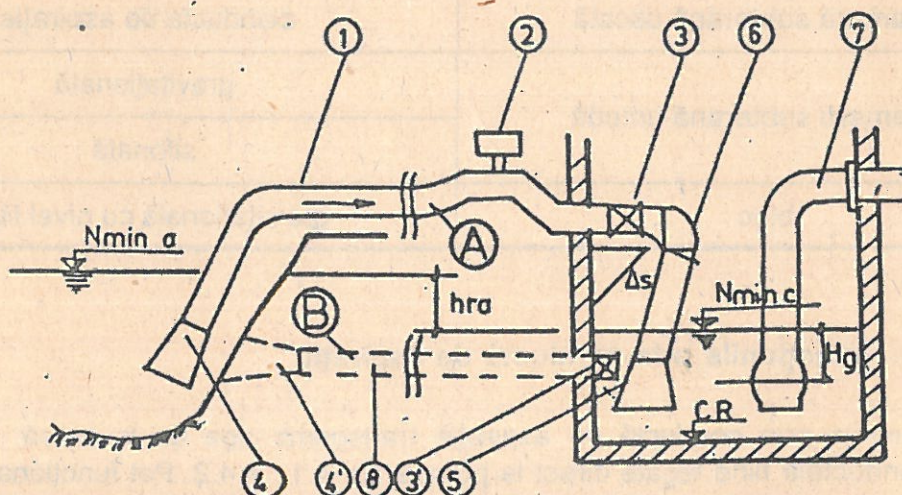


Fig. 4.3.

Aspirație sifonată A și gravitațională B.

1. conductă sifon;
2. dispozitiv amorsare-dezamorsare;
- 3, 3'. vană;
- 4, 4'. piesă aspirație;
5. piesă refulare;
6. cot;
7. pompă verticală;
8. conductă aspirație gravitațională.

În cazul în care lungimea conductei de aspirație L_a este 50+150 m, se consideră același număr de conducte cu numărul pompelor. În cazul unei aducțiuni unice se verifică $c_{a\min} \geq 0,4$ m/s pentru $Q_{STP\min}$. În cazul apei provenite din decantarea prealabilă, se consideră $c_{\min} \geq 0,6$ m/s dacă apa provine din Dunăre, și $c_{\min} = 0,7-0,8$ m/s pentru apa provenită din râuri interioare.

Tabel 4.2

Material	Conducte de aspirație D_n (mm)		
	600	600-1500	1500
Oțel	1,30	1,50	2,00
Material plastic	1,30	1,50	2,00

4.1.2. Aducțiunile sifonate

Se utilizează în cazul în care construcția este legată de executarea unor săpături de adâncime și lungimea acestora depășește 50 m. La acest tip de aducțiune (fig. 4.3A) se va avea în vedere că pentru $\Delta S_{\text{admis}} = 5+6$ m și nivelul minim al apei în cuva de aspirație să rezulte:

$$h^{\max} \leq \frac{P_{\text{at}}}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - \Delta S_{\text{admis}} = 4-5 \text{ m} \quad (4.2.)$$

Dimensionarea sifonului se face utilizând relația de continuitate cu c_a (m/s) din tabelul 4.2. La lungimi mai mari, numărul de fire și diametrul sifonului se determină prin calcule tehnico-economice.

4.1.3. Aducțiuni gravitaționale

Aducțiunile gravitaționale (fig. 4.3B) sunt impuse de condițiile geotehnice și topografice.

Dimensionarea hidraulică se face pentru secțiune circulară cu valorile vitezelor conform tabelului 4.2.

4.2. CONDUCTE DE REFULARE

Conductele de refulare ale stațiilor de pompare asigură vehicularea apei de la pompă la bazinul de refulare.

Numărul firelor de refulare se stabilește în funcție de debitul stației, lungimea conductelor, respectiv diametrul acestora. Se utilizează conductă de refulare unică, la debite instalate în stație $Q_{STP} < 10$ m³/s și pentru care diametrele conductei de refulare

nu depășesc $D_n \leq 2000$ mm; refulare pe mai multe fire la $Q_{STP} > 10$ m³/s și $D_n > 2000$ mm. Valorile maxime admisibile ale vitezei c_r în conductele de refulare depind de materialul din care este confecționată conducta. (tabelul 4.3).

Tabel 4.3

Materialul	Conducta de refulare D_n (mm)		
	600	600–1500	> 1500
Azbociment	4,0	–	–
Beton	4,0	5,00	–
Oțel	3,0	4,00	5,0
Material plastic	4,0	4,50	–

4.3. SCHEME TEHNOLOGICE ȘI ARMĂTURI PE CONDUCTELE DE ASPIRAȚIE ȘI REFULARE

Schema tehnologică interioară a unei stații de pompare conține ansamblul de conducte și armături care deservesc un agregat și care au ca scop conducerea apei de la aspirație la refulare. Cazul cel mai general al unei linii tehnologice fig.4.4. cuprinde: aspiratorul, treceri prin zid, vane, reducții simetrice și asimetrice, clapet de reținere, compensator de montaj și de dilatație, dispozitiv pentru măsurarea debitului și protecția rețelei de conducte la fenomenul loviturii de berbec.

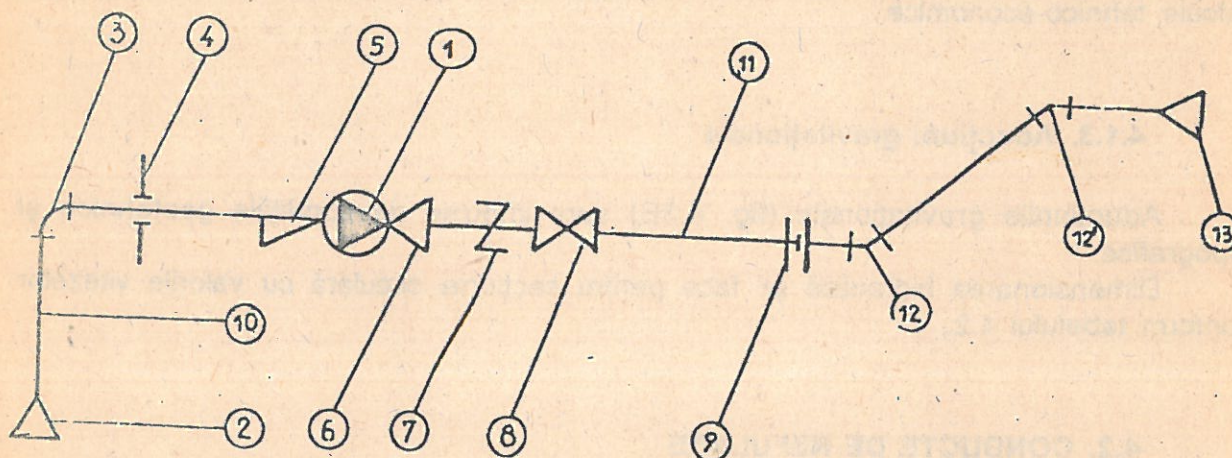


Fig. 4.4.

Principalele echipamente și armături la o instalație de pompare

1. pompă; 2. piesă aspirație; 3. cot 90°; 4. piesă de trecere prin zid; 5. reducție asimetrică; 6. difuzor refulare; 7. clapet de reținere; 8. vană refulare; 9. dispozitiv de măsurare a debitului; 10. conductă aspirație; 11. conductă refulare; 12. cot X°; 13. difuzor refulare.

Posibilitățile de realizare a acestor scheme depind de tipul agregatelor de bază (fig. 4.5) și particularitățile constructive ale acestora (poziție ax, aspirație simplu sau dublu flux).

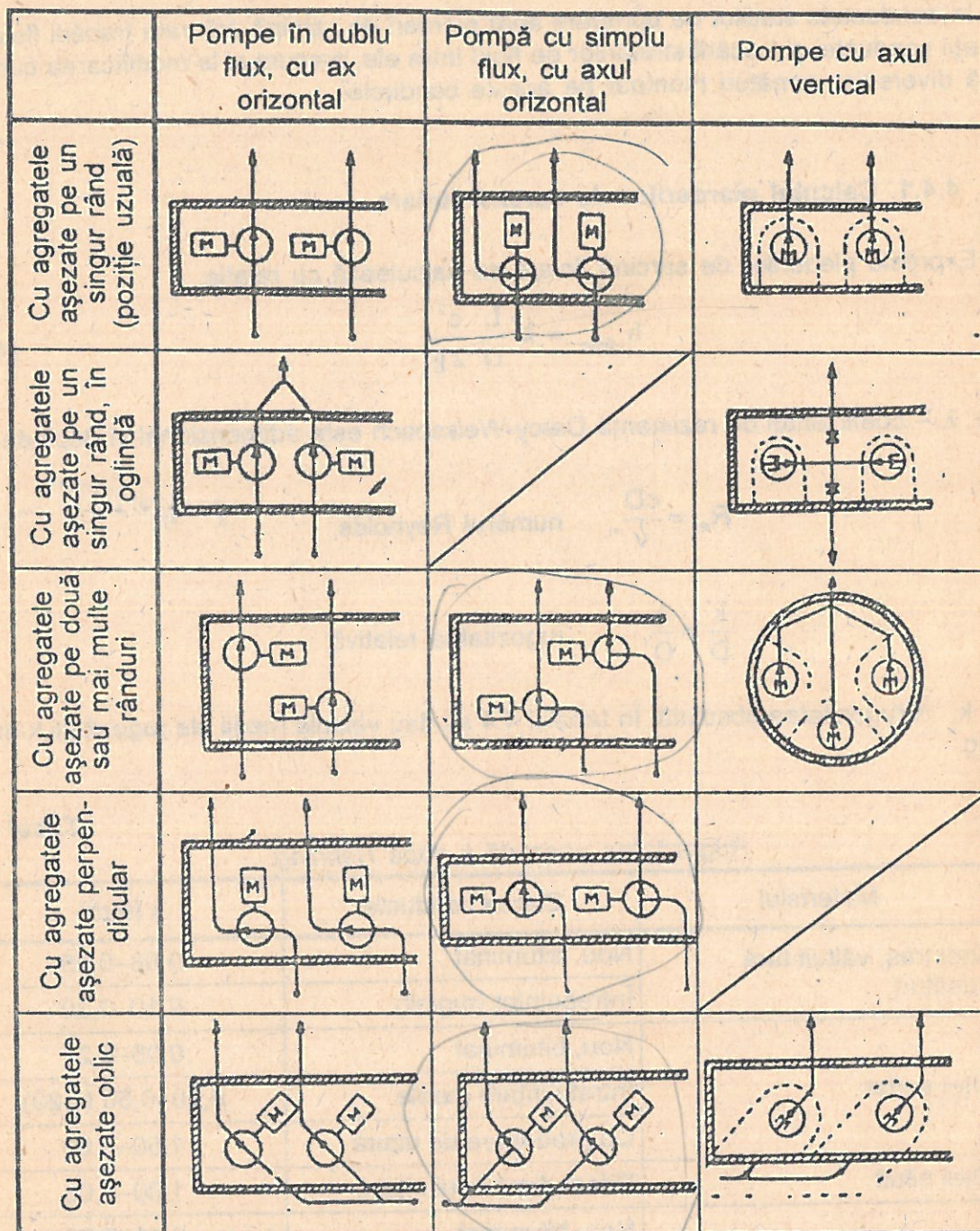


Fig. 4.5.

Scheme tehnologice interioare de amplasare a agregatelor de pompare în stația de pompare

În analizarea schemelor tehnologice acestea trebuie să necesite un minim de armături din cele standardizate sau omologate. Ordinea de amplasare a armăturilor conform normativelor, pe conducta de refulare este clapet – vana în sensul curgerii apei, vana având rol de separare în caz de avarie. Diametrul acestora se alege egal cu diametrul conductei de refulare individuale. Diametrul vanei pe aspirație se alege egal cu diametrul conductei de aspirație.

4.4. CALCULUL PIERDERILOR DE SARCINĂ PRIN CIRCUITUL HIDRAULIC AL STAȚIILOR DE POMPARE

În conductele stațiilor de pompare apar pierderi de sarcină datorate frecării fluidului de pereții conductei și frecării straturilor de fluid între ele, precum și la modificarea curgerii datorită diverselor armături montate pe aceste conducte.

4.4.1. Calculul pierderilor de sarcină liniare

Expresia pierderilor de sarcină liniare se calculează cu relația:

$$h_{r \text{ liniar}} = \lambda \frac{L}{D} \frac{c^2}{2g} \quad (4.1.)$$

în care: λ – coeficientul de rezistență Darcy-Weissbach este adimensional și depinde de:

$$R_e = \frac{cD}{\nu}, \quad \text{numărul Reynolds;}$$

$$\nu = 1,002 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\frac{k}{D} = \frac{\Delta}{D}, \quad \text{rugozitatea relativă;}$$

în care k , Δ rugozitatea absolută. În tabelul 4.4 se dau valorile medii ale rugozității k după Henning.

Tabel 4.4

Rugozitatea absolută k după Henning

	Materialul	Starea conductei	k (mm)
1.	Oțel tras, vâlțuit fără cusături	Nou, bituminat	0,03–0,05
		Întrebuințat (ruginit)	0,10–0,30
2.	Oțel sudat	Nou, bituminat	0,05–0,20
		Întrebuințare medie	0,20–0,50 (1,20)
		Cu grad mare de uzură	1,50–3,00
3	Oțel nituit.	Diferit după felul nituirii	1,00–6,00
4	Fontă	Nou, bituminat	0,10–0,20
		Întrebuințare medie	1,00–1,50
		Cu grad mare de ruginire	1,50–3,00
5.	Beton	Diferit	0,20–1,00
6.	Azbeciment	Diferit	0,03–0,10
7.	Alamă	Nou	max. 0,002
8.	Cupru	Întrebuințat	max 0,003

Experimentările lui Nikuradze au pus în evidență dependența coeficientului Darcy (λ) de numărul Reynolds și de rugozitatea relativă, dar aceste experiențe au fost făcute pe conducte cu rugozitate artificială. Au fost evidențiate patru zone distincte și anume zona I – laminară pentru $Re < 2320$ și zonele II, III, IV – turbulentă pentru $Re > 2320$. Experiențele făcute în continuare de Moody în conducte cu rugozitate tehnică au arătat că acestea se comportă diferit decât cele cu rugozitate artificială. Rezultatele lui Nikuradze pot fi utilizate numai în zona I dacă se cunoaște rugozitatea echivalentă Δe , care este aceea rugozitate ce produce aceeași pierdere de sarcină.

În tabelul 4.5 se dau rugozitățile echivalente Δe pentru conducte, după Altschul. Se consideră $k = 2 \Delta$ iar $\Delta = (0,76-1,0)\Delta e$.

Tabel 4.5

Rugozitatea echivalentă Δe după Altschul

Material	Starea conductei	Δe (mm)
Conducte metalice	Noi	0,03–0,10
	Puțin ruginite	0,30–0,70
	Vechi ruginite	0,80–1,50
	Foarte ruginite	2,00–4,00
Conducte din azbociment	Noi	0,05–1,00
	Vechi	0,50–0,70
Conducte din beton	Noi, netede, executate bine	0,03–0,80
	Executate în condiții medii	2,00–3,00
	Foarte rugoase	3,00–9,00

În tabelul 4.6 pentru cele patru zone definite de Nikuradze se dau formulele de calcul ale coeficientului pierderii de sarcină liniară.

Utilizarea unor relații analitice din tabelul 4.6 este greoaie și din această cauză se pot utiliza în determinarea coeficientului λ graficele din figura 4.6.

În conductele stațiilor de pompare regimul de curgere este turbulent încadrându-se în mod obișnuit în zonele turbulenței rugoase și mixte.

După o perioadă de exploatare rugozitatea relativă a conductei se încadrează în general în intervalul $k = \Delta = (0,05 \div 1,00)r$. Pentru aceste rugozități și domeniul $Re = 1 \cdot 10^6 \div 1 \cdot 10^7$ se dau valorile lui λ în tabelul 4.7.

Compararea acestor rezultate, cu valorile obținute din diagrama Prandtl–Nikuradze, din fig. 4.8 arată o suprapunere în domeniul $Re = 1 \cdot 10^6 \div 1 \cdot 10^7$ și la diametrele întâlnite în mod obișnuit la conductele stațiilor de pompare.

Tabel 4.6

Formule pentru calculul coeficientului pierderilor de sarcină liniare λ în diferite regimuri de curgere

Regim curgere	Definirea regimului	Expresia analitică	Domeniul de aplicare	Autorul	Semnificația notațiilor
Laminar	$R_e < R_{ez}$	$\lambda = \frac{64}{R_e}$	$R_e < 2300$	-	$\lambda = f_1(R_e)$
Se consideră: $\varepsilon = \frac{k}{D} = \bar{k}$ - rugozitate relativă echivalentă $\varepsilon = \frac{\Delta_s}{D} = \bar{\Delta}_s = \frac{2 \bar{k}_s}{D}$ cu $\Delta = (0,5 - 0,75) \Delta_s = k_s$ - rugozitate absolută					
TURBULENT NETED:	$R_e < R_{e1}$	$\lambda = 0,3164 R_e^{-0,25} \text{ (4)}$	$4 \cdot 10^3 < R_e < 10^5$	Blasius (1914)	$\lambda = f_2(R_e)$ $\lambda = a + b R_e$
		$\lambda = 0,184 R_e^{-0,2}$	$5 \cdot 10^3 < R_e < 2 \cdot 10^5$	McAdams	
		$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,82 \log R_e - 1,64$	$4 \cdot 10^3 < R_e < 10^7 (10^6)$	Filonenko Altshul	
		$\lambda = 0,0032 + 0,221 R_e^{-0,237}$	$10^5 (10^6) < R_e < 324 \cdot 10^6 (10^8)$	Nicuradze Kármán	
		$\lambda = 0,0055 + 0,5 R_e^{-0,32}$	$3 \cdot 10^3 \leq R_e \leq 3 \cdot 10^6$	Koo	
		$\lambda = 0,115 R_e^{-1/6}$	$10^5 \leq R_e \leq 10^6$	-	
		$\lambda = 0,115 R_e^{1/8}$	$10^6 \leq R_e \leq 10^7$	-	
		$\lambda = \frac{0,303}{(10 \log R_e - 0,9)^2} = \left(\frac{0,55}{10 \log R_e / 8} \right)^2$	$\log R_e = 3,4 \dots 12,0$	Filonenko (1848)	
		$\lambda = (1,8 \log R_e - 1,5)^{-2}$	$3 \cdot 10^3 (4 \cdot 10^3) < R_e < 10^7 (10^5)$	Konakov	
		$\lambda = 0,0054 + 0,395 R_e^{-0,5}$	$10^5 < R_e < 2 \cdot 10^6$	Herman	
		$\lambda = \frac{21,5}{\gamma} 576 \cdot 10^{-6} + \frac{173}{D} 10^{-6} + \frac{109 \cdot 10^{-5}}{c \sqrt{D}}$	-	Biel	
		$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \frac{R_e}{2,51} = 2 \log (R_e \sqrt{\lambda}) - 0,8$	$3 \cdot 10^3 < R_e < 10^7$	Prandtl Kármán	

(4) $\lambda = 0,076 - 0,899 Re^{-0,394}$

Tabel 4.6 (continuare)

Regim curegere	Definirea regimului	Expresia analitică	Domeniu de aplicare	Autorul	Semnificația notațiilor
Laminar	$R_e < R_{e\alpha}$	$\lambda = \frac{64}{R_e}$	$R_e \leq 2300$	-	$\lambda = f_1(R_e)$
REGIM TURBULENT MIXT: $\lambda = f\left(R_e, \frac{k}{D}\right)$	$R_{e1} < R_e < R_{e2}$ $R_e = \frac{560}{\epsilon} = \left(\frac{120}{\epsilon}\right)^{1,125}$ $\Delta_e = k = 2k_s \approx 2\Delta$	$\lambda = 55 \cdot 10^{-4} \left(1 + 2 \cdot 10^4 \frac{k}{D} + \frac{10^6}{R_e}\right)^{1/3}$	-	Moody	cu $\epsilon = \frac{k}{D} = \bar{k}$ - rugozitate relativă echivalentă $\epsilon = \frac{\Delta_e}{D} = \bar{\Delta}_e = \frac{2k_s}{D}$ $k_s = (0,5 \dots 0,75) e$ e = rugozitate absolută $2\Delta = \Delta_e$ - rugozitatea echivalentă
		$\lambda = 0,1 \left(1,46 \frac{k}{D} + \frac{100}{R_e}\right)^{1/4}$	-	Altshul	
		$1/\sqrt{\lambda} = -2 \log \left[(6,81/R_e)^{0,9} + k/3,72 D \right]$	-	Frenkl	
		$1/\sqrt{\lambda} = [0,33 + 1,13 \log R_e \sqrt{\lambda} - 0,87 \log k/D]^2$	$20 < (k/D \cdot R_e \cdot \sqrt{\lambda}) \leq 40$	Nicuradze	
		$1/\lambda = (2,14 - 2 \log k/D)^2$	$40 < (k/D \cdot R_e \cdot \sqrt{\lambda}) < 79,9$	Nicuradze	
		$1/\lambda = [3,25 - 0,588 \log(R_e \sqrt{\lambda}) - 2,588 \log k/D]^2$	$79,9 < (k/D \cdot R_e \cdot \sqrt{\lambda}) < 382,4$	Nicuradze	
		$1/\sqrt{\lambda} = -2 \log (k/3,7 + 2,51/R_e \sqrt{\lambda})$	-	Colebrook	
		$\lambda = 0,0096 + \sqrt{\frac{k}{D} + \frac{1,73}{\sqrt{R_e}}}$	$R_e < 250000$	I. Von Mises	
		$1/\sqrt{\lambda} = -2 \log (2,51/R_e + k/3,71 D)$	-	Colebrook White	
		$\lambda = \frac{1}{1,74 - 2 \log \left(\frac{2k}{D} + \frac{1,78}{R_e \sqrt{\lambda}} \right)^2}$	-		

Tabel 4.6 (continuare)*

Regim curgere	Definirea regimului	Expresia analitică	Domeniu de aplicare	Autorul	Semnificația notațiilor
		$\frac{1}{\lambda} = 2 \log \left(\frac{k}{3,7 D} + \frac{1,78}{R_e \sqrt{\lambda}} \right)$ $\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left[\left(\frac{6,81}{R_e} \right)^{0,5} + \frac{\epsilon}{3,72} \right]$	-	Frenkl	
		$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta_s}{D} + \frac{68}{R_e} \right)^{1/4} = 0,1 \left(1,46 \epsilon + \frac{100}{R_e} \right)^{1/4}$	(*)	Altshul	
Laminar	$R_e < R_{ecr.}$	$\lambda = \frac{64}{R_e}$	$R_e \leq 2300$	-	$\lambda = f_1(R_e)$
	$R_{e2} = \frac{560}{\epsilon} = \left(\frac{120}{\epsilon} \right)^{1,125}$ sau $R_{e2} = \frac{D}{2k_s} \left(665,4 + 764,8 \log \frac{D}{2k_s} \right)$ $R_e > \frac{1912}{\sqrt{\lambda}} \cdot \frac{R}{k_s}$	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \frac{3,72}{\epsilon}; \lambda = \frac{1}{4 \left(\log 3,71 D / k \right)^2}$	$10^5 < R_e < 10^8$	Prandtl Nicuradze	
	$R_e > R_{e2}$	$\lambda = \left[2 \log \left(\frac{D}{2k_s} \cdot 1,735 \right) \right]^{-2} = \frac{1}{\left(2 \log D / k + 1,14 \right)^2} = \frac{1}{\left(2344 + 3 \log R / k \right)^2}$	$10^5 < R_e < 10^8$	Nicuradze Hristianovici	$R \equiv R_h$
		$\lambda = 10^{-2} \left(k_s / D \right)^{0,314}$		Hope Fromm	k_s (mm), D (m)
		$\lambda = 0,11 \cdot \epsilon^{0,25}$	$10 < R_e (k/D) < 500$	Sofrison	

(*) $14 \left(\frac{D}{2k_s} \right)^{1,143} < R_e < 120 \left(\frac{D}{2k_s} \right)^{7,125}$ $10 < R_e (\Delta_s/D) < 500$

Tabel 4.6 (continuare)

Regim curgere	Definiția regimului	Expresia analitică	Domeniu de aplicare	Autorul	Semnificația notațiilor
Laminar	$R_e < R_{ecr.}$	$\lambda = \frac{64}{R_e}$	$R_e \leq 2300$	-	$\lambda = f_1(R_e)$
FORMULE PRACTICE PENTRU APĂ					
	$R_{e2} = \frac{560}{\epsilon} = \left(\frac{120}{\epsilon}\right)^{1,125}$ sau $R_{e2} = \frac{D}{2k_s} \left(665,4 + 764,8 \log \frac{D}{2k_s}\right)$ $R_e > \frac{1912}{\sqrt{\lambda}} \cdot \frac{R}{k_s}$ $R_e > R_{e2}$	$\lambda = (0,312/D^{0,228})(1,9 \cdot 10^{-6} + \nu/c)^{0,228}$ $\lambda = (0,0159/D^{0,226})(1 + 0,684/c)^{0,226}$	Conducte noi din oțel, îmbinate prin sudură	Sevelev 1	D (m); ν (m^2/s); c (m/s) $t = 10^\circ C$ $\nu = 13 \cdot 10^{-6} m^2/s$
		$\lambda = (0,863/D^{0,284})(0,55 \cdot 10^{-6} + \nu/c)^{0,284}$ $\lambda = (0,0144/D^{0,284})(1 + 2,36/c)^{0,284}$	Conducte noi din fontă îmbinate prin mufe	Sevelev 2	$R_e \geq 92 \cdot 10^3 D$ $c > 12 m/s$ $t = 10^\circ C$ $\nu = 13 \cdot 10^{-6} m^2/s$
		$\lambda = 0,0210/D^{0,3}$ pentru $c/\nu \geq 9,2 \cdot 10^{-5} m^{-1}$ $\lambda = 1/D^{0,3} (1,5 \cdot 10^{-6} + \nu/c)^{0,3}$, $c/\nu < 9,2 \cdot 10^{-5} m^{-1}$ $\lambda = 0,0179/D^{0,3} (1 + 0,867/c)^{0,3}$	-1 Conducte din oțel sau fontă întrebuintate	Sevelev 3	$t = 10^\circ C$
Relații de legătură $\lambda = \frac{8g}{c^2}$ cu $c = \frac{1}{n} R^y$ și $y = 1,5 \sqrt{n} \rightarrow R < 1 m$, $y = 1/6$ Manning – Strickler, $y = 1/5$ Forheimer $c = 17,72 (k \log R)$, $k = \frac{1}{17,72 n}$ Agroskin $c = \frac{23 + 1/n}{1 + 23/\sqrt{R}}$ Kutter $c = \frac{1}{1 + 23/\sqrt{R}}$ Ganguillet					

Tabel 4.7

D (mm)	$\Delta = 0,05$ Conducte noi din otel bituminat		$\Delta = 0,1$ mm Conducte noi		$\Delta = 1,0$ mm Conducte din otel, vechi	
	$\frac{\Delta}{D}$	$\frac{\lambda}{R_e=1 \cdot 10^6}$	$\frac{\Delta}{D}$	$\frac{\lambda}{R_e=1 \cdot 10^6}$	$\frac{\Delta}{D}$	$\frac{\lambda}{R_e=1 \cdot 10^7}$
400	1,250	0,0135	2,500	0,0150	2,500	0,0260
600	0,832	0,0132	1,670	0,0142	1,670	0,0222
800	0,625	0,0129	1,250	0,0138	1,250	0,0205
1000	0,500	0,0128	1,000	0,0134	1,000	0,0195
1200	0,416	0,0125	0,835	0,0130	0,835	0,0180
1400	0,356	0,0122	0,715	0,0128	0,715	0,0170
1600	0,312	0,0121	0,625	0,0128	0,625	0,0155
1800	0,277	0,0121	0,555	0,0128	0,555	0,0154
2000	0,250	0,0121	0,500	0,0128	0,500	0,0154
2200	0,227	0,0121	0,455	0,0127	0,455	0,0153
2400	0,208	0,0120	0,416	0,0126	0,426	0,0152
2600	0,192	0,0119	0,385	0,0125	0,385	0,0152
2800	0,179	0,0119	0,357	0,0126	0,357	0,0151
3000	0,151	0,0119	0,333	0,0126	0,333	0,0150
3600	0,139	0,0119	0,278	0,0126	0,278	0,0148
4000	0,125	0,0119	0,250	0,0126	0,250	0,0148

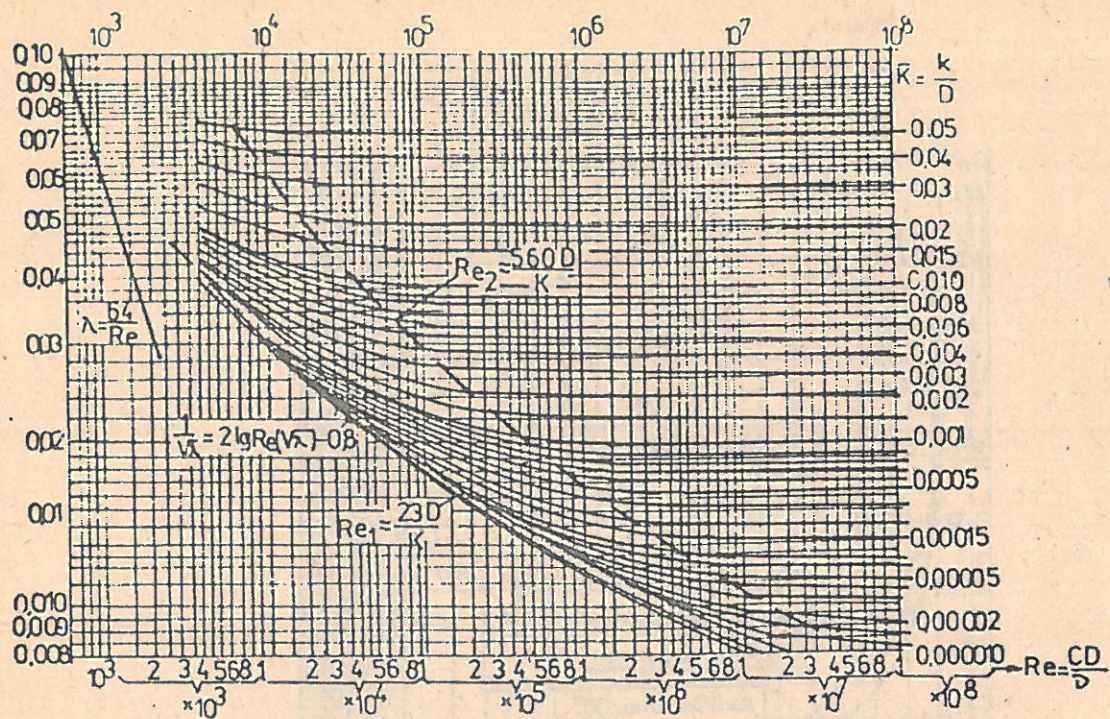


Fig. 4.6.

Graficul Prandtl – Nikuradze pentru determinarea lui $\lambda = f(Re \cdot k/D)$

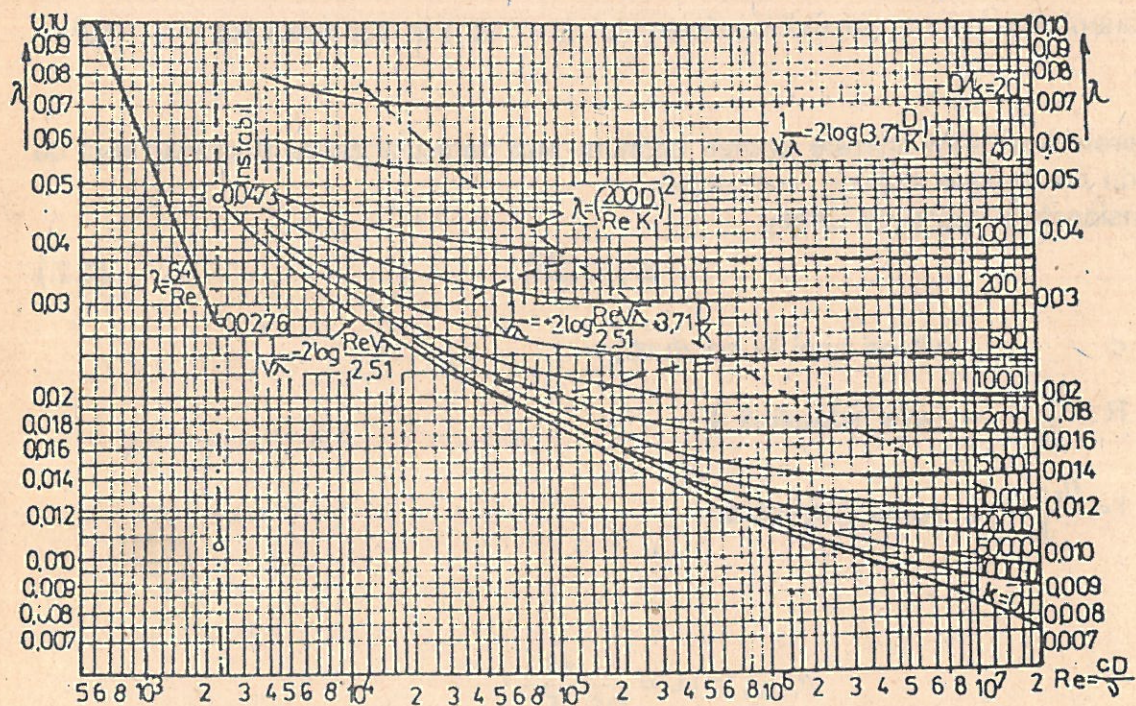


Fig. 4.7.

Graficul Colebrook – White pentru determinarea lui $\lambda = f(Re \cdot D/k)$

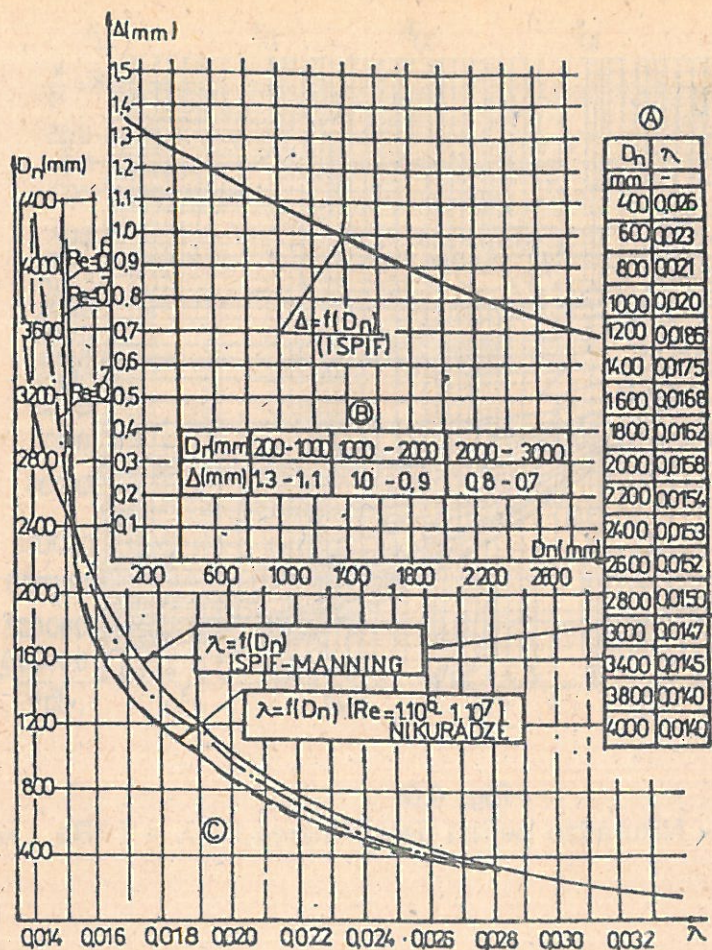


Fig. 4.8.

Valori orientative pentru calculul coeficientului $\lambda = f(D_n)$ în domeniul $Re > 1 \cdot 10^6$

În proiectare sunt utilizate grafice obținute prin particularizarea regimului real de curgere prin conductele stațiilor de pompare.

Considerând relația lui Chézy:

$$c = C \sqrt{R I} \quad (4.2.)$$

în care: c — viteza apei în conductă

$R = \frac{D}{4}$ — raza hidraulică și

$I = \frac{h_{r \text{ liniar}}}{L}$ — panta hidraulică

rezultă:

$$h_{r \text{ liniar}} = I L = \frac{1}{C^2} \frac{4c^2}{D} L$$

cu coeficientul Chézy $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ rezultă:

$$h_{r \text{ liniar}} = 10,293 n^2 \frac{Q^2 L}{D^{5,33}} = 6,25 \frac{n^2 c^2}{D^{1,33}} L = \Delta h_{r \text{ liniar}} L \quad (4.3.)$$

în care n coeficientul de rugozitate al conductei se poate lua:

- pentru conducte noi $n = 0,011$;
- pentru conducte cu uzură normală $n = 0,012$;
- pentru conductă cu îndelungată exploatare $n = 0,014$;
- pentru conducte vechi ruginite $n = 0,016$.

Nomograma prezentată în figura 4.9 permite calculul direct al pierderilor de sarcină liniare în conducte cu $n = 0,012$. În cazul conductelor a căror lungime depășește 100 m, pentru un calcul rapid, se poate utiliza graficul din fig. 4.10 în care pierderea de sarcină este exprimată pentru conducta de lungime $L = 100$ m și $D = 15 + 2000$ mm.

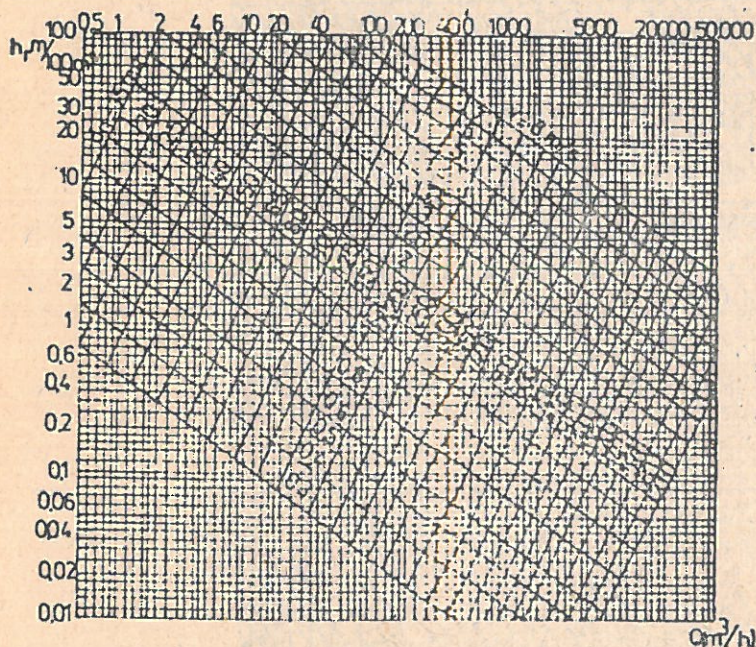


Fig. 4.10.
Pierderi de sarcină liniare în
conductele de refulare ale stațiilor
de pompare $\Delta = 1$ mm.

Pentru conductele de aspirație estimarea pierderilor de sarcină liniare se poate face cu graficul din fig. 4.11.

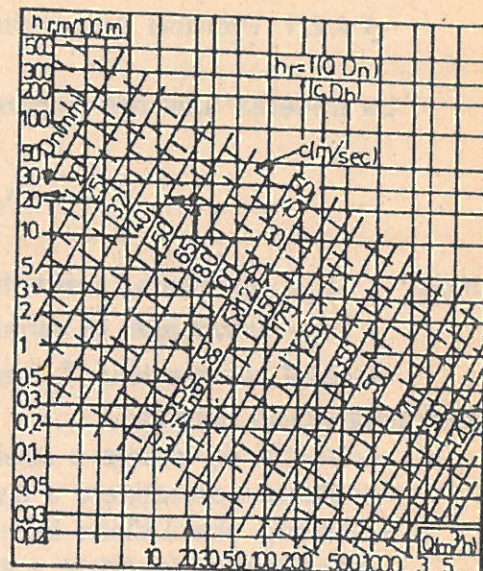
4.4.2. Calculul pierderilor de sarcină locale

Pe traseul conductelor de aspirație și refulare circuitul acestora prezintă modificări de direcție, schimbări de diametru, diferite echipamente hidromecanice care introduc pierderi de sarcină locale și care se calculează cu formula generală:

$$h_{r \text{ local}} = \xi \frac{c^2}{2g} \quad (4.4.)$$

în care c – viteza apei în aval de elementul perturbator (dacă nu există alte precizări);
 ξ – coeficientul pierderilor de sarcină locală.

Fig. 4.11.
Evaluarea pierderilor de sarcină în conductele
de aspirație ale pompelor $h_r = f(Q, D, C)$.



Coefficientul ξ depinde de forma obstacolului care produce rezistența locală și de numărul Reynolds al curentului.

Studiul rezistențelor locale nu poate fi făcut decât prin metode experimentale astfel că în calculul pierderilor de sarcină locale se utilizează coeficienți ξ determinați experimental, calculați cu formule semiempirice sau aleși din tabele pentru fiecare caz în parte.

În unele cazuri se utilizează metoda lungimii echivalente a conductei care introduce aceeași pierdere de sarcină liniară, corespunzător pierderii de sarcină locală provocată de rezistența armăturii.

$$h_{r \text{ linier echivalent}} = \lambda \frac{L_e}{D} \frac{c^2}{2g} = \xi \frac{c^2}{2g} \quad (4.5.)$$

$$L_e = \frac{\xi}{\lambda} D \quad (4.6.)$$

Aceste lungimi echivalente ale diferitelor armături se determină cu ajutorul graficului din fig. 4.12.

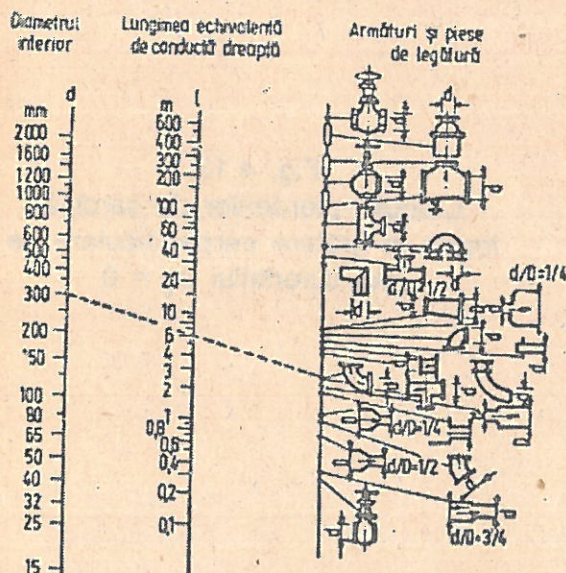


Fig. 4.12.
Lungimi echivalente ale elementelor
care produc pierderi de sarcină locală.

4.4.2.1. Pierderi de sarcină prin grătare

La trecerea apei prin grătare, pierderea de sarcină se calculează:

$$h_g = \xi_g \frac{v^2}{2g} \quad (4.6.)$$

unde ξ_g – coeficientul pierderii de sarcină locală
 v – viteza apei în canalul amonte de gratar.

Calculul coeficientului ξ_g este dificil, întrucât depinde de tipul grătarului, acestea determinându-se datorită:

- direcției de trecere a apei;
- sistemului de reținere a suspensiilor;
- distanța liberă dintre bare;
- modul de îndepărtare a suspensiilor acționate;
- forma în spațiu a grătarelor.

Pentru grătare perpendiculare pe direcția curentului se utilizează:

$$\xi_g = \beta_1 k_1 \sin \theta \quad (4.7.)$$

în care β_1 – coeficient de formă a barelor grătarului;

k_1 – coeficient în funcție de dimensiunile barelor, $k_1 = f\left(\frac{s}{s+b}\right)$;

θ – unghiul de înclinare al planului grătarului cu orizontala.

În fig. 4.13 se prezintă valorile coeficienților β_1 și k_1 .

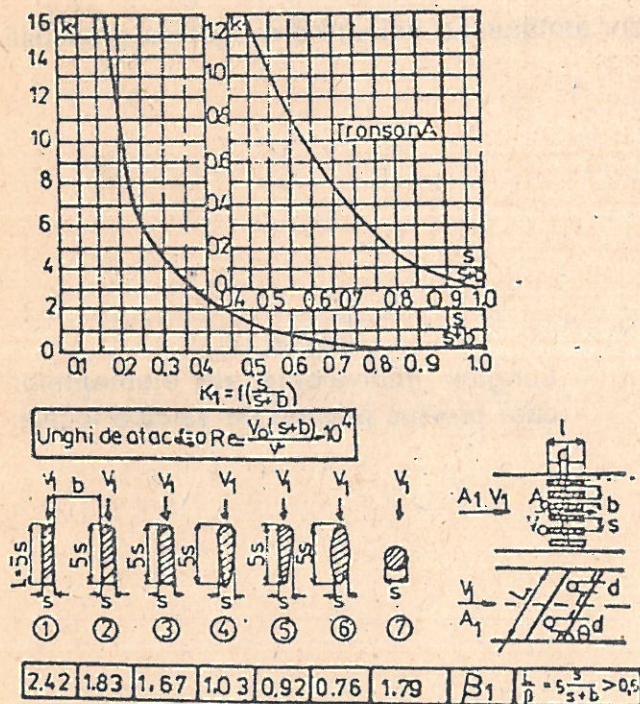


Fig. 4.13.
 Calculul pierderilor de sarcină locală la grătare perpendiculare pe axa curentului $\alpha_0 = 0$

Pentru grătare atacate de curent, sub un unghi oarecare α_0 , coeficientul ξ_g devine:

$$\xi_g = \sigma_1 \cdot \sigma_2 \quad (4.8.)$$

în care: $\sigma_1 = f(\alpha_0, \text{forma barei})$; $\sigma_2 = f(\alpha_0, s/b)$.

În fig. 4.14 se prezintă graficele pentru determinarea coeficienților σ_1 și σ_2 pentru 11 forme de bare.

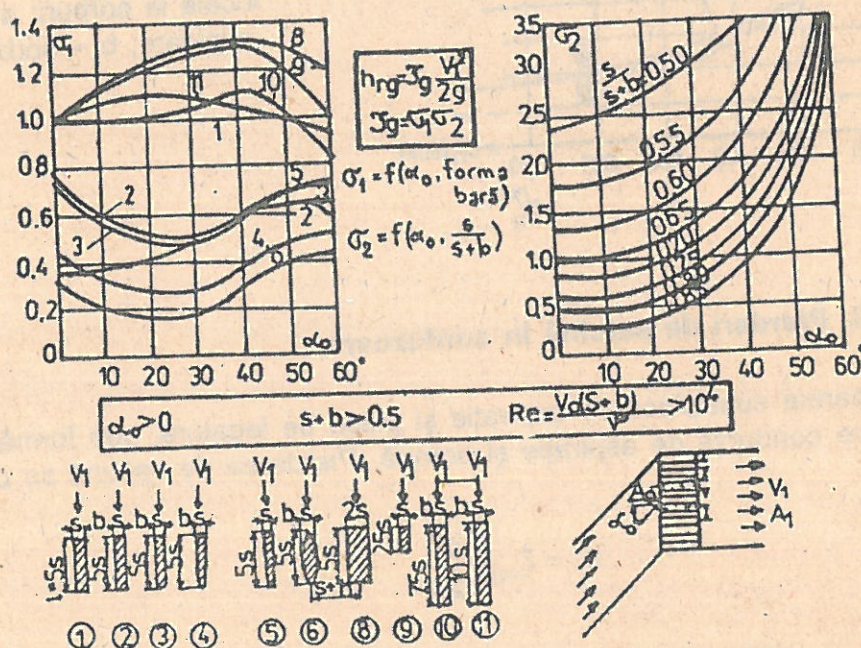


Fig. 4.14.

Calculul pierderii de sarcină locală la grătare înclinate față de direcția curentului

4.4.2.2. Pierderi de sarcină în piese de aspirație

Pentru conducte de aspirație cu $D \leq 300$ mm și în special în cazul aspirației prin conducte de aspirație și $H_{ga} > 0$ se utilizează sorburi în varianta sorb cu ventil sau cu clapetă. Pierderea de sarcină locală rezultă:

$$h_r = \xi_s \frac{c_a^2}{2g} \quad (4.9.)$$

unde: c_a – viteza apei în conducta de aspirație la ieșirea din sorb;
 ξ_s – coeficientul pierderii de sarcină locală, coeficient ce depinde de tipul sorbului și diametrul acestuia cum rezultă din fig. 4.15.

Se admit viteze ale apei în aceste piese până la 1 m/s. Pentru diametre mai mari se utilizează piese de aspirație tip reducții simetrice numite confuzoare. Viteza apei la intrare în confuzoare scade până la $c_{int} = 0,5$ m/s.

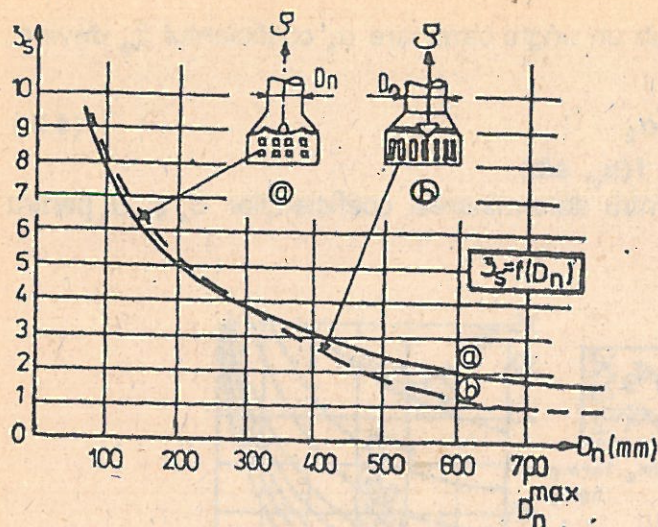


Fig. 4.15.
Coeficientul pierderilor de sarcină
locală la sorburi: a – sorb cu
aripioare; b – sorb cu ventil.

4.4.2.3. Pierderi de sarcină în confuzoare

Confuzoarele sunt piese de aspirație și piese de legătură, sub formă de reducere asimetrică, între conducta de aspirație și pompă. Pierdere de sarcină se calculează:

$$h_r = \xi_{\text{conf}} \frac{c^2}{2g} \quad (4.10.)$$

în care: c – viteza apei la ieșirea din confuzor
 ξ_{conf} – coeficientul pierderii de sarcină locale în funcție de unghiul α și raportul L/D_e (fig. 4.16 a).

Pentru calculul coeficientului ξ_{conf} se poate utiliza și relația din fig. 4.16 b.

Pentru confuzoarele lungi în fig. 4.16 b se prezintă $\xi_{\text{conf}} = f(\alpha)$.

Lungimea acestor confuzoare se calculează cu relația:

$$L_1 = (4 + 5) (D_i - D_e) \quad (4.11.)$$

în cazul în care spațiile la dispoziție sunt normale, și:

$$L_2 = (1 + 2) (D_i - D_e) + 150 \text{ mm} \quad (4.12.)$$

în cazul în care spațiile sunt reduse.

4.4.2.4. Pierderi de sarcină în difuzoare

Difuzoarele apar în schemele tehnologice ale stațiilor de pompare, ca elemente de legătură între pompă și conductele individuale de refulare, între tronsoanele de refulare având diametre diferite și ca piesă de refulare. La difuzoare determinarea lungimii L se

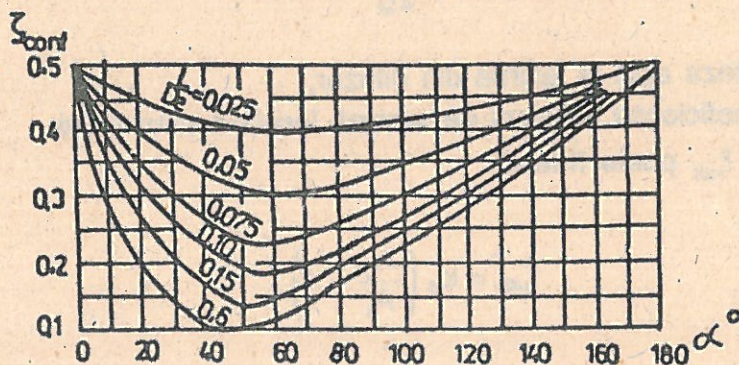
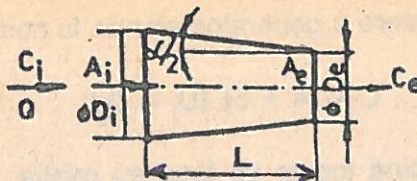


Fig. 4.16 a.
Coeficientul pierderii de sarcină locală pentru confuzoare

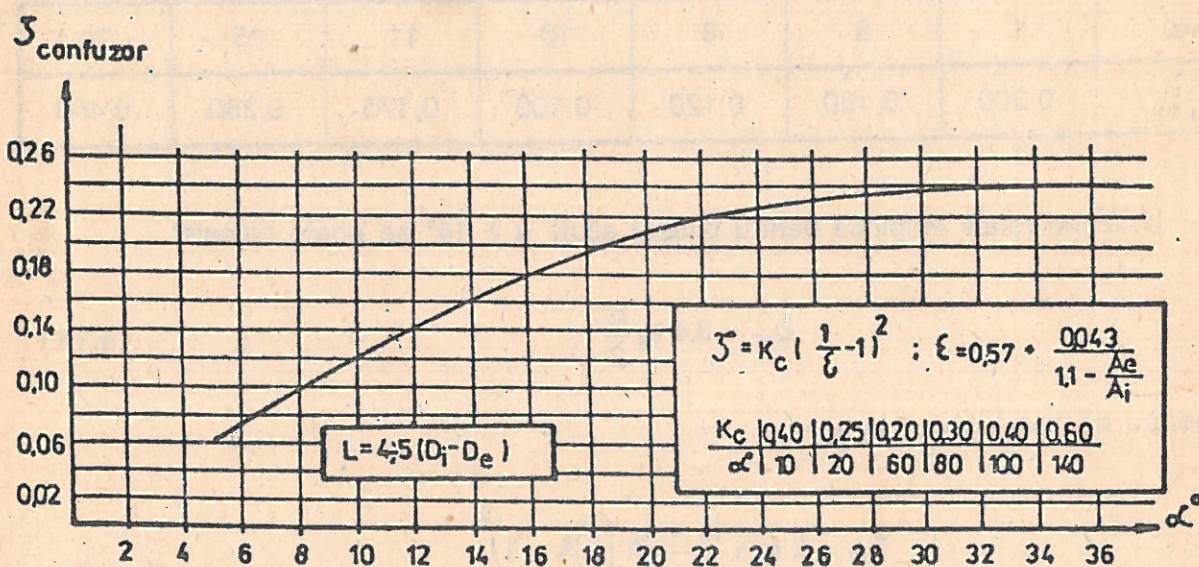


Fig. 4.16 b.
Coeficientul pierderii de sarcină locală pentru confuzor cu $L = (4+5)(D_e - D_i)$

face condiționând unghiul de abatere a generatoarelor de la normala de bază $\alpha/2 = (6 - 7)^\circ$ - ceea ce corespunde relației:

$$L = (4 + 5) (D_i - D_e)$$

Calculul pierderii de sarcină locale se face cu relația:

$$h_r = \xi_{dif} \frac{c^2}{2g} \quad (4.13.)$$

unde:

c - viteza apei la ieșirea din difuzor;

ξ_{dif} - coeficientul pierderii de sarcină locală a difuzorului.

Coeficientul ξ_{dif} poate fi luat:

$$\xi_{dif} = k_d \left(\frac{A_e}{A_i} - 1 \right) \quad (4.14.)$$

în care $k_d = f(\alpha^\circ)$ din tabelul 4.8.

Tabelul 4.8

α°	8	10	12	15	20	25
k_d	0,14	0,16	0,22	0,30	0,42	0,62

Valorile lui ξ_{dif} după Gibon:

Tabelul 4.9

α°	1	5	8	10	11	15	20
ξ_{dif}	0,200	0,130	0,120	0,100	0,175	0,260	0,400

Utilizând relații empirice pentru difuzor scurt $\alpha > 14^\circ$ se poate calcula:

$$\xi_{dif} = 3,4 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (4.15.)$$

iar pentru difuzorul lung, $\alpha \leq 14^\circ$:

$$\xi_{dif} = k \alpha + \frac{\lambda_i + \lambda_e}{8 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \left(\frac{A_e}{A_i} - 1 \right)^2 \quad (4.16.)$$

unde λ_i și λ_e sunt coeficienții Darcy pentru cele două conducte.

În figurile 4.17 și 4.18 se prezintă $\xi_{dif} = f\left(\alpha^\circ, \frac{D_2}{D_1}\right)$ și $\xi_{dif} = f\left(\alpha^\circ, \frac{A_1}{A_2}\right)$.

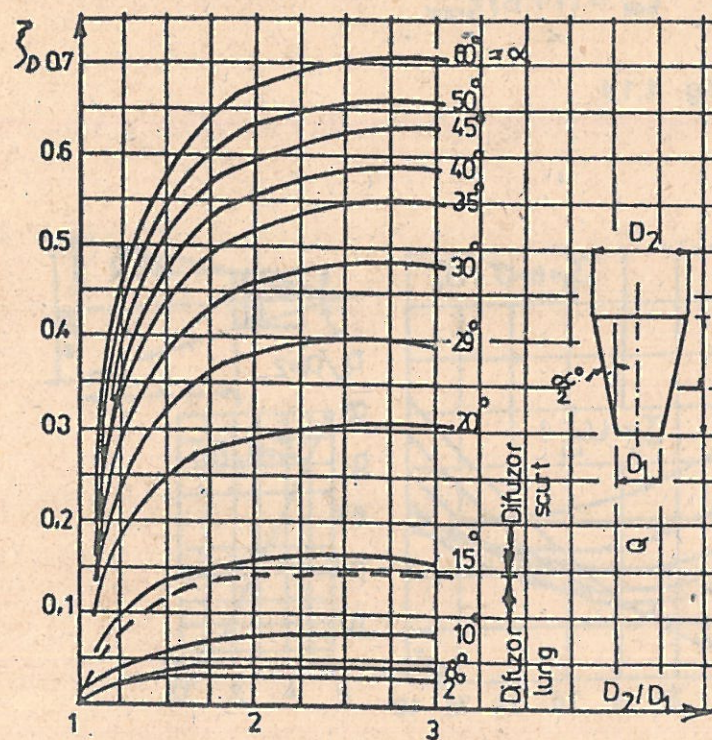


Fig. 4.17.

Coeficientul pierderii de sarcină locală la difuzoare $\xi_D = f\left(\alpha, \frac{D_2}{D_1}\right)$.

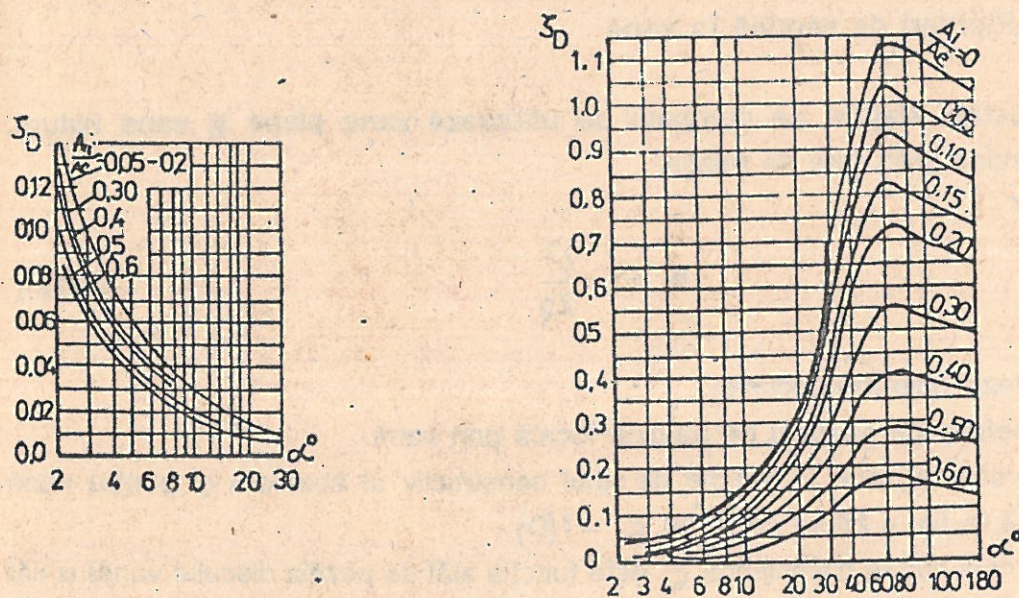


Fig. 4.18.

Coeficientul pierderii de sarcină locală la difuzoare $\xi_D = f(\alpha^\circ, A_1/A_2)$

Pentru cazul în care $\frac{D_e}{D_i} = 2$ în determinarea lui ξ_{dif} se poate utiliza:

$$\xi_{dif} = (1 + \sigma) \xi_{conf}^* \quad (4.17.)$$

cu ξ_{conf}^* și σ din graficul din fig. 4.19.

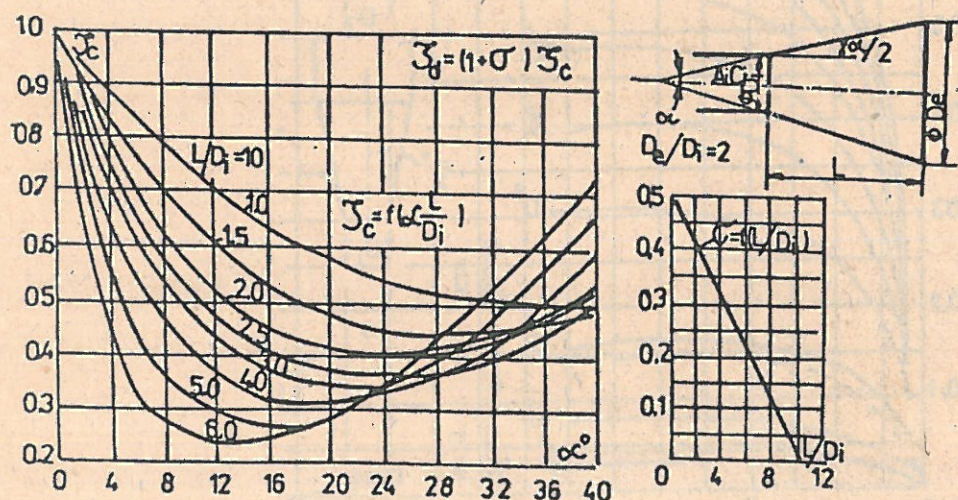


Fig. 4.19.

Coeficientul ξ_c pentru calculul rezistenței locale la un difuzor cu $D_e/D_i = 2$

4.4.2.5. Pierderi de sarcină în vane

Pe conductele stațiilor de pompare se utilizează vane plane și vane fluture. Pierderile de sarcină sunt date de relația:

$$h_r = \xi_v \frac{c^2}{2g} \quad (4.18.)$$

unde: c — viteza apei în conductă,

ξ_v — coeficientul pierderii de sarcină locală prin vană.

În cazul vanelor plane în funcție de tipul constructiv al acestora și pentru vană complet deschisă în fig. 4.20 se prezintă: $\xi_v = f(D)$.

Pentru vanele fluture coeficientul ξ_v este funcție atât de poziția discului vanei α cât și grosimea acestuia t . La poziția deschis se consideră o bună echilibrare a discului și constructiv pentru $t/D = 0,1$ se alege ξ_v din fig. 4.21, corespunzător unghiului $\alpha = 5^\circ$.

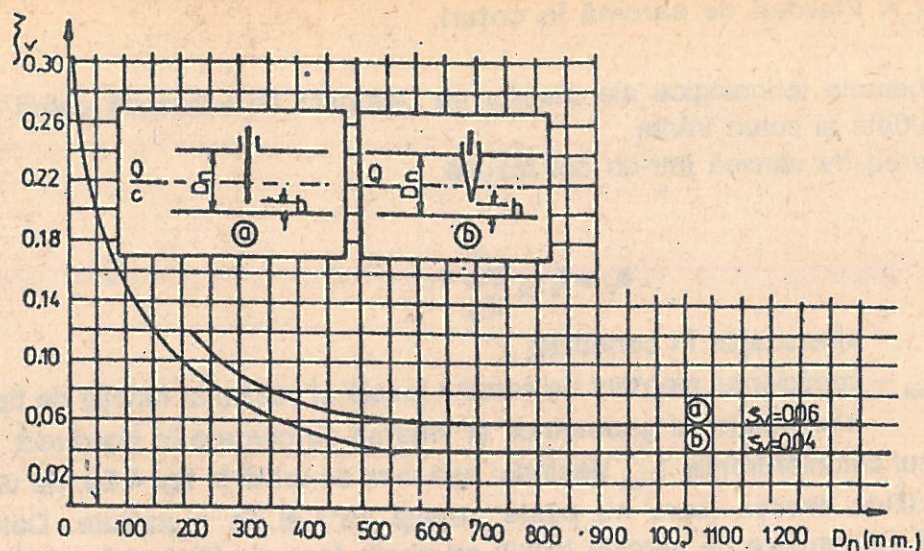


Fig. 4.20.

Coeficientul pierderii de sarcină locală la o vană plană complet deschisă.

4.4.2.6. Pierderi de sarcină în clapeti de reținere

Pentru protejarea pompei la fenomenul scurgerii inverse, pe conductele de refulare se prevăd clapeti de reținere care constructiv pot fi: cu valvă, cu ventil și clapetă fluture.

Pierdere de sarcină locală prin clapet se calculează cu relația:

$$h_r = \xi_{cl} \frac{c^2}{2g} \quad (4.19.)$$

în care: c – viteza apei în conductă

ξ_{cl} – coeficientul pierderii de sarcină locală al clapetului.

Pentru poziția deschis, în fig. 4.22, se prezintă $\xi_{cl} = f(D)$ se observă că la diametre $D > 600$ mm ξ_{cl} crește foarte mult la clapetul cu valvă ceea ce impune utilizarea la aceste diametre, a clapetului fluture. În acest caz se consideră conform fig. 4.21.

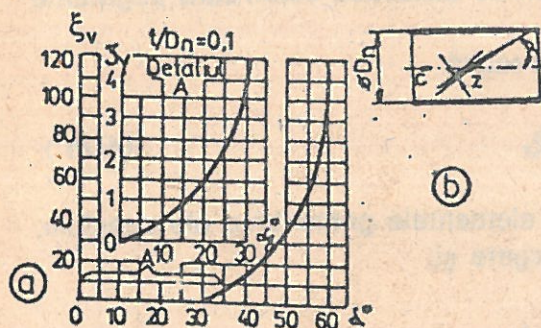


Fig. 4.21.

Coeficientul pierderii de sarcină locală la vana fluture complet deschisă.

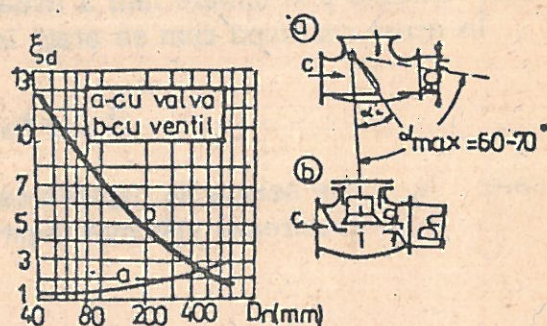


Fig. 4.22.

Coeficientul pierderilor de sarcină locală în clapeti de reținere.

4.4.2.7. Pierderi de sarcină în coturi

În schemele tehnologice ale stațiilor de pompare se utilizează coturi curbe, din segmente sudate și coturi frânte.

Pierderea de sarcină într-un cot rezultă:

$$h_r = \xi_{\text{cot}} \frac{c^2}{2g} \quad (4.20.)$$

în care: c – viteza apei în conductă;

ξ_{cot} – coeficientul pierderii de sarcină locală al cotului în funcție de tipul cotului, elementele lui geometrice și regimul de curgere în conductă.

În cazul coturilor frânte, ξ_{cot} depinde, așa cum se arată în fig. 4.23, de unghiul sub care se modifică direcția (care nu poate depăși 15°) și de rugozitate. Determinarea coeficientului de pierdere de sarcină locală se poate face și utilizând formula Weisbach prezentată în fig. 4.23.

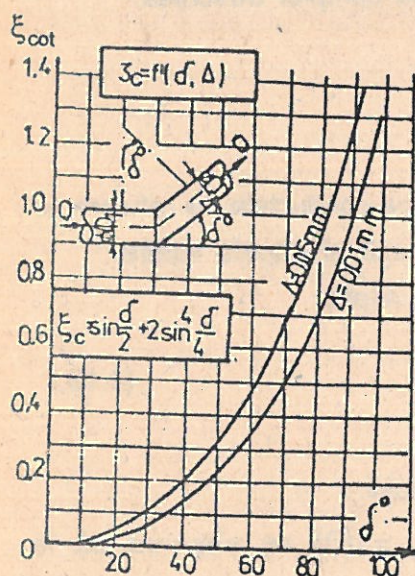


Fig. 4.23.
Coeficientul pierderii de sarcină locală în
coturi frânte

Când diametrul conductelor este $D < 300$ mm se utilizează coturi fără segmente sudate, realizate prin turnare fără a avea cusături.

În acest caz după cum se arată în fig. 4.24 rezultă:

$$\xi_{\text{cot}} = k_{\Delta} \cdot k_{Re} \cdot \xi_M + \xi_f \quad (4.21.)$$

în care: k_{Δ} – ține seama de rugozitatea cotului și elementele geometrice ale acestuia;
 k_{Re} – precizează influența regimului de curgere și:

$$\xi_M = A_1 B_1 = f\left(\frac{R}{D}, \alpha\right) \quad (4.22.)$$

$$\xi_f = 0,0175 \lambda \frac{R}{D} \cdot \alpha^\circ \quad (4.23.)$$

coeficienții k_Δ și k_{Re} se dau în tabelul 4.10, pentru situațiile frecvent întâlnite $0,5 < \frac{R}{D} < 1,5$ și $\frac{R}{D} > 1,5$, în funcție de rugozitatea relativă $\bar{k} = \frac{k}{D}$ și regimul de curgere precizat prin numărul Reynolds (Re).

Valorile λ_{Re} se determină corespunzător conductelor netede λ_Δ corespunzător conductelor rugoase.

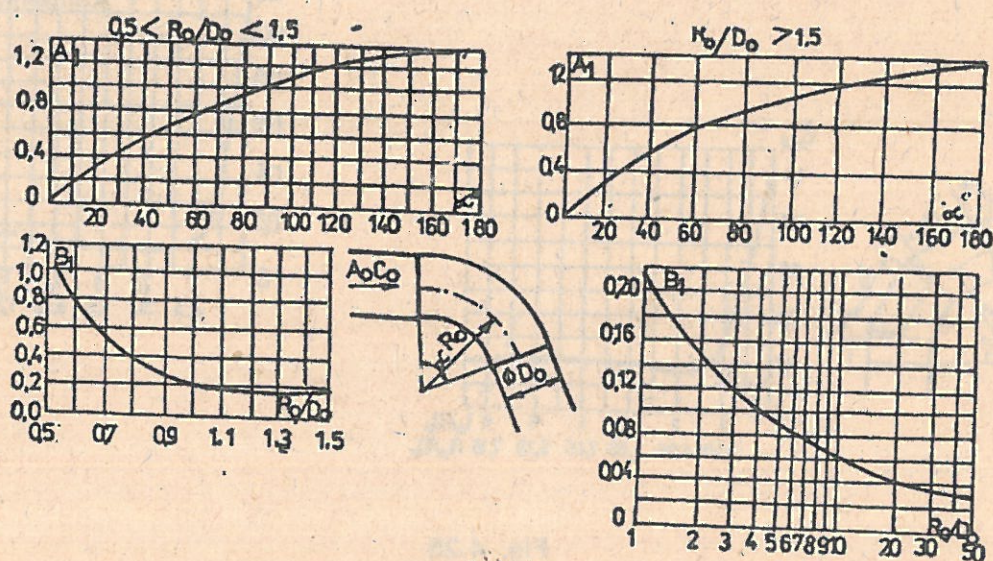


Fig. 4.24.
Calculul pierderii de sarcină în coturi netede

La diametre $D > 300$ mm coturile se execută din elemente sudate. Coeficientul pierderii de sarcină locală se calculează:

$$\xi_c = k_\Delta k_{Re} \xi_M + \xi_f \quad (4.24.)$$

în care $\xi_M = f\left(\frac{L}{D} \cdot \frac{R}{D}\right)$, $\xi_f = n\lambda \frac{L}{D}$ și $\lambda = f\left(Re, \frac{k}{D}\right)$. Pentru cazurile $n = 1, 2, 3$

segmente în fig. 4.25 se prezintă $\xi_M = f\left(\frac{L}{D} \cdot \frac{R}{D}\right)$ pentru cazul $\alpha = 90^\circ$. Valorile coeficienților $k_\Delta \cdot k_{Re}$ se iau conform tabelului 4.10.

În cazul coturilor la unghiuri $\alpha > 90^\circ$ se poate considera:

$$\xi_{cx^\circ} = k(\alpha) \xi_{c90^\circ} \quad (4.25.)$$

în care: ξ_{c90° – coeficientul pierderii de sarcină locală pentru cot cu $\alpha = 90^\circ$,
 k – coeficient în funcție de unghiul complementar $k(\alpha) = k(180^\circ - x^\circ)$ care se determină din fig. 4.26.

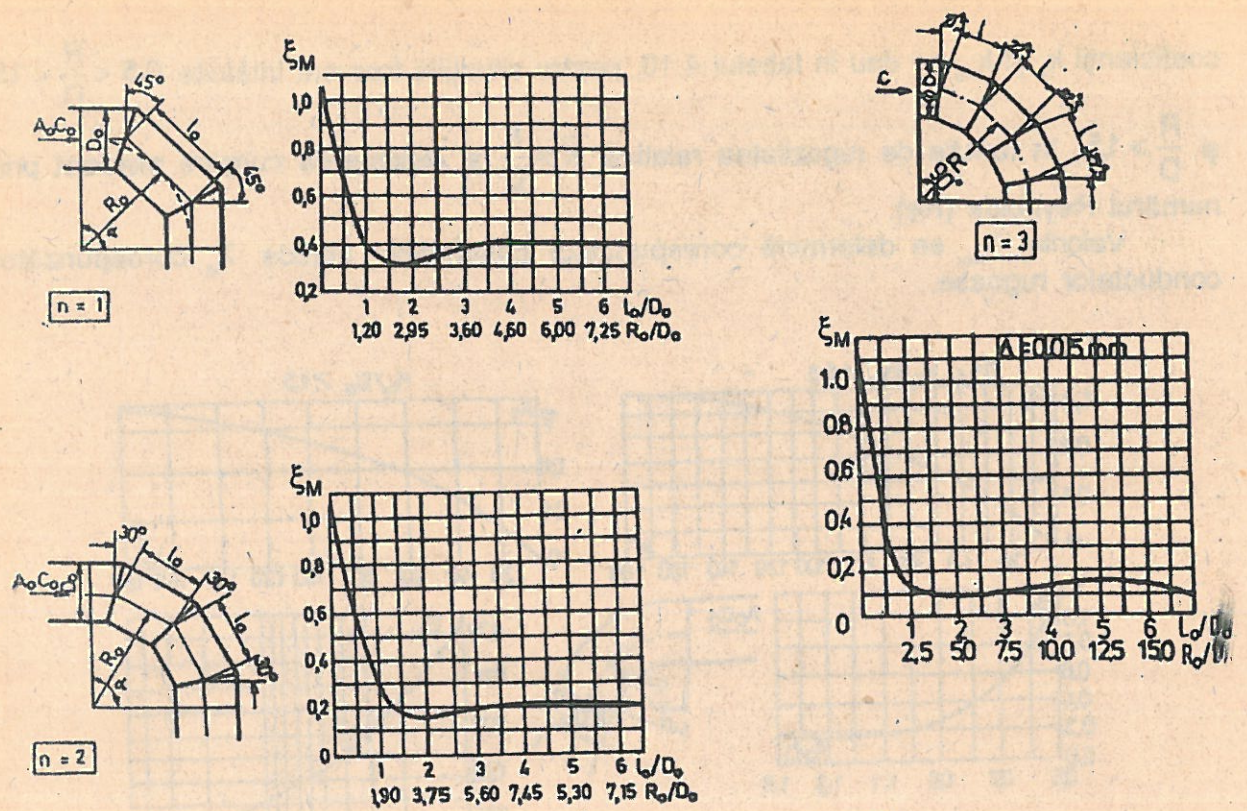


Fig. 4.25.
Pierderi de sarcină în coturi din elemente sudate $\alpha = 90^\circ$

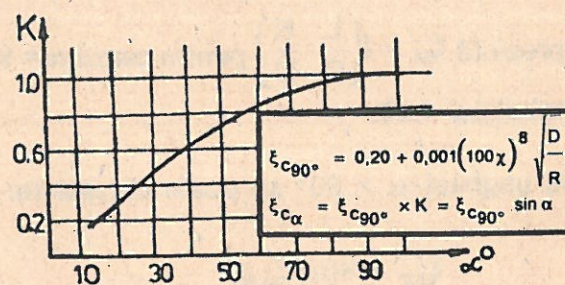


Fig. 4.26.
Pierderi de sarcină în coturi din elemente sudate $\alpha \neq 90^\circ$

Tabel 4.10

R/D>1,5									
0,5<R/D<1,5									
0,55 - 1,50									
0,50 - 0,55									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}$									
Re = $\frac{CD}{V}</$									

Pentru coturi la $\alpha = 90^\circ$ în figura 4.27 se dă direct ξ_{cot} în funcție de R/D , L/D - rugozitatea și numărul de segmente.

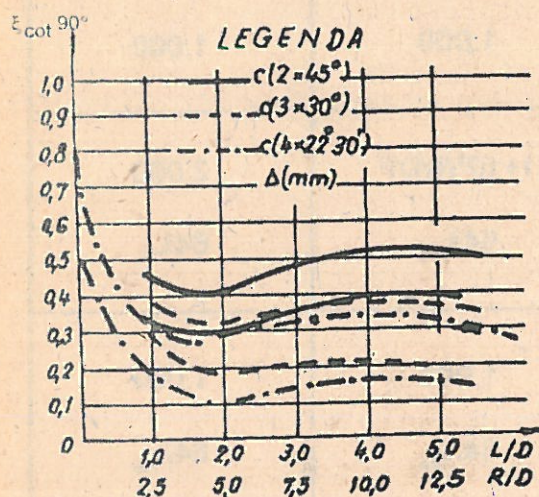


Fig. 4.27.
Pierderi de sarcină în coturi din segmente sudate $\alpha = 90^\circ$, $n = 1, 2, 3, 4$.

4.4.2.8. Pierderi de sarcină în ramificații de separație

Ramificațiile de separație sunt piese de legătură care permit distribuirea apei către aspirația celor „N” pompe în cazul aspirațiilor cu conductă unică. Unghiul de deviere a direcției de curgere a apei este între 45° și 90° .

În această situație pierderea de sarcină se calculează:

– pentru conducta principală:

$$h_{\text{rcp}} = \xi_{\text{cp}} \frac{c_2^2}{2g} \quad (4.26.)$$

unde: c_2 – viteza apei la ieșire pe conducta principală;

ξ_{cp} – coeficientul pierderii de sarcină locală pe conducta principală;

– pentru conducta ramificată:

$$h_{\text{rr}} = \xi_r \frac{c_3^2}{2g} \quad (4.27.)$$

unde: c_3 – viteza apei pe conducta de ramificație;

ξ_r – coeficientul pierderii de sarcină locală pe conducta ramificată.

Acești coeficienți depind de unghiul de modificare a direcției de curgere, de raportul debitelor și de raportul secțiunilor de curgere. În figura 4.28 a, b se prezintă valorile ξ_{cp} și ξ_r pentru cazul $\alpha = 45^\circ$ și $\alpha = 90^\circ$.

În cazul în care conducta ramificată își modifică secțiunea în punctul de ramificație printr-un confuzor cu $\alpha/2 = 8^\circ$ valorile ξ_{cp} și ξ_r sunt date în figura 4.28 c.

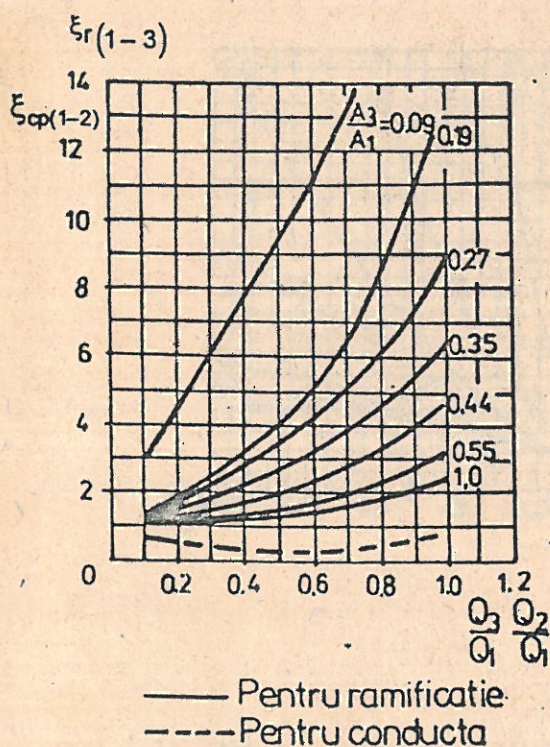
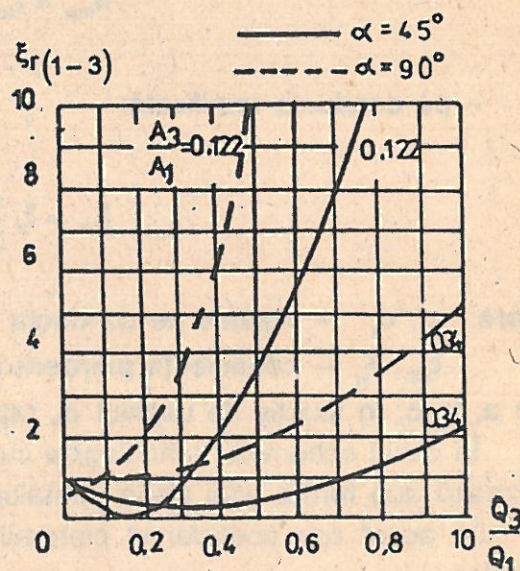
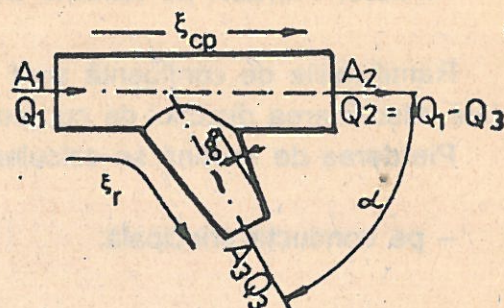
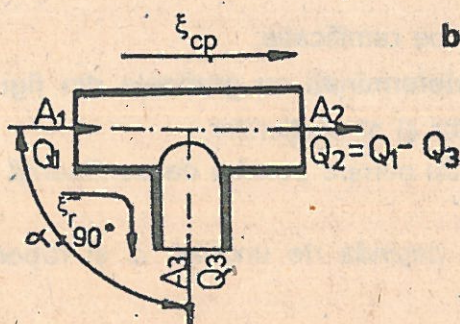
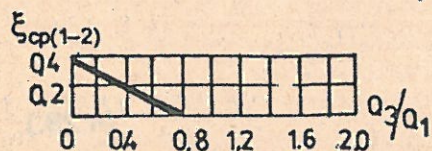
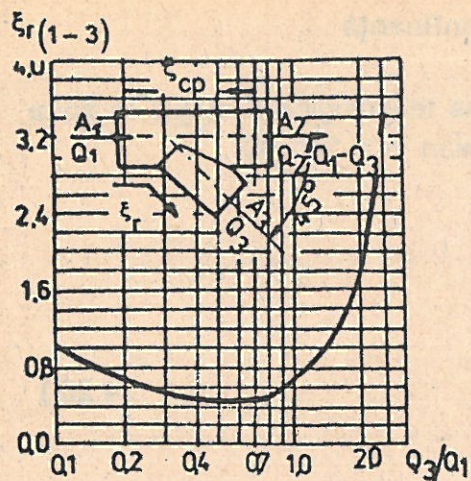


Fig. 4.28.
Coeficientul pierderii de sarcină locală în ramificații:
a) $\alpha = 45^\circ$; b) $\alpha = 90^\circ$; c) cu confuzor

4.4.2.9. Pierderi de sarcină în ramificații de confluență

Ramificațiile de confluență sunt impuse de schema tehnologică a stației în zona refulării. Modificarea direcției de curgere se face cu unghiuri $\alpha = 30^\circ - 90^\circ$.

Pierdere de sarcină se calculează cu relațiile:

– pe conducta principală:

$$h_{rcp} = \xi_{cp} \frac{c_2^2}{2g} \quad (4.28.)$$

– pe conducta ramificată:

$$h_r = \xi_r \frac{c_3^2}{2g} \quad (4.29.)$$

în care: c_2, c_3 – vitezele pe conducta principală și pe ramificație;

ξ_{cp}, ξ_r – coeficienții pierderii de sarcină determinați cu graficele din figura 4.29 a, b, c, în funcție de unghiul α , raportul debitelor și al secțiunilor.

În cazul schemelor tehnologice cu număr par de pompe punctul de confluență se realizează sub forma unei piese pantalon (fig. 4.30).

În acest caz coeficientul pierderii de sarcină depinde de unghiul α și raportul debitelor.

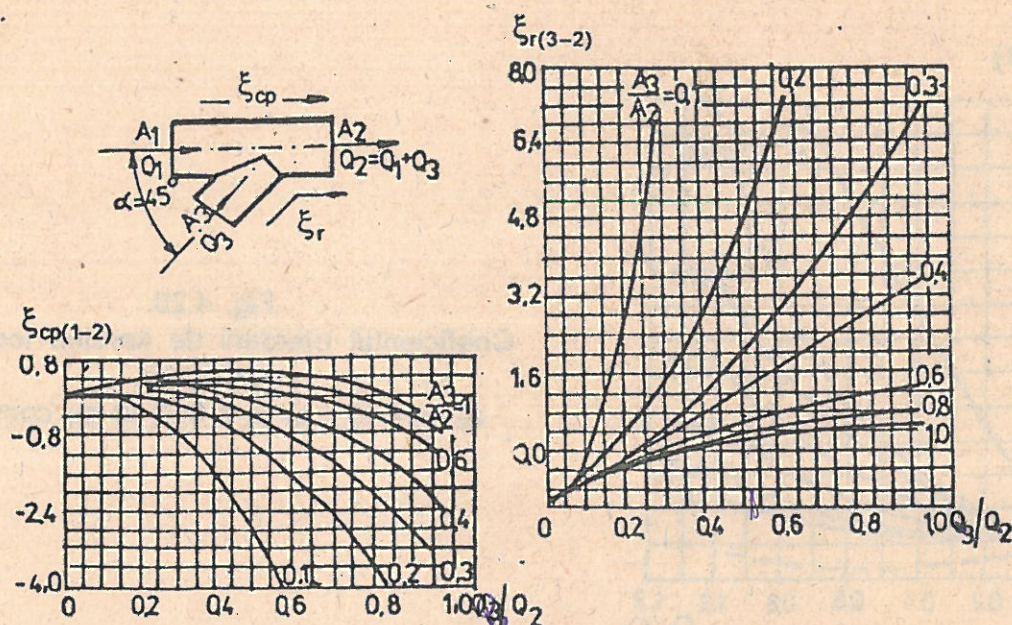


Fig. 4.29 a.
Coeficientul pierderii de sarcină locală în confluență: $\alpha = 45^\circ$.

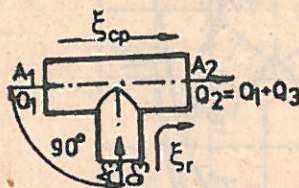
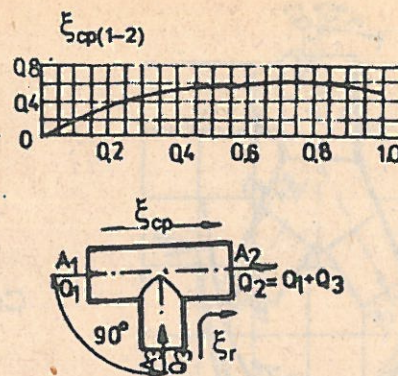
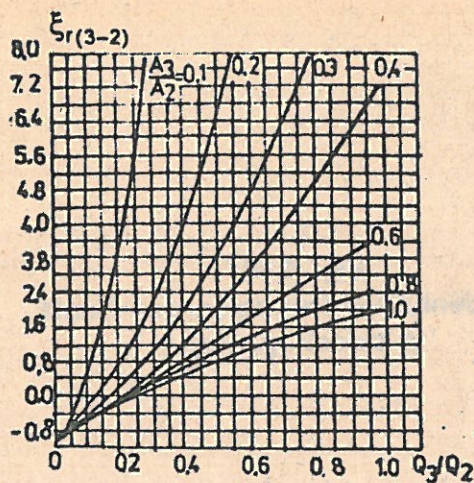


Fig. 4.29 b.

Coeficientul pierderii de sarcină locală în confluență: $\alpha = 90^\circ$.

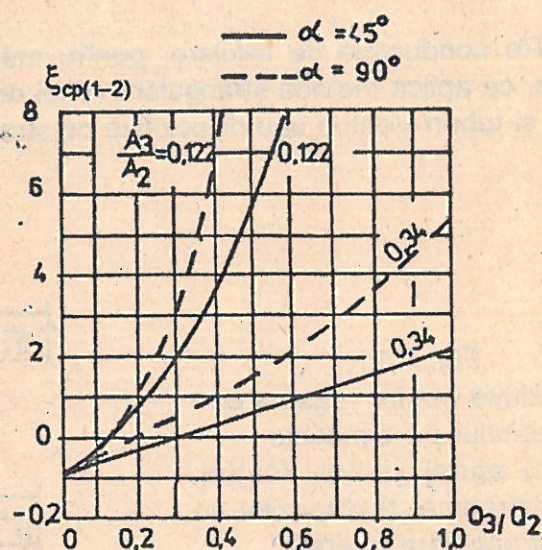
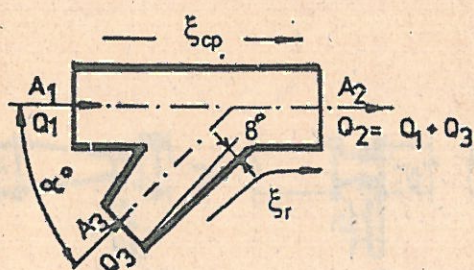
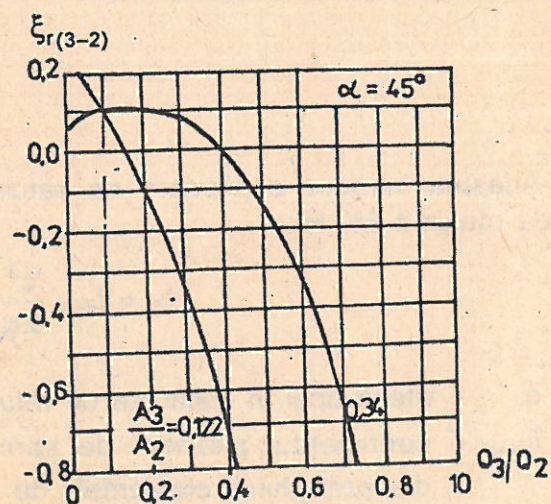


Fig. 4.29 c.

Coeficientul pierderii de sarcină locală la confluență cu difuzor pe ramificație



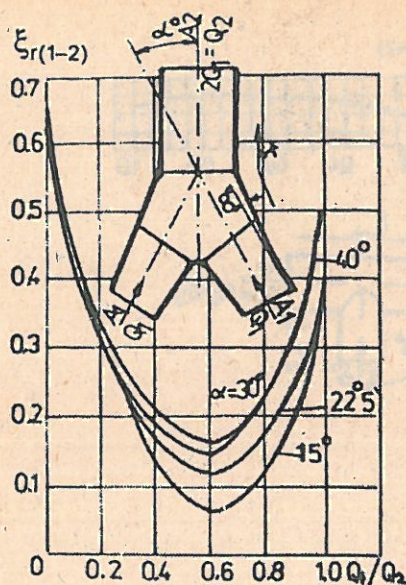
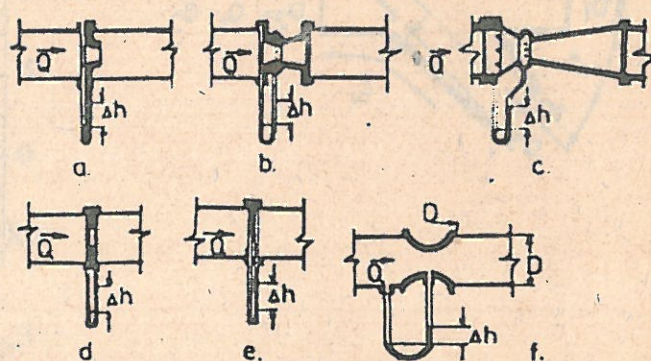


Fig. 4.30.
Coeficientul pierderii de sarcină locală
la piesele pantalon

4.4.2.10. Pierderi de sarcină în dispozitivele pentru măsurarea debitelor

Pe conductele de refulare, pentru măsurarea debitului se pot monta dispozitive primare, ce aplică metoda ștrangulării vânei de fluid. Acestea sunt: diafragme de orice tip, ajutaje și tuburi Venturi sau dispozitive cu ștrangulare laterală, așa cum se arată în figura 4.31.

Fig. 4.31.
Dispozitive pentru măsurarea
debitului pe conducte:
a, b, c) ajutaj și tub Venturi;
d, e) diafragme; f) dispozitiv cu
ștrangulare laterală.



Acestea introduc o pierdere de sarcină locală care nu trebuie să depășească valoarea maximă $3\% H_p$:

$$h_r = \xi_{disp} \frac{c^2}{2g} = 3\% H_p \quad (4.30.)$$

unde: c – viteza apei în conducta de refulare, după dispozitiv;
 ξ_{disp} – coeficientul pierderii de sarcină locală introdus, depinzând de tipul dispozitivului și elementele de dimensionare ale acestuia, figura 4.32.

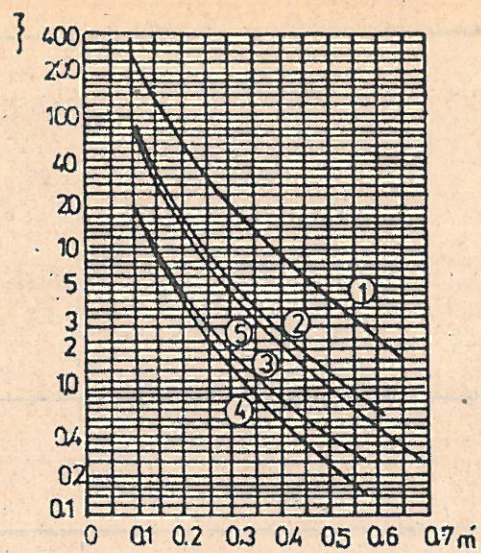


Fig. 4.32.
Coeficientul pierderii de sarcină locală la dispozitive
pentru măsurarea debitului:

- 1) diafragme circulare;
- 2) ajutaje;
- 3) ajutaje Venturi;
- 4) tub Venturi;
- 5) dispozitiv cu ștrangulare laterală.

Calculul pierderilor de sarcină liniară pe circuitul din zona stației

Pompe în funcțiune

Circuit pompă

Nr. crt.	Tronson de calcul	Q	D	L	Δ	c	$\frac{\Delta}{D}$	$R_e = \frac{cD}{\nu}$	λ	$h_{r \text{ liniar}}$	Observații
		m ³ /s	m	m	m	m/s	-	-	-	m	
1	0-1										
2	1-2.										
3	2-3										
.	.										
.	.										
.	.										
.	.										
.	.										
n											

TOTALm

Pompe în funcțiune

Circuit pompă

Nr. crt.	Tronson de calcul	Elementul perturbator	Elemente de dimensionare	Relații de calcul	ξ	C_{es}	$h_{r, loc}$	Observații
		m^3/s				m/s	m	
1	0-1	Grătar Piesă aspirație						
2	1-2	Difuzor 1 Clapet de reținere						
.								
.								
.								
.								
.								
.								
.								
n								

TOTAL ... m

Tabelul 4.13

Calculul pierderilor de sarcină liniară pe circuitul conductei de refulare

Nr. crt.	Q	D	L	Δ	c	$\frac{\Delta}{D}$	$R_e = \frac{cD}{\nu}$	λ	$h_{r \text{ linar}}$	Observații
	m ³ /s	m	m	m	m/s	-	-	-	m	
1	Q_p									
2	$2Q_p$									
n	$n Q_p = Q_{STP}$									

TOTAL ...m

Tabelul 4.14

Calculul pierderilor de sarcină locale pe circuitul conductei de refulare

Pompe în funcțiune

Nr. crt.	Element perturbator	Elemente de dimensionare	Relații de calcul	ξ	C_{les}	$h_{r \text{ loc}}$	Observații
1	Dispozitiv de măsurarea debitului						
2	Coturi curbe						
3	Piesă de refulare						

TOTALm

În metodologia de determinare exactă a pierderilor de sarcină pe circuitele stațiilor de pompare, în vederea analizării funcționării agregatelor de pompare pe rețea, se poate utiliza o grupare a acestora sub forma:

- pierderea de sarcină în zona stației, pe circuitul pompei defavorizate, cazul funcționării tuturor agregatelor din stație, reprezentând pierderile de sarcină liniare și locale de la intrarea în piesa de aspirație până la ultima confluență – $h_{r,STP}$
- pierderea de sarcină pe conducte de refulare de la ultimul punct de confluență până la ieșirea din piesa de refulare – $h_{r,conductă\ refulare}$

Calculul se poate realiza tabelar, așa cum se arată în tabelele 4.11+4.14.

4.5. ELEMENTE DE PROIECTAREA ECHIPAMENTELOR HIDROMECHANICE DE BAZĂ

Echipamentul hidromecanic de bază într-o stație de pompare este constituit din agregatele pompă-motor.

Alegerea acestora se face pe baza înălțimilor de pompare, evaluate într-o primă fază ca fiind suma dintre înălțimea geodezică, pierderile de sarcină și dacă este cazul presiunea de serviciu în funcție de tipul stației de pompare.

Pierderile de sarcină în zona stației pot fi evaluate $h_{r,STP} = (1,5+2,5)$ m, iar pierderile de sarcină pe conducta de refulare se pot determina rapid cu ajutorul graficelor și abacelor prezentate.

Prin utilizarea graficelor de câmpuri ale pompelor produse de uzina AVERSA (vezi ANEXA) și curbele caracteristice de funcționare ale acestora (vezi ANEXA), rezultă Q_p care permite alegerea numărului de pompe. Acesta se rotunjește, recalculând debitul pompei, debitul care constituie debitul de participare la funcționarea în formație a tuturor pompelor din stație pentru a realiza Q_{STP} .

Numărul optim de pompe pentru o stație de pompare este $N = 2+8$ agregate.

La stațiile de pompare pentru alimentări cu apă se prevăd și agregate de rezervă, și anume un agregat de rezervă la stațiile de pompare până la trei agregate și două agregate de rezervă la stațiile de pompare cu mai mult de trei agregate în funcțiune.

În situația în care rezultă utilizarea mai multor tipuri de pompe, alegerea tipului optim se face pe baza randamentului maxim realizat într-o primă etapă și pe baza unor calcule tehnico-economice.

Rezultatele și calculele pot fi prezentate într-un tabel având structura celui din tabelul 4.15.

Tabel 4.15

Alegerea tipului și numărului de pompe

Nr. crt.	Q_{STP}	H_p	Tipul pompei	Q_p	N	N_r	Q_p^*	η_p	P_p	$\eta_a - \eta_p - \eta_{me}$	$\eta_{h,ext} = H_g/H_p$	$\eta_{STP} = \eta_{h,ext} \cdot \eta_a$	Observații
	m/s	m		m ³ /s	buc.	buc.	m ³ /s	%	kW	%	%	%	
1													
.													
.													
n													

4.6. ANALIZA FUNCȚIONĂRII ANSAMBLULUI POMPĂ - REȚEA

Cu pierderile de sarcină calculate conform paragrafului precedent se pot calcula pierderile de sarcină în zona stației $h_{r,STP}$, considerând circuitul pompei defavorizate și toate pompele în funcțiune, și pierderile de sarcină pe conducta unică de refulare, considerând una sau cele N pompe ale stației în funcțiune.

Cu aceste valori ale pierderilor de sarcină se poate construi grafic caracteristica rețelei de funcționare (tabelul. 4.16.).

Tabel 4.16

Determinarea caracteristicii rețelei de pompare

Nr. crt.	Pompe în funcțiune	Debit de calcul m^3/s	$h_{r,STP}$ m	$h_{r,nf}$ m	H_g^{med} m	H_c^{med} m
1	I	Q_p^*				
2	I + II	$2Q_p^*$				
...	...	...	...	...	...	...
N	I + ... + N	$NQ_p^* = Q_{STP}$				

Corespunzător celor N pompe în funcțiune la H_g^{med} stația trebuie să realizeze Q_{STP} , din datele de proiectare care corespund la $H_p = H_c$. Cu acest $H_p = H_c$ se verifică alegerea pompei și se stabilește diametrul rotoric necesar în realizarea Q_{STP} (fig. 4.33.) sau modificarea unghiului de așezare al palelor rotorice. Construcția caracteristicii conductei se face grafic corespunzător punctelor rezultatelor din tabelul 4.16 și corespunzător lui H_g^{min} , H_g^{med} , H_g^{max} (fig. 4.34).

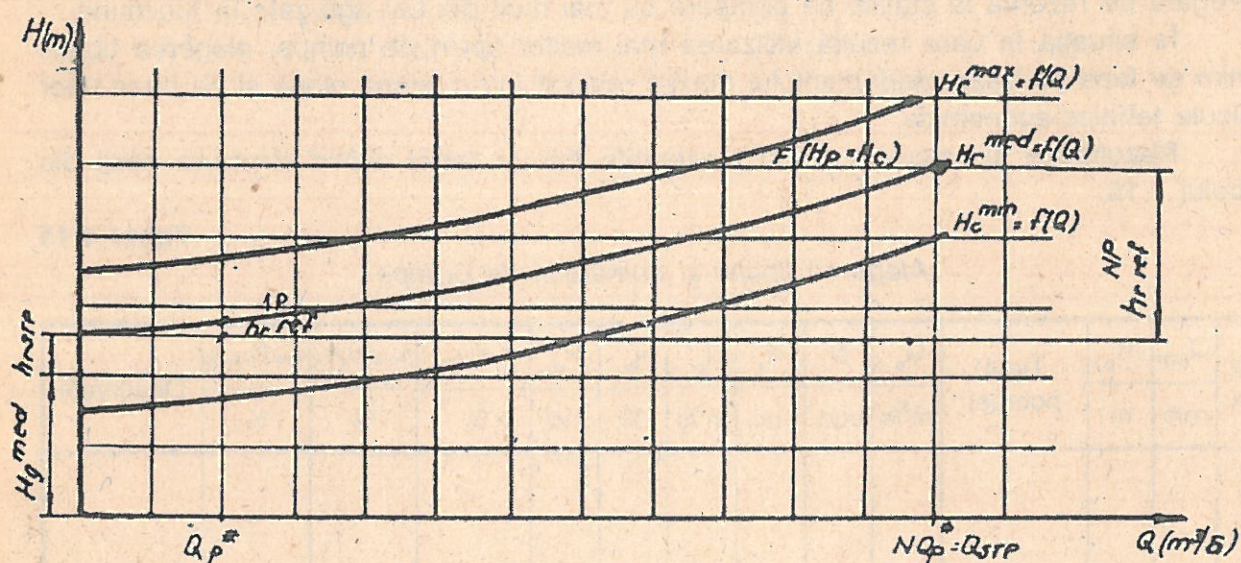


Fig. 4.34.

Construcția grafică pentru caracteristica rețelei de pompare

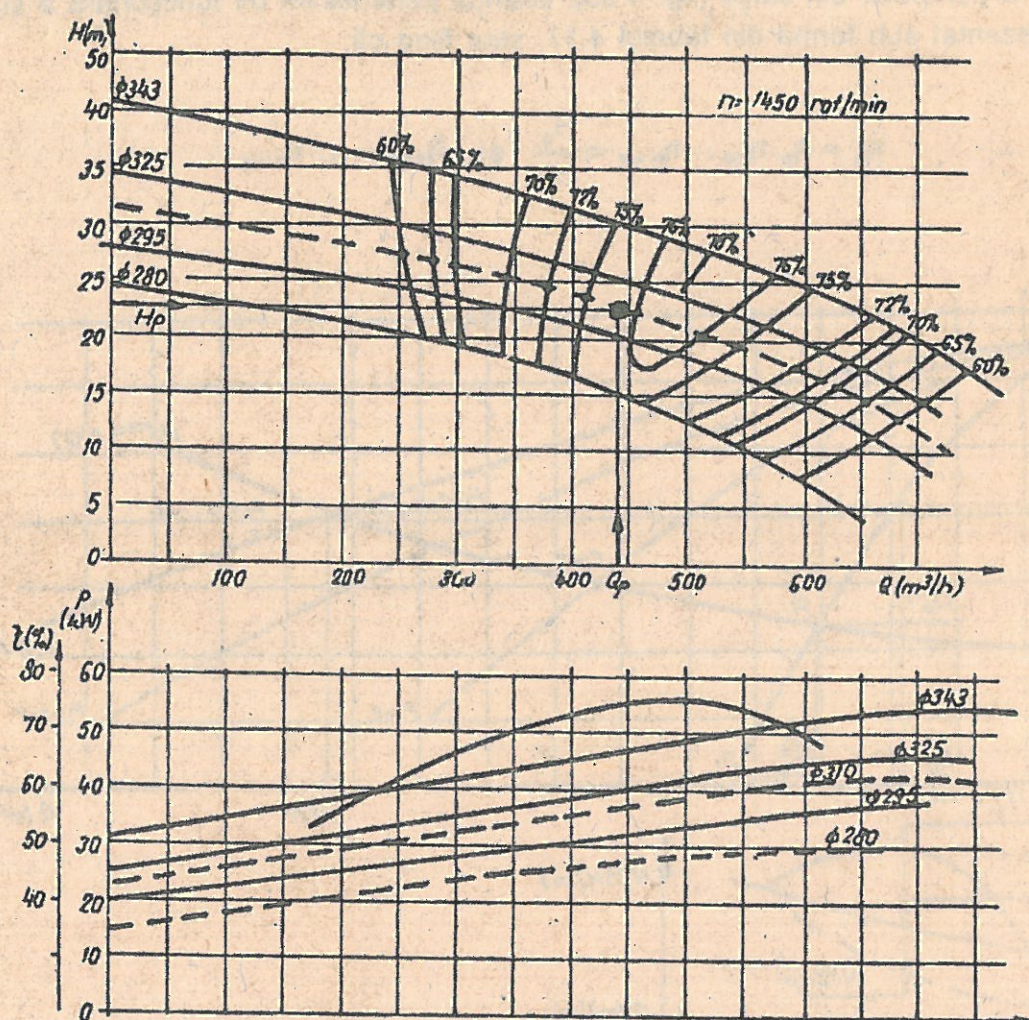


Fig. 4.33.

Caracteristica generală a unei pompe și verificarea acesteia pentru o stație de pompare

Cu caracteristicile $H = f(Q)$, $P = f(Q)$, $\eta = f(Q)$ pentru diametrul D_2 rezultat al rotorului sau unghiul de așezare al palei corespunzătoare se trasează graficul funcționării în formație a pompelor din stație (fig. 4.35). Bilanțul parametrilor de funcționare a stației poate fi prezentat sub forma din tabelul 4.17, știut fiind că:

$$\eta_a = \eta_p \eta_{me}, \quad \eta_{h\text{ ext}} = \frac{H_g}{H_p} \quad \text{și} \quad \eta_{\text{STP}} = \eta_a \eta_{h\text{ ext}}$$

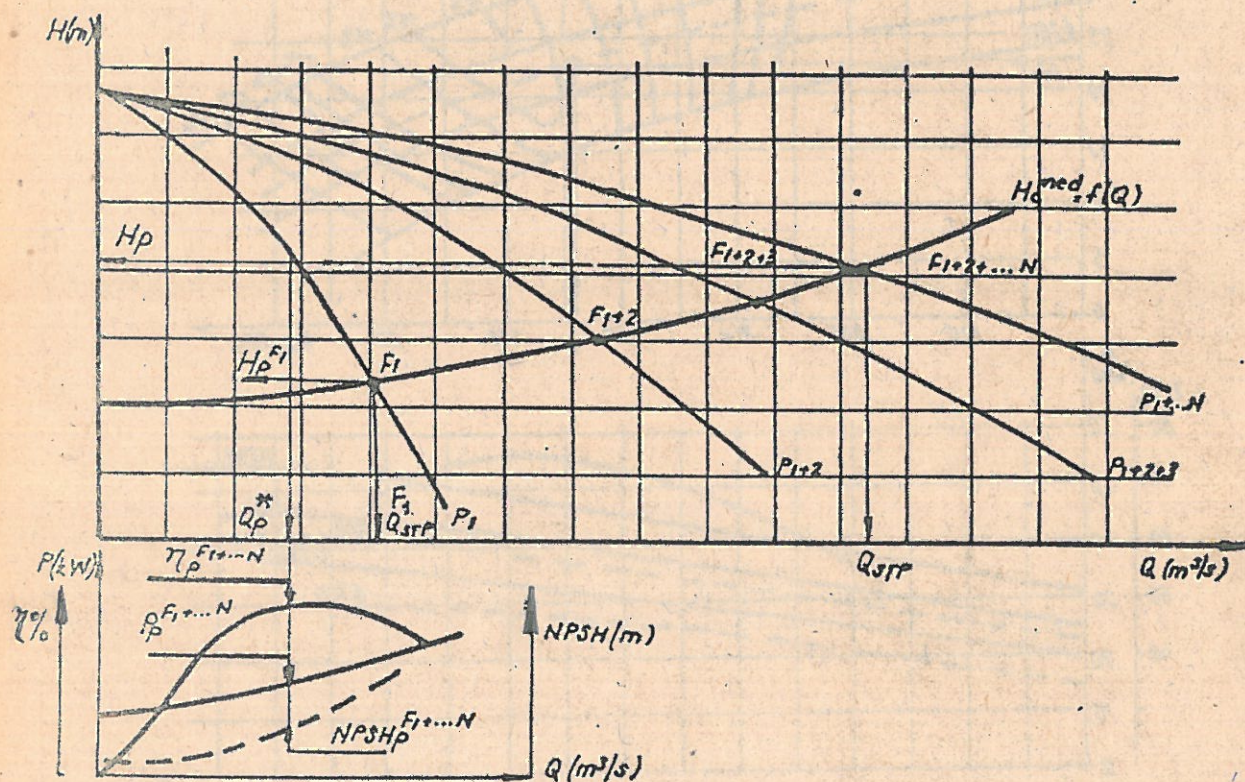


Fig. 4.35.
Analiza funcționării pompelor în formație

4.7. ALEGEREA ELECTROMOTOARELOR PENTRU ACȚIONAREA POMPELOR

Corespunzător puterii maxime rezultate pe pompă se aleg motoarele electrice de antrenare. Alegerea motoarelor are în vedere specificațiile „Regulamentului pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice”, care recomandă utilizarea motoarelor asincrone (tabel. 4.18).

Puterea maximă pe pompă rezultă cu relația:

$$P_p^{\max} = 9,81 \frac{Q_p (\text{m}^3/\text{s}) H_p (\text{m})}{\eta_p} \quad [kW] \quad (4.31.)$$

Tabelul 4.17

Bilanțul parametrilor de funcționare al agregatelor din stație

Nr. crt.	Pompe în funcțiune	Q_{STP}	H_p	Q_p^*	η_p	η_{me}	η_a	H_g	h_r	$\eta_{h\ ext}$	η_{STP}	NPSH _p	P_p
		m ³ /s	m	m ³ /s	%	%	%	m	m	%	%	m	kW
1	P_1												
2	P_{1+2}												
N	$P_{1+...N}$												

Puterea motorului electric:

$$P_{me} = \frac{P_p^{max}}{\eta_{me}} \quad (4.32.)$$

Tabel 4.18

Putere (kW)	Motor
≤ 100	asincron
$100 + 200$	sincron
> 200	sincron

Alegerea motorului electric de acționare a pompei se face admitând suplimentar un coeficient de supraechipare $k_s > 1$, funcție de puterea motorului, așa cum rezultă din tabelul 4.19, astfel că:

$$P_{ame} = k_s P_{me} \quad (4.33.)$$

Tabel 4.19

Coeficienții de supraechipare a motoarelor electrice de antrenare a pompelor

P (kW)	1-2	2-5	5-10	10-25	25-60	60-100	> 100
k_s	1,7-1,5	1,5-1,3	1,3-1,25	1,25-1,15	1,15-1,11	1,10-1,08	1,05

Alegând motorul din catalogul de mașini electrice se recomandă ca în cazul pompelor centrifuge sau axiale puterea motorului să nu depășească cu mai mult de 35% din puterea corespunzătoare pompei funcționând la H_g^{med} .

De asemenea se verifică ca puterea motorului să nu depășească cu mai mult de 25% puterea corespunzătoare lui H_g^{min} , dacă aceasta este centrifugă, sau H_g^{max} dacă este elicoidal axială.

4.8. CALCULUL DIAMETRULUI ECONOMIC AL CONDUCTELOR

4.8.1. Generalități

Alegerea judicioasă a diametrului conductelor de refulare și a celor de aspirație gravitațională cu $L > 100-150$ m, se face după criterii economice care țin seama de influența diametrului conductei asupra cheltuielilor anuale de exploatare a stației de pompare.

Tabel 4.20

Calculul diametrului economic la conductele cu funcționare gravitațională din stațiile de pompare

Nr. crt.	D	t	$G_a = 1,1 \gamma_a \pi D t \cdot 1 \text{ m}$	l_u	L	I	$\Delta I = 0,05 - 0,15 \text{ l}$	l_i	Q	c	Re	Δ	Δ/D	λ	$L_c = (1,05-1,15)L$	Δh_f	ΔE_c	ΔC_o	$Z = \Delta C_o + l_i$
	mm	mm	kgf/ml	lei/ml	m	lei	lei	lei	m ³ /s	m/s	-	mm	-	-	m	m	kWh	lei	lei
1																			
2																			
3																			
...																			
n																			

Dintre acestea unele se reduc o dată cu creșterea diametrului conductei, iar altele sporesc datorită creșterii consumului de metal. Metoda constă în a exprima cheltuielile anuale ale unei stații în funcție de diametrul conductei, pentru ca diametrul D_{ec} să rezulte din anularea derivatei întâi a funcției diametrului.

4.8.2. Calculul diametrului economic pentru conductele gravitaționale

În acest caz se consideră ca optim economic, diametrul ce realizează un minim între suma cheltuielilor anuale reprezentând energia pierdută și cele datorate investițiilor.

În tabelul 4.20 se prezintă modelul de calcul pentru determinarea diametrului economic la conductele gravitaționale.

4.8.3. Calculul diametrului economic pentru conductele de refulare (conducte funcționând prin pompare)

Pentru conductele de refulare (conductele funcționând prin pompare) metodologia de calcul este axată pe calculul cheltuielilor anuale, Z determinându-se prin calcul diametrul pentru care se realizează Z_{min} (vezi tabel 4.22).

Pentru un calcul în scop didactic, investiția unitară în conductă se poate calcula cu relația:

$$I_u = (1 + 01) \pi D t \gamma_0 p_c \cdot 1 \text{ ml conductă}$$

în care: D – diametrul conductei;

t – grosimea pereților conductei;

$\gamma_0 = 7,85 \text{ kgf/dm}^3$, greutate specifică a conductei confecționată din oțel;

p_c – prețul conductei (lei/kg)

Se suplimentează greutatea unui metru liniar de conductă cu 10% datorită costurilor ranforsărilor și reazemelor de sprijin. Grosimea pereților conductei în funcție de diametru se poate lua corespunzător tabelului 4.21.

Tabel 4.21

Grosimea pereților conductei în funcție de diametrul interior al acesteia

D	mm	1100–1700	1700–2100	2200–2300	2400–2800	2900–3000
t	mm	5	6	7	8	9

Cu D economic calculat valoarea se alege conform STAS și se calculează

$$C_{ec} = \frac{4 Q_{\text{conductă}}}{\pi D_{ec}^2}$$

Tabel 4.22

Calculul diametrului economic la conductele cu funcționare prin pompare, la stațiile de pompare

Nr. crt.	Debitul		Pompe în paralel		Volum pompat		D	L	Investiții				H_g	$h_{r\text{ STP}}$	$h_{r\text{ cond ref}}$						η		E^c	C^c	$A + R_k + I_c = 4\% I_i$	$C_a = C_o + (A + R_k + I_c)$	$1/T_i \cdot I_i$	lei	30	
	Q_{STP}	Q_{cond}	Q_p	Pompe în paralel	Total anual	pe pompe			I_r	I	$\Delta I = (0,05-0,15) I$	I_i			Δ	Δ/D	Re	λ	L^c	r_{rel}	$H_p = H_g + h_{r\text{ STP}} + h_{r\text{ li}}$	η_p								η_o
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		
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	buc.	m^3	m^3	mm	m	lei/ml	lei	lei	lei	m	m	mm	-	-	-	-	m	m	m	%	%	kWh	lei	lei	lei	lei	

ELEMENTE DE DIMENSIONAREA CLĂDIRILOR STAȚIILOR DE POMPARE

5.1. GENERALITĂȚI

Stabilirea dimensiunilor clădirilor stațiilor de pompare se face în funcție de dimensiunile de gabarit ale utilajelor și instalațiilor ce urmează a se monta, precum și în funcție de spațiile libere minime necesare deservirii în condiții de asigurare a securității muncii pentru personalul de exploatare.

Spațiile libere minime necesare sunt stabilite prin acte normative atât pentru agregatele de pompare cât și pentru instalațiile electrice.

În normele republicane se prevede ca utilajele și mașinile să fie astfel amplasate încât între gabaritul lor funcțional maxim și pereții sau stâlpii clădirii să existe o distanță în plan de cel puțin 80 cm.

Pentru distanțele dintre mai multe utilaje deservite de o singură persoană aceste spații nu trebuie să fie mai mici de 50 cm.

5.2. DIMENSIUNI ÎN PLAN ORIZONTAL

Spațiile destinate amplasării agregatelor de pompare cu ax orizontal, precum și dimensiunile sălilor pentru pompele verticale și ale sălilor motoarelor lor de antrenare se stabilesc funcție de gabaritele lor și ale instalațiilor auxiliare, corelat cu spațiile impuse tehnologic pentru funcționare și cu asigurarea spațiilor libere, minime necesare de deservire. Alegerea schemei tehnologice de amplasare în plan se face pe baza criteriilor de optimizare care să conducă la investiție minimă în construcții (în majoritatea cazurilor cu suprafața minimă construită).

Amplasarea în plan a agregatelor de pompare cu ax orizontal se face în general pe un rând sau două, cu orientare paralelă sau oblică față de axa clădirii. În general, dispunerea pe un rând se întâlnește în stații echipate cu cel mult 4–5 agregate cu ax orizontal; la un număr mai mare apare rațională așezarea pe două rânduri.

Pentru agregatele cu ax vertical, din motive funcționale, așezarea se va face pe un rând perpendicular pe direcția de acces a apei; fac excepție agregatele de pompare mici, în special la stații de punere sub presiune a rețelilor de conducte îngropate pentru irigație, la care se practică așezarea pe două rânduri paralele cu direcția de acces a apei.

Distanțele informative maxime libere din stațiile de pompare (în cm) se recomandă a se adopta conform indicațiilor din tabelul 5.1, în funcție de debitul pompelor și funcție de tensiunea de alimentare a electromotoarelor.

La stațiile echipate cu agregate verticale în „camera udă” se stabilesc mai întâi dimensiunile infrastructurii pe criterii tehnologice de asigurare a condițiilor optime hidraulic de funcționare a pompelor (tabelul 5.2) și apoi se verifică distanțele minime pe baza

recomandărilor din tabelul 5.1. În cazul echipării cu agregate verticale în „camera uscată”, dimensiunile în plan ale infrastructurii sunt dictate de proiecția în plan a „aspiratoarelor”, a agregatelor în sine și a tuturor instalațiilor de bază și auxiliare, cu asigurarea în același timp a spațiilor libere minime necesare exploatarei. Urmează a se determina apoi dimensiunile solicitate de electromotoare funcție de gabaritul lor și de spațiile libere necesare, urmând a se opta pentru dimensiunile care satisfac toate condițiile de la cele două nivele (al pompelor și al electromotoarelor).

Dimensiunile „camerelor ude” ale pompelor verticale și dimensiunile „aspiratoarelor” pompelor verticale instalate în „camere uscate” se stabilesc de către fabricanții respectivelor utilaje.

La stațiile de pompare cu agregate instalate la sol, în aer liber, se recomandă a se asigura aceleași distanțe libere indicate în tabelul 5.1 cu mențiunea că, gardul împrejuririi, se asimilează cu peretele de clădire. Distanțele până la gard vor fi mărite cu 20–30 cm față de distanțele similare până la pereți.

La stațiile echipate cu agregate de pompare având ax vertical, cu motoarele instalate în aer liber, condiția de spațiu liber în jurul motoarelor se recomandă a fi de 50 cm (în majoritatea cazurilor aceste distanțe rezultă mai mari de 50 cm din condițiile impuse de hidrodinamica camerelor ude în care se instalează pompele).

Tabel 5.1

Distanțe libere minime recomandate pentru electropompe cu puterea mai mare de 15 kW

Distanța		Q _p (l/s)					
		≤ 500		500–1500		> 1500	
de la	la	0,4 kV	6 kV	0,4 kV	6 kV	0,4 kV	6 kV
lateral utilaj	utilaj sau instalații	50	60	70	80	100	120
	perete	50	60	60	70	80	100
capăt utilaj	utilaj sau instalații	50	60	60	70	80	100
	perete	50	60	50	60	60	80
utilaj	tablou electric	80	200	80	200	80	200
Caz particular = în spațiul de acces se află o conductă sau o armătură, cu partea superioară situată față de pardoseală la o înălțime (H):		> 50 cm		se asimilează cu cazurile de distanțe până la perete precizate mai sus.			
		≤ 50 cm		se majorează spațiul determinat ca mai sus cu jumătate din gabaritul armăturii sau din diametrul conductei.			

În cazuri particulare, dimensiunile libere din jurul agregatelor se pot micșora sub 50 cm; în aceste cazuri se prevăd amenajările care să nu permită accesul personalului în respectivele spații reduse, pe timpul cât utilajele se află în funcțiune, sau sunt sub tensiune. Pentru pompe și instalații de conducte cu armături, se admit și spații mult micșorate, de preferință numai local.

Pentru agregatele sau echipamentele cu puterea mai mică de 15 kW, se admite accesul personalului numai pe una din laturi în condiții de securitate, iar pe cele trei se asigură numai spațiile minime necesare intervențiilor (10–30 cm), cu acces permis numai în timpul nefuncționării respectivelor agregate. În atare situații se permite și instalarea „în pereche” pe fundație sau postament comun a agregatelor. Pentru instalațiile de ridicare și transport spațiile necesare sunt dictate de gabaritul lor general, la care se adaugă spațiul de siguranță minim față de proeminențele construcțiilor. Spațiul de siguranță este stabilit prin acte normative și este în medie de 10 cm. La podurile rulante mari se va asigura uneori în lungul unei căi de rulare un culoar de acces cu o lățime liberă de 40 cm pentru eventualele intervenții.

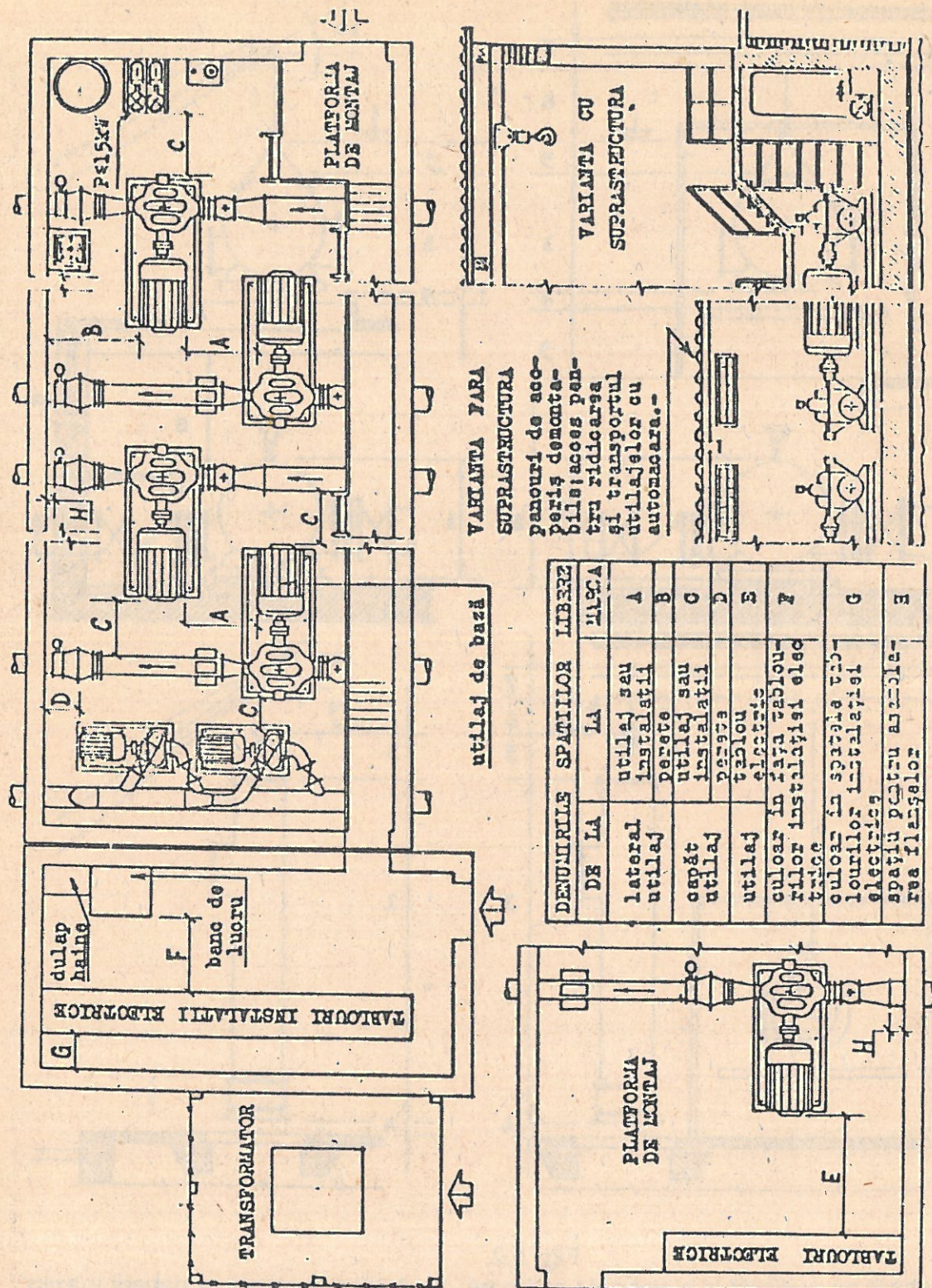
În figura 5.1 se ilustrează câteva din principalele dimensiuni care conduc la determinarea gabaritelor în plan ale stațiilor de pompare echipate cu agregate având ax orizontal.

5.3. DIMENSIUNI ÎN PLAN VERTICAL

Dimensiunile în plan vertical se stabilesc în funcție de situația locală topografo-geotehnică, corelată cu nivelurile caracteristice ale apei la aspirație și la refulare și analizate în paralel cu condițiile de amplasare recomandate de furnizor pentru utilajul ales. Totodată se analizează și se stabilesc dimensiunile clădirii astfel încât să se asigure montarea, demontarea și transportul (cu aparate de ridicare adecvate) a tuturor echipamentelor din stație.

Pentru pompele cu ax orizontal se determină mai întâi cota axului pompei din condiția evitării fenomenului de cavitație în cea mai defavorabilă situație de exploatare. Stabilirea cotei axului pompelor instalate deasupra nivelului minim din sursă se face avându-se în vedere $N_a^{\min}$, nivelul minim în sursă (micșorat cu cca 20 cm pentru neuniformitate și siguranță) pierderile de sarcină pe întreg traseul de la sursă până la pompa h_{ra} și înălțimea de aspirație maxim admisibilă respectiv $NPSH_p$ corespunzătoare debitului maxim întâlnit în timpul exploatării. Se recomandă ca în cazul în care furnizorul precizează înălțimea de aspirație sub forma grafică (direct $NPSH_p = f(Q)$ sau prin $NPSH - \text{disponibil}$) să se diminueze $H_{ga \max}$ cu 50 cm; în cazul în care furnizorul dă numai indicații generale (chiar dacă le garantează printr-un act oarecare), să se ia în considerare o înălțime de aspirație maxim admisă ($H_{ga \max}$) diminuată cu 70–80 cm. În cazul în care pompa se instalează „înecat” se recomandă ca punctul superior al carcasei să se afle cam la aceeași cotă cu nivelul minim din sursă; se verifică și în acest caz înălțimea de aspirație maxim admisibilă.

Cota pardoselii finite se determină pornind de la cota axului pompei, din care se scade distanța de la ax la partea de jos a batiului și apoi se scade înălțimea soclului de circa 10–15 cm. Se atenționează că la determinarea cotei pardoselii brute se va ține seama de grosimea betonului care se aplică peste acesta (pentru asigurarea pantelor de scurgere către bazele de epuismen de circa 10–20 cm) de grosimea stratului de finisare (de cca 2 cm).



DENUMIRILE SPATIILOR LIBERE			MADECA
DE LA	LA		
lateral utilaj	utilaj sau instalatii	A	
capăt utilaj	perete	B	
	utilaj sau instalatii	C	
	perete	D	
	tablou electric	E	
	culoar în fața tablourilor instalatiilor electrice	F	
	culoar în spatele tablourilor instalatiilor electrice	G	
	spațiu pentru aranjarea flanzelor	H	

Fig. 5.1.

Dimensiuni principale pentru determinarea cotelor în plan la stații de pompare cu pompe orizontale.

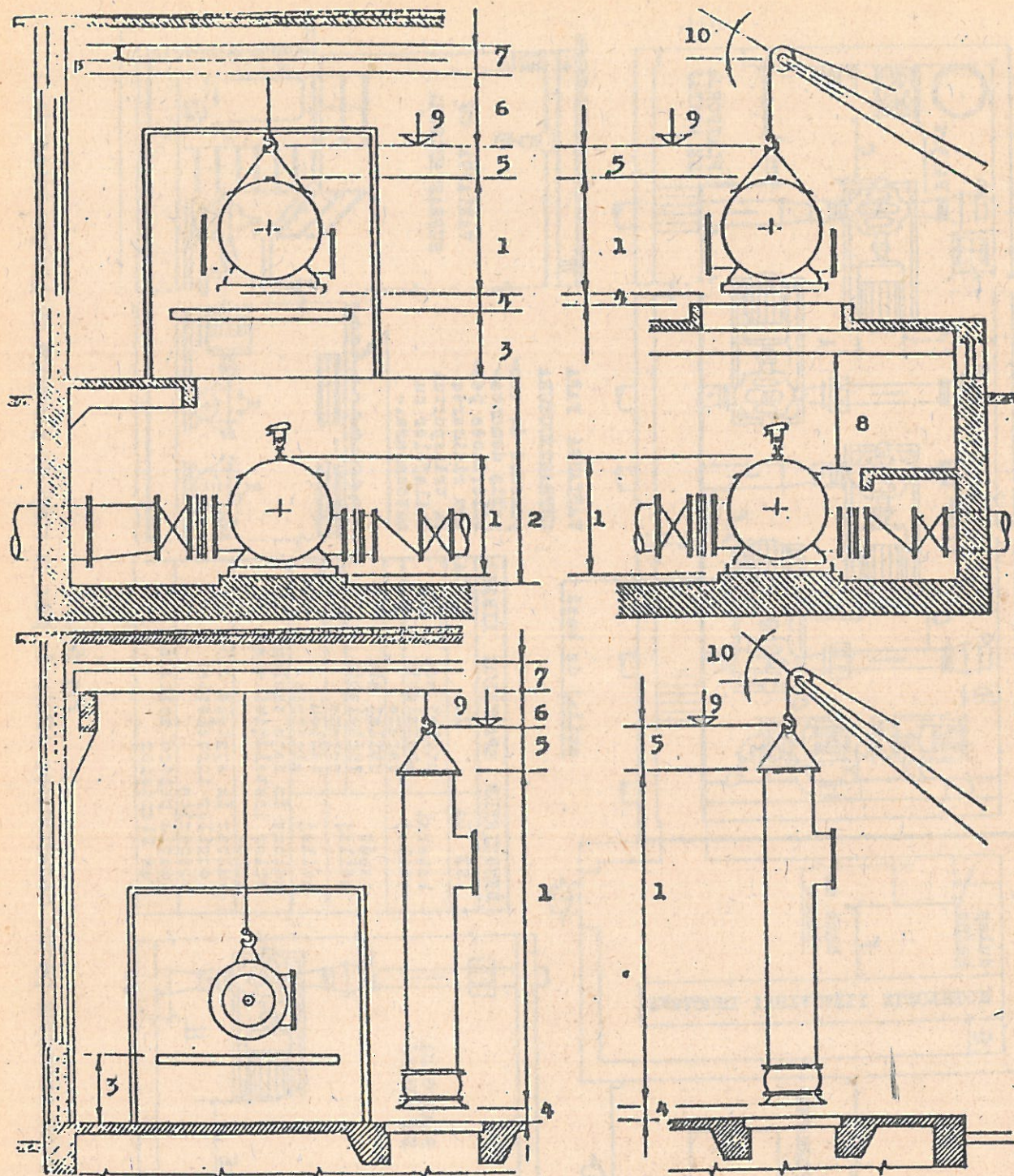


Fig. 5.2.

Cote de gabarit pe verticală la o stație de pompare: 1 – înălțimea piesei cu gabarit maxim; 2 – adâncimea cuvei stației; 3 – înălțimea platformei mijlocului de transport; 4 – spațiu de siguranță; 5 – înălțimea de legare; 6 – înălțimea pierdută a instalației de ridicare; 7 – gabaritul total vertical cerut de instalația de ridicare; 8 – înălțimea liberă minimă necesară pentru accesul personalului; 9 – cota maximă superioară a cârligului automacaralei în condițiile locale ale amplasamentului; 10 – unghi rezultat din condițiile de amplasare a automacaralei, la care se verifică capacitatea de ridicare.

Determinarea înălțimii utile a construcției stațiilor echipate cu pompe având ax orizontal se face în corelație cu cota stabilită pentru pardoseală, cota terenului natural, cota platformei amenajată în jurul stației și însemnarea pe verticală a tuturor gabaritelor date de utilajul montat, utilajul în transport suspendat de aparatul de ridicare prevăzut și toate celelalte distanțe indicate schematic în figura 5.2. Se ține seama de asemeni de poziția pe verticală a platformei pe care are acces mijlocul de transport rutier, cu satisfacerea condiției de încărcare și descărcare directă.

Pentru pompele cu ax vertical (instalându-se totdeauna cu rotorul înecat față de nivelul minim din sursă) se procedează ca la pompele cu ax orizontal „îneckate” cu mențiunea că se va coborî rotorul sub nivelul minim din cuvă cu adâncimea de încărcare H_{ga} precizată de furnizor, majorată cu pierderea de sarcină locală la trecerea apei din camera udă în pâlnia de aspirație a pompei. La pompele instalate în stații de pompare tip bloc, se va ține seama de pierderea de sarcină calculată pentru întregul traseu al aspiratorului până la racordarea cu flanșa de aspirație a pompei. Odată stabilită cota planului de referință al rotorului (plan precizat de furnizor) restul gabaritelor se determină în principiu similar ca la stațiile de pompe având axul orizontal.

Pentru pompele instalate în camera „umedă” s-a dat informativ în tabelul 5.2 distanța liberă care trebuie să se asigure între pardoseala finită a camerei și planul orizontal de intrare în pâlnia de aspirație.

În camerele umede ale pompelor verticale, în special la cele la care aducțiunea se face prin conducte sub presiune sau sifonate, apar la pornire coborări ale nivelului apei (salt negativ) care pot stânjeni funcționarea, fie prin intrarea aerului în pompe, fie prin dezamorsarea sifoanelor. Din această cauză se efectuează calculul respectiv și dacă este nevoie se mărește suprafața în plan a camerei pentru a mări volumul până la obținerea unui salt negativ nepericulos. În primă aproximație se poate considera ca suficient un volum al camerei care să asigure funcționarea pompei timp de $T = 15$ secunde la debitul nominal $V_c = Q_p T$ (m^3).

La stabilirea cotei planșeului pe care se instalează motoarele se va ține seama de lungimile normalizate de furnizor pentru pompele respective și de cota platformei din jurul stației. La stațiile cu „camera umedă” se va ține seama și de nivelul maxim al apei din sursă. La stațiile cu conducte lungi de aducțiune este necesar să se verifice și înălțimea saltului pozitiv care apare la oprirea pompelor astfel încât să nu se pună sub presiune planșeul pe care se instalează motoarele.

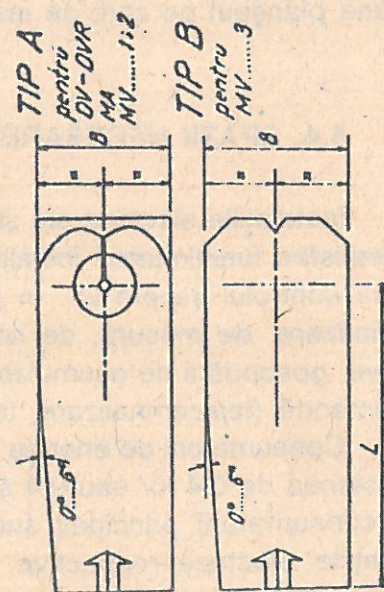
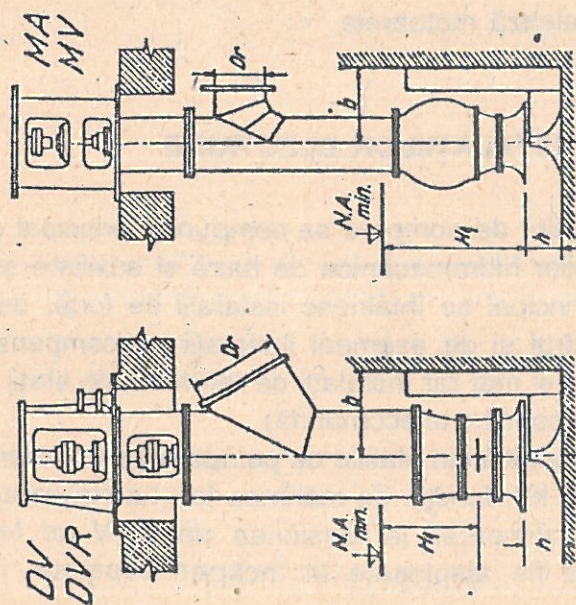
5.4. SPAȚII NECESARE INSTALAȚIILOR ELECTRICE

Instalațiile electrice ale stațiilor de pompare se compun în principal din instalațiile care satisfac funcționarea instalațiilor hidromecanice de bază și auxiliare și de asemeni asigură controlul asupra lor. În principal se întâlnesc instalații de forță, de iluminat, de automatizare, de măsură, de control și de asemeni instalații de compensare a puterii reactive, gospodării de acumulatori și mai rar instalații de telefonie (la stații mari) sau de telecomandă (telesemnalizare, telecontrol, telecomandă).

Consumatorii de energie electrică din stațiile de pompare sunt alimentați de obicei la tensiunea de 0,4 kV sau 0,4 și 6 kV, funcție de mărimea lor. La stațiile de pompare la care consumatorii principali sunt alimentați la tensiunea de 6 kV se recomandă ca instalațiile electrice respective să fie amplasate în încăperi separate, în funcție de tensiunea de alimentare.

Gabaritele principale ale camerelor umede cu pompe DV, DVR, MA, MV

TIPUL POMPEI	Dimensiuni în centimetri					
	Dr	h	b	B	L	Hi
DV 30	30	25	50	100	200	60
DV 35	40	30	60	120	240	80
DV 47	50	37	75	150	300	100
DV 60						
DV 70	70	50	100	200	400	100
DV 87	90	65	120	250	500	150
DV 110	120	85	160	320	640	200
DV 145						
MA 150	15	12	25	45	90	50
MA 200	20	15	30	60	120	60
MV 250	25	20	35	70	140	100
MV 300	30	25	40	80	160	120
MV 400	40	30	60	120	240	150
MV 500	50	37	75	150	300	150
MV 600	60	40	80	160	320	170
MV 800	80	55	110	220	440	200
MV 1000	100	70	140	280	560	250
MV 1200	120	85	160	320	640	270
MV 1400	140	95	190	380	760	300
MV 1600	160	105	220	440	880	320
MV 1800	180	120	250	500	1000	350
MV 2000	200	130	270	550	1100	450
MV 2200	220	140	300	600	1200	450



Întregul echipament al instalațiilor electrice trebuie să fie ales, dimensionat și montat, astfel încât să corespundă din toate punctele de vedere cerințelor și regimurilor de exploatare și funcționare în condițiile de mediu în care sunt instalate; la montare este obligatoriu să se respecte cu strictețe instrucțiunile date de furnizorul respectivelor echipamente.

Spațiile necesare amplasării aparatajelor și instalațiilor electrice, a zonelor de siguranță, precum și spațiile minime necesare supravegherii și manevrării lor se stabilesc pe baza gabaritelor lor (în plan orizontal și vertical).

Alegerea locurilor de amplasare a instalațiilor electrice trebuie făcută luând în considerare toți factorii care condiționează din punct de vedere tehnic și economic variantele posibile, cu respectarea strictă a regulilor de protecție și igienă a muncii și de pază contra incendiilor.

Instalațiile electrice ale stațiilor de pompare pot fi de tip exterior (pentru exploatare în aer liber) sau de interior în care caz se amplasează în spații construite și destinate acestui scop.

La stațiile de pompare de putere foarte mică și adesea la stațiile de pompare de alimentare care deservește rețele de conducte pentru irigație, instalațiile electrice se realizează în cutii capsulate sau tablouri de construcție specială, amplasate în aer liber, fără a fi necesare clădiri pentru adăpostirea lor. Adoptarea unor scheme tehnologice pentru instalații, care să nu necesite clădiri pentru adăpostirea lor, este evident dependentă de existența fabricării aparatajelor care să se preteze la astfel de exploatare (în aer liber sau în cutii capsulate sau tablouri tip pentru exterior).

Toate instalațiile electrice de tip exterior se concep astfel încât să fie permis accesul numai pentru personalul de exploatare.

Teritoriul pe care se amplasează instalațiile electrice de exterior trebuie să fie delimitate printr-un gard înalt de 2 m (din materiale incombustibile) deasupra căruia se adaugă trei rânduri de sârmă ghimpată; fac excepție de la această regulă posturile de transformare instalate pe stâlpi.

În general, instalațiile electrice ale stațiilor de pompare sunt adăpostite în spații care fac corp comun cu clădirea stației de pompare sau în clădiri separate destinate special acestui scop.

Ținând seama de prevederile actelor normative în vigoare și având în vedere dimensiunile de gabarit aproximative ale echipamentelor electrice în tabelul 5.3 se dau unele indicații orientative privind mărimea spațiilor necesare instalațiilor electrice.

5.5. SPAȚII NECESARE PENTRU ALTE INSTALAȚII

În funcție de particularitățile schemei tehnologice ale fiecărei stații de pompare în parte, apar ca necesare și unele instalații auxiliare care se amplasează în afara clădirii stației. Caracteristicile și mărimea acestor instalații sunt foarte variate și se tratează de la caz la caz; în cele ce urmează se dau câteva indicații privind spațiile necesare.

5.5.1. Alimentare cu apă tehnologică

Necesitatea alimentării cu apă tehnologică apare la stațiile de pompare echipate cu agregate de pompare pentru care furnizorul indică ca ungerea lagărelor să se facă cu

Tabel 5.3 -

Dimensiuni orientative nete ale spațiilor destinate instalațiilor electrice

Nr. crt.	Destinația încăperii		Mărimea în cm sau relația de determinare
1.	sală pentru celule de 20 kV	L	una celulă 350 două celule 560 trei celule 825
		B	350
		H	încăpere situată „la etaj” 380 încăpere situată „la sol” 650
2.	Sală pentru celule de 6 kV	L B H	85 × (3 + nr. motoare) 450 280
3.	Sală pentru tablouri de 0,4 kV	L	$P \leq 45 \text{ kW:}$ 260 + 80 n/3
			$55 \leq P \leq 200 \text{ kW}$ 260 + 80 n/2
			$P \geq 250 \text{ kW}$ 260 + 80 n
		B H	350 300
4.	Camera de comandă la stații mari (motoare cu P = 1600 kW)	L B H	700 + 100 × nr. motoare (600) 500... 450 300... 280
5.	Sala condensatorilor pentru compensarea puterii reactive la motoare asincrone alimentate în 6 kV	L × B H	$0,04 \sum P_a = m^2$ 280
6.	Gospodăria de acumulatori pentru 220 V = două camere	L × B	stații mici și mijlocii 24 V ≈ 3 m ²
	stații mari 220 V total ≈ 25 m ²		
	pentru 24 V = una cameră	H	280
OBSERVAȚIE:		„la etaj” – încăpere situată deasupra unei încăperi parter față de cota platformei din jurul stației	
L – lungimea		n/3; n/2 – în care „n” reprezintă numărul motoarelor (raportul se rotunjește în plus la numere întregi)	
B – lățimea			
H – înălțimea			
P – putere instalată			
P _a – putere absorbită			

apă curată. În general se folosește apă din rețeaua hidrotehnică deservită, din care se rețin particulele solide dăunătoare, cu ajutorul unor filtre individuale, amplasate în clădirea stației de pompare. În unele cazuri se prevăd instalații de îmbunătățirea calității apei cu decantoare simple sau cu decantoare și filtre (lente sau rapide). Suprafața ocupată în plan de decantoare sau filtre este direct proporțională cu debitul tranzitat prin instalația respectivă.

5.5.2. Regularizarea debitului

La stațiile de pompare pentru punerea sub presiune a rețelelor de conducte pentru aspersiune (SPPA) se utilizează curent pentru regularizarea debitului, recipienti hidrofor cu capacitatea totală de 30 m^3 , în construcție orizontală, amplasați pe fundații de beton. Suprafața netă în proiecție orizontală a unui astfel de hidrofor este de cca 21 m^2 ($9,2 \times 2,3 \text{ m}$), iar suprafața totală necesară, inclusiv spațiul de circulație în jurul său este de cca 50 m^2 .

5.5.3. Atenuarea oscilațiilor de presiune în conductele de refulare

Procedeele de atenuare a oscilațiilor de presiune sunt multiple, ele putându-se grupa în două categorii principale din punct de vedere al spațiilor necesare și anume:

- cele pentru care nu sunt necesare spații suplimentare deoarece se instalează pe conducte (dispozitive sau instalații de introducere a aerului sau de evacuare a apei etc.);

- cele pentru care sunt necesare spații proprii, amplasându-se în vecinătatea conductelor (bazine deschise sau rezervoare metalice închise subterane sau supraterane pentru introducerea apei în conductă). La stațiile mici și medii de obicei se folosește procedeul de rezervoare metalice uzinate sau confecționate din conducte metalice instalate subteran și mai rar suprateran.

Dimensiunile se stabilesc de la caz la caz – funcție de calitățile tehnologice respective, fixate prin calculul analitic al loviturii de berbec de către institutele de specialitate.

5.5.4. Gospodăria de lubrifianți

În cazul stațiilor de pompare echipate cu agregate mari, în special la cele cu pompe având axul vertical și motoare care au lagăre de alunecare, sunt necesare cantități importante de ulei. Rezerva de ulei „un plin” al tuturor „băilor” precum și depozitul de ulei folosit („ars”) se acumulează în rezervoare metalice amplasate la sol, în afara clădirii stației de pompare.

În imediata vecinătate a acestor rezervoare se amplasează pompele necesare circulației uleiului respectiv în și din mijlocul de transport precum și pentru umplerea băilor lagărelor de alunecare. Suprafața brută a gospodăriei (în aer liber) se delimitează pe

contur cu gard înalt, confecționat din plasă de sârmă ghimpată, iar la partea superioară cu trei rânduri din sârmă ghimpată. Suprafața îngrădită este de cca 50–100 m² pentru o stație de pompare.

5.5.5. Spații și amenajări pentru personalul de exploatare

Pentru asigurarea condițiilor de igienă și confort necesare personalului de exploatare, se prevăd prin proiectare spațiile și amenajările necesare în concordanță cu mărimea fiecărei stații și în funcție de depărtarea la care este situată față de cea mai apropiată localitate.

La stațiile de pompare importante, uneori prin înțelegere prealabilă cu beneficiarul de dotare, se asigură spațiile specificate mai jos în ordinea priorității:

1 – grup sanitar complet cu vestiar, WC, lavoar și duș prevăzut cu instalație de apă potabilă, apă caldă și canalizare (25–35 m²);

2 – atelier pentru lucrări de complexitate mică și medie, cu specific mecanic și electric (30–40 m²);

3 – magazii pentru materiale și piese de schimb (10–25 m²);

4 – camera sau camere de odihnă – repaos (10–30 m²);

5 – spațiu cu dotările necesare pentru pregătirea hranei și servirea mesei în condiții igienice (18–20 m²);

6 – cameră birou de dimensiuni minimale (10–25 m²).

La stațiile de importanță medie se asigură de regulă primele patru utilități nominalizate la stațiile importante, cu reducerea corespunzătoare a suprafețelor, uneori cu combinarea pozițiilor 2 și 3 iar la grupul sanitar renunțându-se la duș și la instalația de apă caldă.

Ultimele două amenajări sunt facultative și se asigură numai dacă din ansamblul clădirii rezultă unele zone care pot fi amenajate cu investiții reduse (simple compartimentări).

La stațiile mici și în special la stațiile de punere sub presiune a rețelelor de conducte pentru irigație spațiul pentru personal se asigură prin mărirea cu câțiva metri pătrați a camerei în care se amplasează tablourile electrice (pentru masă, scaun și dulap).

5.5.6. Amenajări diverse

În conformitate cu prescripțiile tehnice de specialitate din diverse acte normative în concordanță cu situația particulară a amplasamentului în relație cu dimensiunile geometrice ale sursei și corelat cu indicațiile de instalare a agregatelor de pompare alese, apar necesare unele amenajări în zona stației de pompare nominalizate după cum urmează:

1. Racordarea la căile de comunicație (drum simplu).

2. Organizarea platformei din zona stației (în rambleu sau în debleu), pentru racordarea lucrărilor la cota terenului natural.

3. Rampa de acces la platforma stației.

4. Lucrări de apărare împotriva inundațiilor și anume digulețe de gardă și colectoare, rigole de incintă cu scurgere asigurată etc.

5. Alei de acces și trotuare (facultativ).

6. Plantații – se întâlnesc rar și numai în situații deosebite.

7. Împrejmuirile minime necesare securității construcțiilor și instalațiilor prin interdicția accesului persoanelor neinstruite.

8. Pentru a se putea asigura condiții de exploatare pe timpul nopții se prevede la fiecare stație instalația necesare de iluminat electric exterior, care vizează în primul rând locurile periculoase.

9. La fiecare stație în funcție de mărimea sa, se prevede dotarea cu materiale unelte și aparate necesare intervențiilor în caz de incendii incipiente; toate acestea se amplasează în locurile stabilite cu organele de specialitate, majoritatea lor grupându-se în panouri centralizate.

A. Înainte de a începe lucrările de proiectare și execuție, se va realiza o studiu de fezabilitate, care să cuprindă următoarele aspecte:

1. Studiu de teren - se va realiza o vizită de teren în zona în care se va realiza proiectul, pentru a se cunoaște relieful, starea de conservare a monumentului și împrejurimile acestuia.
2. Proiect de amenajare - se va realiza un proiect de amenajare a zonei în care se va realiza proiectul, care să cuprindă toate aspectele necesare pentru realizarea proiectului.
3. Proiect de execuție - se va realiza un proiect de execuție, care să cuprindă toate aspectele necesare pentru realizarea proiectului.

Pe baza studiului de fezabilitate și a proiectelor de amenajare și execuție, se va realiza o licitație pentru realizarea proiectului.

BAZINE DE ASPIRAȚIE ȘI REFULARE LA STAȚIILE DE POMPARE

6.1. BAZINE DE ASPIRAȚIE

Bazinele de aspirație pot fi diferențiate prin modul de acces al apei la pompe și poziția lor față de sursă sau canal. Se prezintă câteva tipodimensiuni mai des întâlnite, pentru care se dă domeniul de aplicare și formulele de dimensionare, toate având la bază elemente de teorie și încercări pe modele de laborator.

În tabelele 6.1 + 6.5 se precizează dimensionarea locală și de ansamblu a acestor tipuri mai des întâlnite de bazine de aspirație.

Tipurile de bazine A_0 , A_1 se întâlnesc la stațiile de pompare mici de medie și înaltă presiune pentru care coeficientul de captare este $\frac{Q_{\text{canal}}}{Q_{\text{STP}}} \leq 0,4$. În acest caz agregatele de pompare sunt cu ax orizontal.

Tipurile A_2 , A_3 se întâlnesc la stații de pompare de orice mărime, iar tipul A_2 numai pentru stațiile echipate cu pompe verticale.

Dacă în cameră este necesară reținerea particulelor de dimensiuni mici, după grătare se prevăd site cu ochiuri pătrate. În secțiunea de amplasare a sitelor, avancamerele, din motive constructive au secțiune rectangulară, cu pereți verticali și rădierul orizontal. Determinarea suprafeței brute necesare se face prin verificarea vitezei în amonte de sită corespunzător nivelului la care se face dimensionarea.

Această viteză nu trebuie să depășească 0,30 m/s. Viteza de trecere a apei prin sită rezultă:

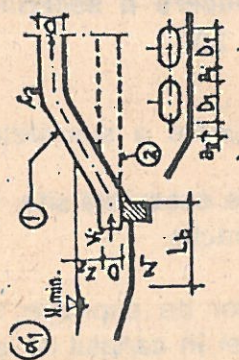
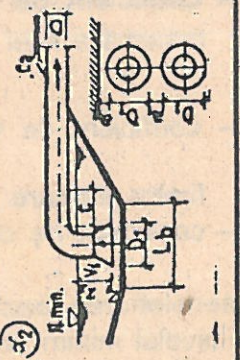
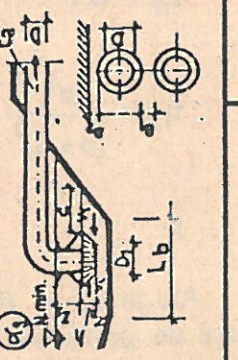
$$v_s = \frac{Q}{A_s \eta_1 \eta_2 \eta_3 \mu} \quad (\text{m/s})$$

- în care $\eta_1 = 0,9$ – coeficient de reducere a secțiunii sitei datorită ramei de contur și a elementelor intermediare de consolidare;
- $\eta_2 = 0,7$ – coeficient de reducere a secțiunii sitei pentru o înfundare maximă a sitei de 30%;
- $\eta_3 = \frac{b^2}{(b+d)^2}$ – coeficient de reducere a suprafeței datorită diametrului d al firelor din care este executată sita, iar b latura netă a ochiului;
- μ – coeficient de contracție.

Alegerea și dimensionarea bazinelor de aspirație se face în funcție de tipul utilajului de pompare și nivelul minim al apei în canalul de aducțiune.

BAZINE DE ASPIRAȚIE LA STAȚII DE POMPARE

ASPIRAȚIA PRIN CONDUCTE DIN BAZINE ȘI CANALE – DIMENSIONARE LOCALĂ

SCHIȚA DE PRINCIPIU	Viteza admisibilă în aspirator v_1 (m/s)	Garda față de fund z_1 (m)	Încercarea minimă z_2 (m)	Distanța între aspiratoare a_1 (m)	Distanța față de pîciorul taluzului a_2 (m)	c (m)	Lungimea L_b (m)	Alte caracteristici sau date specifice
	0,8...1,0	0,65 D	$\geq D$	0,4 D_1				1) $h_p = 0,27 \left(\frac{\delta}{b} \right)^{4/3} \left(\frac{\Omega}{\Omega_{gr}} \right)^2 v^2$
	0,6...0,8 cu grătar	max. 0,5	min. 0,5	min. 0,5	0,5 a_1	–	2 D_1	2) $h_r = 0,1 \left(\frac{\delta}{b} \right)^{4/3} \left(\frac{\Omega}{\Omega_{gr}} \right)^2 v^2$ δ = diametrul barei; b = interspațiul; Ω = secțiunea conductei; Ω_{gr} = secțiunea liberă în grătar (după înfundare)
	0,5	0,5 D_1	0,5 D_1	0,4 D_1				Se recomandă: $V_1 = 0,8...1,0$ m/s $Q_p \leq 0,8$ m ³ /s $\xi_i = 0,1$
	0,6	0,6 D_1	0,5 D_1					
	0,7	0,7 D_1	1,0 D_1	0,6 D_1	0,5 D_1	3 D_1	2,5 D_1	
	0,8	0,7 D_1	1,2 D_1					
	1,0	0,7 D_1	1,5 D_1	D_1				
	1,5	0,8 D_1	2,0 D_1					
	0,2	0,2 D_1	0,3...0,5	0,5 D_1	D_1	D_1	2,5 D_1	$D_1 = 2,18 D$ $h = 0,545 D$

OBSERVAȚII

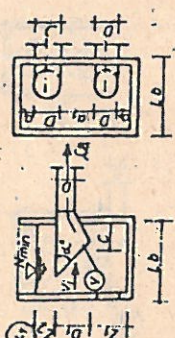
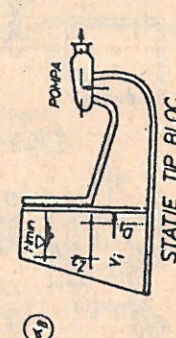
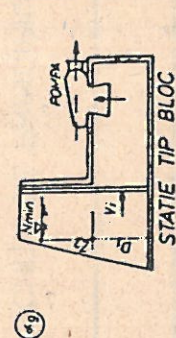
La tipul α_1 cu grătare, viteza v_1 se va reduce cu 25%; h_r – pierderea de sarcină în confuzor și grătar (m)

Tabel 6.2

BAZINE DE ASPIRAȚIE LA STAȚII DE POMPARE									
ASPIRAȚIA DIN AVANCAMERE – DIMENSIONARE LOCALĂ									
SCHIȚA DE PRINCIPIU	Viteza admisibilă în aspirator v_1 (m/s)	Garda față de fund z_1 (m)	Înecarea minimă z_2 (m)	Distanța între aspiratoare a_1 (m)	Distanța față de pilă (culee) a_2 (m)	c (m)	Lățimea avancamere sau cuvei L_p (m)	Alte caracteristici sau date specifice	
	0.3–0.5	0...0.2 m fără aluviuni 0.5–1 cu aluviuni	$\geq D$	(0.5...1)D $a_1 = 0$ (pt. o conductă)	0.5 a_1	–	4 D_1	Avancamera poate face și corp comun cu camera pompelor $\xi_{11} = 0.5$ $\xi_{21} = 0.2$ $\xi_{31} = 0.2$ $\xi_{41} = 0.1$ orientativ	
	0.5	0.5 D_1	0.5 D_1	0.5...0.7) D_1	0.5 a_1	$\leq 0.5 D_1$	$\leq 3 D_1$	$\xi_i = 0.1$ – orientativ	
	0.6	0.6 D_1	0.5 D_1						
	0.7	0.7 D_1	1.0 D_1	$a_1 = 0$ (pt. o conductă)					
	0.8	0.7 D_1	1.2 D_1						
	1.0	0.7 D_1	1.5 D_1						
	1.5	0.8 D_1	2.0 D_1						
				D_1 $a_1 = 0$ (pt. o conductă)	0.75 D_1	$\leq 0.5 D_1$	4 D_1	La depuneri $Z_1 \geq 0.5 - 1.0$ $\xi_i = 0.1$ – orientativ Z_1 poate fi mai mic dacă sub aspirator se pune un ghidaj tronconic	
OBSERVAȚII	Condițiile generale pentru aspiratoarele circulare cu excepția cazurilor când s-a menționat astfel sunt: $D_1 = (1.25...1.4)D$; $c = 1...1.4$ m/s; $V = 0.8...1.0$ m/s.								

BAZINE DE ASPIRAȚIE LA STAȚII DE POMPARE

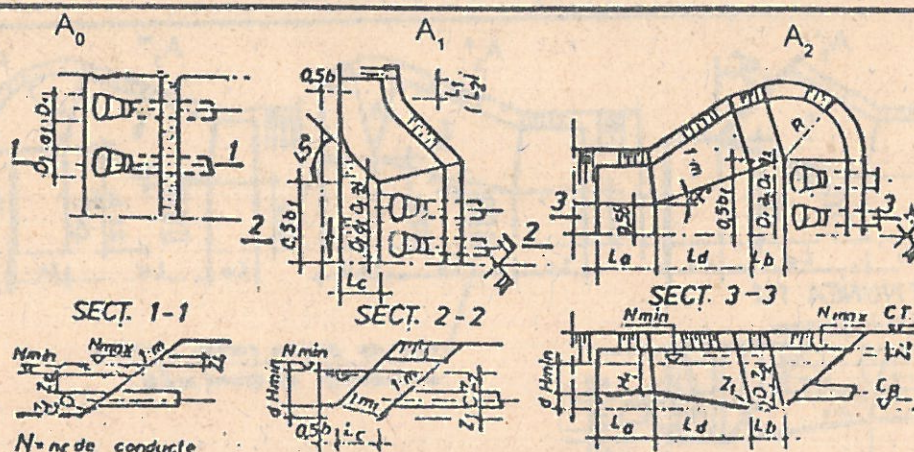
ASPIRAȚIA DIN CUVE - DIMENSIONARE LOCALĂ

SCHITA DE PRINCIPIU	Viteza admisibilă în aspirator v_1 (m/s)	Garda față de fund z_1 (m)	Înecarea minimă z_2 (m)	Distanța între aspiratoare a_1 (m)	Distanța față de perete a_2 (m)	c (m)	Lățimea avansului camerei L_p (m)	Alte caracteristici sau date specifice
	0,50	(1,0...1,5) D_1	0,80	D_1	0,75 D_1	D_1	3 D_1	$\alpha = 45^\circ$ $D_1 = 2 D$
	0,75		0,87					
	1,00		1,05					
	1,25		1,25					
	1,50		1,50					
	1,0	-	0,5...1,0 cu avizul furnizorului pompei	CONSTRUCTIV	CONSTRUCTIV	-	> 3 D_1	
	1,0	-	0,5...1,0 cu avizul furnizorului pompei	CONSTRUCTIV	CONSTRUCTIV	-	> 3 D_1	

BAZINE DE ASPIRAȚIE LA STAȚII DE POMPARE

BAZIN CU ASPIRAȚIE DIRECTĂ, PRIN CONDUCTE

SCHIȚE DE PRINCIPIU



DOMENIU DE APLICARE

Aspirator	ASPIRAȚIE LATERALĂ		ASPIRAȚIE FRONTALĂ	$2\alpha^\circ$
	Dacă $Z_1 + Z_2 + D \leq H_{\min}$	Dacă $Z_1 + Z_2 + D > H_{\min}$		
$\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3$	bazin tip A_0	bazin tip A_1	bazin tip A_2	$\leq 30^\circ$

DIMENSIONARE (în metri)

Dimensionarea locală a aspirației; conform tabel nr. 6.1 în funcție de tipul de aspirator adoptat. Dimensionarea bazinului, indiferent de tipul aspiratorului ($\alpha_1, \dots, \alpha_3$).

$$b_1 = ND_1 + (N-1)a_1 + 2a_2;$$

$$d = z_1 + z_2 + D - H_{\min}$$

$$L_a = (3 \dots 4) H_{\max};$$

$$L_c = m_1 d \text{ în care } m_1 = 5 \dots 7$$

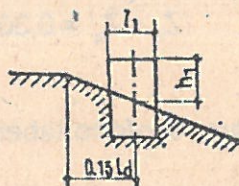
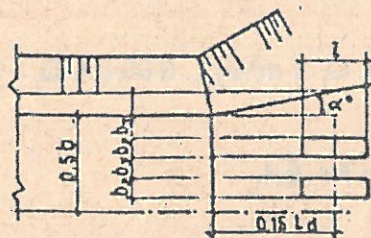
$$L_d = 1,9(b_1 - b); \text{ (corespunde lui } 2\alpha \leq 30^\circ)$$

$$H_1 = H_{\max} + Z_4; Z_4 = 0,30 \text{ (pentru } Q \leq 1 \text{ m}^3/\text{s}) \dots 0,60 \text{ (pentru } Q > 30 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$R' = m(C_T - C_B)$$

$$L_1 \leq 1,5 H_{\max} \text{ (amonte); } L_2 \leq 3 H_{\max} \text{ (aval);}$$

Notă. Spectrul curenților se poate îmbunătăți simțitor dacă transversal bazinului se prevăd pile de dirijare conform următoarelor recomandări:



$$b_2 = (0,8 \dots 1,0) \text{ metri}$$

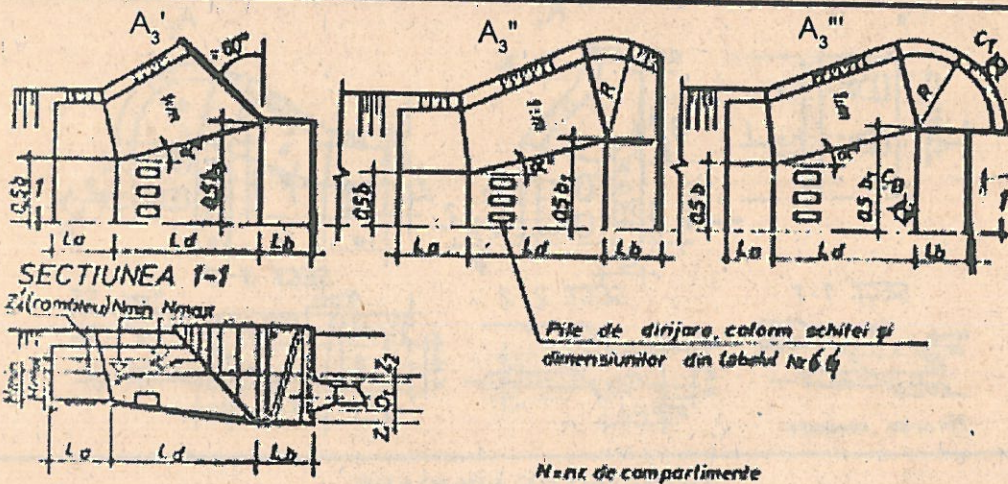
$$b_3 = 1,75 b_2$$

$$l_1 = b_3$$

$$h_1 = (0,3 \dots 0,5) H_{\min}$$

OBSERVAȚII

Schițele sînt prezentate pentru aspiratorul tip α_1 (tabelul nr. 6.1).

BAZINE DE ASPIRAȚIE LA STAȚII DE POMPARE			
BAZIN DE ASPIRAȚIE CU AVANCAMERE ȘI CUVE			
SCHIȚE DE PRINCIPIU			
			
DOMENIU DE APLICARE			
Avancameră tip	V_i – (m/s)	Aspirație	$2\alpha^\circ$
$\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3$	Conform tabelelor Nr. 6.2; 6.3	Frontală	$\leq 30^\circ$
DIMENSIONARE ÎN METRI			
Dimensionarea locală a aspirației, conform tabelelor nr. 6.2 și 6.3, în funcție de tipul avancamerei. Dimensionarea bazinului, indiferent de tipul avancamerei ($\alpha_1, \dots, \alpha_3$) se prezintă mai jos: $b_1 = NB_1 + (N-1)g$ $L_a = (3 \dots 4)H_{\max}$ $H_1 = H_{\max} + Z_4$ $R = m(C_T - C_B)$ B1 – deschiderea unui compartiment g – grosimea pilei (constructiv) $L_d = 1,9(b_1 - b)$ (pentru $2\alpha \leq 30^\circ$) Garda pereului (canal în debleu) sau a canalului (canal în rambleu) $Z_4 = \bar{Z}_4' = 0,30$ (pt. $Q_1 \leq 1 \text{ m}^3/\text{s}$) ... $0,60$ (pt. $Q_1 > 30 \text{ m}^3/\text{s}$) Dimensionarea pilelor de dirijare, conform tabelului Nr. 6.4.			
OBSERVAȚII	Schitele sînt prezentate pentru avancamera tip α_1 (tabelul 6.2).		

Dimensionarea locală în funcție de tipul aspirației se face conform tabelelor 6.1 + 6.3, cotele pe verticală alegându-se spre limitele maxime, iar cele în plan spre limitele minime.

Se respectă cota de montaj a axului pompei din condiția $H_{ga} < H_{ga}^{max}$ și se trece la dimensionarea bazinului conform tabelelor 6.4 - 6.5 cu respectarea $2\alpha \leq 30^\circ$ și $b_1/b < 4$.

Dacă rezultă $b_1/b > 4$ se prevăd pile de dirijare.

În cazul bazinului de tip A_3 , varianta A_3' cu ziduri de sprijin la 45° – 60° realizează un acces al apei în condiții mai bune.

Variantele A_3'' și A_3''' se utilizează în cazul în care bazinul se execută sub pânza de apă freatică, iar infrastructura stației se execută prin metoda de fundare cheson închis sau deschis.

6.2. BAZINE DE REFULARE

6.2.1. Determinarea formei racordării biefurilor

Racordarea regimului rapid de curgere din conducta de refulare, cu regimul lent de curgere din canalul de refulare se face prin salt hidrolic.

Pentru alegerea tipului de bazin de refulare, corespunzător înecării saltului hidrolic, este necesar a se face calculul acestuia corespunzător tuturor posibilităților de funcționare a stației de pompare.

Pentru aceasta se consideră canalul aval ca fiind trapezoidal, caracterizat prin: b , m , i , n , b , (lățimea canalului în zona saltului).

Se trasează curba $Q = f(h)$ pentru valori ale debitului $Q_p + Q_{STP}$ cu ajutorul graficelor din fig. 6.1–6.2.

Pentru calculul înălțimii critice h_{critic} se poate utiliza graficul din fig. 6.3. cu $\alpha = 1,1$. Se trasează curba $h_{critic} = f(Q)$. Determinarea adâncimii contractate se face utilizând graficul din figura 6.4. în care b_c este lățimea canalului de refulare în zona de producere a saltului hidrolic calculată cu relația:

$$b_c = N(D_1 - 0,5D), \alpha = 1,1, p = 0,95.$$

iar $T_0 = P + D + \frac{c^2}{2g}$ calculat corespunzător fiecărui debit de funcționare al stației. (P – diferența de cotă dintre cota coronament canal de refulare sau bazin de refulare și cota fundului canalului, D – diametrul conductei de refulare și c – viteza în conducta de refulare).

Se consideră că adâncimea contractată este egală cu prima adâncime conjugată a saltului hidrolic $h_c = h'$, iar din graficul din fig. 6.5. se determină $\xi'' = \frac{h''}{h_{critic}}$ respectiv cea de a doua adâncime conjugată.

Calculule pot fi conduse tabelar așa cum se arată în tabelul 6.6.

În funcție de relația dintre h'' și h_{aval} pot exista trei situații (fig. 6.6):

- racordare cu salt îndepărtat $h'' > h$;
- racordare cu salt critic $h'' = h$;
- racordare cu salt înecat $h'' < h$.

Calculul hidraulic al saltului hidraulic în bazinele de refulare la STP

Nr. crt.	Q (m ³ /s)	$K = \frac{Q}{\sqrt{I_0}}$ (m ³ /s)	$A(b) = \frac{b^{2.67}}{nK}$	h (m)	$\frac{\sqrt{\alpha}Q}{m}$	h_{crit} (m)	c_r (m/s)	T_0	$\tau_c = \frac{h_c}{T_0}$	h_c (m)	$\xi' = \frac{h_c}{h_{crit}}$	ξ_c "	h''	Observații
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Q_p													
2	$2Q_p$													
N	Q_{STP}													

Prin modificarea debitului de funcționare al stației Q se vor modifica și aceste valori astfel ca toate aceste elemente pot fi reprezentate grafic în raport cu debitul.

După reprezentarea grafică se pot obține diferite situații și anume:

CAZUL I:

$h''_{c \min} < H_{\min}$ și $h''_{c \max} < H_{\max}$ (unde $H_{\min}$ și $H_{\max}$ sunt valorile minime și maxime ale lui h în canal, – corespunzătoare debitelor maxime $Q_{STP} = NQ_p$ și Q_p – minime. În acest caz saltul este înecat – adâncimea de bazin este zero;

CAZUL II:

$h''_{c \min} > H_{\min}$ și $h''_{c \max} > H_{\max}$; rezultând ca formă de racordare saltul îndepărtat. Pentru apropierea saltului este necesar bazin de disipare, caracterizat prin d_0 , I_s – cu viteze mari în zona contractată din care cauză bazinele se realizează din beton simplu sau armat.

CAZUL III:

$h''_{c \min} < H_{\min}$ și $h''_{c \max} > H_{\max}$, saltul realizat fiind îndepărtat. În această situație disiparea energiei urmează a fi realizată printr-un bazin din beton care asigură înecarea saltului pe întreaga plajă de variație a debitului

Forma de racordare prin salt îndepărtat este caracterizată printr-o mare capacitate de erodare și din această cauză proiectantul trebuie să trateze astfel problema încât să fixeze atât lungimea disipatorului cât și a rizbermei (L_r) – respectiv să prevadă și alte elemente suplimentare de disipare ale energiei. Cu toate că în practica actuală hidrotehnică, se întâlnesc un mare număr de tipuri de disipatori de energie (de concepție și realizare constructivă adesea extrem de interesată) în cazul stațiilor de pompare au fost tipizate câteva tipuri reprezentative pentru care în tabel se dau elemente de dimensionare etc.

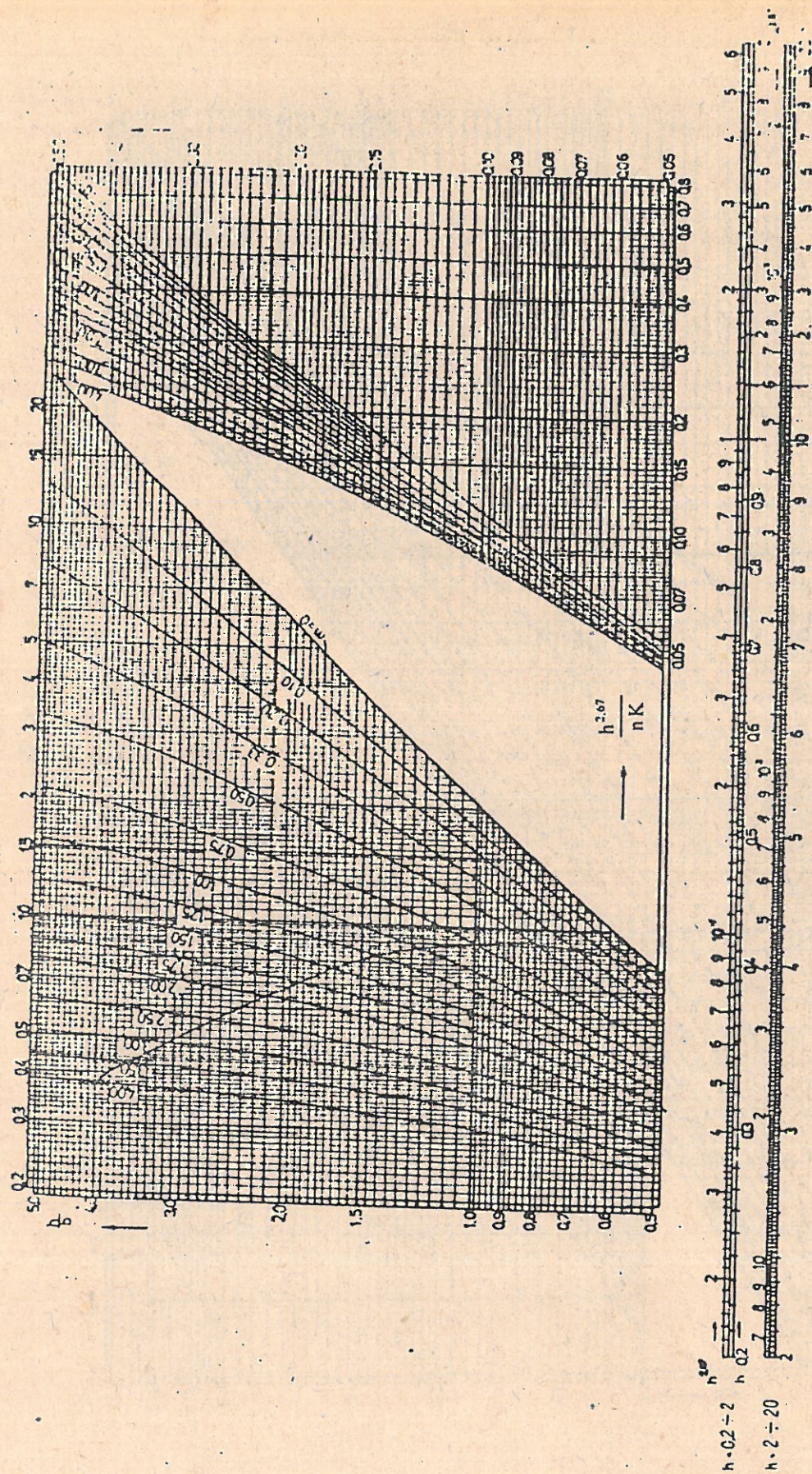


Fig. 6.2.

Grafic pentru determinarea modului de debit „K” și a lărimii la fund „b” în albie trapezoidale (pentru coeficientul $c = \frac{1}{n} R^{1/6}$)

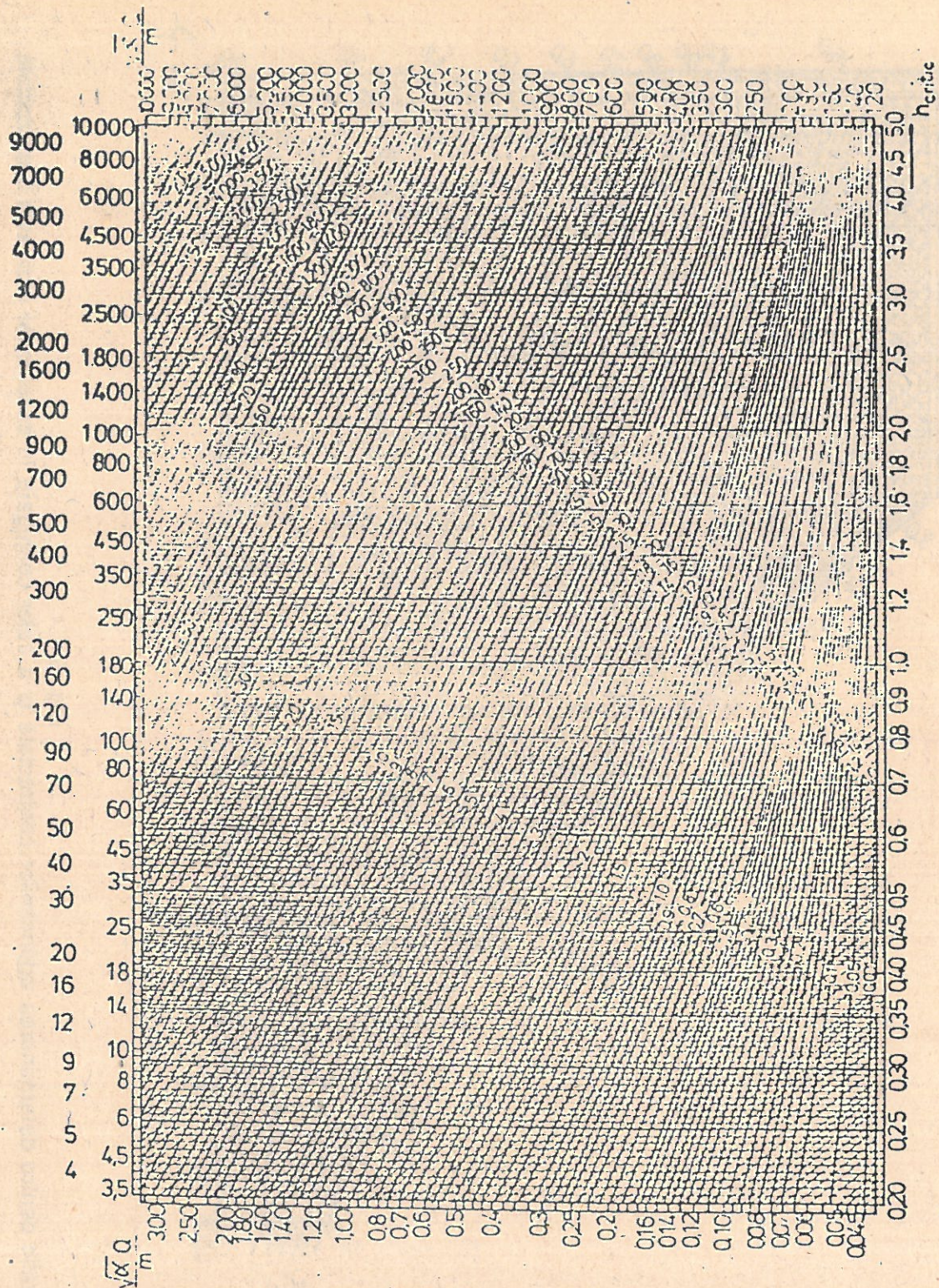


Fig. 6.3.
Grafic pentru determinarea adâncimilor critice în albi trapezoidale.

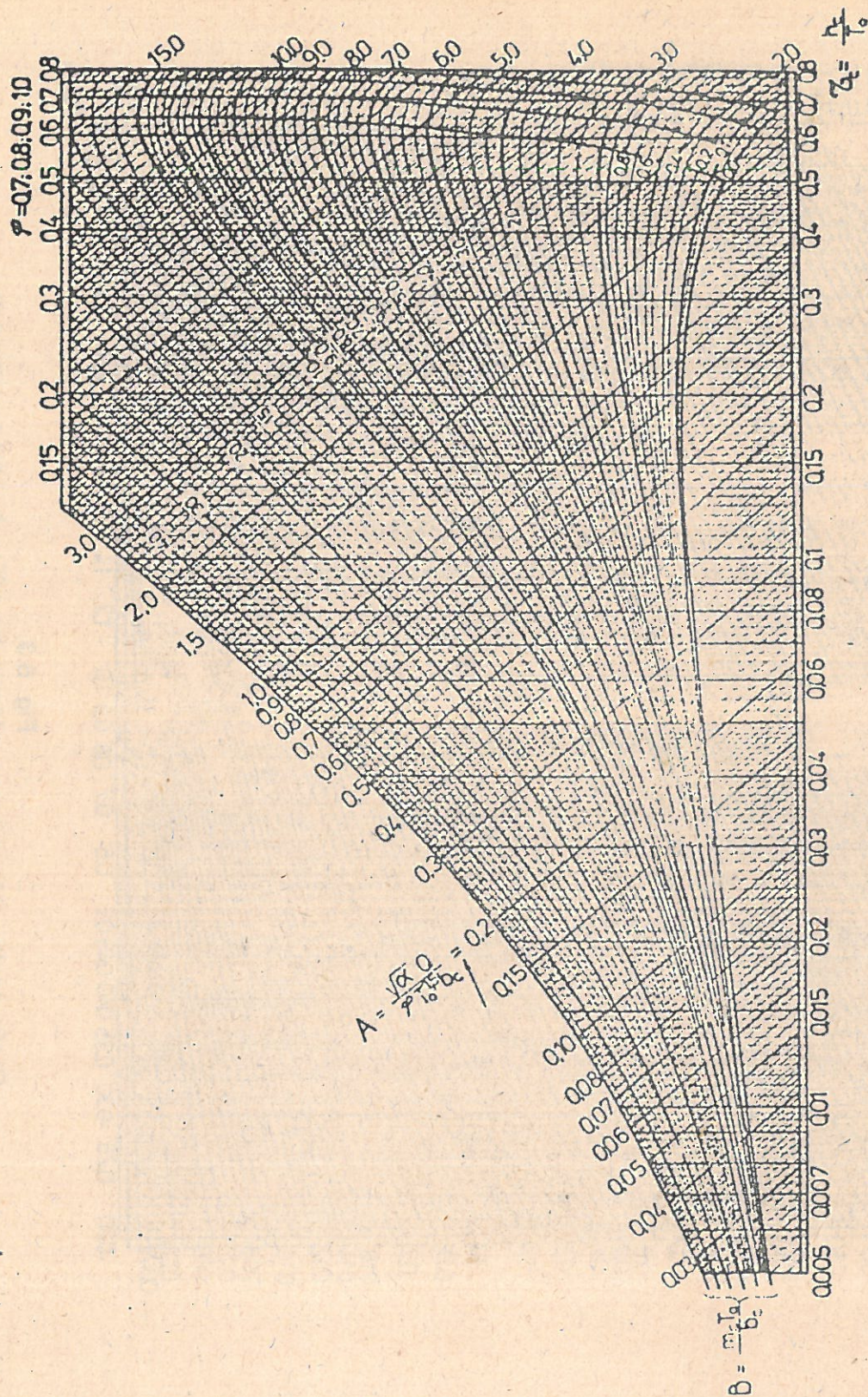


Fig. 6.4.

Grafic pentru determinarea adâncimilor contractate și a celor conjugate în cazul unei alții aval trapezoidale.

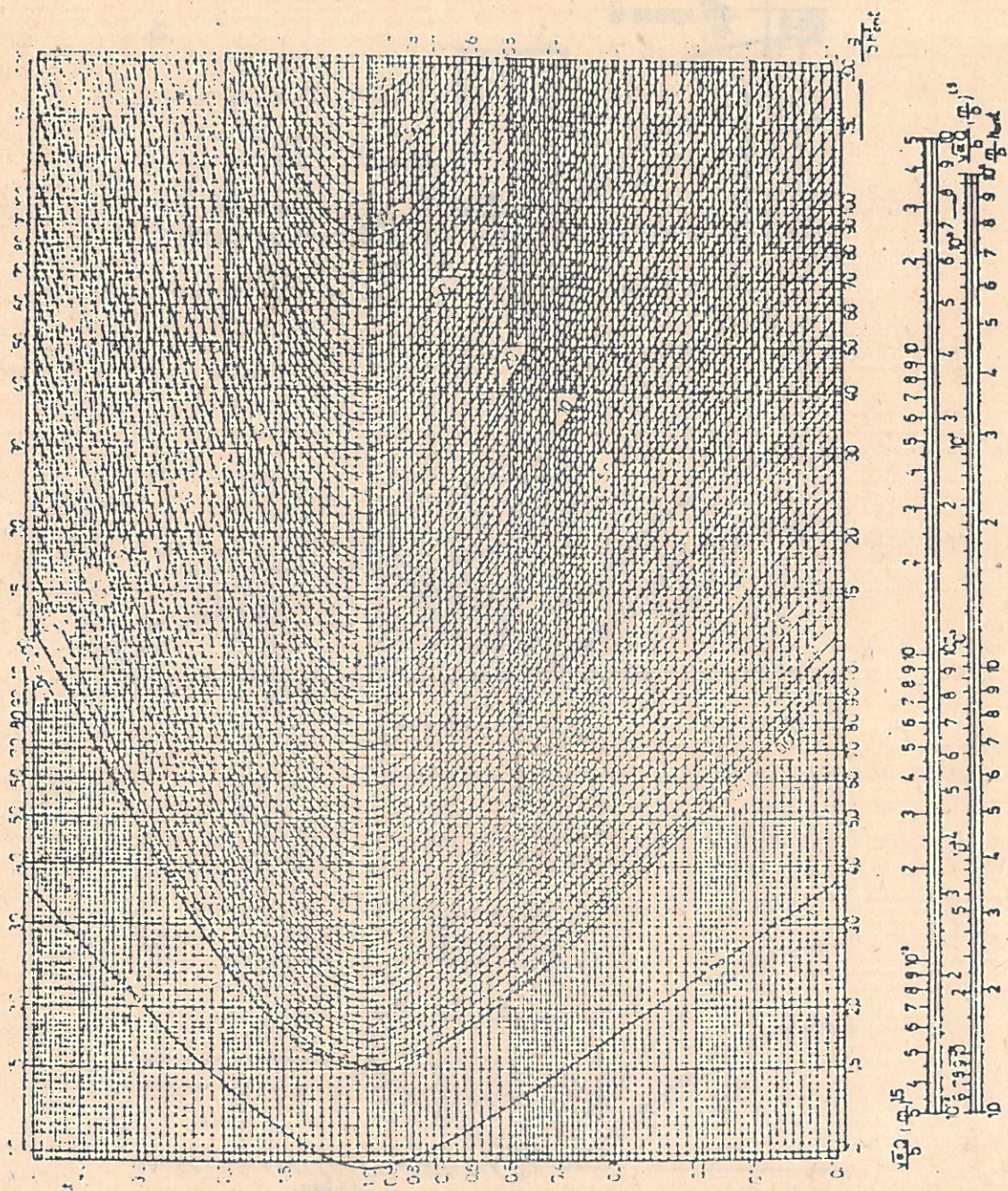


Fig. 6.5.

Grafic pentru determinarea adâncimilor conjugate ale saltului hidraulic în albie trapezoidale.

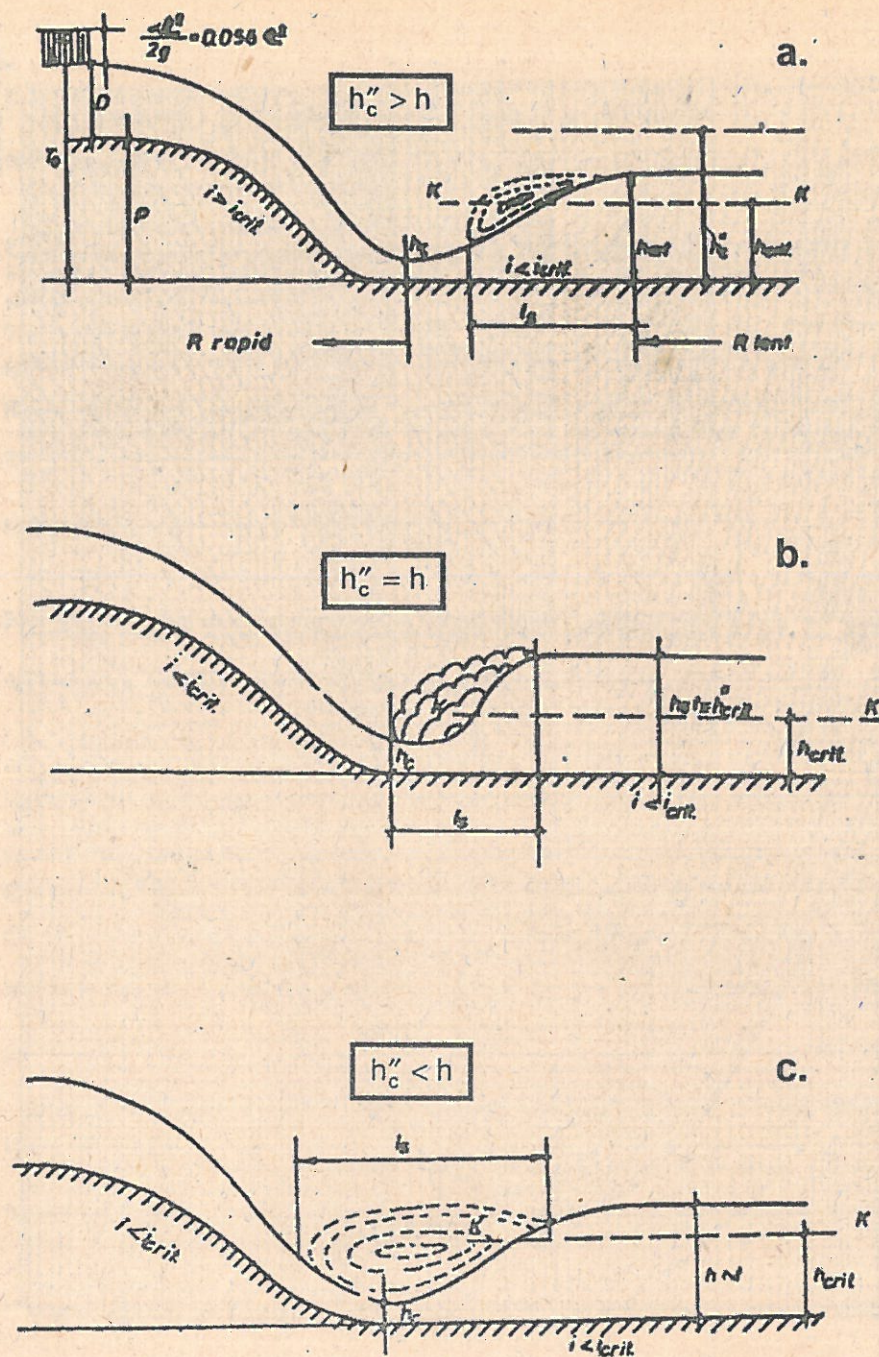


Fig. 6.6.
Tipuri de racordare
a. cu salt îndepărtat
b. cu salt critic
c. cu salt înecat.

6.2.2. Dimensionarea bazinelor de refulare

La dimensionarea unui bazin de refulare se va avea în vedere funcțiunile acestuia și anume să realizeze racordarea prin salt apropiat (înecat) a regimului de curgere din conductă cu cel din canal, să realizeze distribuția normală a vitezelor medii pe o lungime cât mai scurtă, „stingerea” valurilor generate de salt și lungimi de disipare (lungimea saltului + zona de tranziție) cât mai scurte, cu lucrări de protecție minime și ieftine; L_d – putând ajunge chiar la 33,5 g din zona de tranziție acoperă ~ 85 %.

Cu toate că, aplicarea în cazul albiilor trapezoidale a teoriei hidrodinamice din scurgerea plană pentru salt devine acoperitoare, formele de bazine adoptate trebuiesc experimentate și prin modelări de laborator. Studiile pe modele au aratat că, convergentul trebuie să înceapă din zona de debușare a apei cu $2\alpha \leq 14^\circ$ iar $b_1/b \leq 3$. De asemeni L_b – lungimea bazinului este bine să se reducă în favoarea convergentului, urmând ca distanța dintre difuzare (piese ale refulării) să fie constructiv redusă la minim.

Față de cele anterior expuse, s-a procedat la tipizarea formelor de bazine, din care cele mai frecvent utilizate sunt reproduse în continuare, dându-se atât schița de principiu cu elemente de dimensionare cât și elementele constructive.

1. Bazine tip R_1 : tabelul 6.7.

Bazin de refulare cu sifoane metalice, pereat, utilizat la $c_e < 1,5$ m/s și $D \leq 1600$ mm, acoperind o gamă largă a debitelor $Q = 0,5-20$ m³/s și recomandat atunci când $h''_{c \min} < H_{\min}$ iar $h''_{c \max} < H_{\max}$ respectiv racordarea este prin salt înecat.

2. Bazine tip R_2 : tabelul 6.8.

Bazin de refulare cu sifoane și disipator de beton, utilizat la $c_e > 1,5$ m/s și viteze în sifon mai mici de 10 m/s (în regim rapid); nu se recomandă când din calcule hidraulice, saltul rezultă îndepărtat respectiv când racordarea trace prin salt îndepărtat sau înecat, la trecerea debitului prin valoarea Q_k pentru care racordarea prezintă forme critice).

3. Bazin tip R_3 : tabelul 6.9.

Bazin de refulare cu sifoane și disipator de beton, cu redane și dinți; recomandat la debite și diametre mari ale conductelor (viteza în conductă 15 m/s în regim de curgere).

4. Bazin tip R_4 : tabelul 6.10.

Bazin de refulare cu sifoane și disipator cu timpan de beton, recomandat la debite diametre și viteze mari pe fir de conductă.

5. Bazin tip R_5 : tabelul 6.11.

Bazin de refulare având debușarea directă, cu deversori, recomandat la debite mici de 20 m³/s și de maxim 5 m³/s pe fir, diametru până la 1800 mm și numai atunci când bazinele de refulare cu sifoane nu se pot aplica.

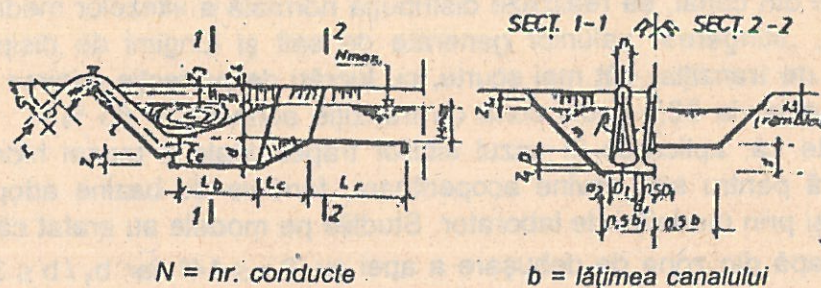
6. Bazin tip R_6 : tabelul 6.12.

Bazin de refulare având debușare directă și disipator cu impact; recomandat la debite de maxim 10 m³/s, pe fir, viteze ridicate în conducte, diametre până la 1800 mm și nivele aval reduse - dimensiunile principale ale unui asemenea bazin pentru un

compartiment ($N = 1$) și $Q_c = \frac{Q_{STP}}{N} = 0,5-10,00$ m³/s sunt calculate și prezentate în tabelul 6.13).

Tabel 6.7 "

BAZIN DE REFULARE CU SIFOANE PEREAT

DOMENIU DE APLICARE $Q = 0,5 \div 20 \text{ m}^3/\text{s}$

N (buc.)	D (mm)	D_1 (m)	i	c (m/s)	c_e (m/s)	β°	b_1
≤ 5	≤ 1600	$\leq b$	$\leq 0,5$	$\leq 2,5$	$\leq 1,5$	≤ 13	$\leq b + m H_{\max}$

DIMENSIONARE (ÎN METRI)

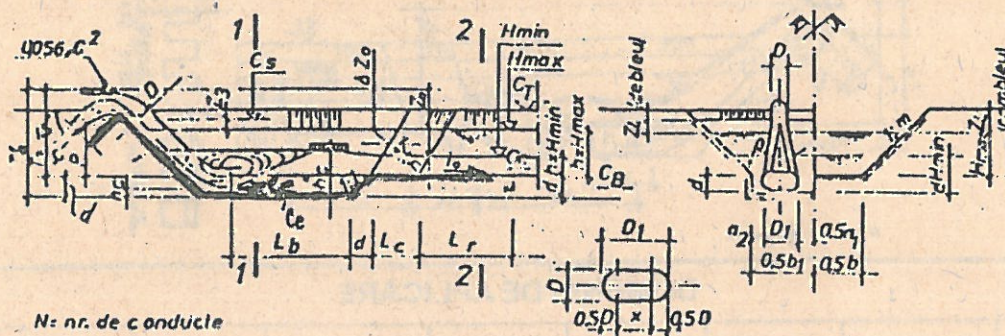
$D_{\max}$ Notatii	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
D_1	$\geq D (0,215 + 0,524 C) (= \text{pentru } c_e = 1,5 \text{ m/s}; > \text{pentru } c_e < 1,5 \text{ m/s})$														
a_1	0,1					0,2					0,3				
a_2	0,1										0,2				
b_1	$ND_1 + (N - 1)a_1 + 2a_2$														
z_1	0,0					0,1					0,2				
z_3	$\geq 0,2$														
z_4	0,3 (pentru $Q \leq 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$); 0,4 (pentru $Q = 1 \dots 10 \text{ m}^3/\text{s}$); 0,5 (pentru $Q = 11 \dots 30 \text{ m}^3/\text{s}$)														
d	D					D + 0,1					D + 0,2				
L_b	$3D$														
L_c	$4(b_1 - b) - 3D$ sau $4d$; se alege $L_{c \max}$														
L_r	$20D - 4(b_1 - b)$														

OBSERVAȚII

– Se recomandă ca $c_e = 1,5 \text{ m/s}$ pentru folosirea maximală a posibilităților acestui bazin

 R_1

BAZIN DE REFULARE CU SIFOANE METALICE ȘI DISIPATOR DE BETON



DOMENIU DE APLICARE

N (buc.)	D (mm)	D ₁ (m)	i	c (m/s)	c ₀ (m/s)	c ₁ (m/s)	β°	d (m)	b ₁
≤ 4	≤ 1600	≤ b	≤ 0,5	> 2.5	nelimitat	≤ 10	≤ 13	> 0	≤ b+m H _{max}

DIMENSIONARE (ÎN METRI)

$d = 1,1 d_0 + 0,1 h$ în care $d_0 = (h_c'' - h)_{\max}$ ca diferență maximă a funcțiilor $Q = f(h'' c)$ și

$Q = f(h)$ h – adâncimea aval, corespunzătoare debitului Q pentru care $(h_c'' - h)_{\max}$

$$L_b = 4,5 (h_c'' - h_c)_{\max} = 0,75 l_s$$

$$L_c = 1,9 (b_1 - b) \quad (2\alpha^\circ \leq 30^\circ)$$

$$L_r = 3 L_b - L_c$$

a_1, a_2, z_3, z_4, b_1 au valorile prezentate la bazinul tip R_1 (vezi tabelul 6.7)

$$z_1 = 0$$

DATELE NECESARE:

$$N \text{ (buc.)}; a_1, a_2; D; D_1; b; B_c = N(D_1 - 0,5 D); b_1 = N D_1 + (N - 1) a_1 + 2 a_2$$

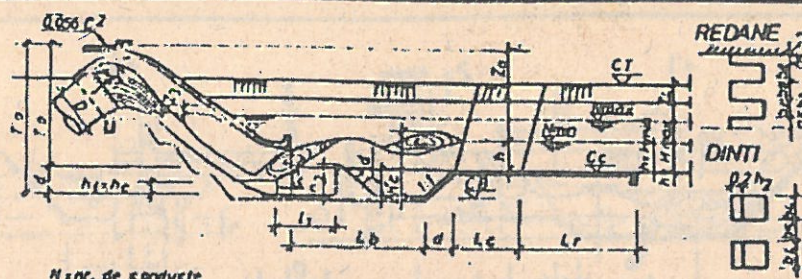
$$P = C_s - C_c; T_0 = P + D + 0,056 c^2; h = H_{\max} \text{ (m)}; c \text{ (m/s)}$$

OBSERVAȚII

Acest tip de bazin se va adopta numai atunci cînd saltul este îndepărtat. În cazul saltului înecat se alege bazinul tip R_1 .
Se poate aplica și la $D > 1600$ mm, dacă sifonul se execută din beton.

R_2

BAZIN DE REFULARE CU SIFOANE ȘI DISIPATOR DE BETON CU DINȚI ȘI REDANE



DOMENIU DE APLICARE

N (buc.)	D (mm)	D ₁ (m)	i	c (m/s)	b ₁	β°	c _c (m/s)	Fr ₁
≤ 3	> 1600	≤ b	≤ 0,67	> 2.5	≤ b+m H _{max}	13	≤ 15	> 20

DIMENSIONARE

Mersul calculelor și semnificația notațiilor sînt aceleași ca în cazul bazinului cu sifoane și dissipator de beton cu următoarele observații și completări (tabelul 6.8.).

$a_1 = 1,00$ m; $a_2 = 0,00$ m; $h_1 = h_c$; $z_3 \geq 0,5$ metri

$l_1 = 0,8 h_c''$; $b_2 = b_3 = h_c$; $b_4 = b_5 = 0,75 h_2$; $d = 1,10 (0,8 h_c'' - h) + 0,1 h$

Dimensiunile h_2 și L_b se determină prin interpolare lineară în funcție de $\sqrt{Fr_1} = \sqrt{\frac{h_c^3}{h_c^3}}$,

utilizînd următorul tabel:

$\sqrt{Fr_1}$	4	6	8	10	12	14
$\frac{h_2}{h_c}$	1,25	1,60	2,00	2,30	2,65	3,00
$\frac{L_b}{h_c''}$	2,00	2,45	2,65	2,75	2,80	2,85

Adîncimea contractată h_c și cea conjugată h_c'' corespund bazinului fără dinți și redane și se calculează conform paragrafului 6.2.1.

Reacția dinților (pentru calculul de rezistență):

$$R = 0,5 \gamma_a h_c^2 \left[\xi_c^2 - \xi_c'^2 + 2 \left(\frac{1}{\xi_c} - \frac{1}{\xi_c''} \right) \right] \text{ în t/m}$$

$$\gamma_a - \text{t/m}^3; h_c - \text{m}; \xi_c = \frac{h_c}{h_c}; \xi_c'' = \frac{h_c''}{h_c}$$

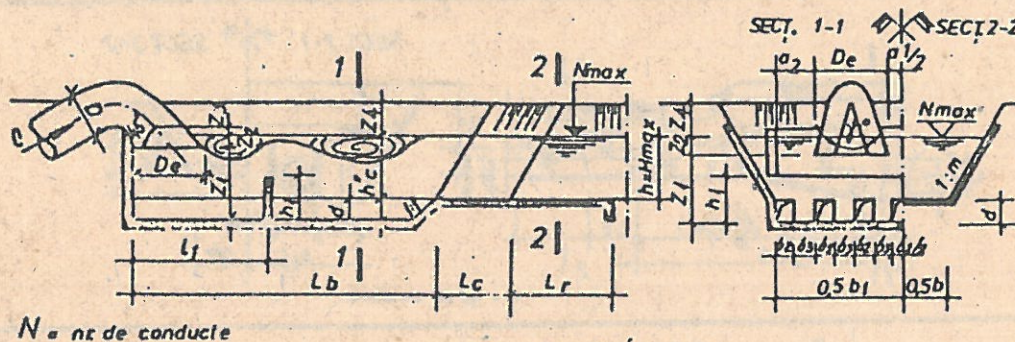
NOTA: Bazinul dissipator de beton cu dinți și redane are funcționare stabilă și în condiții tridimensionale L_b rezultă cu cca. 50% mai scurt decît varianta R_2 .

OBSERVAȚII

Acest tip de bazin se va utiliza pentru debite mari și viteze $c = 4 \dots 6$ m/s, cînd se preferă în locul variantei R_2 (tabelul 6.8.).

R_3

BAZIN DE REFULARE CU SIFOANE METALICE ȘI DISIPATOR CU TIMPAN DE BETON



DOMENIU DE APLICARE

N (buc.)	Q_1 (m ³ /s)	D (mm)	c (m/s)	b_1	γ°
≤ 4	≤ 10 N	> 1600	≥ 3.5	$\leq b+m H_{\max}$	≤ 11

DIMENSIONARE ÎN METRI

$$Z_1 = D_e; \quad Z_2 = 2,5 \frac{V^2}{2g}; \quad Z_3 \geq 0,20 \text{ metri}$$

$$a_1 = 0,6 D_e; \quad a_2 = 0,5 a_1$$

$$b_1 = N D_e + (N - 1) a_1 + 2 a_2; \quad b_2 = b_3 \geq 0,25 D_e$$

$$h_c'' = D_e + Z_2; \quad d = h_c'' - H_{\max}$$

$$l_1 = 1,6 h_c''; \quad L_b = 4 h_c''$$

$$L_c = 1,6 (b_1 - b) \quad (2\alpha^\circ \leq 40^\circ)$$

$$L_r = 3 (L_b - l_1) - L_c$$

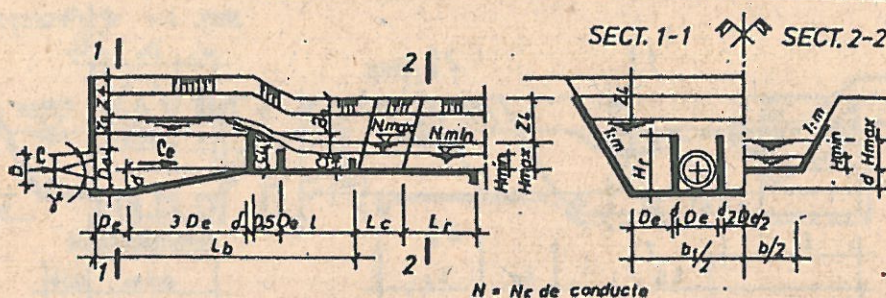
OBSERVAȚII

– Pentru precizarea lui h_c'' a se vedea paragraful 6.2.1.

R₄

Tabel 6.11 -

BAZIN DE REFULARE CU DEBUŞARE DIRECTĂ ŞI DEVERSORI



DOMENIU DE APLICARE

N (buc.)	Q_i (m ³ /s)	D (mm)	c (m/s)	b_1	γ°
≤ 4	5 N	≤ 1800	≤ 5	$\leq b+m H_{\max}$	11

DIMENSIONARE

$$L_b = 4,5D_e + l + \delta = 4,5D_e \cdot 1,47 \left(\frac{Q_c}{D_e} \right)^{2/3} + \delta; \quad Q_c = \frac{Q_l}{N}$$

$$b_1 = 3ND_e + 2N\delta; \quad d = D_e - H_{\min} \quad \delta = \text{constructiv}$$

$$L_c = 1,6(b_1 - b); \quad (2\alpha^\circ \leq 40^\circ) \quad L_r = 3L_b - L_c$$

$$H_r = D_e - H_{\min} + H_{\max} + a_0 \quad a_0 = 0,1 \text{ metri}$$

$$Z_0 = 0,086 \left(\frac{Q_c}{M D_e} \right) + 0,051 \xi C_e^2 \quad \text{unde } M, \xi = f \left(\frac{Q}{D_e} \right)$$

Conform tabelului:

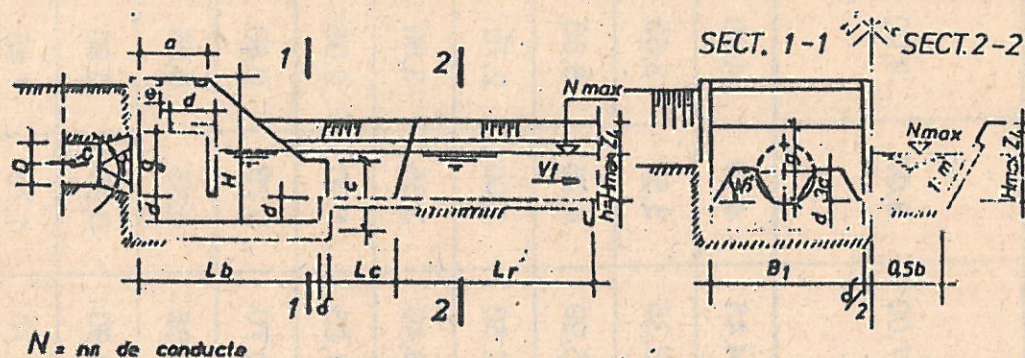
Q_c/D_c	0,9	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
M	0,30	0,35	0,42	0,49	0,60	0,65
ξ	1,00	0,99	0,96	0,92	0,88	0,84

Se interpolează liniar

$$c_1 = 0,103 \left(\frac{Q_c}{D_e} \right)^{2/3} \quad c_2 = (0,6 \dots 0,8) c_1$$

OBSERVAȚII	- Tipul R ₅ se utilizează pentru disiparea energiei la ieșirea din conducte de refulare sub presiune.	R ₅
------------	--	----------------

BAZIN DE REFULARE CU DEBUȘARE DIRECTĂ ȘI DISIPATOR CU IMPACT



DOMENIU DE APLICARE

N (buc.)	Q_i (m ³ /s)	D (mm)	c (m/s)	b_1	γ°	H_{max} (m)
≤ 4	10 N	≤ 1800	≤ 10	$\leq b+m H_{max}$	15	$\leq 0,5 \text{ g}$

DIMENSIONARE

Dimensiunile L_b ; H ; B_1 ; $a...g$ se determină conform tabelului 6.13.

$$b_1 = NB_1 + (N - 1)\delta \quad \delta = \text{constructiv}$$

$$L_c = 1,6(b_1 - b)$$

$$L_r = 7 H_{max}$$

Dacă rizberma este constituită din piatră care trebuie să se prevadă și pe taluze, diametrul minim al pietrei se ia după relația $d_{min} = 4 V_f^2$ (d_{min} – în cm; V_f – viteza la nivelul albiei, în m/s):

OBSERVAȚII

– Tipul R_6 se utilizează pentru disiparea energiei la ieșirea din conducte de refulare sub presiune sau umplute parțial, când nivelurile aval sînt reduse.

R_6

Dimensiunile principale ale bazinului de refulare având disipator cu impact (pentru un compartiment ($n = 1$))

$Q_c = \frac{Q_i}{N} \text{ (m}^3/\text{s)}$	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
Dimensiunea (m)											
B_1	1,60	2,00	2,60	3,15	3,50	3,90	4,15	4,45	4,70	4,90	5,15
H	1,25	1,55	2,05	2,40	2,70	2,95	3,15	3,35	3,50	3,65	3,75
C	2,20	2,70	3,50	4,20	4,65	5,15	5,55	5,90	6,25	6,50	6,80
a	1,00	1,15	1,50	1,75	2,00	2,20	2,35	2,50	2,60	2,70	2,80
b'	1,20	1,50	2,00	2,35	2,65	2,95	3,20	3,40	3,65	3,80	3,95
c	0,70	0,85	1,15	1,35	1,50	1,65	1,75	1,85	1,90	2,05	2,10
d	0,25	0,35	0,45	0,55	0,60	0,65	0,70	0,70	0,75	0,80	0,85
e	0,10	0,20	0,25	0,30	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40
f	0,40	0,55	0,85	0,90	0,95	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
g	0,60	0,70	0,95	1,15	1,30	1,45	1,55	1,70	1,75	1,85	1,95

Notă: Pentru valori intermediare se interpolează linear. Cifrele se rotunjesc la +5 cm.

INSTALAȚII AUXILIARE ÎN STP

7.1. INSTALAȚII DE AMORSARE

Amorsarea pompelor dintr-o stație de pompare la care $H_{ga} > 0$ se realizează cu ajutorul pompelor de vacuum.

Cunoscând cantitatea de aer ce urmează a fi evacuată și debitul pompei alese se determină timpul necesar pentru amorsarea unui agregat.

Pentru lungimi ale conductei de aspirație $L_a \leq 50$ m se alege pompa de vid pentru un timp de amorsare $T_a \leq 10 - 15$ min.

Pentru amorsarea aducțiunilor sifonate timpul de amorsare poate fi $T_a = 60 - 120$ min.

La stațiile de pompare cu $H_{ga} < 0$ nu se prevede instalație de amorsare, amorsarea făcându-se prin deschiderea vanei pe aspirație și închiderea vanei pe refulare și evacuarea aerului din conductă și pompă prin ștuțul prevăzut la partea superioară a camerei spirale a pompei.

Instalațiile de amorsare se proiectează prin prevederea unui agregat de vacuum la toate agregatele de bază și în mod obligatoriu a încă unuia de rezervă.

Schema instalației (fig. 7.1) cuprinde agregatele de vacuum (pompă MIL), rezervorul pentru recircularea apei de răcire și formarea inelului de lichid, rezervorul de vacuum, conducte, supape, armături, instalații de semnalizare, automatizare și protecție.

În schițele din fig. 7.1–7.2 sunt prezentate scheme de principiu ale instalației de vacuum atât pentru amorsarea unei instalații de pompare cu pompe având $H_{ga} > 0$, cât și pentru amorsarea sifonului.

7.2. INSTALAȚII DE UNGERE

În cazul în care din recomandările furnizorului de utilaj ungerea echipamentului hidromecanic de bază este prin apă, se prevede o instalație cu pompe de ungere în rezervă 100%. Presiunea acestor pompe se alege astfel încât să se asigure presiunea la intrarea în lagăr, cerută de furnizor, iar debitul este cel necesar funcționării întregii stații. Apa de ungere poate fi asigurată din rețeaua de apă potabilă, puțuri forate sau chiar apă din bazinul de aspirație căruia i se asigură calitatea prin decantare și filetare. (fig. 7.3–7.4).

7.3. INSTALAȚII DE RIDICAT ȘI TRANSPORT

În dotarea stației de pompare pentru transportul și montajul utilajului se prevede instalație de ridicat și transport.

Capacitatea instalației de transport se alege ca cea imediat superioară celei mai grele piese care se ridică sau se transportă.

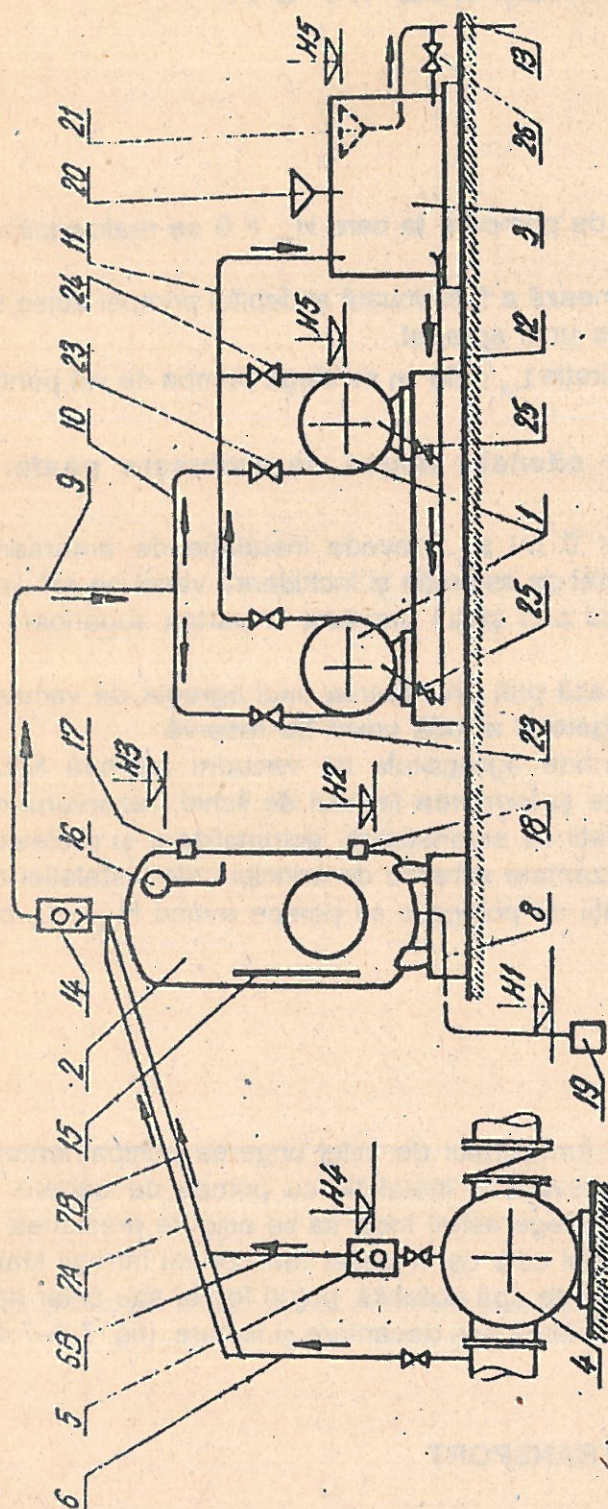


Fig. 7.1.

Schema de principiu a instalației de amorsare a unei stații de pompare

1 – Electropompe de vid cu nivel de lichid; 2 – Recipient de vid; 3 – Rezervor cu apă; 4 – Pompe de amorsat; 5 – Releu de vacuum; 6 – Conducte pentru racordarea conductelor de aspirație la instalație; 7A – Colectorul de vacuum al conductelor de aspirație; 7B – Colectorul de vacuum al pompei; 8 – Conductă de compensare pentru apă; 9 – Colector de aspirație al pompei de vid; 10 – Conductă de aspirație a pompei de vid; 11 – Colector de refulare al pompei de vid; 12 – Conductă pentru alimentarea cu apă a inelului de lichid din pompele de vid; 13 – Conductă de preaplin; 14 – Supapă cu bilă de cauciuc; 15 – Sticlă de nivel; 16 – Vacuumetru; 17 – Releu de nivel cu plutitor, comandă oprirea pompei de vid; 18 – releu de nivel cu plutitor, comandă pornirea pompei de vid; 19 – Sorb simplu amplasat în sursă (bazinul de aspirație); 20 – Pîlnie pentru umplerea cu apă a rezervorului; 21 – Pîlnie de preaplin; 22 – Robinete de izolare individuală a conductelor de aspirație; 23 – Robinet de izolare pe „aspirația” pompei de vid; 24 – Robinet de izolare pe „refularea” pompei de vid; 25 – Robinet de reglaj pentru alimentarea cu apă a inelului de lichid; 26 – Robinet pentru golirea rezervorului de apă; H₁ – Nivelul minim al apei din sursă; H₂ – Nivelul minim în recipientul de vid egal cu H₁; H₃ – Nivelul maxim în recipientul de vid; H₄ – Cota scaunului supapei releului cu apă în rezervorul de vid egală cu cota nivelului maxim al apei în rezervorul cu apă pentru inelul de lichid.

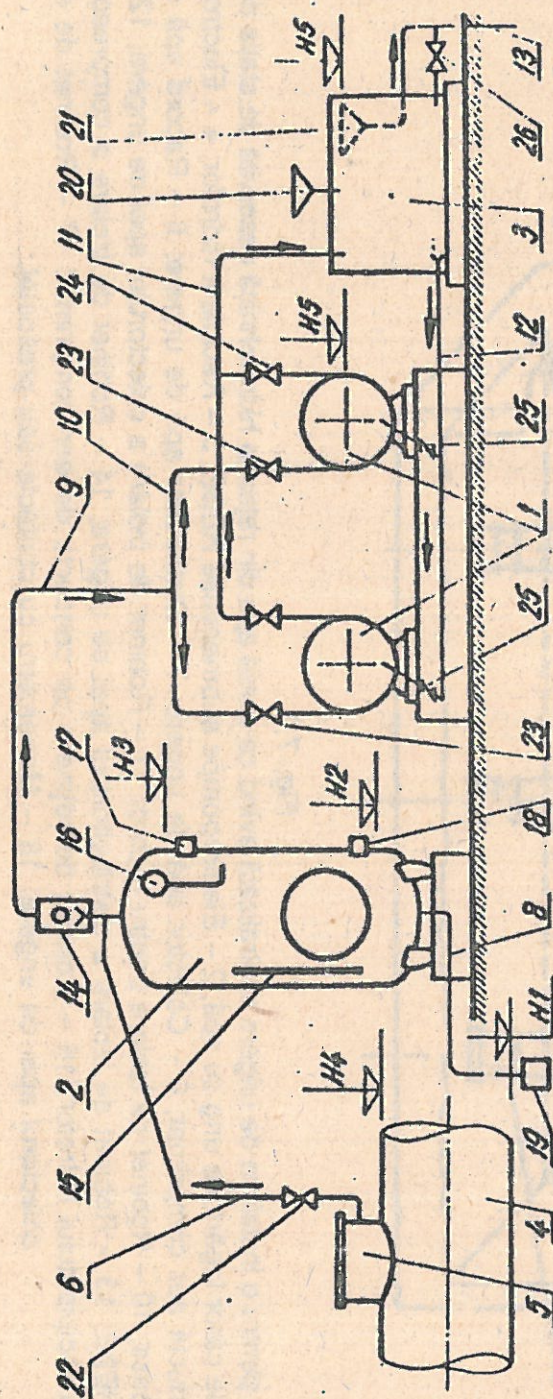


Fig. 7.2.

1 – Electropompe de vid cu inel de lichid; 2 – Recipient de vid; 3 – Rezervor cu apă; 4 – Conductă de aducțiune sifonată, sau conducte sifonate la bazinul de refulare; 5 – Dom amplasat pe porțiunea cu cota cea mai ridicată a conductei; 8 – Conductă de compensare pentru apă; 9 – Colector de aspirație al pompelor de vid; 10 – Conductă de aspirație al pompei de vid; 11 – Colector de refulare al pompelor de vid; 12 – Conductă pentru alimentarea cu apă a inelului de lichid din pompele de vid; 13 – Conductă de preaplin; 14 – Supapă cu bilă de cauciuc; 15 – Sticlă de nivel; 16 – Vacuummetru; 17 – Releu de nivel cu plutitor, comandă oprirea; 18 – Releu de nivel cu plutitor, comandă pornirea; 19 – Sorb simplu amplasat în sursă (sau bazin ref.); 20 – Pîlnie pentru umplerea cu apă a rezervorului; 21 – Pîlnie de preaplin; 22 – Robinete de izolare individuală a conductelor sifonate; 23 – Robinet de izolare pe „aspirația” pompelor de vid; 24 – Robinet de izolare pe „refularea” pompelor de vid; 25 – Robinet de reglaj pentru alimentarea cu apă a inelului de lichid; 26 – Robinet pentru golirea rezervorului de apă; H1 – Nivel minim al apei din sursă (sau bazin ref.); H2 – Nivel minim în recipientul de vid; H3 – Nivel maxim în recipientul de vid; H4 – Cota generatoarei superioare a conductei sifonate, în porțiunea cu cota cea mai ridicată; H5 – Cota ax pompe de vid, egală cu cota nivelului maxim al apei în rezervorul cu apă pentru inelul de lichid.

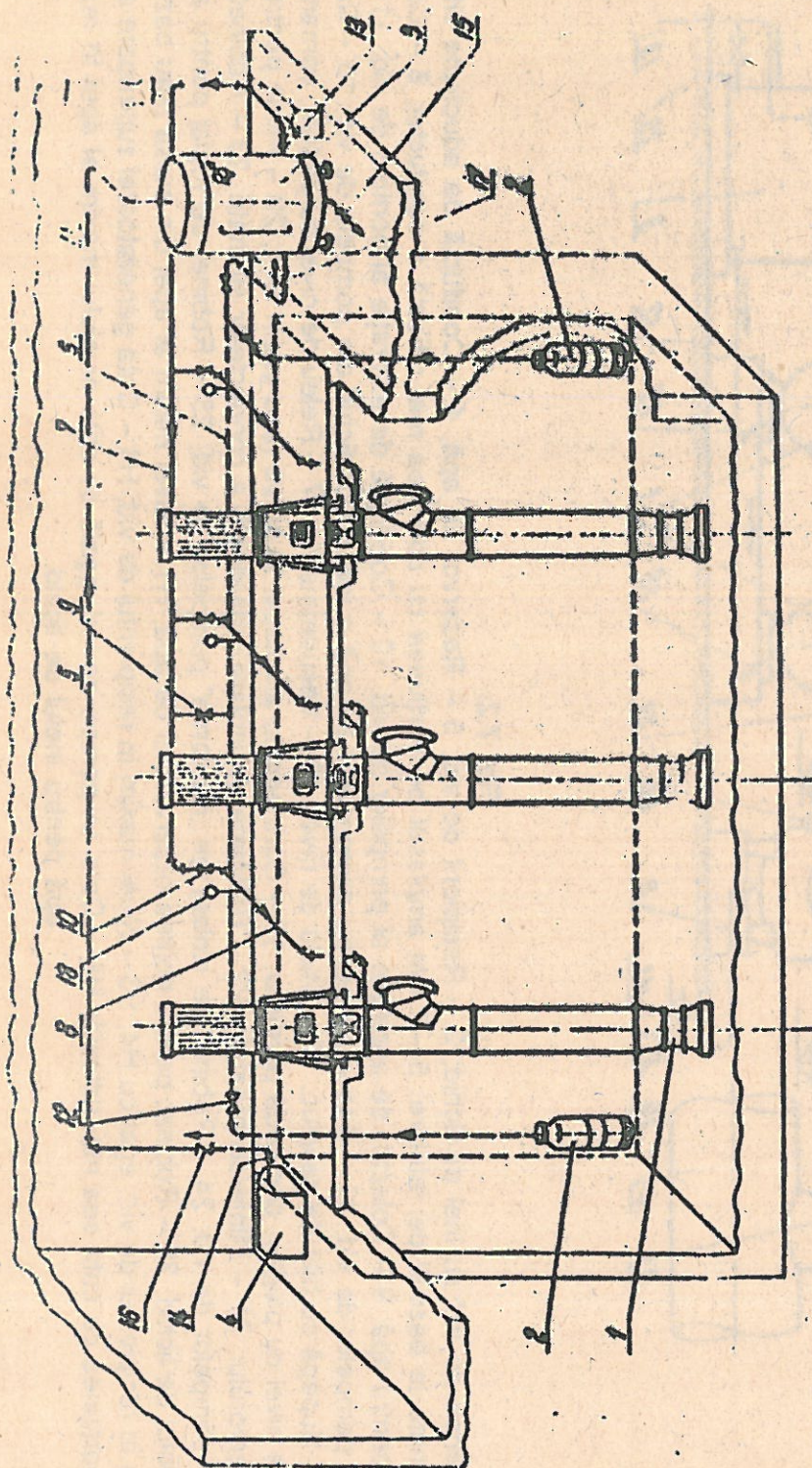
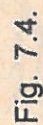


Fig. 7.3.

Schema de principiu pentru o instalație de ungere centralizată avînd ca sursă apă din rețeaua hidrotehnică deservită de stația de pompare. 1 – Electropompe ale căror lagăre se ung cu apă; 2 – Electropompe submersibile HEBE; 3 – Recipient hidrofor; 4 – Electrocompresor ECR 350; 5 – Conductă aer comprimat; 6 – Colector apă de ungere; 7 – Distribuitor apă de ungere; 8 – Racord apă de ungere; 9 – Robinet de by-pass; 10 – Robinet de izolare pentru racord; 11 – Robinet de izolare a colectorului apei de ungere; 12 – Robinet de izolare pompa HEBE; 13 – Robinet de izolare a distribuitorului apei de ungere; 14 – Robinet de izolare a compresorului; 15 – Robinet de golire a recipientului hidrofor; 16 – Robinet de reținere pe conducta de aer comprimat; 17 – Robinet de reținere pe colectorul apei de ungere; 18 – Manometru cu contacte sau presostat.



1 – Electropompa de ungere; 2 – Rezervor tampon; 3 – Filtru cu site; 4 – Conducta de alimentare; 5 – Conducta de aspirație; 6 – Instalatie de ungere individuală cu filtru cu site, avind ca sursă apă caldă din rețeaua municipală; 7 – Conducta de spălare a filterului; 8 – Conducta de refulare apă filtrantă; 9 – Conducta de preaplin; 10 – Conducta de refulare apă brută; 11 – Robinet pentru izolarea alimentării; 12 – Robinet pe plutitor; 13 – Robinet de golire rezervorului tampon; 14 – Robinet de izolarea pompei de ungere; 15 – Robinet pe refluxarea pompei de ungere; 16 – Robinet de reglaj-aval filtru; 17 – Robinet pe conducta de spălarea filterului; 18 – Manometru; 19 – Manometru cu contacte sau presostat.

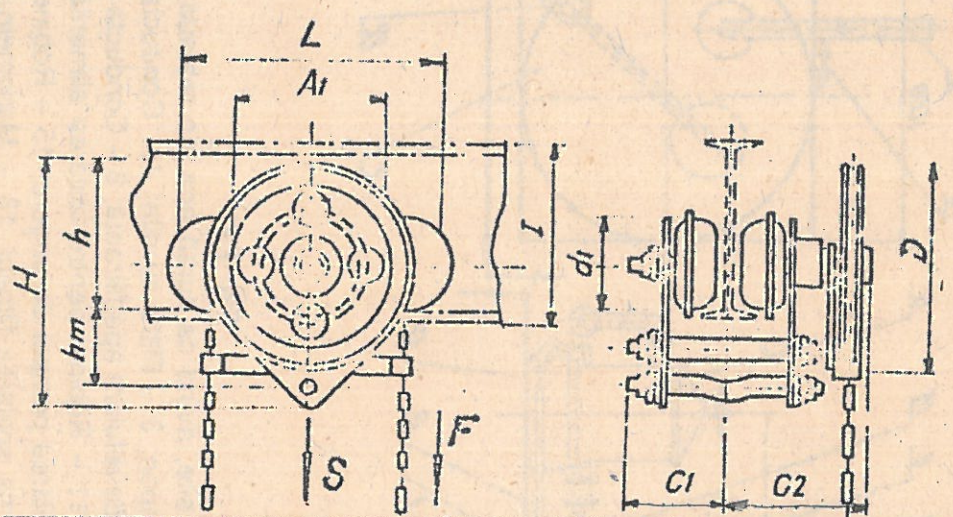
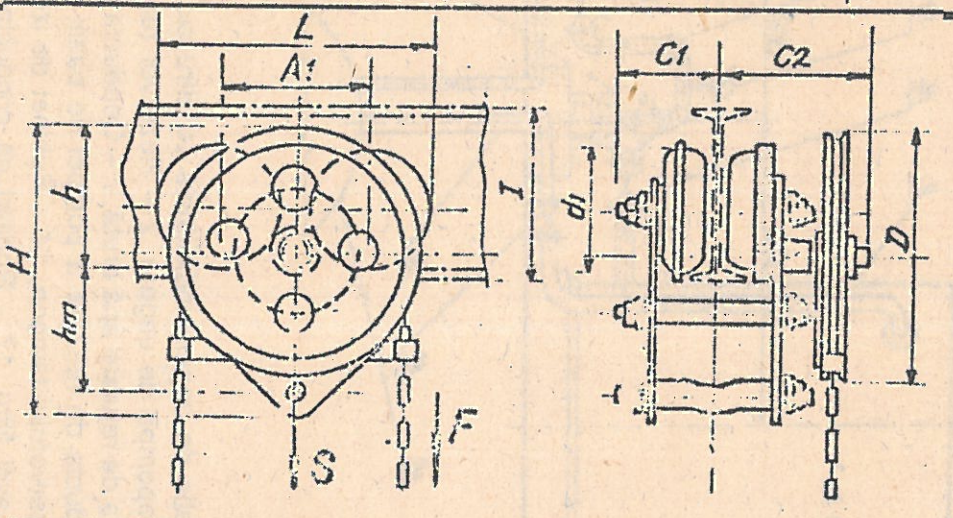
SARCINA S	DIMENSIUNI CONFORM FIGURILOR									SINA CAIL I	FORȚA F	MASA
	L	H	h	hm	C1	C2	A1	d1	D			
DaN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm	DaN	kg
1000	205	260	105	90	139,5	214,5	104	80	208	16 40	16	17
3200	340	374	155	175	159,5	221,5	180	115	298	20 40	18	46
5000	402	406	203	170	182,5	258,5	210	134	406	24 40	15	78
8000	490	480	195	210	197,0	287,0	250	165	406	36 40	18	132
12500	732	731	301	570	254,0	296,0	390	243	406	40	18	305
1000												
3200 5000 8000 12500												

Fig. 7.5.
Cărucior pentru palan – acționare manuală.

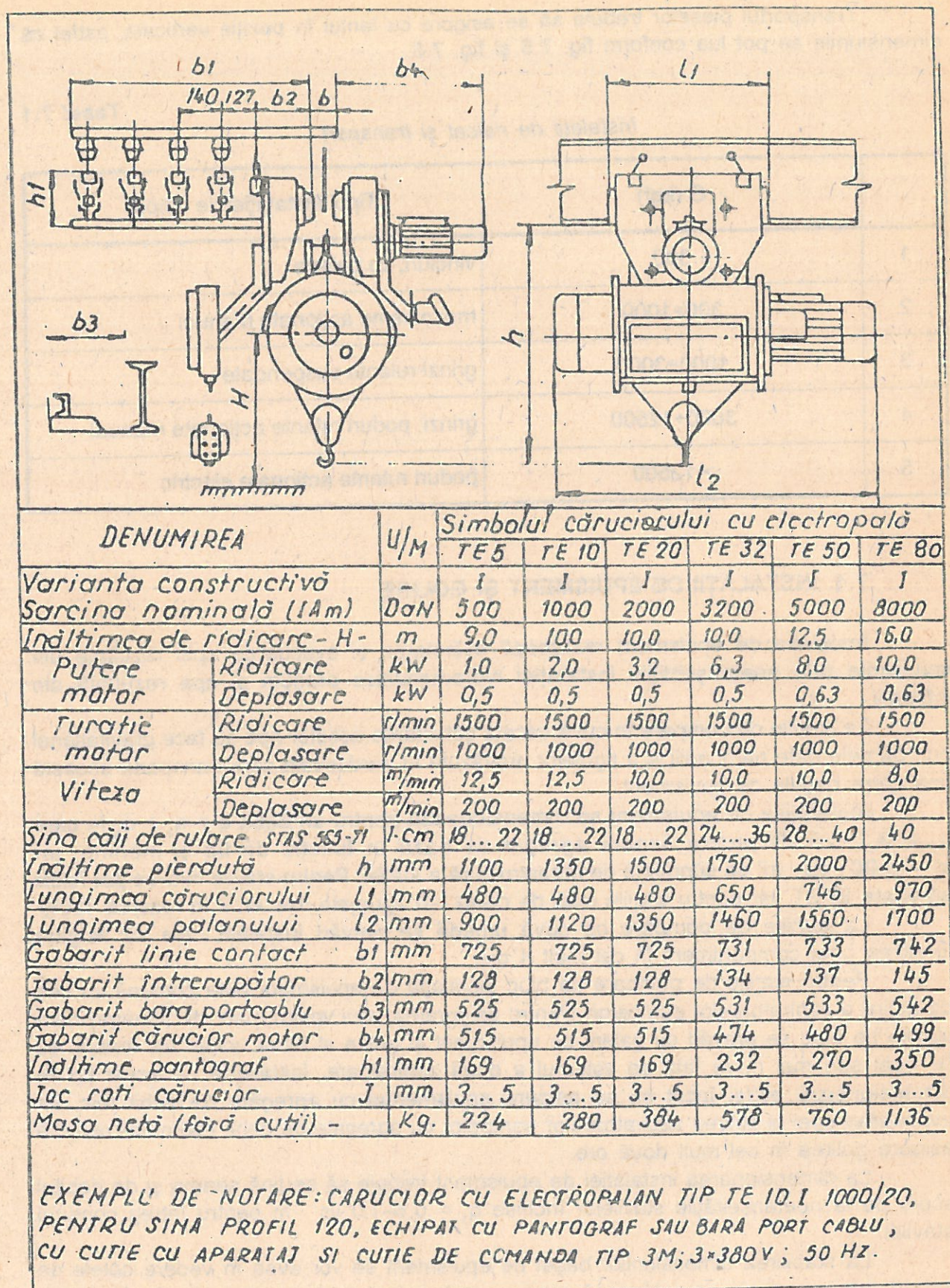


Fig. 7.6.
Cărucior cu electropalan și cablu – acționare electrică.

Transportul pieselor trebuie să se asigure cu lanțul în poziție verticală, astfel că dimensiunile se pot lua conform fig. 7.5 și fig. 7.6.

Instalații de ridicat și transport

Tabel 7.1

	G (kgf)	Tipul instalației de ridicat
1	≤ 300	vinciuri, cu palane
2	300+1000	mecanisme acționate manual
3	1000+3000	grinzi rulante suspendate
4	3000+12500	grinzi, poduri rulante acționate manual
5	> 12500	poduri rulante acționate electric

7.4. INSTALAȚII DE EPUISMENT ȘI GOLIRE

Instalația de epuismnt realizează colectarea și evacuarea apei rezultate din scurgerile prin neetanșeitățile instalației hidromecanice precum și apa rezultată din infiltrații.

La stațiile de pompare în cuvă uscată colectarea acestor ape se face gravitațional prin pantele date pardoselii și a rigolelor prevăzute în pardoseală care transportă această apă către bașele de epuismnt.

Instalațiile de epuismnt se dimensionează pentru un debit $q = q_1 + q_2$ în care $q_1 = 0,1-0,5$ l/s pentru fiecare agregat de bază în funcție de tip și mărime, iar $q_2 = 0,001$ l/s $\cdot$ m² de suprafață de infrastructură a stației. Pentru stațiile mici se pot folosi agregate EPET, iar pentru stațiile mari de clasa I-II agregate fixe ACV în rezervă 100%.

La stațiile de pompare cu cuvă umedă se prevăd instalații care să asigure folosirea unui compartiment în cel mult 4 ore.

Pentru stațiile de pompare tip bloc instalația de epuismnt este comună cu cea de golire a aspiratoarelor pompelor. Pentru asigurarea unui volum mare de înmagazinare stațiile tip bloc se prevăd cu galerii de epuismnt și golire al căror volum util trebuie să fie egal sau mai mare față de volumul a două aspiratoare. Instalațiile de acest tip se dimensionează astfel încât să se asigure epuismntul cu agregate de debit mic, iar evacuarea apei la golirea aspiratoarelor pompelor cu agregate de debit mai mare care să asigure golirea în cel mult două ore.

La dimensionarea instalației de epuismnt trebuie să se țină seama și de debitul scurs pe la neetanșeitățile stavilelor închise $q_3 = 0,5-1,0$ l/s $\cdot$ m pentru întreg conturul stavilei.

La stabilirea dimensiunilor bașei de epuismnt se vor avea în vedere cotele de gabarit ale pompelor ce realizează epuismntul și faptul că acestea vor fi obligatoriu automatizate pe baza nivelului apei din bașe, realizând pentru golire un timp de minim 60 secunde (fig. 7.7).

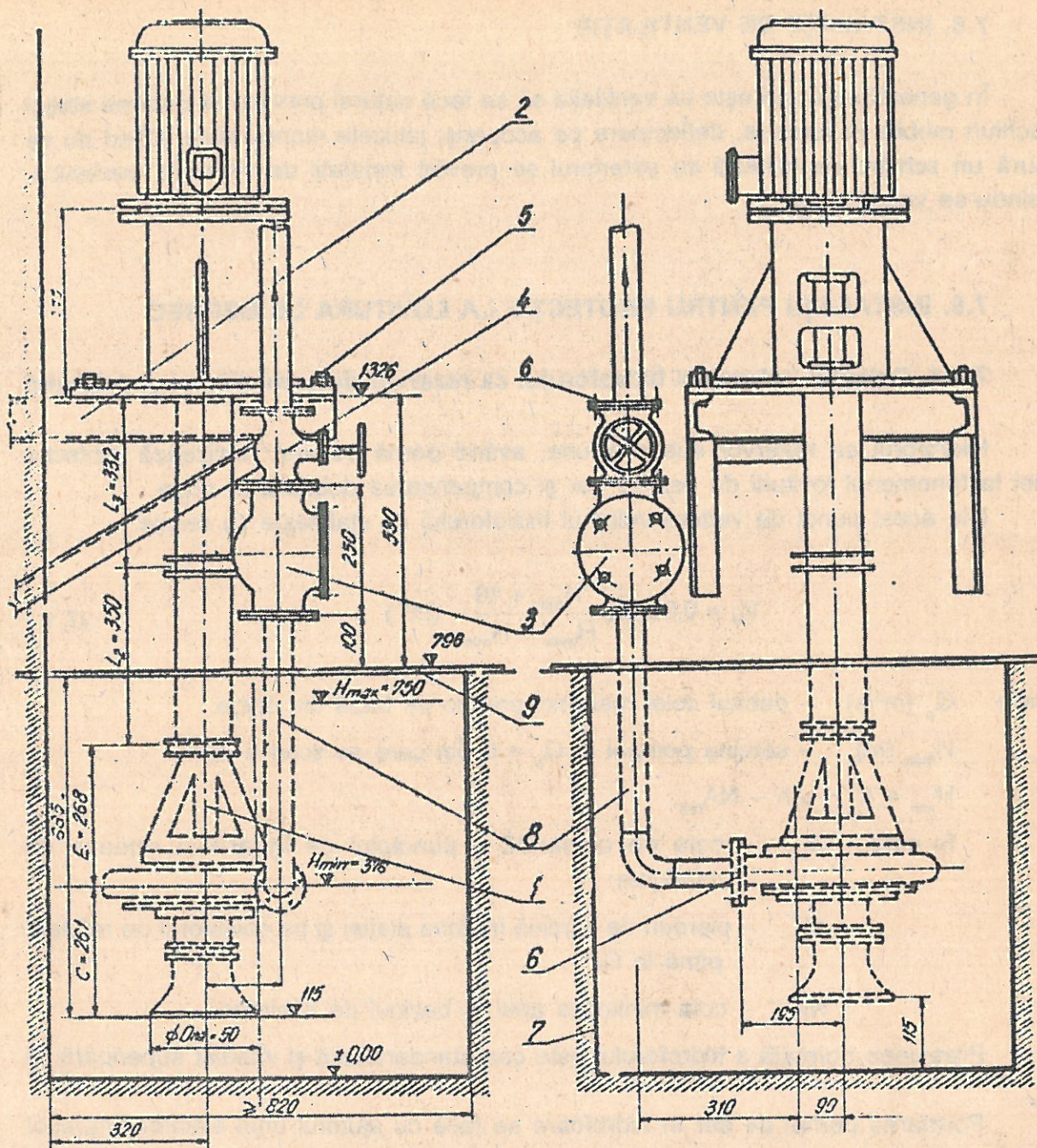


Fig. 7.7.

Instalație de epuiment cu pompă ACV-50-15D.

- 1 – Electropompa ACV 50-15D+3,0 kW; $n = 1500$ rot/min; $L = 1215$; 2 – Suport (consolă încastrată); 3 – Clapet Dn 50 STAS 4631-71; 4 – Robinet Dn 50; 5 – Șurub M20-I 80 STAS 920-69; 6 – Flanșă Dn 50; 7 – Bașă metalică încastrată; 8 – Țeavă De 57/3 STAS 404/2-71; 9 – Capac din tablă ($g = 5$ mm).

Notă: În cazul debușării deasupra nivelului maxim al apei din emisar se renunță la robinetul poziția 4.

7.5. INSTALAȚII DE VENTILAȚIE

În general se urmărește ca ventilația să se facă natural prevăzând clădirea stației cu ochiuri mobile la ferestre, defletoare pe acoperiș, jaluzele manevrabile. Când nu se asigură un schimb de căldură cu exteriorul se prevăd instalații de ventilare mecanică, folosindu-se ventilatoare.

7.6. INSTALAȚII PENTRU PROTECȚIE LA LOVITURA DE BERBEC

7.6.1. Calculul volumului hidroforului ca rezervor de compensare a debitului

Hidroforul ca rezervor sub presiune, având pernă de aer, realizează protecția stației la fenomenul loviturii de berbec dar și compensarea debitului în rețea.

Din acest punct de vedere volumul hidroforului se stabilește cu relația:

$$V_H = 0,06 Q_p \frac{H_{\min} + 10}{H_{\max} - H_{\min}} \quad (\text{m}^3) \quad (7.1.)$$

în care: Q_p (m^3/s) – debitul celei mai mici pompe de bază din stație;

$H_{\max}$ (m) – sarcina pompei la $Q_p = 0$ din care se scad 5 m;

$H_{\min} = C_c + \Delta h - NA_{\min}$,

în care: C_c – cota de comandă a punctului de intrare în rețeaua de conducte;

Δh – pierderi de sarcină în zona stației și pe colectorul de refulare până la C ;

$NA_{\min}$ – cota minimă a apei în bazinul de aspirație.

Presiunea normală a hidroforului este cea standardizată și imediat superioară lui

$H_{\max}$.

Formarea pernei de aer în hidrofoare se face cu ajutorul unui electrocompresor capabil să livreze un volum de aer egal cu volumul hidroforului la presiunea echivalentă cu $H_{\max}$ în cel mult 2 ore.

7.6.2. Protecția stațiilor de pompare la fenomenul loviturii de berbec

Utilizând metode rapide și simple de calcul se poate determina prezența și particularitățile fenomenului de lovitură de berbec.

Soluțiile adoptate în vederea protejării rețelei de conducte pot duce la reducerea completă a fenomenului, transformând mișcarea nepermanentă rapid variabilă într-o mișcare oscilatorie lentă utilizând un mijloc complex de protecție (hidrofor sau castel de apă) sau reducerea vârfurilor de suprapresiune.

Pentru calculul vitezelor cu care se propagă undele asociate în raport cu fluidul în repaos se poate utiliza o relație de forma:

$$a = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{D}{t} \frac{\epsilon}{E}}} \quad (\text{m/s}) \quad (7.2.)$$

în care: D – diametrul interior al conductei;
t – grosimea pereților conductei;
 $\epsilon = 2,1 \cdot 9,81 \cdot 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ – modulul de elasticitate al apei;
 $E = 2,1 \cdot 9,81 \cdot 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ – modulul de elasticitate al conductelor realizate din metal.

Undele asociate cuprind unde de presiune și debit legate prin relația Jukowski:

$$p = \rho a c_0 \quad (7.3.)$$

putând evolua în două faze, și anume:

- faza primară în care fenomenul corespunde intervalului de timp cât secțiunea analizată se află numai sub influența undelor primare generate de modificarea condițiilor la limită, și

- faza secundară resimțind și suprapunerea peste undele primare a undelor secundare.

Durata de propagare a undelor pe lungimea L a conductei dus-întors egală cu intervalul de desfășurare al unei primare, constituie timpul de reflexie sau fază $\tau = \frac{2L}{a}$, iar $\mu = \frac{\tau}{2} = \frac{L}{a}$ se numește timpul de parcurs.

Pentru un calcul rapid (grafoanalitic) de lovitură de berbec se pot evidenția următoarele etape de calcul:

a) calculul curbei de oprire a pompei la întreruperea alimentării cu energie electrică a motorului electric, considerând $\eta_0 = \text{const.}$

$$n_0 = \frac{n_0}{1 + \frac{P_0}{J\omega_0^2}} t \quad (7.4.)$$

în care: n, n_0 – turația (rot/min);

$P_0 \text{ (kgf/s)} = \frac{\gamma \text{ (kgf/m}^3\text{)} Q_0 \text{ (m}^3\text{/s)} H_0 \text{ (m)}}{\eta_0}$ – puterea pompei la regimul de funcționare corespunzător $\eta = \eta_0$;

$J \text{ (kgfms}^2\text{)} = \frac{G \text{ (kg)} D^2 \text{ (m)}}{4 g \text{ (m/s}^2\text{)}}$ – momentul de inerție al părților rotitoare din ansamblul agregatului;

$$\omega_0 = \frac{\pi n_0}{30} \text{ cu } n_0 \text{ (rot/min)} - \text{viteză unghiulară;}$$

– t secunde.

b) calculul celerității, a (m/s)

c) fixarea timpilor de calcul

$$\mu = \frac{\tau}{2} = \frac{L}{a}$$

d) trasarea curbelor $H = f(Q)$ cu n parametri corespunzător turației ce o are pompa la $\mu, 2\mu, \dots$ utilizând relațiile de similitudine

e) calculul unghiului dreptei de lovitură (f, F)

$$\operatorname{tg} \alpha = m = \pm \frac{a}{g\Omega} \frac{S_o}{S_H}$$

cu a (m/s); g (m/s²), Ω (m²) și ținând seama și de raportul axelor de coordonate $\frac{S_o}{S_H}$.

f) calculul grafic propriu-zis care urmează metodologia din fig. 7.8.

Din acest calcul grafoanalitic rezultă $\Delta H_{\max}$ și $\Delta H_{\min}$ ca valori extreme. Când valorile astfel calculate nu depășesc pe cele luate în calcul la dimensionarea conductelor, stația nu necesită măsuri speciale de protecție la fenomenul loviturii de berbec; la limită se prevăd dispozitive simple de tip supape.

Când valorile ΔH devin periculoase se prevăd dispozitive complexe de tip rezervor cu pernă de aer cu $V_H = 2,5\%$ volumul conductei.

Acesta se amplasează de regulă lângă stație.

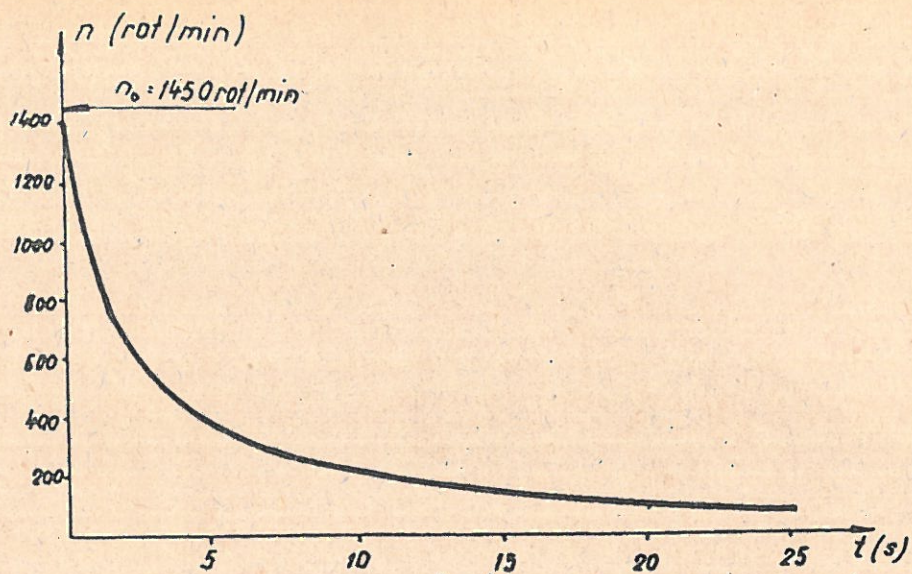


Fig. 7.8 a.
Curba de oprire a pompei.

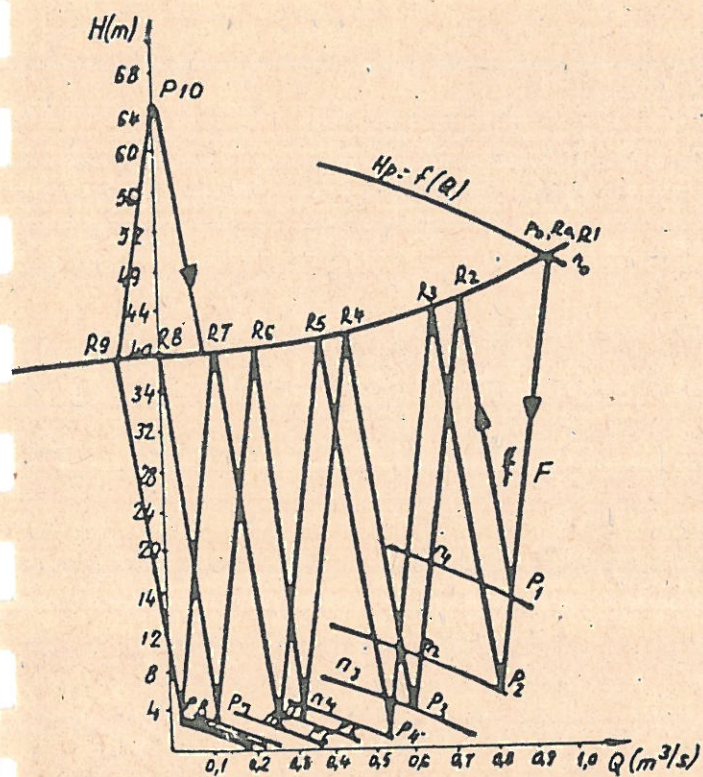


Fig. 7.8 b.
Calculul grafic al loviturii de berbec.

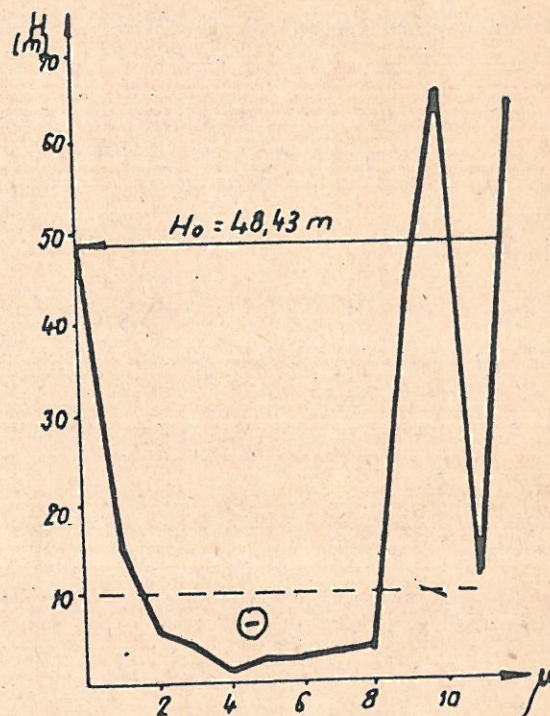


Fig. 7.8 c.
Variația presiunii la stație.

EXEMPLU DE CALCUL

8.1. TEMA PROIECTULUI ȘI DATELE DE BAZĂ

Se va întocmi proiectul unei stații de repompare pentru irigații, care deservește o suprafață $S = 165$ ha, pentru care se cunosc amplasamentul stației (fig. 8.1) și debitul stației de pompare $Q_{SRP} = 1782$ m³/h.

Proiectul va cuprinde:

1. Alegerea tipului și numărului de agregate; evaluarea pierderilor de sarcină;
2. Schema tehnologică a stației; dimensionarea hidraulică a circuitelor de aspirație și refulare;
3. Calculul exact al pierderilor de sarcină;
4. Verificarea alegerii pompei și precizarea diametrului rotorului sau unghiului de așezare al palei pompei alese;
5. Analiza funcționării pompelor în formație;
6. Alegerea motorului electric de antrenare; calculul diametrului optim economic pe refulare;
7. Dimensionarea clădirii stației; asigurarea pompei la cavitație;
8. Dimensionarea bazinului de aspirație;
9. Calculul saltului hidraulic și dimensionarea bazinului de refulare;
10. Instalații auxiliare în stație;
11. Calculul loviturii de berbec și alegerea mijloacelor de protecție.

8.2. ALEGEREA TIPULUI ȘI NUMĂRUL DE AGREGATE

8.2.1. Evaluarea pierderilor de sarcină

Cu datele de bază:

$$Q_{SRP} = 1782 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,495 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$H_g^{\text{med}} = 13,6 \text{ m}$$

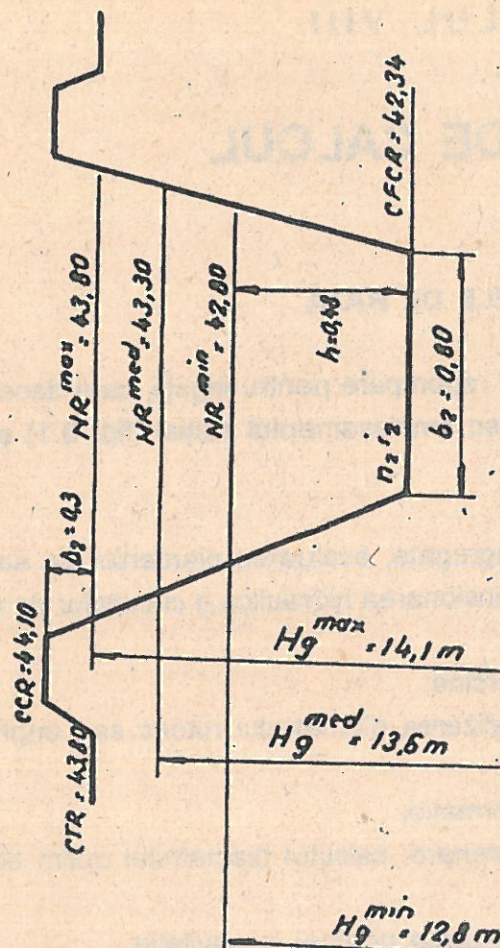
se calculează:

$$H_p^{\text{med}} = H_g^{\text{med}} + \sum h_r = H_g^{\text{med}} + h_{r, \text{STP}} + h_{r, \text{CR}}$$

în care: $h_{r, \text{STP}}$ – pierderile de sarcină în zona stației de pompare; poate avea valori $h_{r, \text{STP}} = 0,5+1,5$ m.

Secțiunea 8-8 CANAL REFULARE

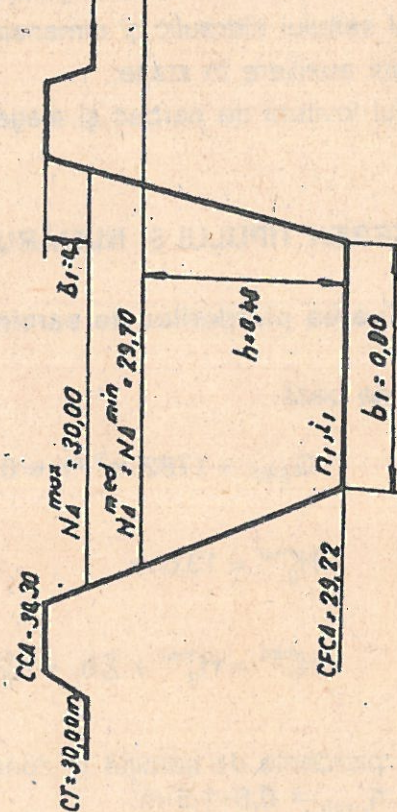
Date de bază: $Q_{SRP} = 1782 \text{ m}^3/\text{h}$
 $L_{A-R} = 920 \text{ m}$
 $L_d = 30 \text{ m}$
 $W_{50\%} = 4000 \text{ mil m}^3/\text{an}$



$\Delta h_r = \pm 0.5 \text{ m}$ - variația de nivel la
refulare

$i_2 = 0.5\text{‰}$
 $n_2 = 0.013$

Secțiunea A-A CANAL ADUCȚIUNE



$\Delta h_a = \pm 0.3 \text{ m}$ - variația de nivel la
aspirație

$i_1 = 0.4\text{‰}$
 $n_1 = 0.013$

Fig. 8.1.
Elemente privind canalele de aspirație și refulare ale stației de pompare.

Se alege $h_{r, STP} = 1,0 \text{ m}$.

Când $Q_{SRP} \leq 10 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow N_{CR} = 1$.

Cum $Q_{SRP} = 0,495 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow$ avem o singură conductă de refulare.

Diametrul conductei de refulare se calculează cu:

$$D_r^{calc} = \sqrt{\frac{4 Q_{SRP}}{\pi c_r}}$$

unde: c_r = viteza pe refulare; $c_r = (1,5+3) \text{ m/s}$.

Se alege $c_r = 2,5 \text{ m/s}$.

$$D_r^{calc} = \sqrt{\frac{4 \times 0,495}{\pi \cdot 2,5}} = 0,50 \text{ m} = 500 \text{ mm}.$$

Conductele din punct de vedere al diametrului sunt standardizate. Deci $D_r^{STAS} = D_r^{calc} = 500 \text{ mm}$.

Știind că pierderile de sarcină pe conducta de refulare sunt:

$$h_r = h_{r \text{ liniar}} + h_{r \text{ locale}}.$$

Se consideră $h_{r \text{ locale}} = (10+15)\% h_{r \text{ liniar}}$.

$$h_{r \text{ liniar}} = \frac{\lambda L}{D_R} \cdot \frac{c_R^2}{2g}$$

$$h_{r \text{ locale}} = \xi \cdot \frac{c_R^2}{2g}$$

Coeficientul pierderii de sarcină liniare:

$$\lambda = f\left(\text{Re}; \frac{\Delta}{D}\right).$$

Pentru rugozitatea $\Delta = 1 \text{ mm}$ și viscozitatea cinematică a fluidului la $T = 20^\circ\text{C}$:

$$\nu = 1,02 \times 10^{-6} (\text{m}^2/\text{s}) \cong 1 \times 10^{-6} (\text{m}^2/\text{s}).$$

Se calculează:

$$\text{Re} = \frac{c_R \times D_r}{\nu} = \frac{2,5 \times 0,5}{1,02 \times 10^{-6}} = 1,225 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\frac{\Delta}{D} = \frac{1}{500} = 0,002$$

$$\lambda = f(1,225 \times 10^6 ; 0,002)$$

Din diagrama lui Nicuradze rezultă $\lambda = 0,024$.

$$\begin{cases} h_{rr \text{ liniar}} = \frac{\lambda L}{D_R} \cdot \frac{c_R^2}{2g} = \frac{0,024 \cdot 920}{0,5} \frac{(2,5)^2}{2 \cdot 9,81} = 14,067 \text{ m} \\ h_{r \text{ locala}} = 0,15 h_{r \text{ liniar}} = 2,11 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{Rezultă } H_{p \text{ med}} = H_g^{\text{med}} + h_{rzsp} + h_{rCR} = 13,6 + 14,067 + 2,11 + 1 = 30,77 \text{ m} \approx 30 \text{ m}$$

$$\Rightarrow H_{p \text{ med}} = 30,77 \text{ m} \approx 30 \text{ m}$$

8.2.2. Alegerea tipului și numărului de pompe pentru SRP

Din domeniile de utilizare ale pompelor AVERSA pentru $H_p = 30 \text{ m}$ rezultă următoarele familii de pompe care satisfac această sarcină:

1. familia LCC,
2. familia VDF
3. familia AN
4. familia RDN
5. familia Siret
6. familia NDS
7. familia MV.

Dintre acestea ne propunem să utilizăm numai pompe orizontale:

1. LCC,
2. AN
3. RDN
4. Siret
5. NDS.

Din graficul de câmpuri și curbele de funcționare pentru aceste pompe din tabelul 8.1 rezultă:

Tabel 8.1

Tipul pompei	n	Q_{SRP}	H_p	H_g	Q_p	N	N_c	Q_p^*	η_p
	rot/min	m ³ /h	m	m	m ³ /h	buc.	buc.	m ³ /h	%
C 200	1450	1782	30	13,6	400	4,45	5	356,4	82,5
C 150	1450	200	30	13,6	200	8,91	9	198,0	73,5
14 NDS	1000	1782	30	13,6	1250	1,42	2	891,0	86,0
18 NDS	750	1782	30	13,6	1900	0,93	1	1782,0	81,0
AN 80-65-160	2900	1782	30	13,6	99	17,8	18	100	75,0
AN 150-125-315	1450	1782	30	13,6	198	8,48	9	210	76,0
AN 200-150-315	1450	1782	30	13,6	297	5,94	6	300	83,0

Se alege varianta cu $N = 3-9$ pompe și $\eta_{p, max}$, care este pentru AN 200-150-315 cu 6 pompe:

$$Q_p^* = 297 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0825 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\eta_p = 0,83$$

$$n = 1450 \text{ rot/min}$$

$$H_p^* = H_p^{med} = 30 \text{ m}$$

$$D_{n_a} = 200 \text{ mm}, D_{n_r} = 150 \text{ mm}$$

și diametrul rotorului $D_2 = 290+310 \text{ mm}$.

Puterea pompei rezultă:

$$P_p(\text{kW}) = \frac{9,81 \cdot Q_p^*(\text{m}^3/\text{s}) \times H_p^{med}(\text{m})}{\eta_p}$$

$$P_p(\text{kW}) = \frac{9,81 \times 0,0825 \times 30}{0,83} = 29,25 \approx 30 \text{ kW}$$

$$\text{Puterea motorului electric } P_{me} = \frac{P_p}{\eta_{\text{motor electric}}} = \frac{30}{0,95} \approx 31 \text{ kW}$$

8.3. ALEGEREA SCHEMEI TEHNOLOGICE

Pentru AN 200-150-315 se alege o schemă hidraulic simetrică cu unghiuri de confluență $\alpha = 45^\circ$.

Stația funcționează cu $H_{ga} > 0$.

Elementele componente ale schemei tehnologice conform figurii 8.2 sunt:

1. grătar;
2. piesă de aspirație;
3. conductă de aspirație;
4. vană pe conductă de aspirație;
5. compensator de montaj;
6. reducere la intrarea în pompă;
7. pompă;
8. difuzor la ieșirea din pompă;
9. cot;
10. clapet de reținere;
11. vană;
12. compensator de montaj;
13. cot;
14. difuzor;
15. ramificația de confluență;
16. ramificația la confluență;
17. ramificație pantalon;
18. conductă de refulare CR.

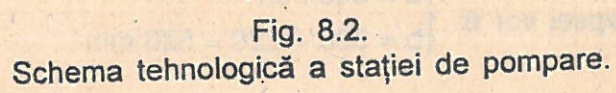
8.4. DIMENSIONAREA HIDRAULICĂ A CIRCUITELOR DE ASPIRAȚIE ȘI REFULARE

8.4.1. Dimensionarea conductelor

Dimensionarea conductelor se face pe tronsoane conform schemei din fig. 8.2. Calculele sunt centralizate în tabelul 8.2.

Tabel 8.2

Tronson	Q (m^3/s)	c (m/s)	D (m)	D^{STAS} (mm)	$C_{recalculat}$ (m/s)	C_{min} (m/s)	L (m)
0-1	0,0825	1,5	0,264	300	1,16	1,16	30
1-2	0,0825	3	0,187	200	2,63	2,63	12
2-3	0,165	2,63	0,282	300	2,33	1,16	2
3-4	0,2475	2,33	0,367	400	1,97	0,66	1
4-5	0,495	1,97	0,595	600	1,75	0,30	875

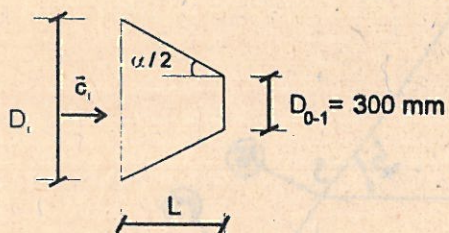


8.4.2. Dimensionarea armăturilor și echipamentelor din schema tehnologică și calculul pierderilor de sarcină locale

1. Piesa de aspirație tip confuzor:

D_i se calculează din condiția ca viteza la intrare în piesa de aspirație să fie $c_i = 0,4 + 0,6$ m/s.

Se alege $c_i = 0,6$ m/s.



$$D_i = \sqrt{\frac{4Q}{\pi c_i}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0825}{\pi \cdot 0,6}} = 0,418 \text{ m}$$

Rotunjim $D_i = 420$ mm.

L = lungimea piesei de aspirație

$$L = 4 + 5 (D_i - D_{0-1}) = 5 \times (420 - 300) = 600 \text{ mm}$$

deci $L = 600$ mm.

$$\tan \alpha/2 = \frac{D_i - D_{0-1}}{2L} = \frac{420 - 300}{2 \times 600} = 0,1 \Rightarrow \alpha/2 = 5,71 \Rightarrow \alpha = 11,42^\circ$$

pentru $\alpha \approx 12^\circ \Rightarrow \xi = 0,13$.

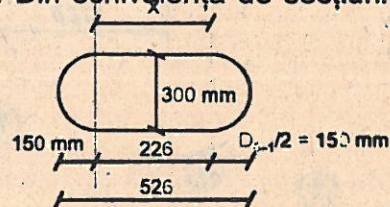
$$h_{r \text{ piesă de aspirație}} = \frac{\xi \cdot c_{\text{recalculat}}^2}{2g} = \frac{0,13 \times (1,16)^2}{2 \times 9,81} = 0,0089 \text{ m}$$

Piesa de aspirație are secțiune de intrare elipsoidală. Din echivalența de secțiuni rezultă:

$$\frac{\pi D_i^2}{4} = \frac{\pi D_{0-1}^2}{4} + x \cdot D_{0-1}$$

$$\frac{\pi (0,42)^2}{4} = \frac{\pi (0,3)^2}{4} + x \cdot 0,3$$

$$0,3 x = \frac{\pi}{4} [(0,42)^2 - (0,3)^2] \Rightarrow x = 0,226 \text{ m} = 226 \text{ mm}$$



Deci coordonatele elipsei vor fi: $\begin{cases} a = 300 \text{ mm} \\ b = 300 + 226 = 526 \text{ mm} \end{cases}$

2. Grătar perpendicular pe direcția curentului, din bare circulare de ϕ 10 mm.

$$\xi_{\text{grătar}} = \beta k_1 \sin \theta$$

unde β = coeficient ce depinde de forma barei = 1,79.

$$k_1 = 0,55$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$\text{Rezultă } \xi_{\text{grătar}} = 1,79 \times 0,55 \times \sin 30^\circ = 0,492.$$

$$h_{\text{grătar}} = \frac{\xi c_1^2}{2g} = \frac{0,492 \times (0,6)^2}{2 \times 9,81} = 0,009 \text{ m.}$$

3. Coturi (2 coturi la 30°)

$$\alpha = 30^\circ$$

$$D_n = 300 \text{ mm.}$$

Se adoptă cot neted cu următoarele caracteristici:

$$\frac{R}{D} = 5$$

$$\xi_{\text{cot}} = k_{\Delta} \cdot k_{\text{Re}} \cdot \xi_M + \xi_f$$

$$\xi_M = A_1 \times B_1 \quad \left. \begin{array}{l} A_1 = 0,4 (\alpha = 30^\circ) \\ B_1 = 0,08 \end{array} \right\} \Rightarrow \xi_M = 0,032$$

$$\xi_f = 0,0175 \cdot \lambda \cdot \frac{R}{D}$$

$$\text{unde } \Delta = 1 \text{ mm}$$

$$\lambda = f\left(\text{Re}; \frac{\Delta}{D}\right); \quad \frac{\Delta}{D} = \frac{1}{300} = 0,0033$$

$$\text{Re} = \frac{c \cdot D}{\nu} = \frac{1,16 \times 0,3}{1,02 \times 10^{-6}} = 0,341 \times 10^6$$

$$\lambda_{0-1} = 0,028$$

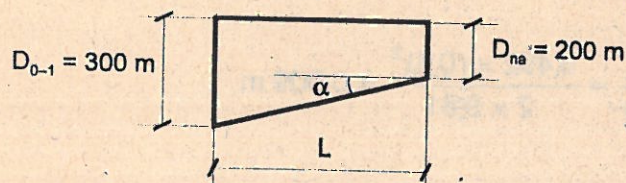
$$\xi_f = 0,0175 \cdot 0,028 \cdot 5 = 0,00245$$

$$k_{\text{Re}} = 1; \quad k_{\Delta} = 2$$

$$\xi_{cot} = 2 \cdot 1 \cdot \xi_M + \xi_f = 2 \cdot 1 \cdot 0,032 + 0,00245 = 0,06645$$

$$h_R = \frac{\xi \cdot c^2}{2g} = \frac{0,06645 \times (1,16)^2}{2 \times 9,81} = 0,00455 \text{ m}$$

4. Confuzor asimetric la intrarea în pompă



$$L = (1+2)(300 - 200) + 150 \text{ mm} = (1+2) \cdot 100 + 150 = 350 \text{ mm}$$

$$L = 350 \text{ mm}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{300 - 200}{L} = \frac{100}{350} = 0,285$$

Rezultă $\alpha = 15,94 \approx 16^\circ \Rightarrow \xi_{conf} = 0,18$.

Pierdere de sarcină locală va fi:

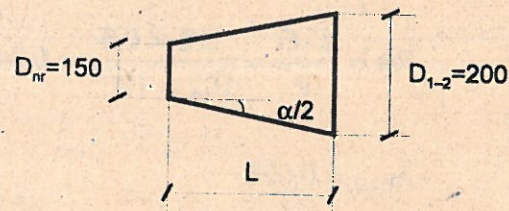
$$h_r = \frac{\xi \cdot c_{\text{aspirație pompă}}^2}{2g}$$

$$c_{\text{aspirație pompă}} = \frac{4Q}{\pi D_{na}^2} = \frac{4 \times 0,0825}{\pi \times (0,2)^2} = 2,63 \text{ m/s}$$

$$h_r = \frac{\xi c^2}{2g} = \frac{0,18 \times (2,63)^2}{19,62} = 0,0634 \text{ m.}$$

5. Difuzor refulare la ieșirea din pompă

Se alege $\frac{\alpha}{2} = 7^\circ$.



$$\text{tg } \alpha/2 = \frac{200 - 150}{2L} \Rightarrow L = \frac{200 - 150}{2 \cdot \text{tg } \alpha/2} = \frac{50}{2 \text{ tg } \alpha/2} \approx 200 \text{ mm.}$$

$$L = 200 \text{ mm}$$

Rezultă $\xi_{\text{difuzor}} = 0,1$.

$$h_r = \frac{\xi \cdot c_{1-2}^2}{2g} = \frac{0,1 \cdot (2,63)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0352 \text{ m.}$$

6. Coturi la 90°

Se adoptă cot neted cu următoarele caracteristici:

$$D_n = 200 \text{ mm;}$$

$$\frac{R}{D} = 2,5$$

$$\Delta = 1 \text{ mm.}$$

$$\xi_{\text{cot}} = k_{\Delta} \cdot k_{\text{Re}} \cdot \xi_M + \xi_f$$

$$\xi_M = A_1 \times B_1 \quad \left. \begin{array}{l} A_1 = 1 (\alpha = 90^\circ) \\ B_1 = 0,14 \end{array} \right\} \Rightarrow \xi_M = 0,14$$

$$\xi_f = 0,175 \times 0,032 \times 2,5 = 0,014$$

$$\lambda_{1-2}: \quad \frac{\Delta}{D} = \frac{1}{200} = 0,005$$

$$\text{Re} = \frac{c \cdot D}{\nu} = \frac{2,63 \cdot 0,2}{1,02 \cdot 10^{-6}} = 5,15 \times 10^5$$

$$\lambda_{1-2} = 0,032$$

$$\text{Deci } \xi_{\text{cot}} = k_{\Delta} \cdot k_{\text{Re}} \cdot \xi_M + \xi_f$$

$$k_{\Delta} = 2; k_{\text{Re}} = 1$$

$$\xi_{\text{cot}} = 2 \cdot 1 \cdot 0,14 + 0,014 = 0,294 \text{ m}$$

$$h_R = \frac{\xi c^2}{2g} = \frac{0,294 \times (2,63)^2}{2g} = 0,103 \text{ m (pe un singur cot)}$$

7. Clapet de reținere cu valvă $D_n 200$

$$\text{Pentru } D_n = 200; \xi_{\text{clapet}} = 2$$

$$h_r = \frac{\xi c^2}{2g} = \frac{2 \times (2,63)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,705 \text{ m.}$$

8. Vană fluture cu D_n 200

$$t/D_n = 0,1$$

$$\alpha = 5^\circ \Rightarrow \xi_{\text{vană}} = 0,24$$

$$h_r = \frac{\xi \cdot c^2}{2g} = 0,0846 = \frac{0,24 \times (2,63)^2}{19,62}$$

9. Compensator de montaj D_n 200

$$\xi_{\text{compensator}} = 0,01$$

$$h_r = \frac{\xi \cdot c^2}{2g} = \frac{0,01 \times (2,63)^2}{19,62} = 0,0035 \text{ m}$$

10. Cot cu modificarea direcției de curgere la $\alpha = 45^\circ$

Se adoptă cot neted cu elementele de la cotul de 90° .

$$\xi_{\text{cot}} = 0,294$$

$$\xi_{\text{cot}}(135^\circ) = \xi_{\text{cot}} 90^\circ \cdot \sin(180^\circ - 135^\circ) = 0,294 \cdot \sin 45^\circ = 0,208$$

$$h_r = \frac{\xi \cdot c^2}{2g} = \frac{0,208 \times (2,63)^2}{2g} = 0,0733 \text{ m.}$$

11. Difuzor

$$\text{Se alege } \frac{\alpha}{2} = 7^\circ$$

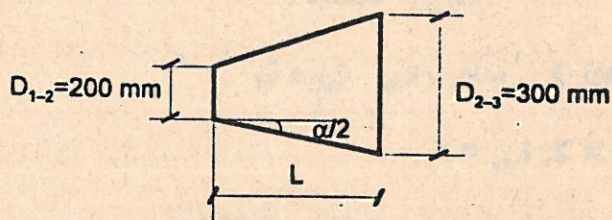
$$L = \frac{D_{2-3} - D}{2 \tan \alpha/2} = \frac{300 - 200}{2 \tan \alpha/2} = \frac{100}{\tan \alpha/2}$$

$$L \approx 400 \text{ mm}$$

$$\frac{300}{200} = 1,5 \Rightarrow \xi = 0,1$$

Pierdere de sarcină

$$h_r = \frac{\xi \cdot c_{2-3}^2}{2g} = \frac{0,1 \times (2,33)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0276 \text{ m.}$$



12. Punctul de confluență 2: $\alpha = 45^\circ$

$$\left. \begin{aligned} \frac{A_3}{A_2} &= \left(\frac{200}{300} \right)^2 = 0,444 \\ \frac{Q_3}{Q_2} &= \frac{Q_p}{2 Q_p} = 0,5 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \xi_r = 0,1$$

$$h_r = \frac{\xi_r \cdot c_{2-3}^2}{2g} = \frac{0,1 \cdot (2,33)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0276 \text{ m.}$$

13. Difuzor

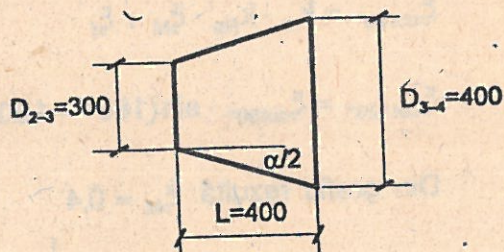
Se alege $\frac{\alpha}{2} = 7^\circ$.

$$L = \frac{400 - 300}{2 \tan \alpha/2} = \frac{100}{2 \cdot 0,122} = 409,83$$

$$L = 400 \text{ mm}$$

$$\frac{400}{300} = 1,33 \Rightarrow \xi = 0,1$$

$$h_r = \frac{\xi \cdot c_{3-4}^2}{2g} = \frac{0,1 \times (1,97)^2}{2g} = 0,01978 \text{ m.}$$



14. Punctul de confluență 3: $\alpha = 45^\circ$

$$\left. \begin{aligned} \frac{A_3}{A_2} &= \frac{200}{400} = 0,5 \\ \frac{Q_3}{Q_2} &= \frac{Q_p}{3 Q_p} = 0,33 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \xi_r = 0,1$$

$\alpha = 45^\circ$

$$h_r = \frac{0,1 \times (1,97)^2}{2g} = 0,01978 \text{ m.}$$

15. Punctul de confluență 4: piesă tip pantalon cu $\alpha = 45^\circ$

$$\frac{3 Q_p}{6 Q_p} = 0,5$$

$$\xi_r = 0,22$$

$$h_r = \frac{\xi \cdot c_{4-5}^2}{2g} = \frac{0,22 \times (1,75)^2}{2g} = 0,0343 \text{ m.}$$

16. Cot din elemente sudate $D = 600 \text{ mm}$, $\alpha = 120^\circ$

Din planul de situație rezultă că sunt 4 coturi pentru care se consideră:

$$\frac{R}{D} = 5; n = 1 (1 \text{ buc.})$$

$$\xi_{\cot 90^\circ} = k_\Delta \cdot k_{Re} \cdot \xi_M + \xi_r$$

$$\xi_{\cot 120^\circ} = \xi_{\cot 90^\circ} \cdot \sin(180^\circ - 120^\circ)$$

Din grafic rezultă: $\xi_M = 0,4$

$$\xi_r = n \lambda \frac{L}{D}$$

unde $\frac{L}{D} = 4,5 \quad \left(\text{pentru } \frac{R}{D} = 5 \right)$

$$\frac{\Delta}{D} = \frac{1}{600} = 0,0016$$

$$Re = \frac{c \cdot D}{\nu} = \frac{1,75 \times 0,6}{1,02 \times 10^{-6}} = 1,029 \times 10^6$$

Rezultă $\lambda = 0,024$.

$$\xi_r = 1 \cdot 0,024 \cdot 4,5 = 0,108$$

$$k_{Re} = 1; k_\Delta = 2$$

$$\xi_{\cot 90^\circ} = 2 \cdot 1 \cdot 0,4 + 0,108 = 0,908$$

$$\xi_{\cot 120^\circ} = 0,908 \times \sin 60^\circ = 0,786$$

Pentru cazul în care funcționează toate pompele din stație

$$h_r = \frac{\xi_{\cot 120^\circ} \times c^2}{2g} = \frac{0,786 \times (1,75)^2}{2g} = 0,1226 \text{ m}$$

Pentru cazul în care funcționează o singură pompă

$$h_r = \frac{0,786 \times (0,3)^2}{2g} = 0,0036 \text{ m}$$

17. Dimensionarea piesei de refulare

Se consideră $c_{ieșire} = 1,5 \text{ m/s}$.

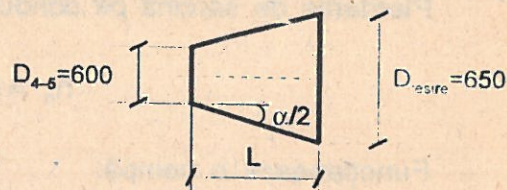
$$D_i = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot c_i}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,495}{\pi \times (1,5)}} = 0,648 \approx 650 \text{ mm}$$

$$\frac{\alpha}{2} = 7^\circ \Rightarrow \xi_{difuzor} = 0,10$$

$$L = \frac{650 - 600}{2 \tan \alpha/2} = \frac{50}{2 \cdot 0,122} = 203,6 \approx 200 \text{ mm}$$

$$\xi_{PR} = \xi_{dif} + \xi_{ieșire} = 0,1 + 1 = 1,1$$

$$h_r = \frac{\xi \cdot c_i^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot (1,5)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,126 \text{ m}$$



8.4.3. Calculul exact al pierderilor de sarcină liniare

Tabel 8.3

În cazul în care funcționează toate pompele:

Tronson	Q	D	c	L	D/Δ	Re	λ	h _r liniar
	m ³ /s	mm	m/s	m	—	—	—	m
0-1	0,0825	300	1,16	30	0,003	3,4×10 ⁵	0,028	0,192
1-2	0,0825	200	2,63	12	0,005	5,15×10 ⁵	0,032	0,676
2-3	0,165	300	2,33	2	0,003	6,8×10 ⁵	0,025	0,0461
3-4	0,2475	400	1,97	1	0,0025	7,72×10 ⁵	0,026	0,0128
4-5	0,495	600	1,75	875	0,0016	1,02×10 ⁵	0,024	5,463

În cazul când funcționează o singură pompă:

4-5	0,0825	600	0,3	875	0,0016	1,76×10 ⁵	0,024	0,160
-----	--------	-----	-----	-----	--------	----------------------	-------	-------

Din acestea rezultă pierderile de sarcină în zona stației:

$$h_{r\text{ STP}} = h_{r\text{ lin } 0-4} + h_{r\text{ loc } 0-4} = 1,43 \text{ m}$$

$$H_p^{\text{med}} = H_g^{\text{med}} + h_{r\text{ STP}} + h_{r\text{ CR}} = 13,6 + 1,43 + 6,08 = 21,11 \text{ m.}$$

Pierderile de sarcină pe conducta de refulare:

$$h_{rr} = h_{r\text{ lin } 4-5} + h_{r\text{ loc } 4-5}$$

Funcționează o pompă:

$$h_{rr}^{1P} = 0,177 \text{ m}$$

Funcționează toate pompele:

$$h_{rr}^{6P} = 6,08 \text{ m.}$$

8.5. CARACTERISTICA CONDUCTEI DE REFULARE

Corespunzător punctului de funcționare:

$$H_c = H_p = H_g + \sum h_r = H_g + h_{r\text{ STP}} + h_{r\text{ CR}}$$

Pentru $Q = 0$:

$$H_c = H_g + h_{r\text{ STP}} = 13,6 + 1,43 = 15,03 \text{ m}$$

Pentru $Q = Q_p = 0,0825 \text{ m}^3 / \text{s} = 297 \text{ m}^3 / \text{h}$

$$H_c = H_g + h_{r\text{ STP}} + h_{r\text{ cond. refulare}} = 13,6 + 1,43 + 0,177 = 15,207 \text{ m.}$$

Pentru $Q = 6Q_p = 6 \times 0,0825 = 0,495 \text{ m}^3 / \text{s} = 1782 \text{ m}^3 / \text{h}$

$$H_c = H_g + h_{r\text{ STP}} + h_{r\text{ cond. refulare}} = 13,6 + 1,43 + 6,08 = 21,11 \text{ m}$$

Cu aceste date se construiește grafic caracteristica conductei $H_c = f(Q)$. (fig. 8.4)

8.6. VERIFICAREA ALEGERII POMPEI ȘI STABILIREA DIAMETRULUI D_2 AL ROTORULUI POMPEI

Cu pierderile de sarcină calculate exact rezultă corespunzător funcționării tuturor pompelor:

$$H_p^{\text{med}} = H_g^{\text{med}} + h_{r\text{ STP}} + h_{r\text{ cond. refulare}} = 13,6 + 1,43 + 6,08 = 21,11 \text{ m}$$

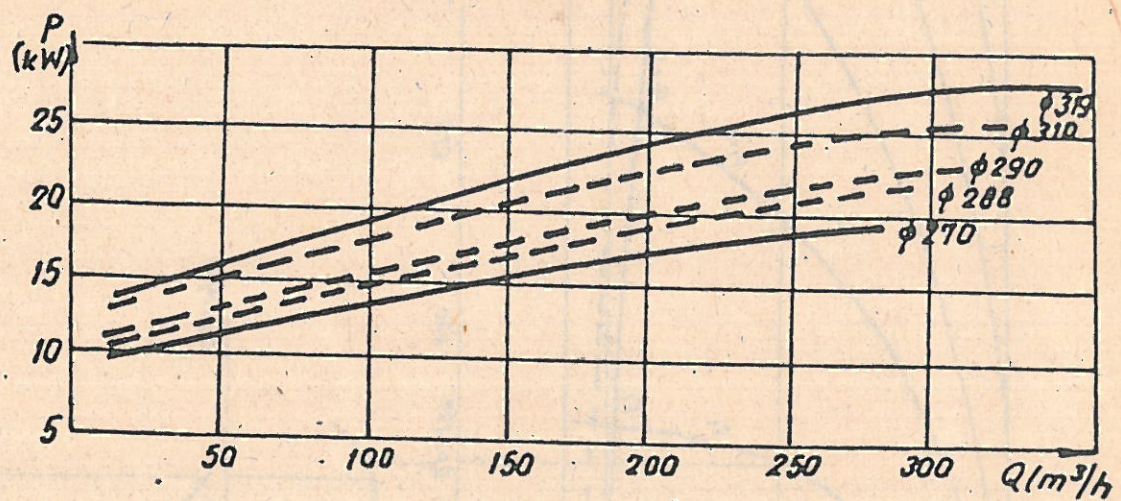
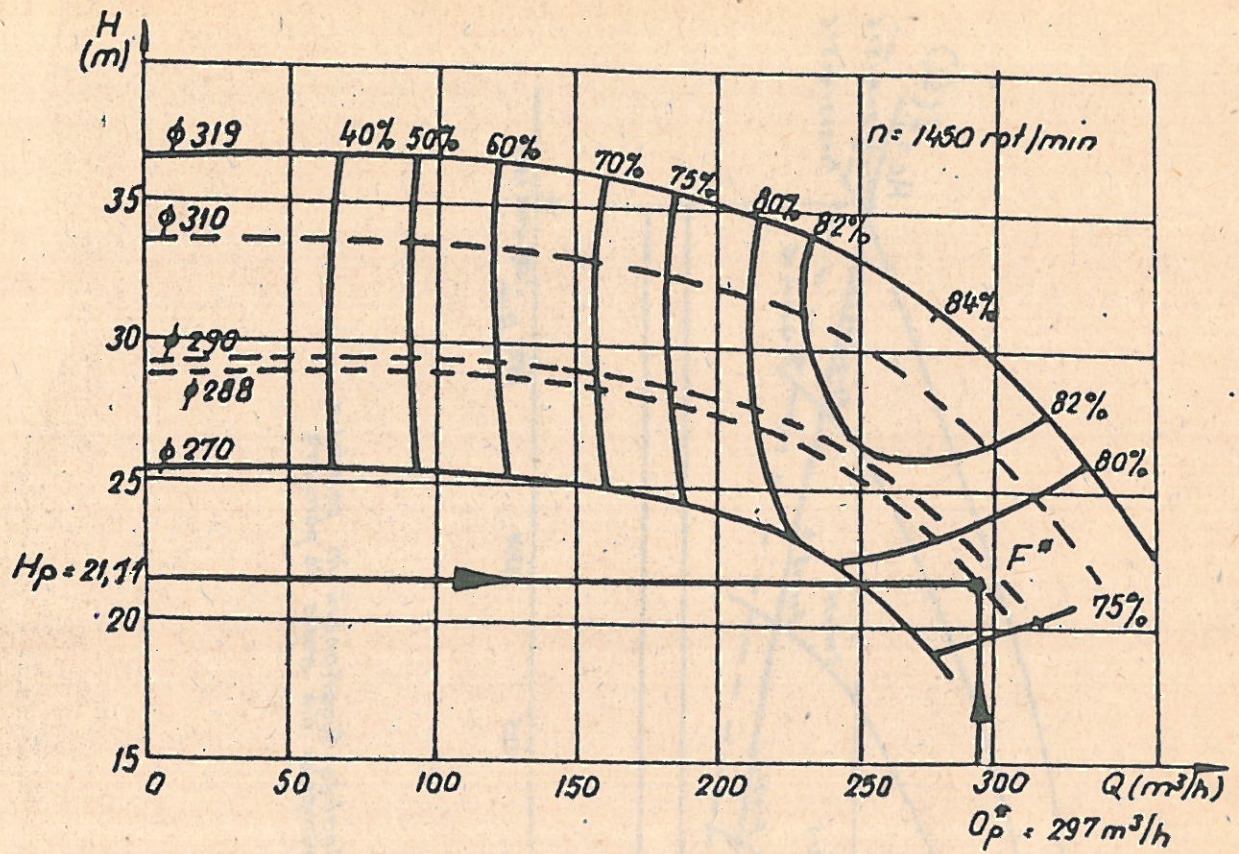


Fig. 8.3.
Caracteristici de funcționare pentru pompa AM 200-150-315 $n = 1450 \text{ rot/min}$.

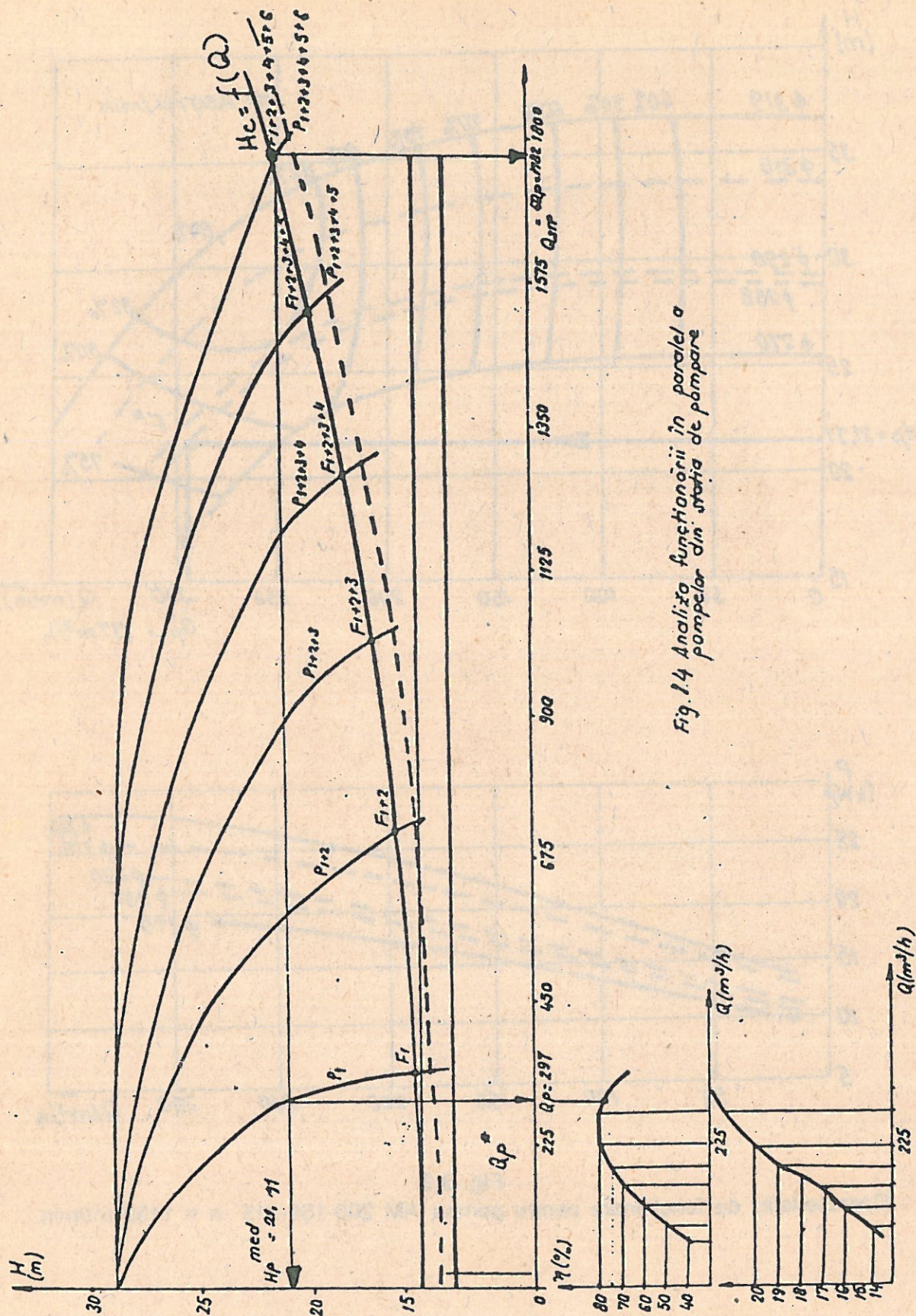


Fig. 1.4 Analiza funcționării în paralel a pompelor din stația de pompare

Fig. 8.4. Analiza funcționării în paralel a pompelor din stația de pompare.

Cu $H_p = 21,11$ și $Q_p^* = 0,0825 \text{ m}^3/\text{s} = 297 \text{ m}^3/\text{h}$ din caracteristica generală de funcționare a pompei AN 200-150-315 garantată de furnizor (fig. 8.3) se trasează caracteristica $H_p = f(Q)$ corespunzătoare punctului F^* al cărui diametru se determină prin calcul utilizând relațiile de similitudine și curbele garantate de furnizor pentru $D_2 = 290 \text{ mm}$.

A rezultat din calcule $D_2 = 288 \text{ mm}$, pentru care, caracteristicile sunt cele din tabelul 8.4.

Tabel 8.4

Caracteristici AN 200-150-288

$Q \text{ (m}^3/\text{h)}$	70	95	125	160	190	220	280	310
$Q \text{ (m}^3/\text{s)}$	0,019	0,026	0,035	0,044	0,053	0,061	0,078	0,086
$H_p \text{ (m)}$	29	29	28,5	28	27,5	27	22,5	19,5
$\eta_p (\%)$	40	50	60	70	75	80	80	75
$P \text{ (kW)}$	13,51	14,79	16,31	17,26	19,06	20,19	21,52	21,93

8.7. ANALIZA FUNCȚIONĂRII ÎN PARALEL A POMPELOR

Cu caracteristicile pompei și caracteristica conductei cunoscute se trasează graficele din Fig. 8.4, din care rezultă parametrii de funcționare a stației (tabelul 8.5), corespunzător funcționării lui $H_{g,med}$.

8.8. ALEGEREA MOTORULUI ELECTRIC DE ANTRENARE A POMPEI

Din analiza funcționării în formație a pompelor a rezultat corespunzător $H_{g,min}$:

$$P_p^{max} = 23 \text{ kW}$$

$$P_{me} = \frac{P_p^{max}}{\eta_{me}} = \frac{23}{0,95} = 24,2 \text{ kW}.$$

Puterea de alegere a motorului electric este:

$$P_{a,me} = k_s P_{me}$$

cu coeficientul de supraechipare $k_s = 1,15$.

Tabel 8.5

Bilanțul parametrilor de funcționare ai stației de pompare

Pompe în funcțiune	Q_{STP}	H_p	Q_p^*	H_g^{med}	η_p	η_{me}	η_a	$\eta_{h,ext}$	η_{STP}	P_p	
	m^3/h	m	m^3/h	m	%	%	%	%	%	kW	
P_1	355	15,4	355	13,6	67	95	63	88,0	55,6	22,5	
P_{1+2}	700	16,1	350	13,6	69	95	65	84,4	54,9	22,0	
P_{1+2+3}	1020	17,0	340	13,6	70	95	66	77,0	50,8	21,9	
$P_{1+2+3+4}$	1276	18,3	319	13,6	73	95	69	74,3	51,2	21,5	
$P_{1+2+3+4+5}$	1540	19,7	308	13,6	75	95	71	69,0	49,0	21,3	
$P_{1+2+3+4+5+6}$	1782	21,04	297	13,6	78	95	74	64,6	47,8	21,1	

Tabel 8.6

Calculul diametrului optim economic al conductei de refulare

Nr. crt.	Debitul			Pompă în paralel		Volum pompat		D	L	Investiții			Total	H_g	h_{rSTP}	$h_{r\text{ cond. ref.}}$						H_p	η		E_c	$A + R_k + I_c$	C_a	$1/T_r \cdot I$	Z
	Q_{STP}	Q_{cond}	Q_p	Total anual	pe pompă	I_u	I			ΔI	Δ	Δ/D				Re	λ	L_c	$h_{r\text{ ref}}$	η_p	η_a								
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	$mii\ m^3$	$mii\ m^3$	lei/kg	$mii\ lei$	$mii\ lei$	m	m	mm	10^6	-	m	m	m	%	%	kWh	$mii\ lei$	$mii\ lei$	$mii\ lei$	$mii\ lei$	$mii\ lei$	$mii\ lei$	$mii\ lei$	$mii\ lei$		
1	0,495	0,495	0,0825	6	4000	667	1500	11642	1164	12806	1	0,002	1,26	0,0245	1050	15,92	30,95	83	78	431713	8634	512	9146	1281	10427				
2	0,495	0,495	0,0825	6	4000	667	1500	13519	1352	14871	1	0,0016	1,05	0,024	1050	6,28	21,31	78	74	313314	6266	595	6861	1487	8348				
3	0,495	0,495	0,0825	6	4000	667	1500	15750	1575	17325	1	0,0014	0,90	0,0215	1050	2,63	17,66	72	68	282560	5651	688	6344	1733	8377				

$$P_{ame} = 1,15 \cdot 24,2 = 27,84 \text{ kW} \approx 28 \text{ kW}$$

Pentru $P = 28 \text{ kW}$ și $n = 1450 \text{ rot/min}$, din catalogul de mașini electrice a rezultat că se pot utiliza motoare ASI 200 M-4 cu $P = 30 \text{ kW}$, $n = 1500 \text{ rot/min}$.

8.9. CALCULUL DIAMETRULUI OPTIM ECONOMIC PE CONDUCTA DE REFULARE

Se calculează diametrul optim economic pentru conducta unică de refulare pentru care se cunosc:

$$L_{CR} = 875 \text{ m și } D = 600 \text{ mm rezultat din calculele hidraulice.}$$

Calculul s-a făcut tabelar conform tabelului 8.6.

Pentru completarea tabelului s-au considerat:

– investiția totală:

$$I = G_{cond} \times L_{cond \text{ refulare}} \times 1500 \text{ lei/kg}$$

$$I_u = G_{cond} \times 1500 \text{ lei/kg}$$

$$L_{echiv} = 1,20 L_{CR} = 1,20 \times 875 = 1050 \text{ m}$$

Investiția suplimentară datorită loviturii de berbec $\Delta I = 10\% \cdot I$.

Coeficientul pierderii de sarcină liniară $\lambda = f\left(Re, \frac{\Delta}{D}\right)$ s-a luat din graficul lui Nikuradze pentru $\Delta = 1 \text{ mm}$, $Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$ și $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Costul energiei consumate în scopul pomparei este $P_e = 120 \text{ lei/kWh}$. Cheltuielile aferente amortismentelor întreținerii curente și reparații capitale s-au luat $A+R_k+I_c = 4\% \cdot I$.

Corespunzător $Z_{min} = 8348 \text{ mii lei}$ a rezultat $D_{optim} = 600 \text{ mm}$.

8.10. DIMENSIONAREA BAZINULUI DE ASPIRAȚIE

8.10.1. Schiță de principiu

Cunoscând elementele canalului de aspirație și elementele geometrice ale piesei de aspirație rezultă următoarele elemente în fig. 8.5.

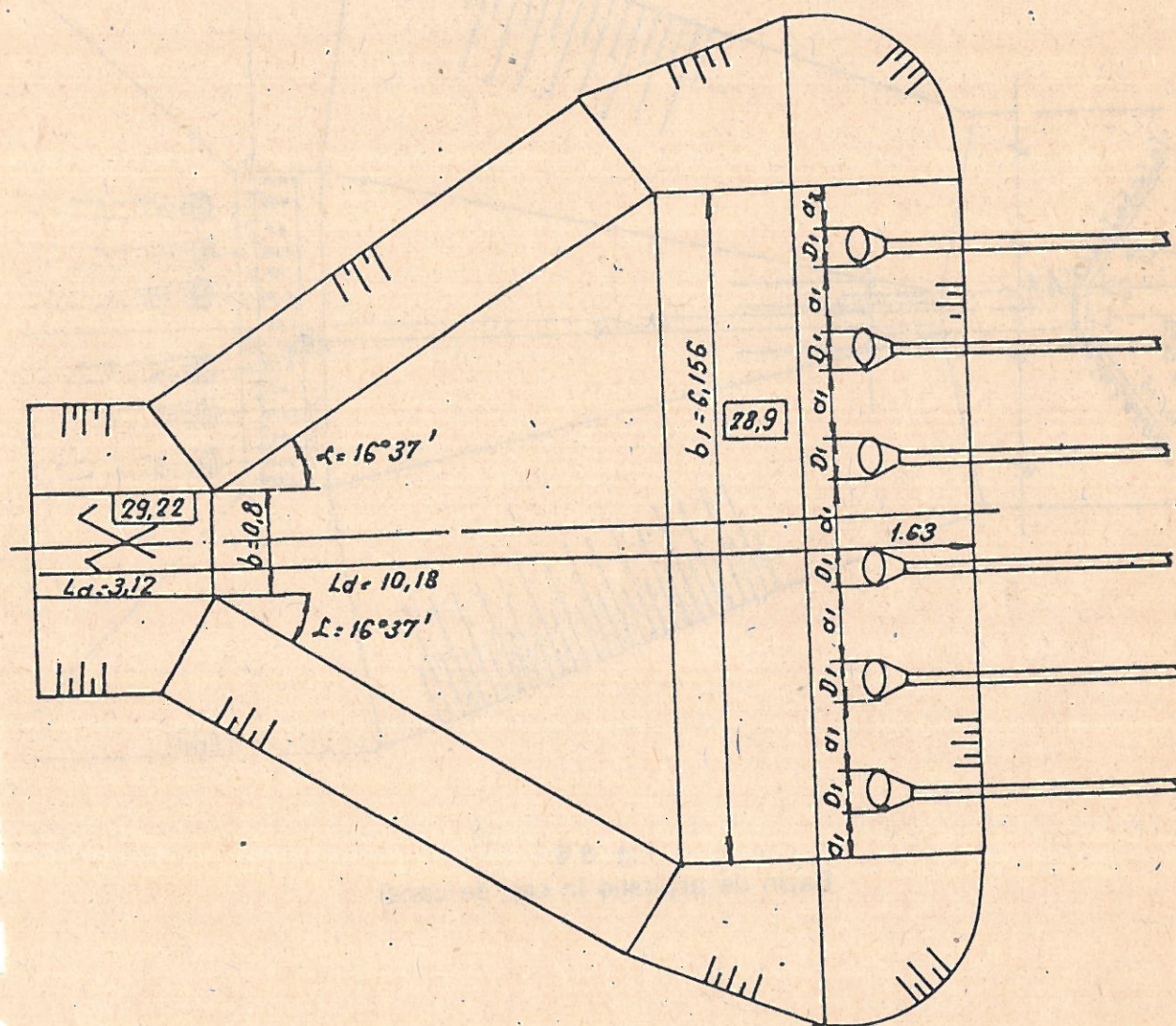
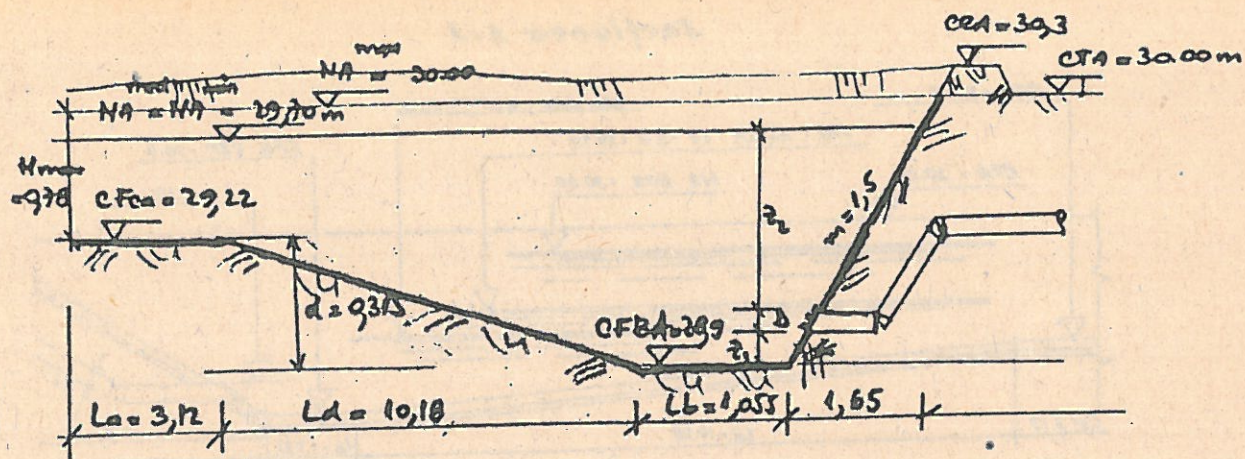
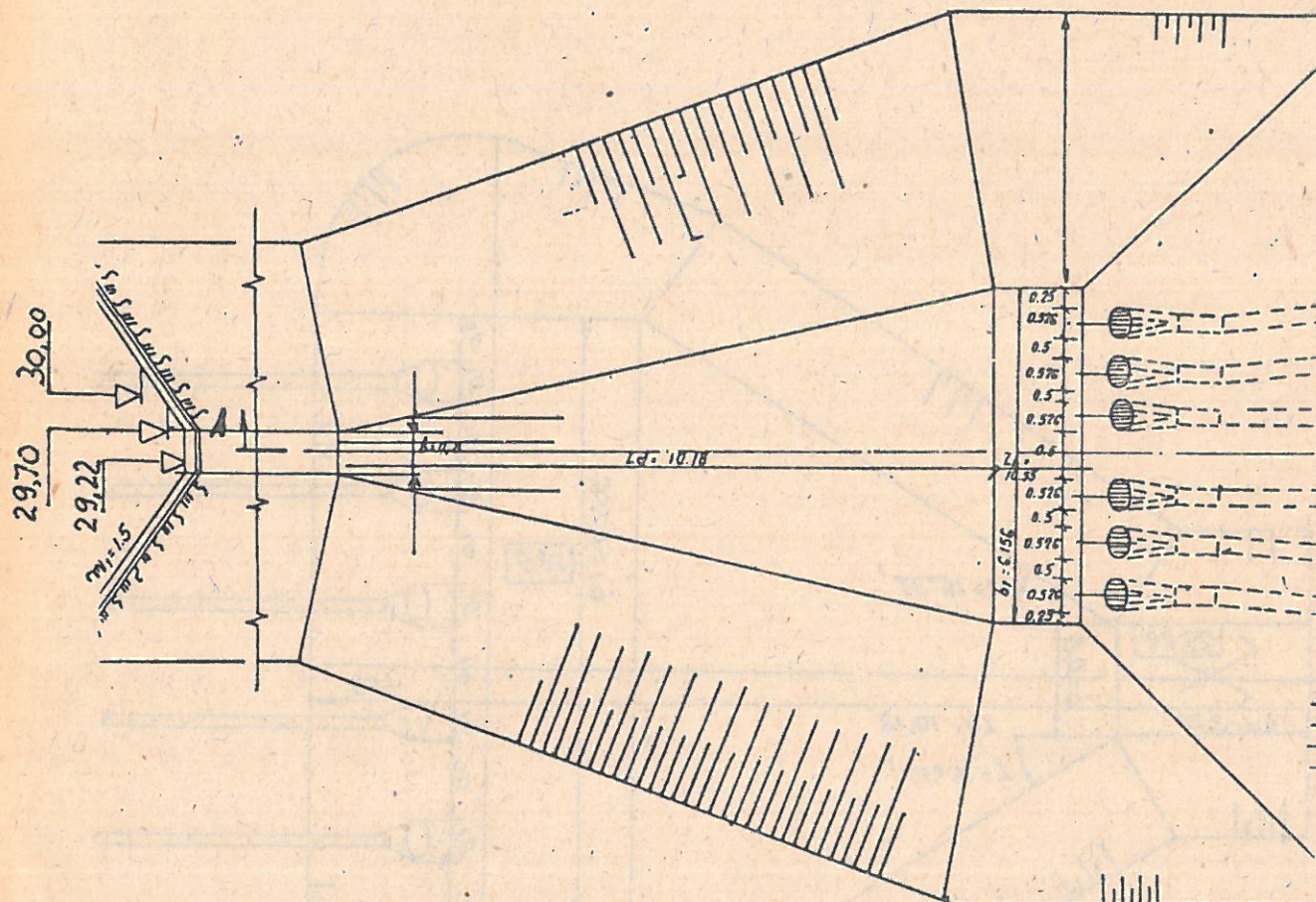


Fig. 8.5.
Schița de principiu a bazinului de aspirație.



140

8.10.2. Elemente de dimensionare a bazinului de aspirație

1. Înecareă minimă

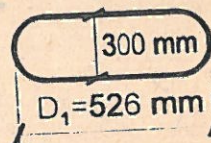
$$z_2 \geq D, \quad z_2 = 300 \text{ m}, \quad D_{0-1} = 300 \text{ mm}$$

2. Garda de fund

$$z_1 = 0,65D = 0,65 \times 0,3 = 0,195 \text{ m}$$

$$z_{1\max} = 0,50 \text{ m}$$

$$D_1 = 526 \text{ mm}$$



3. Distanța între aspiratoare

$$a_1 = 0,4 \times D_1 = 0,4 \times 0,526 = 0,21 \text{ m}$$

dar $a_{1\min} = 0,50 \text{ m}$

4. Distanța față de piciorul taluzului

$$a_2 = 0,5 \times a_1 = 0,25 \text{ m}$$

5. Coborârea fundului bazinului față de fund canal

$$d = z_1 + z_2 + D - h_{\min}$$

$$h_{\min} \text{ NA}^{\min} - \text{CFc}_a = 29,70 - 29,22 = 0,48 \text{ m}$$

$$d = 0,195 + 0,3 + 0,3 - 0,48 = 0,315 \text{ m}$$

6. Cotă fund bazin

$$\text{CFBA} = \text{CFc}_a - d = 29,22 - 0,315 = 28,9 \text{ m}$$

7. Lungimea bazinului

$$L_b = 2 \times D_1 = 2 \times 0,526 = 1,052 \text{ m} \approx 1,055 \text{ m}$$

În fig. 8.6. se prezintă bazinul de aspirație calculat.

8.11. DIMENSIONAREA BAZINULUI DE REFULARE

Bazinul de refulare are scopul de a disipa energia la ieșirea apei din conducta de refulare.

Alegerea tipului de bazin se face după tipul saltului hidraulic produs la racordul regimului rapid de curgere din conducta de refulare și a regimului lent de curgere din canalul de refulare.

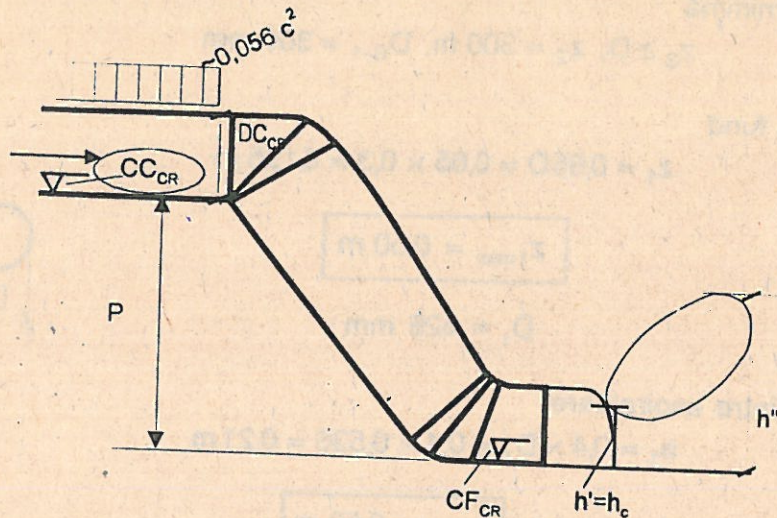


Fig. 8.7.
Elemente pentru calculul saltului hidraulic.

$$T_0 = (p + D_{CR}) + 0,056 c^2$$

$$p = CC_{CR} - CF_{CR} = 44,1 - 42,34 = 1,76 \text{ m}$$

Calculul saltului hidraulic s-a făcut (în tabelul 8.7.) corespunzător tuturor posibilităților de funcționare ale stației.

Se trasează graficul $h_{crit} = f(Q)$, $h'' = f(Q)$ din care rezultă că saltul este îndepărtat. Pentru apropierea și înecarea saltului este necesară coborârea fundului bazinului de refulare față de fundul canalului.

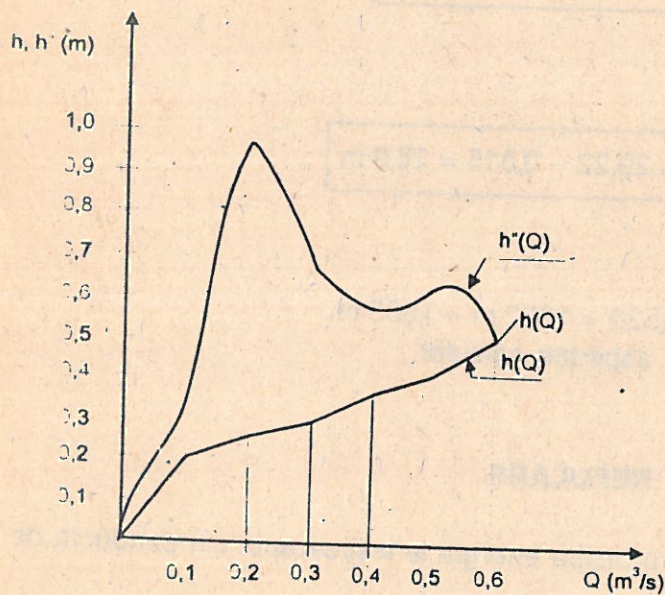


Fig. 8.8.
Curbe de variație h , $h'' = f(Q)$.

Tabel 8.7

Calculul saltului hidraulic

Q	$k = \frac{Q}{\sqrt{g}}$	A(b)	h/b	h	$\frac{\sqrt{\alpha} Q}{m}$	b	h_{crit}	$\frac{Q}{b} = q$	C_R	T_0	A	B	$\frac{C^0}{v^0} = \frac{h^0}{v^0}$	$h_c = h^0$	$\frac{mh_{crit}}{b}$	ξ'	ξ''	h''
m ³ /s	m ³ /s	—	—	m	m ³ /s	m	m	m ² /s	m/s	m	—	—	—	m	—	—	—	m
0,0825	3,69	11,48	0,23	0,184	0,57	0,53	0,215	0,103	0,29	2,363	0,083	11,815	0,017	0,040	0,403	0,856	1,6	0,34
0,165	7,38	5,74	0,32	0,256	0,115	0,53	0,43	0,206	0,58	2,38	0,120	11,9	0,019	0,045	0,806	0,74	2,2	0,95
0,2475	11,07	3,83	0,38	0,304	0,173	0,53	35	0,309	0,87	2,40	0,178	12	0,028	0,067	0,656	0,868	1,9	0,66
0,33	14,76	2,87	0,47	0,376	0,231	0,53	0,305	0,4125	1,17	2,44	0,317	12,2	0,044	0,107	0,572	1,232	1,8	0,55
0,4125	18,45	2,3	0,51	0,408	0,288	0,53	0,28	0,515	1,46	2,48	0,388	12,4	0,048	0,119	0,525	1,46	2,15	0,60
0,495	22,14	1,91	0,58	0,464	0,346	0,53	0,255	0,619	1,75	2,53	0,45	12,65	0,06	0,15	0,478	1,82	3,2	0,255

8.11.1. Dimensionarea bazinului de refulare

Se adoptă bazin de refulare tip R₁

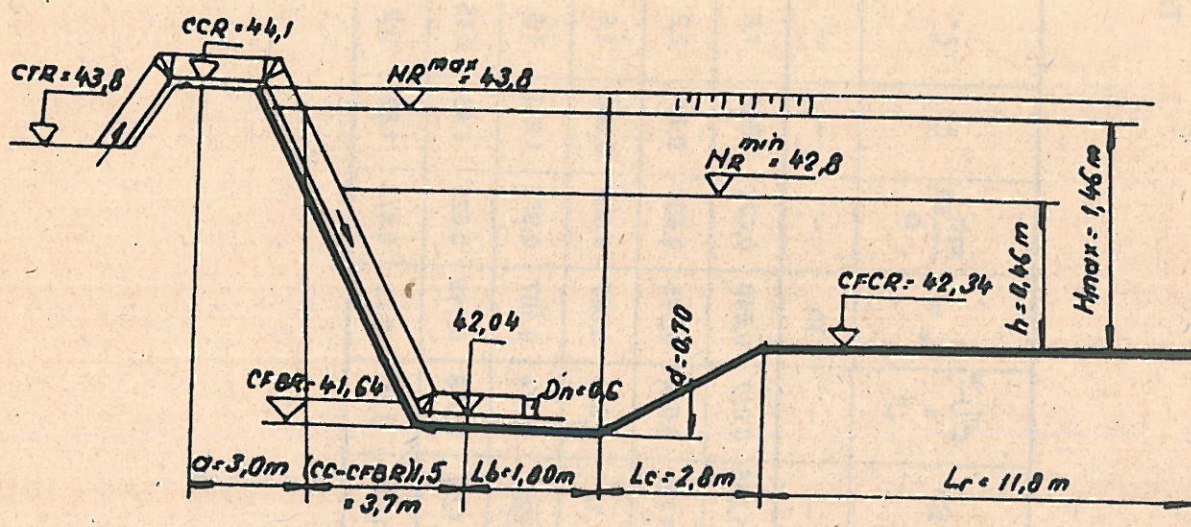


Fig. 8.9.

Schița de principiu a bazinului de refulare.

Se cunosc :

$$D_{CR} = 600 \text{ mm}$$

$N = 1$ conducte refulare

$$Q_{STP} = 0,495 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (la funcționarea tuturor pompelor).}$$

Se calculează:

1. Garda la nivel maxim

$$Z_4 = 0,3 \text{ m}$$

2. Distanța până la piciorul taluzului

$$a_2 = 0,1$$

$$a_1 = 0$$

3. Lățimea la fund a bazinului

$$b_1 = ND_1 + (N - 1) a_1 + 2a_2$$

Piesa de refulare are secțiunea de intrare eliptică cu $D_1 = 650 \text{ mm}$; $D = 600 \text{ mm}$

$$b_1 = 1 \cdot 0,65 + 2 \cdot 0,1 = 0,85 \text{ m}$$

4. Garda față de fund

$$z_1 = 0,1 \text{ m}$$

5. Coborârea fundului bazinului față de fundul canalului

$$d = 0,1 + D = 0,1 + 0,60 = 0,70 \text{ m}$$

6. Cotă fund bazin de refulare

$$CF_{BR} = CF_{CR} - d = 42,34 - 0,7 = 41,64 \text{ mdM}$$

7. Lungimea bazinului

$$L_b = 3 \cdot D = 3 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ m}$$

8. Lungimea confuzorului

$$L_c = 4 \cdot d = 2,8 \text{ m}$$

9. Lungimea rizbermei

$$L_r = 20 D - 4 (b_1 - b) = 11,8 \text{ m}$$

În fig. 8.10. se prezintă bazinul de refulare calculat

8.12. ELEMENTE DE DIMENSIONAREA CLĂDIRII STAȚIEI DE POMPARE

Dimensiunile principale ale clădirii stației de pompare trebuie stabilite în funcție de dimensiunile de gabarit ale pompelor, de modul de amplasare a acestora în scopul respectării spațiilor libere necesare montării, întreținerii și exploatării stației de pompare.

8.12.1. Dimensiuni în plan vertical

Stația este în cuvă uscată, la cota terenului, cu pompele montate cu $H_{ga} > 0$. Pentru a evita funcționarea în regim de cavitație a pompelor trebuie ca $H_{ga} < H_{ga}^{max}$ cu înălțimea geodezică maximă de aspirație calculată:

$$H_{ga}^{max} \leq 10,33 - \frac{A}{900} - \frac{P_v}{\gamma} - h_{ra} - NPSH_p$$

Pentru pompa AN 200-150-315 la:

$$Q_p^{max} = 360 \text{ m}^3 / \text{h} \quad NPSH_p = 5,5 \text{ m}$$

$$h_{ra}^{max} = 0,250 \text{ m}$$

$$A = 30 \text{ m}$$

$$\frac{P_v}{\gamma} = 0,24 \text{ m}$$

$$H_{ga}^{max} = 10,33 - \frac{30}{900} - 0,24 - 0,25 - 5,5 = 4,30 \text{ m.}$$

Nivelul minim al apei în aspirație este $NA_{min} = 29,70 \text{ mdM}$.

Considerăm $H_{ga} = 20\% H_{ga}^{max}$

$$H_{ga} = 0,88 \text{ m.}$$

Cota axului pompei rezultă:

$$\nabla N_0 = C_{ax \text{ pompă}} = NA_{min} + H_{ga} = 29,70 + 0,88 = 30,58 \text{ mdM.}$$

Din cotele de gabarit ale pompei rezultă:

$$\nabla CR_{STP} = \nabla N_0 - 0,4 = 30,58 - 0,4 = 30,2 \text{ mdM}$$

Cu aceste cote și cotele de gabarit ale pompei a rezultat înălțimea suprastructurii $H = 3,3 \text{ m}$ așa cum rezultă din fig. 8.11.

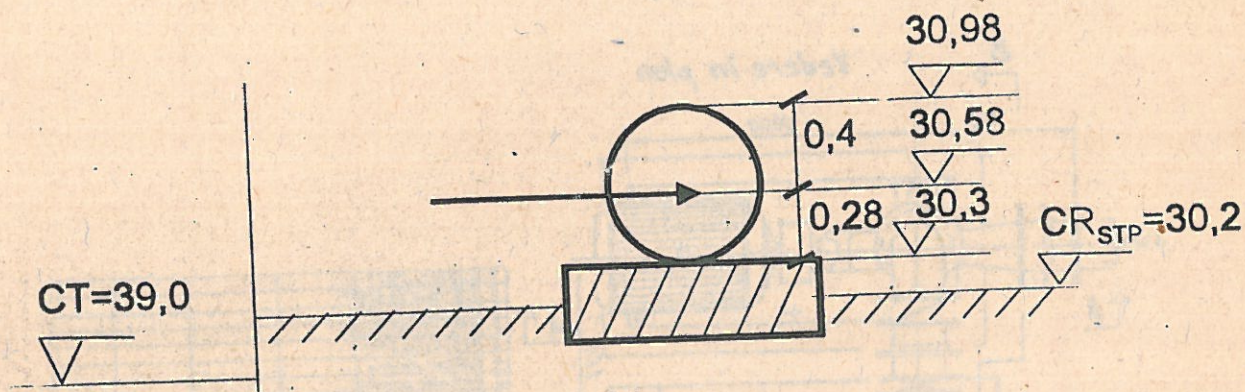


Fig. 8.11.
Cote de gabarit pentru pompa AN 200-150-315.

8.12.2. Dimensiuni în plan

Din cotele de gabarit ale pompei, elementele de dimensionare ale echipamentelor care se găsesc pe conducta de aspirație și refulare, precum și respectarea spațiilor libere a rezultat lățimea clădirii stației conform fig. 8.12 și 8.13, $B = 3,6$ m și lungimea acesteia $L = 19,2$ m.

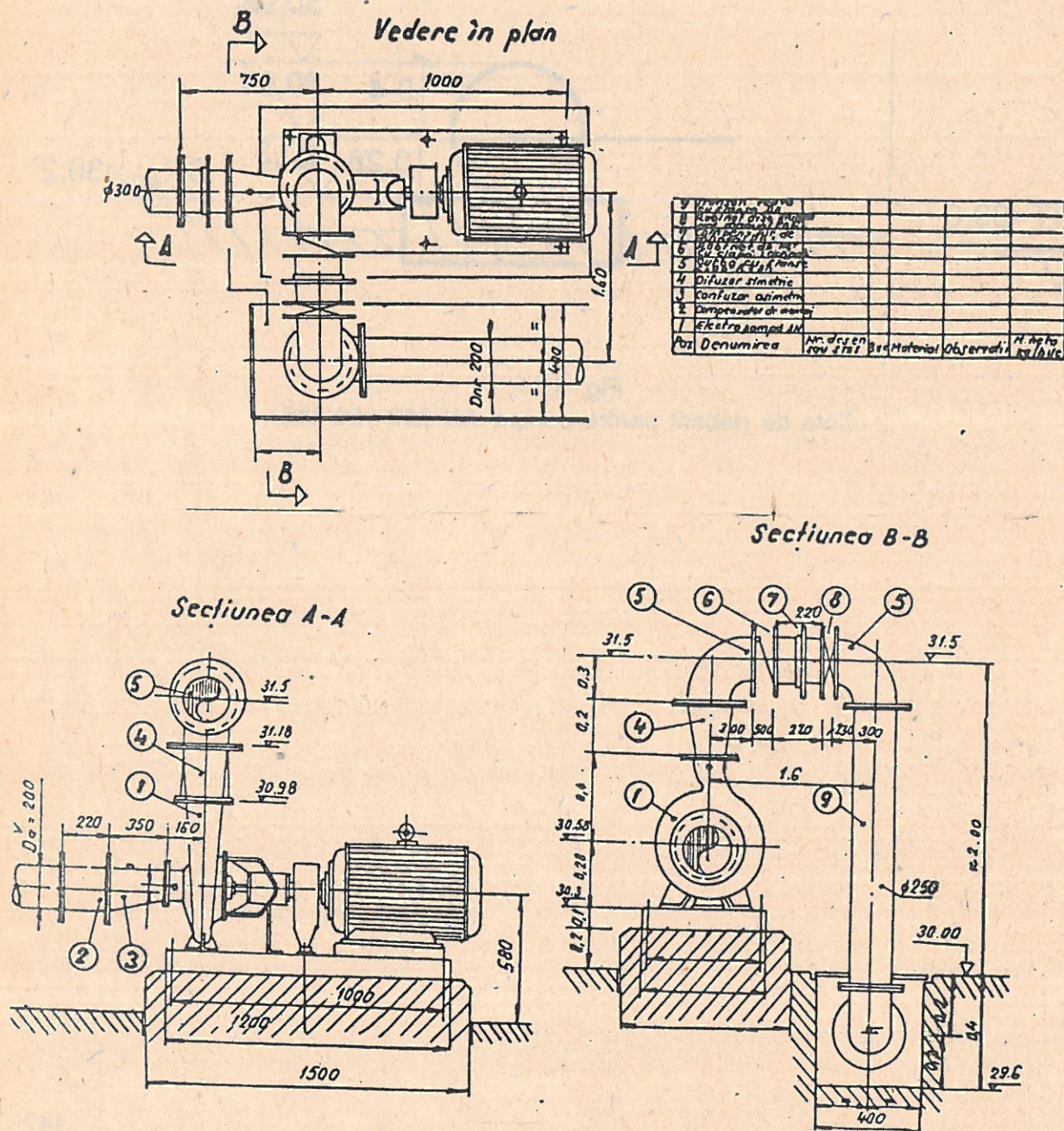
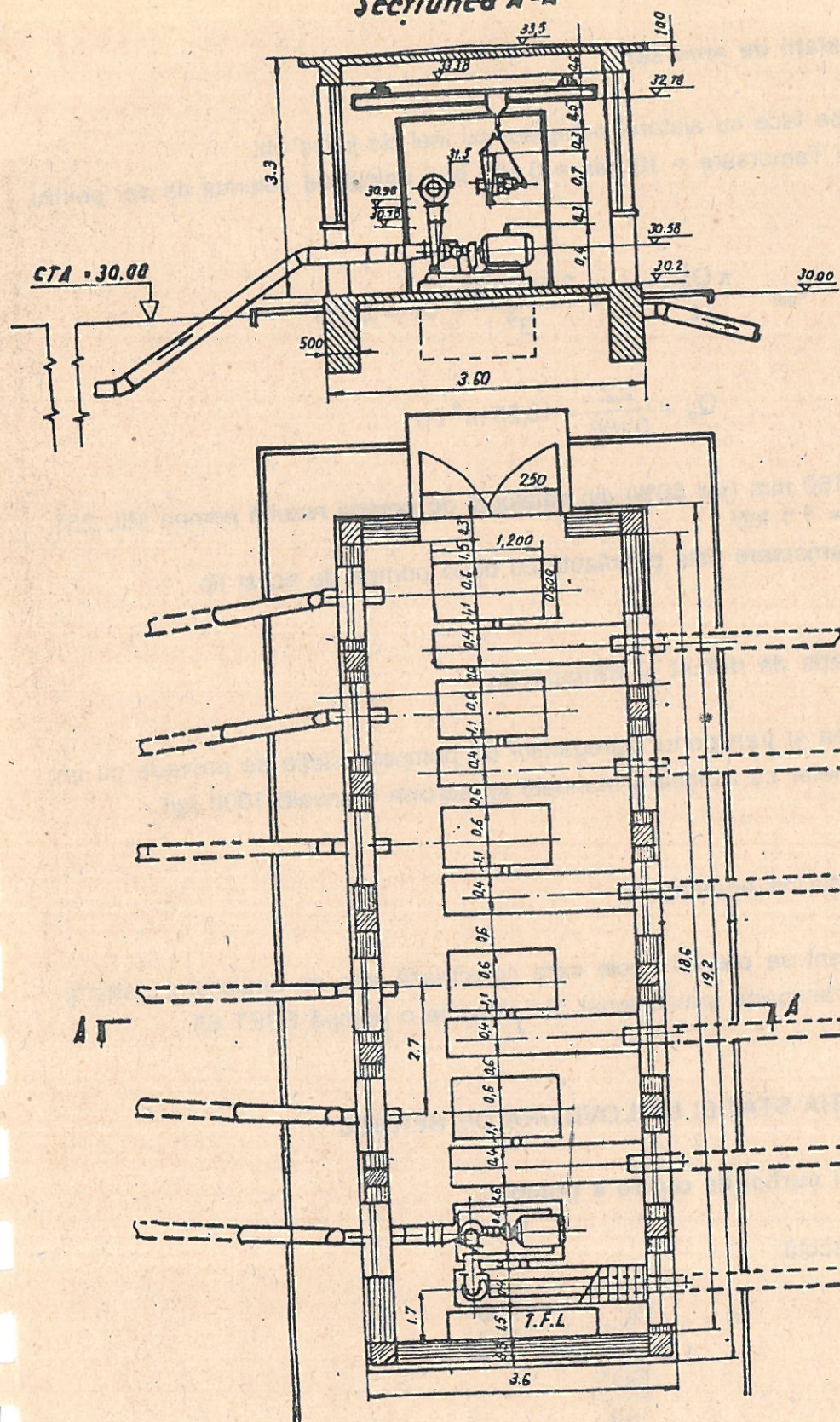


Fig. 8.12.

Elemente de dimensionare a pompelor și echipamentelor montate pe circuitul de aspirație și refulare.

Sectioned A-A



8.13. INSTALAȚII AUXILIARE

8.13.1. Instalații de amorsare

Amorsarea se face cu ajutorul pompelor cu inel de lichid MIL.

Considerând Tamorsare = 10 min = 0,166 h și calculând volumul de aer pentru circuitul unei pompe

$$V_{\text{aer}} = \frac{\pi D_{0-1}^2}{4} \cdot L_a = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{3^4} \cdot 30 = 2,2 \text{ m}^3$$

$$Q_p = \frac{2,2}{0,166} = 13,25 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Pentru $H_g = 160$ mm (vid 80%) din catalogul de pompe rezultă pompa MIL 251, $n = 3000$ rot/min, $P = 1,1$ kW.

Instalația de amorsare este prevăzută cu două pompe de acest tip.

8.13.2. Instalația de ridicat și transportat

Pentru ridicarea și transportul agregatului de pompare stația se prevede cu un cărucior cu palan planetar cu acționare manuală cu sarcina manuală 1000 kgf.

8.13.3. Instalația de epuiment

Pentru epuiment se prevăd rigole care colectează apa de epuiment datorită pantei pardoselii și o transportă gravitațional. Se prevede o pompă EPET 65.

8.14. PROTECȚIA STAȚIEI LA LOVITURA DE BERBEC

8.14.1. Calculul curbei de oprire a pompei

Cu relația cunoscută:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{P_0 \cdot \frac{GD^2}{4g} \cdot t}{P_0}} = \frac{1450}{1 + 0,5t}$$

pentru puterea pompei $P_0 = 30$ kW și momentul de inerție al părților rotitoare (motor + cuplaj pompă) $GD^2 = 20$ kgfm² rezultă în tabelul 8.8 și fig. 8.14. curba de oprire a pompei.

Tabel 8.8

t (s)	0	5	10	15	20	30
n (rot/min)	1450	414	241,6	170	132	90

8.14.2. Calculul celerității

Cu relația cunoscută pentru $D = 600$ mm și $t = 5$ mm

$$a = \frac{a_0}{\sqrt{1 + \frac{D}{t} \frac{\varepsilon}{E}}} = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{600}{5} \frac{21 \cdot 10^4}{21 \cdot 10^6}}} = \frac{1425}{1,48} = 960 \text{ m/s}$$

8.14.3 Fixarea timpilor de calcul

$$\mu = \frac{\tau}{2} = \frac{L}{a} = \frac{875}{960} = 0,91 \text{ s}$$

$$\tau = 2 \cdot 0,91 = 1,82 \text{ s.}$$

Tabel 8.9

τ (s)	1,82	3,64	5,46	7,28	9,10	10,92	12,74
n (rot/min)	800	520	380	300	270	240	210

8.14.4. Calculul pantelor dreptelor caracteristice

$$\operatorname{tg} \alpha = \pm \frac{a}{g\Omega} = \frac{960}{9,81 \cdot \frac{\pi \cdot 0,6^2}{4}} \frac{S_Q}{S_H} = 8,73$$

Rezultă $\alpha = 83^\circ$

Pentru $n_0 = 1450 \text{ rot/min}$ și caracteristica pompei echivalente.

Tabel 8.10

H (m)	21,08	25,8	28,6
Q (m ³ /s)	0.495	0,375	0,250

Cu relațiile de similitudine

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{n}{n_0} \right); \frac{H}{H_0} = \left(\frac{n}{n_0} \right)^2$$

Rezultă:

$$Q = Q_0 \left(\frac{n}{n_0} \right)$$

$$H = H_0 \left(\frac{n}{n_0} \right)^2$$

Pentru turațiile corespunzătoare timpilor de calcul corespunzători $n_1 = 800 \text{ rot/min}$ și $\tau_1 = 1,82 \text{ s}$ rezultă caracteristica:

Tabel 8.11

Q (m ³ /s)	0,273	0,206	0,137
H (m)	6,41	7,85	8,70

și pentru corespunzătoare la $n_2 = 520$ rot/min și $2\tau = 3,64$ s rezultă:

Tabel 8.12

Q (m ³ /s)	0,177	0,134	0,089
H (m)	2,71	3,31	3,67

Din calculul grafic prezentat în figura 8.15 a și b rezultă că în cazul întreruperii bruște cu energie electrică apare fenomenul de lovitură de berbec cu subpresiuni în primul moment și suprapresiunii, ambele periculoase pentru conducta de refulare.

În acest caz pentru protecție se utilizează ca mijloc de protecție un hidrofor cu $V = 30$ m³.

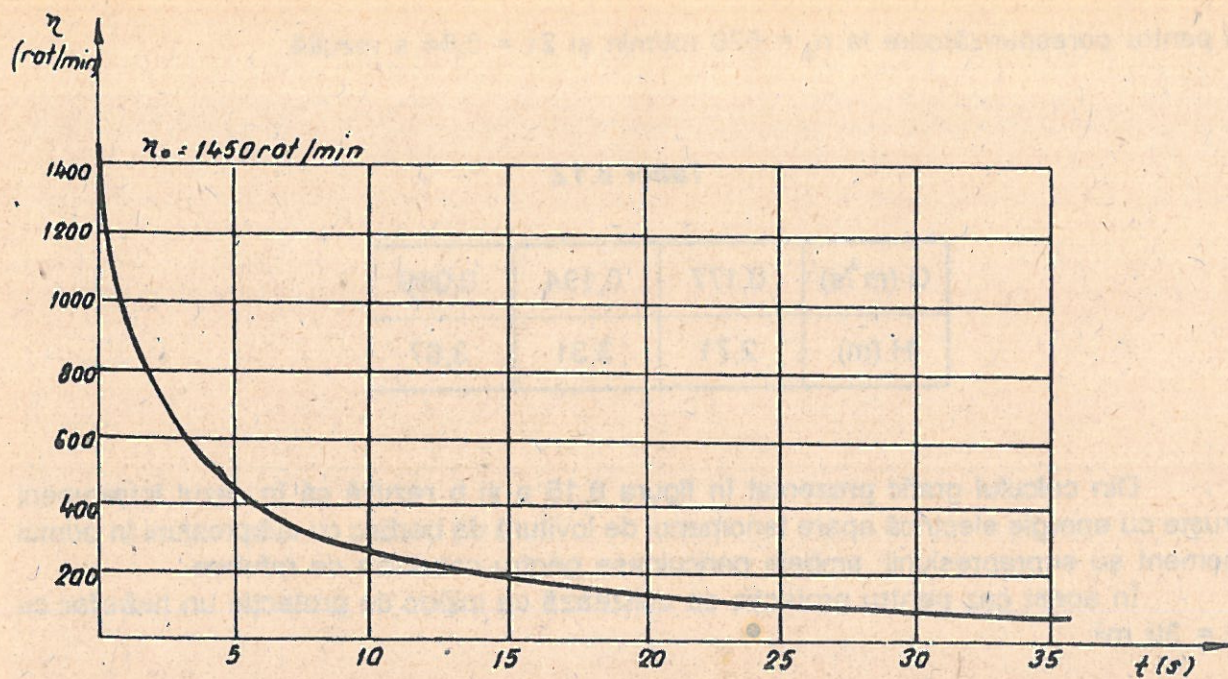


Fig. 8.14.
Curba de oprire a pompei.

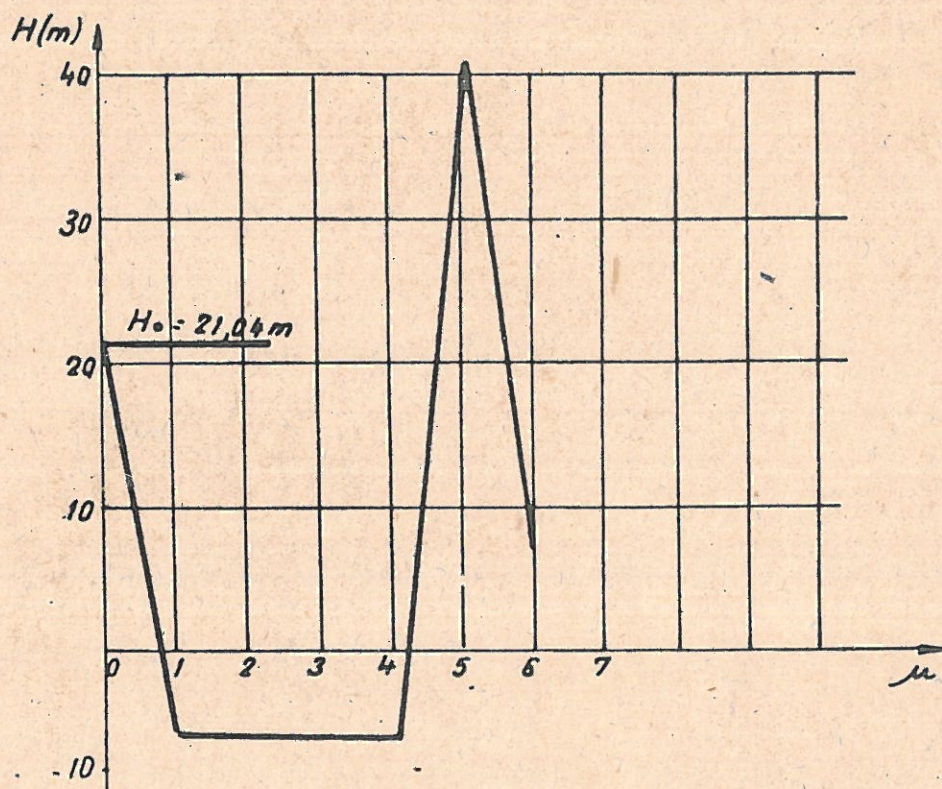


Fig. 8.15 b.
 Variația presiunii la stație.

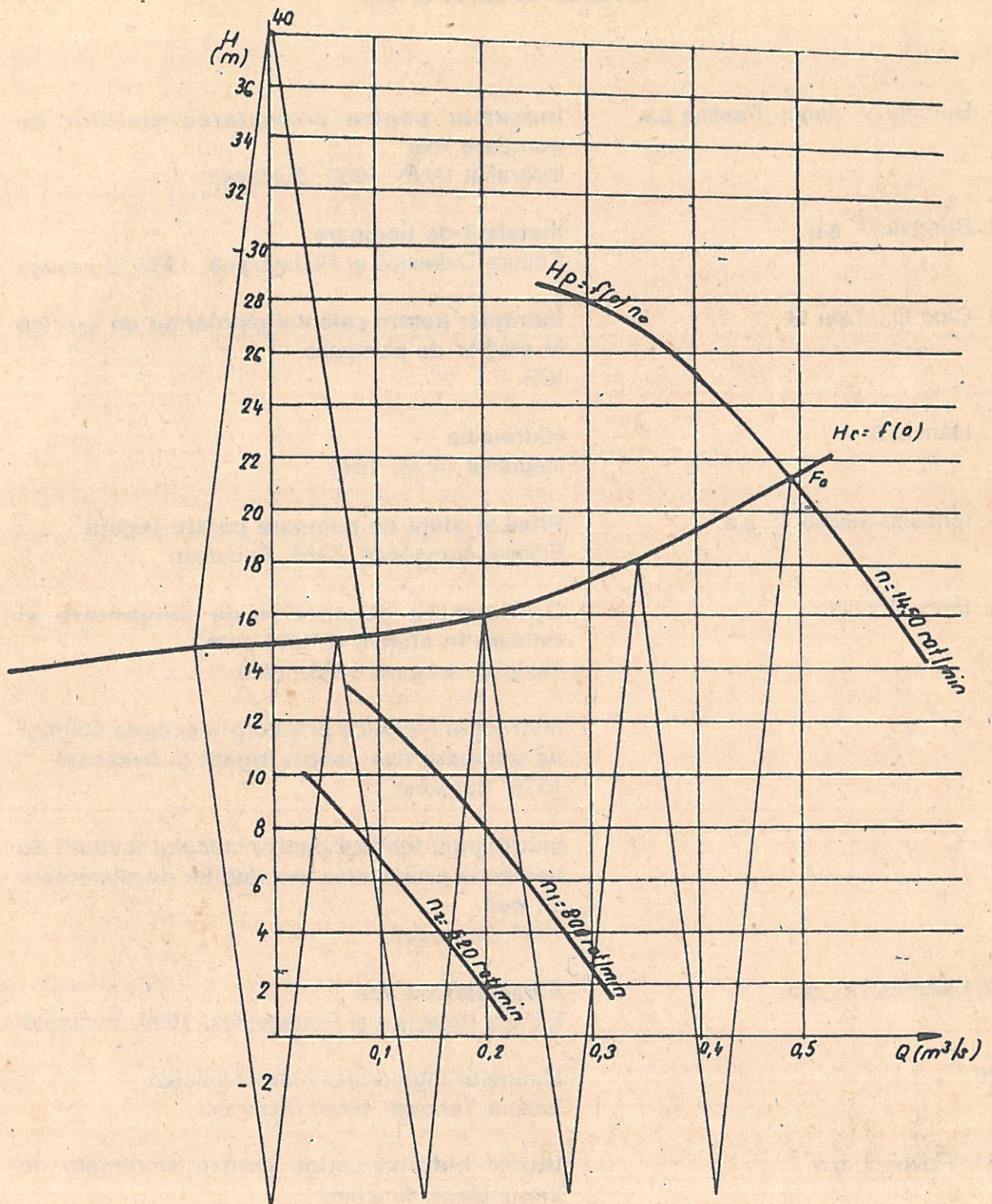


Fig. 8.15 a.
Calculul grafic al loviturii de berbec.

BIBLIOGRAFIE

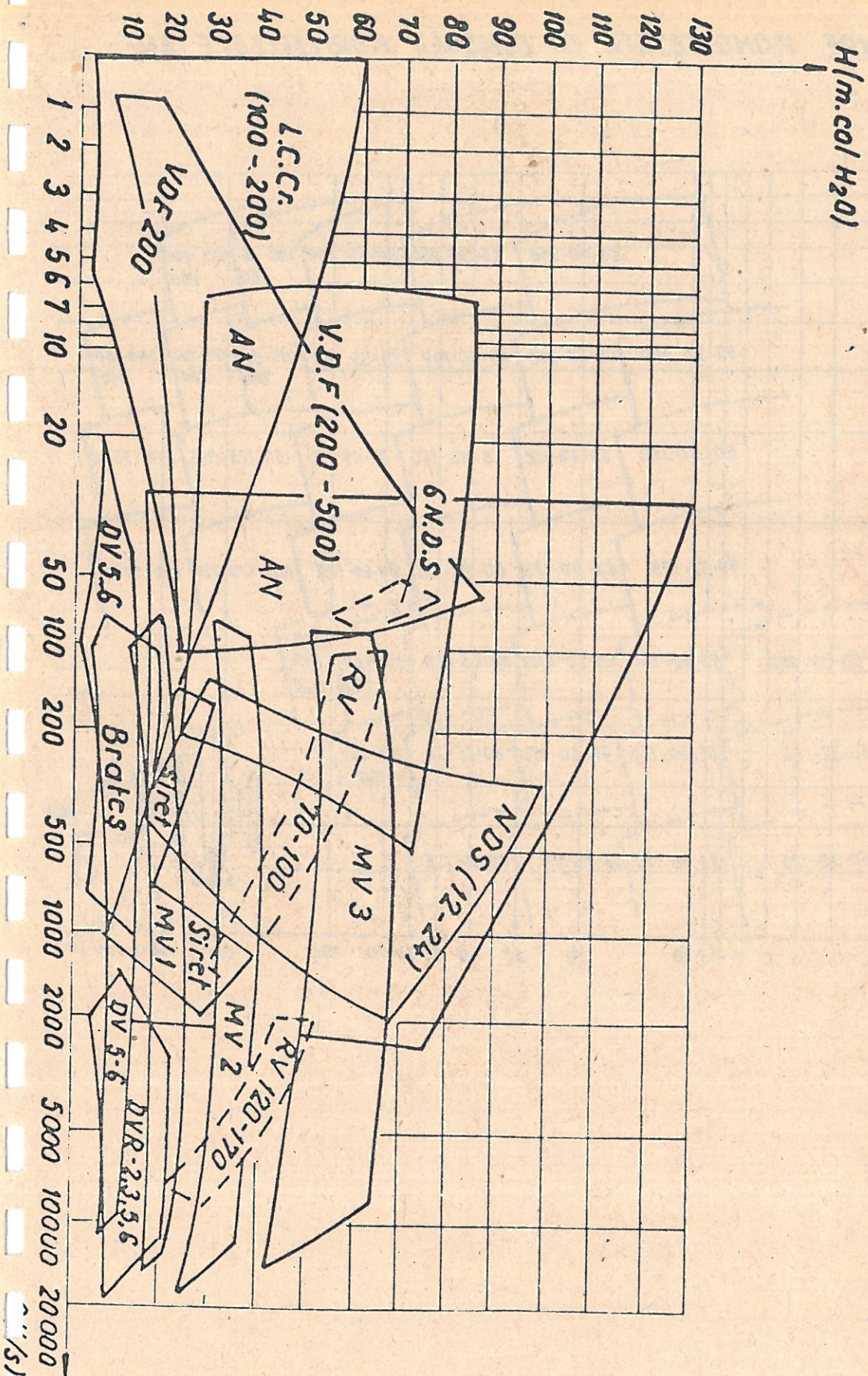
1. Burchiu V., Iancu Paulina ș.a. **Îndrumar pentru proiectarea stațiilor de pompare fixe**
litografiat IANB, 1987, București
2. Burchiu V. ș.a. **Instalații de pompare**
Editura Didactică și Pedagogică, 1982, București
3. Cioc D., Tatu G. **Îndreptar pentru calculul pierderilor de sarcină la stațiile de pompare**
ICB
4. Hâncu S. **Hidraulica**
litografiat IANB, 1976
5. Ionescu-Sisești D. ș.a. **Prize și stații de pompare pentru irigații**
Editura Agrosilvică, 1965, București
6. Iancu Paulina **Optimizarea circuitelor de alimentare și refulare în stațiile de pompare**
Teză de doctorat, UPB, 1994
7. * * * **Instrucțiuni tehnice privind proiectarea stațiilor de pompare fixe pentru irigații și desecări**
1979, București
8. * * * **Instrucțiuni tehnice pentru calculul loviturii de berbec la proiectarea instalațiilor de alimentare cu apă**
1964, București
9. Mănescu Al. ș.a. **Alimentări cu apă**
Editura Didactică și Pedagogică, 1994, București
10. * * * **Manualul inginerului hidrotehnician**
Editura Tehnică, 1969, București
11. Pavel D. ș.a. **Utilaje hidromecanice pentru sistemele de îmbunătățiri funciare**
Ceres, 1974, București
12. Trofin Petre **Alimentări cu apă**
Editura Didactică și Pedagogică, 1983, București
13. Uzina de pompe AVERSA **Catalog de pompe și caracteristici de funcționare**

ANEXE

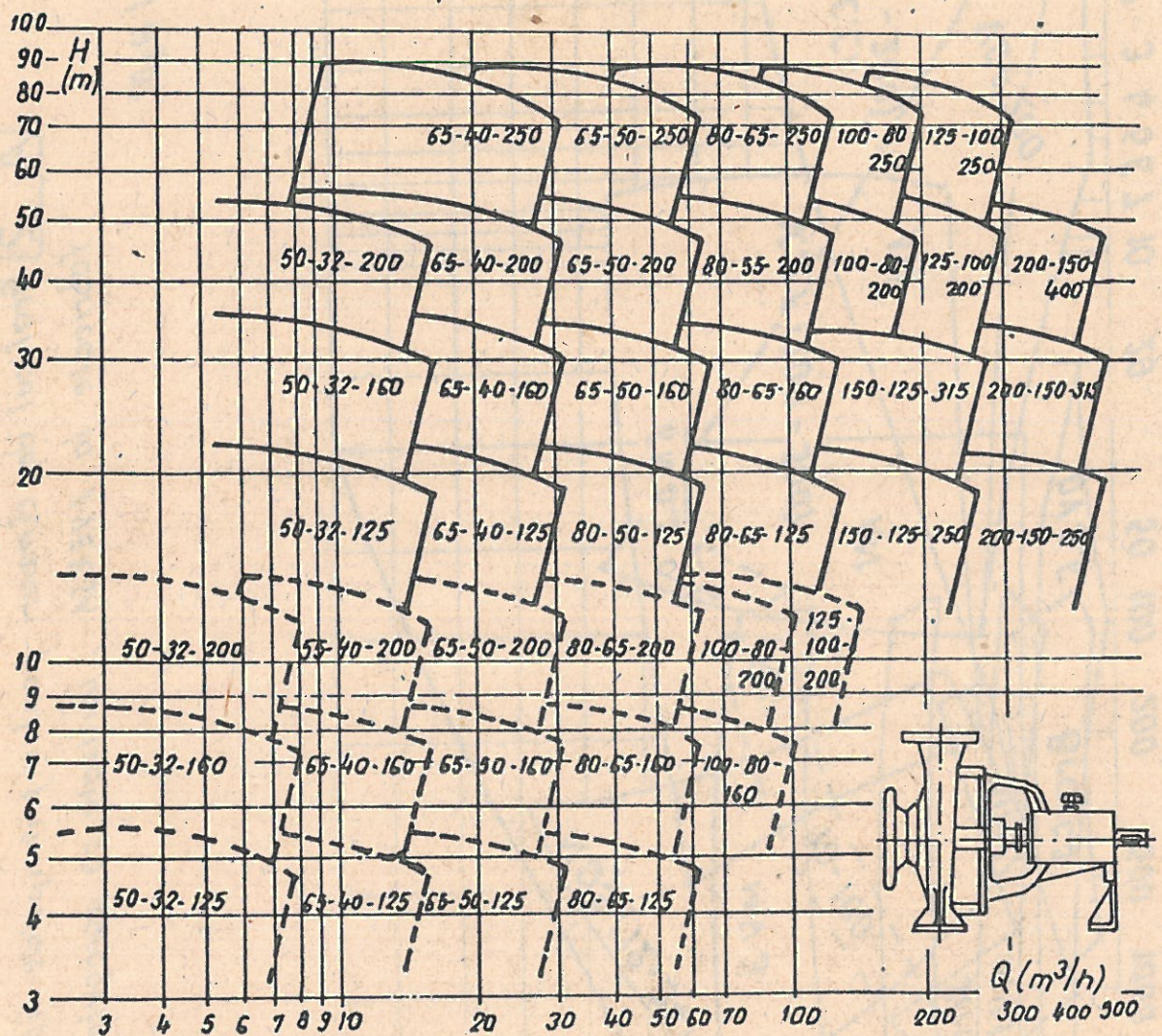
PROCESE INDUSTRIALE	RA	NC	NP	RDT	RDC	RDF	DR	AC	CH	HT	ADP	TU	JT	MT	CV	FF	TD	RD	MO	MA	MY	AVR	HGBE	MUA	TUB	BT	FPEG	EPET				
PROCESE INDUSTRIALE	Rafinării	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Petrochimic	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Ind. chimică	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Ind. alimentară	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Celuloză și hîrtie	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Alimentare cazane	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Circulație forțată	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Condens	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				
	Circuite răcire	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Încălziri centrale	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
ENERGETICA	Termoficare	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Instalații recuperare căldură	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Ape uzate	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Nămoluri	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Lichide cu suspensii groasiere / fibroase	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Stații de epurare	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Climatizare	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Instalare desprăzire	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			
	Alimentare cu apă din subteran	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		
	GOSPODĂRIREA APELOR INGINERIE SANITARA	Irigații și desecări	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
Diametru mm de la aspiratie pînă la		50	50	50	200	200	200	50	65	200	50	250	32	80	50	80	125	350	250	250	125	500	500	-	3/4	1"	150	65				
Debitul (m³/h) de la pînă la		5	5	5	200	100	200	2	15	40	10	250	0,5	10	60	2	100	1000	100	200	70	300	700	7	0,5	100	10	8				
Sarcina de pompare (m)		220	220	220	220	320	140	90	110	90	55	14	220	850	1800	450	90	130	90	17	140	140	15	160	10	70	75	80	80			
Temperatura de lucru max.		400	150	250	350	350	160	100	105	105	105	150	130	160	200	250	280	160	100	100	50	50	50	25	60	40	50	40	40	40		
Puterea motorului kw de la la		1	1	1	130	315	90	0,75	1	1	1	22	0,55	30	200	7,5	30	500	30	6	11	22	10	4	0,37	0,37	90	2,2	3	3		
		400	500	500	630	1250	315	200	200	15	200	110	15	1000	2000	500	400	250	1000	150	132	600	1250	63	0,55	0,75	630	110	30	30		

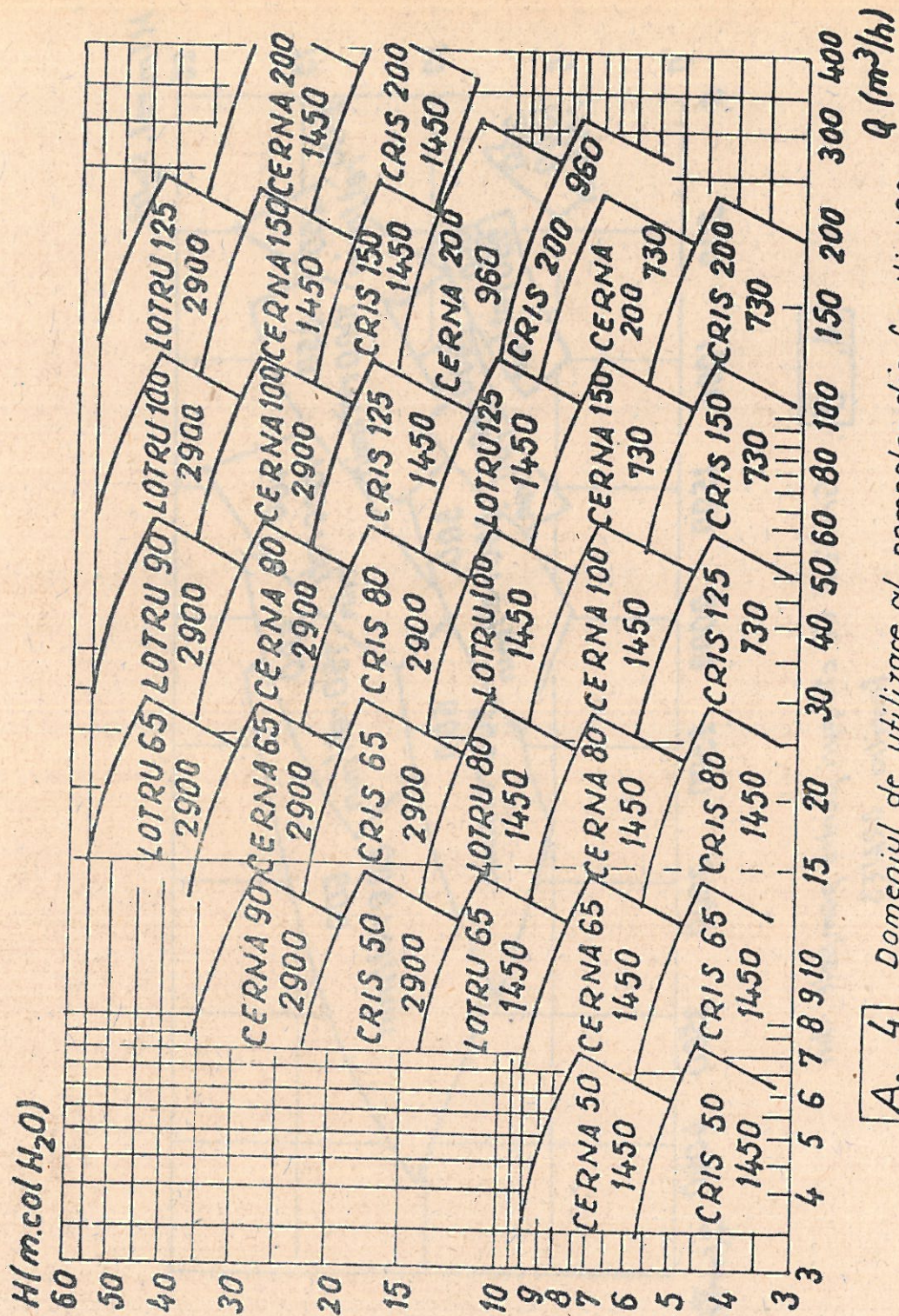
A.1 Tipuri de pompe fabricate de AVERSA-Buc. (tabel general cu tipodimensiuni și domenii industriale de folosință)

A. 2 Graficul de cîmpuri pentru principalele tipuri de pompe
fabricate la AVERSA, utilizate ca agregate de bază la sta

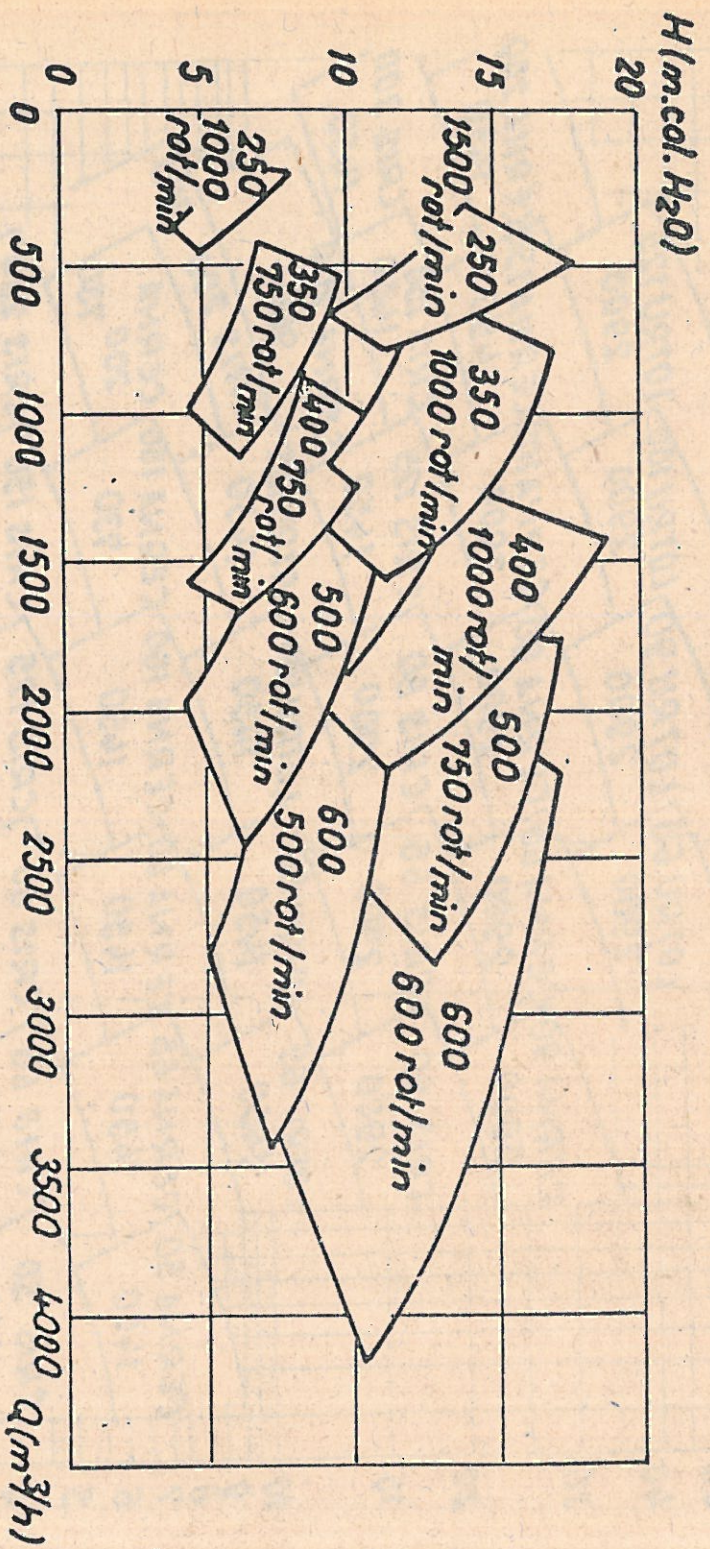


A.3 POMPE MONOETAJATE IN CONSOLĂ NORMALIZATE - AN.



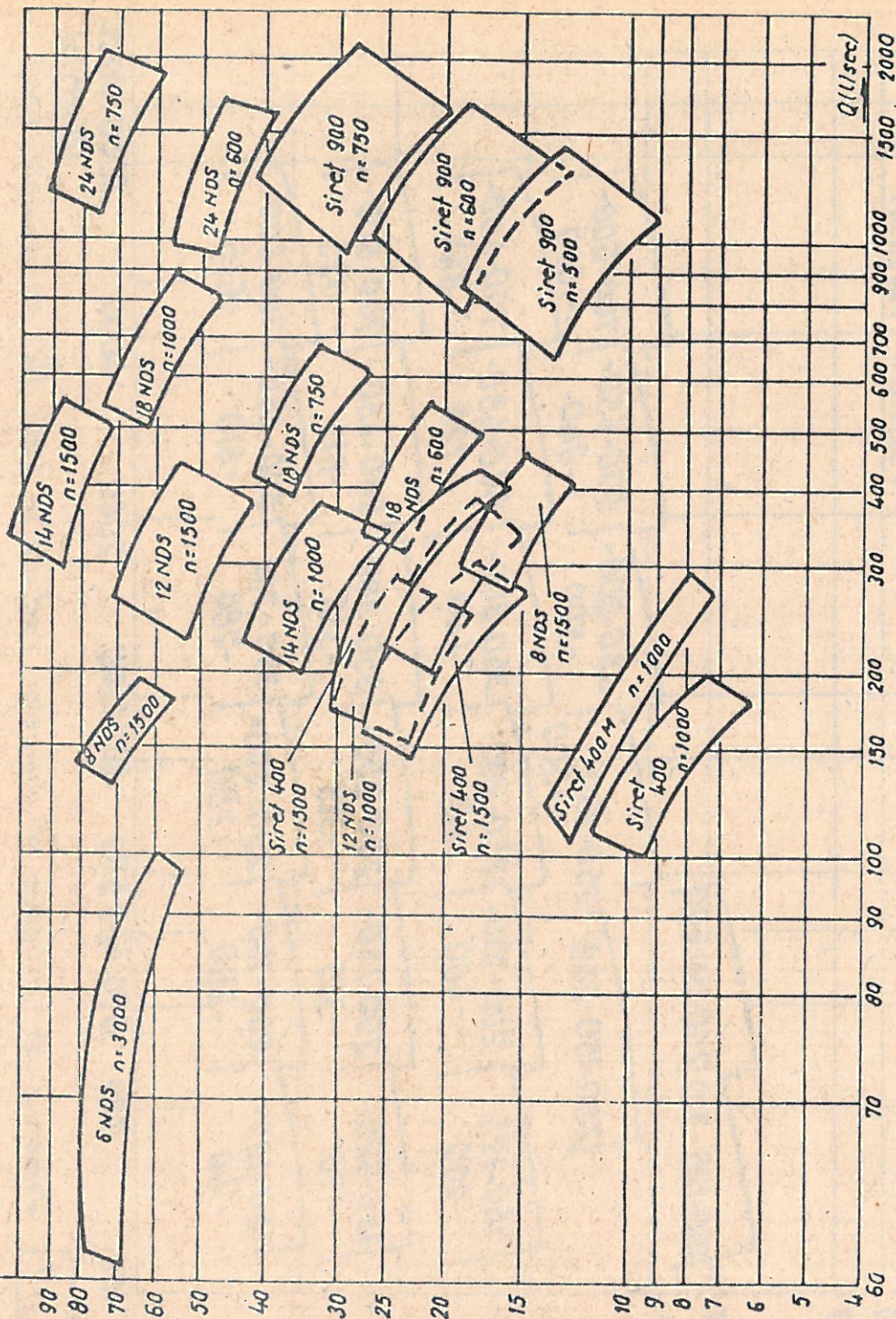


Domeniul de utilizare al pompelor din familia LCCR



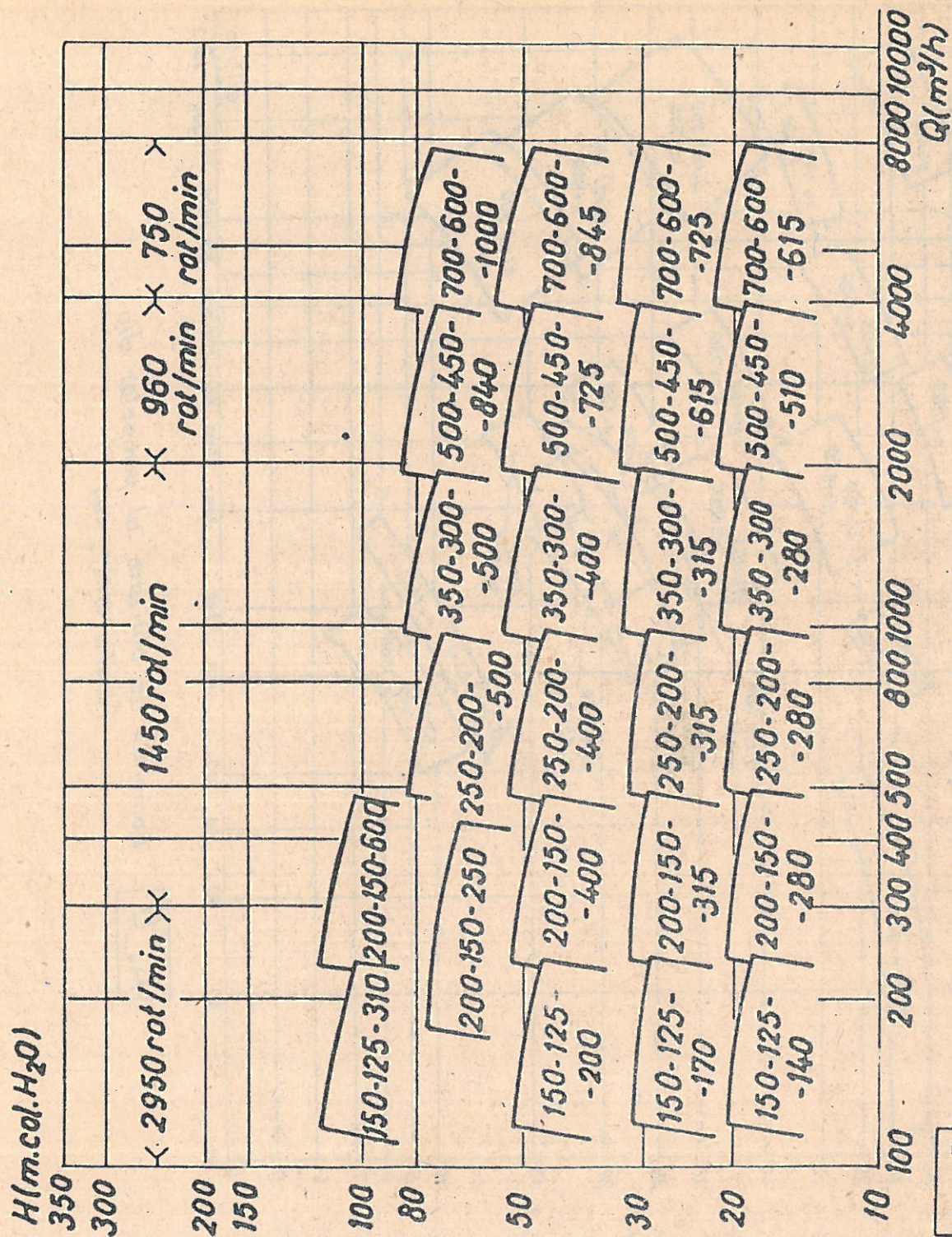
A. 5 Graficul de cimpuri pentru pompele din
familia BRATES

$H(m. cal/Hp)$



A. 6

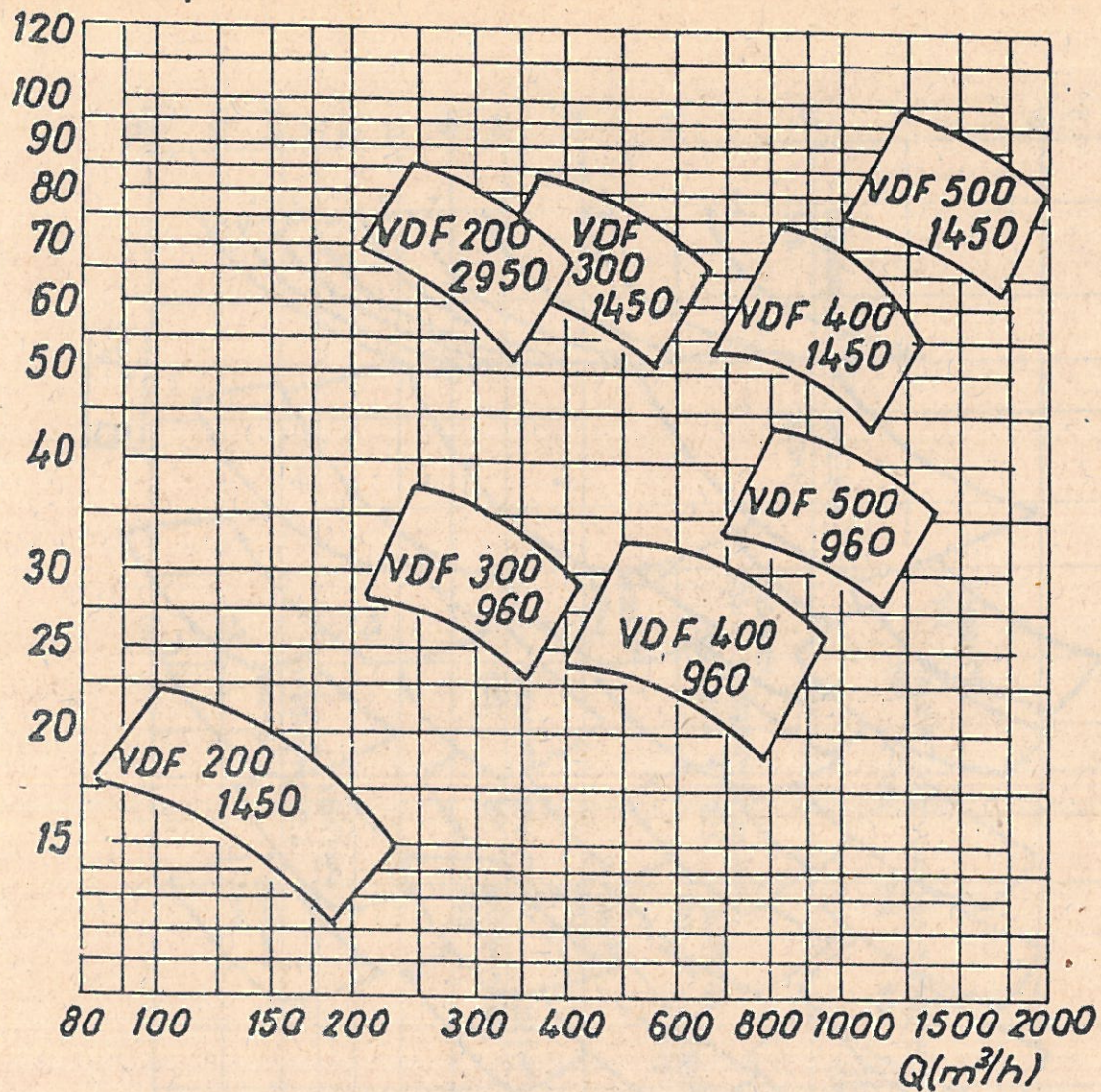
Domeniul de utilizare al pompelor din familia SIRET, NDS.



A. 7

Domeniul de utilizare al pompelor radiiale în dublu flux normalizate (RDN)

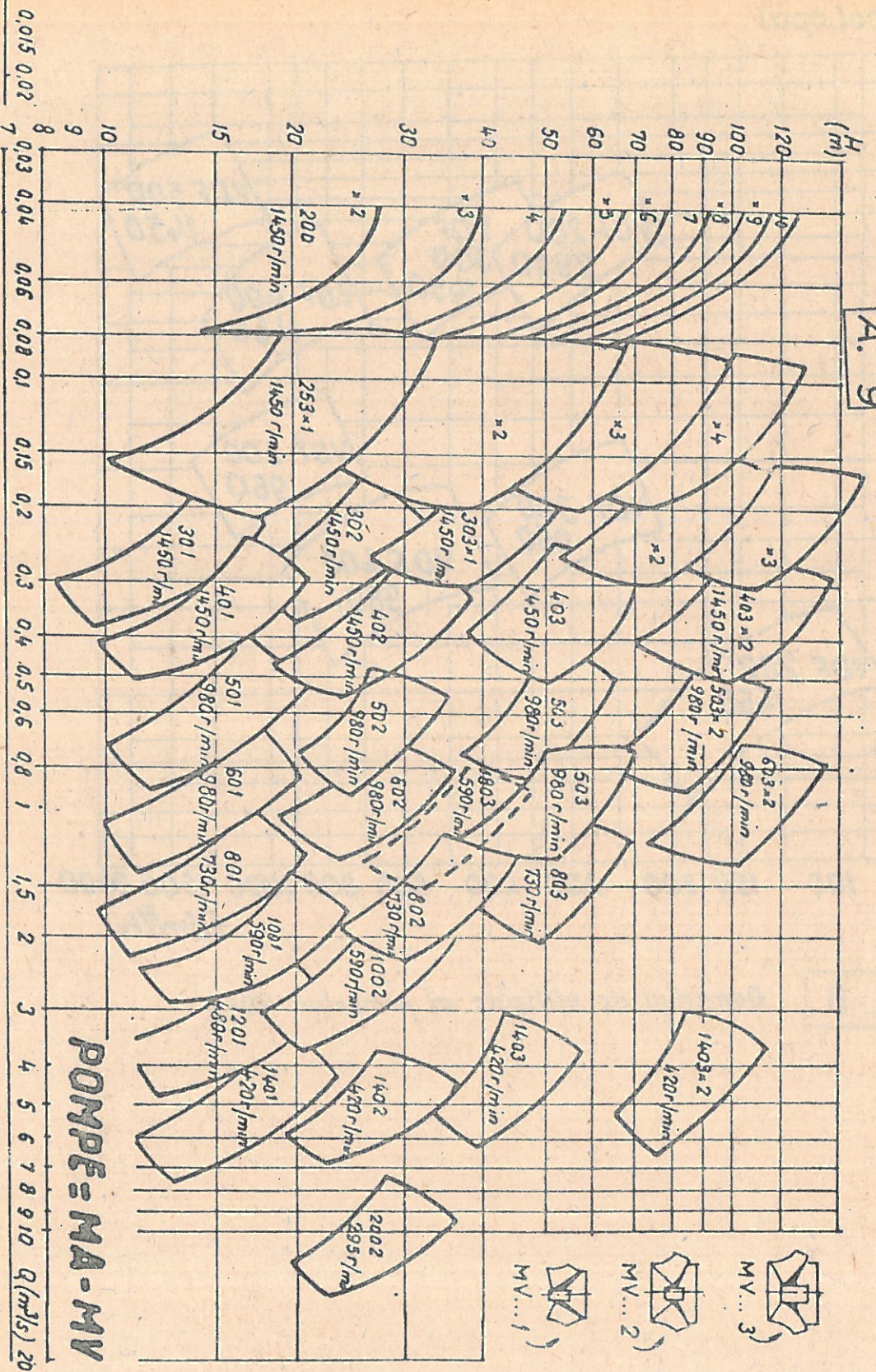
$H(\text{m.col.apa})$

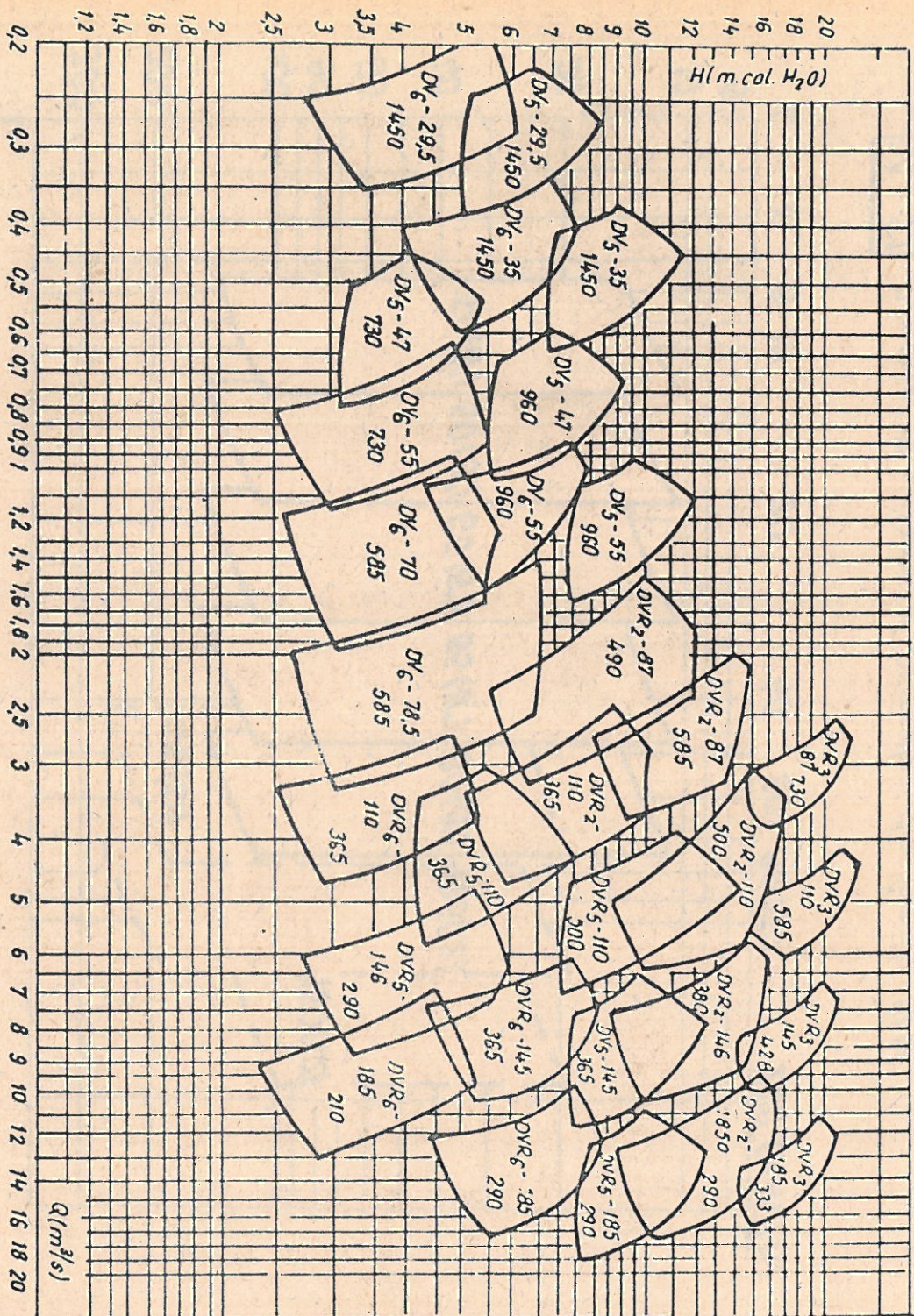


A. 8

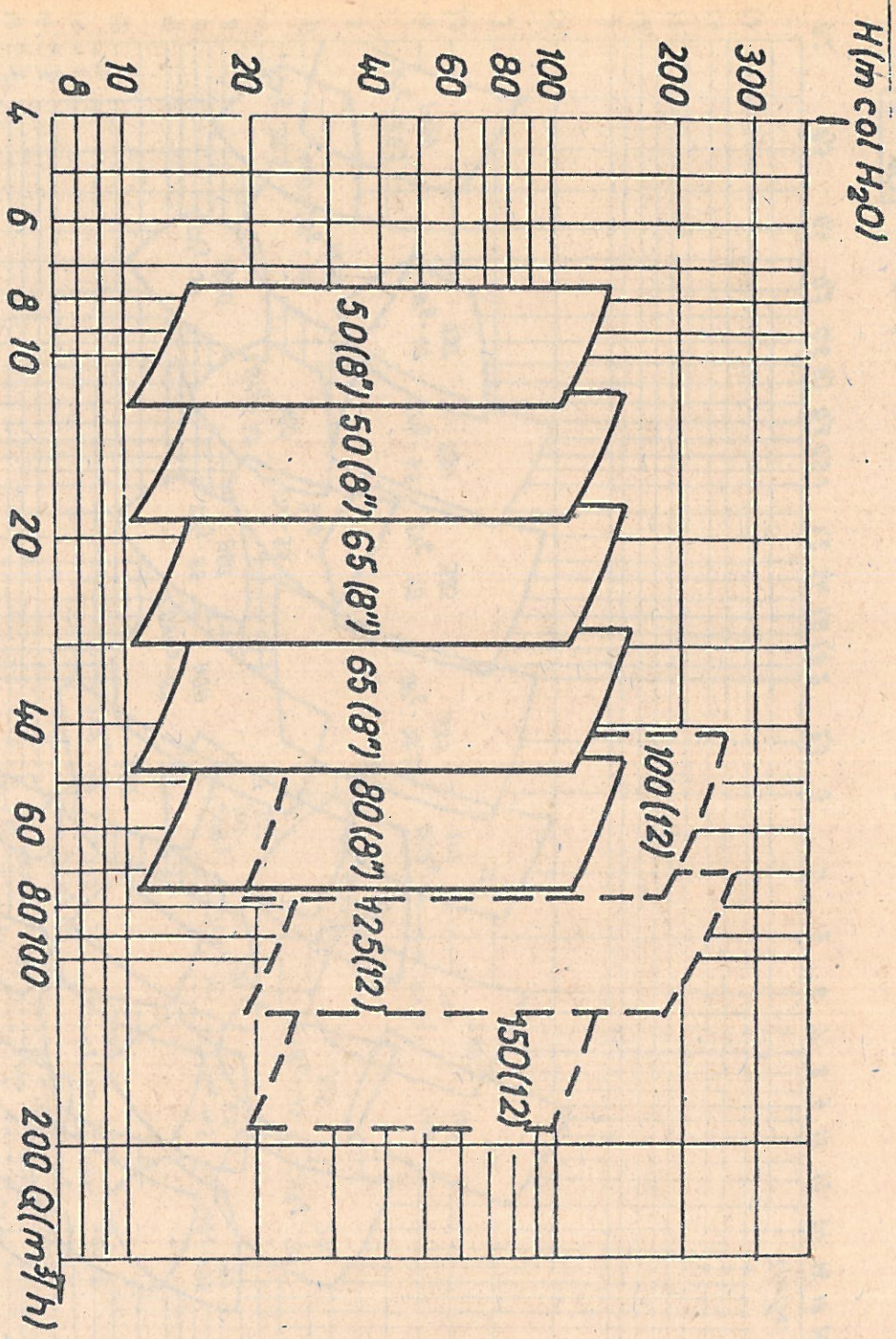
Domeniul de utilizare al pompelor VDF

A. 9





A. 10 Graficul de cîmpuri pentru pompele din familia AV, AVR (DV, DVR)

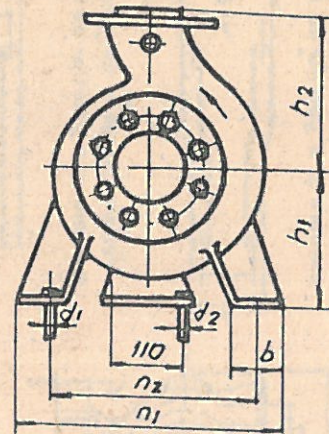
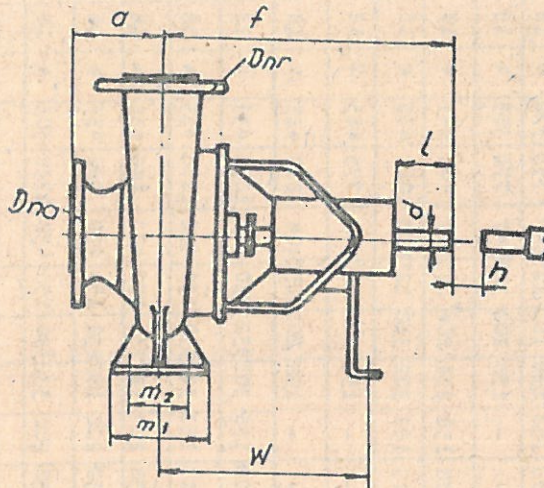


A. 11

Domeniul de utilizare al pompelor din familia HE8E

A.12 POMPE MONOETAJATE ÎN CONSOLĂ

NORMALIZATE - AN.

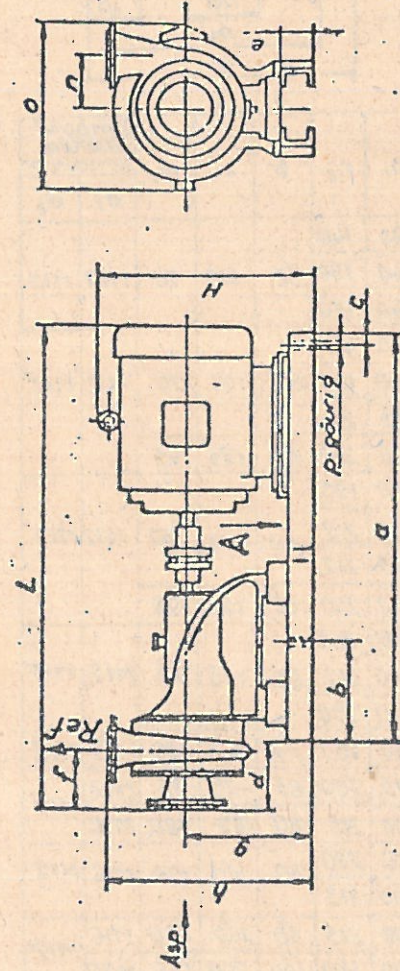


DENUMIREA	a	f	h_1	h_2	Capătul arborelui		l_1	W	n_1	n_2	b	m_1	m_2	Simbolul filetelor șuruburilor	
					d	l								d_1	d_2
50-32-125	80	360	112	140	24	50	80	260	190	140	50	100	70	M12	M12
50-32-160			132	160					240	190					
50-32-200			160	180					240	190					
65-40-125	80	360	112	140	24	50	80	260	210	160	50	100	70	M12	M12
65-40-160	80		132	160					240	190					
65-40-200	100		160	180					265	212					
65-40-250	100		180	225					320	250	65	125	95		
65-50-125	100	360	132	160	24	50	80	260	240	190	50	100	70	M12	M12
65-50-160			160	180					265	212					
65-50-200			160	200					265	212					
65-50-250			180	225					320	250	65	125	95		
80-65-125	100	360	160	180	24	50	80	260	280	212	65	125	95	M12	M12
80-65-160			160	200					280	212					
80-65-200			180	225					320	250					
80-65-250		470	200	250			100	340	360	280	80	160	120	M16	M12
100-80-200	125	470	180	250	32	80	100	340	345	280	65	125	95	M12	M12
100-80-250			200	280					400	315	80	160	120	M16	
125-100-200	125	470	200	280	32	80	120	340	360	280	80	160	120	M16	M12
125-100-250	140		225						400	315					
150-125-250	140	470	250	355	32	80	120	340	400	315	80	160	120	M16	M12
150-125-315		530	280		42	110	140	370	500	400	100	200	150	M20	
200-150-250	160	470	280	400	32	80	120	340	500	400	100	200	150	M20	M12
200-150-315		530	280	400	42	110	140	370	550	450					
200-150-400			315	450											

Vedere din A a lungeroanelor montate și a găurilor de fundație



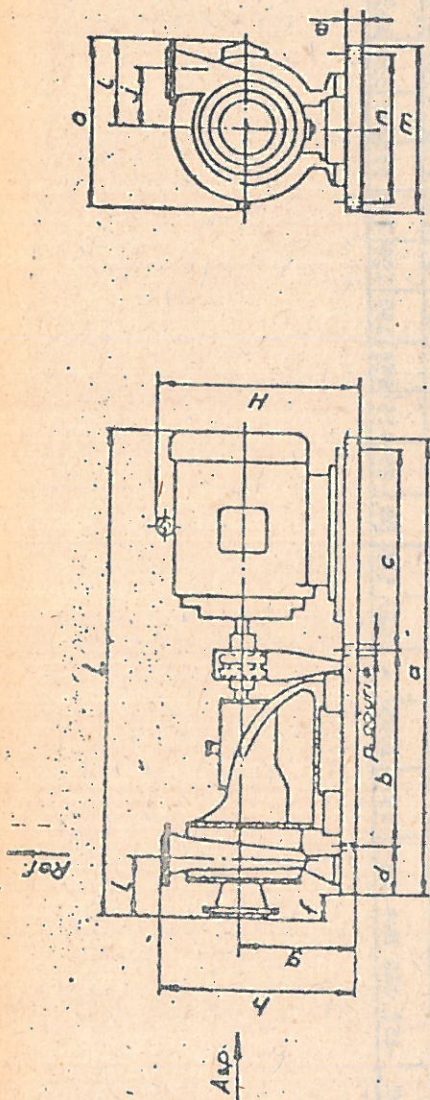
Vedere din A' a lungeroanelor montate și a găurilor de fundație



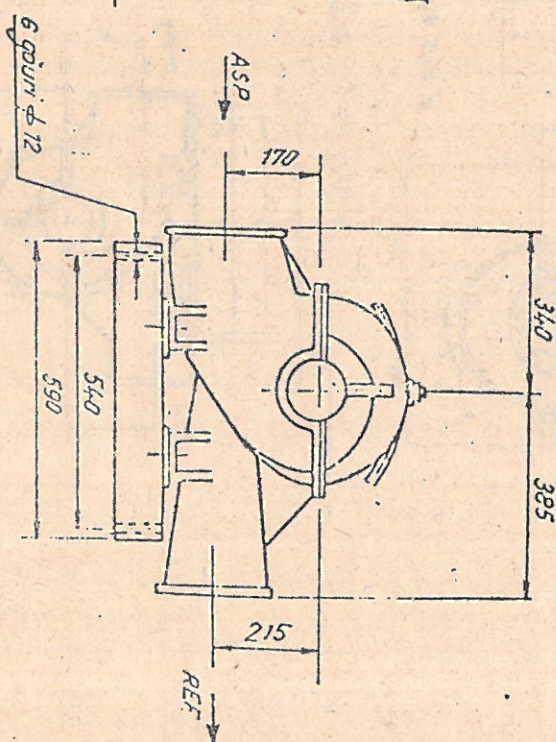
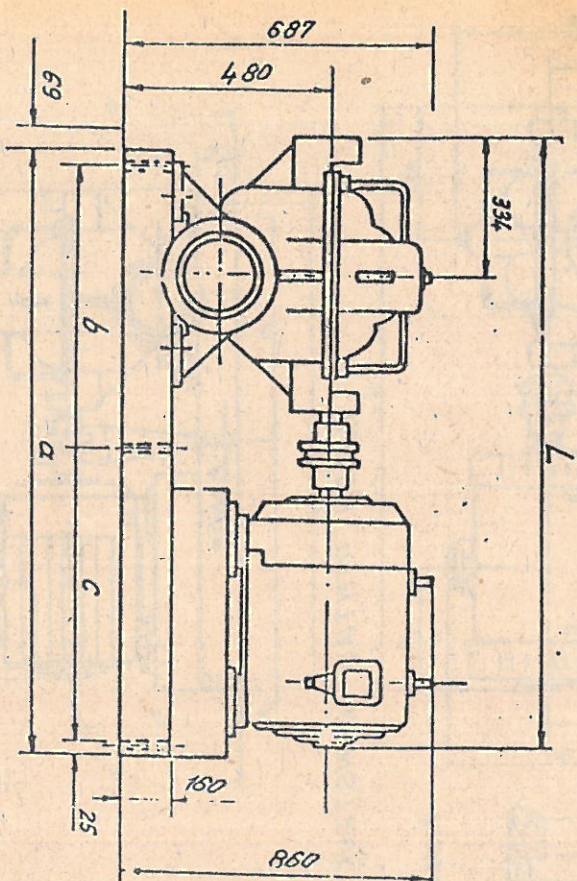
Pompa	Tip motor	Potrivire kW	rot/min	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	l	m	n	o	L	H	p.găuri Nr	ø
LOTUR 65	N 80 L-4	0,75	1500	615	130	25	131	80	95	240	390	203	153	138	182	125	347	755	370	4	18
LOTUR 65 ^M	N 90 S-4	1,1	1500	650	160	20	125	80	95	240	390	-	-	150	200	125	347	770	385	4	18
LOTUR 65	N 132 S-2	7,5	3000	785	160	30	135	80	95	240	390	208	153	234	204	125	347	905	445	4	13
LOTUR 65	ASI 160 S-2	10	3000	870	160	30	135	80	95	240	390	203	153	302	332	125	410	1020	455	4	13
LOTUR 80 ^M	N 90 S-4	1,1	1500	650	160	20	144	80	100	240	400	-	-	153	202	150	404	775	485	4	12
LOTUR 80 ^M	N 90 L-4	1,5	1500	650	160	20	144	80	100	240	400	-	-	158	202	150	404	800	485	4	18
LOTUR 80	ASI 160 S-2	10	3000	870	160	30	144	80	100	240	400	208	153	302	332	150	410	1030	455	4	13
LOTUR 80	ASI 160 M-2	13	3000	870	160	30	144	80	100	240	400	203	153	302	332	150	410	1070	455	4	18
LOTUR 100	N 100 L-4	2,2	1500	785	190	30	154	80	110	280	450	230	200	180	230	130	430	960	435	4	19
LOTUR 100	N 100 L-4	3	1500	785	190	30	154	80	110	280	450	230	200	180	230	130	430	960	435	4	18
LOTUR 100	ASI 180 M-2	17	3000	1000	130	25	151	80	110	280	450	250	200	330	330	150	430	1230	505	4	13
LOTUR 100	B 3-160 L-2	18,5	3000	990	150	25	150	80	110	280	450	250	200	270	325	150	430	1240	495	4	10

Pompa	Tip motor	P. max kW	rotații /min	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	L	m	o	L	H	p. gauri Nr	φ
LOTRU 100	B 3-160 M-2	15	3000	935	-	445	450	65	20	277	447	110	159	150	340300	430	1165	490	6	14
LOTRU 100	ASI 200 S-2	12	3000	930	-	470	470	65	20	275	445	110	159	150	430235	457	1270	535	6	14
LOTRU 125	ASI 200 M-2	30	3000	1020	-	494	494	55	16	220	470	120	171	165	405370	475	1335	540	6	14
LOTRU 125	B 3-200 L-2	37	3000	1060	-	510	510	55	20	220	470	120	175	165	405355	475	1370	540	6	14
CRIS 125	N 100 L-0	1,1	750	985	945	-	-	20	20	420	645	150	195	190	260220	520	1215	575	4	16
CRIS 125	N 112 M-6	2,2	1000	955	-	440	325	30	70	415	640	150	235	190	260220	520	1230	585	6	18
CRIS 125	N 132 S-6	3	1000	1045	-	412	597	20	18	420	645	150	190	190	290255	520	1270	620	6	14
CRIS 125	N 132 S-4	5,5	1500	1045	-	412	597	20	18	420	645	150	190	190	290255	520	1270	620	6	14
CRIS 125	N 132 S-4	7,5	1500	1085	-	412	537	20	18	420	645	150	190	190	290255	520	1330	620	6	14
CRIS 125	ASI160S38-4	10	1500	1105	-	532	552	20	12	420	645	150	190	190	340308	520	1390	635	6	14
CRIS 125	ASI250M60-2	55	3000	1350	-	650	650	100	25	440	655	150	240	190	500460	625	1740	720	6	25
CRIS 125	ASI280S65-2	75	3000	1405	-	685	680	100	20	435	660	150	230	190	560340	695	1815	815	6	16
CRIS 150	N 132 S-8	2,2	750	1045	-	412	597	20	18	420	660	150	190	210	290255	555	1275	620	6	14
CRIS 150	N 132 S-6	3	1000	1045	-	412	597	20	18	420	660	150	190	210	290255	555	1275	620	6	14
CRIS 150	N 132 M-6	5,5	1000	1085	-	412	537	20	18	420	660	150	190	210	290255	555	1275	620	6	14
CRIS 150	ASI160S38-4	10	1500	1105	-	532	552	20	18	420	660	150	190	210	290255	555	1310	620	6	14
CRIS 150	B 3-160 M-4	11	1500	1165	-	530	505	20	20	420	660	150	190	210	340308	555	1330	635	6	14
CRIS 150	ASI 160 M-4	13	1500	1085	-	520	525	20	20	415	655	150	190	210	333295	525	1430	630	6	16

A. 15 - CERNA - CRIS



Pompa	Tip motor	Potenz kW	rot/ /min	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	L	H	P.gauri Nr.	z
CERNA 150	B 3-160 U-4	18,5	1500	1365	590	585	165	100	52	435	715	160	240	355	460	420	635	1500	650	6	18	
CERNA 150	ASI 200 S-4	22	1500	1360	585	590	165	100	52	435	715	160	240	365	460	420	635	1540	695	6	18	
CERNA 150	ASI 200 U-4	30	1500	1400	600	600	165	100	52	427	707	160	240	365	560	485	635	1590	685	6	18	
CERNA 200	ASI 180 S-6	10	1000	1325	570	570	165	100	52	435	715	160	260	402	460	420	702	1460	660	6	18	
CERNA 200	B 3-160 L-6	11	1000	1360	595	595	165	100	52	427	707	160	260	402	560	435	702	1510	640	6	18	
CERNA 200	ASI 180 U-6	13	1000	1370	600	585	165	100	52	435	715	160	260	402	460	420	702	1500	660	6	18	
CERNA 200	B 3-180 L-6	15	1000	1405	610	610	165	100	52	435	715	160	260	402	460	420	702	1540	660	6	18	
CERNA 200	ASI 225 S-6	37	1500	1520	665	665	165	100	52	440	720	160	260	402	460	410	702	1725	775	6	18	
CERNA 200	ASI 225 U-6	45	1500	1520	665	665	165	100	52	440	720	160	260	402	460	410	702	1724	775	6	18	
CRIS 200	ASI 160 S-8	4	750	1255	545	545	165	100	52	425	695	160	255	397	560	485	697	1400	640	6	18	
CRIS 200	B 132 U-8	3	750	1235	537	537	165	100	52	437	707	160	255	397	560	485	697	1325	640	6	18	
CRIS 200	ASI 160 L-6	7,5	1000	1290	562	562	165	100	52	425	695	160	255	397	560	485	697	1420	640	6	18	
CRIS 200	ASI 180 S-6	10	1000	1325	560	560	165	100	52	425	695	160	255	397	560	485	697	1460	650	6	18	
CRIS 200	ASI 200 S-4	22	1500	1360	595	595	165	100	52	427	697	160	255	397	560	485	697	1540	685	6	18	
CRIS 200	ASI 200 U-4	30	1500	1400	600	600	165	100	52	427	697	160	255	397	560	485	697	1590	685	6	18	



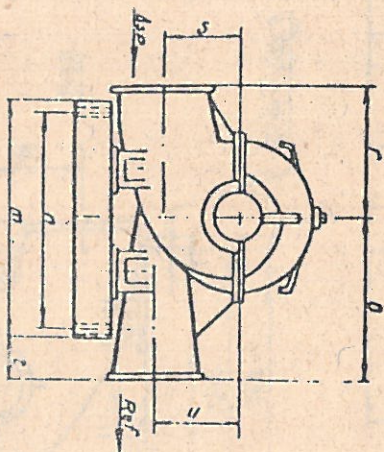
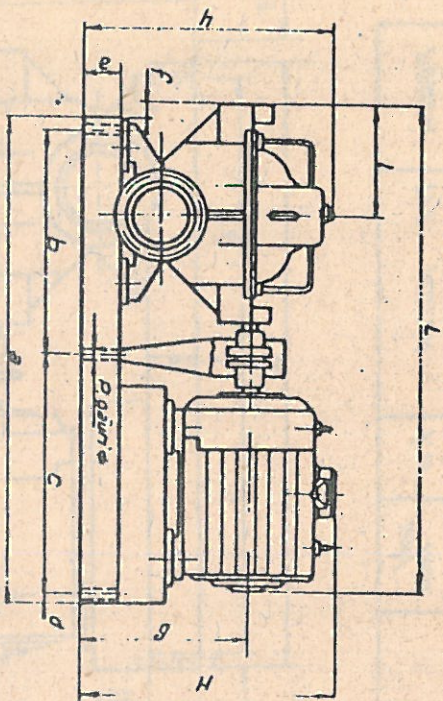
A.16

6 NDS

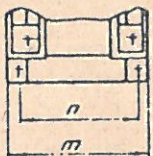
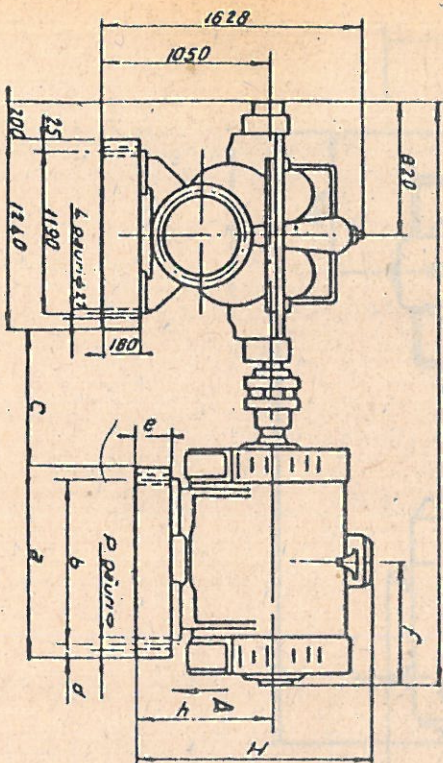
POMPA	TIP	MOTOR	KW	rot/min	b	c	L	Q35.
6 NDS	ASI	280 S/2	75	3000	1490	720	1705	
6 NDS	ASI	280 M/2	100	3000	1540	745	1786	

A.17

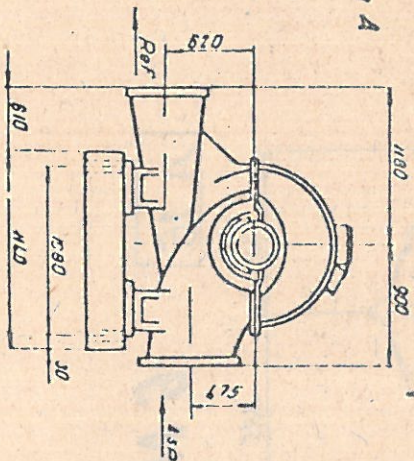
12.14.18 NDS



DESEN PENTRU CONSTRUCȚIE „STÎNGĂ”



Yedere din A



A.18 12.14 NDS

Pompa	Tip motor	Puissance kW	rev./min	a	b	c	d	e	f	g	h	i	m	n	o	r	s	t	u	L	H	поверх нр. п	
12 NDS	HA8355H100-4	320	1500	2370	1160	1160	25	160	168	790	210	598	810	750	770	622	335	365	435	2760	1290	6	22
"	HA8355L100-4	250	1500	2470	1210	1210	25	160	168	785	210	598	810	750	770	622	335	365	435	2905	1330	6	22
"	HA8315L100-4	200	1500	2470	1210	1210	25	160	168	785	210	598	810	750	770	622	335	365	435	3805	1330	6	23
"	HA8355L100-4	160	1500	2470	1210	1210	25	160	168	785	210	598	810	750	770	622	335	365	435	3805	1330	6	23
"	HA831F885-6	110	1200	2150	1050	1050	25	160	168	785	1210	598	810	750	770	622	335	365	435	2490	1315	6	23
"	HA8315585-6	90	1000	2150	1050	1050	25	160	168	785	1210	598	810	750	770	622	335	365	435	2490	1315	6	23
"	HA8315585-6	75	1000	1960	955	955	25	160	168	785	1210	598	810	750	770	622	335	365	435	2343	1165	6	23
"	HA8315585-6	55	1000	1910	930	930	25	160	168	785	1210	598	810	750	770	622	335	365	435	2298	1165	6	23
14 NDS	HA8500H100-4	630	1500	2880	1410	1410	30	220	153	930	1380	643	1080	1020	900	745	372	340	482	3126	1650	6	23
"	HA8450L100-4	500	1500	2940	1440	1440	30	220	153	925	1375	643	960	900	900	745	372	265	482	3086	1620	6	23
"	HA8450H100-4	400	1500	2850	1395	1395	30	220	153	925	1375	643	960	900	900	745	372	265	482	2995	1620	6	23
"	HA8355L100-4	160	1000	2545	1245	1245	30	220	163	925	1375	643	940	880	900	745	372	430	482	2890	1470	6	23
"	HA8315H85-6	132	1000	2340	1140	1140	30	220	153	925	1375	643	940	880	900	745	372	430	482	2610	1435	6	23
"	HA8315585-6	110	1000	2290	1115	1115	30	200	153	905	1355	643	930	870	900	745	372	435	482	2610	1435	6	23
"	HA8315585-6	90	1000	2290	1115	1115	30	200	153	905	1355	643	930	870	900	745	372	435	482	2610	1435	6	23

x) Информатив

Pompa	Tip molar	P _{max} kW	Q _{max} m ³ /min	σ	b	c	d	e	f	h	m	n	L	H	מספר מ"מ	
															מ"מ	ד"
18 NDS	M1940L100-6	250	1000	1320	1260	580	30	160	720	500	885	825	3400	1220	4	27
"	M18450M100-6	320	1000	1220	1180	665	30	160	665	640	1070	1010	3380	1335	4	23
"	M1850M100-6	400	1000	1730	1670	835	30	200	1035	970	1420	1350	4167	1710	4	27
"	M18500M100-6	500	1000	1150	1090	765	30	160	730	695	1150	1130	3510	1415	4	23
"	M18500L110-6	630	1000	1350	1290	715	30	160	780	690	1100	1030	3610	1410	4	23
"	M18355L100-8	132	750	965	915	740	25	140	435	520	750	690	3275	1065	4	23
"	M18355L100-8	160	750	965	915	740	25	140	435	520	750	690	3275	1065	4	23
"	M18355L100-8	200	750	915	865	622	25	140	720	520	730	620	3262	1020	4	18
"	M19450M100-8	250	750	1220	1150	655	25	160	665	640	1070	1010	3380	1335	4	23
"	M18450L100-8	320	750	1310	1250	655	25	160	710	640	1070	1010	3467	1335	4	23
"	M18355L100-10	110	600	965	915	740	25	140	435	520	750	690	3275	1065	4	23
"	M18355L100-10	132	600	915	865	682	25	140	720	520	730	680	3262	1020	4	18
"	M18355L100-10	90	600	965	915	740	25	140	435	520	750	690	3275	1065	4	23
"	M18355M85-10	75	600	880	840	590	20	140	510	480	660	610	3075	1010	4	18
"	M18355M85-10	55	500	880	840	590	20	140	510	480	660	610	3075	1010	4	18
"	M18355M85-10	55	500	755	765	610	20	140	550	480	660	600	3030	940	4	18
"	M18355M100-12	90	500	915	865	682	25	140	720	520	730	680	3262	1020	4	18
"	M18355M100-12	110	500	915	865	682	25	140	720	520	730	680	3262	1020	4	18

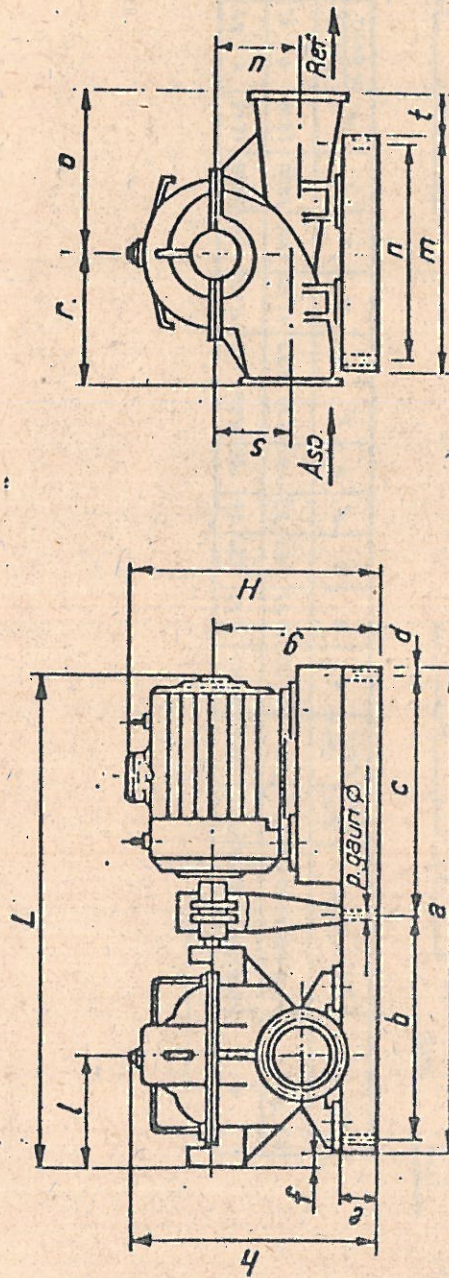
A. 20

24 NDS

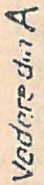


Pampa	Tip motor	Pulse x/w	rate/ min	a	b	c	d	e	f	h	m	n	L	H	10 gaur
															Nr
BL NOS	M1B562v130-8	800	750	1790	1730	955	25	193	800	790	1170	1100	5070	1910	4
"	M1B562v130-9	1000	750	1760	1730	955	25	190	800	755	1175	1100	5070	1910	4

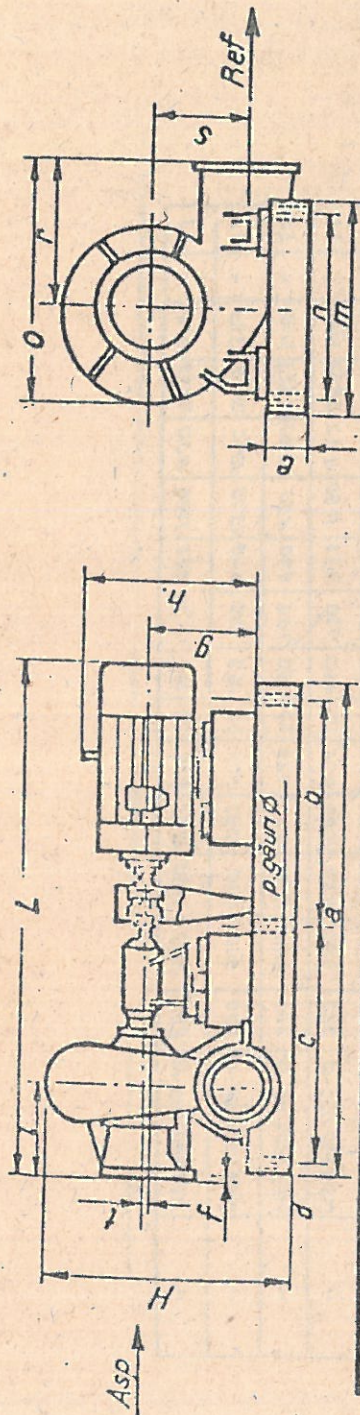
A.21 SIRET 400



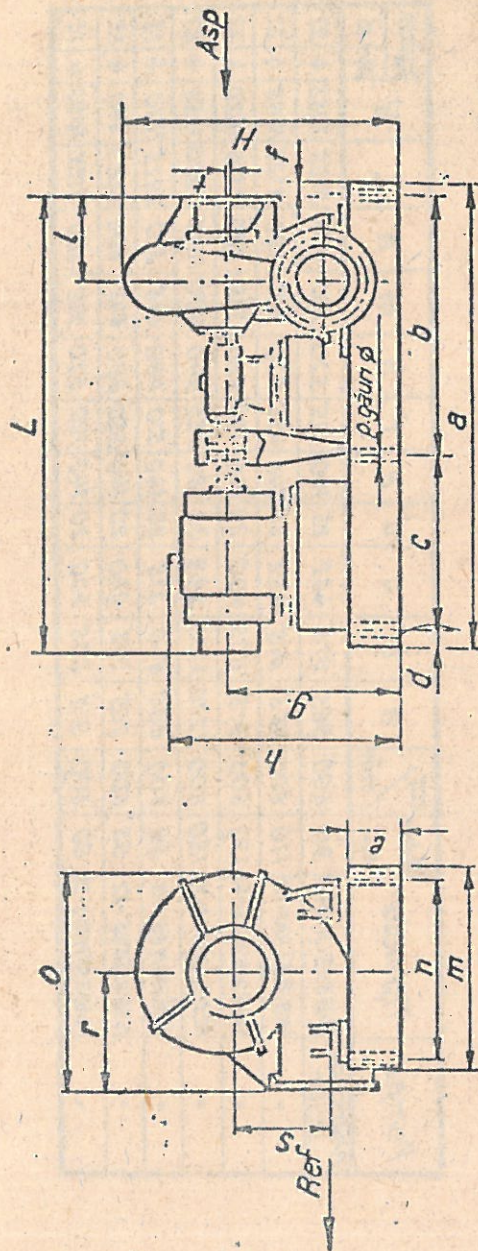
Pompa	Tip motor	Potere KW	rot/ min	a	b	c	d	e	f	g	h	i	m	n	o	r	s	t	u	L	H	pgauri Nr.	Ø
SIRET 400	ASI 250 M 65-4	55	1500	1940	940	940	30	160	220	755	1155	570	760	695	400	600	290	125	340	2150	1095	6	23
SIRET 400	ASI 280 S 75-4	75	1500	1990	945	945	50	160	210	755	1155	570	780	710	400	600	290	125	340	2220	1135	6	23
SIRET 400 M	ASI 280 H 75-4	100	1500	2040	970	970	50	160	210	755	1155	570	780	710	400	600	290	125	340	2270	1135	6	23
SIRET 400 H	MIB 315 S 85-4	110	1500	2150	1045	1045	30	160	155	755	1155	570	800	740	400	600	290	125	340	2325	1295	6	23
SIRET 400 M	MIB 315 S 85-4	132	1500	2150	1045	1045	30	160	155	755	1155	570	820	740	400	600	290	125	340	2385	1295	6	23



Pompa	Tip motor	P. max. Hv.	rpm	a	b	c	d	e	f	h	m	n	l	m	N ₁	N ₂
SIRET 900	MEB500I110-8	500	750	1350	1290	925	30	160	703	250	1150	1050	3255	1410	-	-
"	M18560M130-8	900	750	1500	1450	935	25	160	720	780	1170	1100	4550	1850	4	23
"	M18560M130-8	510	750	1500	1450	935	25	160	520	760	1170	1100	4525	1315	-	23
"	M18560L130-8	650	750	1650	1500	935	25	160	720	755	1170	1100	4590	1875	4	23
SIRET 900	M18560M130-8	800	750	1780	1730	935	15	130	720	780	1170	1100	4820	1950	6	23
"	MEB450M100-10	200	600	1220	1160	975	30	160	625	615	1070	1010	3725	1310	4	23
"	MEB500M110-10	320	600	1150	1090	975	30	160	700	593	1190	1130	3855	1415	4	23
"	MEB500L110-12	400	600	1350	1290	925	30	160	730	590	1120	1050	3925	1410	4	23
"	MEB450L100-12	200	500	1310	1250	875	30	160	710	640	1070	1010	3815	1335	-	23
"	MEB500M110-12	250	500	1150	1090	975	30	160	750	695	1190	1130	3955	1415	-	23

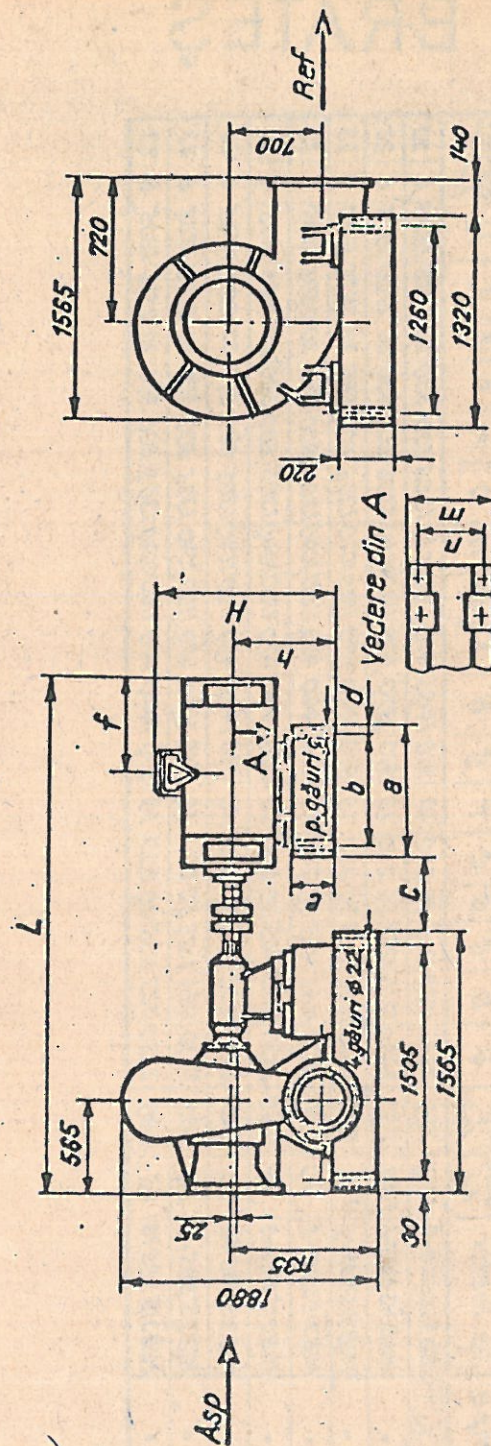


Pompa	Tip motor	Potenz. kw	rot/ min	a	b	c	d	e	f	g	h	l	m	n	o	r	s	t	L	H	pg.ump
BRATES 250 gr. 125	ASI 225 S60-4	37	1500	1720	830	830	30	160	50	525	860	235	570	570	695	310	300	5	1805	865	6 122
"	ASI 200 M-4	30	1500	1560	750	750	30	160	0	525	785	235	580	520	695	310	300	5	1665	865	6 122
"	ASI 200 M-4	22	1500	1520	730	730	30	160	0	525	782	235	520	520	695	310	300	5	1620	865	6 122
"	ASI 180 S-6	10	1000	1465	705	710	25	160	0	525	750	235	590	520	695	310	300	5	1535	865	6 122
"	ASI 160 M-6	7.5	1000	1430	690	690	25	160	0	525	725	235	580	520	695	310	300	5	1520	865	6 122
BRATES 350 gr. 165	ASI 280 M75-6	75	1000	2030	995	985	30	180	10	695	1075	350	800	740	965	440	425	7	2230	1160	6 122
"	ASI 280 S75-6	55	1000	1980	960	960	30	180	10	695	1075	350	800	740	965	440	425	7	2180	1160	6 122
"	ASI 250 M65-6	40	1000	1940	940	940	30	180	10	695	1035	350	800	740	965	440	425	7	2108	1160	6 122
"	ASI 250 M65-8	30	750	1940	940	940	30	180	10	695	1035	350	800	740	965	440	425	7	2108	1160	6 122
"	ASI 225 M60-8	22	750	1910	925	925	30	180	10	695	1030	350	800	740	965	440	425	7	2080	1160	6 122
"	ASI 225 S60-8	18.5	750	1910	925	925	30	120	10	695	1030	350	800	740	965	440	425	7	2080	1160	6 122
"	ASI 200 M-8	17	750	1790	860	860	30	180	10	695	952	350	800	740	965	440	425	7	1940	1160	6 122
"	B 3-200 L-8	15	750	1820	880	880	30	180	10	695	952	350	800	740	965	440	425	7	1980	1160	6 122
BRATES 400 gr. 185	MIB 315 S85-6	110	1000	2400	1200	1150	25	180	16	760	930	385	910	860	1045	485	470	14	2590	1270	6 122
"	MIB 315 S85-6	90	1000	2400	1200	1150	25	180	16	760	930	385	910	860	1045	485	470	14	2500	1270	6 122
"	ASI 280 M75-6	75	1000	2160	1055	1055	25	180	16	760	1140	385	920	860	1045	485	470	14	2355	1270	6 122
"	ASI 280 M75-8	55	750	2160	1055	1055	25	180	16	760	1140	385	920	860	1045	485	470	14	2355	1270	6 122
"	ASI 250 S75-8	40	750	2110	1030	1030	25	180	16	760	1140	385	920	860	1045	485	470	14	2305	1270	6 122



Pompa	Tip motor	Vitez rot/	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	r	s	t	L	H	p.găuri
504125 500 572, 185.	MIB355L100-8	132	2635	1220	1215	30	200	10	910	1435	470	1100	1040	1305	600	580	20	2875	1535	6	23
"	HA8315M85-8	132	2490	1215	1215	30	200	10	910	1370	470	1100	1040	1305	600	580	20	2700	1535	6	23
"	MIB315M85-8	110	2475	1202	1203	30	200	10	910	1440	470	1100	1040	1305	600	580	20	2675	1535	6	23
"	MIB315S85-8	30	2430	1185	1185	30	200	10	910	1440	470	1100	1040	1305	600	580	20	2595	1535	6	23
"	MIB315S85-8	75	2430	1185	1185	30	200	10	910	1440	470	1100	1040	1305	600	580	20	2595	1535	6	23
"	MIB315M85-10	75	2475	1202	1203	30	200	10	910	1440	470	1100	1040	1305	600	580	20	2675	1535	6	23
"	MIB315S85-10	55	2430	1185	1185	30	200	10	910	1440	470	1100	1040	1305	600	580	20	2595	1535	6	23
"	MIB315S85-10	45	2430	1185	1185	30	200	10	910	1440	470	1100	1040	1305	600	580	20	2595	1535	6	23

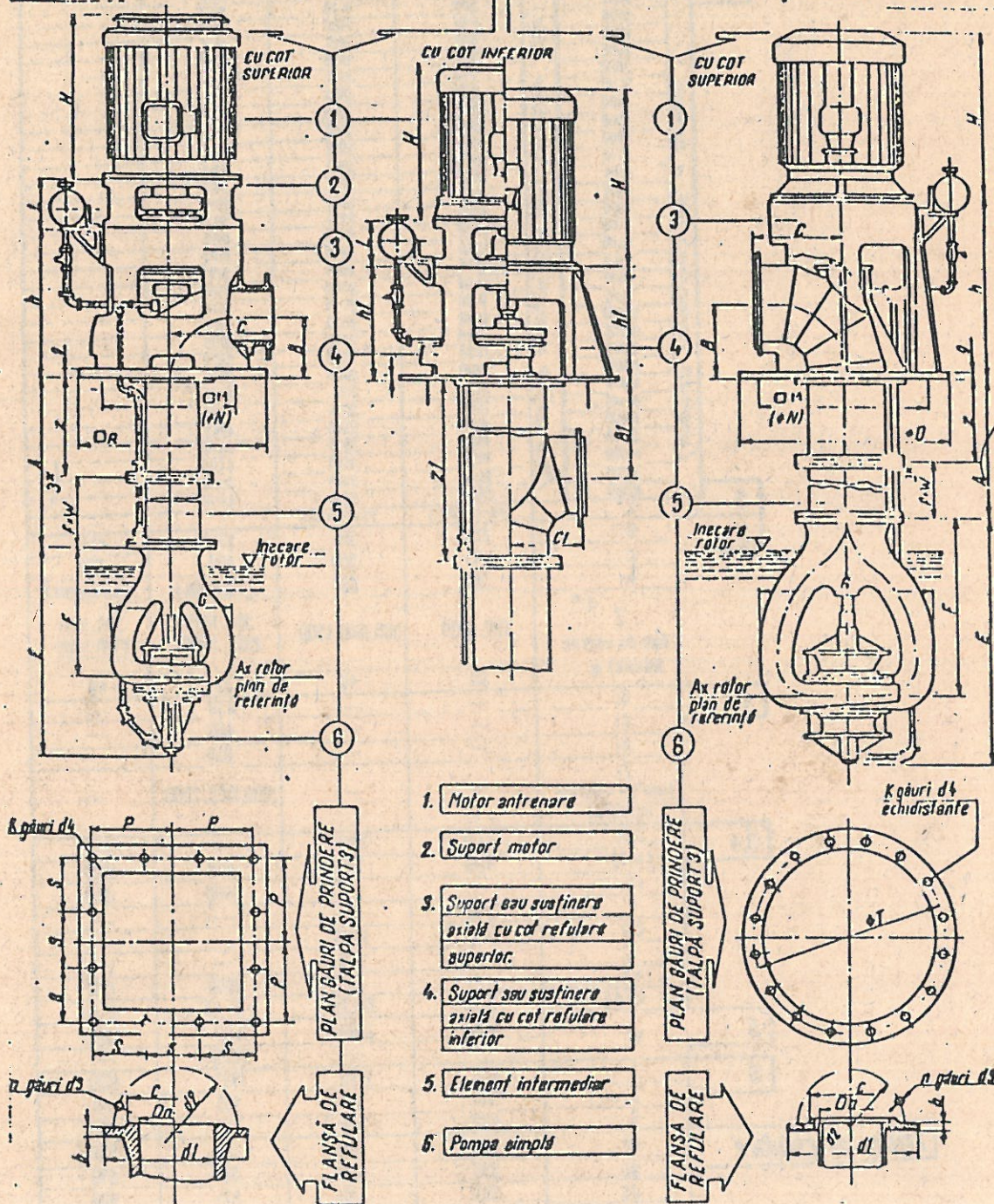
A. 25 BRATEȘ



Pompă.	Tip motor	Pierdere Kw	Rotație rot/min	a	b	c	d	e	f	h	m	n	L	H	găuri	
															Nr	Ø
BRATEȘ 600 dr. jbs.	MIB 355 L100-10	90	600	965	915	462	25	140	135	520	750	690	3125	1065	4	22
"	MIB 355 L100-10	110	600	965	915	452	25	140	435	520	750	690	3125	1065	4	22
"	MAB 355 M100-10	132	600	915	865	400	20	140	720	520	716	680	3115	1020	4	22
"	MAB 450 M100-10	160	600	1220	1160	388	30	160	665	640	1070	1010	3230	1355	4	23
"	MIB 355 H 85-12	55	500	880	840	315	20	140	570	480	646	670	2925	1010	4	18
"	MAB 355 S 85-12	55	500	765	715	340	20	140	550	580	646	600	2825	940	4	18
"	MAB 355 M100-12	90	500	915	865	400	20	140	720	520	716	680	3115	1020	4	18

POMPE VDF 200 și VDF 300

POMPE VDF 400 și VDF 500



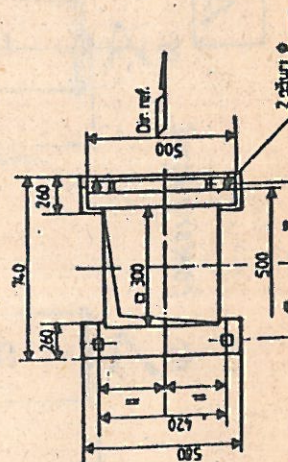
POMPA		VDF 200	VDF 300	VDF 400	VDF 500	
A(mm)	500	490	1380	1795	1 ^a	
	1000	520	1430	1865		
	1500	600	1480	1943		
	2000	630	1815	2005		
	2500	710	1668	2195		
	3000	740	1715	2265		
	3500	820	1853	2345		
	4000	850	1903	2405		
	4500	930	1950	2535		
	5000	960	2030	2665		
	5500	1040	2140	2745		
	6000	1070	2190	2805		
	6500	1130	2330	2835		
	7000	1180	2375	2915		
	7500	1210	2425	3045		
	8000	1290	2565	3205		
	8500	1370	2610	3395		
	9000	1400	2660	3465		
	9500	1480	2710	3545		
	Lungimea caracteristică a pompei	10000	1510	2850		3605
10500		1590	2900	3795		
11000		1620	3040	3845		
11500		1700	3095	3945		
12000		1730	3135	4005		
12500		1810	3275	4105		
13000		1840	3320	4265		
13500		1920	3375	4315		
14000		1950	3505	4405		
14500		2030	3510	4515		
15000		2070	3610	4495		
2		L	210 (aprox)	225 (aprox)		
3		B	250	300	370	460
		C	400	500	400	600
		h	505	890	1275 (aprox)	1140 (aprox)
		Z ^{4*} (una din valorile indicate) g	500, 1000	500, 1000, 1500	500, 1000 1500, 2000	500, 1000 1500, 2000
4		01	—	—	630	—
		c1	—	—	400	—
		h1	—	—	650	—
		Z1 (una din valorile indicate)	—	—	1000, 1500, 2000	—
3.4	OM	440	700	—	—	
	(+N)	480	780	920	1000	
	+O	—	—	1300	1500	
	P	340	—	—	—	
	OR	750	1100	—	—	
	S	—	325	—	—	
	+T	—	—	1200	1300	
	K+d4	8*33	12*33	16*40	16*40	
5	W	1000	1500	1000 ²⁾	2000	
6	E	820	1130	1355	1500	
	F	500	750	995	1110	
	G	465	760	900	965	
	Dn	200	300	400	500	
	d1	335	440	565	670	
	d2	295	400	515	620	
	b	26	28	32	34	
	+C	268	370	422	585	
	n+d3	8*22	12*22	16*25	20*26	
	Flansa de refulare					

^{1*} Cota A = 500 nu este la varianta cu col inferior

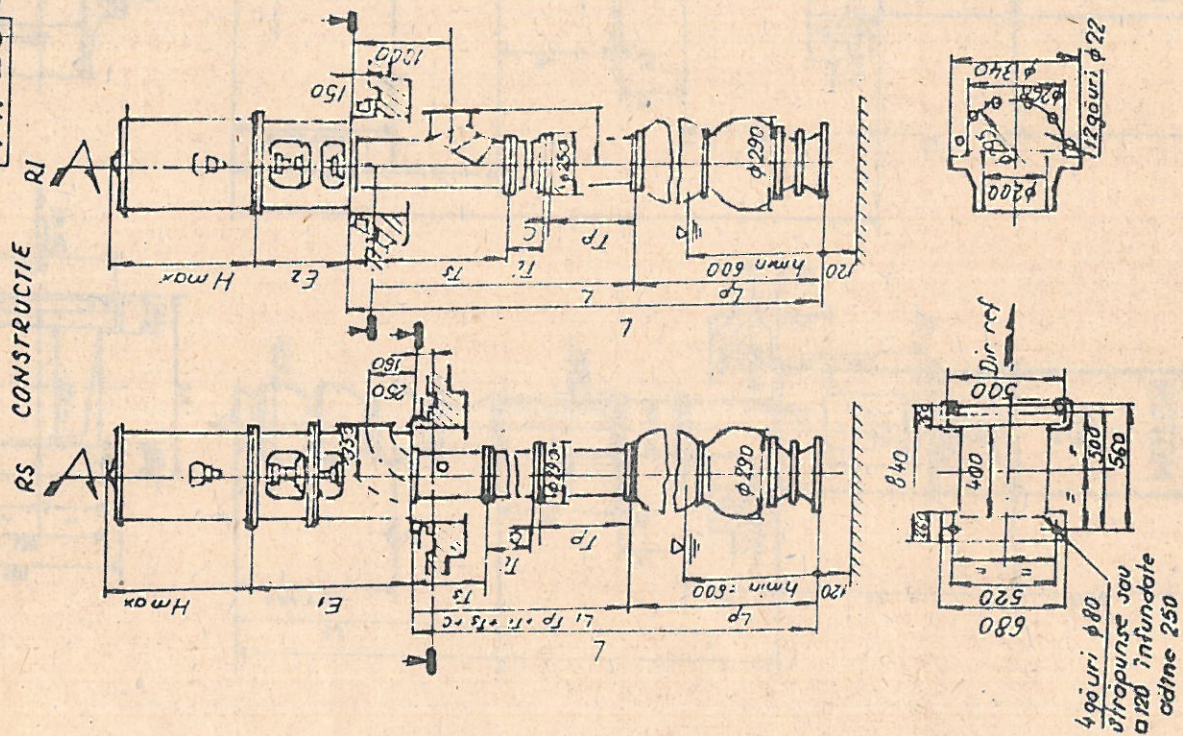
^{2*} Apare la variante cu col inferior cite 1 buc. si numai pentru urmatoarele valori ale cotei A: 2500, 4500, 6500, 8500, 10500, 12500 etc.

^{3*} Numarul f de elemente intermediare (5) se determina din relatia $f = (A - Z) / W$

^{4*} Val lui Z se alege astfel ca f sa fie un numar intreg iar pentru cazurile de la Z - Z = 1000

[illegible]

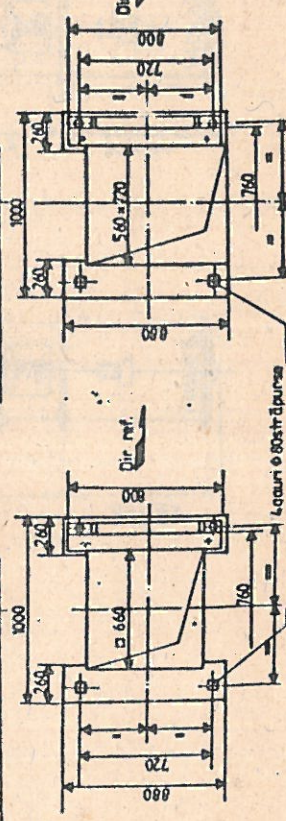
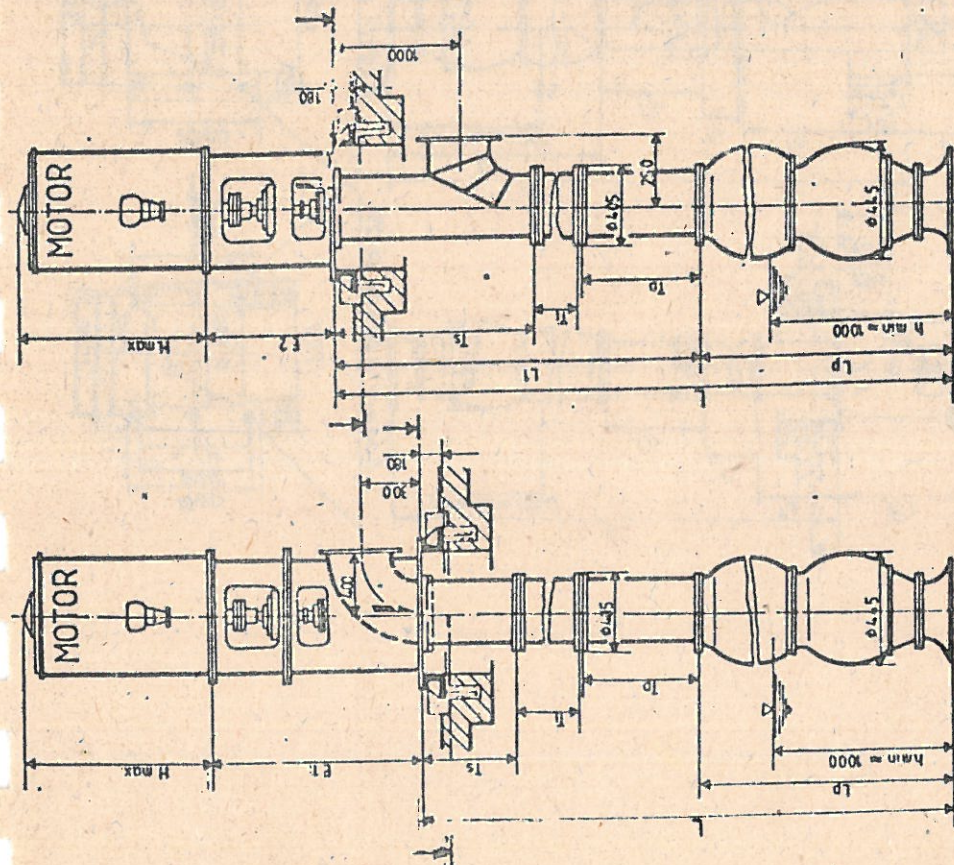
A. 29 POMPE DIAGONALE VERTICALE MA200 * n-L



Tp	Ti	Ts	C	Ci	Li	Li,c	L									
							n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10	
—	—	—	—	15	15	—	805	1125	1365	1610	1850	2090	2335	2580	2820	
500	—	—	—	—	500	500	1370	1610	1850	2095	2335	2575	2815	3055	3290	
1000	—	—	—	—	1000	1000	1870	2110	2350	2595	2835	3075	3315	3555	3800	
1500	—	—	—	—	1500	1500	2370	2610	2850	3095	3335	3575	3815	4055	4300	
2000	—	1500	15	—	2015	2000	2885	3125	3365	3610	3850	4090	4330	4570	4815	
2500	—	1500	15	—	2515	2500	3385	3625	3865	4110	4350	4590	4830	5070	5315	
3000	—	1500	15	—	3015	3000	3885	4125	4365	4610	4850	5090	5330	5570	5815	
3500	—	1500	15	—	3515	3500	4385	4625	4865	5110	5350	5590	5830	6070	6315	
4000	—	1500	15	—	4015	4000	4885	5125	5365	5610	5850	6090	6330	6570	6815	
4500	—	1500	15	—	4515	4500	5385	5625	5865	6110	6350	6590	6830	7070	7315	
5000	—	1500	15	—	5015	5000	5885	6125	6365	6610	6850	7090	7330	7570	7815	
5500	—	1500	15	—	5515	5500	6385	6625	6865	7110	7350	7590	7830	8070	8315	
6000	—	1500	15	—	6015	6000	6885	7125	7365	7610	7850	8090	8330	8570	8815	
6500	—	1500	15	—	6515	6500	7385	7625	7865	8110	8350	8590	8830	9070	9315	
7000	—	1500	15	—	7015	7000	7885	8125	8365	8610	8850	9090	9330	9570	9815	
7500	—	1500	15	—	7515	7500	8385	8625	8865	9110	9350	9590	9830	10070	10315	
8000	—	1500	15	—	8015	8000	8885	9125	9365	9610	9850	10090	10330	10570	10815	
8500	—	1500	15	—	8515	8500	9385	9625	9865	10110	10350	10590	10830	11070	11315	
9000	—	1500	15	—	9015	9000	9885	10125	10365	10610	10850	11090	11330	11570	11815	
9500	—	1500	15	—	9515	9500	10385	10625	10865	11110	11350	11590	11830	12070	12315	
10000	—	1500	15	—	10015	10000	10885	11125	11365	11610	11850	12090	12330	12570	12815	

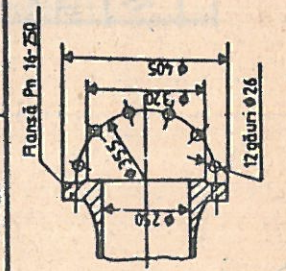
—	—	1500	—	—	1500	1500	2370	2510	2850	3095	3335	3575	3815	4055	4300
500	—	1500	15	—	2015	2000	2885	3125	3365	3610	3850	4090	4330	4570	4815
1000	—	1500	15	—	2515	2500	3385	3625	3865	4110	4350	4590	4830	5070	5315
1500	—	1500	15	—	3015	3000	3885	4125	4365	4610	4850	5090	5330	5570	5815
—	—	2000	1500	—	3515	3500	4370	4610	4850	5095	5335	5575	5815	6055	6300
500	2000	1500	15	—	4015	4000	4885	5125	5365	5610	5850	6090	6330	6570	6815
1000	2000	1500	15	—	4515	4500	5385	5625	5865	6110	6350	6590	6830	7070	7315
1500	2000	1500	15	—	5015	5000	5885	6125	6365	6610	6850	7090	7330	7570	7815
—	—	2+2000	1500	—	5515	5500	6385	6625	6865	7110	7350	7590	7830	8070	8315
500	2+2000	1500	15	—	6015	6000	6885	7125	7365	7610	7850	8090	8330	8570	8815
1000	2+2000	1500	15	—	6515	6500	7385	7625	7865	8110	8350	8590	8830	9070	9315
1500	2+2000	1500	15	—	7015	7000	7885	8125	8365	8610	8850	9090	9330	9570	9815
—	—	3+2000	1500	—	7515	7500	8385	8625	8865	9110	9350	9590	9830	10070	10315
500	3+2000	1500	15	—	8015	8000	8885	9125	9365	9610	9850	10090	10330	10570	10815
1000	3+2000	1500	15	—	8515	8500	9385	9625	9865	10110	10350	10590	10830	11070	11315
1500	3+2000	1500	15	—	9015	9000	9885	10125	10365	10610	10850	11090	11330	11570	11815
—	—	6+2000	1500	—	9515	9500	10385	10625	10865	11110	11350	11590	11830	12070	12315
Lungmeo La	—	—	—	—	870	1110	1500	1595	1835	2075	2315	2555	2800	3045	3290
El	—	—	—	—	—	—	—	—	950	—	—	—	—	—	—
El	—	—	—	—	—	—	—	—	700	—	—	—	—	—	—
H max	—	—	—	—	—	—	—	—	1000	—	—	—	—	—	—

490 uri φ80
vîrăpunse sau
oțel înfundate
adine 250



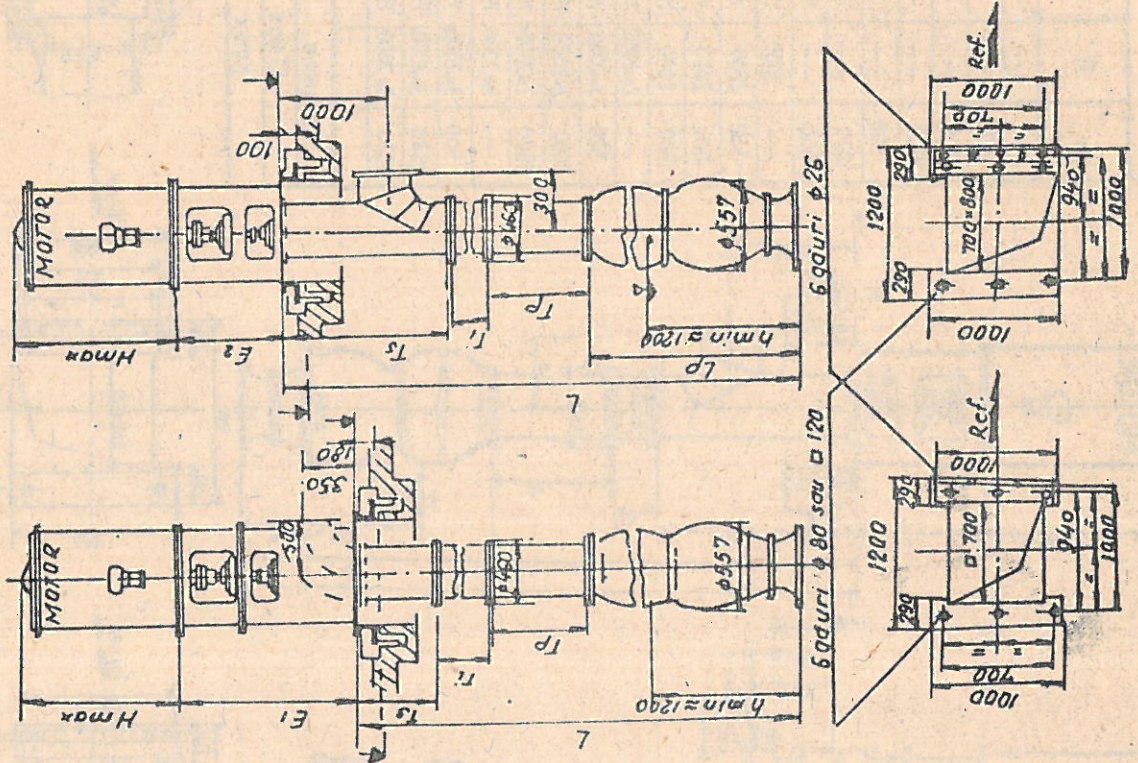
CONSTRUCTIE RS					L				
Ip	Ti	Ts	n=1	n=2	n=3	n=4			
—	—	—	700	1125	1550	1975			
500	—	—	1185	1610	2035	2460			
1000	—	—	1685	2110	2535	2960			
1500	—	—	2185	2610	3035	3460			
500	—	1500	2700	3125	3550	3975			
1000	—	1500	3200	3625	4050	4475			
1500	—	1500	3700	4125	4550	4975			
—	2000	1500	4185	4610	5035	5460			
500	2000	1500	4700	5125	5550	5975			
1000	2000	1500	5200	5625	6050	6475			
1500	2000	1500	5700	6125	6550	6975			
—	2x2000	1500	6185	6610	7035	7460			
500	2x2000	1500	6700	7125	7550	7975			
1000	2x2000	1500	7200	7625	8050	8475			
1500	2x2000	1500	7700	8125	8550	8975			
—	3x2000	1500	8185	8610	9035	9460			
500	3x2000	1500	8700	9125	9550	9975			
1500	3x2000	1500	9200	9625	10050	10475			
1500	3x2000	1500	9700	10125	10550	10975			
Lungimea Lp			682	1108	1534	1960			
E1max =			1100						
Hmax =			1400						

CONSTRUCTIE RI					L				
Ip	Ti	Ts	n=1	n=2	n=3	n=4			
—	—	1500	2185	2610	3035	3460			
500	—	1500	2700	3125	3550	3975			
1000	—	1500	3200	3625	4050	4475			
1500	—	1500	3700	4125	4550	4975			
—	2000	1500	4185	4610	5035	5460			
500	2000	1500	4700	5125	5550	5975			
1000	2000	1500	5200	5625	6050	6475			
1500	2000	1500	5700	6125	6550	6975			
—	2x2000	1500	6185	6610	7035	7460			
500	2x2000	1500	6700	7125	7550	7975			
1000	2x2000	1500	7200	7625	8050	8475			
1500	2x2000	1500	7700	8125	8550	8975			
—	3x2000	1500	8185	8610	9035	9460			
500	3x2000	1500	8700	9125	9550	9975			
1000	3x2000	1500	9200	9625	10050	10475			
1500	3x2000	1500	9700	10125	10550	10975			
Lungimea Lp			682	1108	1534	1960			
E2max =			800						
Hmax =			1400						

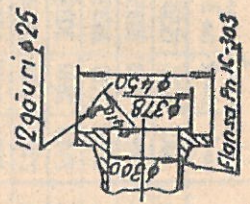


A. 30 MV 253 x n

RS						RI					
Tp	Ti	Ts	l			Tp	Ti	Ts	l		
			n=1	n=2	n=3				n=1	n=2	n=3
—	—	—	850	1350	1855	—	—	1500	2335	2835	3340
500	—	—	1335	1835	2340	500	—	1500	2890	3350	3855
1000	—	—	1835	2335	2840	1000	—	1500	3350	3850	4355
1500	—	—	2335	2835	3340	1500	—	1500	3850	4350	4855
500	—	1500	2850	3350	3855	—	2000	1500	4335	4835	5340
1000	—	1500	3350	3850	4355	500	2000	1500	4850	5350	5855
1500	—	1500	3850	4350	4855	1000	2000	1500	5350	5850	6355
—	2000	1500	4335	4835	5340	1500	2000	1500	5850	6350	6855
500	2000	1500	4850	5350	5855	—	2000	1500	6335	6835	7340
1000	2000	1500	5350	5850	6355	500	2000	1500	6850	7350	7855
1500	2000	1500	5850	6350	6855	1000	2000	1500	7350	7850	8355
—	2000	1500	6335	6835	7340	1500	2000	1500	7850	8350	8855
500	2000	1500	6850	7350	7855	—	3000	1500	8335	8835	9340
1000	2000	1500	7350	7850	8355	500	3000	1500	8850	9350	9855
1500	2000	1500	7850	8350	8855	1000	3000	1500	9350	9850	10355
—	3000	1500	8335	8835	9340	1500	3000	1500	9835	10335	10855
500	3000	1500	8850	9350	9855	—	3000	1500	10335	10835	11340
1000	3000	1500	9350	9850	10355	—	3000	1500	10835	11335	11840
1500	3000	1500	9835	10335	10855	—	3000	1500	11335	11835	12340
E1 max			835	1335	1840	E2 max			835	1335	1840
H max			1300	2000		H max			1000	2000	



A.31 MV 303 × n



A.32

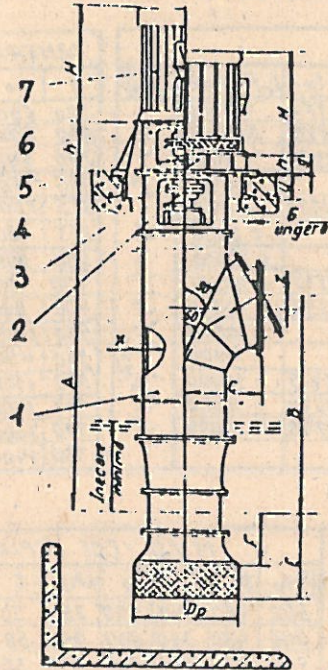
MV - MVU

TIP	DIMENSIUNI POMPA															CAMERA DE ASPIRATIE				
MV MVU	DN ₀	PN _r	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂ ^{**}	D _p	E ₁	E ₂	H _{max}	l _{p1}	l _{p2}	l _p	L ₁ (L ₂)max ^{**}	L ₁ (L ₂)	h	e ₀	e ₁	e ₂	h _{min}
401	400	6	600	380	500		595		660	1000	235		780	≈ 8000	L ₁ (L ₂) = L ₁ + l _{p1} + h ₂ + h ₃ - C ₃ MVU	700	600	450	375	1200
402		10	600		500		626	1360		1350	250	110	820	≈ 8000		300	600	450	375	1200
403		16	600		500		700	1600		1550	250	180	1060	≈ 8000		300	600	450	375	1230
501	500	10	550		500			1750		1400				≈ 8000		375	750	600	500	1200
502		10	550		500		925	1750		1900	260	250	1280	≈ 8000		375	750	600	500	1200
503		16								2100				≈ 8000		375	750	600	500	1200
601	600	10	600		600			1965		1500				≈ 10000		400	800	635	530	1300
602		10	600		600		935	1965		2000	375	156	1215	≈ 10000		400	800	635	530	1300
603		10	600		600		1020	1965		2100	470		1235	≈ 10000		400	800	635	530	1300
801	800	10	800		850					2000				≈ 10000		550	1100	840	750	1700
802		10	800		850			2450		2000				≈ 10000	550	1100	840	750	1700	
803		10	800		850		1360	2450		2100	634		1425	≈ 10000	550	1100	840	750	1700	
1001	1000	6		1000				1250		200	2000	350	442	≈ 10000	700	1400	1100	875	2000	
1002		6		1000				1535		200	2500	350	245	≈ 10000	700	1400	1100	875	2000	
1003		16													700	1400	1100	875	2000	

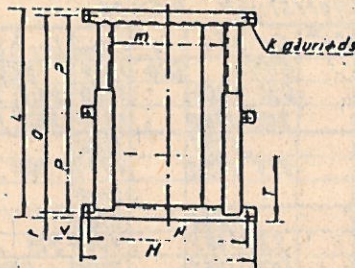
TIP		FUNDATIE-GOLURI PIESE INGLOBATE IN BETON											MVU - COT ASPIRATIE											
MV	MVU	φA	□A	φA ₁	A ₁	φA ₂	A ₂	φA ₃	A ₃	φA ₄	A ₄	σ	b	l=F _{max} ^{**}	DN ₀	B ₃	C ₃	h ₂	h ₃	c	□P ₁	□P ₂	φr	
401		700	700	960	960	1200	620	6120	4120	180	250	≈ 4500				500	480	340	800	250	50	500	410	30
402		700		960		1200		6120		180	250	≈ 5500				500	480	340	800	250	50	500	410	30
403		800		1060		1300		6120		200	280	≈ 6500				500	480	340	800	250	50	500	410	30
501		1000		1300		1500		8120		200	280	≈ 7000				700	600	450	1100	350	50	650	560	30
502		1000		1300		1500		8120		200	280	≈ 8500				700	600	450	1100	350	50	650	560	30
503		1200		1500		1700		8120		220	300	≈ 10000				700	600	450	1100	350	50	650	560	30
601		1200		1500		1700		8120		220	300	≈ 10000				800	750	600	1380	350	100	800	680	40
602		1200		1500		1700		8120		220	300	≈ 13000				800	750	600	1380	350	100	800	680	40
603		1200		1500		1700		8120		220	300	≈ 15000				800	750	600	1380	350	100	800	680	40
801		1500		1800		2000		12120		240	330	≈ 15000				1000	1000	700	1750	500	100	1000	880	40
802		1500		1800		2000		12120		240	330	≈ 23000				1000	1000	700	1750	500	100	1000	880	40
803		1500		1800		2000		12120		240	330	≈ 25000				1000	1000	700	1750	500	100	1000	880	40
1001			2000		2360		1500		8120	240	330	≈ 30000				1200	1200	850	2100	600	100	1200	1080	40
1002			2000		2360		1500		8120	240	330	≈ 40000				1200	1200	850	2100	600	100	1200	1080	40
1003																1200	1200	850	2100	600	100	1200	1080	40

P_{nr}(bar) · F_{max}(daN)*Valerile cotelor L₁(L₂); C₂ si h_{min} se vor stabili prin ofertă**Sarcina maximă, aproximativă, pe planșeu (pentru L₁(L₂) max.)F_{max} = G_{pompă} + G_{motor} + G_{colona apă din pompă}

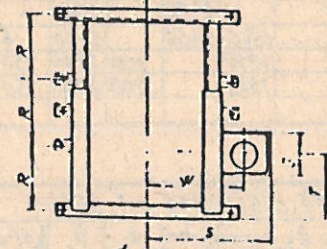
POMPE-DV.



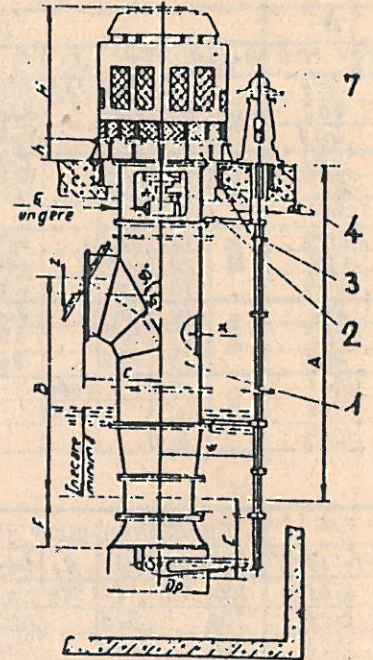
4. PLACA DE TRECERE - DV.



4. PLACA DE TRECERE - DVR.



POMPE-DVR.



Diametrul canalului fixat	1 Pompa							Ungerea			Flanşa refulare											2 Cuplu rigid	3 Placă pompei rigide
	c	Dp	E	F	M	L	X	G	Q m ³ /h	Hmax mcoloş	Dn	d1	d2	c	d4	b	e	n = d3	Tip	h mm	h mm	h mm	
30	310	500	400	270	—	80	8	63/8	1,2	25	300	435	335	385	318	22	4	12 + 22	Ri 150	15	—	—	
35	380	580	455	295	—	85	8	6 1/8	1,5	25	400	335	495	485	425	28	4	16 + 22	Ri 200	35	—	—	
47	470	750	580	350	—	80	10	6 1/2	1,8	20	500	640	600	570	528	30	4	16 + 22	Ri 310	40	—	—	
70	850	1025	700	435	—	110	8	6 3/4	2,5	20	700	860	810	775	725	32	5	24 + 26	R 370	124	—	—	
87	810	1000	710	525	950	150	10	6 1/4	3,0	25	800	1075	1020	980	925	32	5	24 + 30	R 420	218	260	730	
110	1050	1600	880	680	1210	185	12	6 1"	3,5	30	1000	1460	1340	1285	1235	36	6	32 + 33	Ri 490	295	335	1100	

4 Placa de trecere																		5 Cuplu elastic	Sustineri 6 axiale		
J	L	M	N	O	P	R	S	T	U	g	l	m	f	v	k = d5	d6	h	Tip	h	h	
—	900	900	840	840	—	—	—	330	14	15	180	620	30	30	4 + 26	—	75	15	20	430	200
—	970	1040	970	910	—	—	—	360	16	18	250	660	35	35	4 + 26	—	80	175	45	485	325
—	1145	1285	1145	1070	—	—	—	410	180	15	1000	800	35	35	4 + 26	—	115	175	65	545	385
—	1360	1450	1360	—	740	—	—	520	220	20	1420	1070	40	35	6 + 30	—	170	175	195	705	395
440	2160	1820	1530	—	1640	—	1190	745	270	20	2000	1270	40	45	6 + 30	150	175	—	—	—	—
448	2700	2360	2200	—	—	285	465	1605	300	20	2570	1750	52	40	7 + 33	150	530	—	—	—	—

		A (mm) Lungimea caracteristică a pompei																								
	B (mm)																									
		1500	2000	2500	3250	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	
30	S	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
	M		1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250	5500	5750	6000	6250	6500	
	L		1250	1750	2250	2750	3250	3700	4250	4750	5250	5750	6250	6750	7250	7750	8250	8750	9250	9750	10250	10750	11250	11750		
	S		1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	
35	M			1300	1650	1800	2050	2300	2550	2800	3050	3300	3550	3800	4050	4300	4550	4800	5050	5300	5550	5800	6050	6300		
	L			1550	2050	2550	3050	3550	4050	4550	5050	5550	6050	6550	7050	7550	8050	8550	9050	9550	10050	10550	11050	11550		
	S			1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480	1480		
	M				1730	1980	2230	2480	2730	2980	3230	3480	3730	3980	4230	4480	4730	4980	5230	5480	5730	5980	6230			
47	L				1980	2480	2980	3480	3980	4480	4980	5480	5980	6480	6980	7480	7980	8480	8980	9480	9980	10480	10980			
	S																									
	M																									
	L																									
70	S					1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800		
	M						2050	2300	2550	2800	3050	3300	3550	3800	4050	4300	4550	4800	5050	5300	5550					
	L						2300	2800	3300	3800	4300	4800	5300	5800	6300	6800	7300	7800	8300	8800	9300					
	S							2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700			
87	M								2950	3200	3450	3700	3950	4200	4450	4700	4950	5200	5450	5700						
	L								3200	3700	4200	4700	5200	5700	6200	6700	7200	7700	8200	8700						
	S								3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000			
	M									3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000									
110	L									3500	4000															
	S																									
	M																									
	L																									

POMPE DV

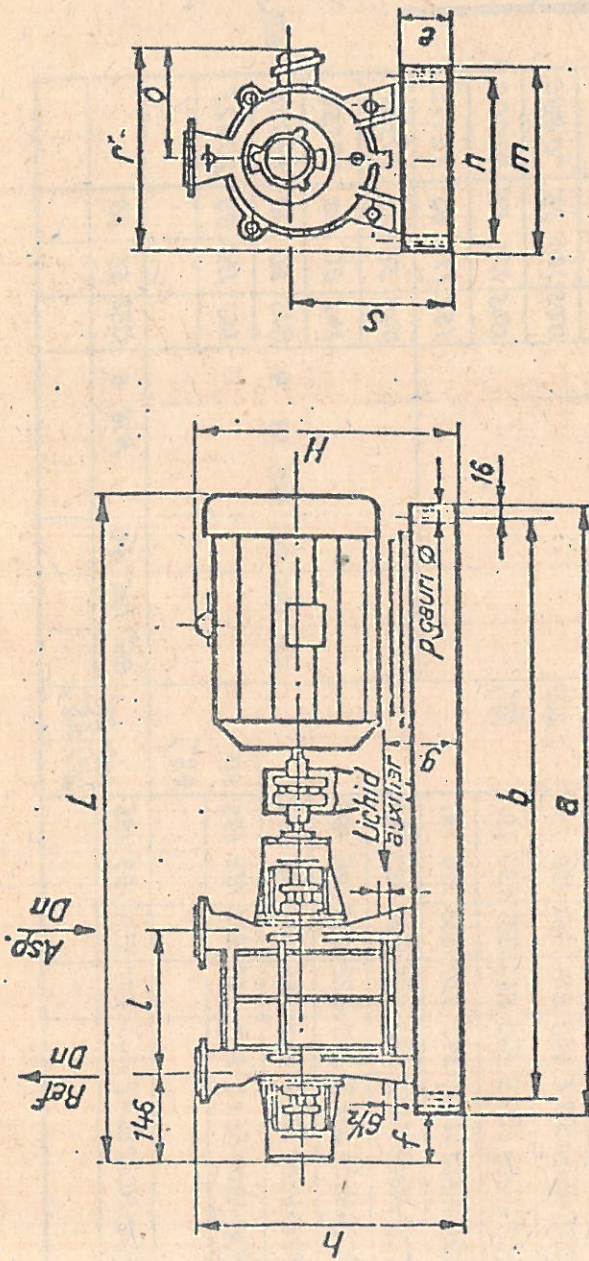
POMPE DVR

POMPE DVR

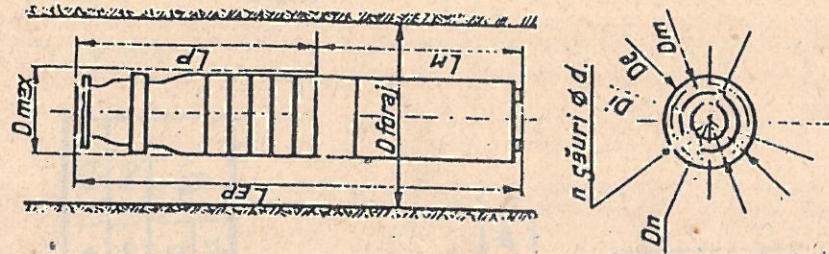
POMPE DV

Poziția refulării, pe verticală

A.34



Pompa	Tip motor	Puterea kw	Rotații/ min	a	b	e	f	g	h	l	m	n	o	r	s	L	H	p.găuri		Dn.
																		nr.	$\varnothing$	
MIL 401	N 100 L-4	2,2	1420	755	723	65	85	147	1395	146	1210	238	110	245	245	880	400	4	14	40
MIL 403	N 112 M-4	4	1425	830	753	65	80	149	1397	203	270	238	115	250	247	950	415	4	14	40

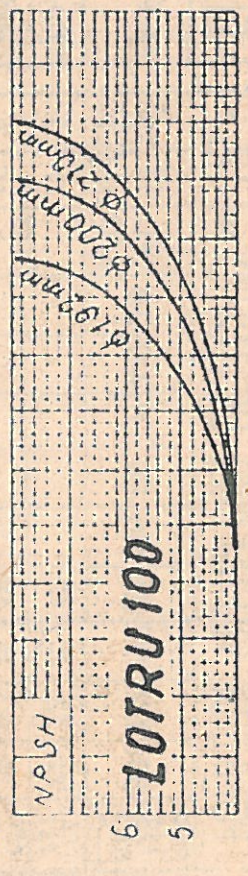
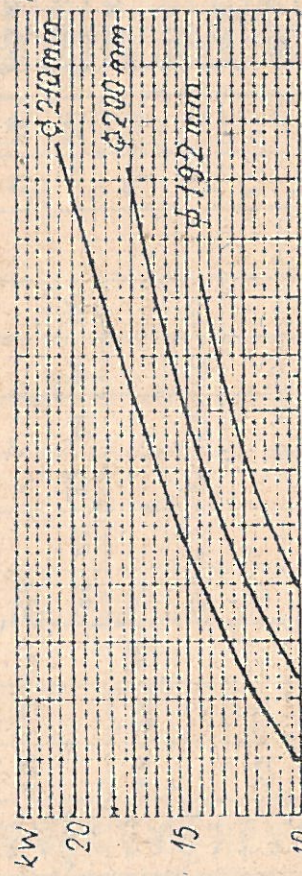
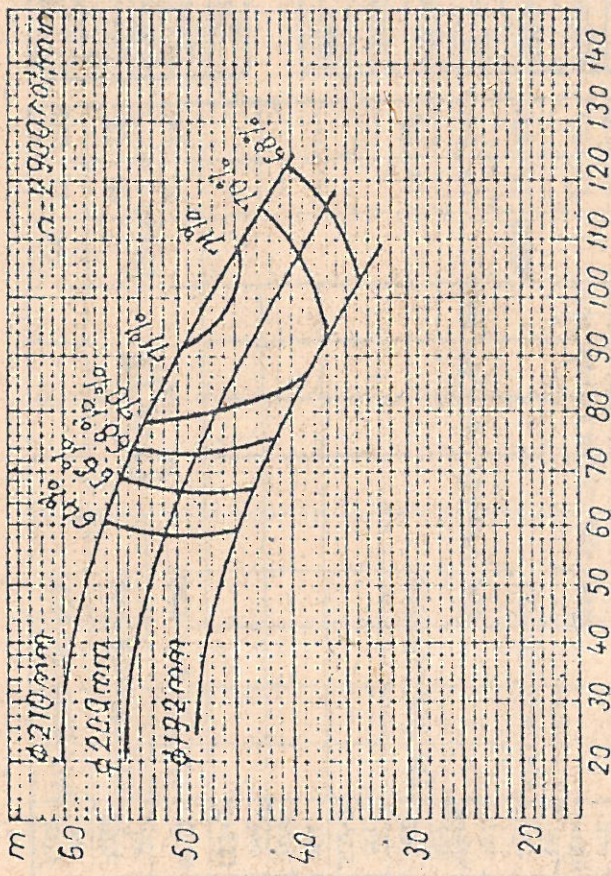
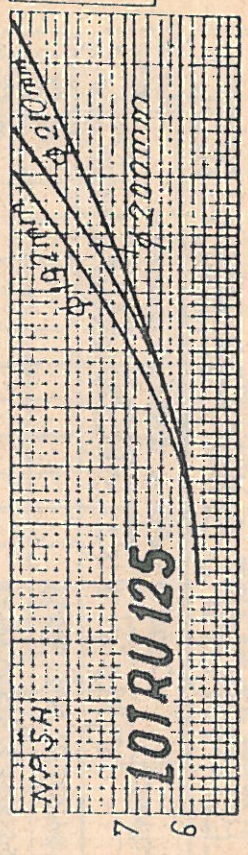
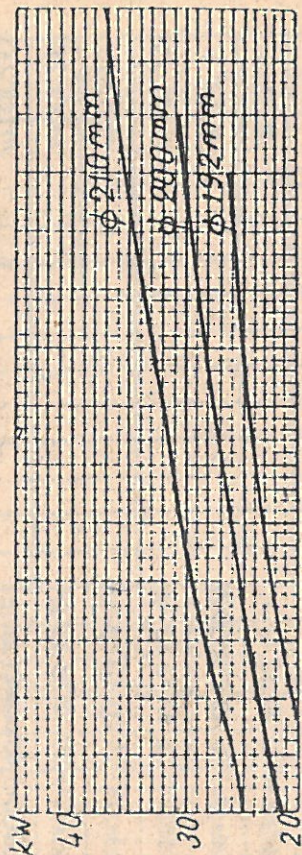
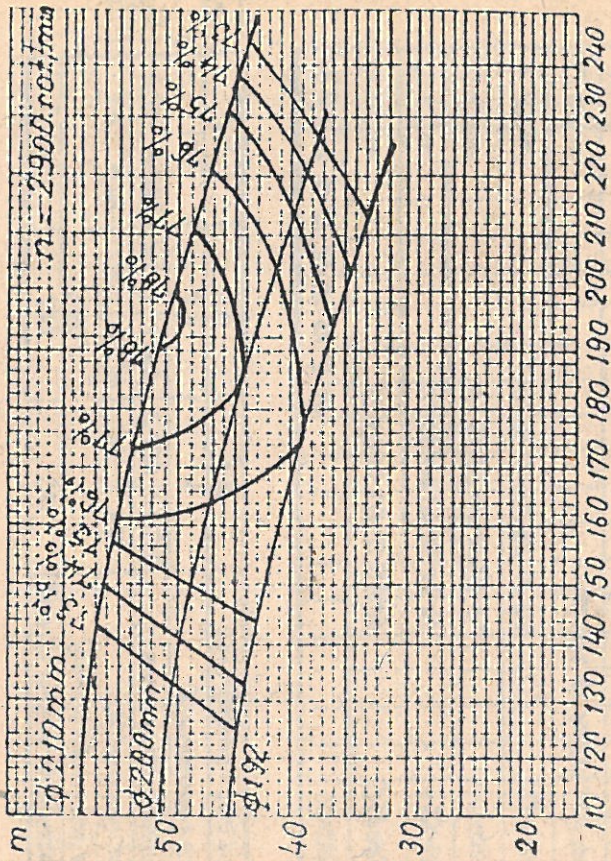


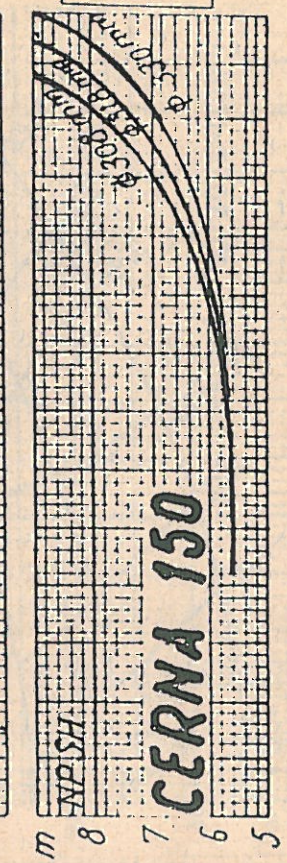
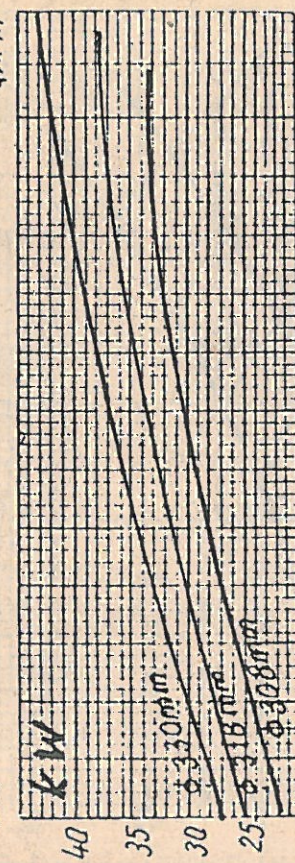
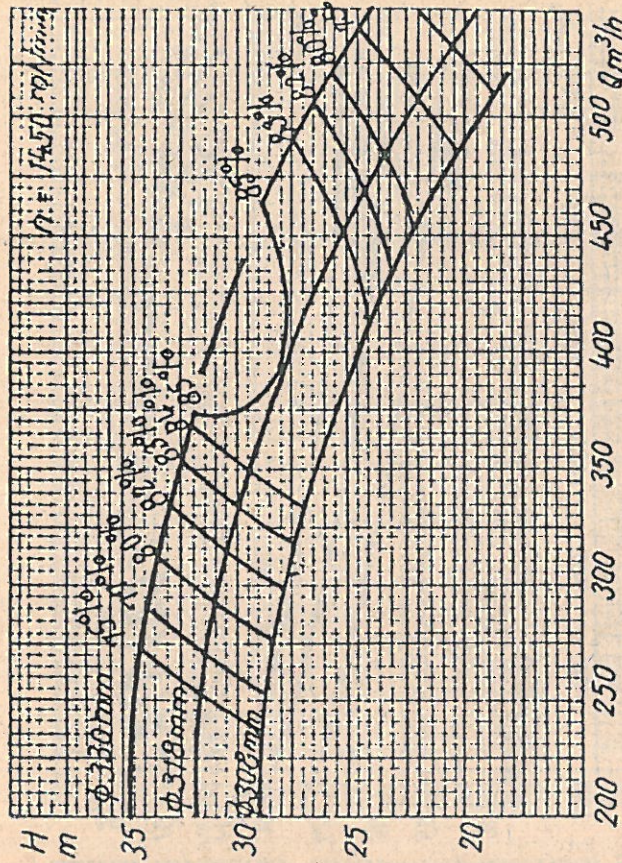
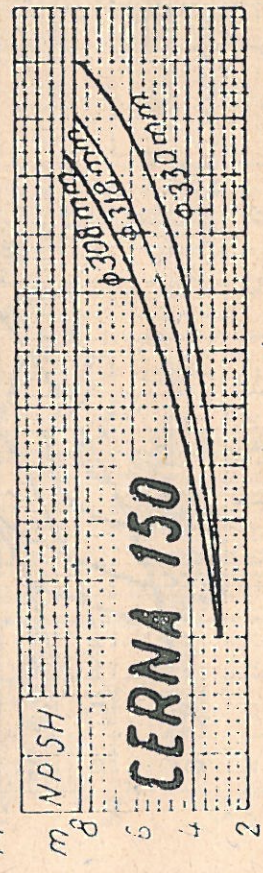
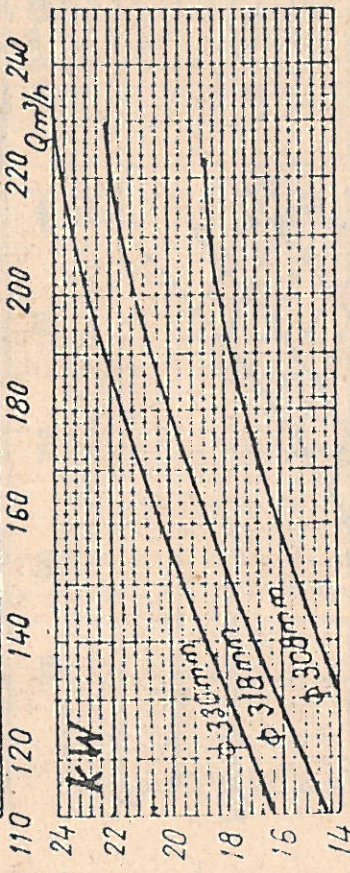
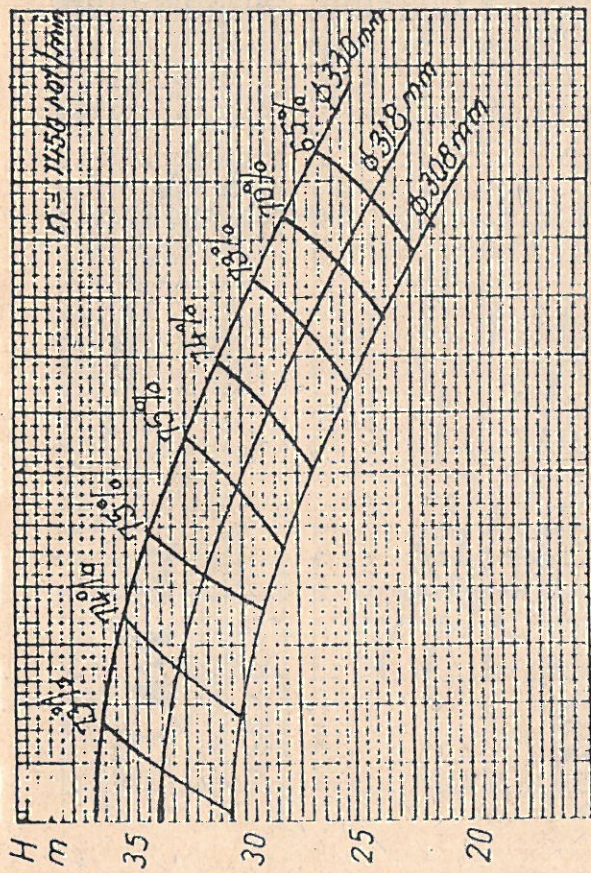
Electropompă	L_m mm	L_p mm	D_{max} mm		D_{foraj} mm	Flanșa de refulare						G_{EP} Kg	Căblu electric		Pret. catalog. 18 MT75 (lei)
			220V	380V		D_n	D_e	D_m	D_i	d	n		L	G	
EP/30-Hebe 50x2	723	342	1065	191	191							103	50	20	15940
EP/30-Hebe 50x3	723	388	1111	191	191							1075	50	20	16110
EP/30-Hebe 50x4	723	434	1157	191	191							112	80	32	16275
EP/30-Hebe 50x5	723	480	1203	191	191	50	165	125	102	18	4	116	80	32	16445
EP/30-Hebe 50x6	843	526	1369	194	191							142	110	55	19605
EP/30-Hebe 50x7	843	572	1415	194	191							146	140	70	20720
EP/30-Hebe 50x8	843	618	1461	194	191							1505	170	85	20890
EP/30-Hebe 50x9	843	664	1567	194	191							1545	170	85	22000
EP/30-Hebe 50x10	943	710	1553	194	191							159	170	85	22170
EP/30-Hebe 65x2	723	458	1181	193	193							1145	50	20	16115
EP/30-Hebe 65x3	843	522	1365	195	193							142	80	32	19150
EP/30-Hebe 65x4	843	586	1429	195	193							1475	80	32	19350
EP/30-Hebe 65x5	943	650	1593	199	195	65	185	145	122	18	4	163	110	83	20925
EP/30-Hebe 80x2	843	471	1214	193	195	64	185	145				1335	50	20	

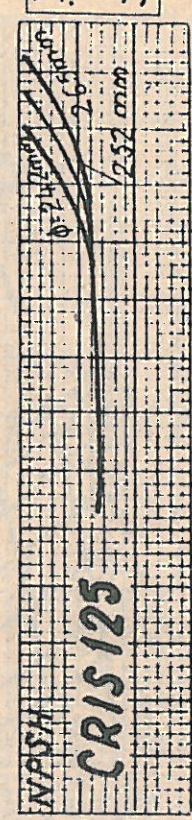
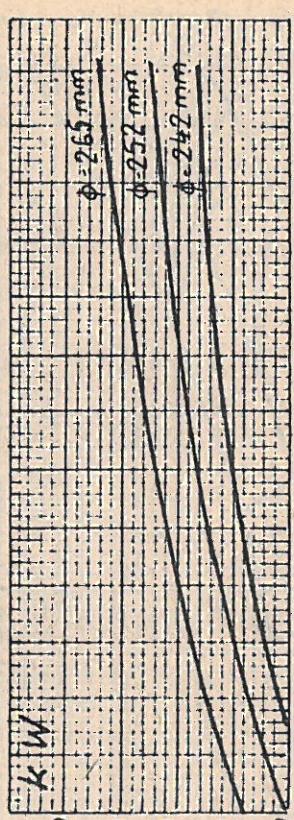
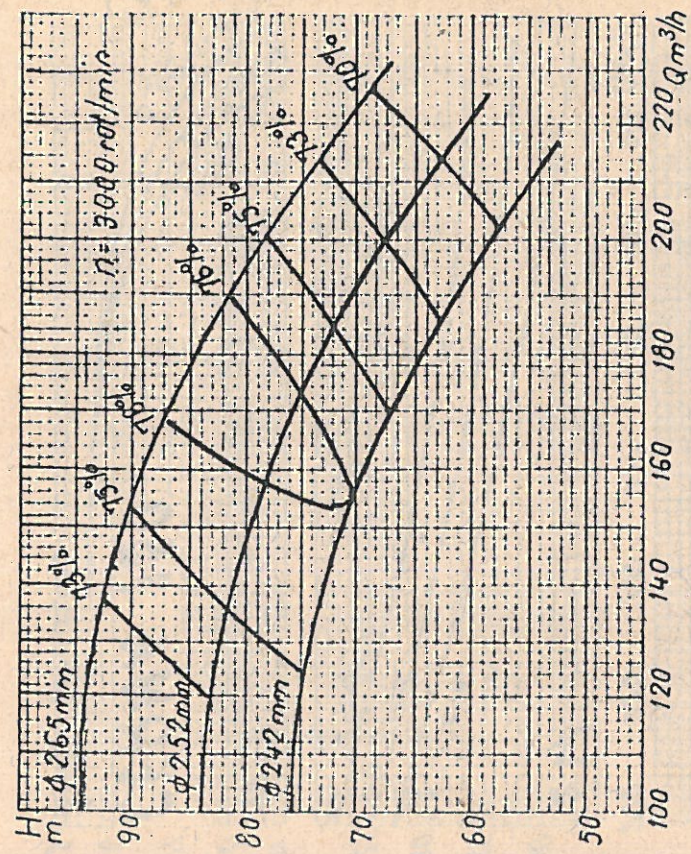
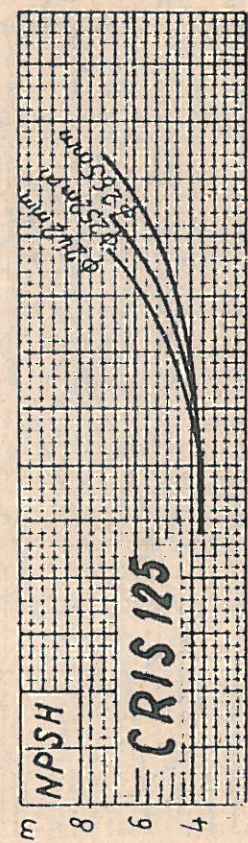
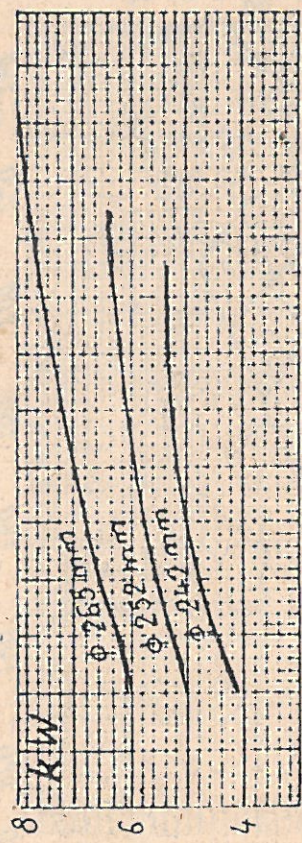
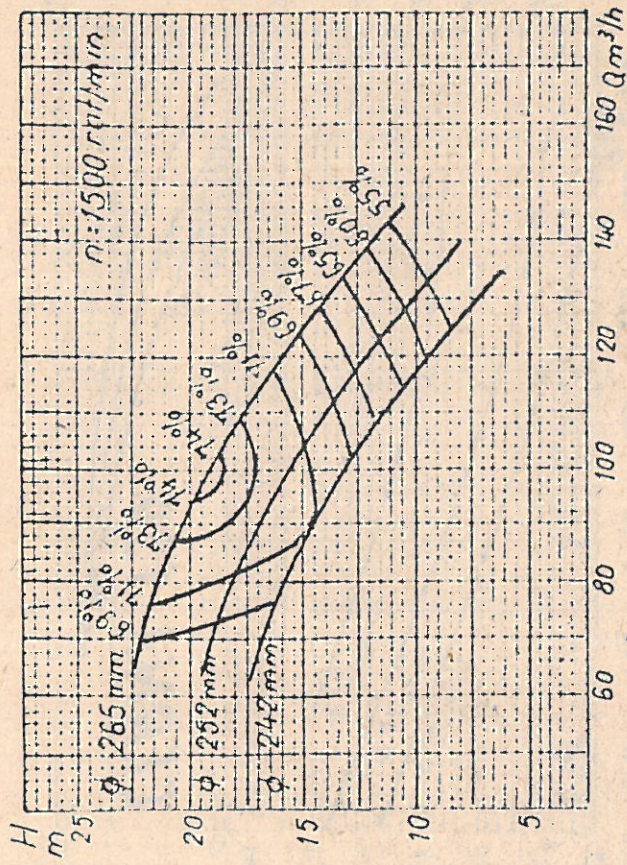
POMPE DE VID CU INEL DE LICHID = MIL =												
mm. Hg. abs.	660	360	260	160	110	80	60	40	30	n r/m	N kW	N apă l/min
MIL 251	22	22	20	16						3000	1,1	5
MIL 252	38	37,5	34	25							1,5	6
MIL 401	52	52	51	40							2,2	11
MIL 402x2				55	56	55	54	50	47		3	15
MIL 402	85	85	80	63							3	13
MIL 402x2				85	90	92	95	94	90		4	20
MIL 403	132	132	120	100							4	15
MIL 403x3				118	130	135	130	120	100	1500	5,5	23
MIL 404	185	185	180	155							7,5	20
MIL 404x4				202	200	198	196	190	180		10	25
MIL 502	308	308	290	240							10	25
MIL 502x2												
MIL 503												
MIL 503x2												
MIL 1000	850	850	800	630						1000	30	55
MIL 1250	970	995	1000	1000							40	82
MIL 1501	1410	1600	1680	1600						750	55	230
Q m ³ /h												

ELECTROPOMPE SUBMERSIBILE=HEBE=																				
Electropompă	Debit și înălțime totală de pompare															Electro motor				
	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	Tip P. m.		
EP30/Hebe 50x3	31	29	25	20	15,5													m S2 4		
EP30/Hebe 50x3	47	43	37,5	30,5	23													m S2 4		
EP30/Hebe 50x4	63	58	50	41	31													m S2 4		
EP30/Hebe 50x5	79	72,5	62,5	51,5	38,5													m S2 4		
EP30/Hebe 50x6	95	87	75	62	46,5													m S3 7,5		
EP30/Hebe 50x7	111	103	87,5	72,5	54,5													m S3 7,5		
EP30/Hebe 50x8	127	116	110	92,5	62													m S3 7,5		
EP30/Hebe 50x9	143	130	122,5	93	70													m S3 7,5		
EP30/Hebe 50x10	159	146	125	103	77,5													m S3 7,5		
EP30/Hebe 65x2						32	31	28	24	20	15	10						m S2 4		
EP30/Hebe 65x3						48	46,5	28	24	20	15	10						m S3 7,5		
EP30/Hebe 65x4						64	62	56	48	40	30	20						m S3 7,5		
EP30/Hebe 65x5						80	77,5	70	60	50	37,5	25						m S4 10		
Hebe 80x2													18	16	15	13	12	10	9	m S3 7,5

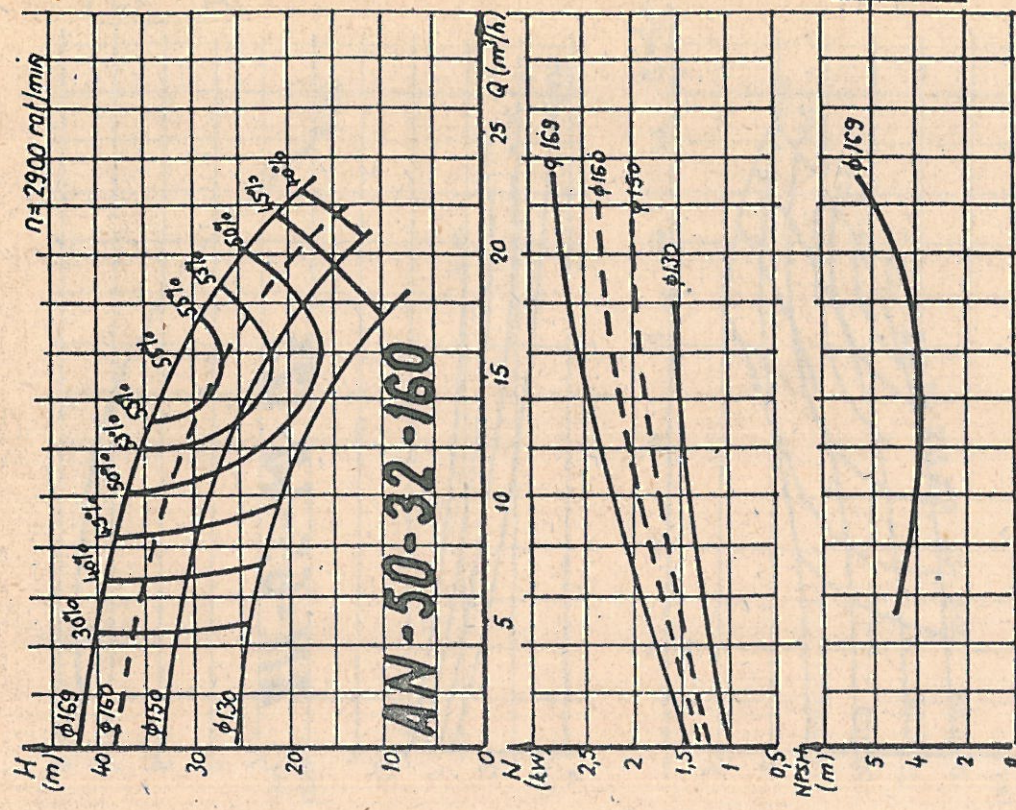
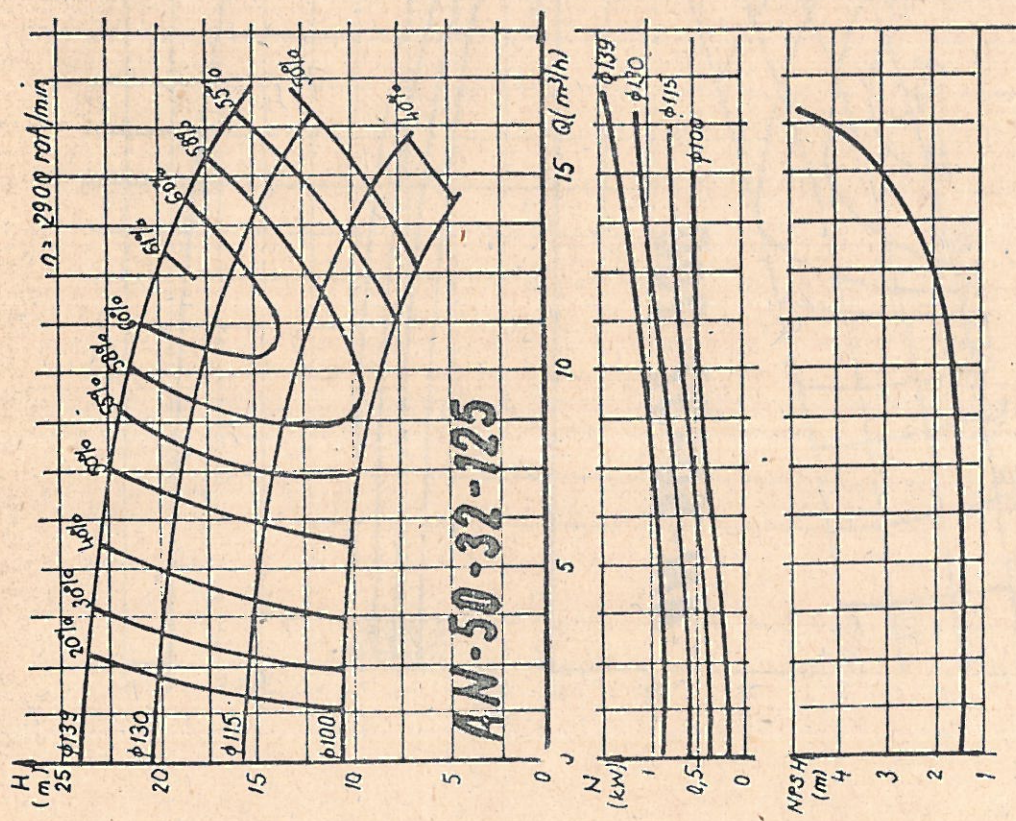
Tipul electromotorului	S2		S3		S4	
Puterea nominală	4		7,5		10	
Tensiunea (V) conexiunea	380 V		220 Δ		380 V	
Curent nominal (A)	104		18		24,8	
Țurașta sincronă (rot/min)			3000			
Greutate motor umplut cu apă	80		102		112	

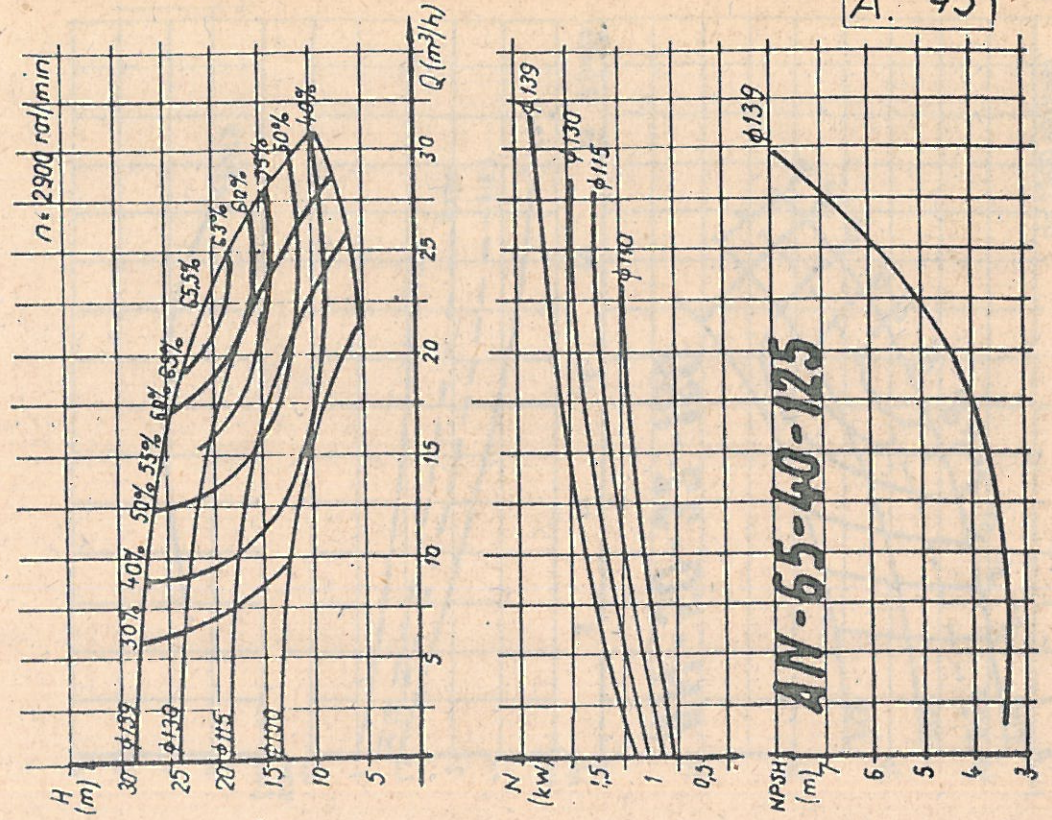
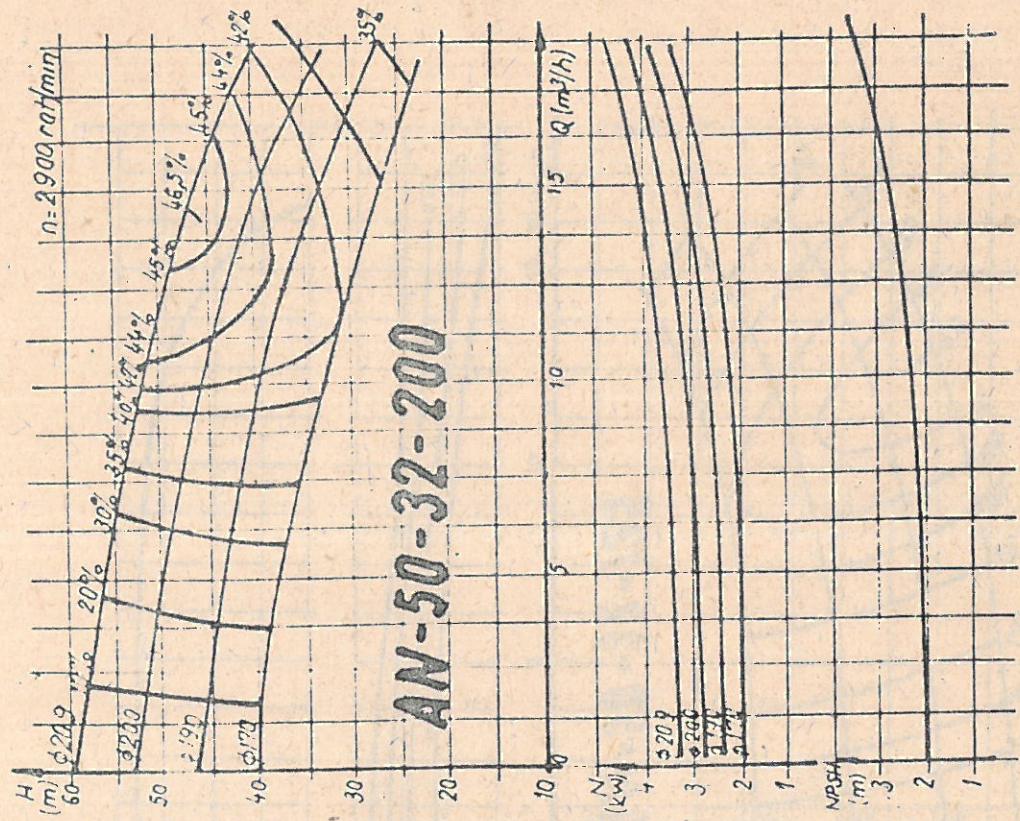


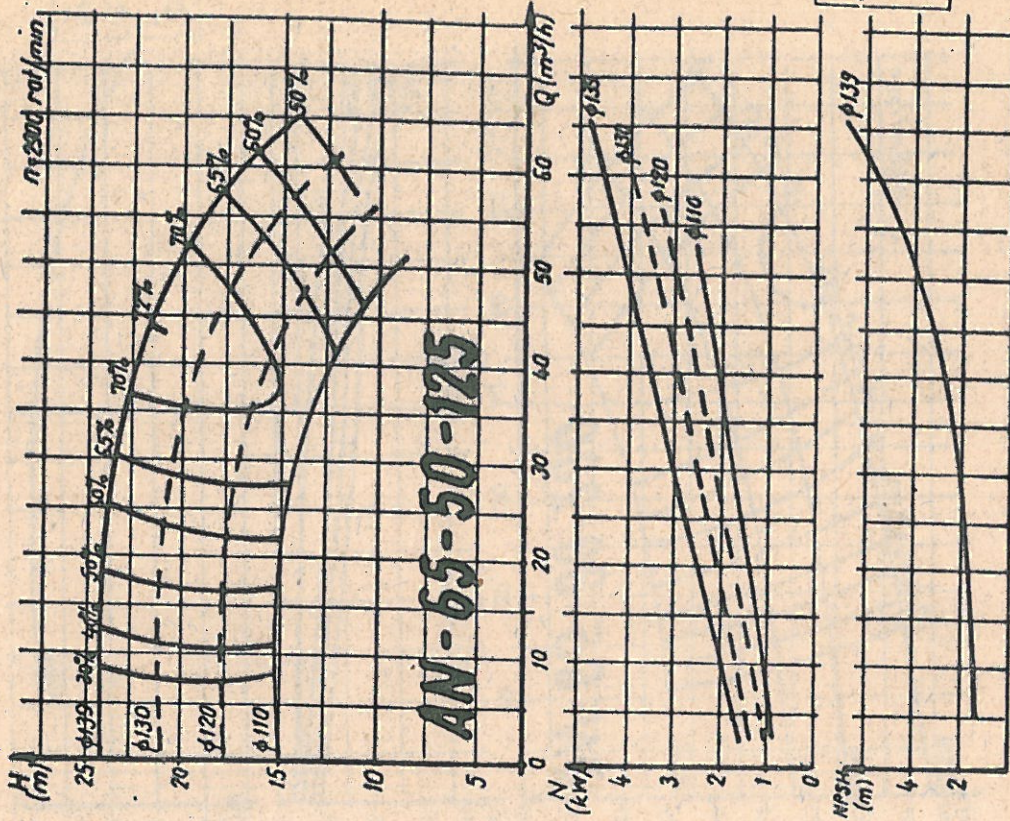
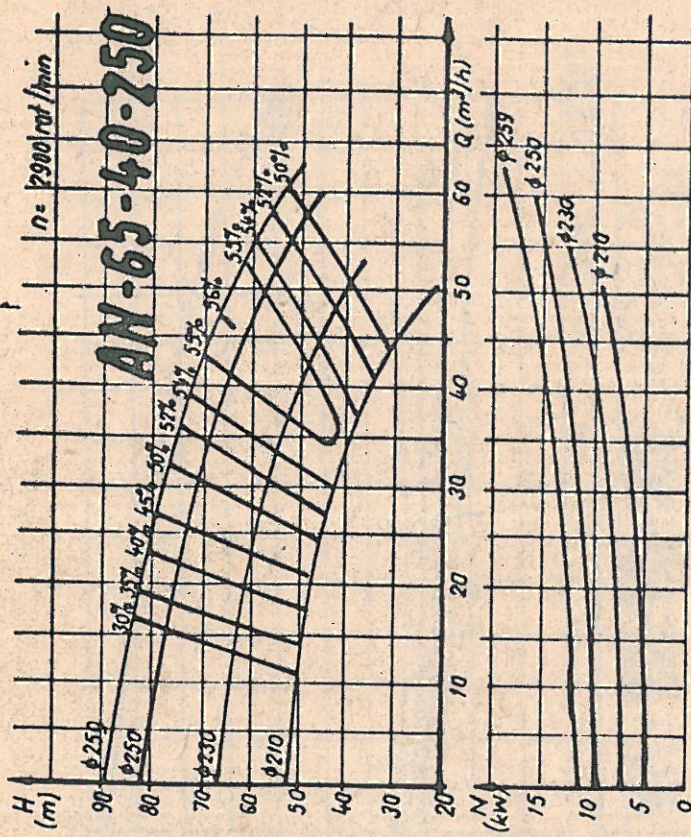


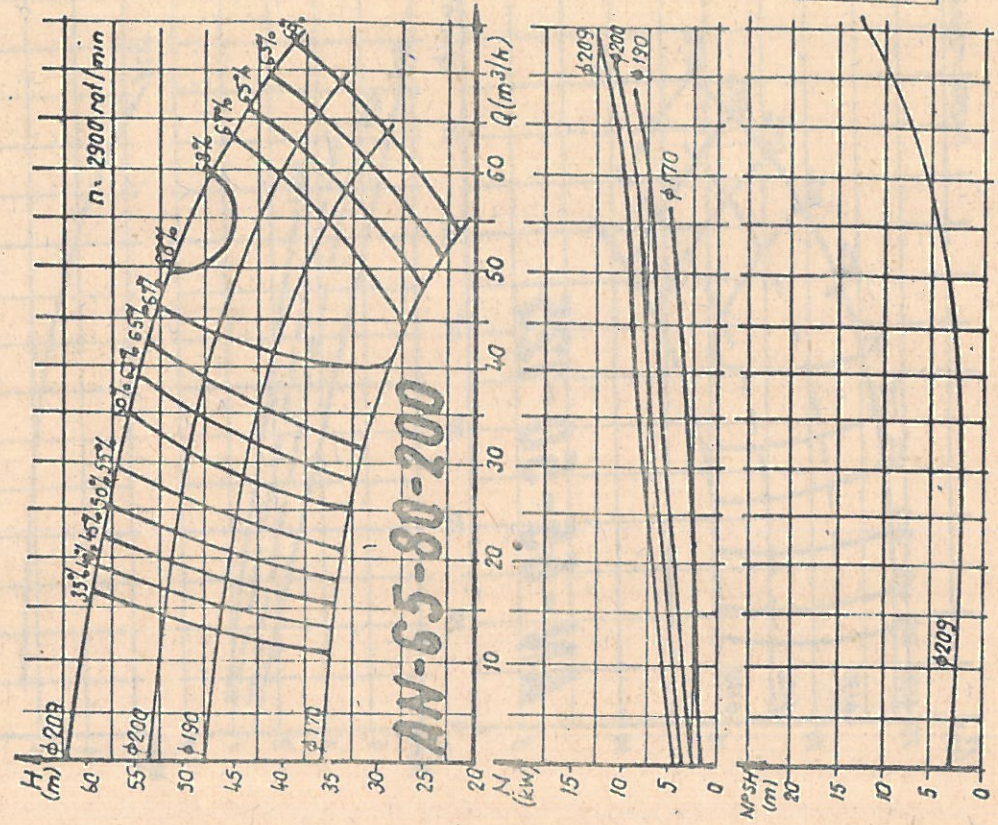
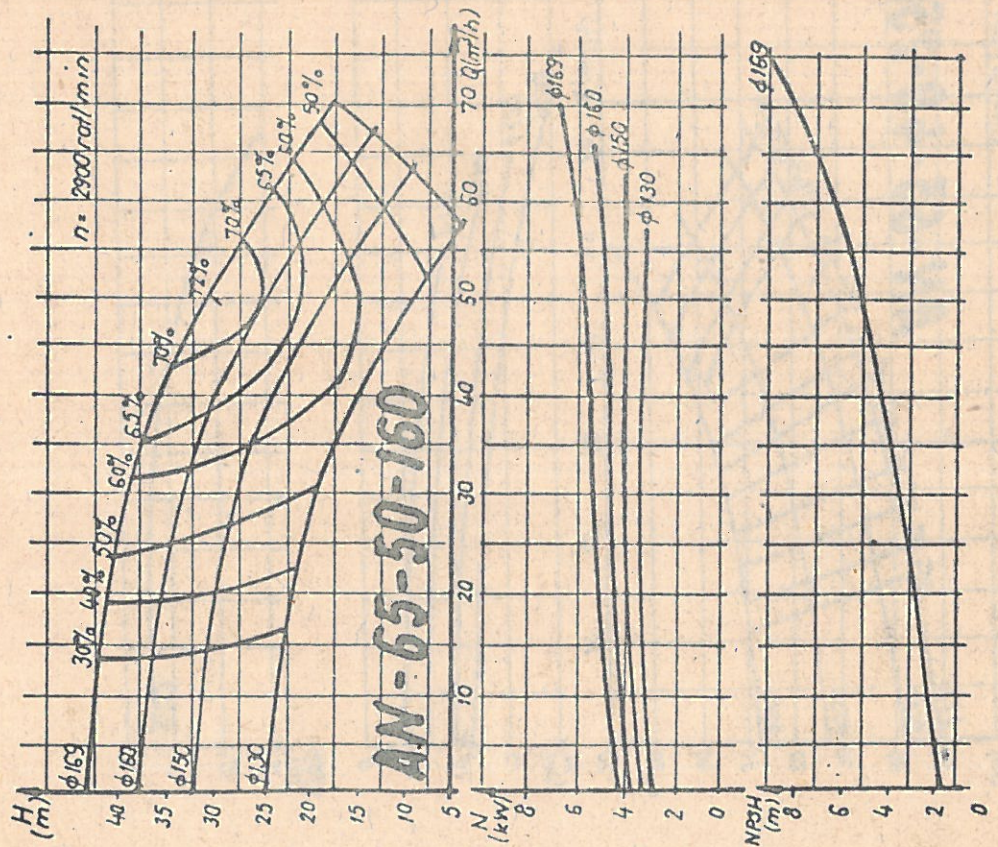


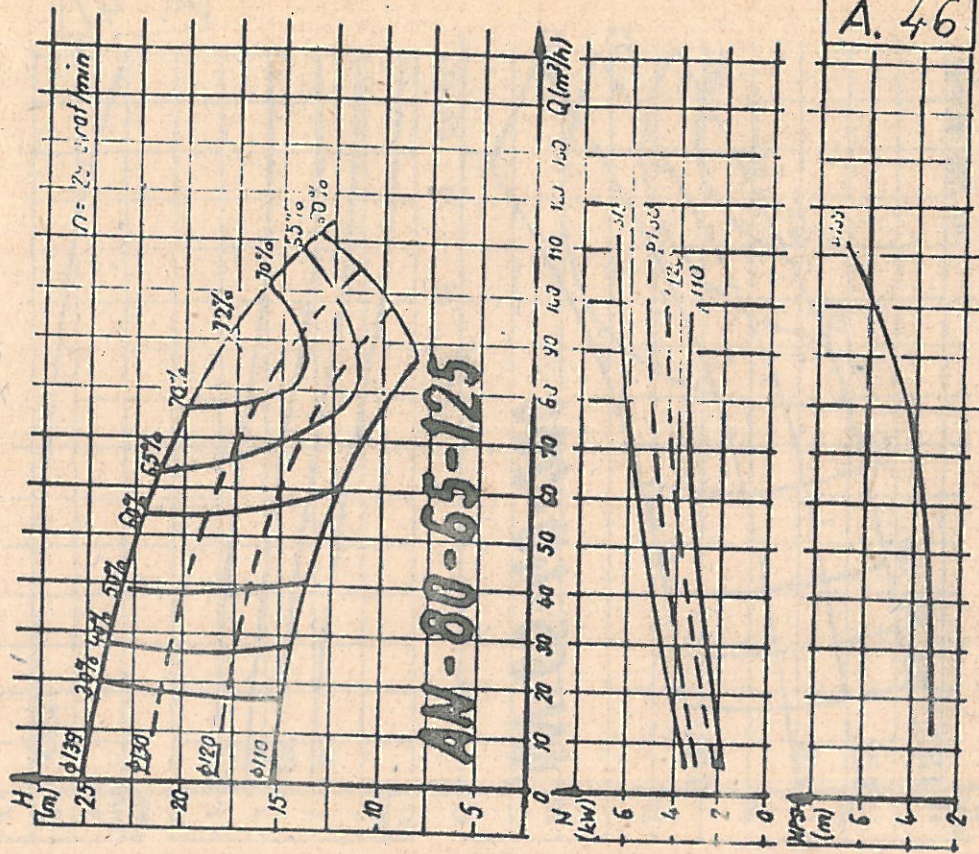
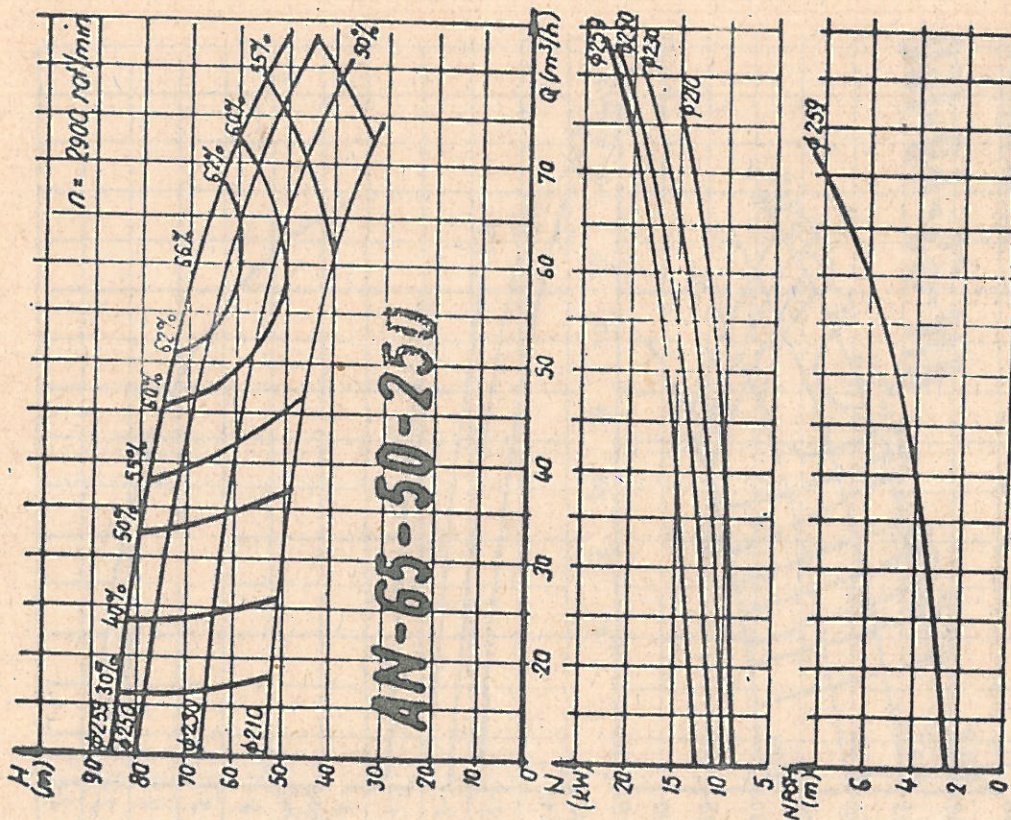
CRIS 125

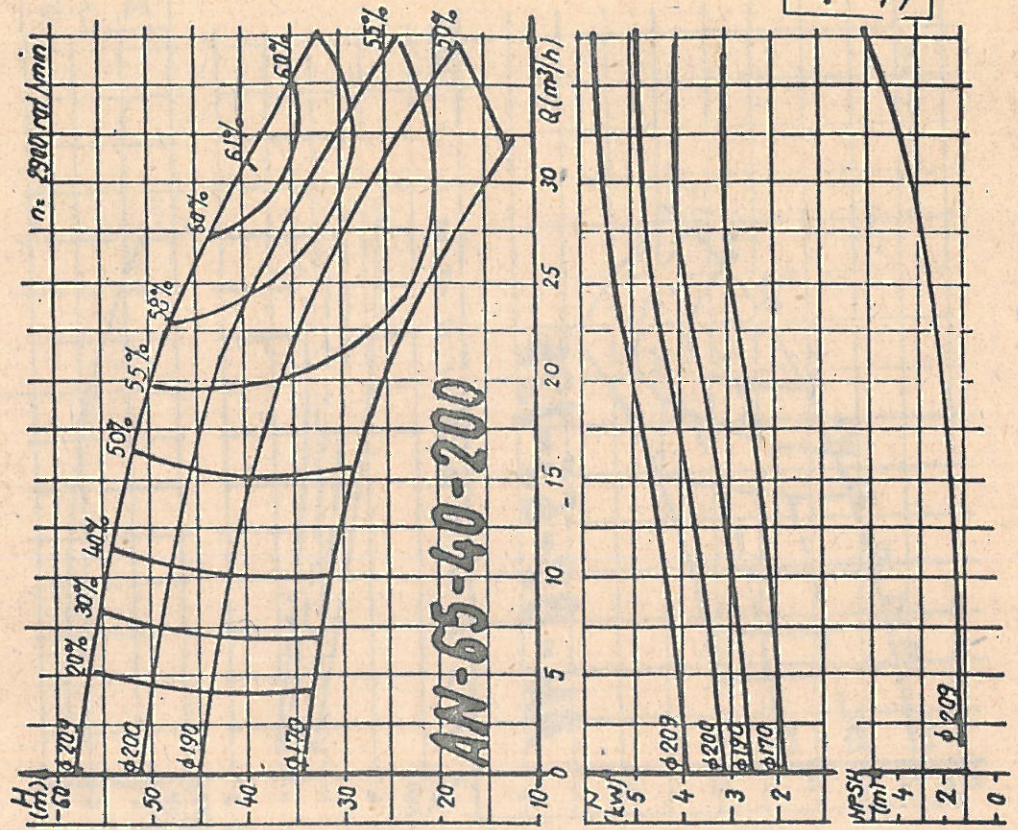
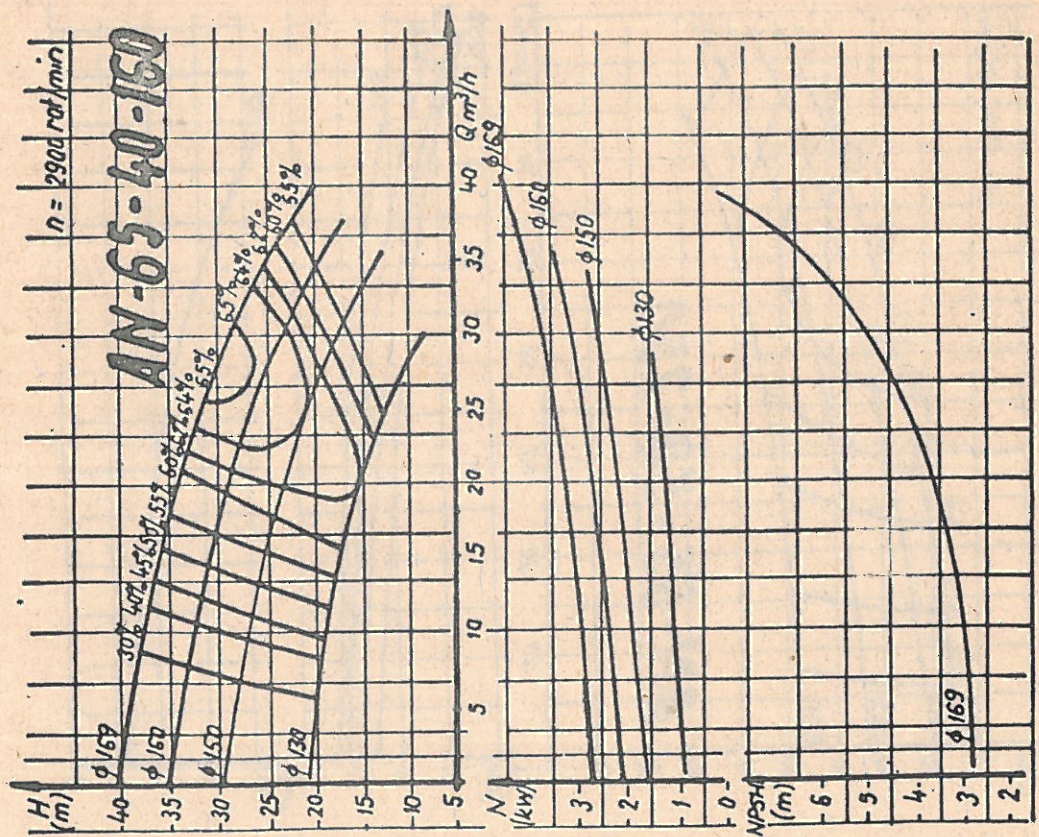


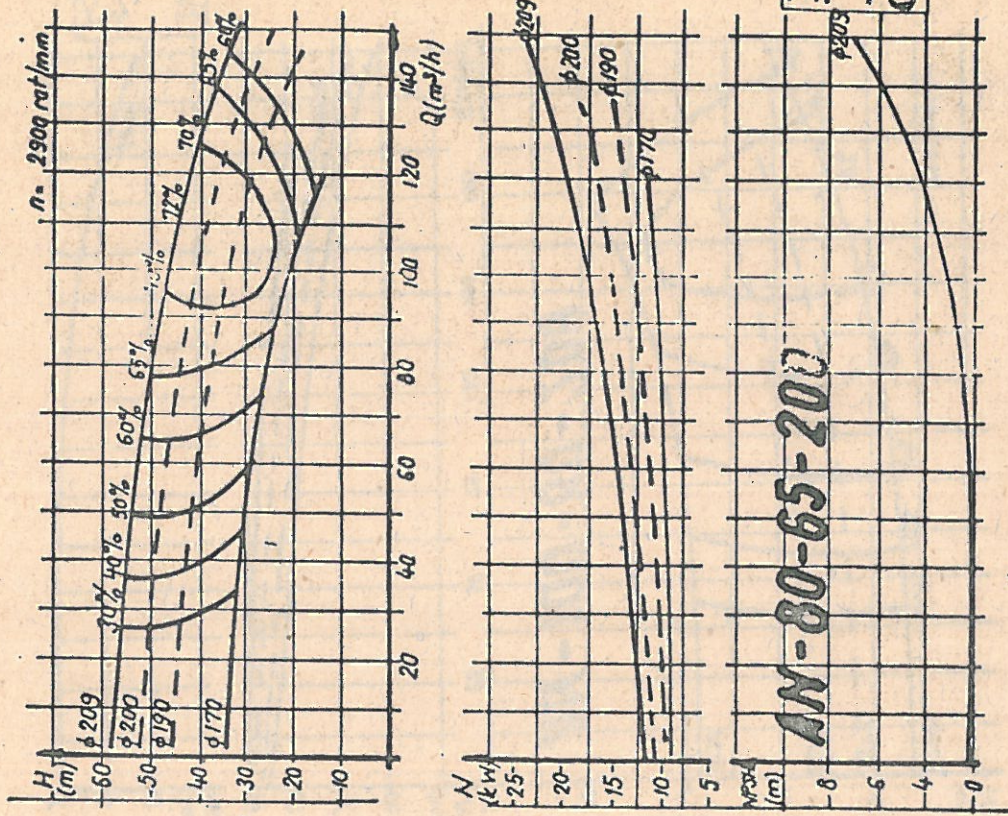
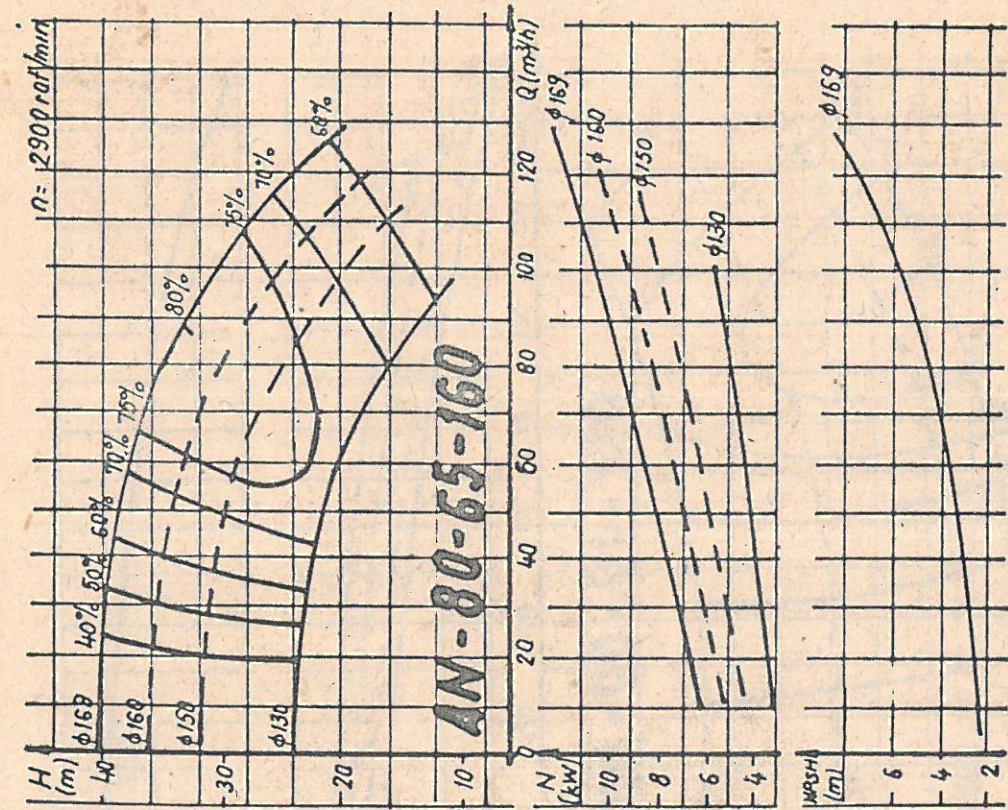




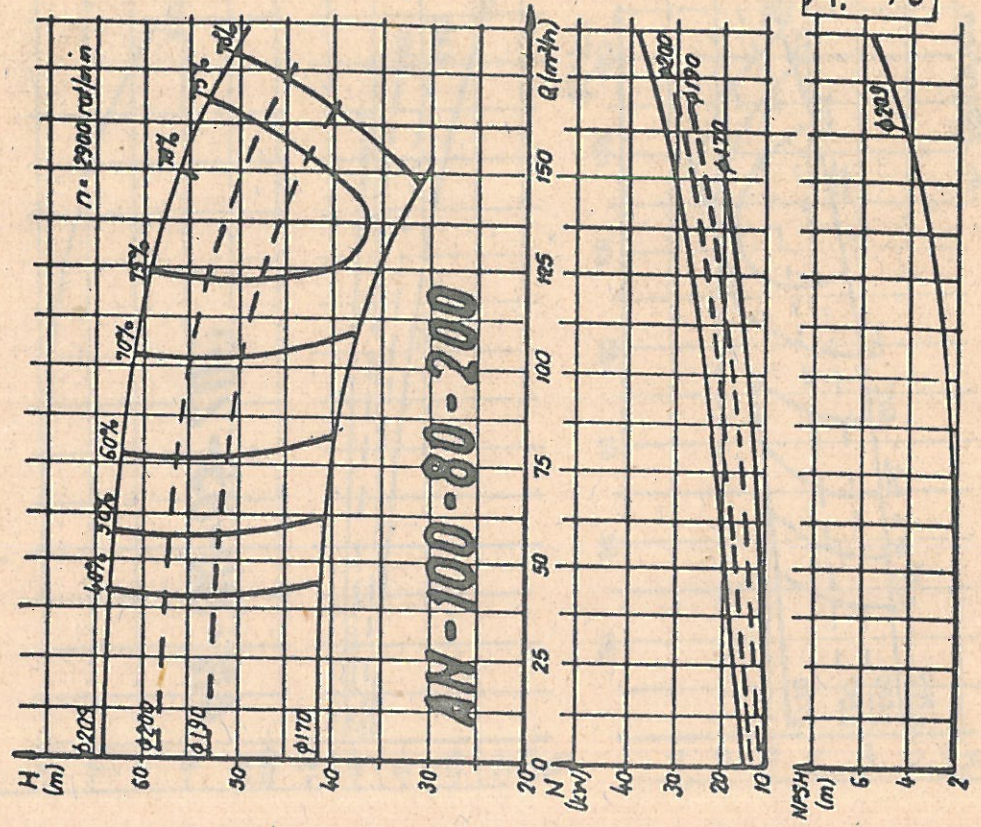
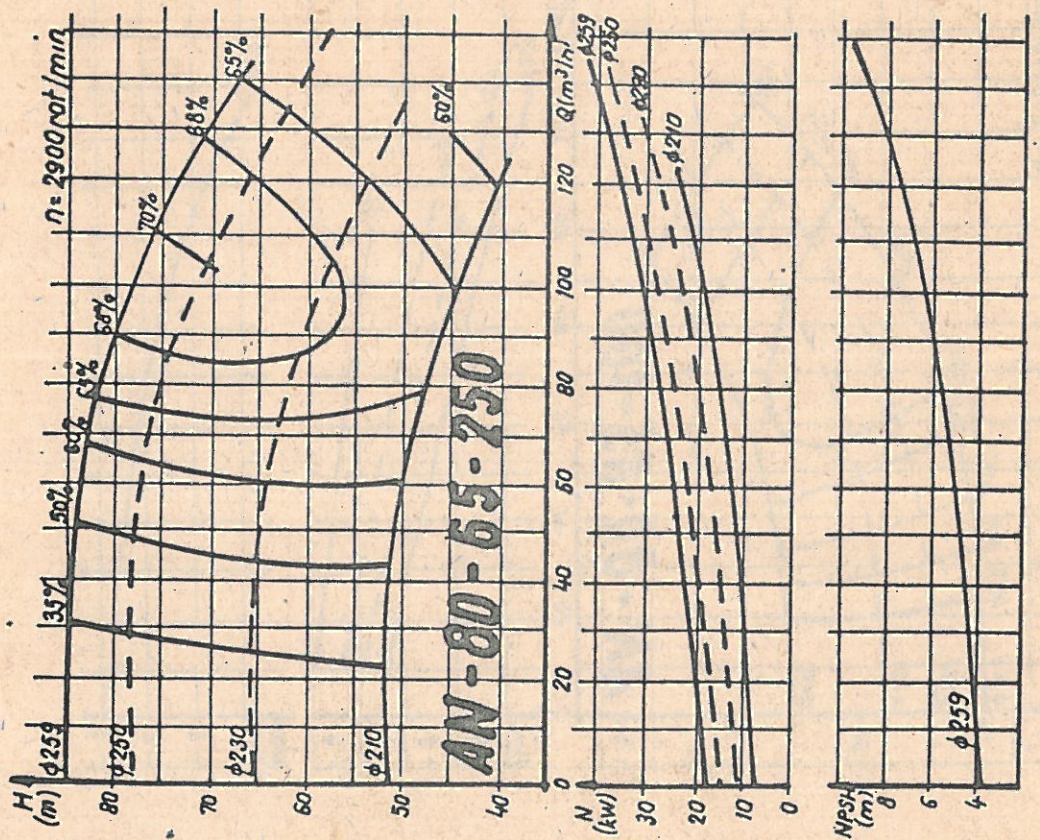




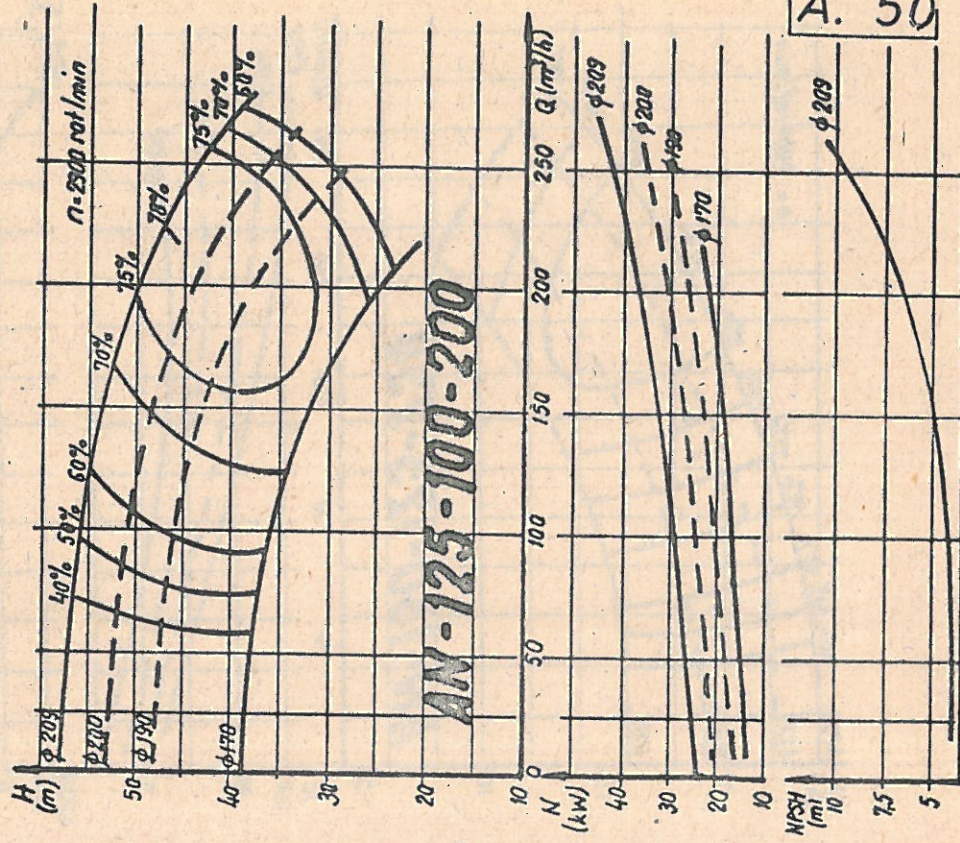
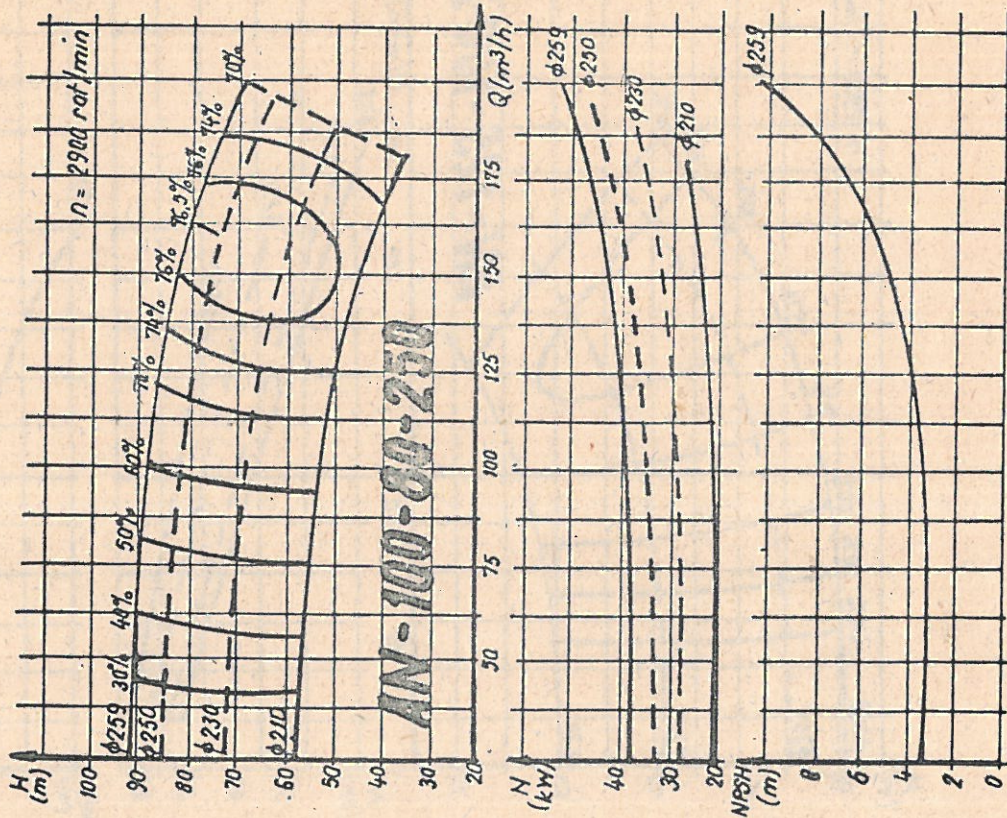




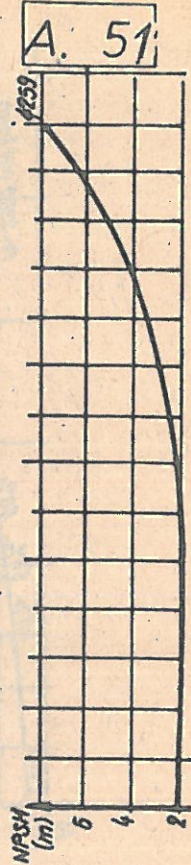
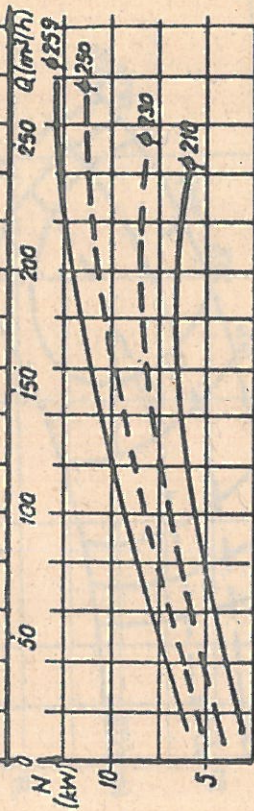
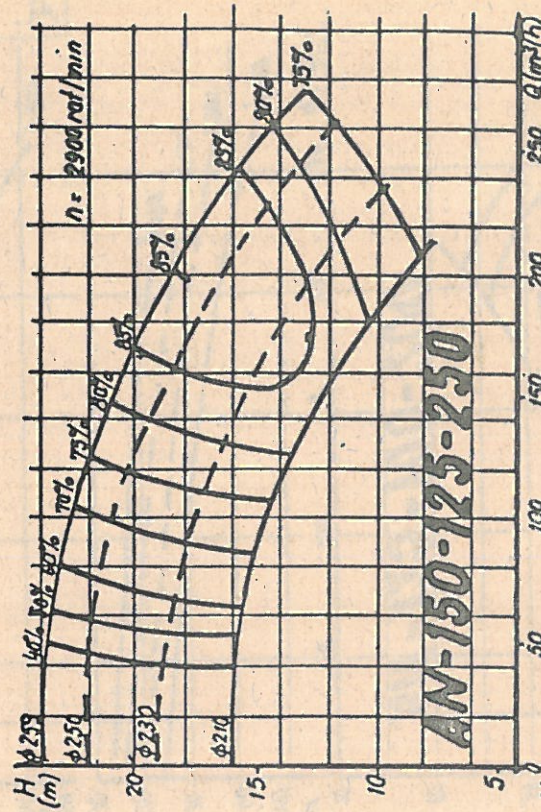
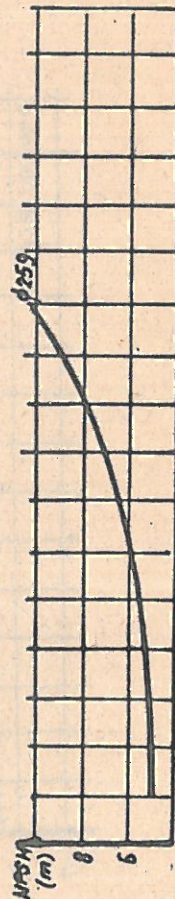
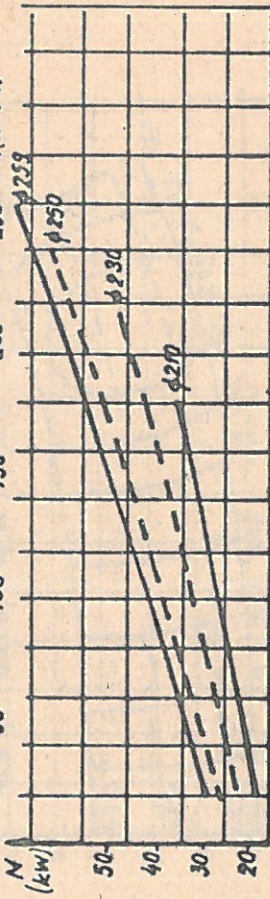
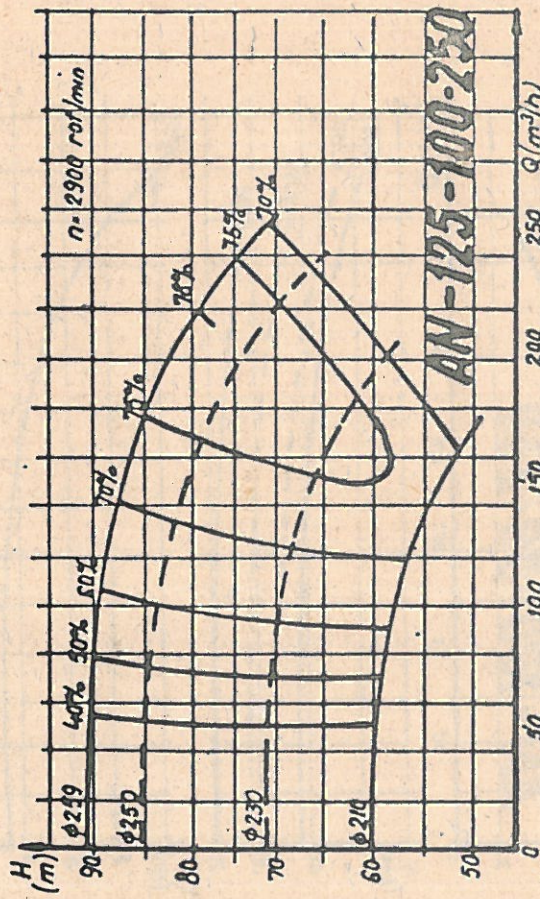
A. 48

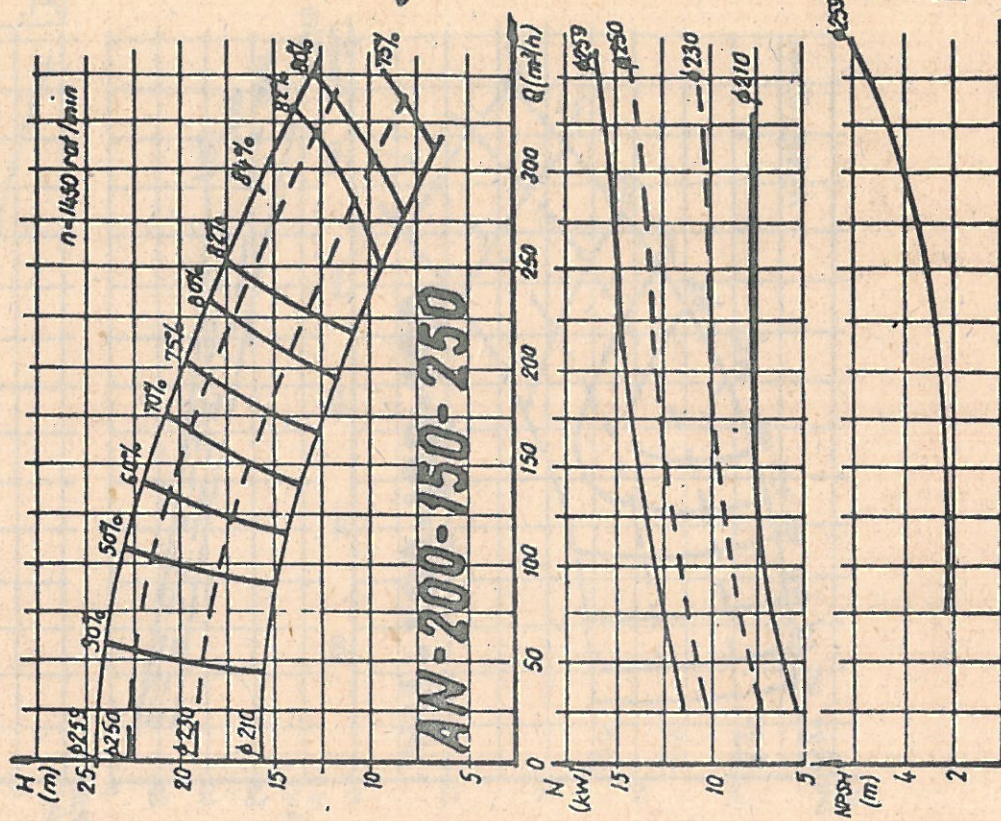
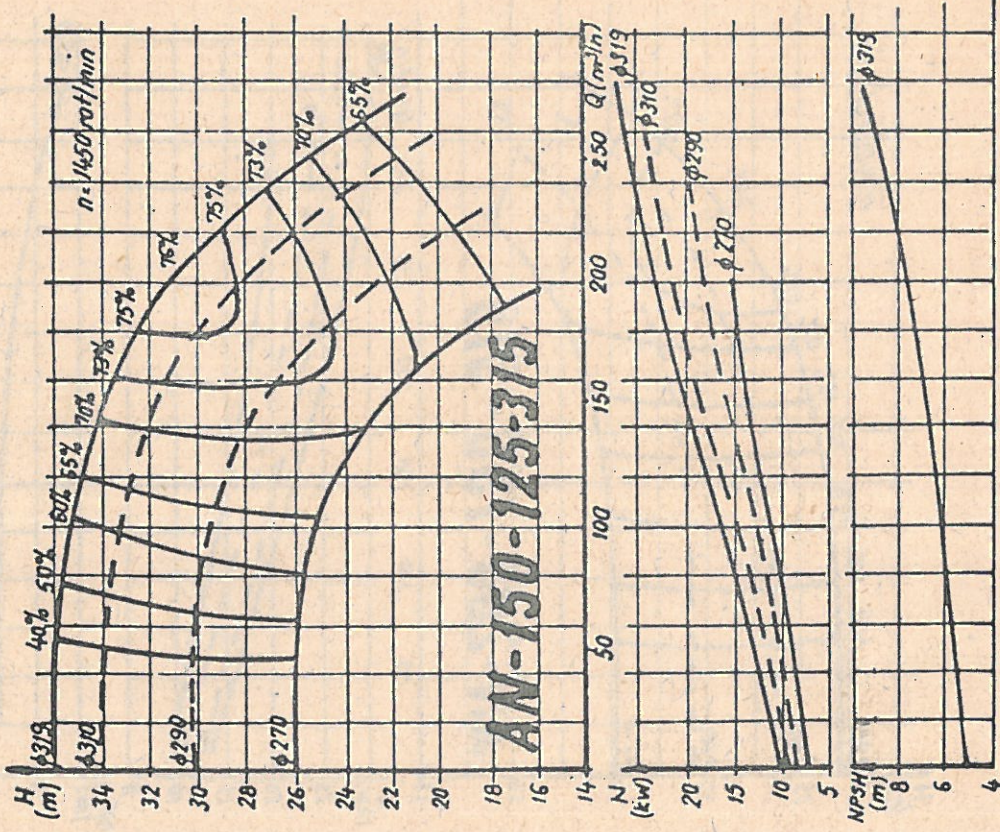


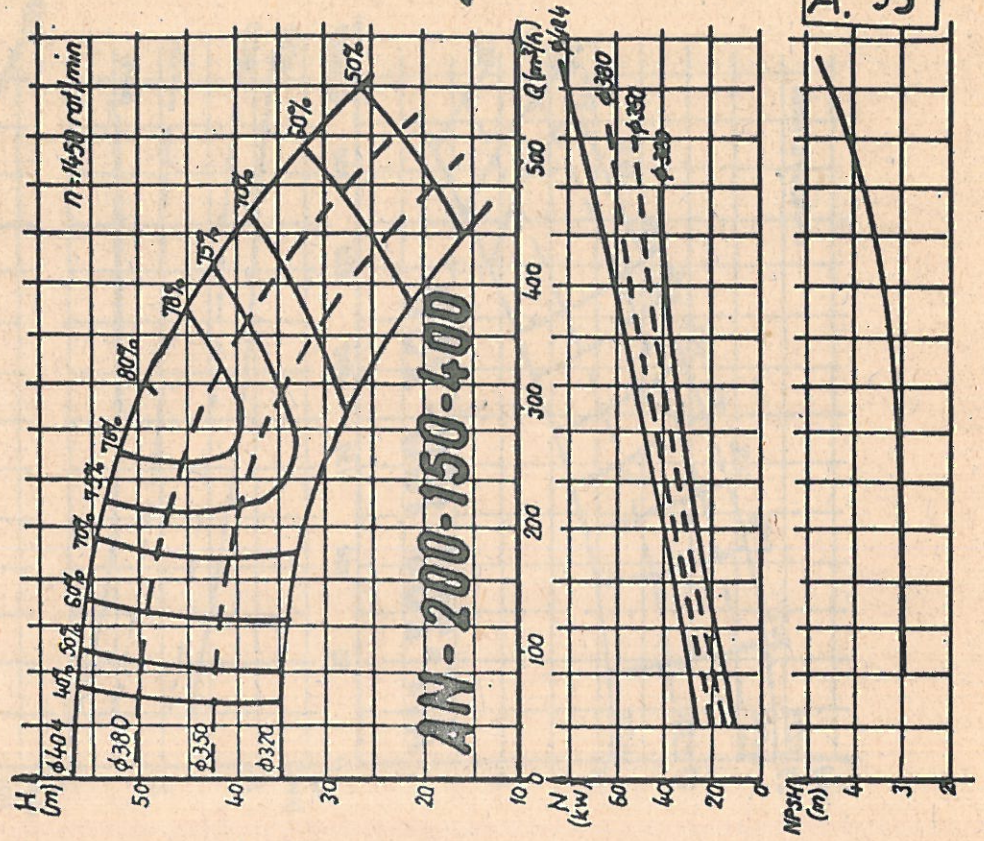
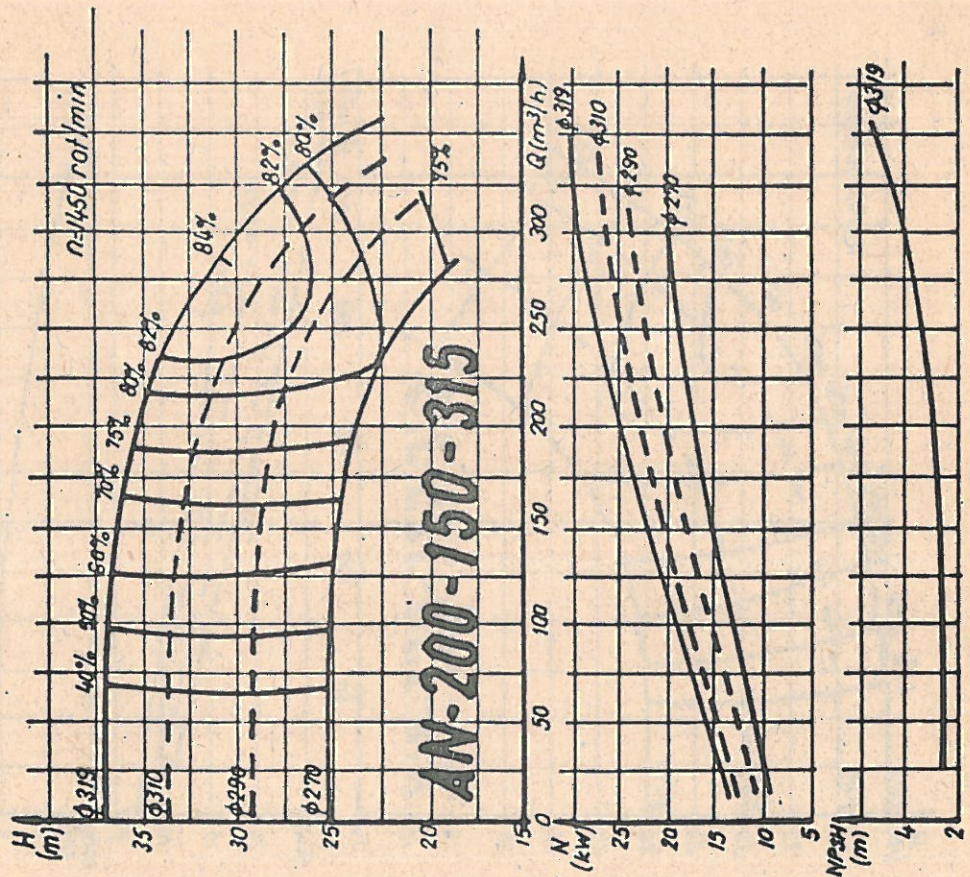
A. 49

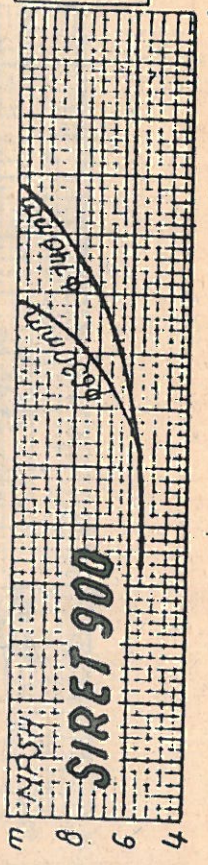
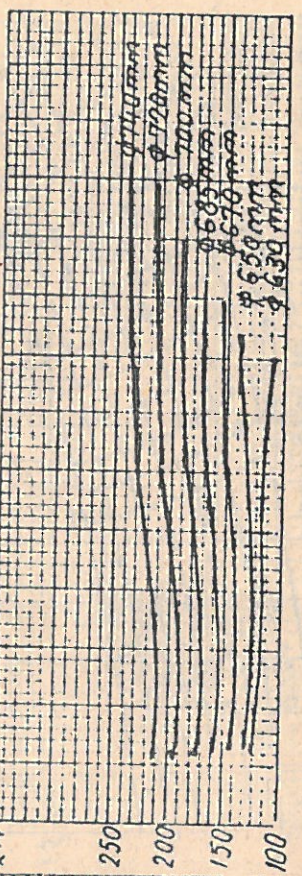
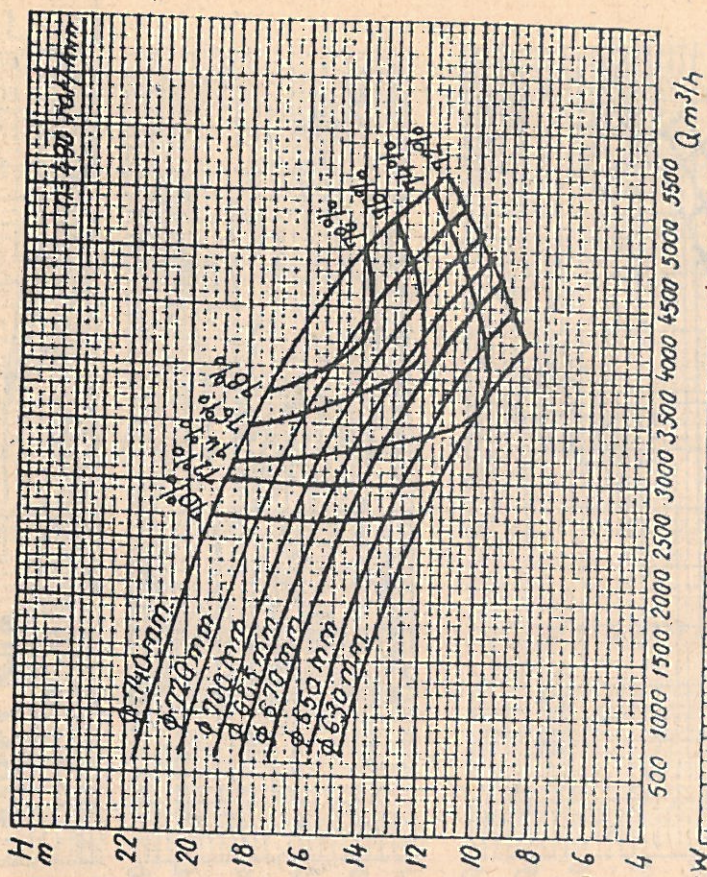
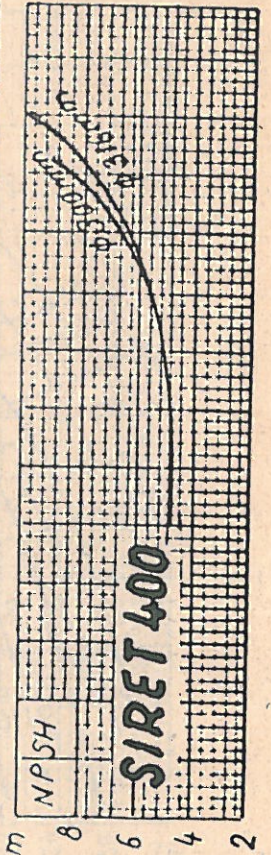
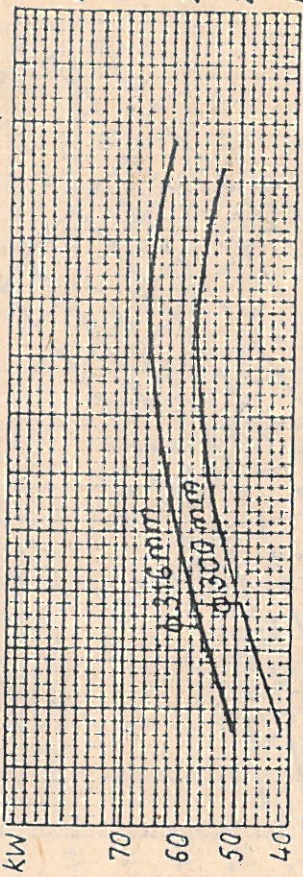
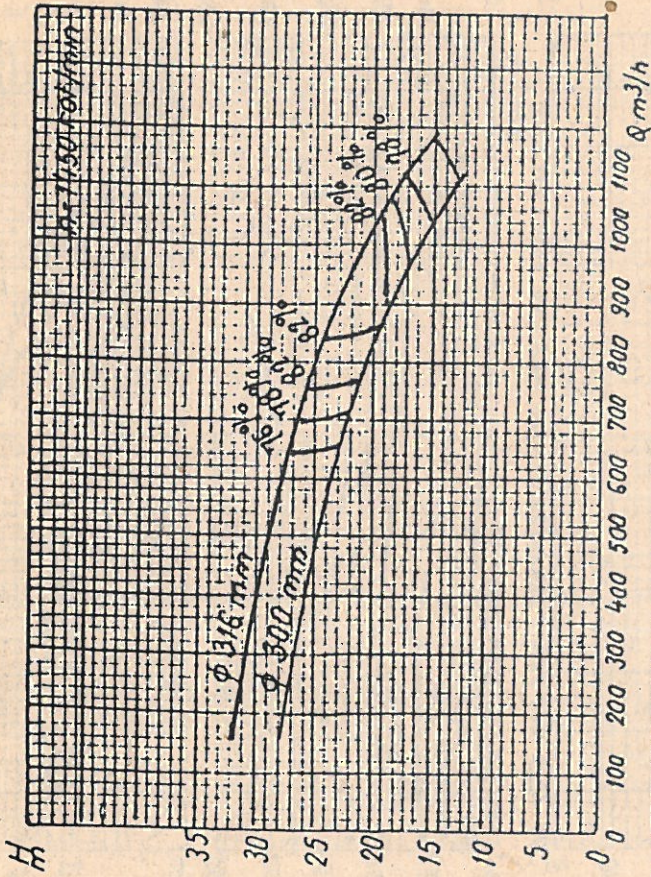


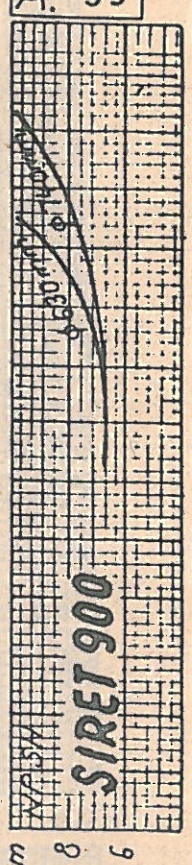
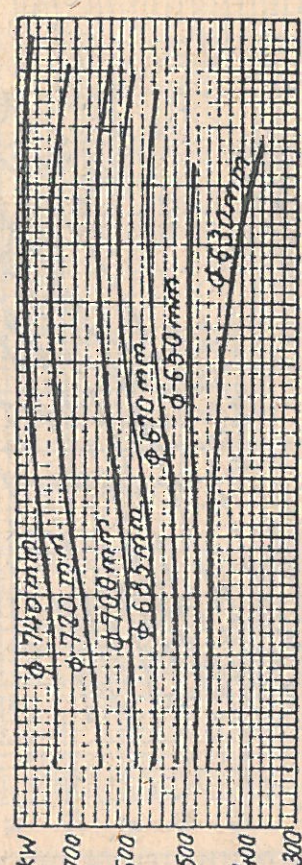
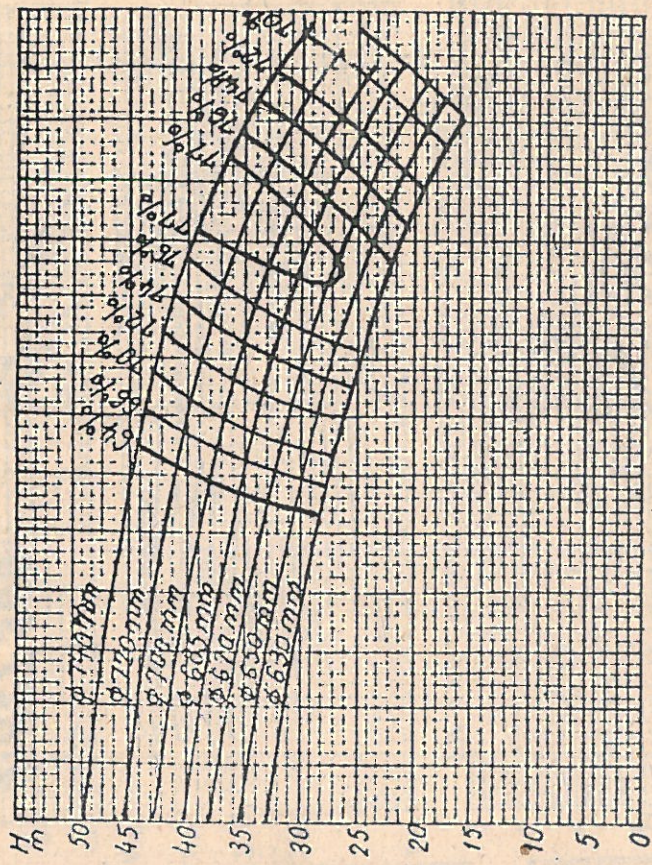
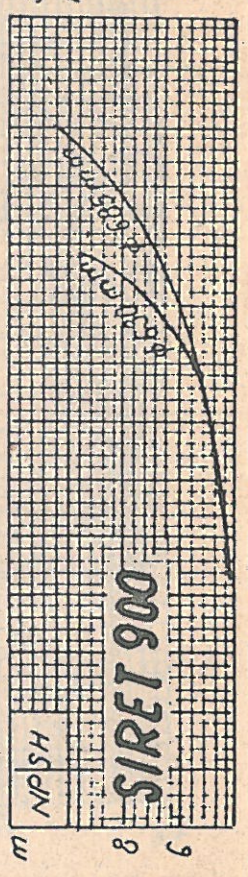
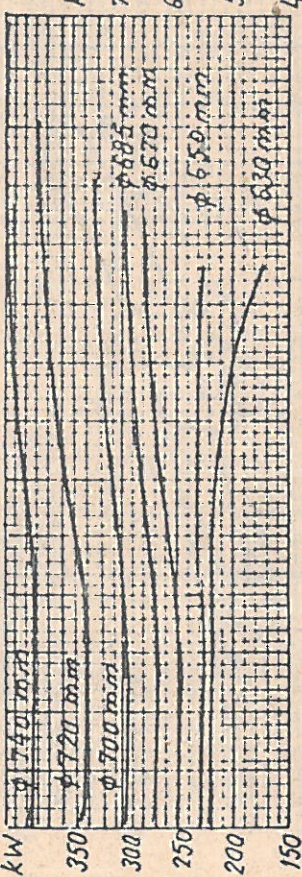
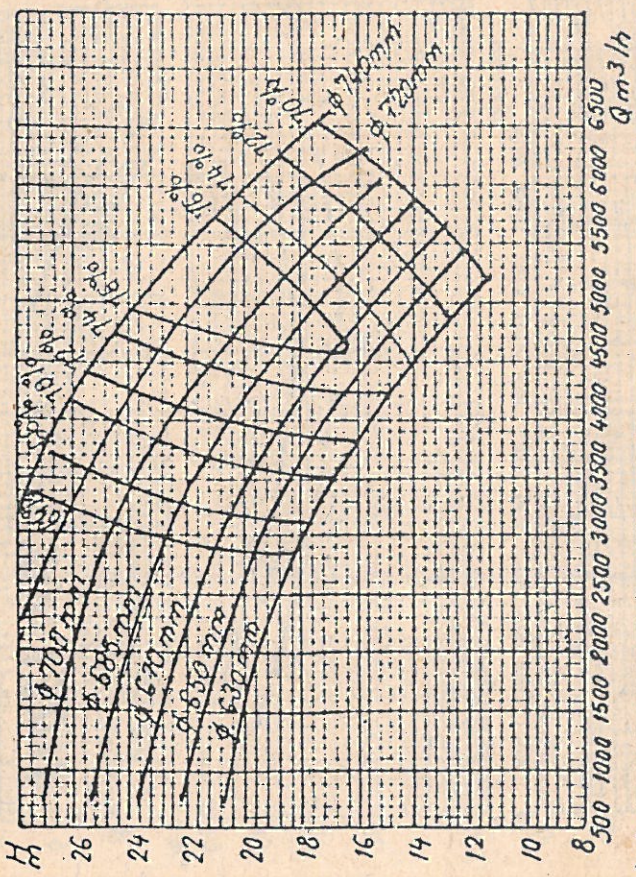
A. 50



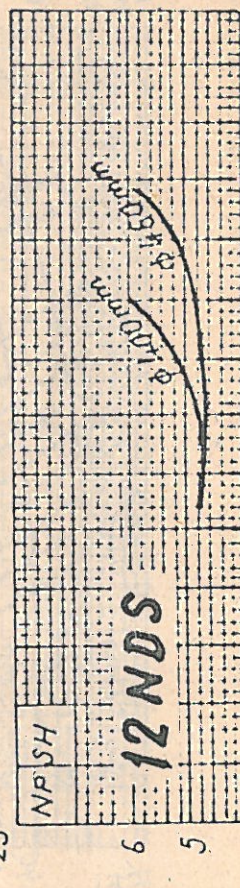
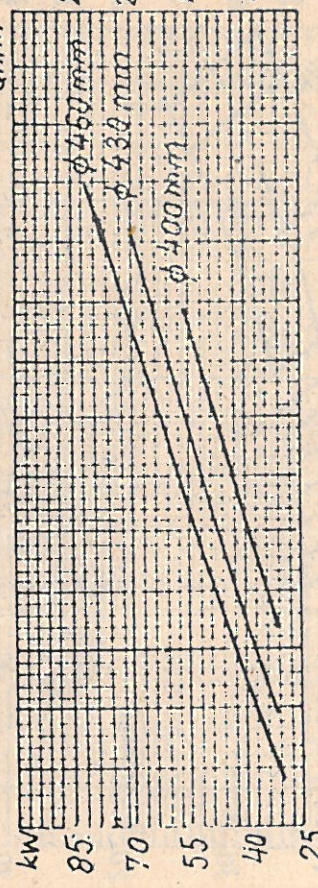
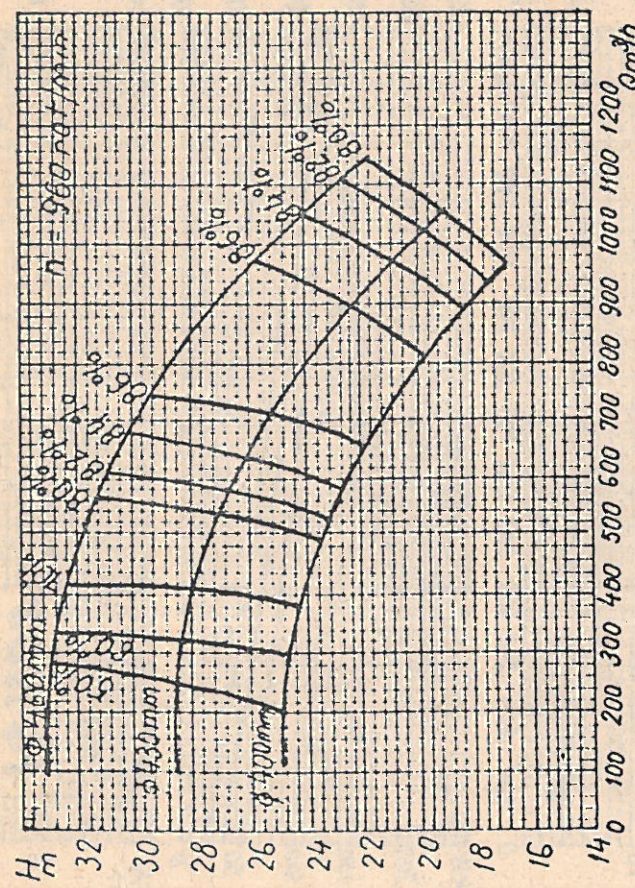
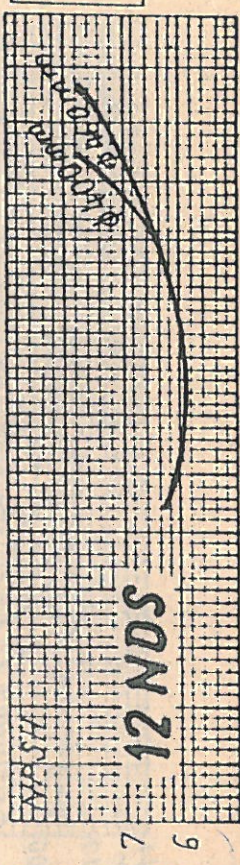
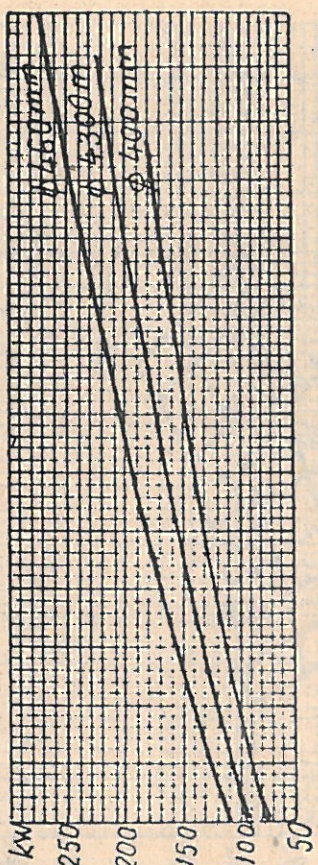
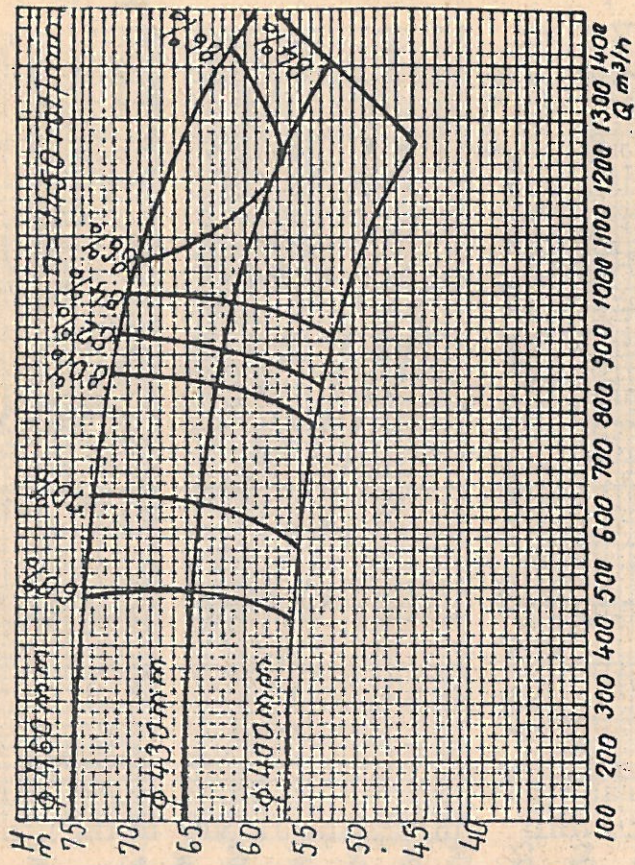


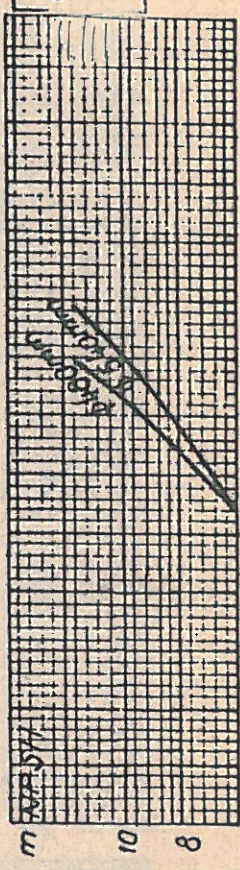
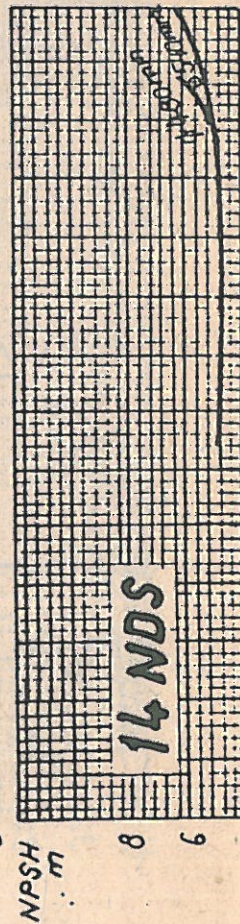
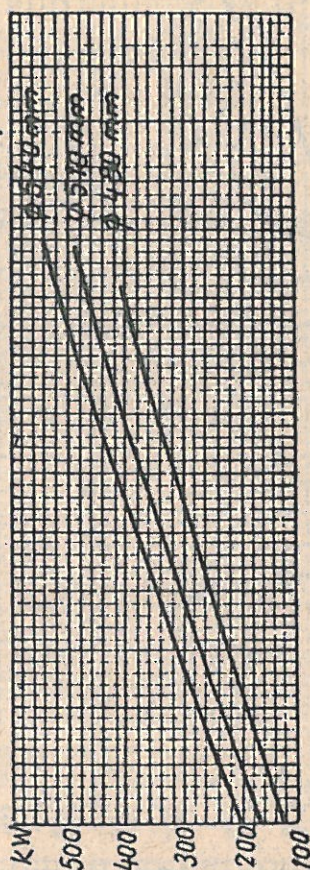
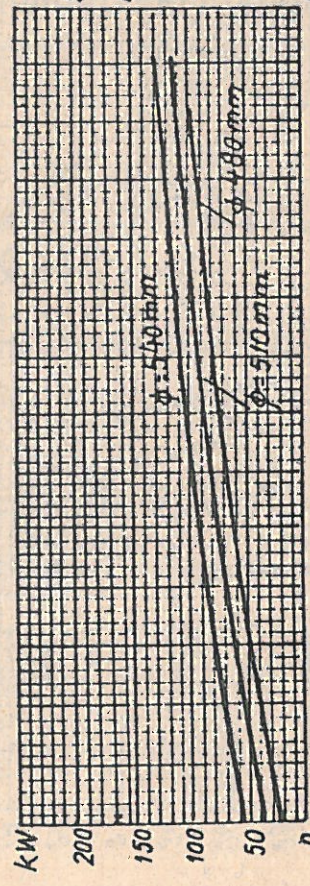
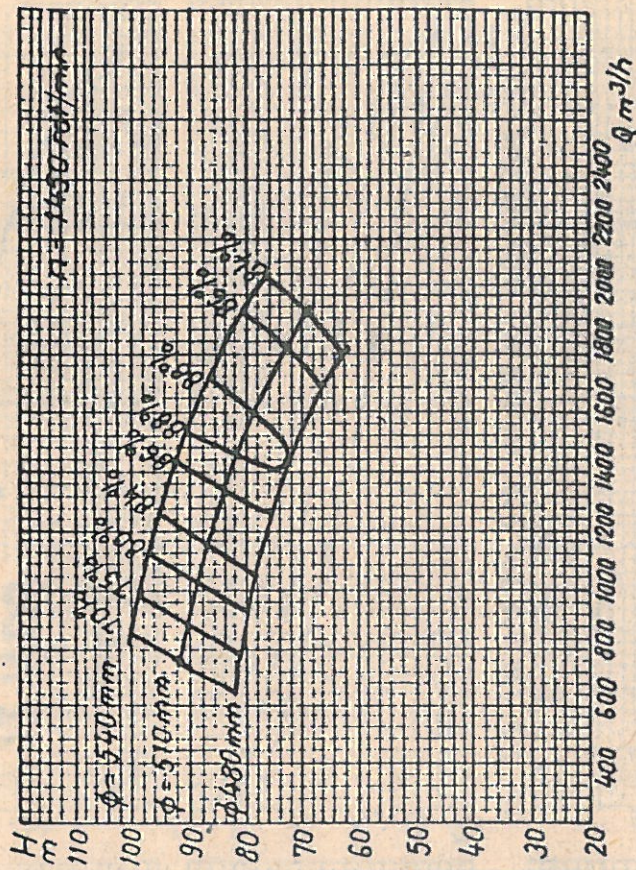
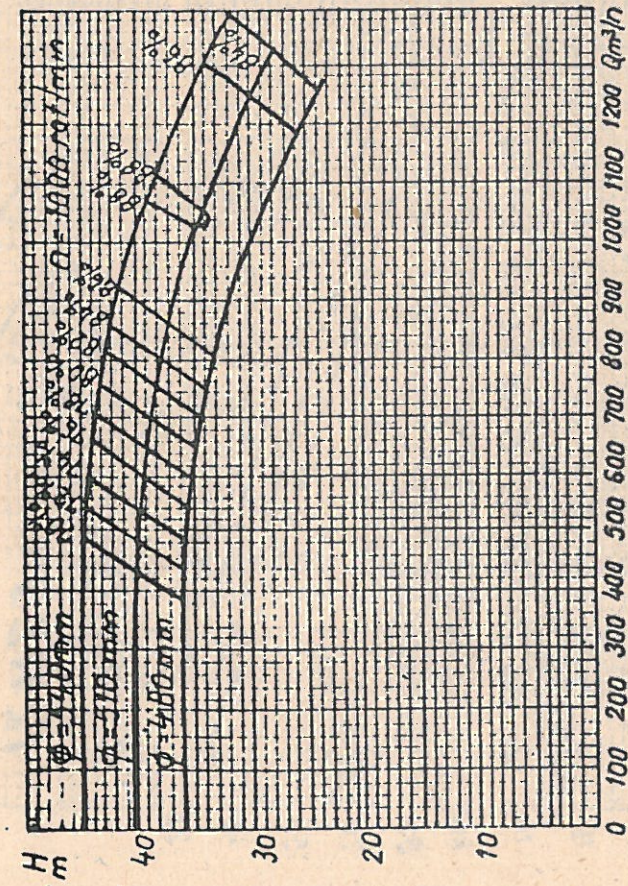




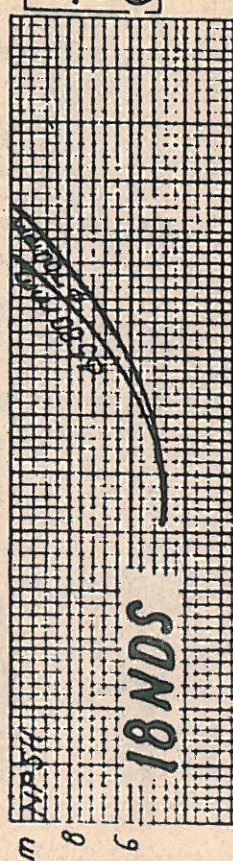
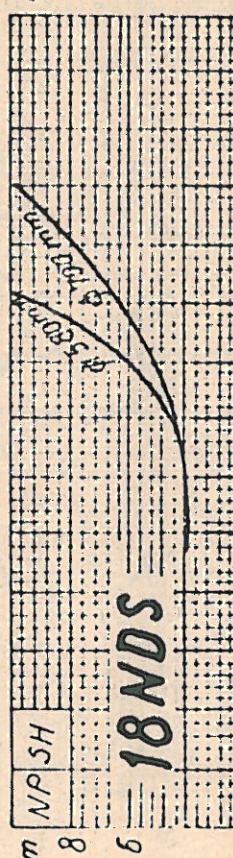


SIRET 900



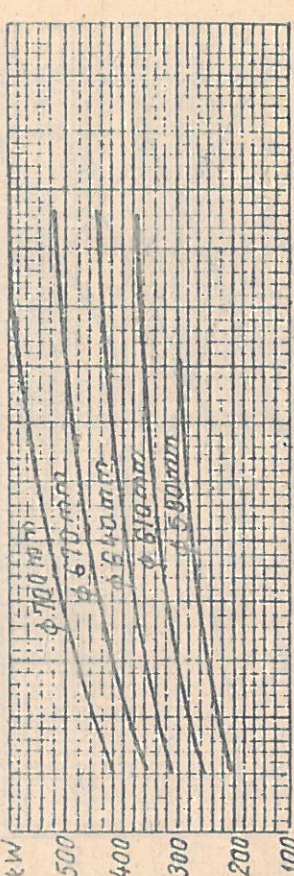
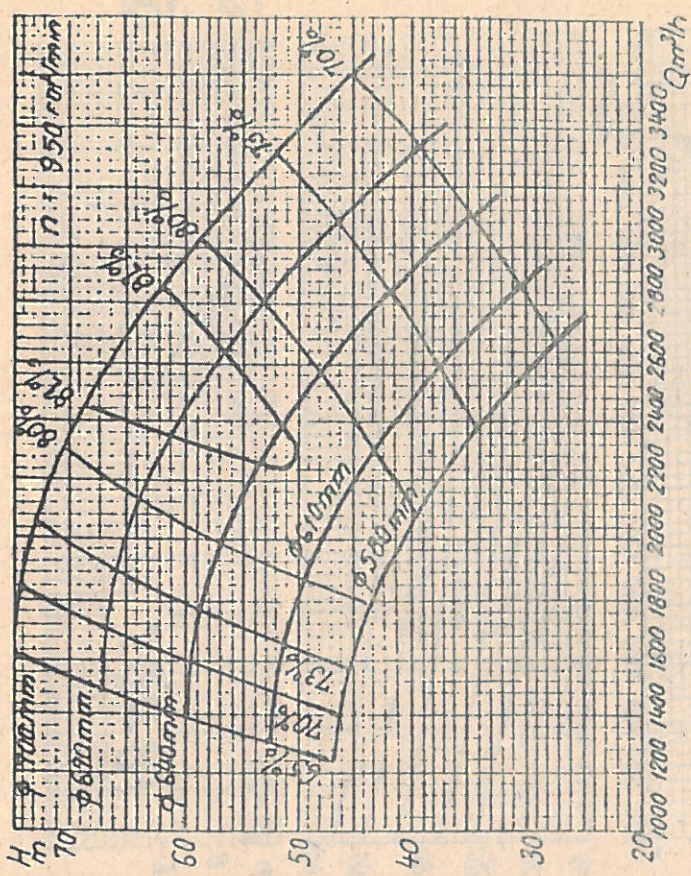
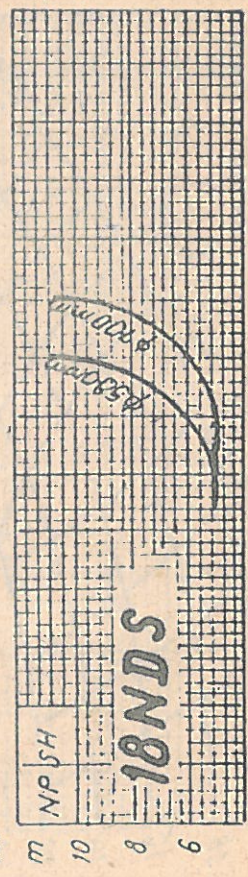
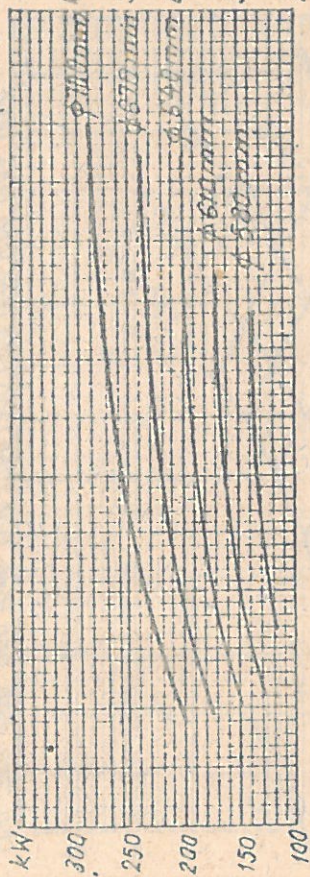
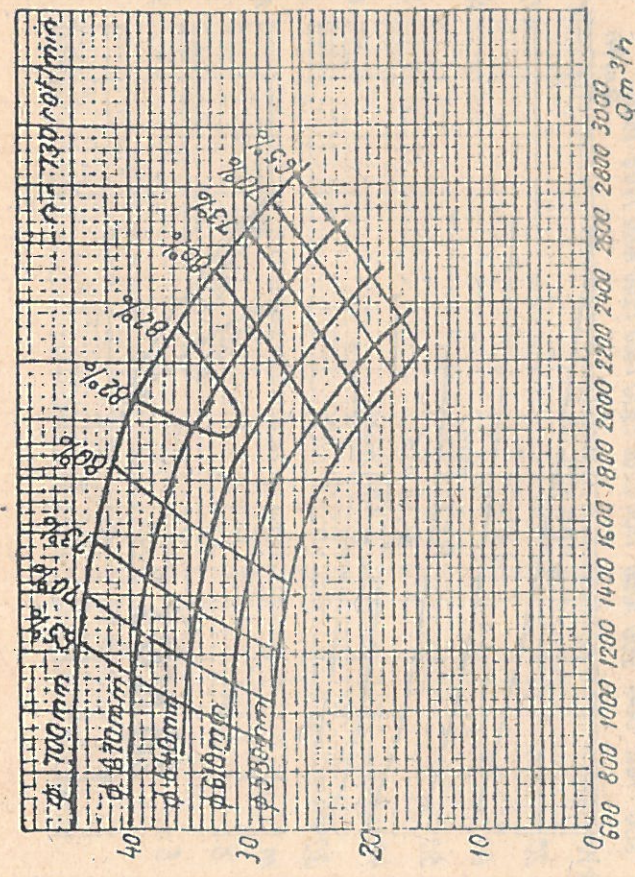


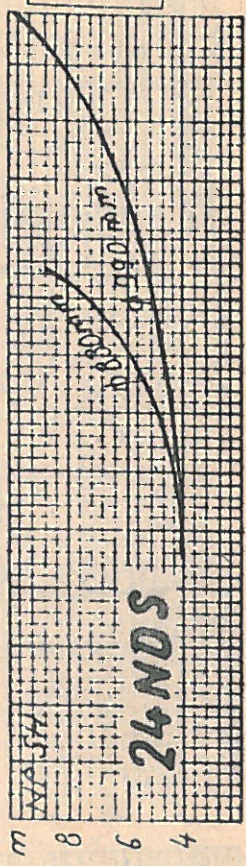
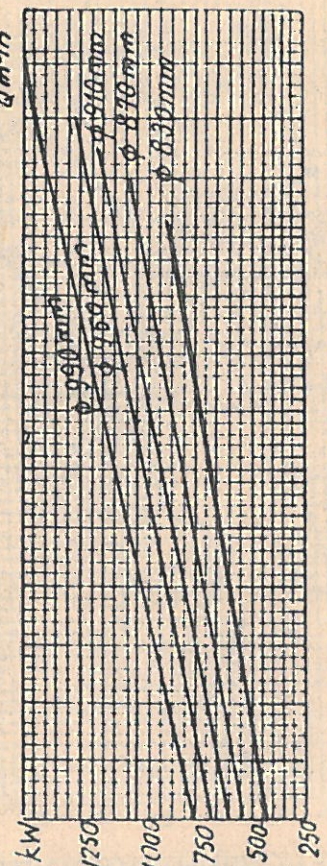
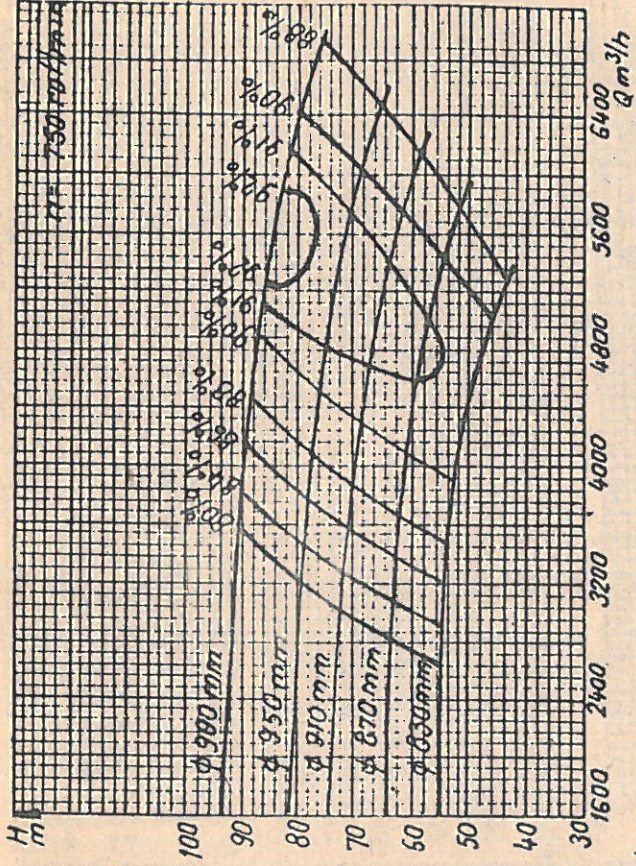
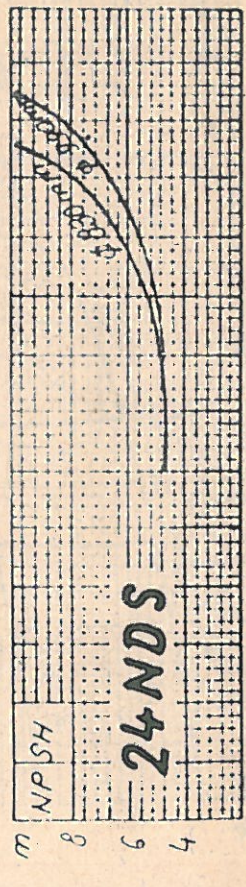
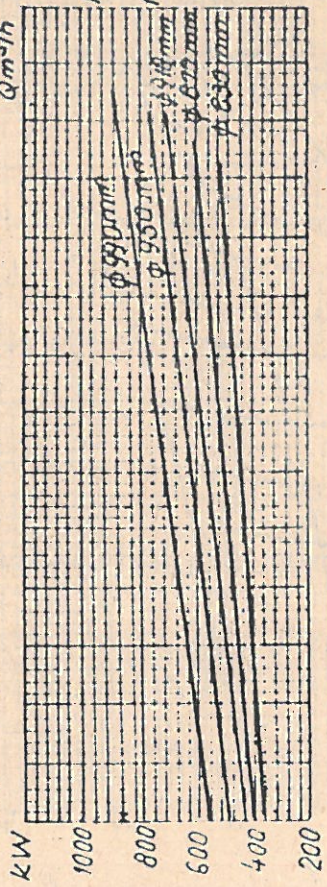
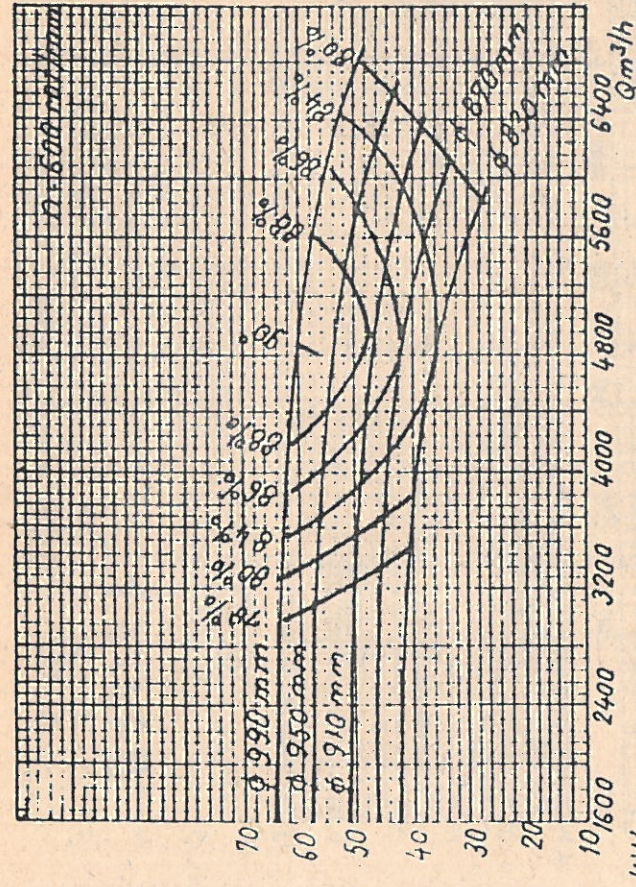
14 NDS

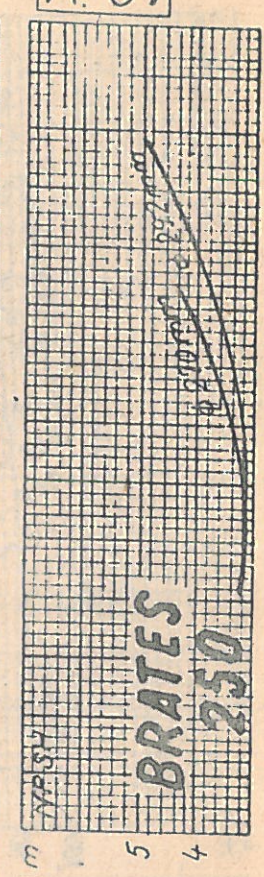
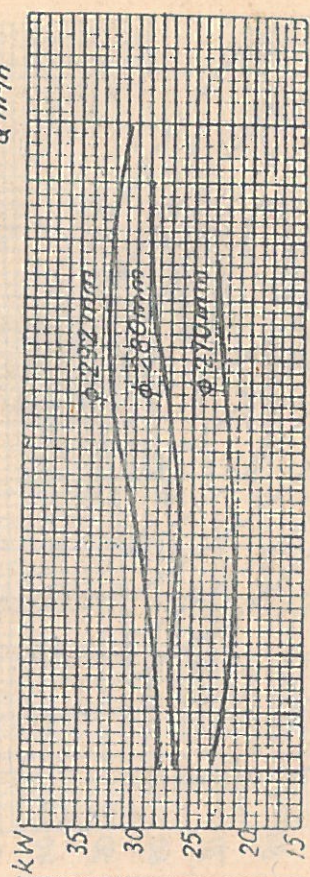
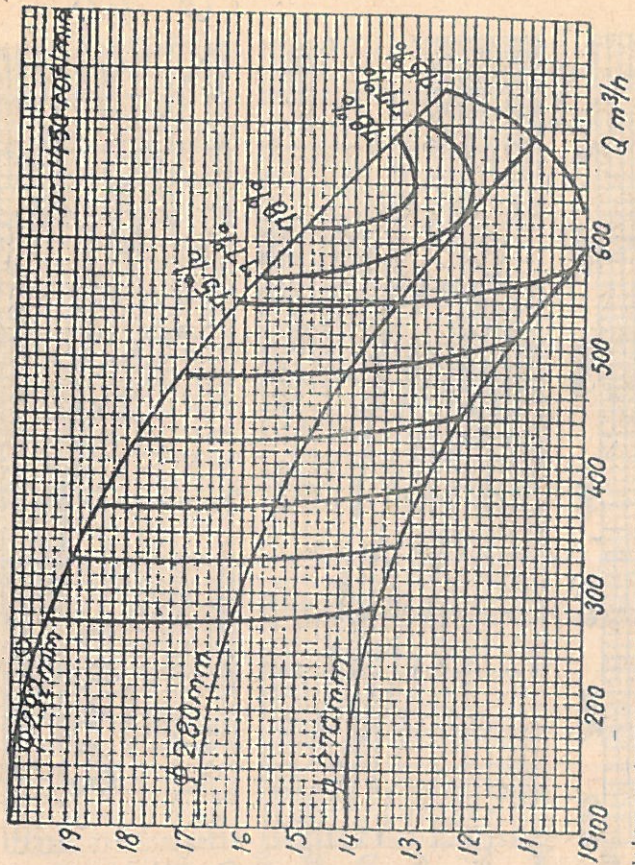
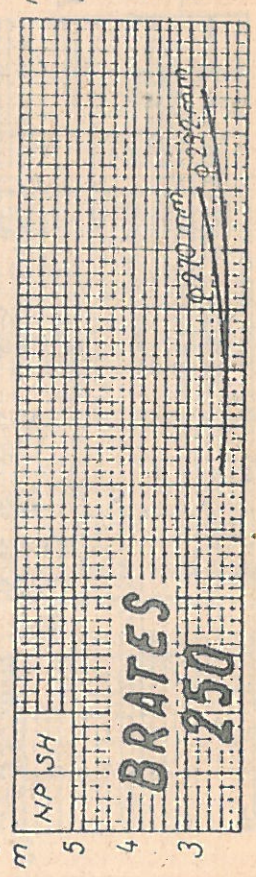
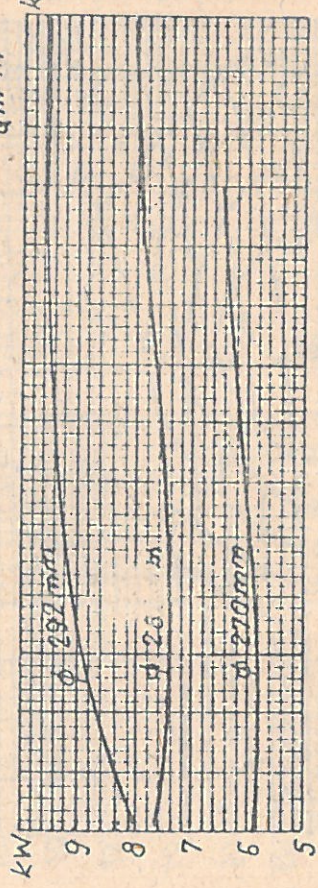
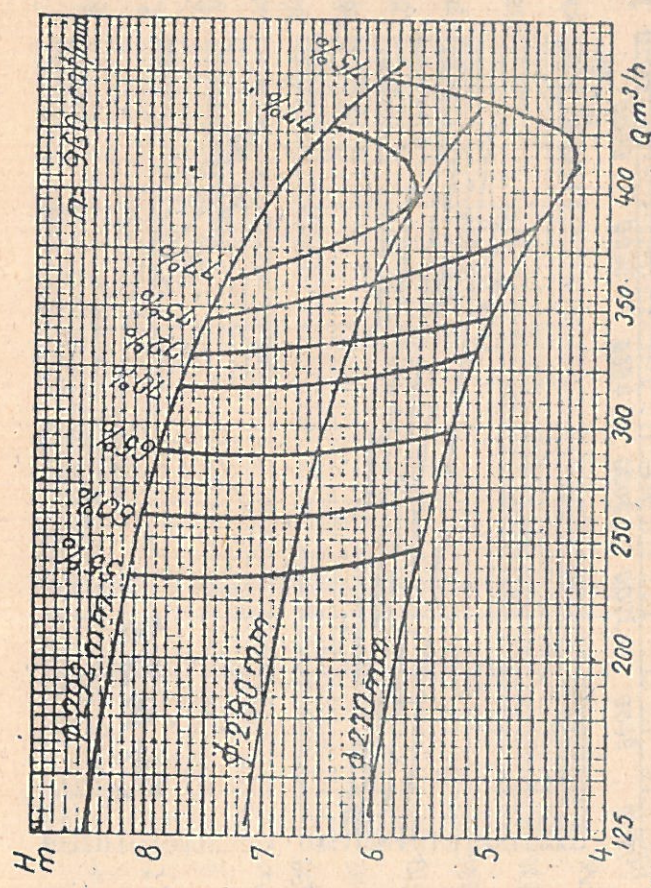


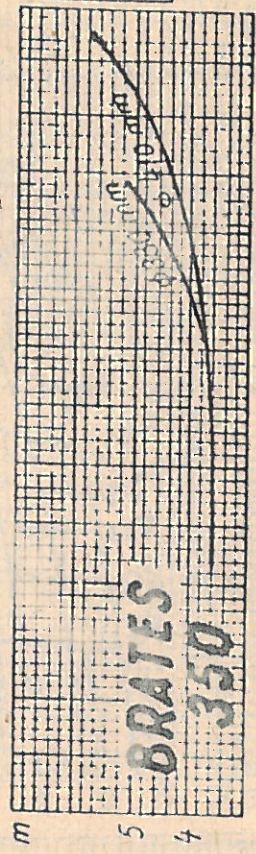
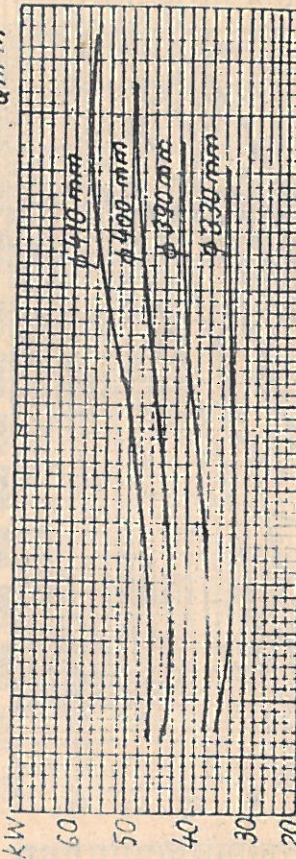
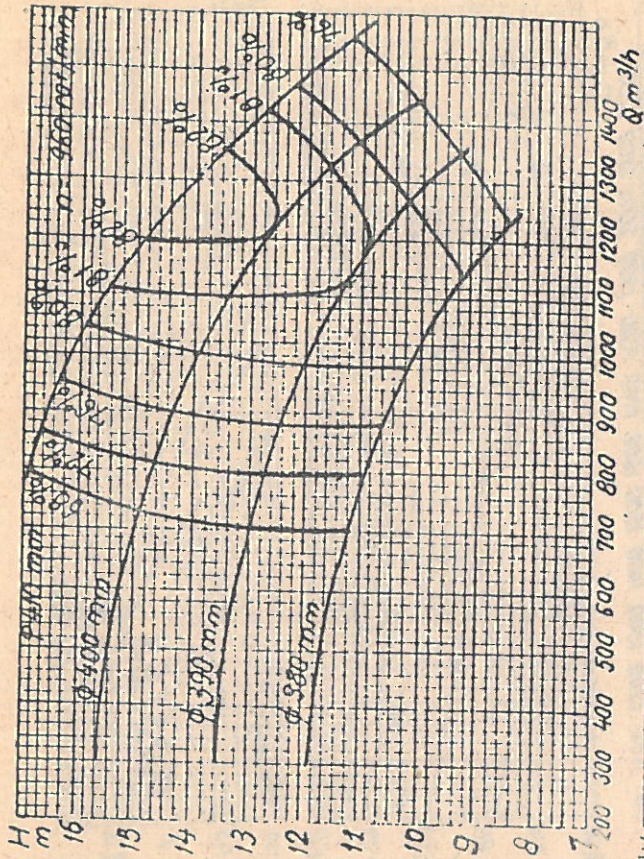
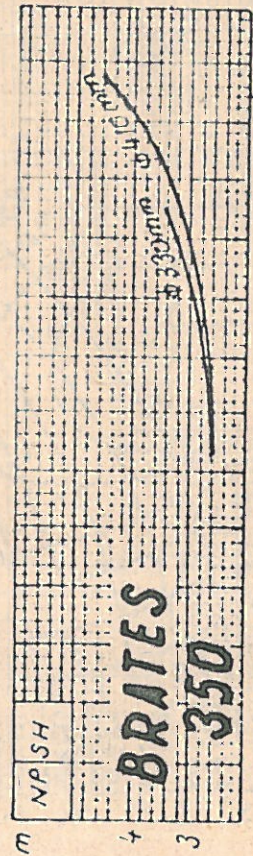
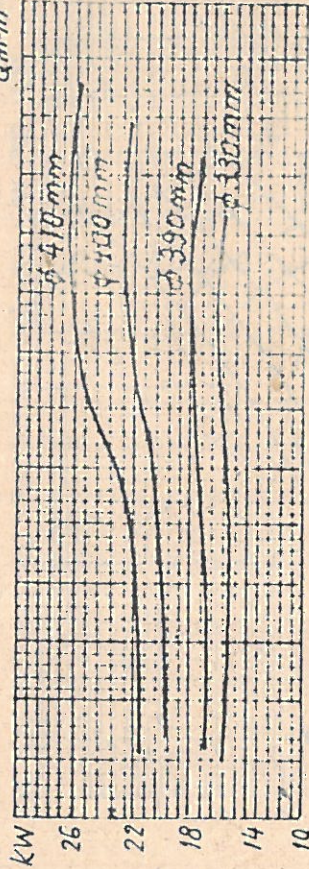
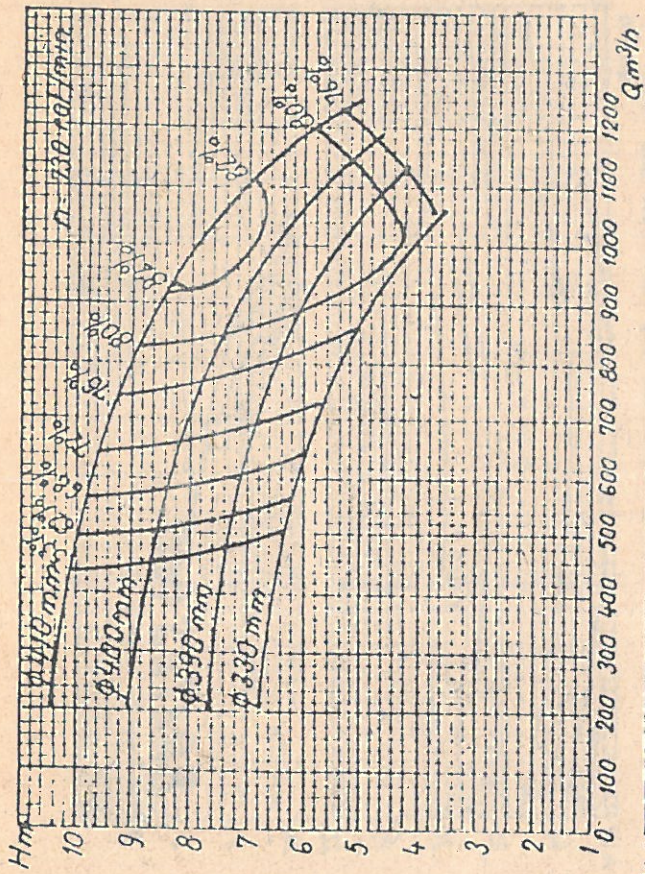
18 NDS

184DS

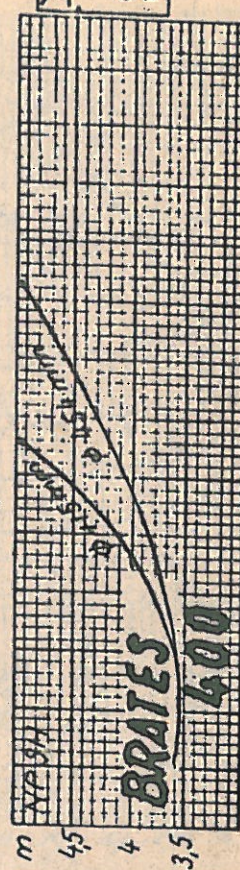
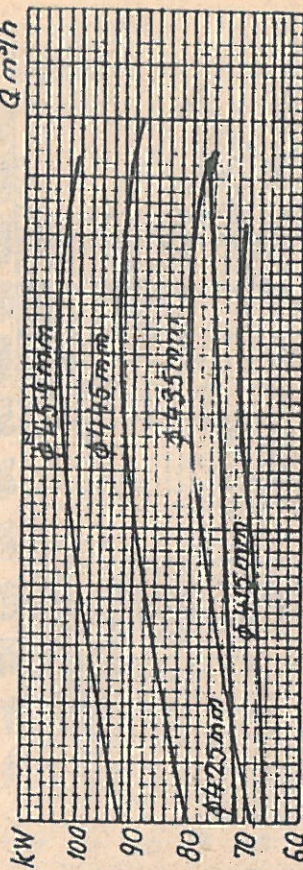
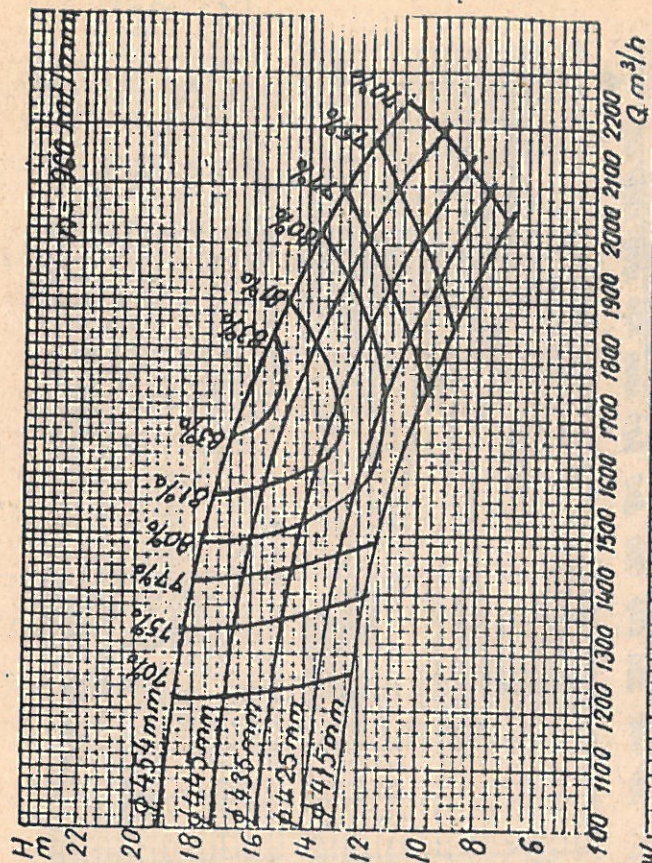
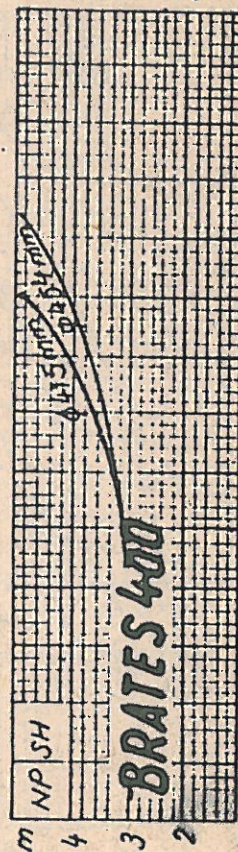
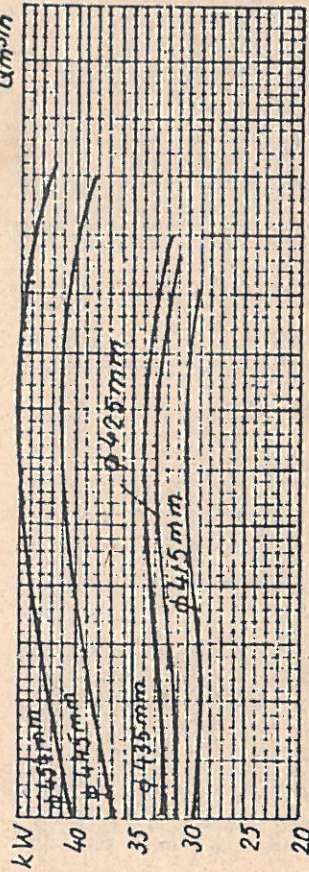
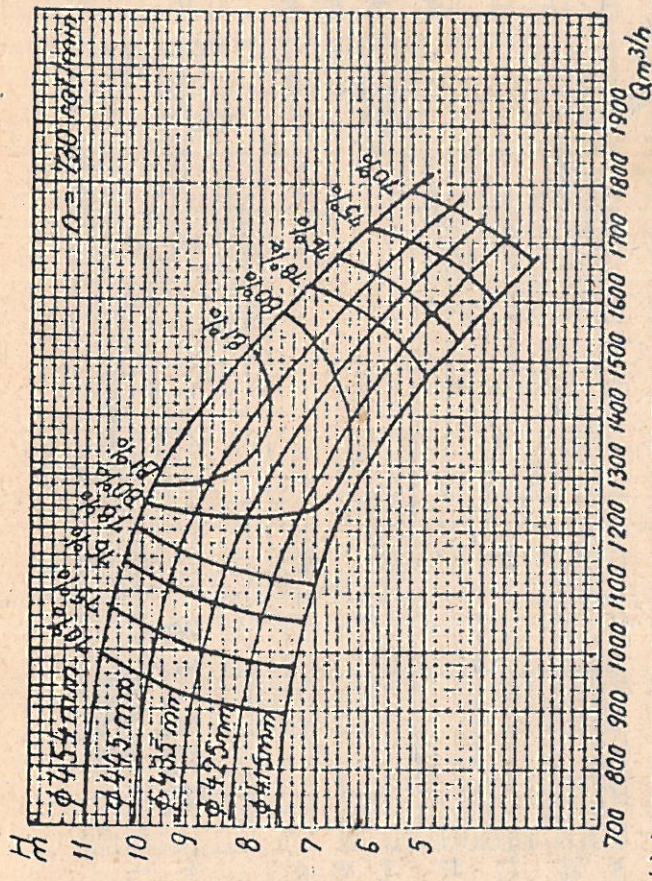


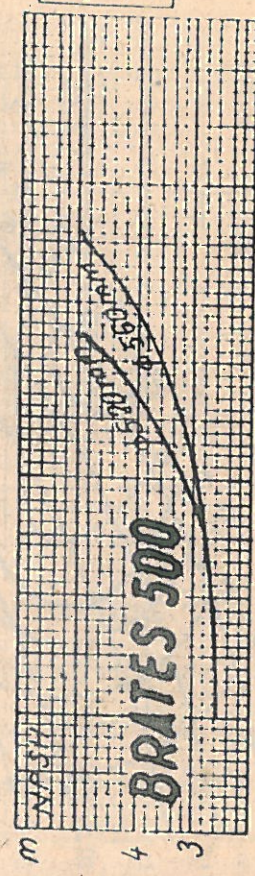
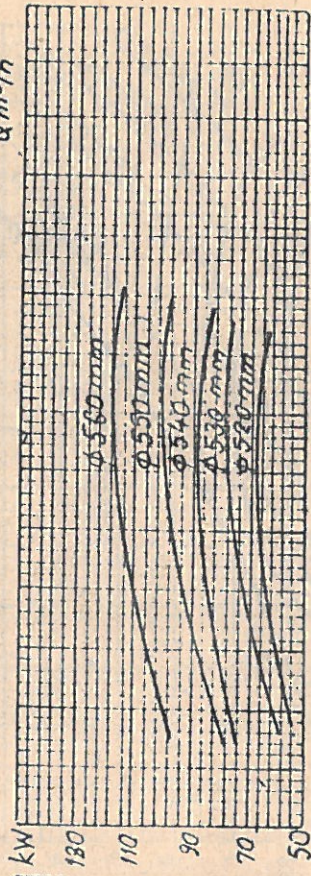
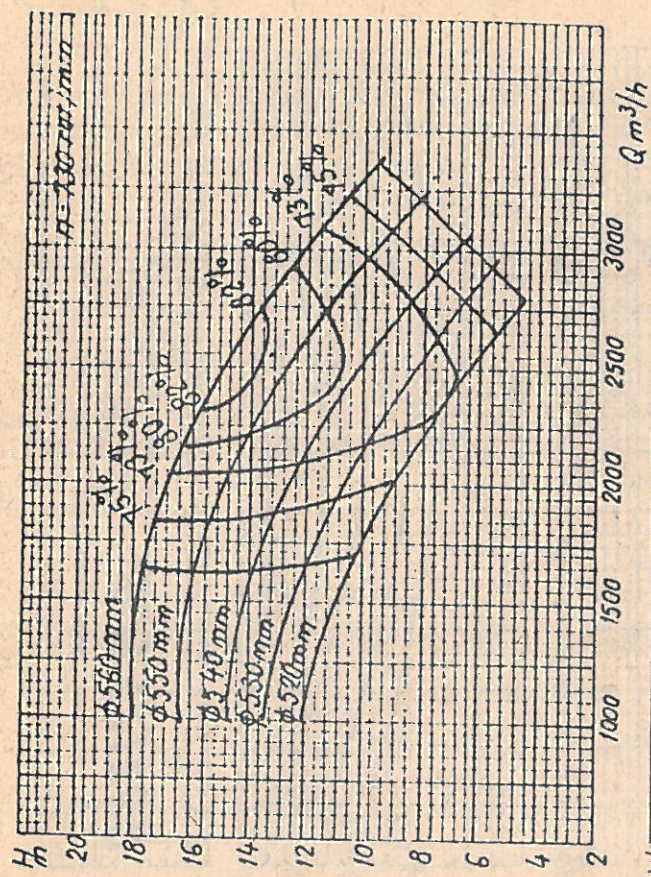
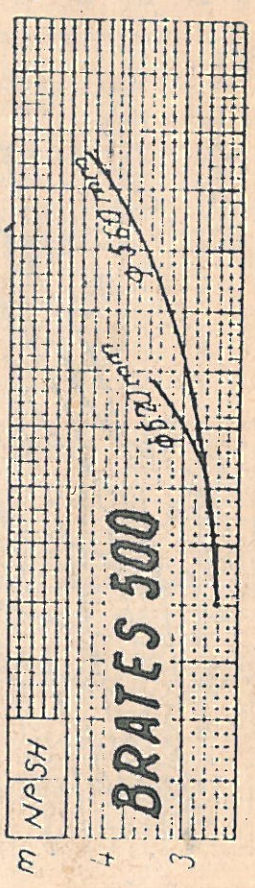
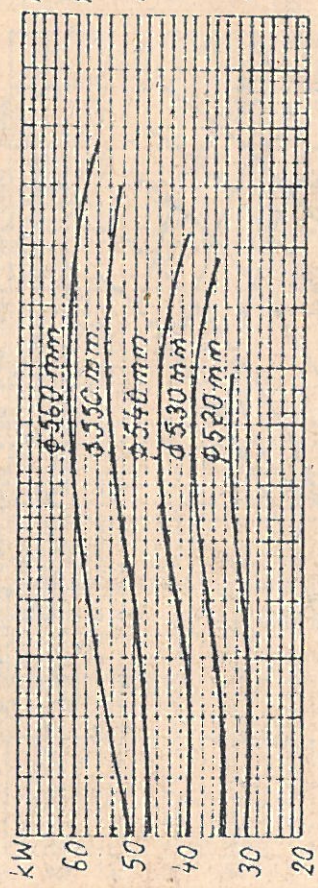
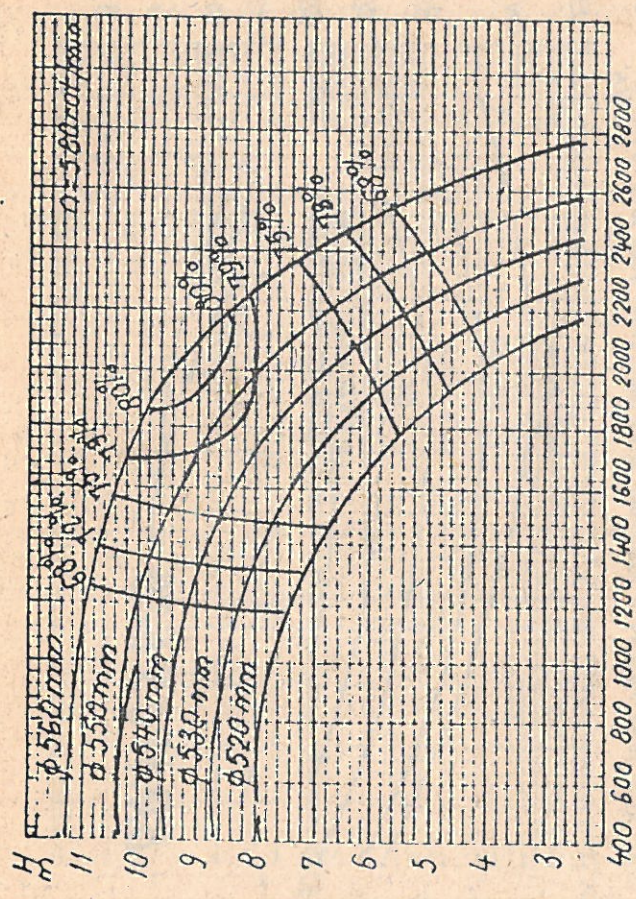


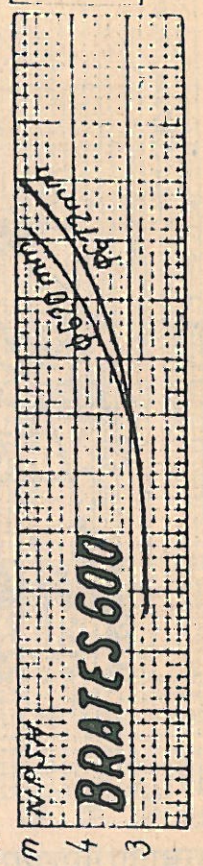
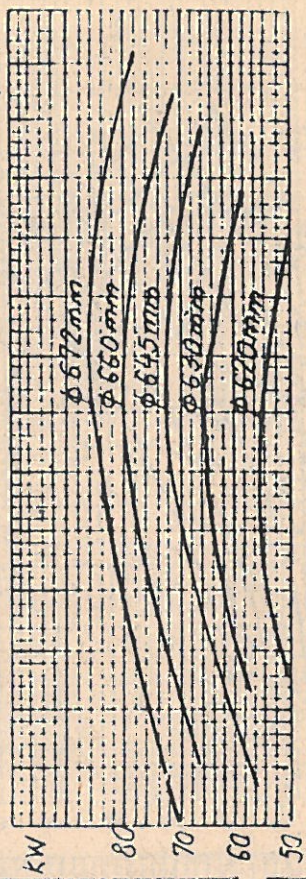
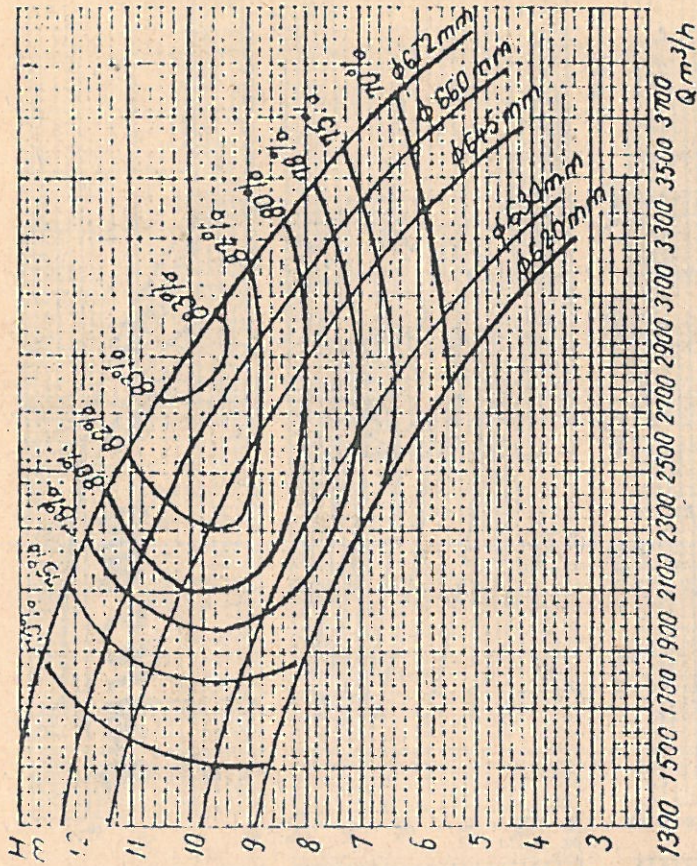
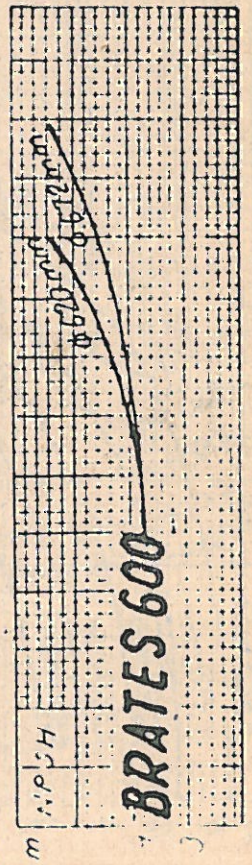
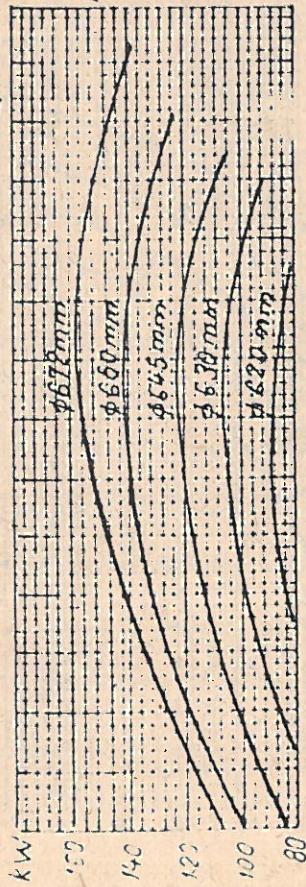
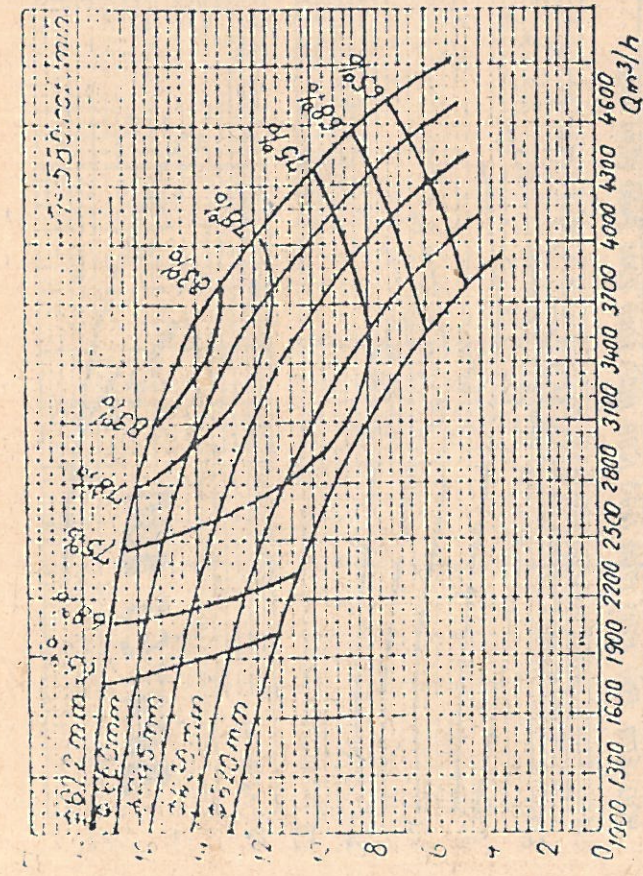




A. 62

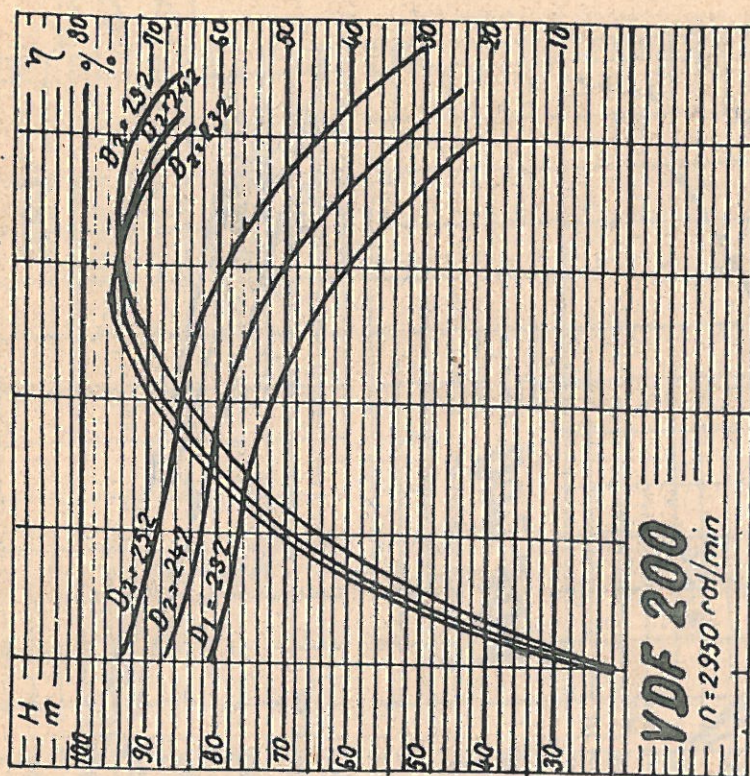
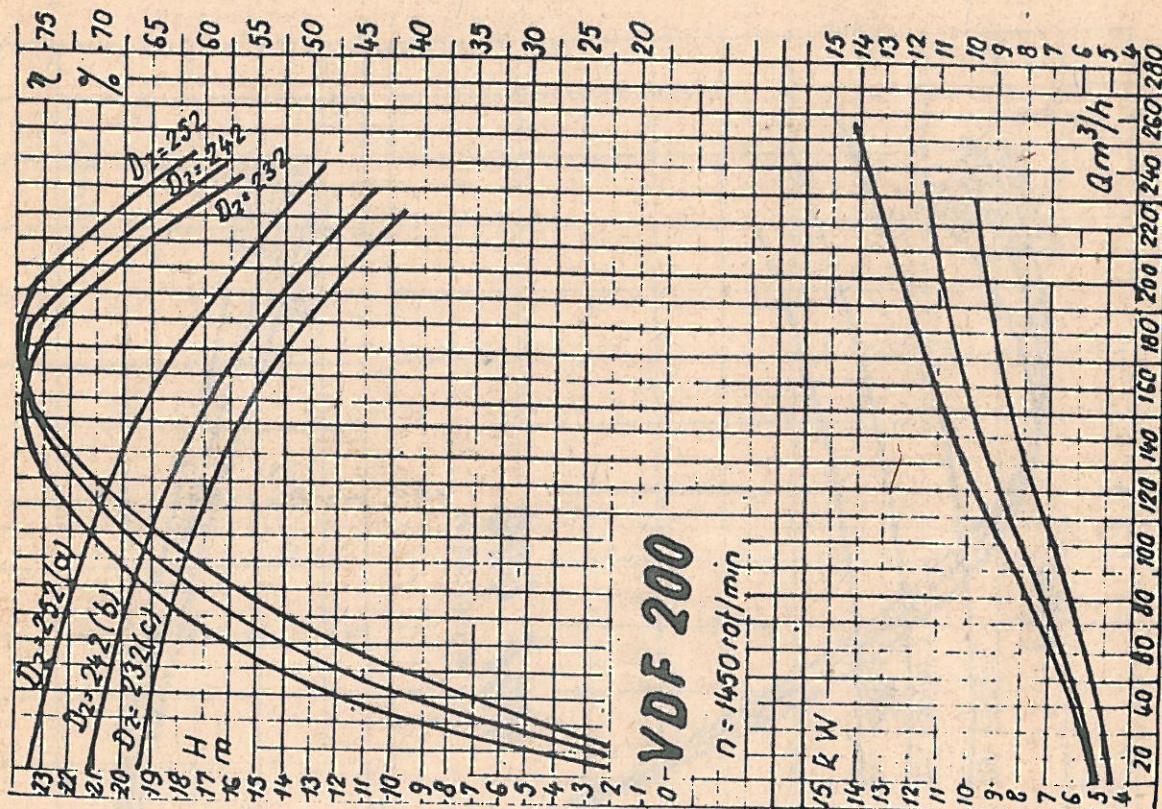




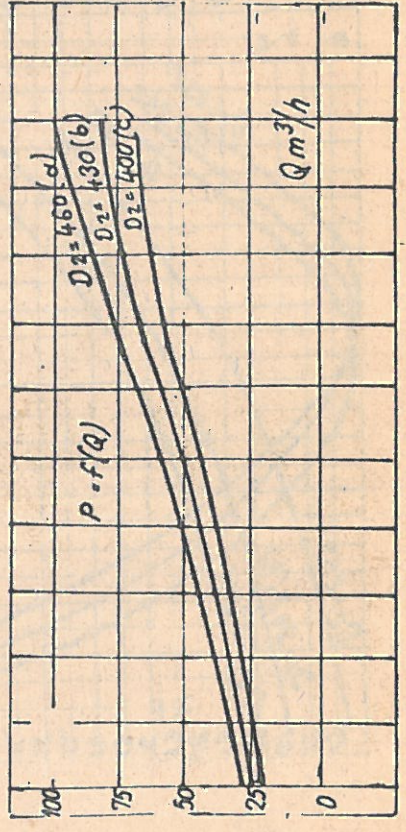
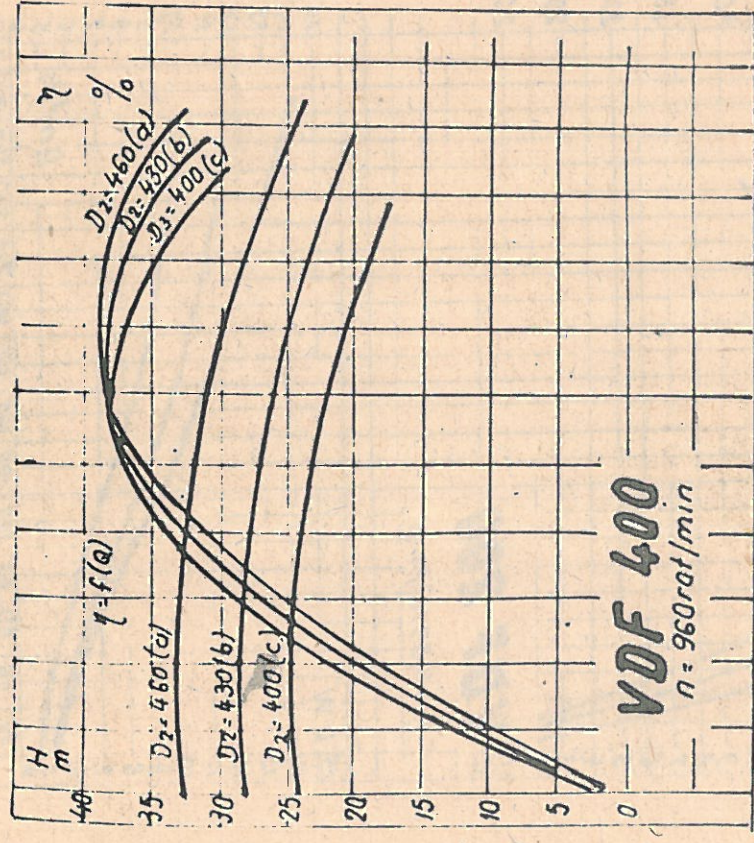
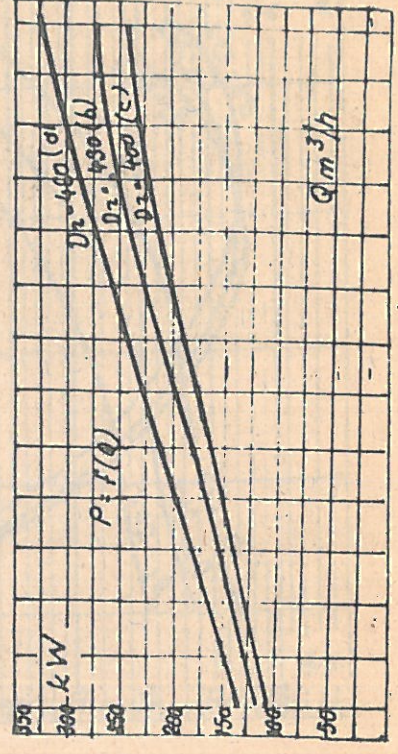
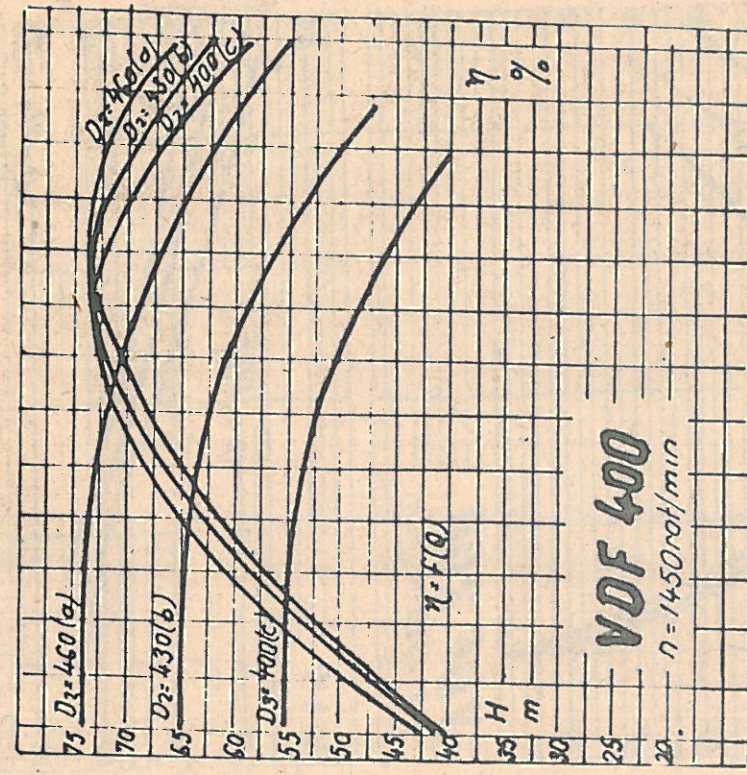


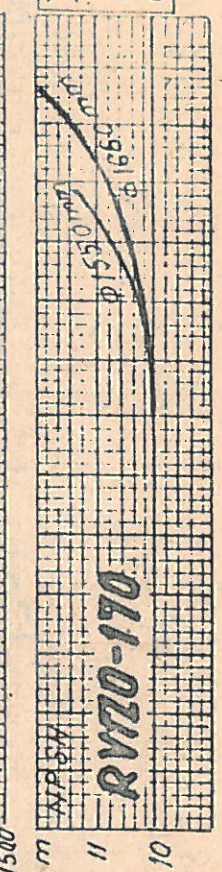
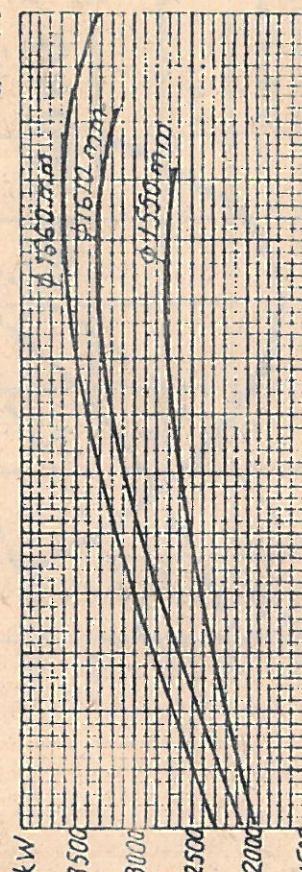
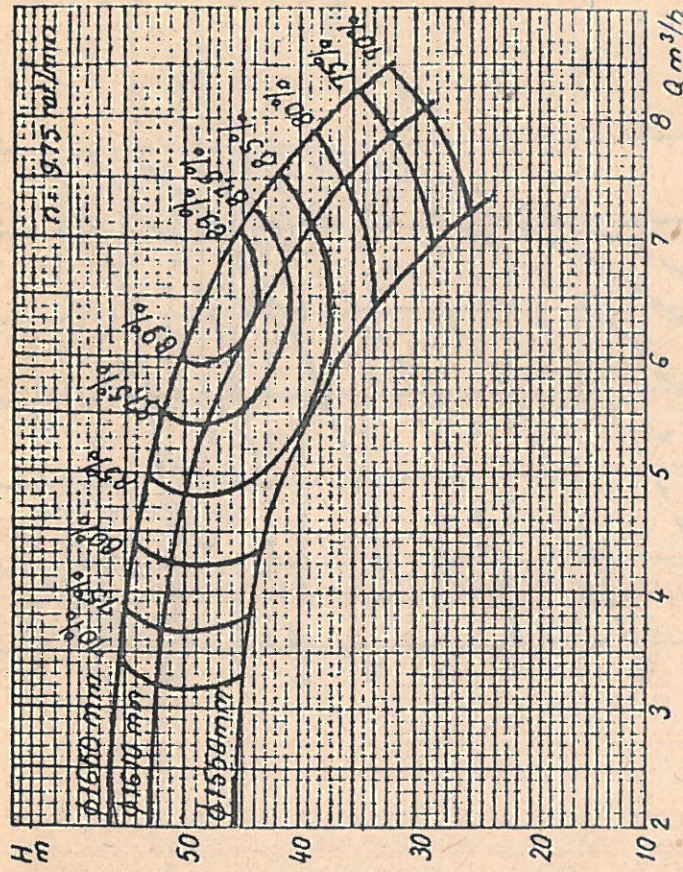
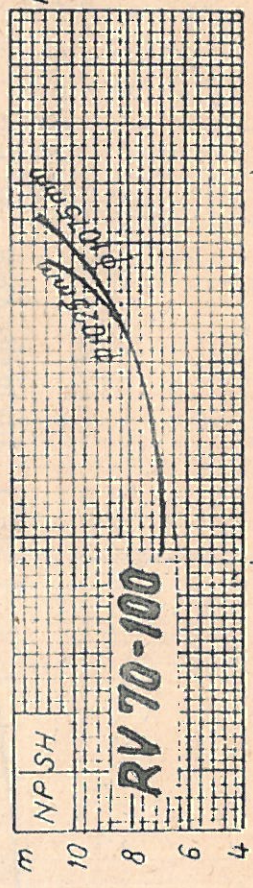
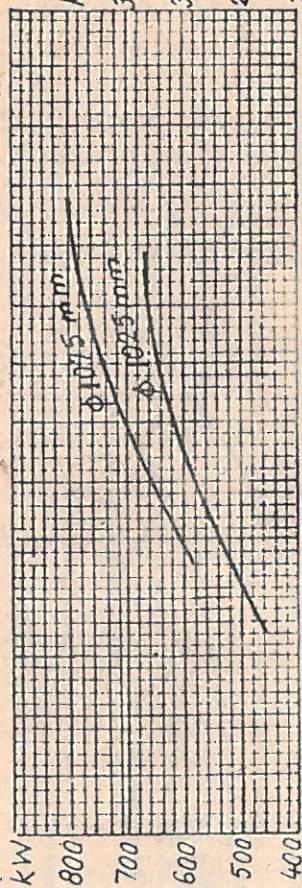
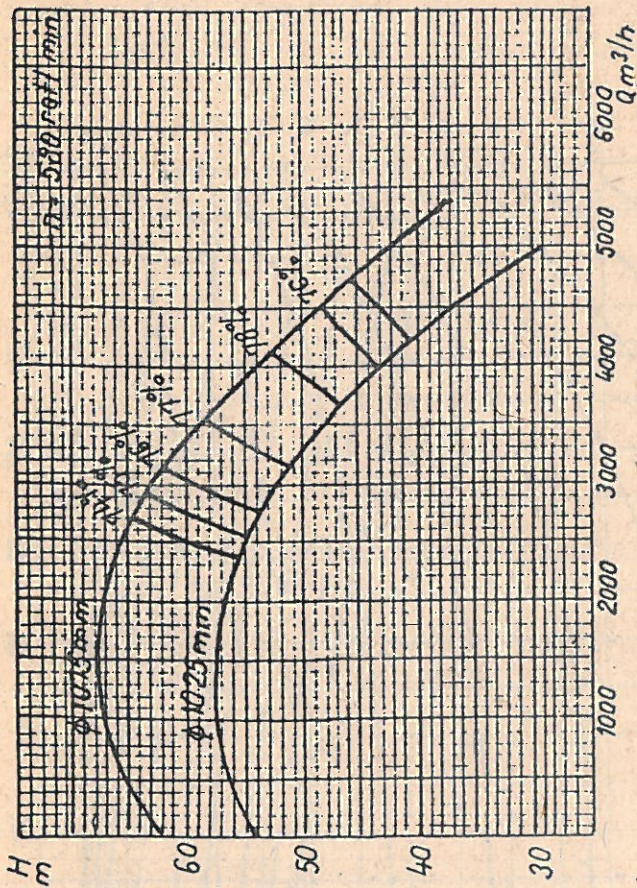
A. 65

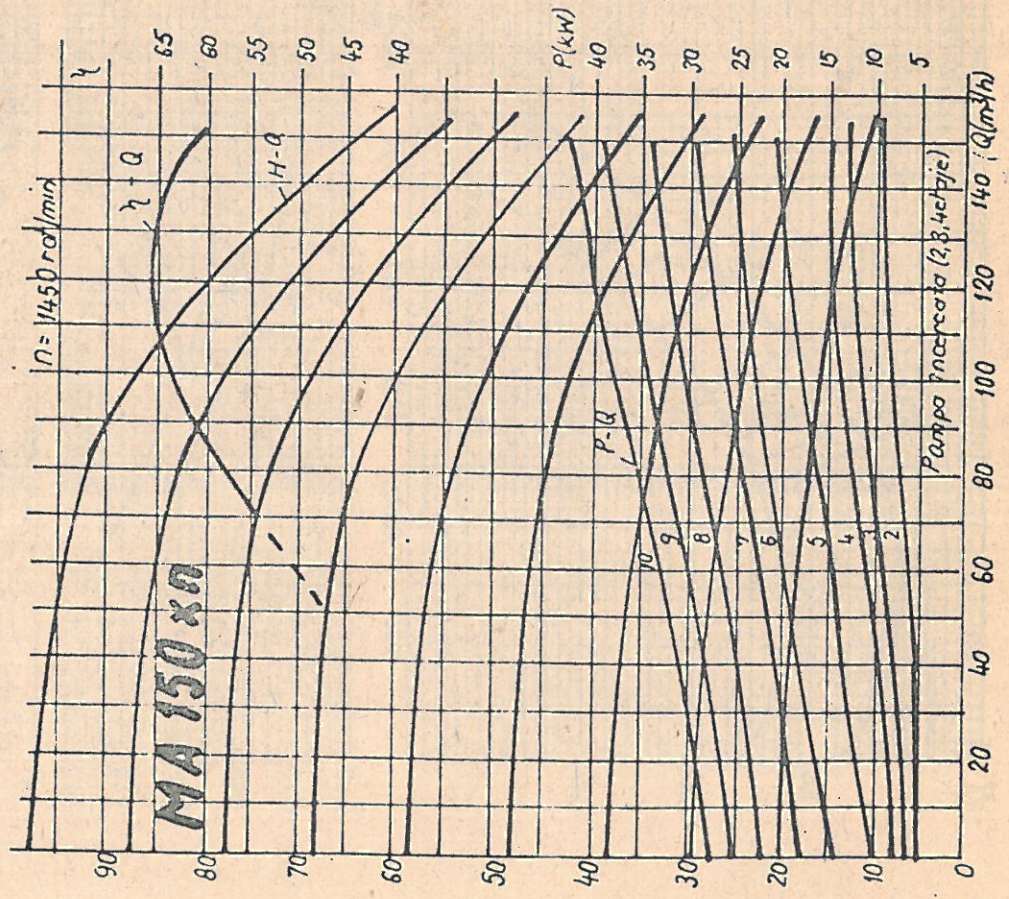
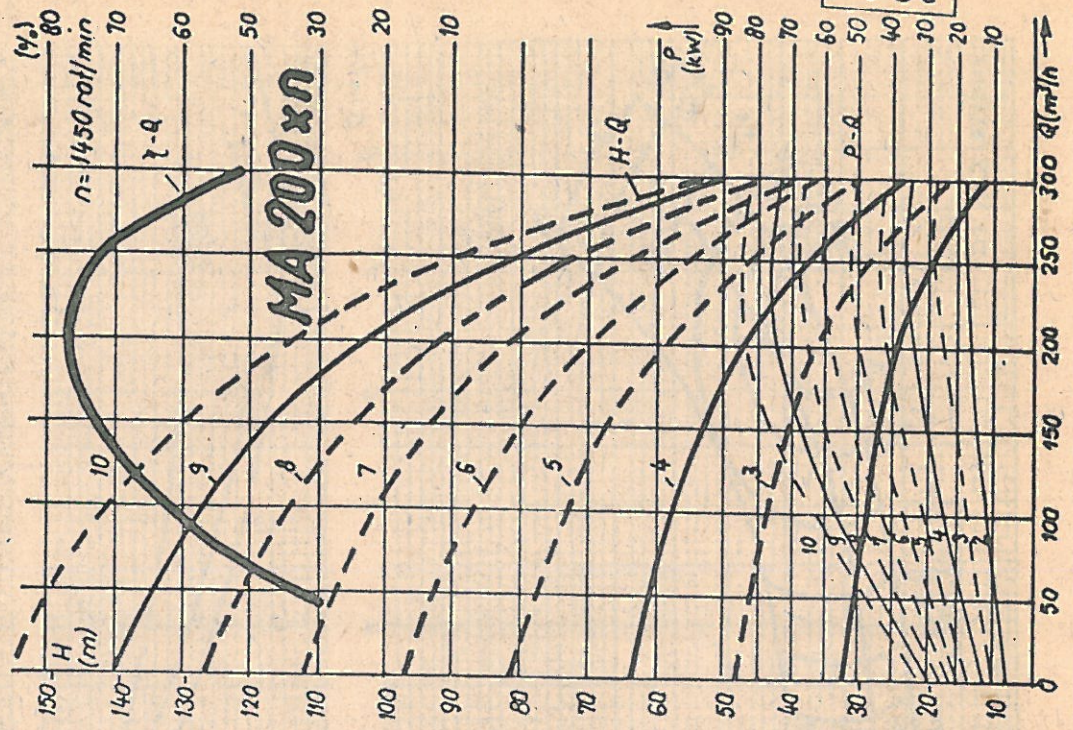
BRATES 600

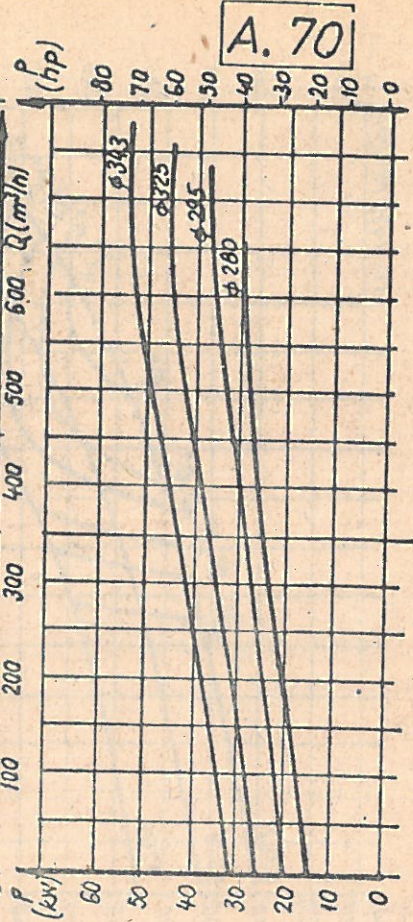
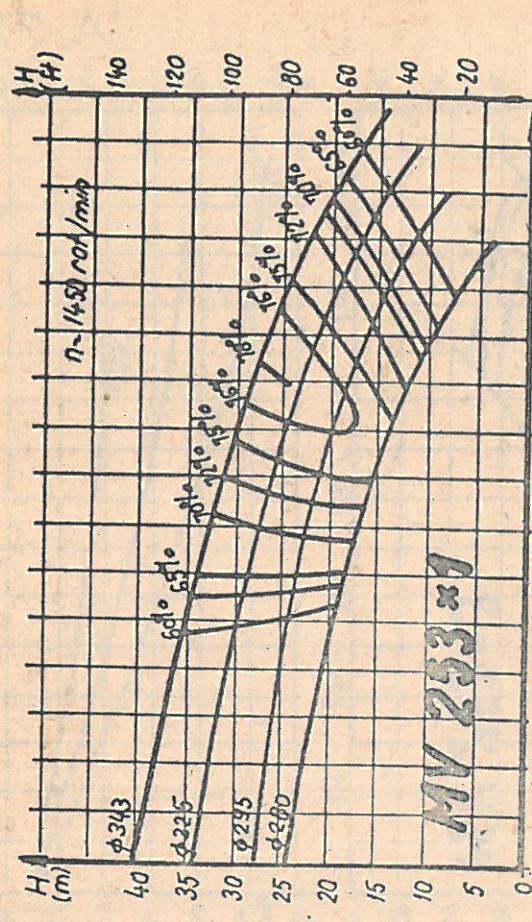
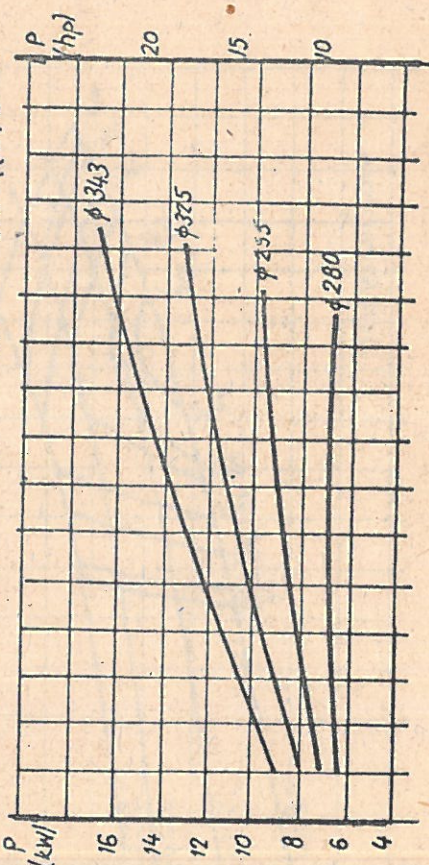
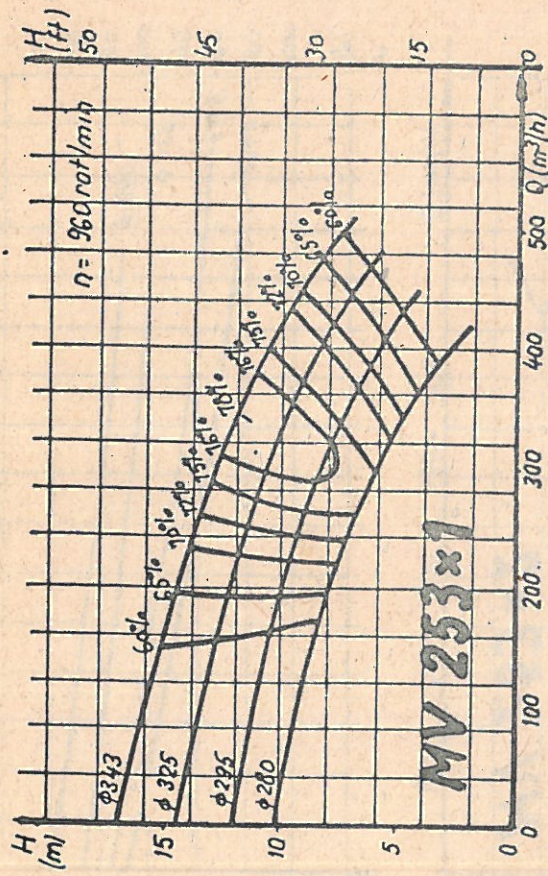


A. 66

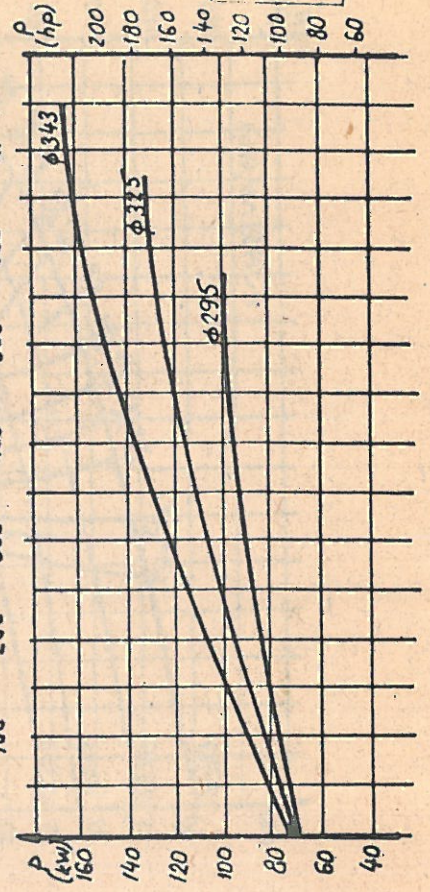
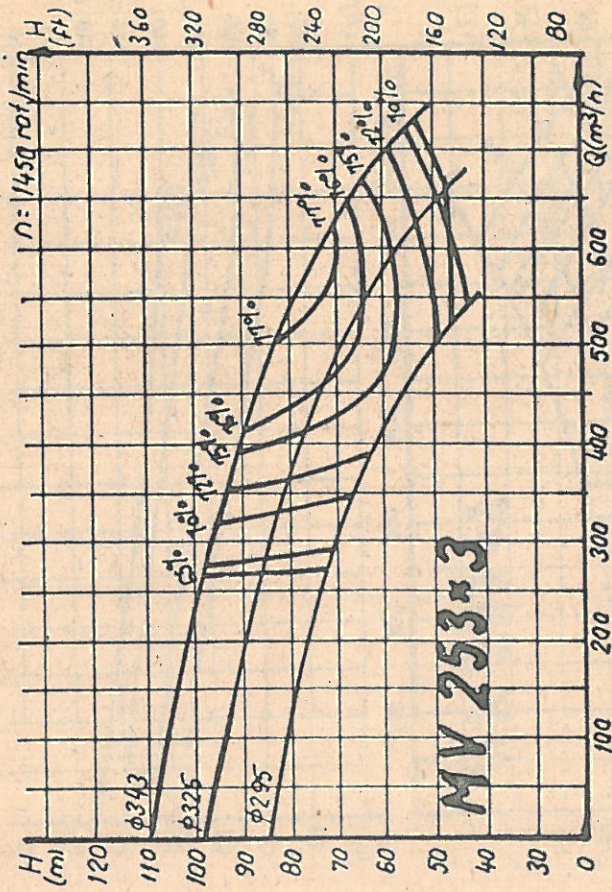
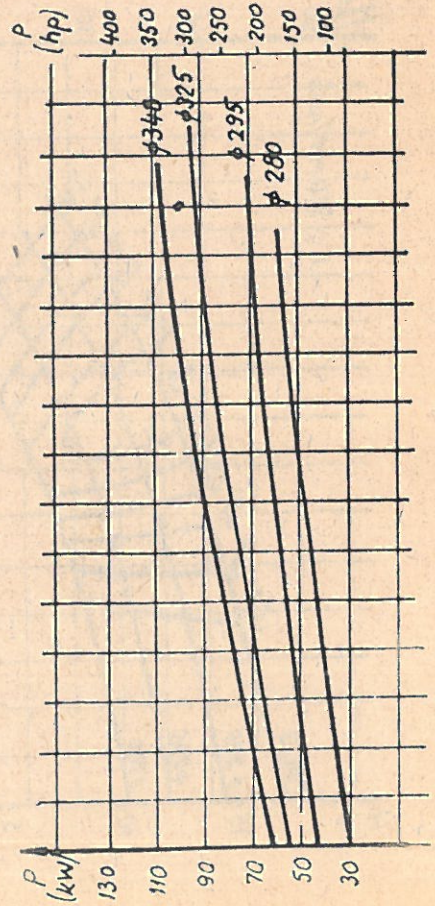
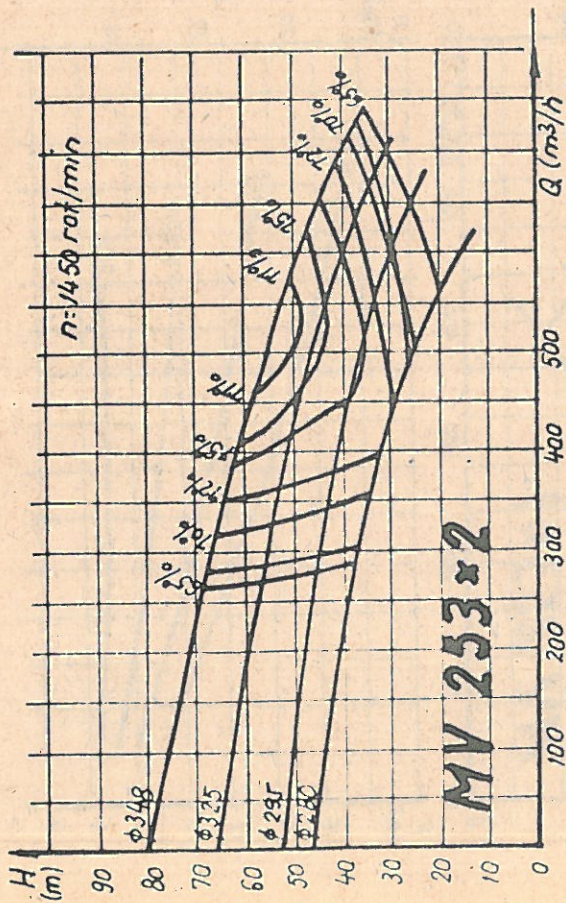


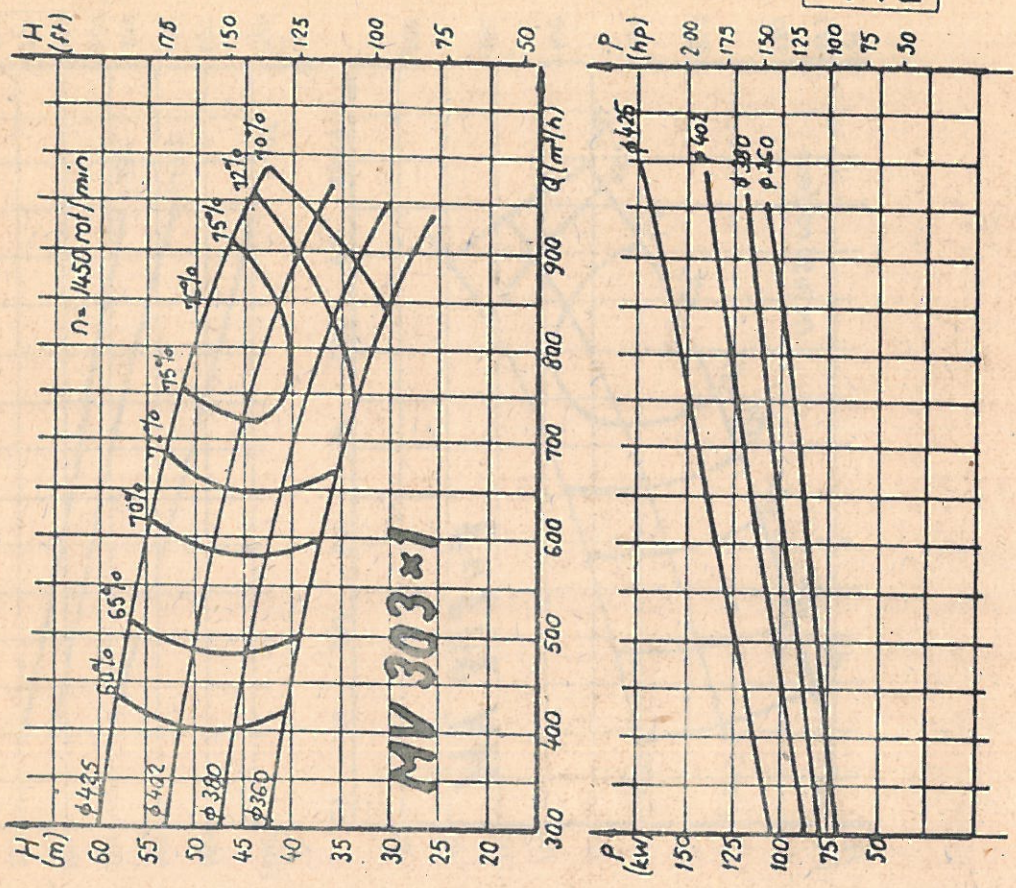
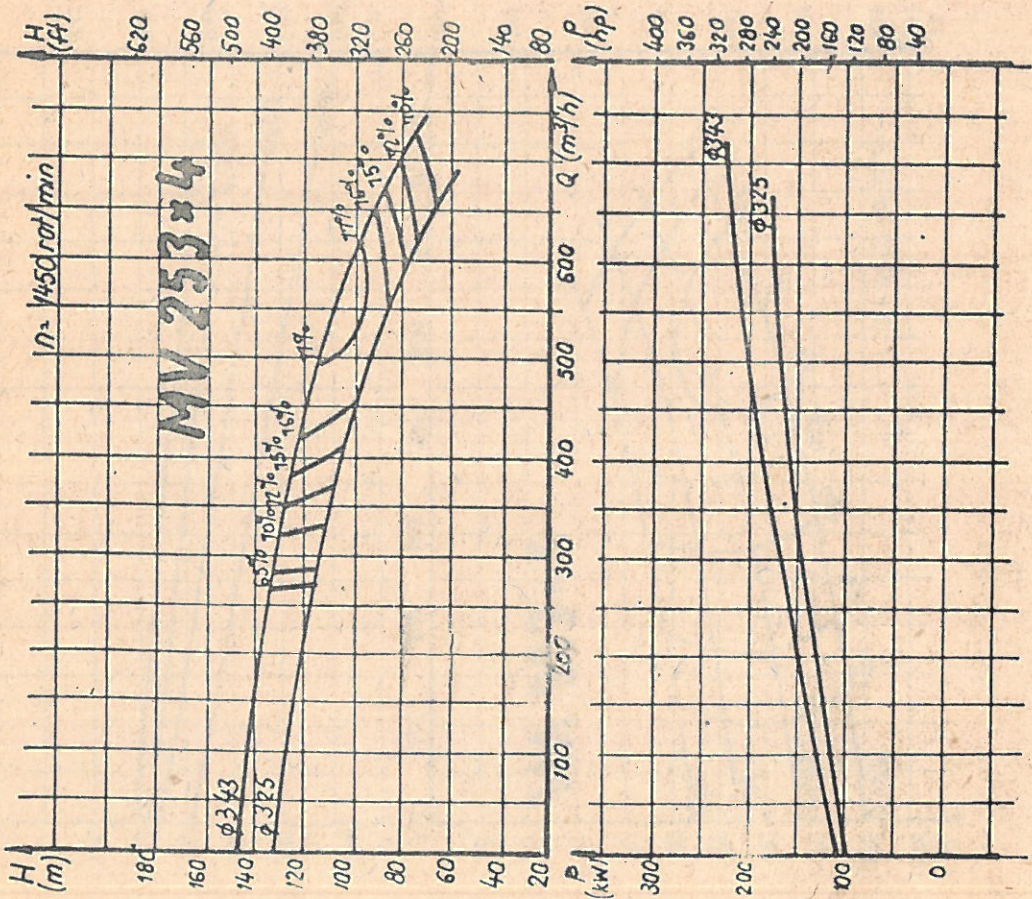


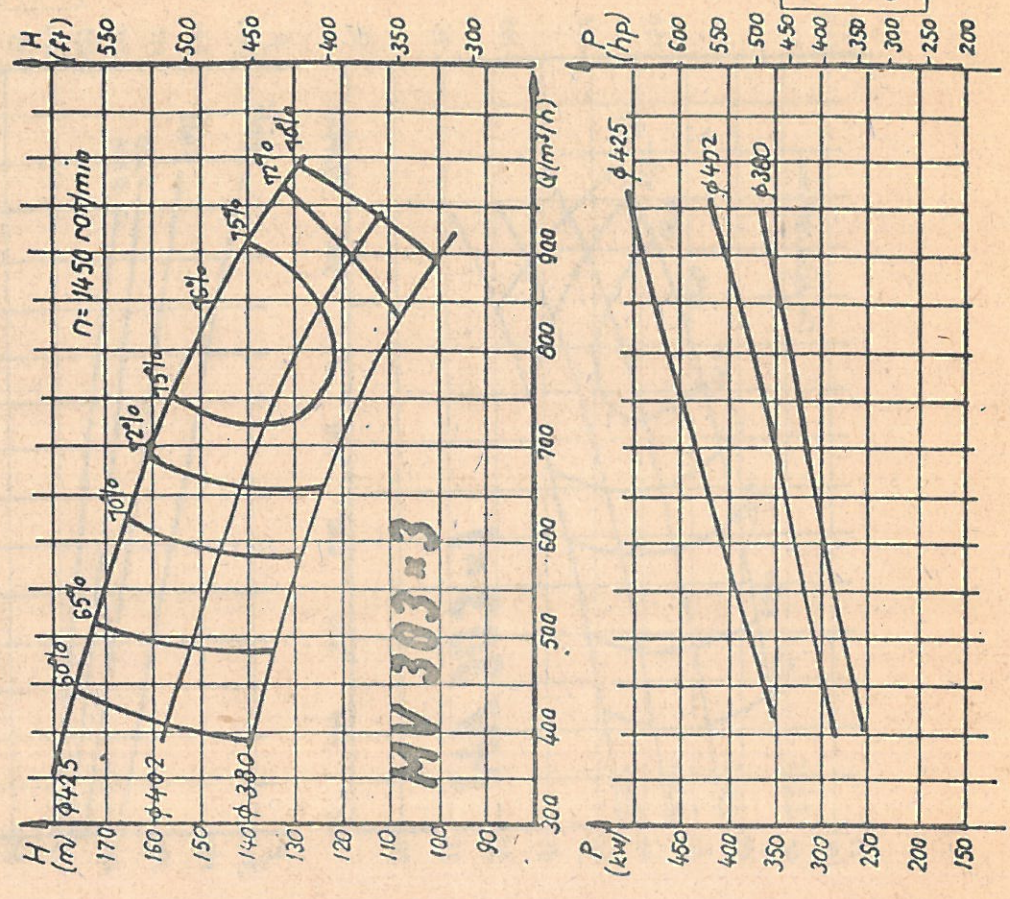
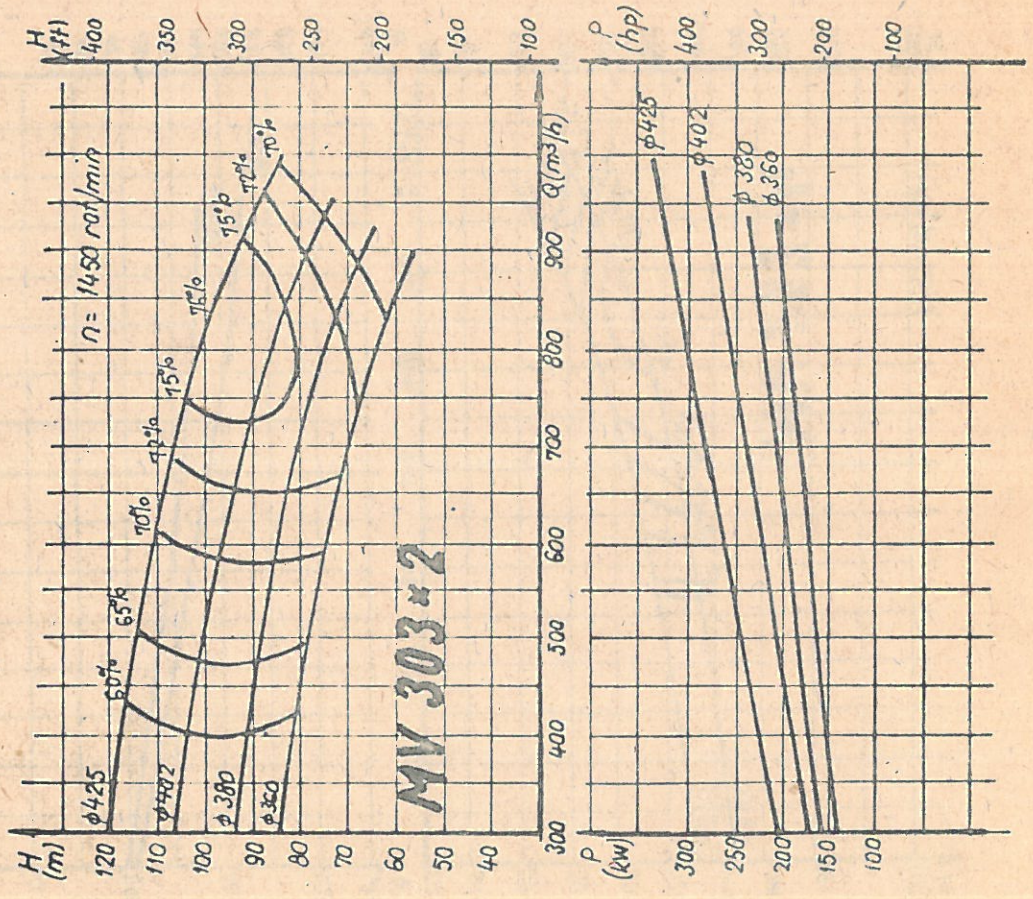


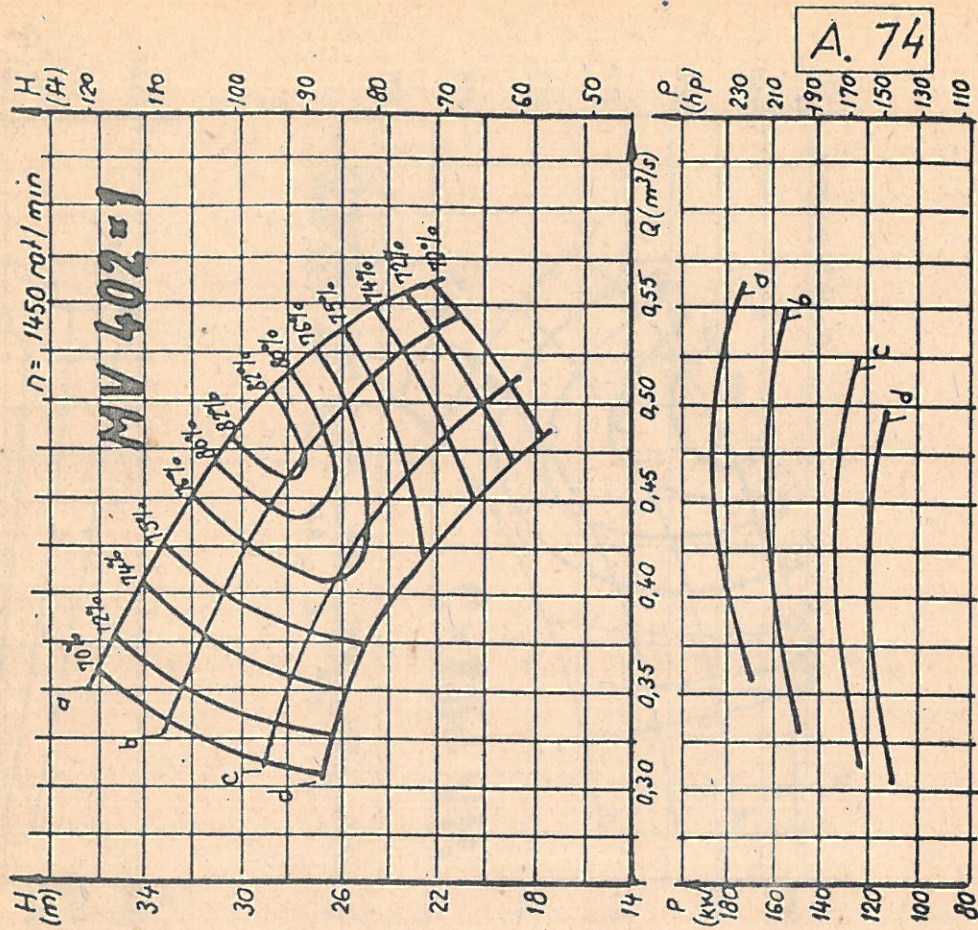
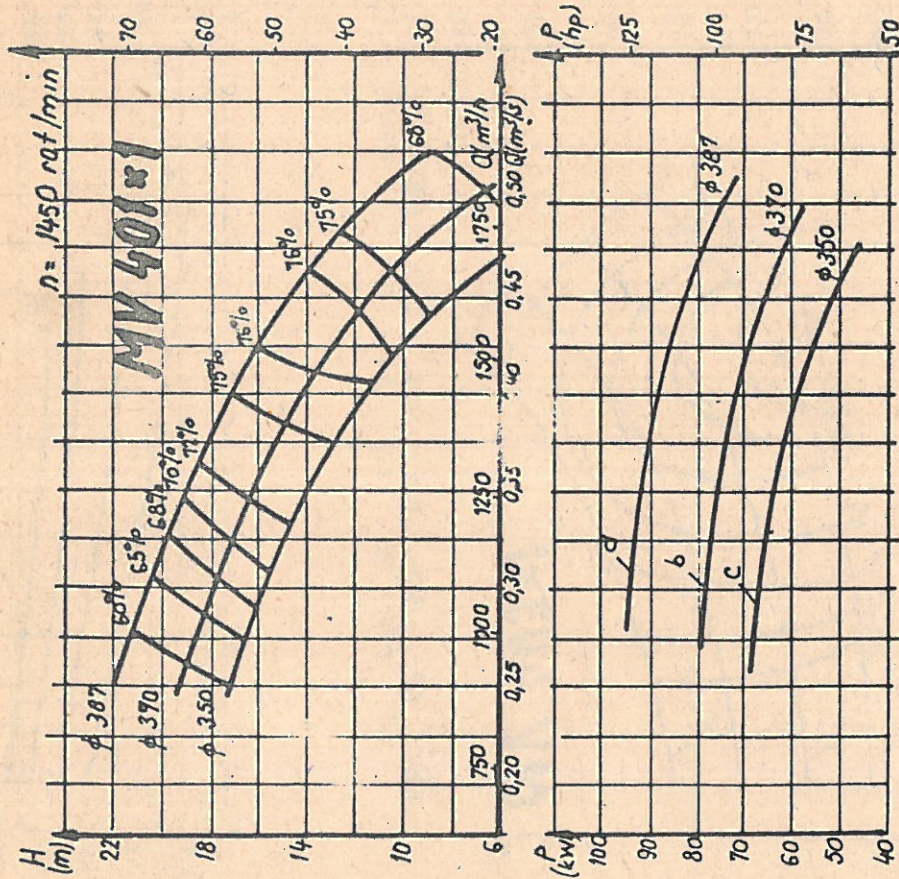


A. 70

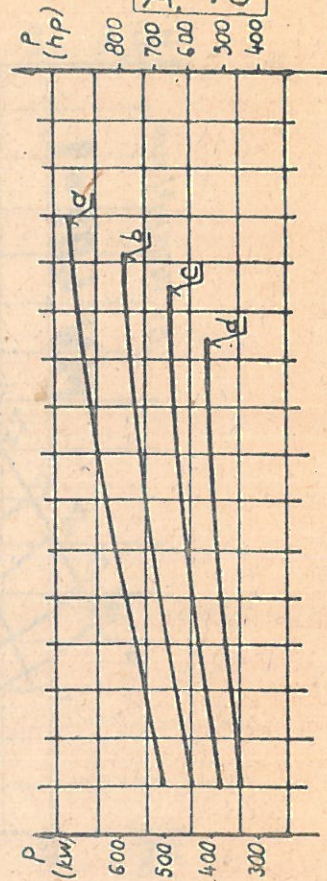
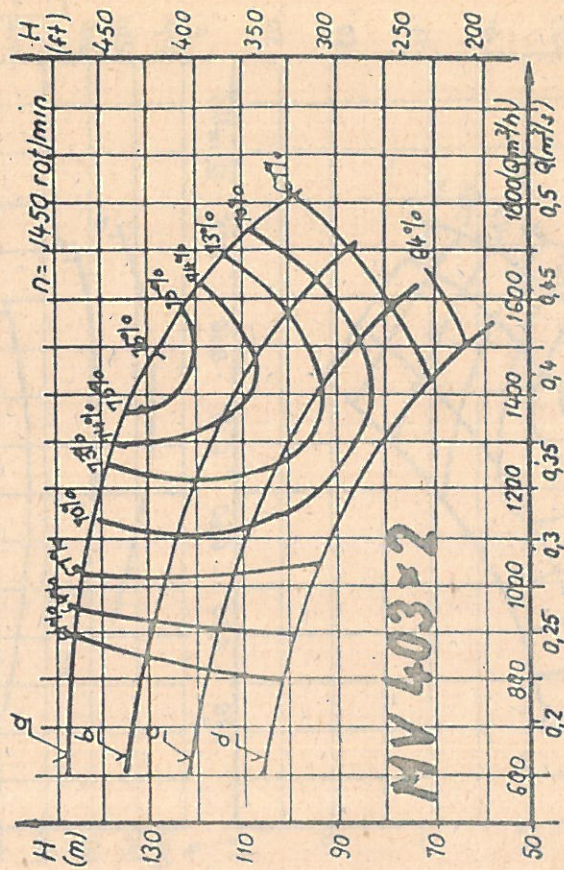
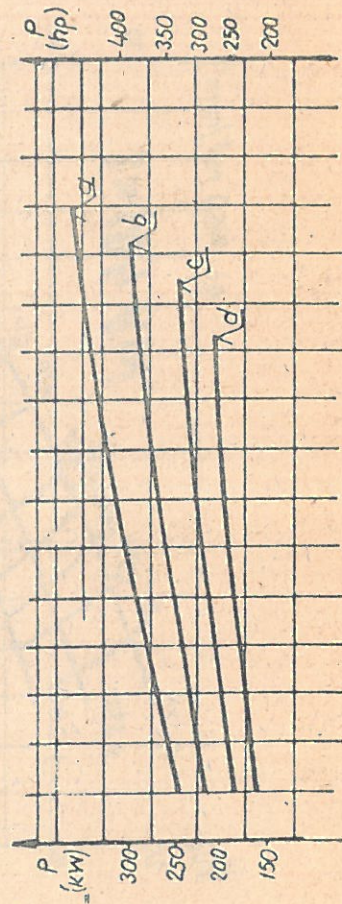
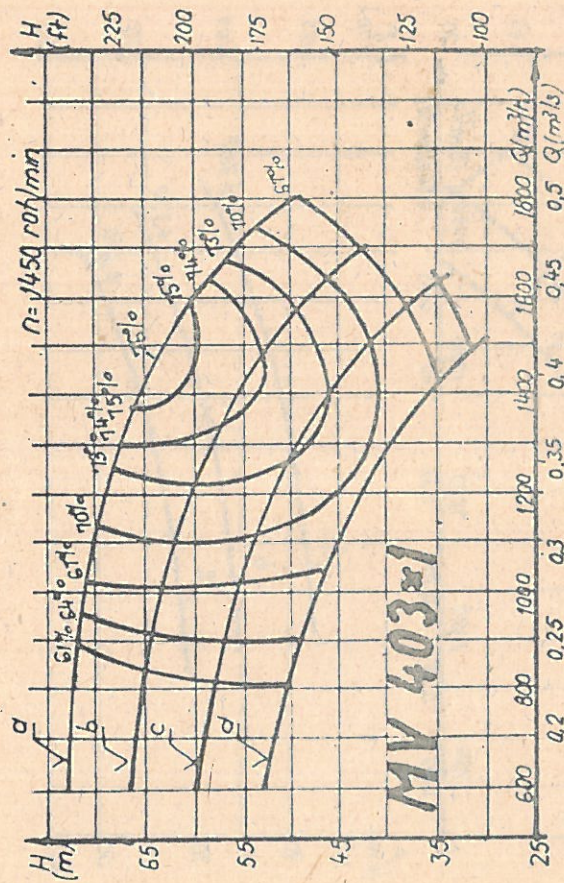




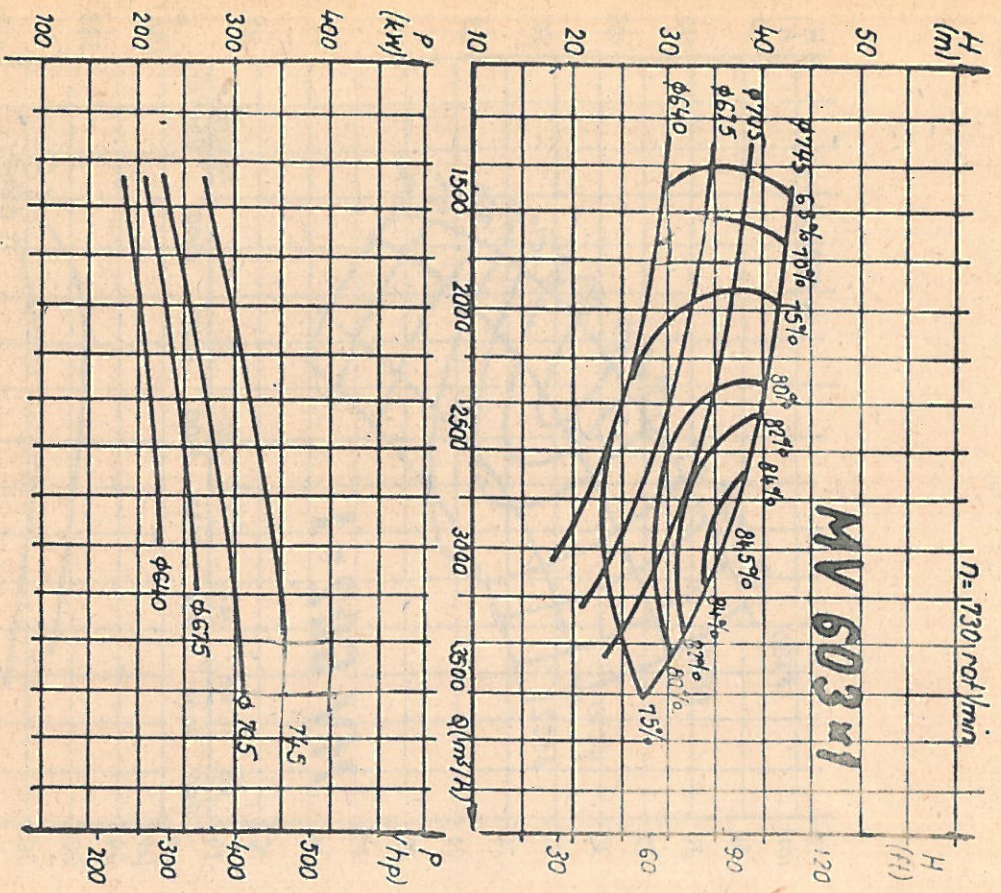




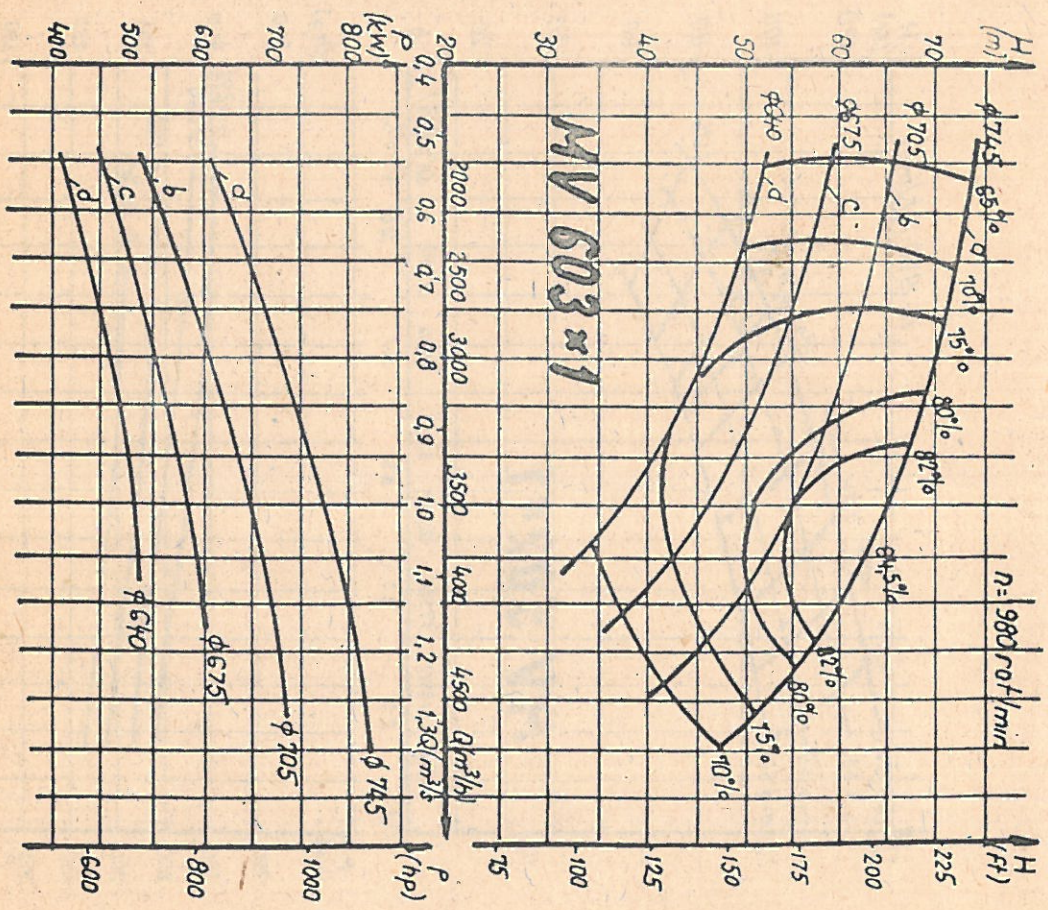
A. 74

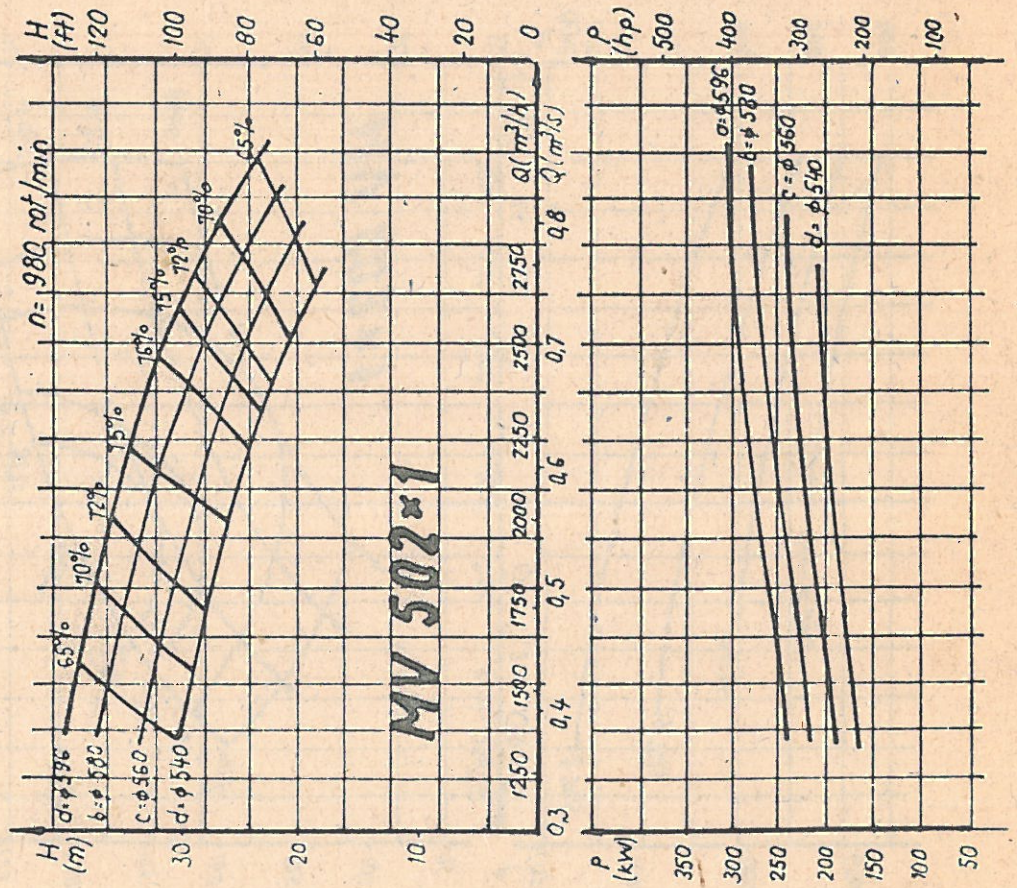


A. 75

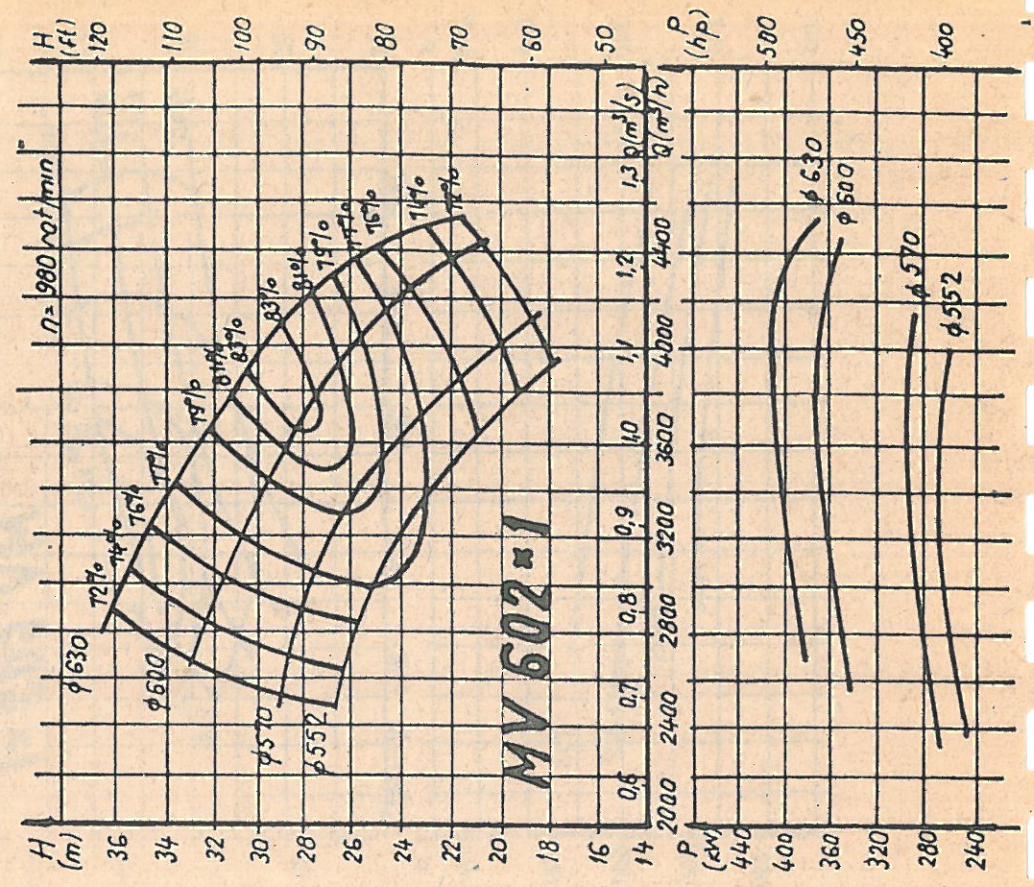


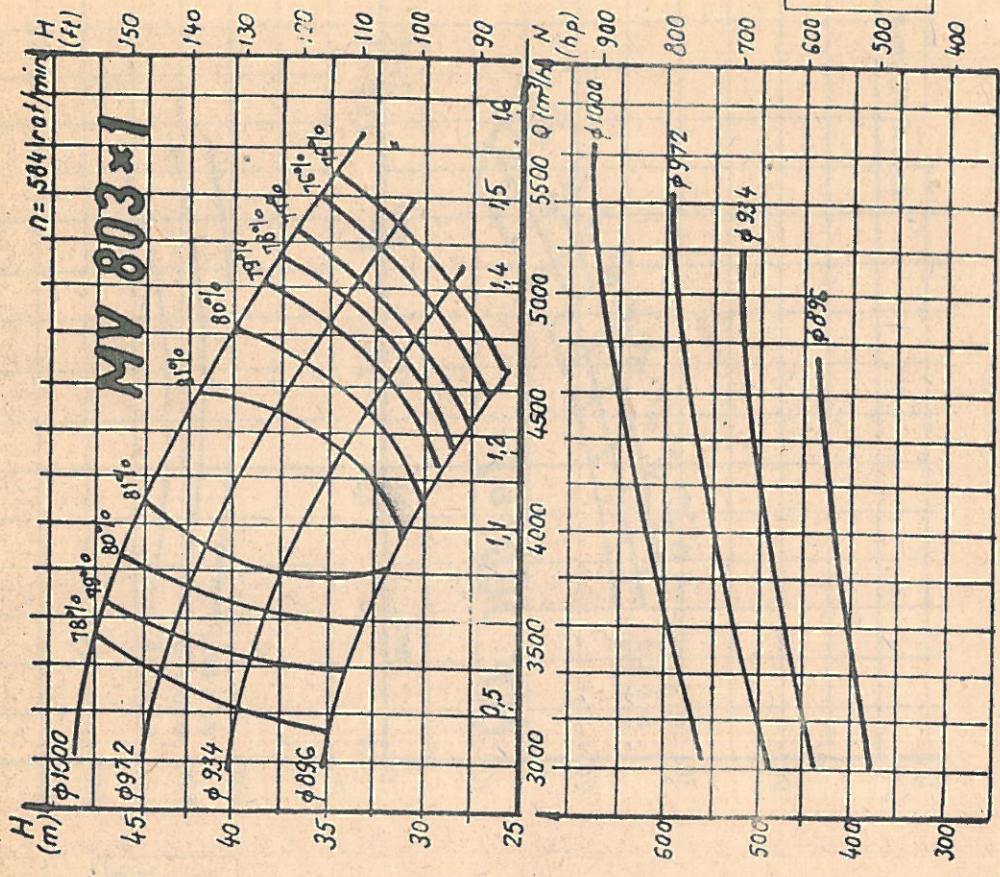
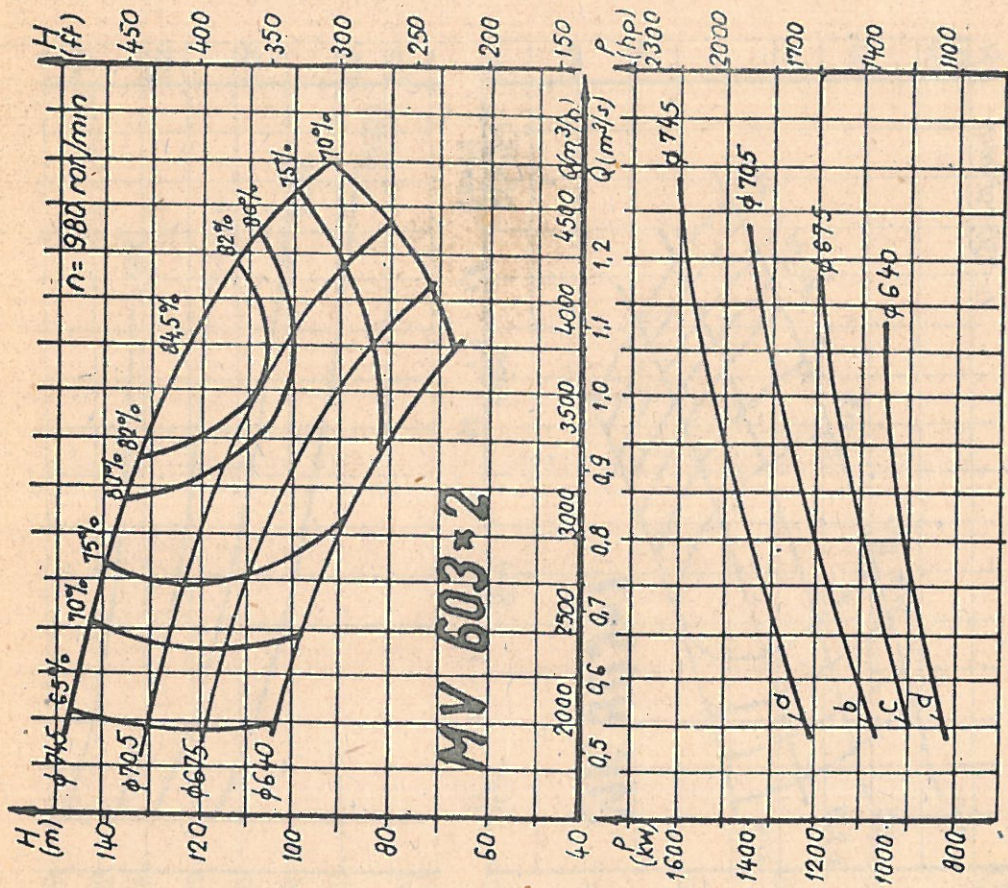
A. 76

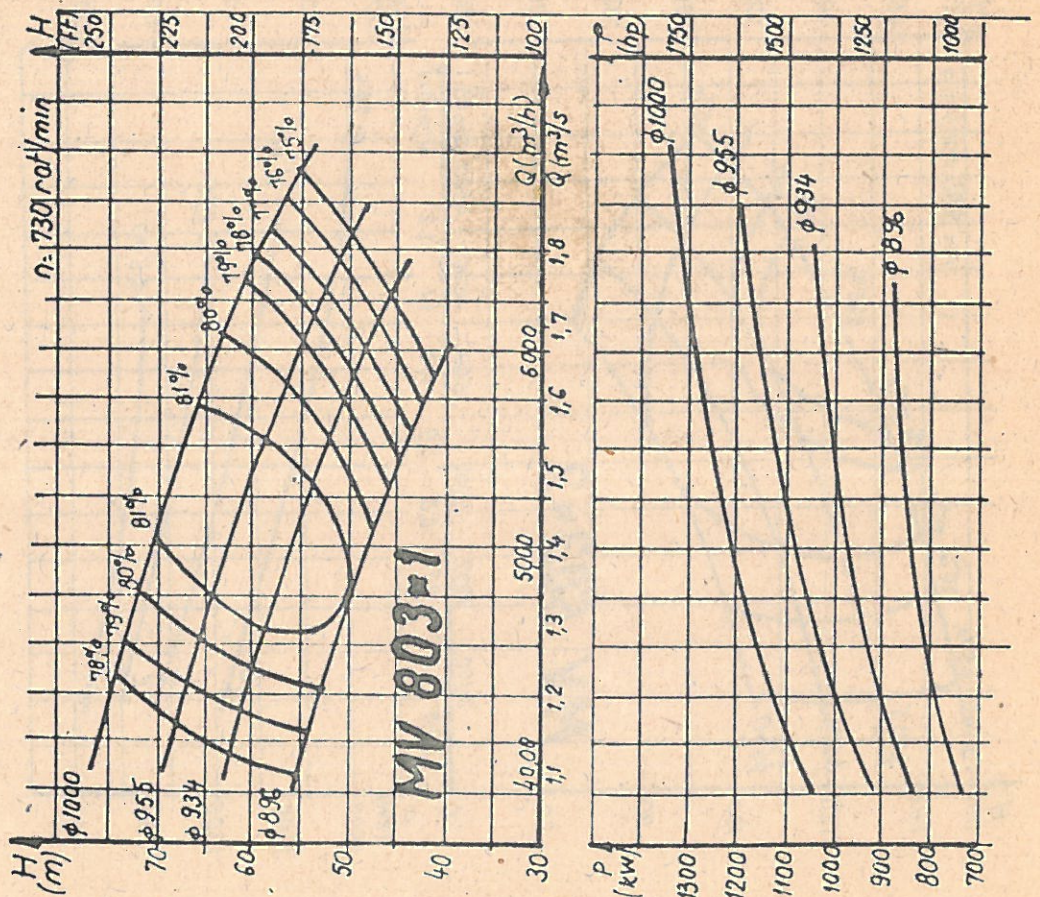




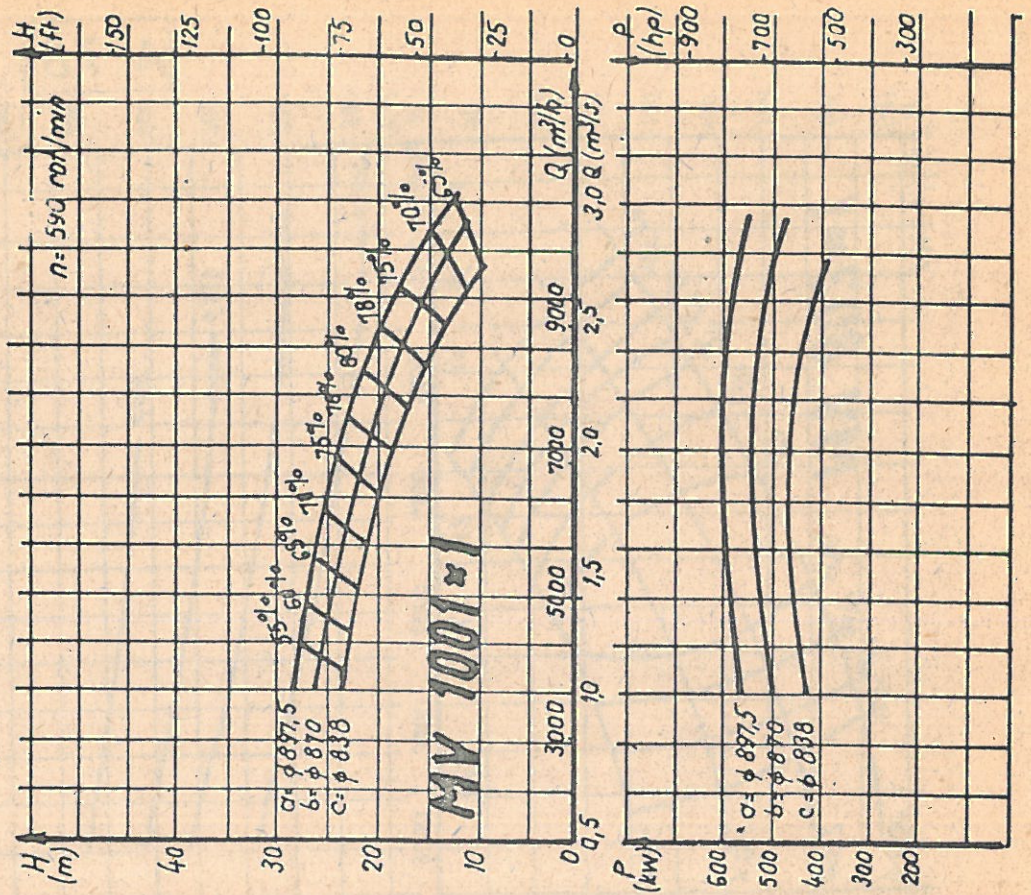
A. 77

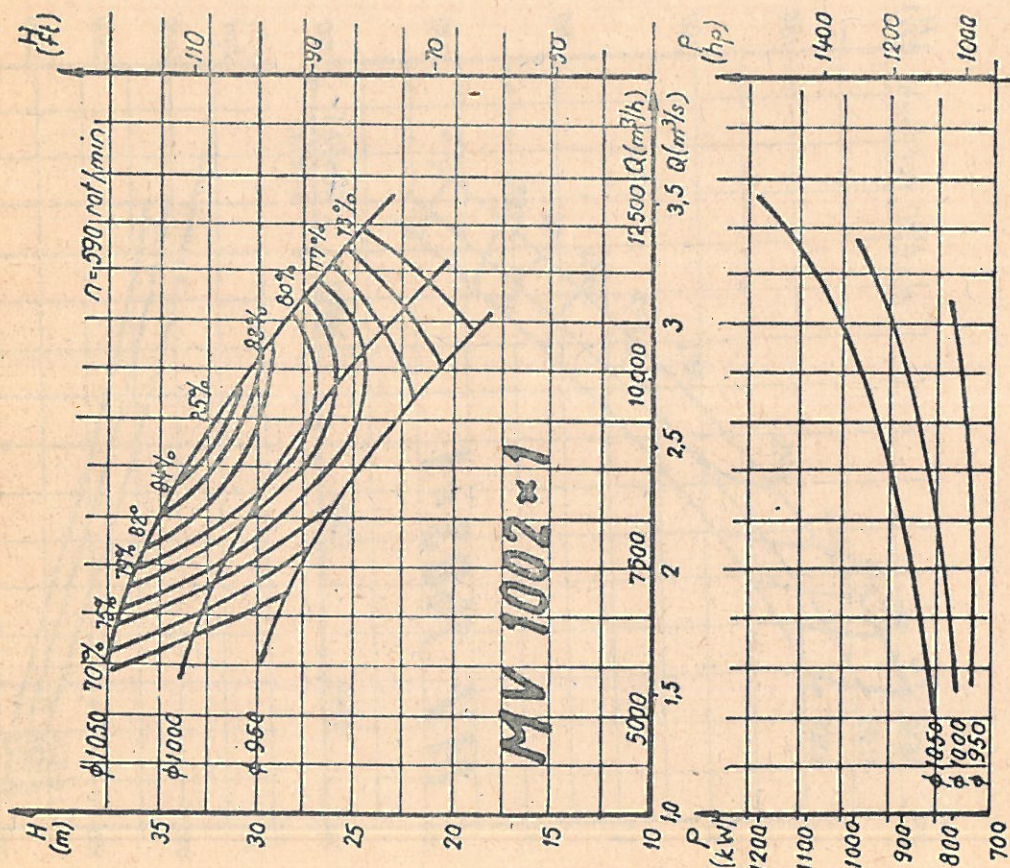




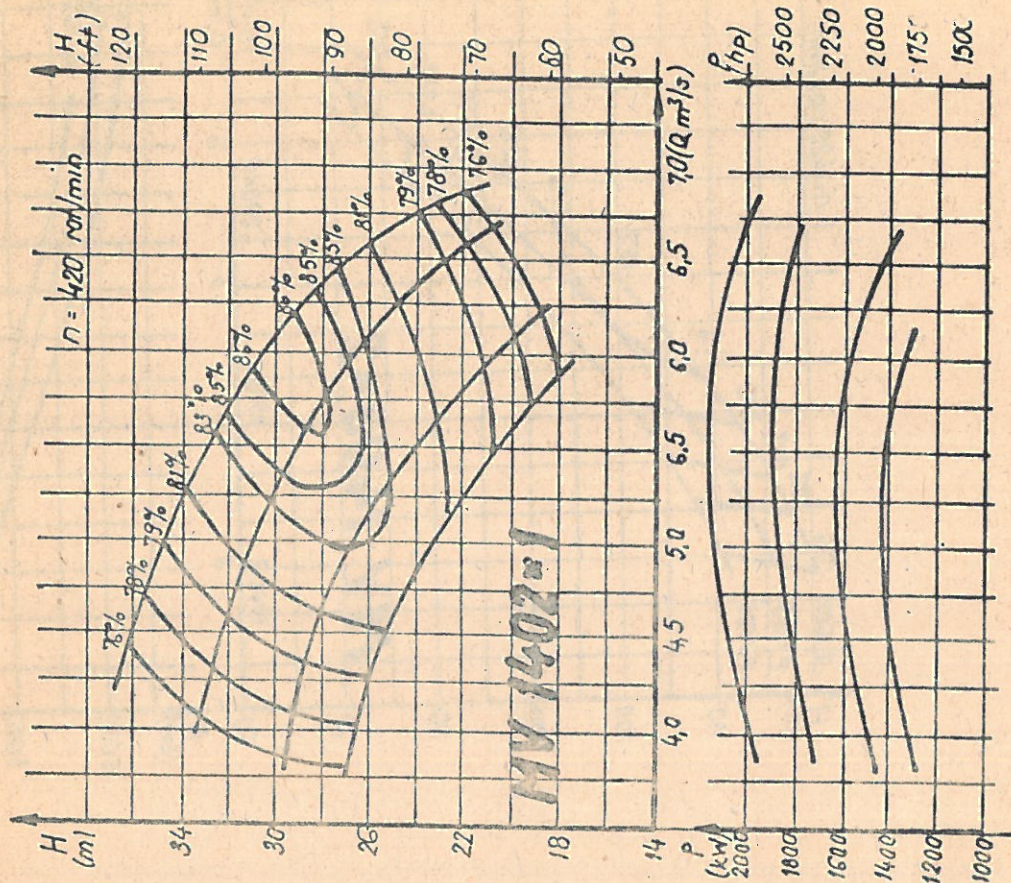


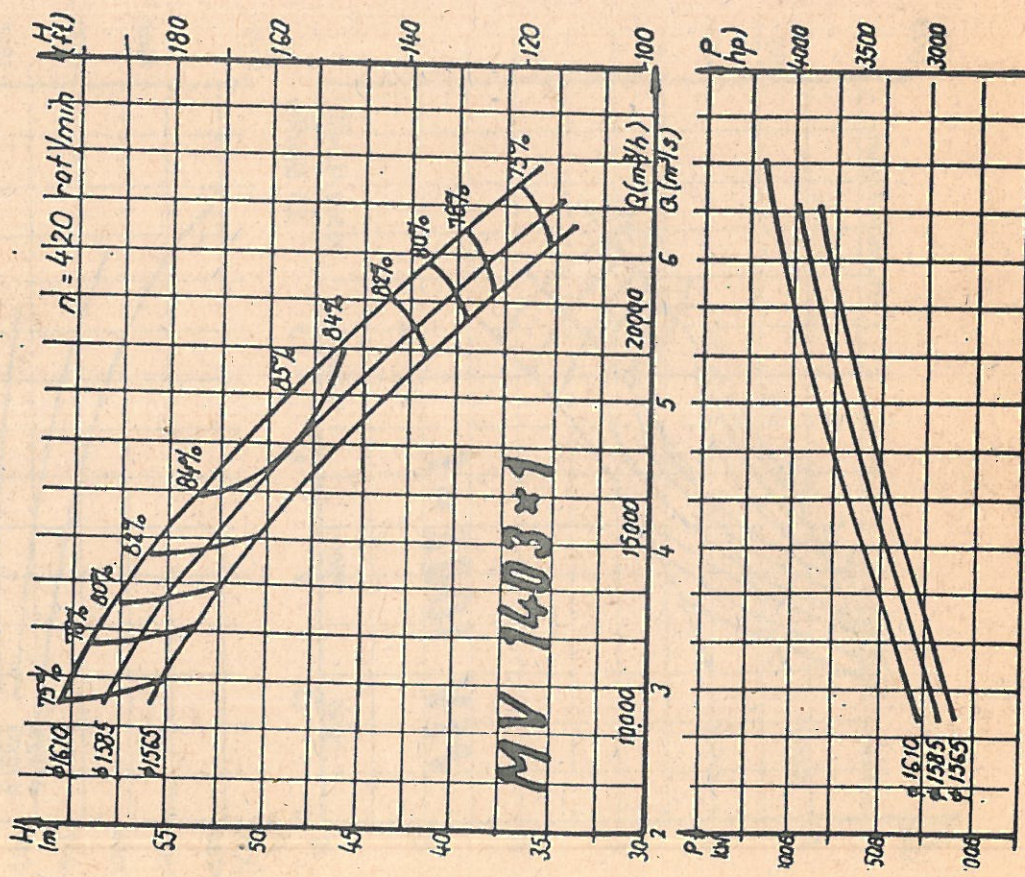
A. 79



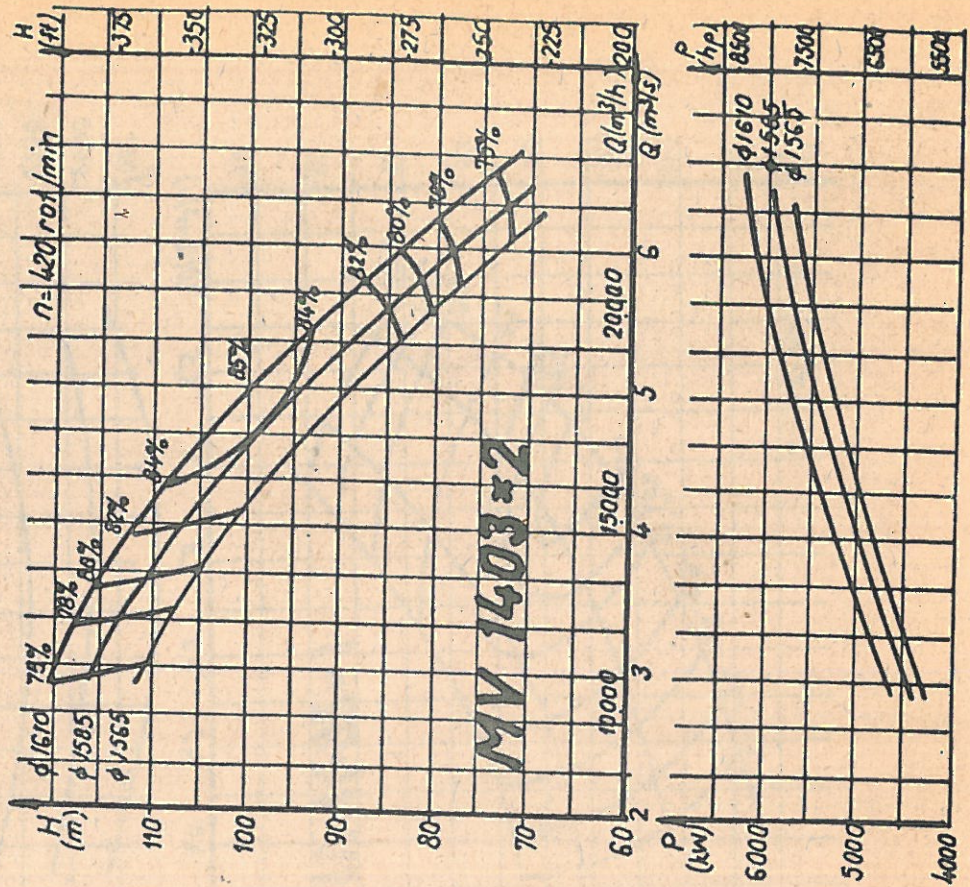


A. 80



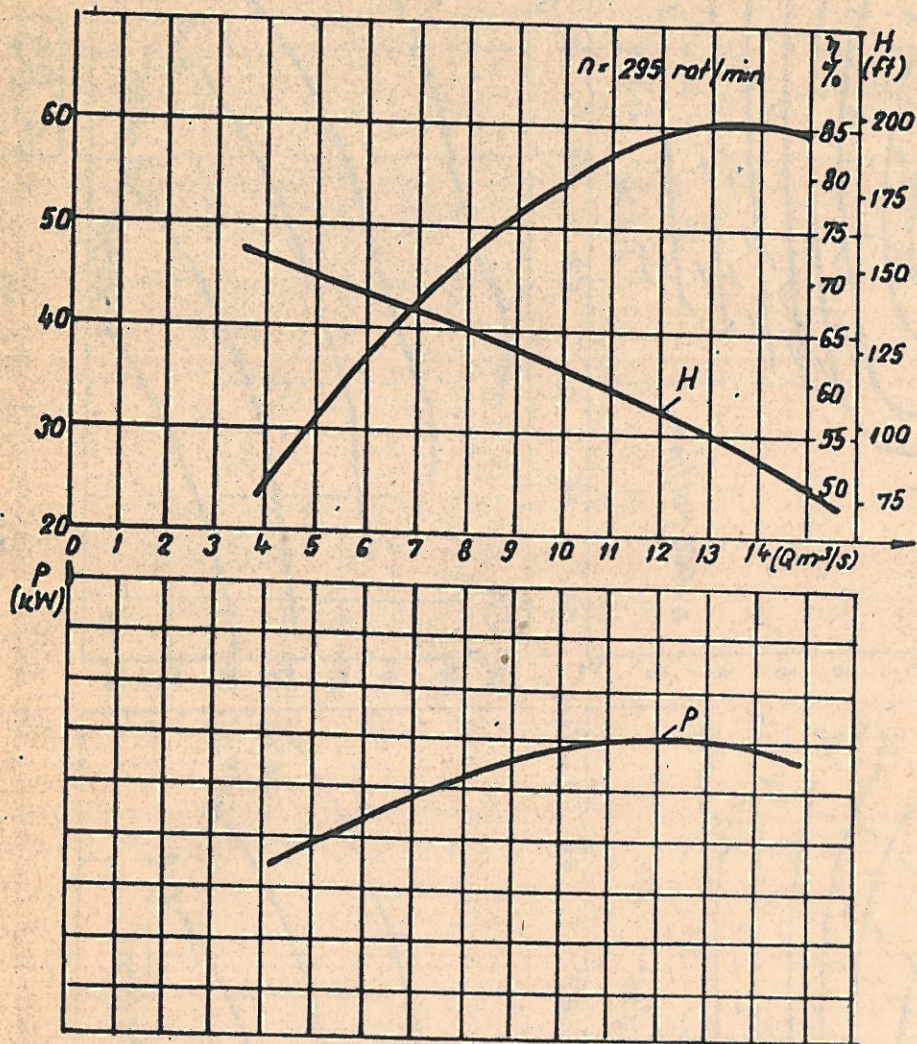


A. 81

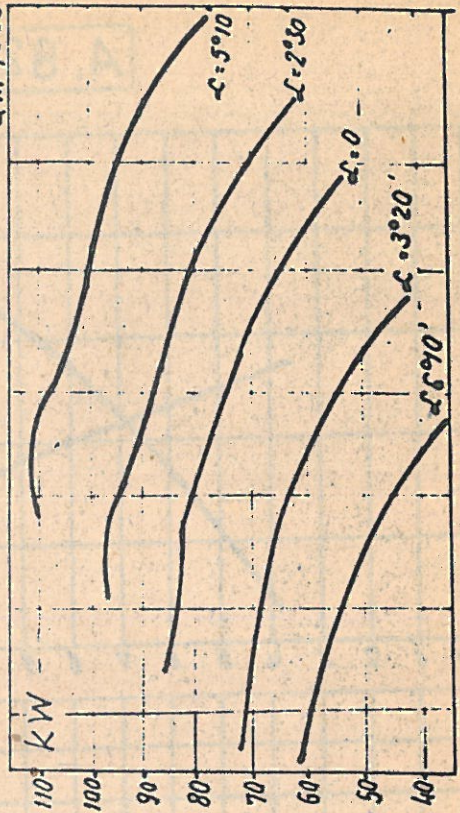
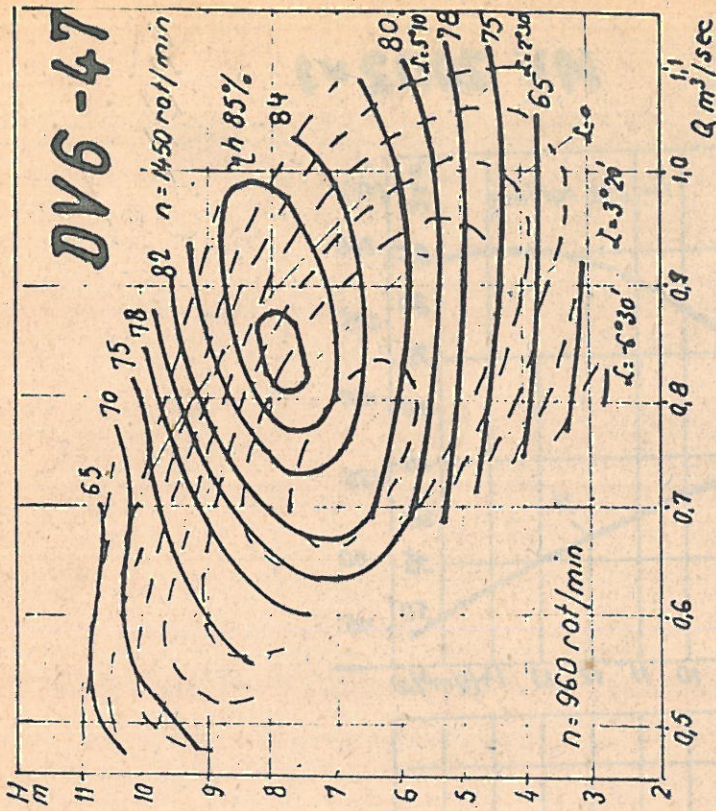
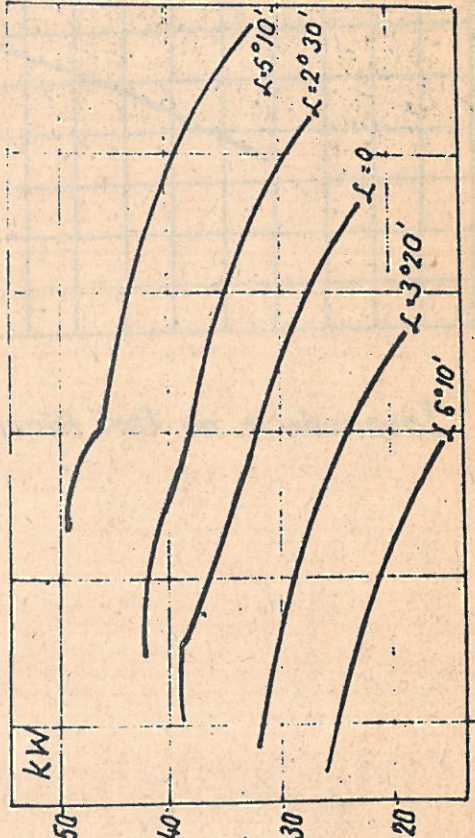
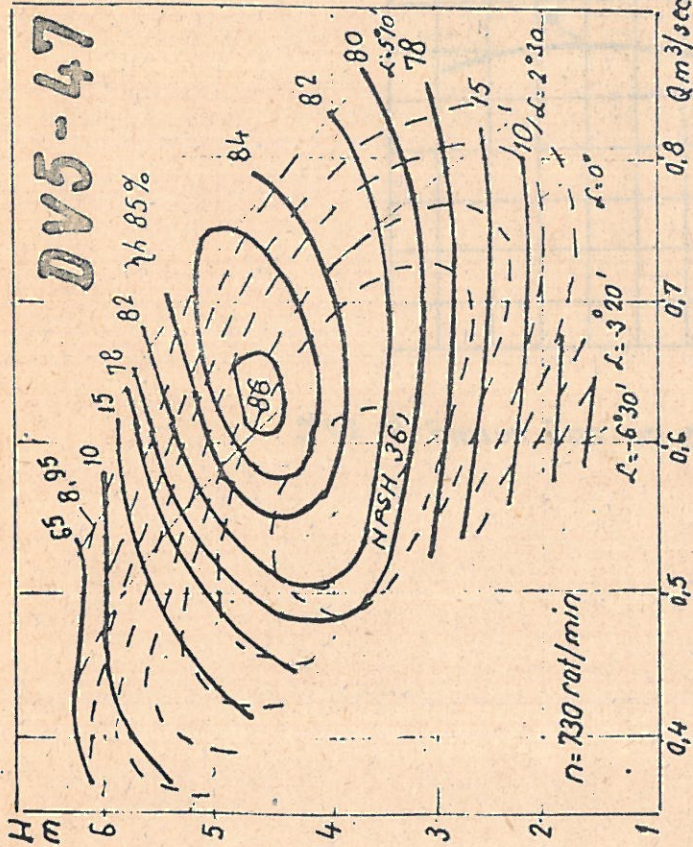


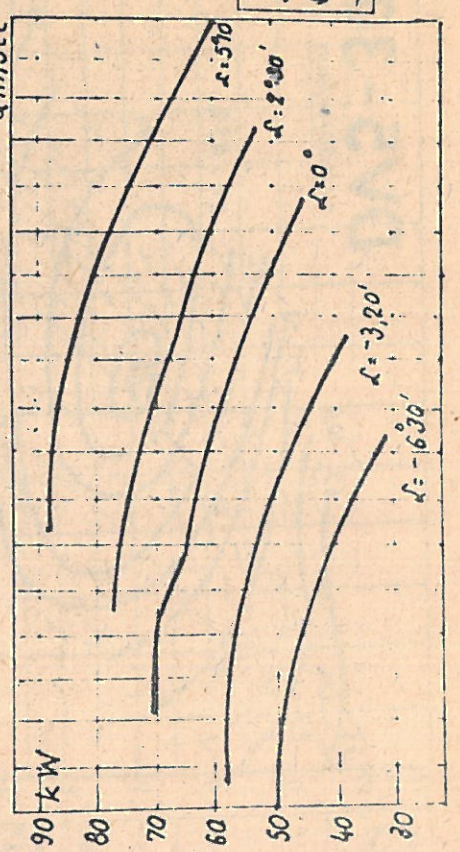
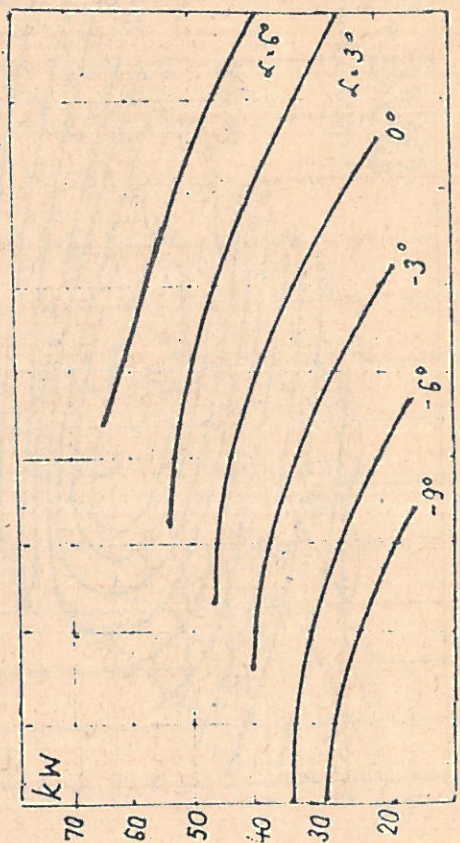
A.82

MV 2002-1

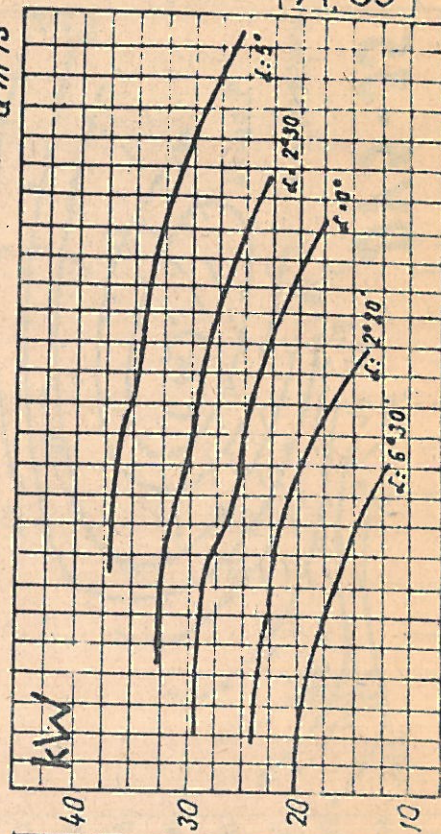
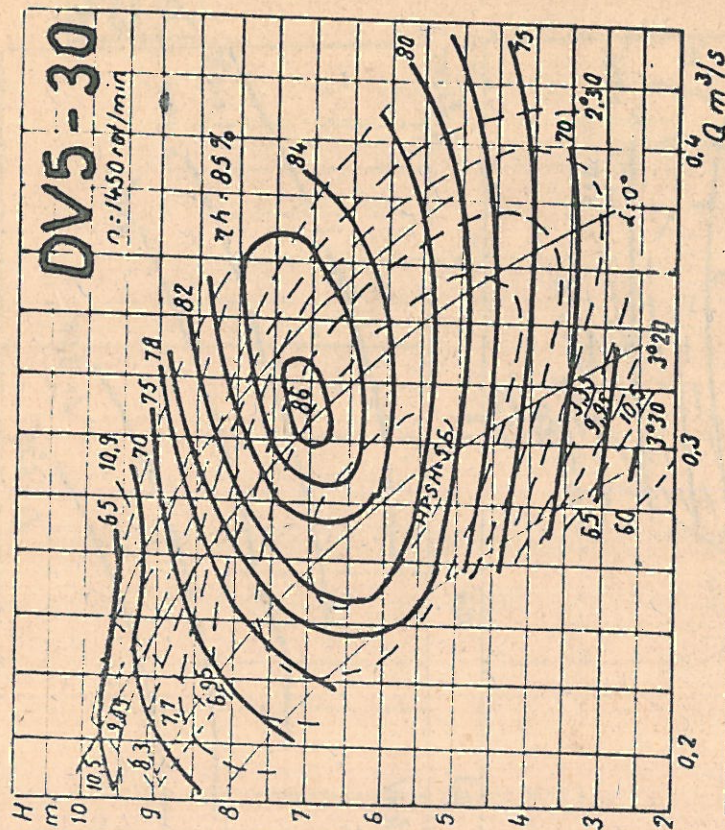
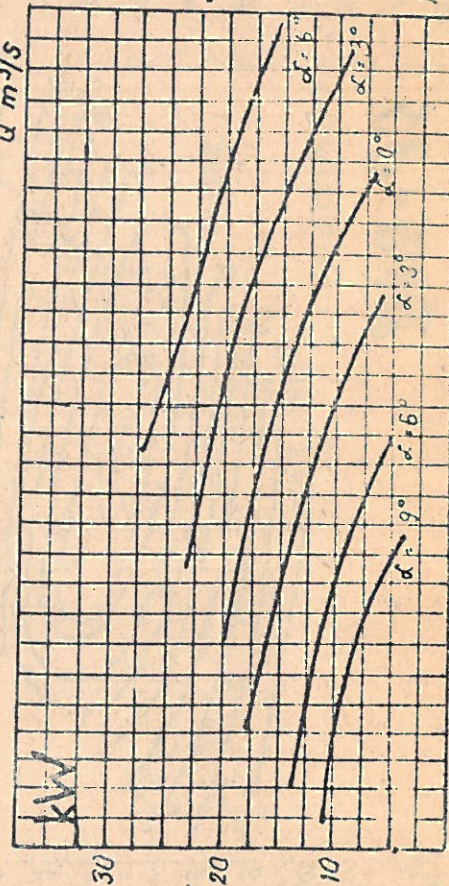
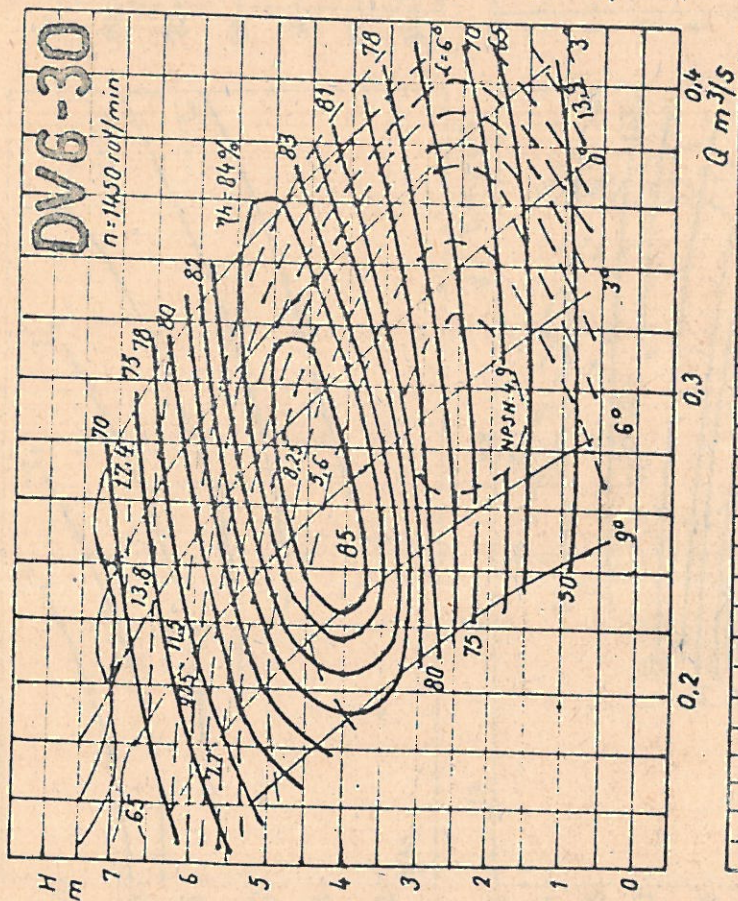


Încercările au fost făcute cu apă curată la 20°C



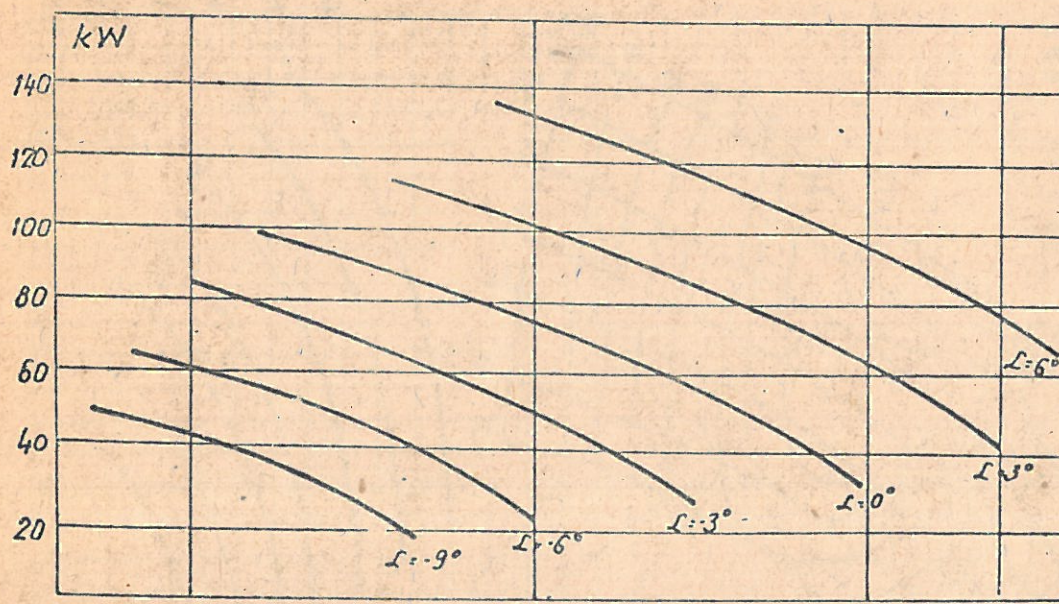
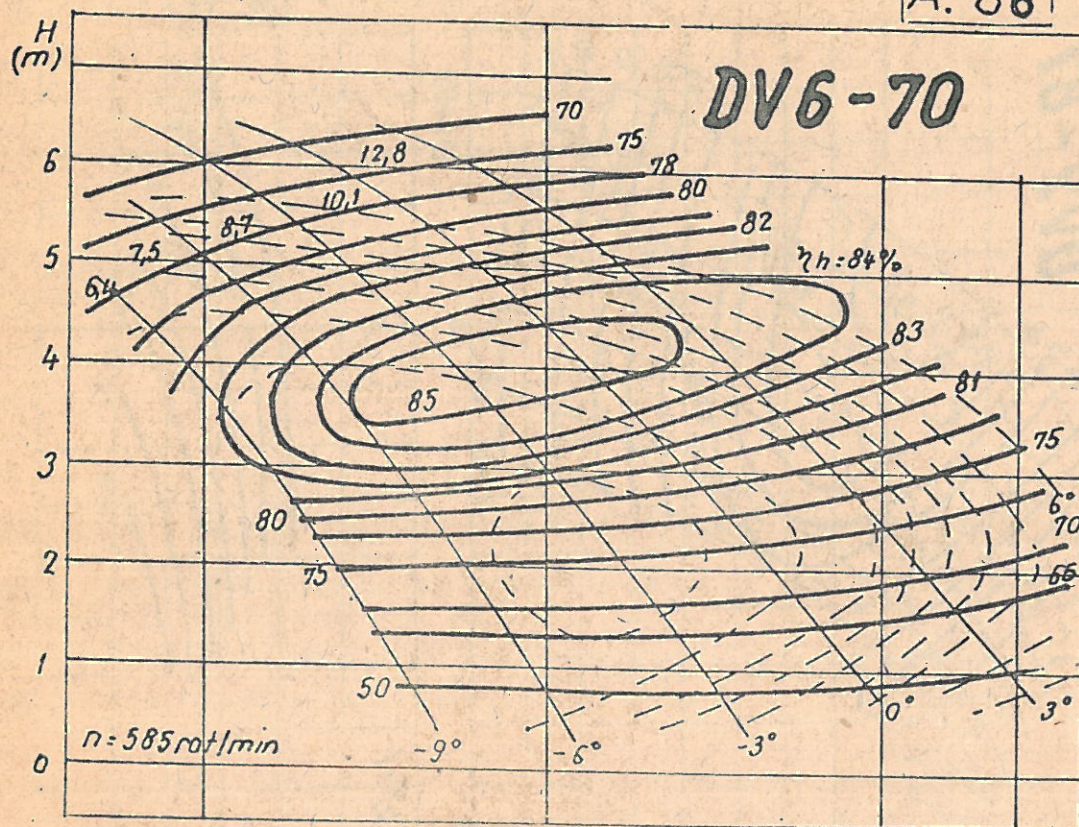


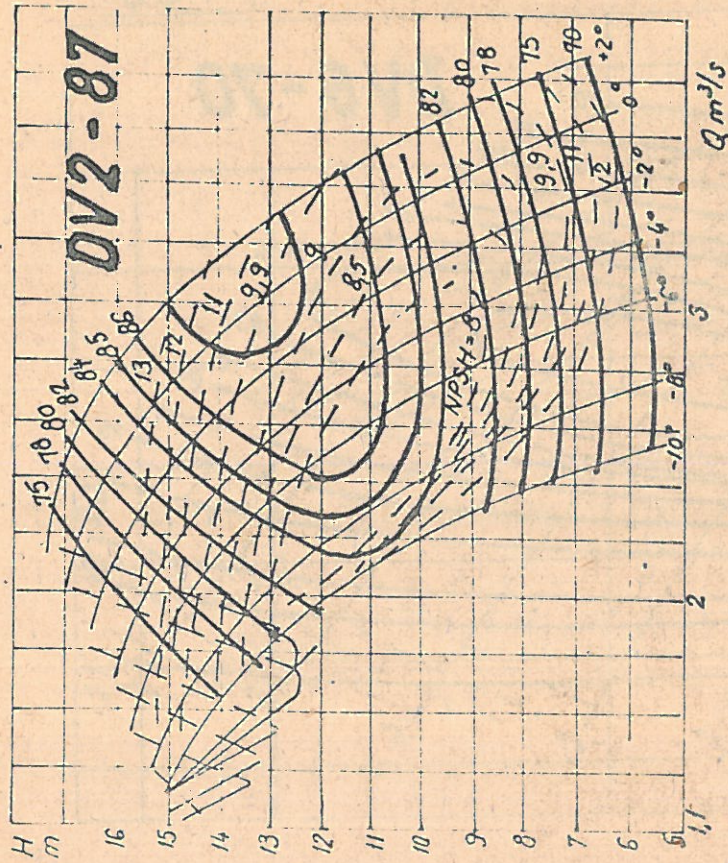
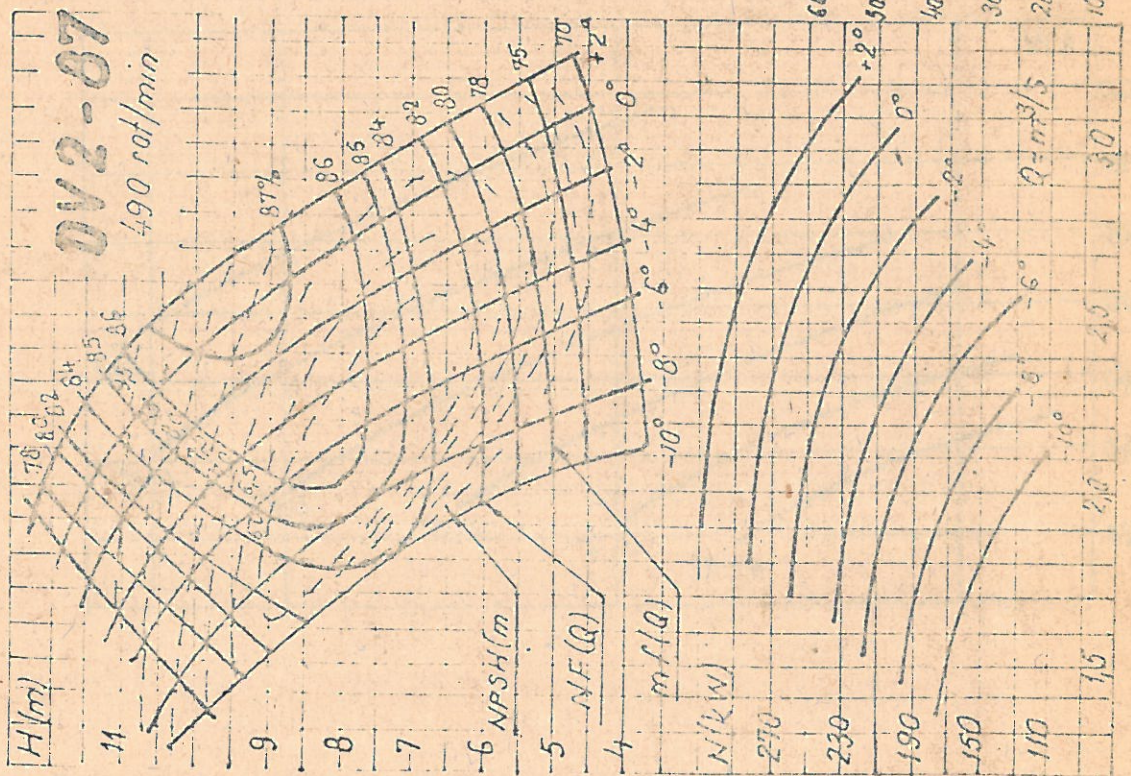
A. 84



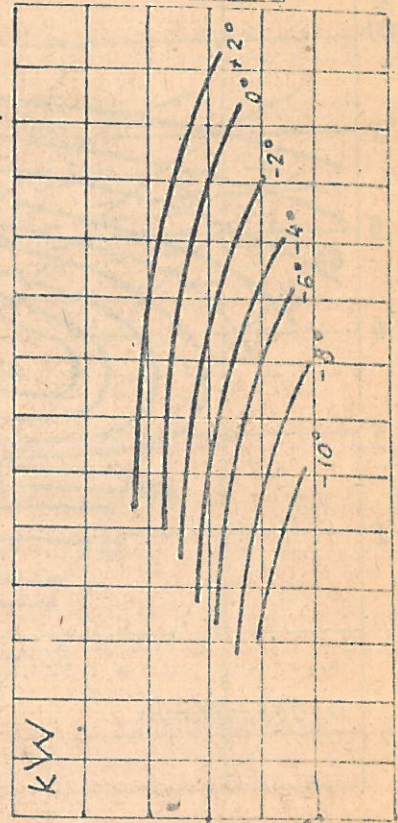
A.85

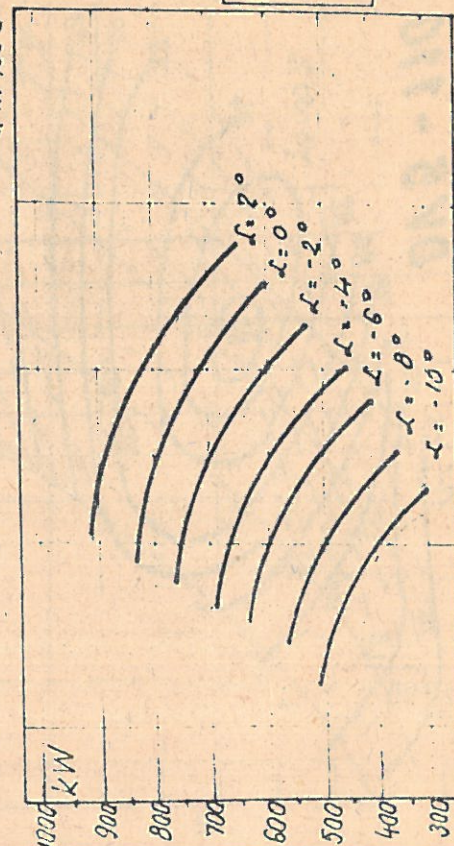
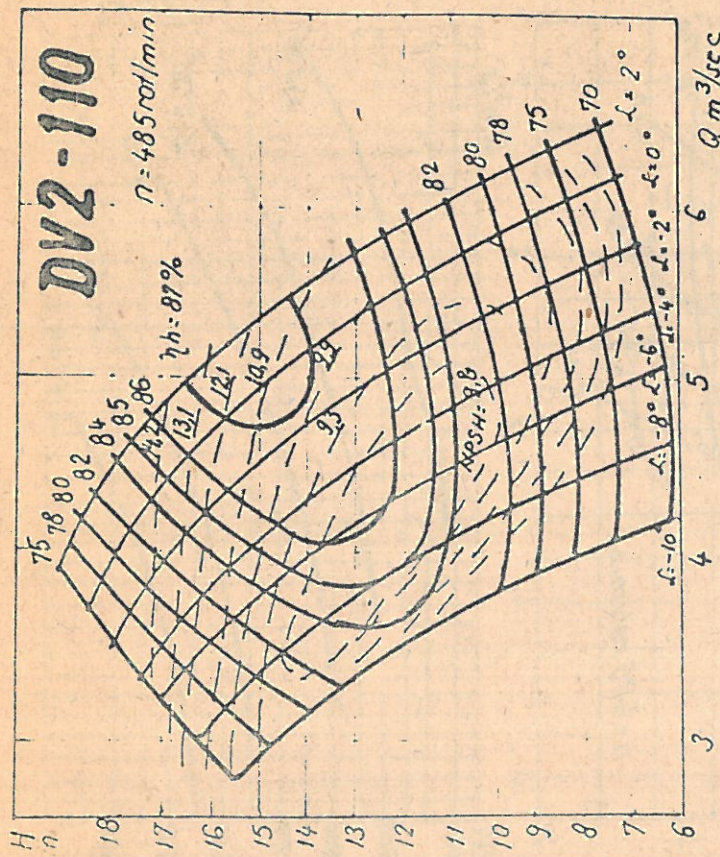
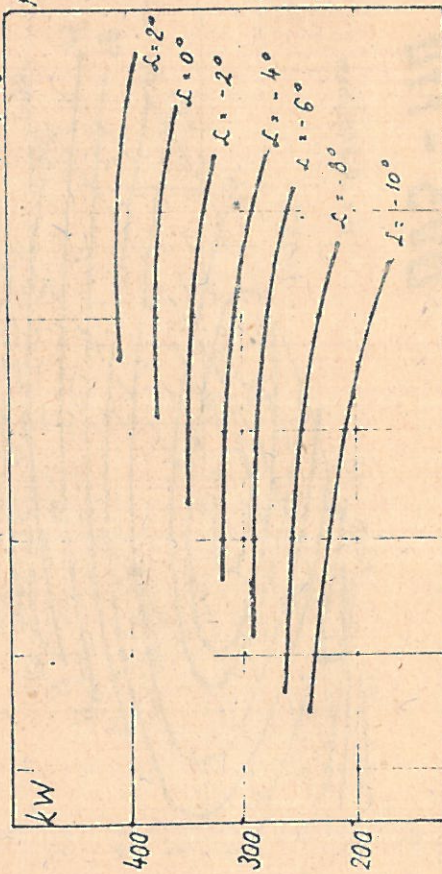
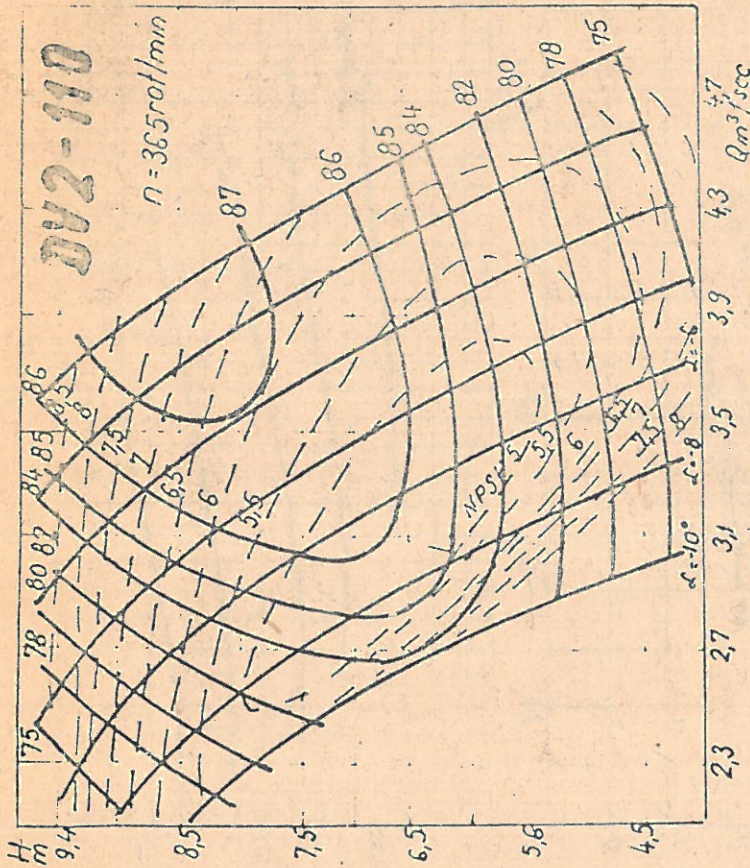
A. 86

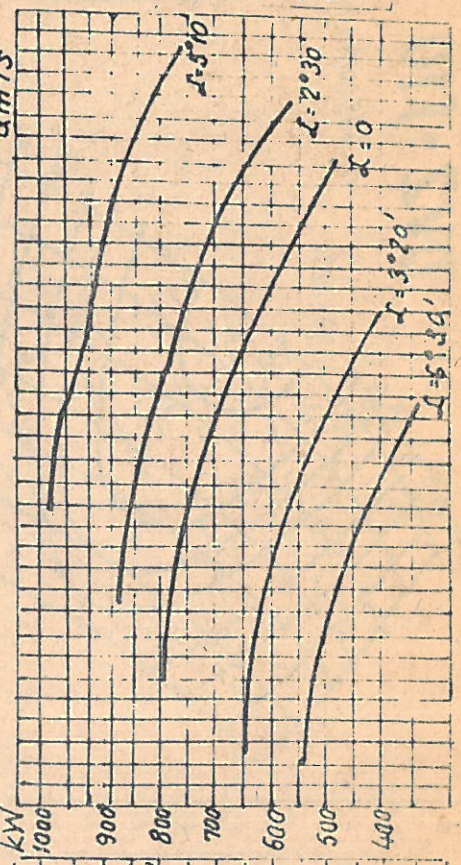
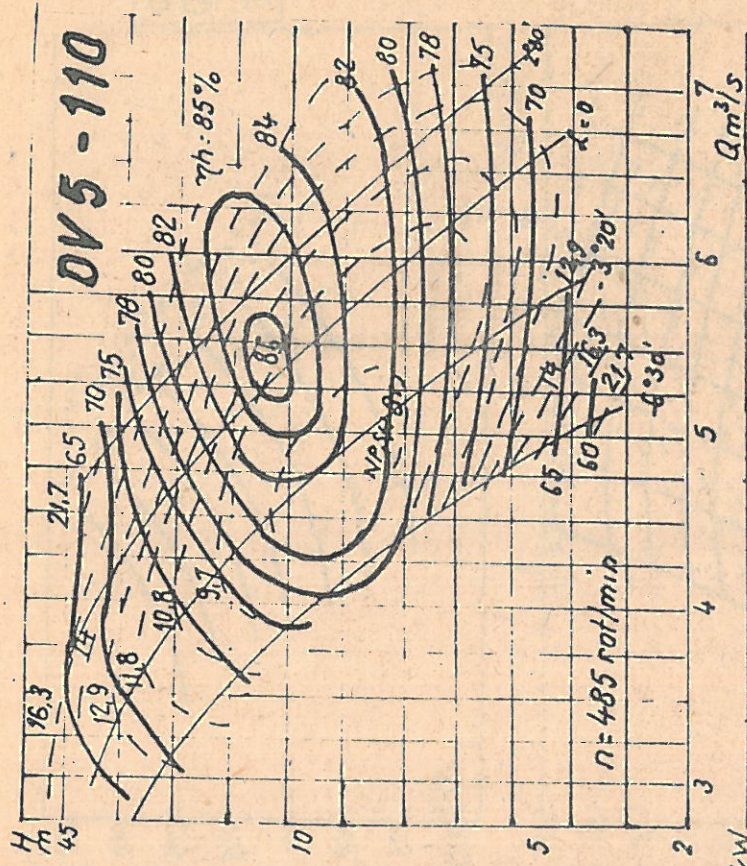
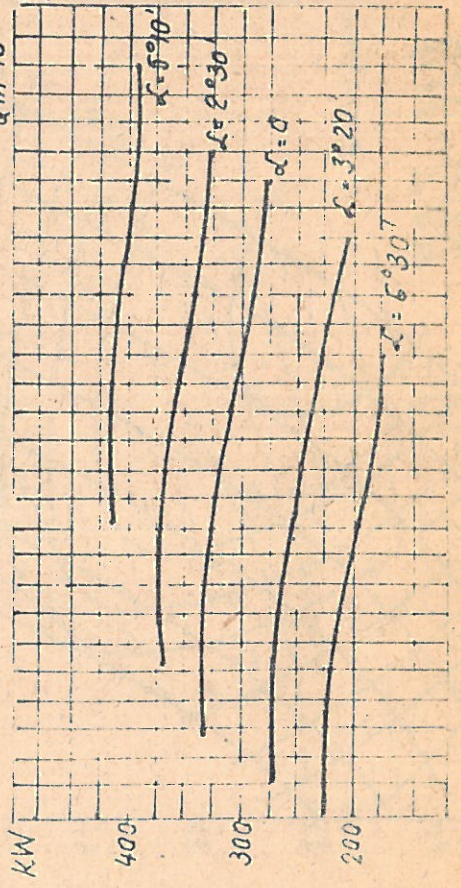
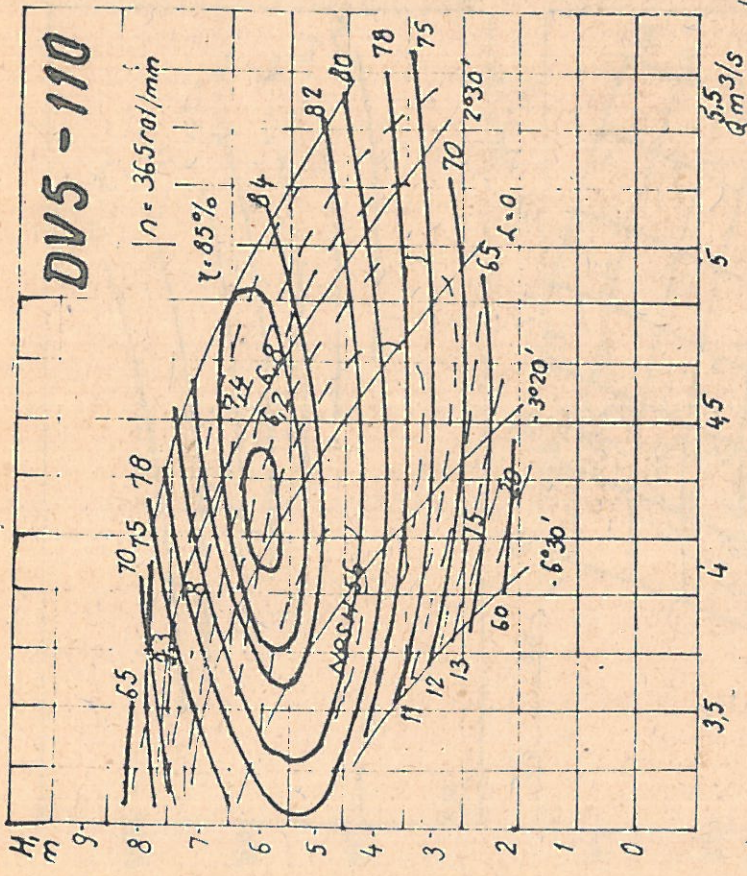




A. 87

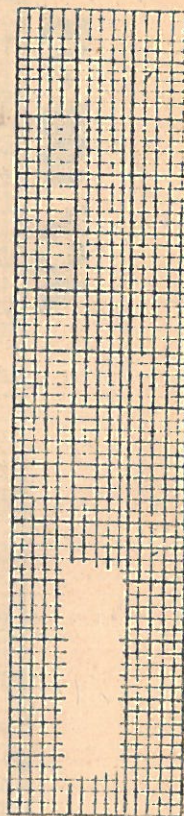
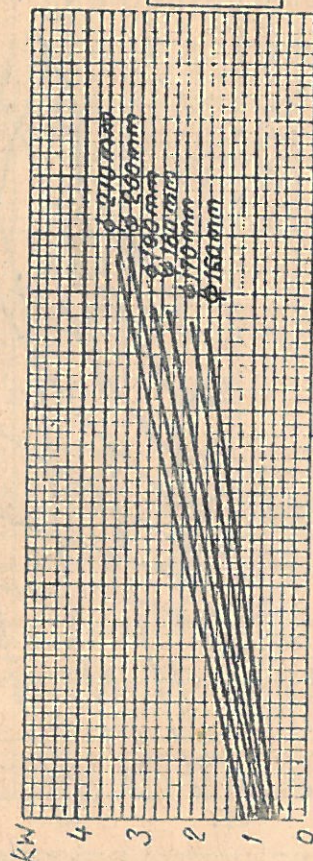
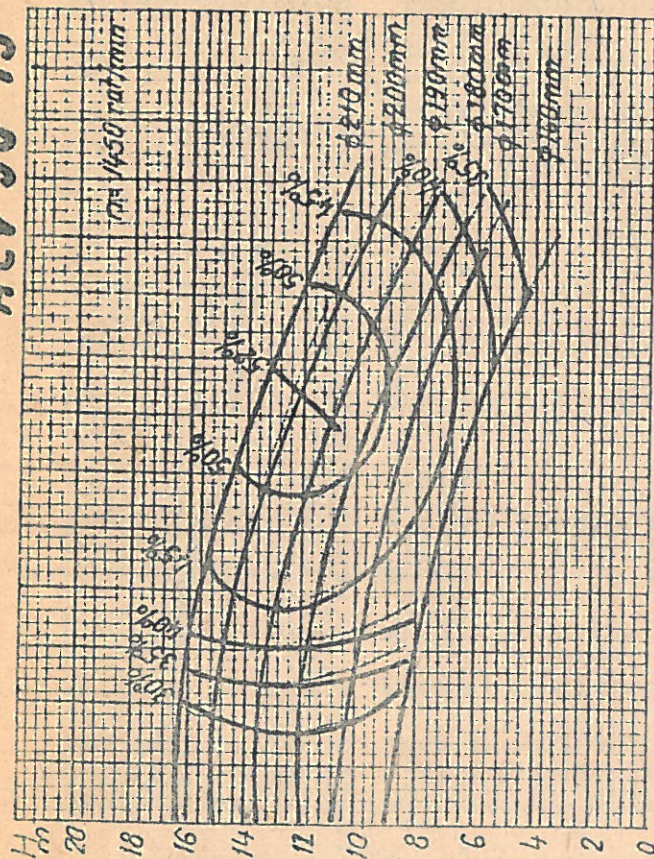
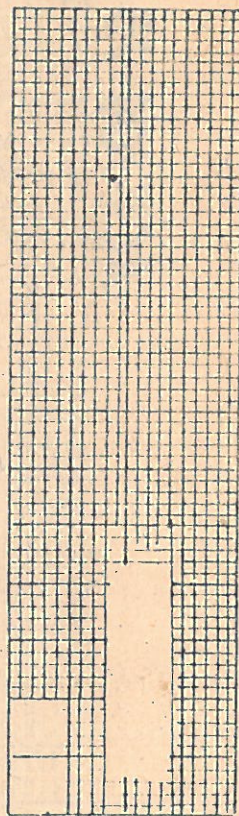
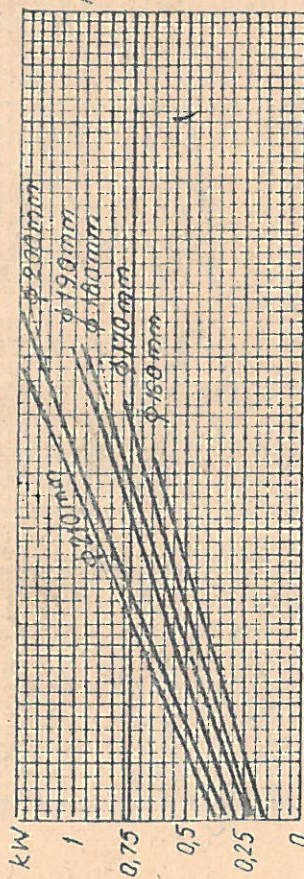
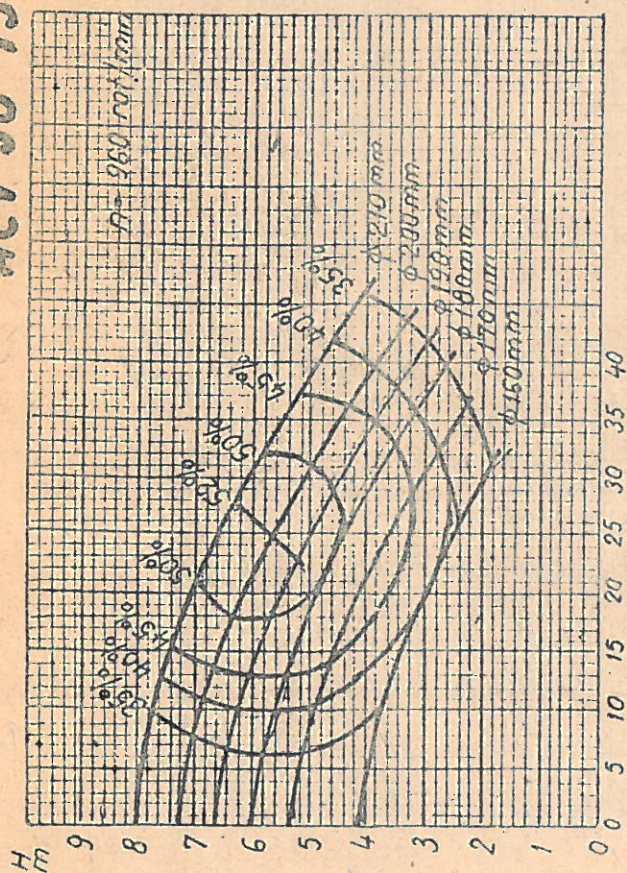






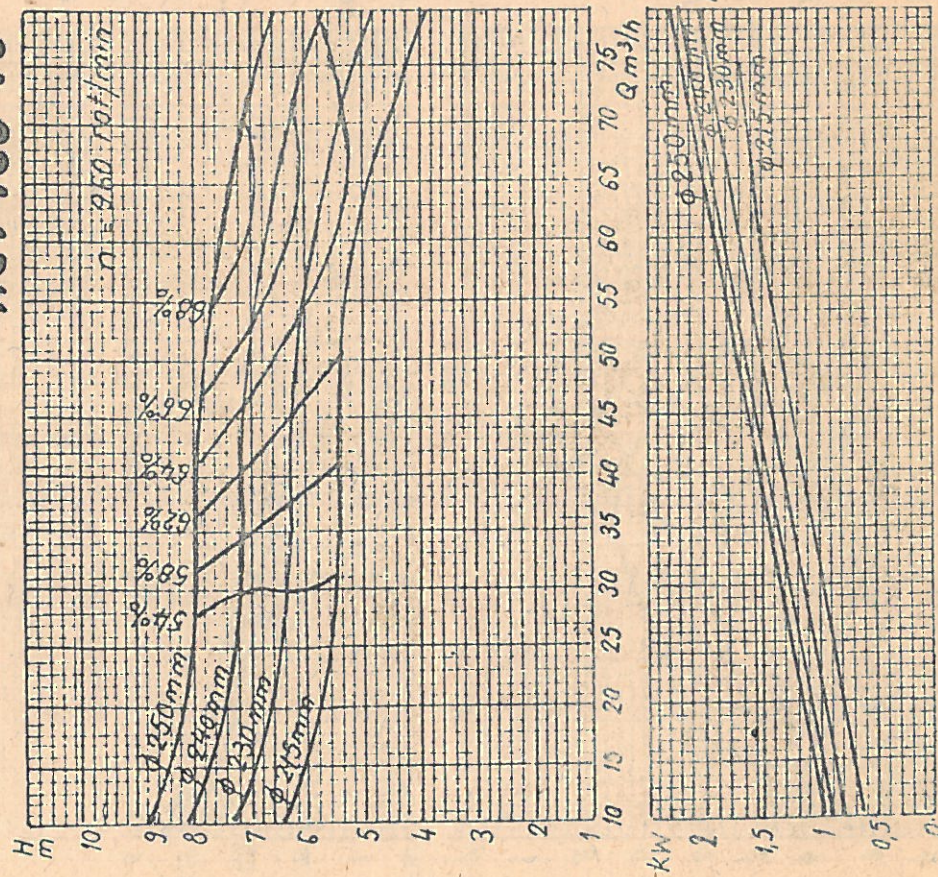
ACV 50-15

ACV 50-15

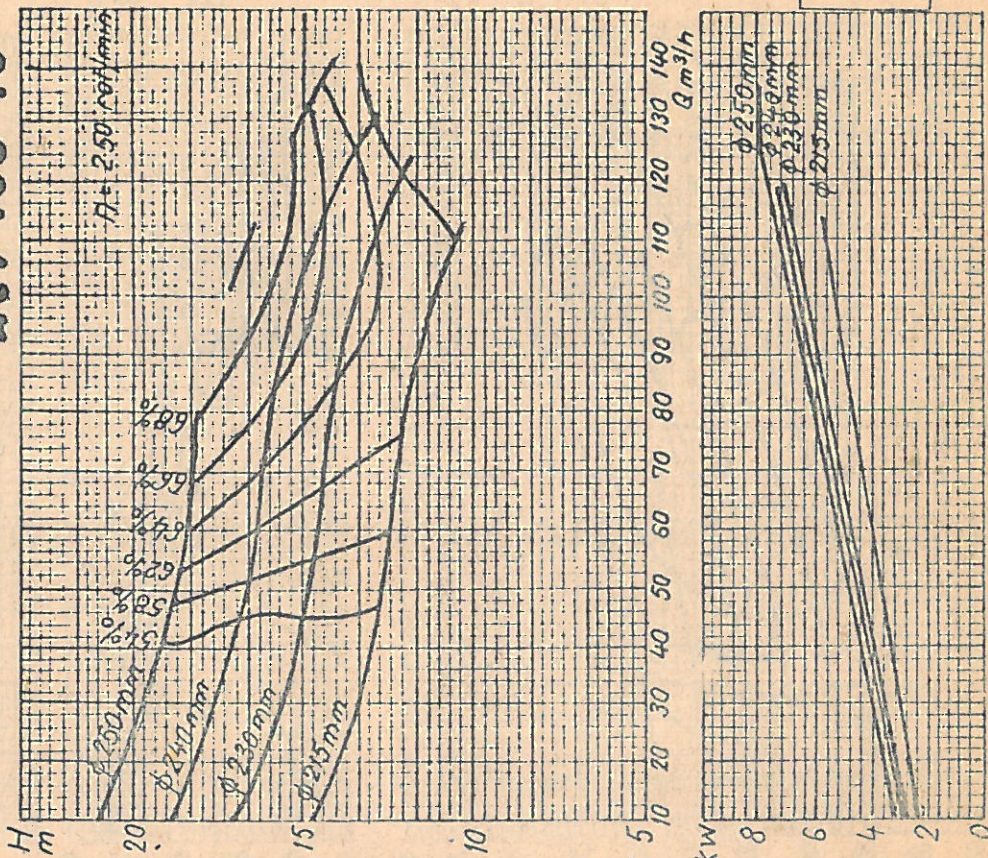


A. 90

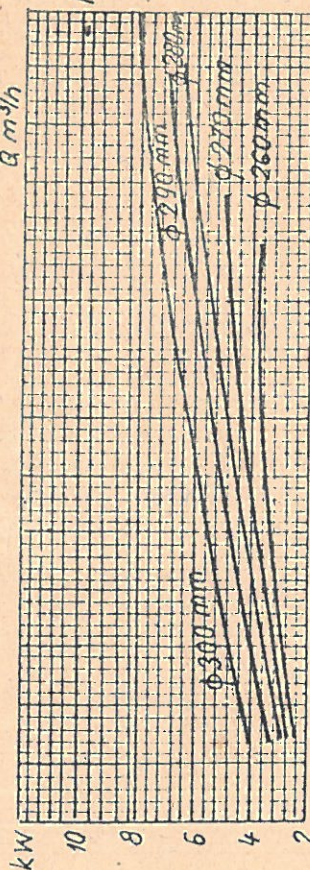
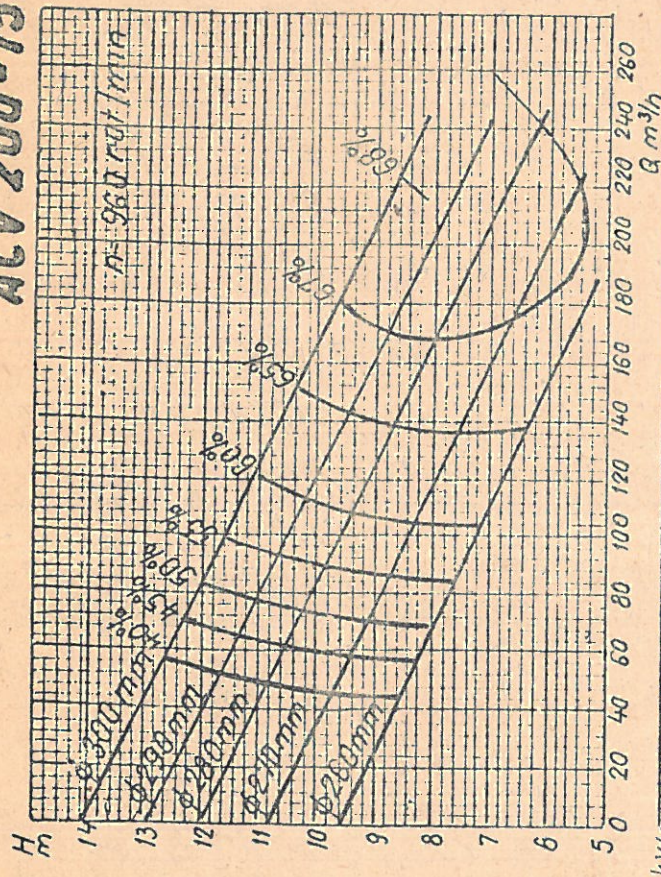
ACV 100-15



ACV 100-15



ACV 200-15



ACV 200-15

