



# ***Modul 1: Managementul și exploatarea stațiilor de pompare a apei potabile și apelor uzate***

## ***1.1. Acte legislative și normative cu privire la exploatarea stațiilor de pompare apă/canalizare***

***Lector: Șef lucr.dr.ing. Toma Daniel***



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





## 1. CONSIDERAȚII TEORETICE

## 2. ACTE LEGISLATIVE, NORMATIVE ȘI STANDARDE CU PRIVIRE LA EXPLOATAREA STAȚIILOR DE POMPARE

## 3. DERANJAMENTE FUNCȚIONALE ȘI METODE DE REMEDIERE

## 4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

## 5. RESPECTAREA REGIMURILOR DE FUNCȚIONARE PRESCRISE

## 6. MĂSURI DE PROTECȚIA ȘI SECURITATEA MUNCII PENTRU STAȚIILE DE POMPARE



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



### 1.1.1. CONSIDERAȚII GENERALE

O **stație de pompare** reprezintă un ansamblu de construcții hidrotehnice, echipamente hidromecanice de bază, care împreună cu instalațiile auxiliare, electrice și de automatizare, au ca scop să vehiculeze volume de apă ce urmează a satisface cerințele folosinței servite.

**Funcționarea unei stații de pompare** în condiții de eficiență energo-economică, presupune:

- o proiectare care să asigure o eficiență maximă în cele mai frecvente regimuri de lucru;
- o execuție care să se facă în conformitate cu proiectul elaborat;
- **o exploatare și întreținere eficientă.**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.1. CONSIDERAȚII GENERALE

**Exploatarea agregatelor și instalațiilor din stațiile de pompare presupune un complex de măsuri tehnice și organizatorice-administrative, care au drept scop asigurarea funcționării acestora timp îndelungat, în siguranță și la parametri optimi proiectați.**

Pompele, pe lângă o alegere judicioasă, mai necesită și o exploatare care trebuie să respecte cu rigurozitate indicațiile prevăzute de constructor în cartea tehnică a mașinii. Aceste cărți tehnice sunt elaborate de către producător și cuprind indicații specifice, pe tipuri constructive de pompe. De regulă, ele sunt transmise beneficiarului odată cu pompa, iar respectarea prevederilor devine obligatorie chiar de la recepționarea pompei.

Experiența demonstrează că, de multe ori, **cauzele unor defecțiuni importante, constatate în timpul exploatării, s-au datorat nerespectării sau neluării în considerare a unor indicații ce păreau lipsite de importanță la prima vedere.** Un exemplu, **frecvent întâlnit în exploatare**, îl constituie neverificarea sensului de rotație al agregatului de pompare, având de multe ori ca rezultat distrugerea pompei, datorită deșurubării rotorului, sau neobținerea parametrilor energetici necesari.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.1. CONSIDERAȚII GENERALE

**Personalul de exploatare trebuie să posede o calificare tehnică adecvată.** Acest personal are următoarele atribuții:

- executarea operațiilor pregătitoare în vederea pornirii propriu-zise a pompei;
- supravegherea funcționării agregatelor;
- respectarea regimurilor de funcționare prescrise;
- efectuarea manevrelor și reglajelor necesare;
- sesizarea avariilor;
- notarea constatărilor făcute în timpul funcționării în carnetul de bord al utilajului;
- executarea operațiilor de întreținere;
- respectarea regulilor de protecția muncii.

**Exploatarea stațiilor de pompare se realizează pe baza regulamentului de exploatare și întreținere specific.**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### **1.1.2. ACTE LEGISLATIVE, NORMATIVE ȘI STANDARDE CU PRIVIRE LA EXPLOATAREA STAȚIILOR DE POMPARE**

NP 133/2013 – Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților

GP 106-2004 - Ghid de proiectare, execuție și exploatare a lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare în mediul rural

GT 018-1997 - Ghid tehnic privind diagnosticarea regimului de funcționare și comportării în exploatare a grupurilor de pompare echipate cu recipienți de hidrofor

SR 10110-2006 - Alimentări cu apă. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare

STAS 12594-87 - Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### **1.1.2. ACTE LEGISLATIVE, NORMATIVE ȘI STANDARDE CU PRIVIRE LA EXPLOATAREA STAȚIILOR DE POMPARE**

SR EN 12050-1-2002 - Stații de pompare a apelor uzate pentru clădiri și terenuri. Principii de construcție și încercare. Partea 1: Stații de pompare pentru ape uzate cu materii fecale

SR EN 12050-2-2002 - Stații de pompare a apelor uzate pentru clădiri și terenuri. Principii de construcție și încercare. Partea 2: Stații de pompare pentru ape uzate fără materii fecale

SR EN 12050-3-2002 - Stații de pompare a apelor uzate pentru clădiri și terenuri. Principii de construcție și încercare. Partea 3: Stații de pompare cu aplicare limitată pentru ape uzate cu materii fecale

SR EN 12050-4-2002 - Stații de pompare a apelor uzate pentru clădiri și terenuri. Principii de construcție și încercare. Partea 4: Robinet de reținere pentru ape uzate cu materii fecale și fără materii fecale



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### **1.1.2. ACTE LEGISLATIVE, NORMATIVE ȘI STANDARDE CU PRIVIRE LA EXPLOATAREA STAȚIILOR DE POMPARE**

Norme specifice de securitate a muncii pentru alimentări cu apă a localităților și pentru nevoi tehnologice nr. 1995/387 din 1995

Legea 319/2006 – Monitorul Oficial nr. 646/26.07.2006 – Lege a securității și sănătății în muncă



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra







### 1.1.3. DERANJAMENTE FUNCȚIONALE ȘI METODE DE REMEDIERE

**În perioada exploatării**, la agregatele de pompare pot apărea anumite **incidente funcționale** care au ca efect un regim de lucru defectuos al instalației sau chiar oprirea ei din funcțiune.

Deranjamentele care apar într-o instalație pot fi împărțite în două categorii distincte:

- deranjamente privind pompa;
- deranjamente privind motorul electric.

Deoarece natura deranjamentelor funcțional-hidraulice este o comună pentru marea majoritate a diverselor categorii de pompe, ele pot fi grupate după aceleași criterii, fapt care prezintă avantajul unei depistări rapide a cauzei care le provoacă.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.3. DERANJAMENTE FUNCȚIONALE ȘI METODE DE REMEDIERE

#### 1. Pompa nu realizează debitul

Deranjamentele privind această caracteristică se constată atunci când debitul este nul sau insuficient.

Pompa realizează debit insuficient	
Cauze posibile	Remedieri necesare
1	2
Lipsa lichidului în rezervorul de aspirație	Se verifică nivelul lichidului în rezervorul de aspirație și se iau măsuri ca sorbul să nu rămână descoperit.
Amorsarea pompei nu este realizată	Se verifică dacă pompa este amorsată (vana de pe refulare fiind închisă, manometrul trebuie să indice presiunea maximă).
Vana de pe refulare a fost uitată în poziția închis	După amorsarea pompei se verifică vana de refulare și se deschide conform necesităților.
Sita sorbului este înfundată cu suspensii	Se verifică sorbul și se desfundă ochiurile sitei.
Sens de rotație inversat	Se verifică sensul de rotație al motorului electric și se iau măsuri ca acesta să corespundă cu cel indicat de săgeata de sens a pompei.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.3. DERANJAMENTE FUNCȚIONALE ȘI METODE DE REMEDIERE

#### 1. Pompa nu realizează debitul

Pompa realizează debit insuficient	
Cauze posibile	Remedieri necesare
1	2
Se găsesc pungi de aer pe traseul de aspirație	Se verifică modul de execuție a traseului de aspirație; dacă acesta este astfel construit încât creează posibilitatea formării unor pungi de aer, se va modifica instalația în conformitate cu recomandările referitoare la condițiile conductei de aspirație.
Uzuri pronunțate la rotoare și labirinți	Dacă pompa este construită din materiale normale, dar funcționează cu lichide care au în suspensie particule abrazive, uzurile vor fi mult mai rapide, în special la rotor și inelele labirint, ceea ce conduce la creșterea cantității de lichid ce trece din camera de refulare către aspirație. Prin aceasta, debitul total de lichid se micșorează apreciabil. Ca remediu, se recomandă înlocuirea piezelor uzate cu altele din material adecvate, rezistente la abraziune.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.3. DERANJAMENTE FUNCȚIONALE ȘI METODE DE REMEDIERE

#### 1. Pompa nu realizează debitul

Pompa realizează debit insuficient	
Cauze posibile	Remedieri necesare
1	2
Caracteristicile lichidului diferă față de cele avizate	Dacă lichidul vehiculat diferă prin caracteristicile sale, față de cele avizate de furnizor (de exemplu, viscozitate prea mare), debitul se va reduce în mod corespunzător. În această situație, dacă noile caracteristici nu sunt satisfăcătoare, singura soluție constă în înlocuirea pompei cu alta, adecvată lichidului vehiculat.
Funcționare în regim intens de cavitație	Funcționarea în regim intens de cavitație se manifestă prin zgomote caracteristice, asemănătoare cu cele provocate de o avalanșă de pietre. În această situație, pompa se va opri imediat, urmând să se procedeze la înlăturarea cauzelor care generează funcționarea într-un astfel de regim: înălțime de aspirație ce depășește posibilitatea de aspirație a pompei, creșterea pierderilor de sarcină pe aspirație.



WITH FUNDING FROM  
AUSTRIAN  
DEVELOPMENT  
COOPERATION



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



### **1.1.3. DERANJAMENTE FUNCȚIONALE ȘI METODE DE REMEDIERE**

## **2. Pompa nu realizează înălțimea de refulare**

Defecțiunile privind înălțimea de refulare se constată simplu, citind indicațiile manometrului racordat la orificiul de refulare al pompei. Aceasta trebuie să indice o valoare apropiată de cea avizată la contractare.

Cauzele defecțiunilor care determină nerealizarea debitului sunt valabile și pentru înălțimea de refulare (lipsa lichidului în rezervorul de aspirație, amorsarea pompei nu este realizată, sita sorbului este complet înfundată, sensul de rotație inversat, turația pompei este apreciabil mai redusă față de valoarea nominală, punși de aer pe traseul conductei de aspirație, uzuri pronunțate ale pieselor hidraulice, funcționarea în regim de cavitație).



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





#### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

Această noțiune, **utilizată frecvent în limbajul curent din domeniul exploatării pompelor**, este definită de un **fenomen ce poate avea loc în timpul funcționării pompei și este determinat de transformarea în vapori a lichidului din conducta de aspirație**.

Procesul de apariție a cavitației în cazul pompelor are loc astfel: în anumite condiții (înălțime geometrică de aspirație mare, temperatura lichidului ridicată, presiune atmosferică redusă la altitudini mari), presiunea lichidului din conducta de aspirație și din interiorul pompei poate atinge, în unele zone, valori reduse, corespunzătoare presiunii de vaporizare a lichidului respectiv ( $p_v$ ). Se produce astfel local vaporizarea lichidului, prin degajarea unor bule de aer care creează goluri (cavități) în masa de lichid.

La pătrunderea acestora în zone cu presiuni mai ridicate ( $p > p_v$ ), are loc un fenomen de surpare / implozie însoțit de condensarea vaporilor conținuți în bulele de aer.

**Cavitația afectează, cu urmări grave, echipamentele hidromecanice, instalațiile hidraulice și construcțiile hidrotehnice**. Suprafața unei piese care a funcționat în regim de cavitație se prezintă cu multe găuri și scobituri, caracteristice care evidențiază fenomenul.

Cavitația se manifestă prin zgomote puternice și vibrații caracteristice, debit pulsatoriu, creșteri bruște ale puterii absorbite etc.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra







### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR



**Foto. 1** Efecte ale cavitației asupra rotoarelor pompelor



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR



**Foto 1** Efecte ale cavitației asupra rotoarelor pompelor



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra







### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

Pentru ca să existe o continuitate a curgerii coloanei de lichid în conducta de aspirație, este necesar ca presiunea din rezervorul de aspirație să fie superioară presiunii la flanșa de aspirație a pompei. În acest scop, lichidul trebuie să posede la intrarea în pompă o presiune absolută, care trebuie să fie superioară presiunii de vaporizare la temperatura de funcționare. Diferența dintre această presiune absolută și presiunea de vaporizare este reprezentată tocmai de parametrul *NPSH*, adică:

$$NPSH = \frac{p_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g} - \frac{p_v}{\rho g} \quad (1)$$

unde:  $\frac{p_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g}$  – presiunea absolută totală (statică și dinamică) la intrarea în pompă (m);

$\frac{p_v}{\rho g}$  – presiunea de vaporizare a lichidului la temperatura de funcționare (m).



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

Se pot evidenția următoarele mărimi care caracterizează din punct de vedere cavitațional funcționarea pompei în instalația de pompare:

- **înălțimea energetică netă absolută de aspirație necesară pompei**, notată în literatura cu  **$NPSH_p$**  (*net positive suction head*).

Aceasta este o caracteristică dependentă exclusiv de tipul și construcția pompei, iar valoarea sa se determină de către uzinele constructoare de pompe, pe cale experimentală, în standuri de probe (curba  **$NPSH_p$**  există în cataloagele de pompe).

- **înălțimea energetică netă absolută de aspirație disponibilă a instalației** -  **$NPSH_d$** :

$$NPSH_d = \frac{p_{at} - p_v}{\rho g} - H_{gs} - h_{rs} \quad (2)$$

Termenii care definesc  **$NPSH_d$**  sunt independenți de construcția pompei și funcție de condițiile de amplasare ale instalației de pompare, respectiv de condițiile de amplasare ale pompei în instalație.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





## 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

### 1. Curbele caracteristice de cavitație ale pompelor

Dacă se notează prin  $Q_x$  debitul curent al ansamblului pompă-rețea, pe baza curbelor caracteristice de cavitație (Fig. 1) rezultă:

- dacă  $Q_A < Q_x < Q_B$ , pompa funcționează fără cavitație ( $NPSH_d > NPSH_p$ );
- dacă  $Q_x = Q_A$  sau  $Q_x = Q_B$ , pompa lucrează în cavitație incipientă ( $NPSH_d = NPSH_p$ );
- dacă  $Q_x < Q_A$  sau  $Q_x > Q_B$ , pompa funcționează în cavitație deplină ( $NPSH_d < NPSH_p$ ).

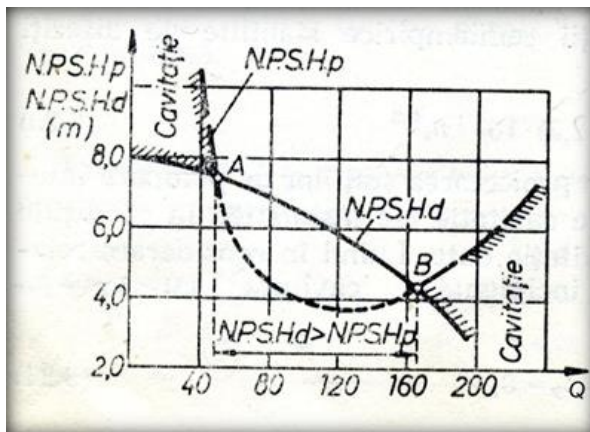


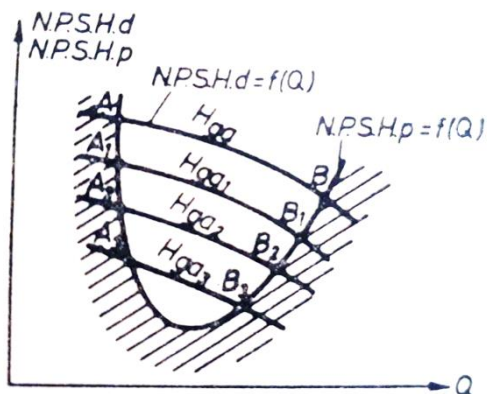
Fig. 1 Caracteristicile de cavitație ale unei pompe centrifuge și ale unei instalații de pompare



## 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

### 1. Curbele caracteristice de cavitație ale pompelor

Stațiile de pompare, având nivel de aspirație variabil, fără vană pe conducta de aspirație, sunt caracterizate printr-o familie de curbe  $NPSH_d = f(Q)$ , al căror parametru este înălțimea geometrică de aspirație  $H_{ga}$  (Fig. 2). Intersectând această familie de curbe cu caracteristica  $NPSH_p = f(Q)$  a pompei, se determină domeniul de funcționare fără cavitație al stației, ca fiind cel caracterizat prin condiția  $NPSH_d > NPSH_p$ .



**Fig. 2** Evidențierea domeniului de funcționare în afara regimului de cavitație pentru o instalație ce realizează  $H_{ga}$  variabil

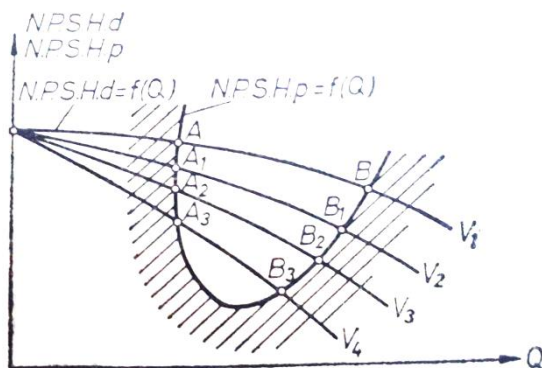


### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

#### 1. Curbele caracteristice de cavitație ale pompelor

Pentru stațiile de pompare având nivel de aspirație constant  $H_{ga} = \text{const.}$  și cu vana pe conducta de aspirație, rezultă o familie de curbe  $NPSH_d = f(Q)$ , al căror parametru îl constituie coeficientul de pierdere locală al vanei  $\zeta_v$ , funcție de gradul de deschidere.

Intersectând această familie de curbe cu caracteristica  $NPSH_p = f(Q)$  a pompei, se definește domeniul de funcționare fără cavitație al stației ca în Fig. 3. Din această figură rezultă că odată cu creșterea pierderilor de sarcină pe conducta de aspirație, domeniul de debite în care pompa funcționează fără cavitație se restrânge.



**Fig. 3** Evidențierea domeniului de funcționare în afara regimului de cavitație pentru o instalație ce realizează  $H_{ga} = \text{const.}$  și are o vană pe conducta de aspirație ( $\zeta_v$  - parametru)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

## 2. Măsurile pentru prevenirea cavităției

În funcționarea instalațiilor de pompare se impune evitarea apariției cavităției datorită ansamblului de fenomene pe care le generează: vibrații, zgomote, pierderi de material prin eroziune, perturbarea fluxului hidrodinamic și alterarea performanțelor energetice ale pompelor.

**Este obligatoriu în perioada de exploatare să fie respectate nivelurile în bazinul de aspirație** al agregatelor de pompare, **deoarece nivelurile minime ( $Z_I^{min}$ ) înseamnă  $H_{gs}^{lim}$  și deci pericol de apariție a regimului cavitățional**. Astfel, înălțimea geometrică de aspirație trebuie limitată la o valoare ce exclude apariția cavităției, chiar și la pomparea debitului maxim:

$$H_{gs} < H_{gs}^{lim} \quad (3)$$

unde:  $H_{gs}$  – înălțimea geometrică de aspirație;

$H_{gs}^{lim}$  – înălțimea geometrică limită de aspirație.



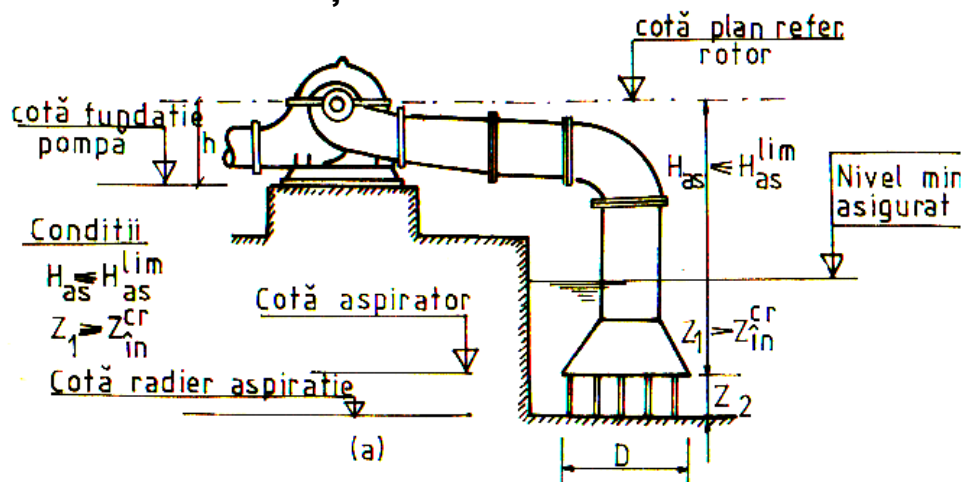
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





## 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

### 2. Măsurile pentru prevenirea cavităției



$$Z_1 = (1,5 + 3) D$$

$$Z_2 = (1/3 + 1/2) D$$

$$H_{as}^{lim} = 10,33 - \frac{C.T}{900} - h_v - h_{ras} - N.P.S.H.$$

Fig. 4 Amplasarea pe verticală a pompelor cu ax orizontal



### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

## 2. Măsurile pentru prevenirea cavitației

Înălțimea geometrică limită de aspirație se calculează cu relația:

$$H_{gs}^{lim} = \frac{p_I}{\rho g} - h_v(T) - M_{rs} Q_{pmax}^2 - NPSH_p \quad (4)$$

pentru a deveni atunci când se aspiră sub presiunea atmosferică:

$$H_{gs}^{lim} = 10,33 - \frac{Z_I}{900} - h_v(T) - M_{rs} Q_{pmax}^2 - NPSH_p \quad (5)$$

unde:  $Z_I$  – cota suprafeței libere a apei din rezervorul de aspirație;

$h_v(T)$  – presiunea de vaporizare (depinde de temperatură);

$M_{rs}$  – modulul de rezistență hidraulică al conductei de aspirație;

$Q_{pmax}$  – debitul maxim vehiculat de pompă;

$NPSH_p$  – înălțimea energetică netă absolută de aspirație necesară pompei.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra







### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

## 2. Măsurile pentru prevenirea cavitației

**Pierderile de sarcină pe linia de aspirație trebuie reduse la valori minime – rezonabile.**

Pentru reducerea pierderilor de sarcină, prin proiectare se recurge la conducte de aspirație cât mai scurte, cu puține schimbări de direcție și/sau diametru, se evită folosirea vanelor cu  $\zeta_v$  mare, și se limitează vitezele în conductă la  $c_a = 1 \div 1,5$  m/s.

**În exploatare se controlează periodic starea de curățenie a sorburilor, a circuitului de aspirație, și se asigură că vanele, când există, sunt - în condiții normale - complet deschise.**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



#### **1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR**

### **3. Studiu de caz – Stația de pompare Păcurari 2**

**În exploatarea sistemelor hidraulice cu pompări pot fi sesizate unele abateri de la performanțele scontate la întocmirea proiectului.**

Problema apare de obicei datorită unor neconcordanțe între caracteristicile efective ale sistemului existent și cele avute în vedere la proiectarea SP, datorită cărora pompele instalate funcționează cu debite excesive, în regimuri situate aproape de capătul „dreapta” al caracteristicilor de sarcină, cu consecințele corespunzătoare: pompele au tendința de a cavita (în funcție de nivelurile de apă din rezervoarele asociate), pentru ca în cazurile extreme să apară riscul supraîncălcării motoarelor de acționare și de apariție a unor vibrații puternice.

Pentru evitarea acestor deficiențe, se impune ajustarea corespunzătoare a regimurilor de funcționare – în condițiile reale existente - astfel încât regimurile efective să fie deplasate spre stânga, pe curba de sarcină reală a pompei folosite.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

## 3. Studiu de caz – Stația de pompare Păcurari 2

Analiza este exemplificată prin studiul de caz al ajustării regimurilor de funcționare ale S.P. Păcurari 2, stație de pompare din cadrul sistemului de alimentare cu apă a municipiului Iași.

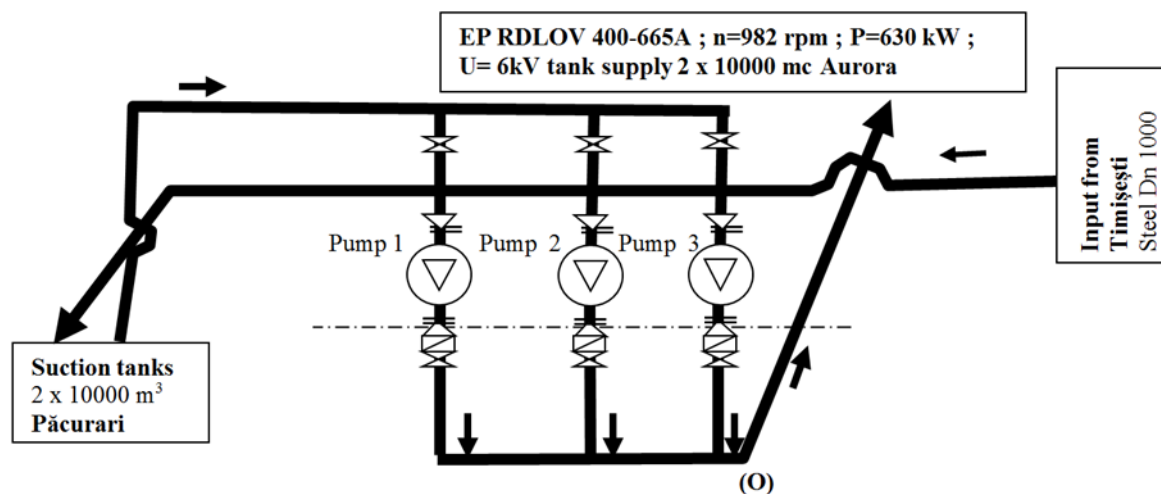


Fig. 5 Schema instalației de pompare S.P. Păcurari 2



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





## 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

### 3. Studiu de caz – Stația de pompare Păcurari 2

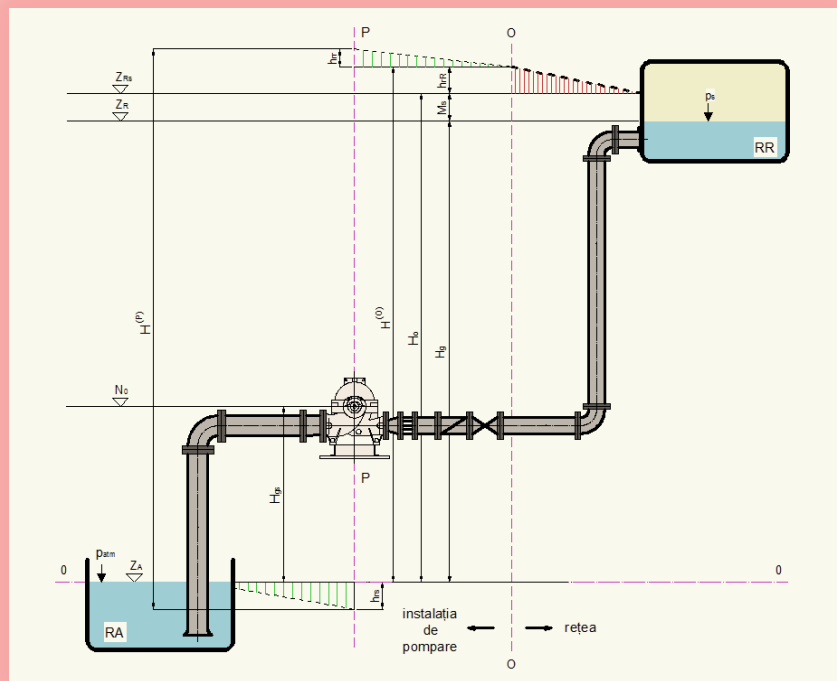


Fig. 6 Schema generală a unei instalații de pompare



WITH FUNDING FROM  
AUSTRIAN  
DEVELOPMENT  
COOPERATION



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

#### 3. Studiu de caz – Stația de pompare Păcurari 2

Analiza se referă la situația în care, **în condițiile concrete de exploatare, regimul de funcționare a pompei, este situat spre „limita dreapta” a domeniului recomandat de utilizare**, cu consecințele negative corespunzătoare (pericol de apariție a cavitației, respectiv – supraîncărcarea motorului de acționare). Situația menționată poate fi evitată prin „deplasarea spre stânga” a respectivului punct de funcționare. Având în vedere că, curba caracteristică a rețelei redă cerințele efective ale sistemului servit, această „deplasare spre stânga” a punctului de funcționare poate fi asigurată rațional doar prin modificarea *caracteristicii reduse de sarcină a pompei*, în sensul coborârii acesteia în planul  $(Q, H)$  al analizei.

În limite rezonabile, pentru ajustarea corespunzătoare a regimului de funcționare, aceasta poate fi asigurată prin modificarea caracteristicii pierderilor de sarcină pe comunicațiile asociate pompei, în sensul sporirii modulului de rezistență hidraulică al acestora.

O soluție relativ puțin costisitoare constă în plasarea unei diafragme la racordul de refulare al pompelor.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





## 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

### 3. Studiu de caz – Stația de pompare Păcurari 2

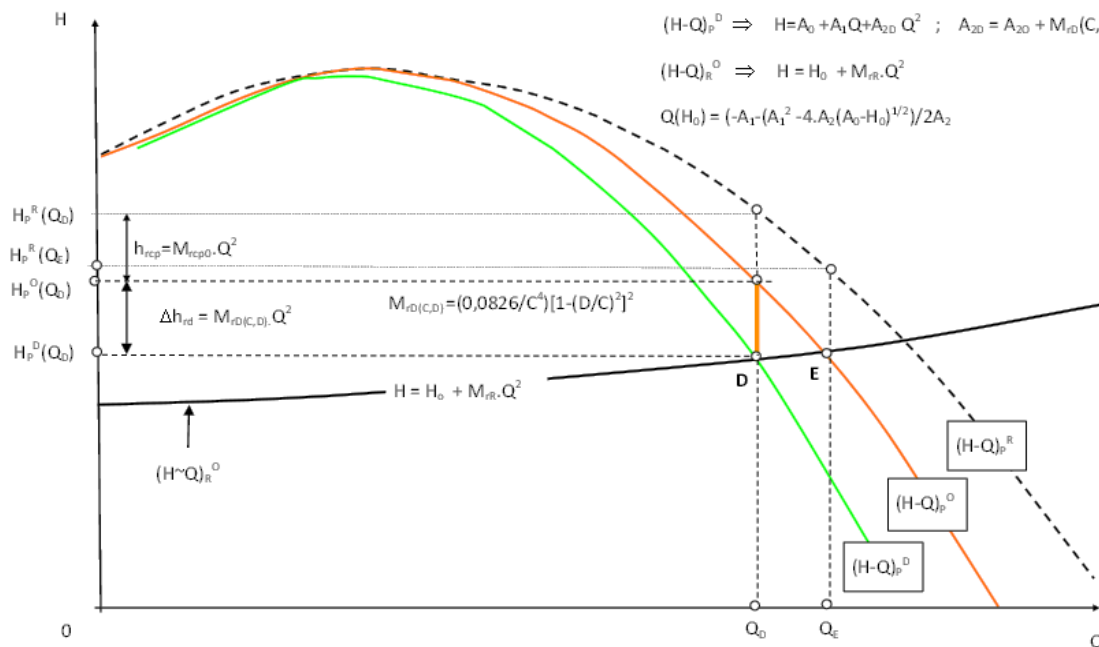
$$(H-Q)_p^R \Rightarrow H = A_0 + A_1 Q + A_2 Q^2$$

$$(H-Q)_p^O \Rightarrow H = A_0 + A_1 Q + A_{20} Q^2 ; A_{20} = A_2 + M_{rcp0}$$

$$(H-Q)_p^D \Rightarrow H = A_0 + A_1 Q + A_{2D} Q^2 ; A_{2D} = A_{20} + M_{rD}(C,D)$$

$$(H-Q)_R^O \Rightarrow H = H_0 + M_{rR} Q^2$$

$$Q(H_0) = (-A_1(A_1^2 - 4A_2(A_0 - H_0))^{1/2}) / 2A_2$$

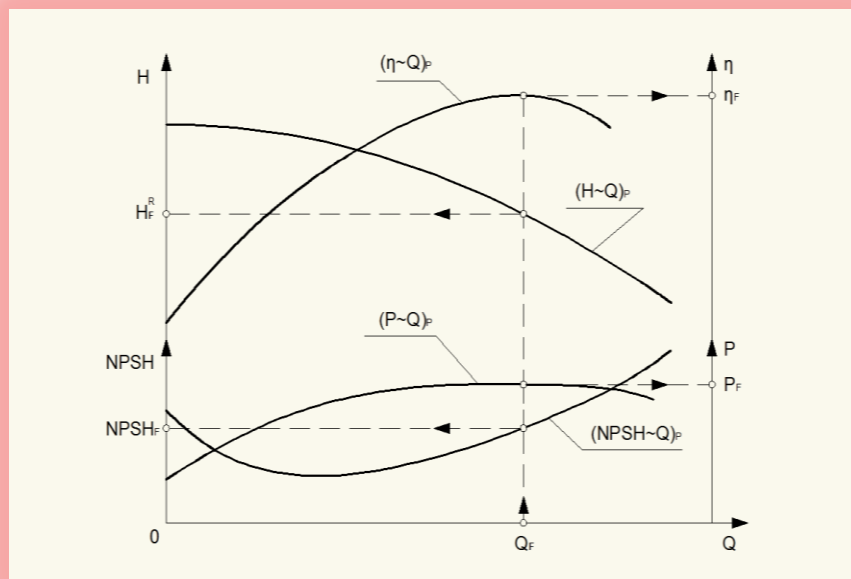


**Fig. 7** Regimurile de functionare ale S.P. cu diafragmă la refularea pompelor



### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

## 3. Studiu de caz – Stația de pompare Păcurari 2



**Fig. 8** Determinarea caracteristicilor funcțional - energetice corespunzătoare debitului pompat în regimul de lucru studiat



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.4. CAVITAȚIA ÎN FUNCȚIONAREA POMPELOR

## 3. Studiu de caz – Stația de pompare Păcurari 2

În urma unor calcule tehnice, s-a ajuns la concluzia că, **pentru a evita cavitația în oricare regim realizabil în exploatare**, cel mai potrivit diametru al diafragmei plasate la racordul de refulare **Dn 500 mm** al pompei este  **$D = 280$  mm**.

## 4. Concluzii privind cavitația

Utilizarea practică a curbelor caracteristice de cavitație ale pompelor din stațiile de pompare presupune dotarea acestora cu aparatură de măsură adecvată, pentru mărimile caracteristice energetice, precum și **instruirea temeinică a personalului de exploatare**.

**Necunoașterea acestor probleme de către personalul în exploatare au urmări dintre cele mai grave asupra agregatelor.**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra







### 1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise

Instalațiile de pompare deservește rețele ale căror cerințe pot varia în timp între un debit minim și debitul de dimensionare. Apare astfel necesitatea reglării pompelor pentru vehicularea diferitelor debite cerute de utilizator, în condiții de eficiență energo - economică.

**Variația debitului pompat se poate realiza utilizând diverse metode:**

- **modificarea caracteristicii de sarcină a instalației**, redusă la originea refulării, prin:
  - modificarea caracteristicii pierderilor de sarcină ( $h_{rcp} \sim Q$ ) a comunicațiilor pompelor;
  - modificarea caracteristicii de sarcină proprii pompelor ( $H \sim Q$ )<sub>P</sub><sup>R</sup>;
  - modificarea caracteristicii rezultante a instalației de pompare echipată cu pompe cuplate în paralel;
- **funcționarea intermitentă a agregatului de pompare și compensarea debitului, cu asigurarea sarcinii cerute de rețea.**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise

#### 1. Reglarea prin acționarea la turație variabilă a pompelor

**În instalațiile de pompare din sistemele hidroedilitare, această reglare se obține prin modificarea turației rotorului turbopompei.** Ea necesită folosirea de acționări electrice reglabile, adică de acționări electrice cu turație variabilă a motoarelor asincrone, folosind în acest scop convertoare statice de frecvență cu putere adecvată.

Prin variația turației rotorului turbopompei se modifică caracteristica de sarcină a turbopompei  $(H \sim Q)_P^R$ , astfel încât, sarcina poate corespunde exact caracteristicii  $(H \sim Q)_R$  a rețelei cu pompare.

**Acționarea cu turație variabilă a turbopompelor prezintă interes atunci când se dorește pomparea sub sarcina cerută efectiv de rețea a unor debite mai mici decât debitul asigurat prin acționarea nereglabilă la turația nominală  $n_o$ , situație în care turația efectivă a turbopompei trebuie să fie  $n < n_o$ .**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise

#### 1. Reglarea prin acționarea la turație variabilă a pompelor

**Caracteristicile funcțional - energetice ale turbopompei se modifică, prin reducerea turației**, în conformitate cu legile de similitudine. În planul  $(Q, H)$  se obțin (Fig. 9):

- **o familie de curbe de sarcină paralele**, ale căror ordonate la origine sunt cu atât mai coborâte, cu cât turația este mai mică. Curbele de sarcină se exprimă analitic printr-o funcție de tip parabolic:

$$H = A_0 n^2 + A_1 n Q + A_2 Q^2 \quad (6)$$

- **o rețea a izoliniilor de randament**, care reprezintă arce de parabolă ce trec prin origine, pe care sunt situate regimurile de funcționare obținute cu același randament, la diferite turații. Aceste izolinii prezintă forma pătratică (7):

$$H = k_{\eta_x} Q^2 \quad (7)$$

unde  $k_{\eta_x}$  este un parametru determinat de mărimile  $(Q_x, H_x)$  proprii regimului care, pe curba de sarcină corespunzătoare turației  $n_x$ , este realizat cu randamentul indicat  $\eta_x$ :

$$k_{\eta_x} = \frac{H_x}{Q_x^2} = \frac{H_0}{Q_0^2} \quad (8)$$

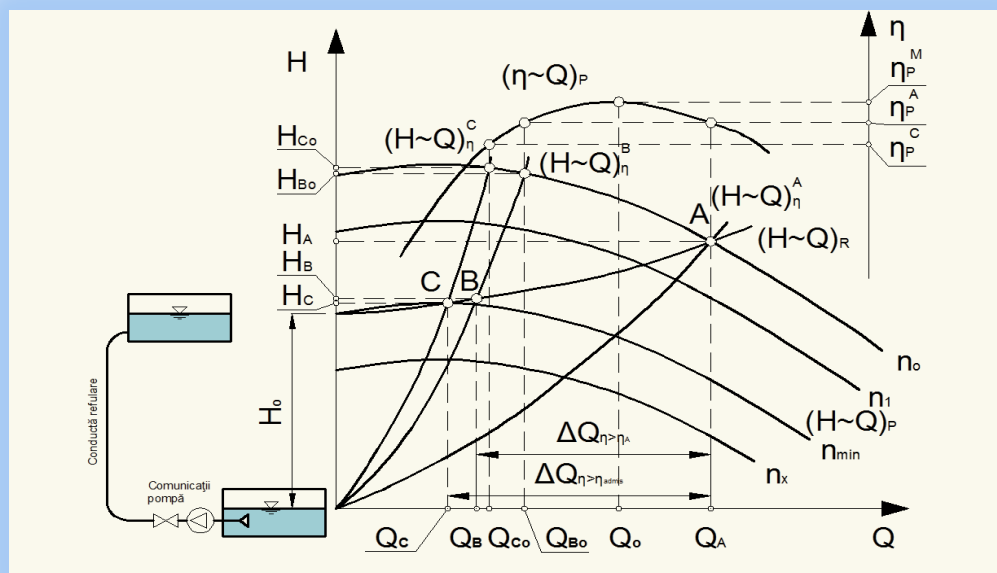


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



## 1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise

### 1. Reglarea prin acționarea la turație variabilă a pompelor



**Fig. 9** Adaptarea la regimuri variabile a unei instalații de pompare prin acționarea la turație variabilă a pompei



### **1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise**

## **2. Studiu de caz – Stația de pompare Chirița**

Complexul de tratare Chirița este amplasată în partea de est – sud-est a municipiului Iași.

Stația de pompare din cadrul complexului de tratare este echipată cu trei instalații de pompare, denumite în funcție de zona de deservire.

Grupul INDUSTRIE are drept scop preluarea unei cantități de apă brută din lacul Chirița și pomparea ei ca apă industrială spre zona industrială a municipiului Iași.

Grupul INDUSTRIE este compus din **(2+1) pompe ASPV250B – 110/4 – T4 – C1 – EO – FC – ACH** cu următoarele caracteristici:  **$Q = 250 \text{ l/s}$**  și  **$H = 30 \text{ mCA}$** . Pompele sunt cuplate în paralel și sunt dirijate la turație nominală sau variabilă de un convertizor de frecvență.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra







### 1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise

## 2. Studiu de caz – Stația de pompare Chirița



Fig. 10 Stația de pompare Chirița



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra







## 1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise

## 2. Studiu de caz – Stația de pompare Chirița

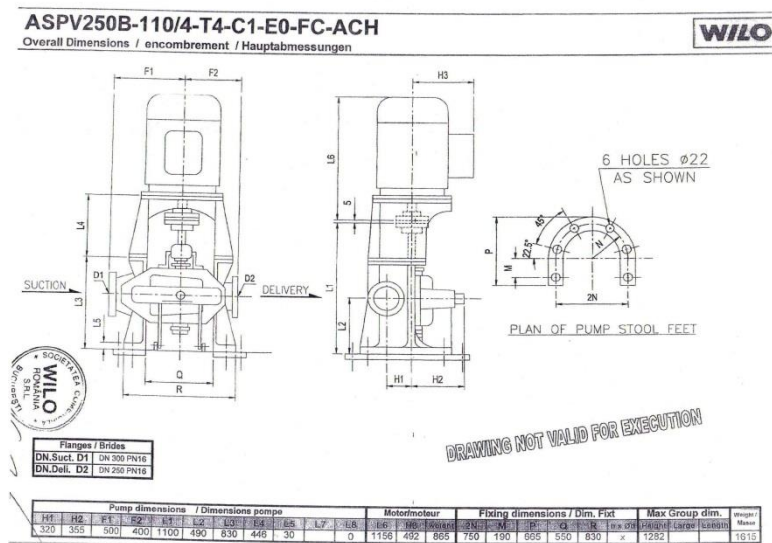
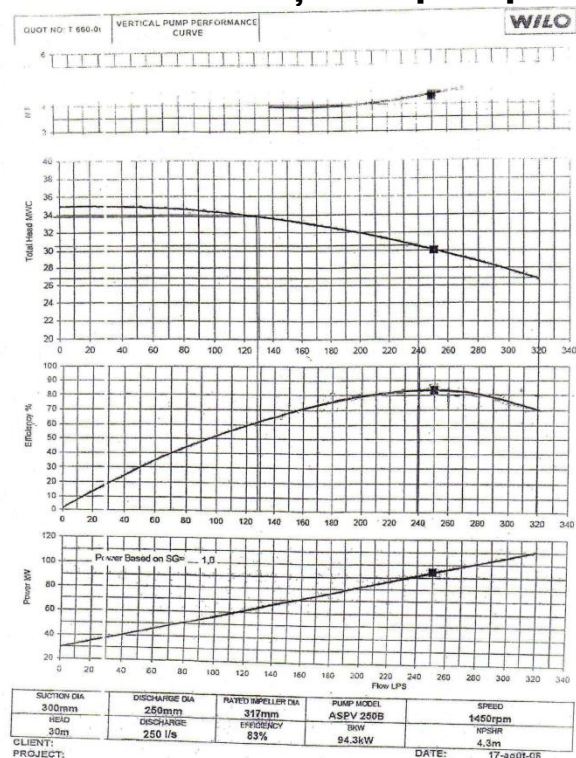


Fig. 12 Caracteristicile funcțional - energetice ale pompelor WILO ASPV250B



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra







### 1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise

## 2. Studiu de caz – Stația de pompare Chirița

Din cele două agregate de pompare care ar trebui să funcționeze simultan, de mulți ani funcționează doar un singur agregat, pompa fiind acționată la o turație mult mai mică decât cea nominală  $n_o = 1450 \text{ rpm}$  (acest fapt se datorează debitului mult mai mic necesar a fi pompat în rețeaua de apă industrială).

O turație mult mai mică decât cea nominală implică o scădere a randamentului mult sub valoarea sa nominală  $\eta_o = 83 \%$  și are implicații serioase asupra eficienței energo-economice a pomparei.

Astfel, crește consumul specific de energie (se consumă mai multă energie pentru pomparea unui  $\text{m}^3$  de apă), precum și consumul specific unitar de energie.



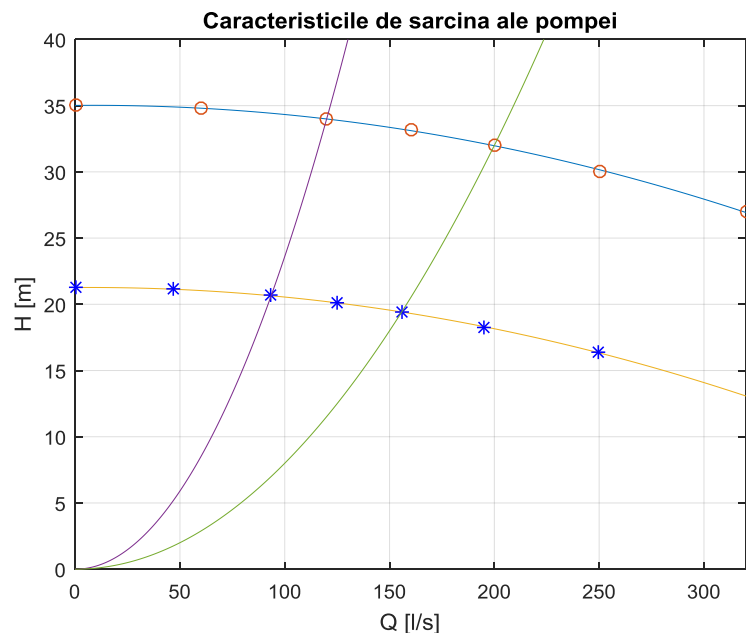
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### 1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise

## 2. Studiu de caz – Stația de pompare Chirița



Se observă că la o turație  $n_x = 1130$  rpm, în cazul unui debit pompat  $Q_x = 155,86$  l/s, regimului de funcționare obținut cu același randament pe curba de sarcină corespunzătoare turației nominale  $n_o = 1450$  rpm îi corespunde debitul  $Q_o = 200$  l/s. Randamentul în acest caz este  $\eta_x = 80\%$ .

În cazul în care avem aceeași turație  $n_x = 1130$  rpm, în cazul unui debit pompat  $Q_x = 93,52$  l/s, regimului de funcționare obținut cu același randament pe curba de sarcină corespunzătoare turației nominale  $n_o$  îi corespunde debitul  $Q_o = 120$  l/s. Randamentul în acest caz este  $\eta_x = 59\%$ , mult mai mic decât randamentul nominal  $\eta_o = 83\%$ .

**Fig. 13** Caracteristicile de sarcină ale pompei WILO  
(la turația nominală  $n_o = 1450$  rpm și la turația  $n_x = 1130$  rpm)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



### ***1.1.5. Respectarea regimurilor de funcționare prescrise***

## **3. Concluzii**

**Personalul de exploatare** trebuie să acorde importanța necesară **respectării regimurilor de funcționare prescrise**.

**În cazul în care se constată abateri importante de la aceste regimuri, din cauza faptului că parametrii nominali ai pompelor existente sunt incompatibili cu cerințele sistemului deservit, trebuie luată în considerare reabilitarea instalațiilor de pompare.**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### **1.1.6. Măsurile de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de pompare**

Pentru exploatarea stațiilor de pompare se vor respecta prevederile legislației în vigoare privind regulile igienico-sanitare și de protecție a muncii (Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006, cu modificările și completările ulterioare, precum și Normele specifice de securitatea muncii pentru evacuarea apelor uzate de la populație și din procesele tehnologice):

- a) Se vor folosi salopete de protecție a personalului în timpul lucrului;
- b) Se va păstra curățenia în clădirea stației de pompare;
- c) Se va asigura întreținerea și folosirea corespunzătoare a instalațiilor de ventilație;
- d) Folosirea instalației de iluminat la tensiuni reduse (12 – 24 V), verificarea izolațiilor, a legăturilor la pământ, precum și a măsurilor speciale de prevenire a accidentelor prin electrocutare la stațiile de pompare subterane unde frecvent se poate produce inundarea camerei pompelor;



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra





### **1.1.6. Măsurile de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de pompare**

- e) Folosirea servomotoarelor sau a mecanismelor de multiplicare a forței sau cuplului la acționarea vanelor în cazul automatizării funcționării stației de pompare;
- f) La stațiile de pompare având piese în mișcare (rotori, cuplaje etc.), trebuie prevăzute cutii de protecție pentru a apăra personalul de exploatare în cazul unui accident produs la apariția unei defecțiuni mecanice;
- g) Pentru prevenirea leziunilor fizice, este necesar ca la efectuarea reparațiilor, piesele grele care se manipulează manual să fie ridicate cu ajutorul mușchilor de la picioare, astfel încât să se evite fracturile și leziunile coloanei vertebrale;
- h) Pentru evitarea eforturilor fizice este rațional a se păstra în bune condiții de funcționare instalațiile mecanice de ridicat.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

