

# Captarea apelor subterane <sup>1)</sup>

## INTRODUCERE.

Sistemele întrebuințate pentru alimentarea orașelor cu apă potabilă se pot împărți în trei grupe:

- a) *Alimentări cu apă superficială*, luată din râuri, lacuri, etc.
- b) *Alimentări cu apă de izvor* ;
- c) *Alimentări cu apă subterană*.

Alegerea sistemului celui mai potrivit de alimentare depinde de condițiunile locale, însă totd'auna, când împrejurările permit, se dă astăzi preferință apei subterane. În Germania majoritatea orașelor sunt alimentate cu apă subterană, după cum rezultă din următorul tablou.

### Cantitatea de apă subterană consumată în 24 de ore.

Berlin . . . . .	260.000 m. c.
Colonia . . . . .	150.000 "
Drezda . . . . .	90.000 "
Leipzig . . . . .	70.000 "
Breslau . . . . .	50.000 "
Frankfurt a. M. . . . .	37.000 "
Charlottenburg . . . . .	30.000 "

<sup>1)</sup> Lucrarea de față coprinde un rezumat din memoriul apărut în publicațiunile Academiei Române sub titlul: „Alimentarea orașelor cu apă. Procedurile întrebuințate în Germania la captarea apelor subterane“ de V. Roșu, inginer.

Nürnberg . . . . .	30.000	”
Halle a. S. . . . .	30.000	”
Hannovra. . . . .	25.000	”
Mannheim . . . . .	25.000	”
Darmstadt . . . . .	19.000	”

Primele instalațiuni importante din Germania pentru utilizarea apelor subterane au fost construite către anul 1880 de celebrul hidrolog *Thiem*, cu ocaziunea alimentării orașului *Leipzig* <sup>1)</sup>. De atunci încoace numărul instalațiunilor a crescut incontinuu, însă cea mai mare parte din ele sunt de dată recentă, după cum se arată în tabloul următor:

### Data construcțiunilor instalațiunilor.

Dresda . . . . .	anii 1874 și 1895—98.
Halle a. S. . . . .	” 1866 și 1898
Leipzig . . . . .	” 1880 și 1900.
Nürnberg . . . . .	” 1885 și 1896.
Frankfurt a. M. . . . .	” 1885, 1890, 1902 și 1904.
Darmstadt . . . . .	” 1880, 1892 și 1899.
Mannheim . . . . .	” 1885, 1889 și 1904.
Hannovra . . . . .	” 1879, 1894 și 1903.
Charlottenburg . . . . .	” 1893 și 1901.
Berlin . . . . .	în construcțiune.
Colonia . . . . .	idem
Breslau . . . . .	idem
Wiesbaden . . . . .	idem
Mngdeburg . . . . .	în studiu.

Captarea apelor subterane se făcea mai înainte prin puțuri izolate, cu ajutorul cărora se putea alimenta locuințele ce nu aveau nevoie de cantități mari de apă. În timpurile moderne însă, mulțumită cercetărilor întreprinse mai ales de inginerii germani, s’au descoperit proceduri noi, ce permit utilizarea apelor subterane pentru alimentarea orașelor mari, cum sunt Berlinul, Colonia etc. În cele

<sup>1)</sup> Instalațiunile din Halle a. S. și din Dresda sunt mai vechi de cât cele din Leipzig, dar sunt construite după sisteme ce azi nu se mai întrebuințează.

ce urmează ne vom ocupa cu studiul acestor proceduri. Înainte însă de a intra în tratarea chestiunii, credem necesar a aminti câteva noțiuni asupra apelor subterane.

Sub denumirea de *ape subterane* se înțeleg apele întâlnite la o adâncime oarecare în interiorul scoarței pământului. Ele pot fi sau imobile sau animate de o viteză oarecare și în acest caz apar după un timp la suprafață printr'un orificiu numit *izvor*.

După cum vedem, între apa de izvor și cea subterană nu există nici o deosebire. În literatura tehnică se păstrează însă denumirile de apă subterană și de apă de izvor, pentru a se arăta locul unde apele au fost captate. Când se vorbește de ape de izvor, aceasta înseamnă că ele au fost captate în punctul unde apăreau la suprafața terenului sub formă de izvoare, iar de ape subterane, că apele au fost captate într'un punct oarecare al cursului lor subteran.

Apele subterane se împart în categoriile următoare:

- a) Ape subterane imobile ;
- b) Ape subterane ce curg în crăpăturile rocilor ;
- c) Ape subterane ce curg în straturi de pietriș sau nisip. Astfel de ape se întâlnesc deseori în terenurile cuaternare.

Apele subterane imobile formează lacuri în scoarța pământului. Ele nu pot fi nici odată întrebuințate pentru alimentări.

Apele subterane ce curg în crăpăturile rocilor pot apărea la suprafața terenului sub formă de izvoare, și în acest caz captarea lor se face ușor.

În cazul când aceste ape nu apar la suprafață, este necesar să le captăm într'un punct al cursului lor, și pentru aceasta trebuie făcute galerii perpendiculare pe direcțiunea curentului subteran. Lucrările sunt însă în general costisitoare și anevoios de construit. Succesul lor depinde de cunoștința exactă a succesiunii rocilor, a pozițiunii crăpăturilor, etc. Cu 15 sau 20 ani în urmă, aceste ape erau mult întrebuințate în Germania pentru alimentarea orașelor. Astăzi însă utilizarea lor devine din ce în ce mai rară, căci acum se dă preferință apelor ce curg în straturi de pietriș sau de nisip. Aceste ape prezintă avantajul că au un debit mai constant și sunt mai puțin expuse la contaminări. În afară de aceasta, captarea lor se poate face în condițiuni mult mai avantajoase. Din aceste motive, utilizarea acestor ape subterane se răspândește în toate țările din

ce în ce mai mult. Orașele Germaniei menționate în tabloul de pe pagina 1 sunt toate alimentate cu astfel de ape.

În lucrarea de față ne vom ocupa numai cu apele subterane ce curg în straturi de pietriș sau de nisip.

### *Utilizarea diferitelor straturi acvifere.*

În scoarța pământului putem găsi mai multe straturi de apă la adâncimi diferite. Uneori aceste straturi sunt complet separate unele de altele prin pături impermeabile. Alteori—și aceasta se întâmplă foarte des—pătura impermeabilă este întreruptă ici, colo, în cât apele diferitelor etaje pot comunica între ele.

În localitățile unde găsim mai multe straturi de apă subterană, se pune întrebarea cari din aceste straturi trebuie utilizate pentru alimentări? În această privință există divergență de opinie între autorii tehnici.

Mulți autori recomandă a se întrebuiți numai straturile acvifere profunde și a se lăsa la o parte primul strat acvifer, zicând că el nu poate da debite mari, iar apa poate fi ușor contaminată. Această opinie, deși parte justă la prima vedere, este răsturnată de faptul că foarte multe orașe sunt alimentate tocmai cu ape din primul strat acvifer. Astfel sunt orașele din Germania menționate în tabloul de pe pagina 1. Iată în ce condițiuni se află apele subterane ale acestor orașe :

La *Leipzig*, stratul acvifer se găsește la o adâncime de 5—6 metri sub suprafața terenului și este apărat de contaminări printr'o pătură de argilă de 1—2 metri grosime. Captarea este făcută la distanță mare de oraș, într'o pădure. Pe o zonă anumită, în jurul punctului de captare, este interzisă construcțiunea de locuințe. De asemenea este oprit de a se distruge într'un mod oarecare stratul protector de argilă.

Puțurile funcționează de mai bine de 20 ani și apa a fost totdeauna lipsită de microbi.

La *Frankfurt pe Main*, stratul acvifer se găsește la o adâncime de 6—15 metri și nu este apărat la partea superioară prin nici o pătură impermeabilă. Captarea este făcută de asemenea într'o pădure, unde s'au luat toate măsurile necesare în contra contaminărilor.

Puțurile funcționează de vreo zece ani și apa a fost totdeauna lipsită de bacterii.

La *Colonia*, stratul acvifer se găsește la o adâncime de 4—5 metri și e apărat la partea superioară printr'un strat subțire de argilă de 1,00—1,50 m. Captarea este făcută într'o câmpie, unde s'a interzis facerea de locuințe, etc. Lucrările sunt în construcțiune.

Analizele făcute până acum au dovedit că apa e lipsită de microbi.

La *Berlin* (Instalațiunea *Müggelsee*), stratul acvifer se găsește la o adâncime de 4—5 metri și nu este apărat prin nici o pătură impermeabilă. Captarea este într'o pădure. Lucrările sunt în construcțiune. Analizele făcute în timpul studiilor au arătat că apele sunt lipsite de bacterii.

Celelalte orașe din Germania, menționate în tabloul amintit, sunt alimentate cu ape din primul strat acvifer. Analizele arată că apele sunt deasemenea lipsite de microbi.

Aceste exemple ne arată în mod neîndoios că primul strat acvifer poate fi foarte bine utilizat pentru alimentarea orașelor, însă lucrările de captare trebuiesc făcute la distanță mare de oraș și trebuiesc luate măsuri pentru a feri apele de contaminări, dela exterior. Cât privește debitul acestui strat, el depinde de condițiunile locale și nu se poate cunoaște decât în urma studiilor hidrologice. Ar fi cu totul greșit de a afirmă a priori că primul strat acvifer nu poate da debite mari.

Să cercetăm acum utilizarea straturilor acvifere profunde. Aceste straturi nu pot fi utilizate pentru alimentarea orașelor de cât în cazurile când apele sunt *arteziene* sau *ascendente*<sup>1)</sup>, căci în starea actuală a științei nu cunoaștem proceduri economice pentru a ridica cantități considerabile de apă de la adâncimi mari.

Un exemplu important în privința utilizării straturilor acvifere profunde găsim la alimentarea orașului Milan, unde s'a captat al treilea strat acvifer, găsit la o adâncime de 43 metri. Apele sunt ascendente și se ridică până la 4 metri sub suprafața terenului. Din nefericire astfel de ape ascendente sunt rare.

---

<sup>1)</sup> Numim ape arteziene acelea ce se ridică până la suprafața terenului, iar ape ascendente acele ce se ridică numai până la un nivel oarecare.

Apele arteziene sunt de asemenea rare și uneori debitul puțurilor este foarte mic. În afară de acestea, apele arteziene nu sunt totdeauna bune de băut.

În Germania nu găsim orașe alimentate cu ape arteziene sau ascendente. Întâlnim însă puțuri arteziene pentru alimentări de fabrici.

În Franța s'au perforat multe puțuri arteziene, însă rezultatele obținute nu au corespuns totdeauna sacrificiilor bănești făcute pentru construcțiunea lor. Astfel puțurile arteziene din Paris, a căror construcțiune a costat mai multe milioane, nu dau de cât 7.000 m. c. pe zi, pe când orașul Paris are nevoie de 800.000 m. c. <sup>1)</sup>. Apa acestor puțuri nu este întrebuințată pentru băut.

În Ungaria, construcțiunea puțurilor arteziene a dat rezultate mai bune de cât în alte țări. În valea Tisei și a Dunărei se întâlnește, la o adâncime relativ mică, apă arteziană de bună calitate.

## Procedurile de captare.

### § 1. Procedurile întrebuințate la captarea apelor subterane ce curg în straturi de pietriș sau pe nisip.

Captarea acestor ape se poate face în modul următor :

- 1) Prin galerii ;
- 2) Prin puțuri ;
- 3) Prin galerii combinate cu puțuri.

La instalațiunile făcute cu 15 sau cu 20 de ani în urmă, s'au întrebuințat numai galerii sau galerii combinate cu puțuri, de oarece pe acea vreme predomina părerea că numai galeriile pot da debitele mari necesare pentru alimentarea orașelor, iar puțurile nu trebuie utilizate de cât pentru instalațiuni de mică importanță. Conducându-se de aceste principii, celebrul hidrolog Salbach a făcut alimentarea orașelor Halle a S. și Dresda, după modelul cărora s'a făcut și alimentarea altor orașe mai mici din Germania.

Galeriile prezintă multe inconveniente, și din această cauză inginerii au dat în timpul din urmă o atențiune deosebită puțurilor.

<sup>1)</sup> Bechmann, *Notice sur le service des eaux et de l'assainissement de Paris. 1900.*

Mulțumită perfecționărilor aduse în construcțiunea puțurilor, galeriile au fost încetul cu încetul părăsite și la toate lucrările importante de alimentare întreprinse în Germania în ultimii 15 ani, captarea apelor s'a făcut numai prin puțuri.

Avantajul puțurilor asupra galeriilor rezultă din considerațiunile următoare :

1. Construcțiunea unei galerii la adâncime mare sub nivelul apei subterane se face în mod anevoios și cu cheltueli mari.

2. Progresele realizate în anii din urmă în arta sondajului au redus sensibil costul construcțiunii puțurilor.

3. Debitul unui strat acvifer de înălțime mare poate fi mai bine utilizat prin puțuri ce traversează întregul strat, decât printr'o galerie a cărei înălțime este limitată din motive de construcțiune.

Dispozițiunile unei instalațiuni pentru captare de apă subterană prin ajutorul puțurilor depinde de importanța ei. Instalațiunile mici cuprind unul sau mai multe puțuri în cari sunt coborâte tuburile de aspirațiune ale pompelor.

Instalațiunile mai mari însă cuprind elementele următoare (Fig. 1) :

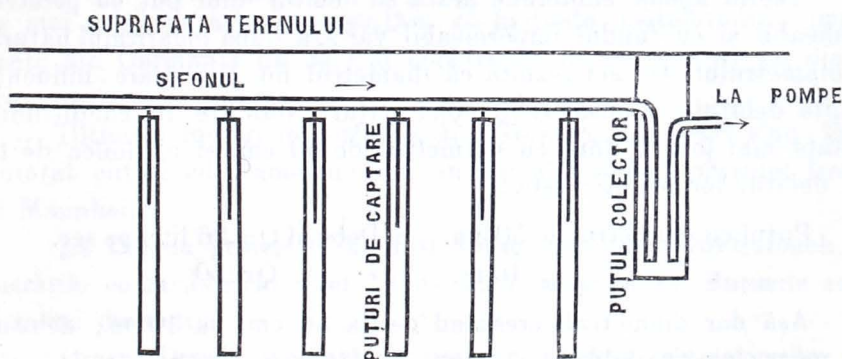


Fig. 1. Reprezentarea schematică a unei instalațiuni de captare.

Puțurile de captare ; Sifonul ; Puțul colector ; Stațiunea de pompare.

Sifonul și puțul colector sunt elemente foarte importante pentru o captare de apă subterană, dar nu sunt absolut indispensabile. Există multe instalațiuni mari din Germania la cari aceste elemente lipsesc.

La aceste instalațiuni tuburile de aspirațiune ale puțurilor sunt

unite direct cu conducta ce merge la pompe. Această dispozițiune prezintă oare-cari neajunsuri, însă a fost uneori impusă de împrejurări. Așa a fost cazul cu instalațiunea Hinkelstein dela Frankfurt pe Main, unde construcțiunea unui puț eră imposibilă din cauza prea marei adâncimi la care trebuia așezat.

Puțurile întrebuintate la captarea apelor subterane sunt de trei categorii :

- 1) Puțuri cu peretele permeabil și cu fundul impermeabil ;
- 2) Puțuri cu peretele și cu fundul permeabili ;
- 3) Puțuri cu peretele impermeabil și cu fundul permeabil :

La instalațiunile de importanță mai mică, cum sunt cele necesare pentru alimentarea locuințelor izolate, a fermelor, etc., se poate utiliză ori și care din aceste trei categorii de puțuri. La instalațiuni mai importante însă, nu se utilizează astăzi de cât puțurile cu pereții permeabili și cu fundul impermeabil.

## § 2. Diametrul puțurilor de captare.

Teoria apelor subterane arată că debitul unui puț cu peretele permeabil și cu fundul impermeabil variază după logaritmul natural al diametrului. De aci rezultă că diametrul nu are mare influență asupra debitului. Considerând două puțuri stabilite în condițiunile arătate mai jos <sup>1)</sup>, unul cu diametrul de 50 cm. și al doilea de 10 m., debitul lor teoretic este :

Puțul cu diametrul de 50 cm.	Debitul $Q=26$ litri pe sec.
” ” ” ” 10 m.	” $Q=50$ ” ” ”

Așa dar diametrul crescând de la 50 cm. la 10 m., debitul nici măcar nu s'a dublat.

Acest exemplu arată că din punctul de vedere al debitului nu este avantajos să se întrebuinteze puțuri cu diametre mari. Alegerea diametrului nu se poate face însă numai pe baza debitului, ci tre-

---

<sup>1)</sup> Stratul acvifer este orizontal, are o înălțime de 50 m. și e format din nisip ce cuprinde 38% goluri. Coeficientul de permeabilitate din formula lui Thiem are o valoare de 1 : 1266. Depresiunea produsă în puț este de 2 metri.

Acest exemplu este luat din Lueger, *Wasserversorgung der Städte*, pagina 450.



bue avută încă în vedere și viteza de intrare a apei în puț, rezistența la intrare, precum și costul puțului. Aceste elemente însă depind de modul de construcțiune a puțurilor și vom vorbi despre ele în capitolele următoare. Este destul a spune aci că progresele făcute în arta tehnică permit astăzi să se construească puțuri cu diametre mici, la cari viteza de intrare și rezistența la intrare au valori convenabile, iar exploatarea se face în condițiuni avantajoase. Cât privește costul, puțurile cu diametru mic revin cele mai eftine.

Din cele arătate până aci rezultă că considerațiunile pur tehnice, cât și considerațiunile de natură practică, vin în favoarea puțurilor cu diametre mici. In acest mod se explică tendința constructorilor moderni de a întrebuiți pentru captări de apă subterană numai ast-fel de puțuri.

Intrebuițarea puțurilor cu diametru mic nu datează însă de multă vreme. Prima lucrare importantă din Germania, la care s'au adoptat astfel de puțuri, este alimentarea orașului Leipzig, executată în anul 1880 după proiectele d-lui Theim. Rezultatele bune obținute aci au contribuit la adoptarea lor și la alte lucrări ulterioare. Intrebuițarea puțurilor cu diametru mare a devenit din ce în ce mai rară, iar astăzi constatăm că la toate instalațiunile importante din Germania nu se mai construiesc de cât puțuri cu diametru mic.

Ultimele lucrări importante din Germania, la cari s'au întrebuițat puțuri cu diametru mare, au fost alimentarea orașului Dresda și Mannheim.

La Dresda proiectele au fost făcute de hidrologul Salbach, iar lucrările construite (în anul 1895) după moartea sa. Puțurile aveau 4 metri diametru.

Orașul Dresda studiază în prezent mărirea instalațiunilor sale pentru apa subterană și din informațiunile luate rezultă că se vor întrebuiți numai puțuri cu diametru mic.

Alimentarea orașului Mannheim (instalațiunea din anul 1901) cuprinde atât puțuri cu diametru mare  $D=3$  metri), cât și cu diametru mic. Cercetările ulterioare au dovedit că puțurile cu diametru mare nu sunt avantajoase. La instalațiunile nouă ce se afla în construcțiune în anul 1904, nu se întrebuițează de cât puțuri cu diametru mic.

Diametrul puțurilor de captare nu se poate calcula prin formule, ci trebuie determinat avându-se în vedere condițiunile locale și modul de construcțiune al puțurilor și în special al filtrului. (Vezi cap. 4). În tabloul ce urmează dăm diametrele întrebuițate la principalele instalațiuni din Germania:

Oraș-le	Diametrul	Modul de construcțiune al filtru'ui
Frankfurt a. M. Inst. Forsthaus . . . . .	50 mm.	Filtre învelite într'o pânză metalică
Darmstadt, Instalațiunea II . . . . .	65	"
Frankfurt a. M. Inst. Hinkelstein . . . . .	70	"
Berlin (Müggelsee) . . . . .	150	"
Leipzig . . . . .	150	"
Breslau (Proiectul <i>Thiem</i> ) . . . . .	195	"
Colonia. Instal. Hochkirchen . . . . .	200	"
Wiesbaden (1904) . . . . .	180	Filtre cu pietriș
Nürnberg. Instal. I . . . . .	180	"
Idem Instal. II . . . . .	200	"
Frankfurt a. M. Inst. Praunheim. I . . . . .	400	"
Idem Idem II . . . . .	600	"
Mannheim (1904) . . . . .	400	"
Hannovra . . . . .	600	"
Mannheim. Instalațiunea I . . . . .	450	Filtre sistem <i>Smreker</i>

### § 3. Distanța între puțurile de captare.

La instalațiunile vechi pentru apa subterană, puțurile de captare erau așezate la distanțe variabile în jurul stațiunii de pompare. Astfel era construită instalațiunea Severin (Colonia), etc. La instalațiunile moderne puțurile de captare sunt așezate pe direcțiuni anumite, iar distanța între ele se determină pe baza studiilor hidrologice.

În ceea ce privește direcțiunea puțurilor de captare se alege o linie dreaptă perpendiculară pe direcțiunea curentului subteran. Această dispozițiune o găsim aplicată la majoritatea instalațiunilor din Germania. Deseori însă constructorul nu se poate conduce de această regulă și este nevoit să aleagă direcțiuni impuse de împre-

jurările locale. Astfel la prima instalațiune dela Naunhof (Leipzig), trebuind să se evite zonele ce cuprindeau apă feruginoasă, d-l Thiem a așezat puțurile de captare pe circumferențe de cercuri. Deasemenea la alimentarea orașului Berlin (Instalațiunea Müggelsee) s'a admis o dispozițiune specială.

Aceste exemple însă trebuiesc privite numai ca excepțiuni dela regula generală și în majoritatea cazurilor puțurile de captare se așează, după cum s'a spus, pe o linie dreaptă perpendiculară pe direcțiunea curentului subteran.

Determinarea distanței între puțuri este o chestie mult mai dificilă. Această distanță nu se poate calcula prin formule și trebuie determinată avându-se în vedere considerațiunile următoare:

Pentru alimentarea orașelor cu apă subterană se utilizează, după cum știm, apele ce curg în interstițiile straturilor de pietriș sau de nisip. La facerea unei captări nu se poate utiliza decât debitul curentului subteran, căci dacă se pompează o cantitate de apă mai mare cât acest debit, puțurile vor seca după un timp oarecare.

Din contră, dacă volumul pompat este mai mic decât debitul curentului, atunci parte din apa subterană va curge neutralizată în intervalele dintre puțuri. Așa dar distanța între puțuri trebuie aleasă în așa fel, ca să putem utiliza complet debitul curentului subteran.

Această distanță depinde de debitul puțurilor, cu alte cuvinte putem întrebuința sau puțuri puține de debit mare sau puțuri multe de debit mic.

Debitul unui puț depinde de adâncimea lui, de depresiunea produsă, precum și de doi coeficienți ce variază cu natura terenului din care este compus stratul acvifer <sup>1)</sup>. Influența diametrului asupra debitului este mică, după cum știm din capitolul precedent.

Înălțimea depresiunii posibile depinde de modul de construcțiune a pompelor și sifoanelor. Numai rareori putem produce în puțurile de captare depresiuni mai mari de 4—5 metri.

Adâncimea puțurilor depinde de înălțimea stratului acvifer. Pu-

<sup>1)</sup> După d-l Thiem, debitul unui puț cu pereții permeabili și cu fundul impermeabil se poate exprima prin formula următoare:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot \varphi \cdot K \cdot H_0}{\log. \text{nat.} \frac{K}{r}} \left( s - \frac{s^2}{2H_0} \right)$$

țurile vechi de zidărie, ce se întrebunțau altă dată, nu se puteau face prea adânci. Puțurile metalice ce se întrebunțează astăzi se pot face mult mai adânci. La multe instalațiuni din Germania adâncimea lor este de 40—50 metri.

În ceea ce privește coeficienții amintiți, ei sunt cu atât mai mari, cu cât nisipul din care este compus stratul acvifer este mai grăunțos. În rezumat putem spune :

În straturile acvifere de grosime mare, alcătuite din petriș sau nisip grăunțos, puțurile de captare pot da debite mari. Din contra, ele dau debite mici pentru straturile acvifere formate din nisip fin.

În afară de aceste considerațiuni la determinarea distanței între puțuri, trebuie să avem în vedere încă și costul instalațiunilor, precum și cheltuelile de exploatare. Dacă admitem un număr mare de puțuri, putem lucra cu depresiuni mici. Cheltuelile de exploatare vor fi mici, însă costul instalațiunilor va fi mare. Inversul are loc, dacă mărim distanța între puțuri.

Toate aceste considerațiuni de natură diferită trebuiesc avute în vedere la determinarea distanței între puțuri. De la alegerea ei potrivită depinde rentabilitatea instalațiunii.

La instalațiunile principale din Germania s'au adoptat pentru straturile acvifere abundente și formate din petriș sau nisip grăunțos distanțe mari, în general 40 — 60 metri, uneori chiar și mai mult. Pentru straturile acvifere mai puțin abundente și formate de

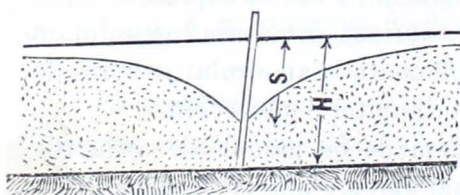


Fig. 2.

$H_0$ , înălțimea stratului acvifer, care este egală cu înălțimea apei în puț, înainte de pompare.

$s$ , depresiunea produsă după stabilirea stării de echilibru.

$R$ , distanța la care depresiunea este nulă sau foarte mică.

$r$  reprezintă diametrul puțului.

Puțul este coborât până la pătura impermeabilă, pe care rezimă stratul acvifer considerat. (Lueger, op, cit).

$\varphi$  reprezintă volumul golurilor materialului din care e format stratul acvifer. El se exprimă în procente la sută, d. e. 0,38 etc.

$K$  reprezintă un coeficient ce se poate determina prin experiență. El are de obicei o valoare foarte mică și crește cu cât nisipul stratului acvifer este mai grăunțos.

obicei din nisip fin, distanțe mici, 10 — 15 metri, alteori chiar și mai puțin. În tabloul următor arătăm distanțele întrebunțate la instalațiunile existente din Germania.

**Dimensiunile puțurilor de captare la instalațiunile din Germania.**

ORĂȘELE	Distanța între puțuri	DEBITUL	DIAMETRUL	ADÂNCIME
	Metri	Litri pe secundă	Milimetri	Metri
Frankfurt a. M. Instal. Forsthaus.	5	0,5	50	10
Darmstadt. Instal. II. . . . .	5	0,6	65	21—63
Colonia. Instal. Hochkirchen . .	9,5	10 35	200	20
Frankfurt a. M. Instal. Kinkelstein	10	1	70	14
Leipzig Instal. Naunhof I . . .	9	4	150	18—20
Idem Instal. Naunhof. II . . .	18	6	150	18—20
Charlottenburg (Johannisthal) . .	13	7—10	170	30
Berlin. Instal. Müggelsee . . .	25—28	7—8	150	40—50
Darmstadt. Inst. III . . . . .	50	10	190	26—28
Frankfurt a. M. Inst. Goldstein. .	66	4—5	600	19
Idem Instal. Praunhein . . . . .	60—70	19—28	400	32
Mannheim. Instalațiunile noi. .	60—70	12—14	400—600	30—40

**§ 4. Construcțiunea puțurilor de captare**

*A. Puțurile metalice.*

Un puț metalic se compune dintr'un corp cilindric format din tuburi cu pereții plini, terminat la partea inferioară printr'un tub găurit numit *filtru*. În interiorul corpului cilindric se află coborît, *tubul de aspirațiune* care este pus în legătură cu sifonul sau cu con-

ducta ce merge la pompe. La partea superioară, puțul este terminat de obicei într'o cameră de zidărie.

Corpul puțului este format dintr'un număr de tuburi îmbinate între ele. La puțurile cu diametru mic îmbinarea se face astfel, în cat interiorul puțului să rămână neted și să nu prezinte de loc eșturi. Prin aceasta se micșorează rezistența ce întâmpină apa în mișcarea sa și tot deodată se obține un spațiu interior mai mare pentru așezarea tuburilor de aspirațiune și eventual a tubului de observațiune. La puțurile cu diametru mai mare această dispozițiune nu mai este necesară.

La instalațiunile principale din Germania îmbinarea tuburilor s'a făcut în modul următor :

La *Leipzig*, puțurile sunt formate din tuburi de fontă de 150 mm, prefăzute cu *mufe*. (*Muffen. Tuyaux à cordon et emboitement*). Imbinarea se face cu mici șuruburi de alamă. Interiorul puțului rămâne cu totul neted.

La *Berlin* (Instalațiunea *Müggelsee*) s'au întrebuințat tuburi *Mannesmann* galvanizate. Diametrul lor este 230 mm. Tuburile sunt ghiventate la interior la fiecare capăt pe o lungime de 15 cm. Ele sunt puse cap la cap și unite prin ajutorul unui manșon ghiventat la exterior.

La *Mannheim* (instalațiunile noi) s'au întrebuințat tuburi nituite de tablă de fer galvanizate de 1,00 m lungime și 400—600 mm diametru. Tuburile sunt îmbinate între ele deasemenea cu nituri.

Tuburile de aspirațiune se fac de obicei de cupru sau de fier galvanizat. In acest mod se pot obține tuburi de lungimi mari, ușoare și cu pereții foarte subțiri. Aceste tuburi rezistă bine acțiunii chimice a apei.

La instalațiunile mai vechi din Germania s'au întrebuințat tuburi de fier negalvanizate. Astăzi ele nu se mai întrebuințează de oare ce experiența a arătat că ruginesc repede. Cât privește tuburile de fontă întrebuințarea lor este limitată numai la puțurile cu diametru mare.

Să arătăm acum modul construcțiunii *filtrului*. Sistemele de filtre întrebuințate astăzi la captarea apelor subterane sunt foarte

numeroase. În lucrarea de față nu ne vom ocupa însă de cât de sistemele ce le întâlnim în Germania.

Dispozițiunile de filtre adoptate la instalațiunile existente în Germania se pot califica în modul următor :

1. Filtru este compus dintr'un tub prevăzut cu mici deschideri (Halle a S.).

2. Filtrul este compus dintr'un tub prevăzut cu mici deschizături laterale și este învelit într'o pânză metalică (Instalațiunile Forsthaus și Hinkelstein de la Frankfurt a. M., Instal. II de la Darmstadt, Inst. Tegelsee și Müggelsee de la Berlin, etc.).

3. Filtrul este compus dintr'un schelet de fontă îmbrăcat într'o pânză metalică (Leipzig. Colonia și Breslau).

4. Filtrul este compus dintr'un schelet de fontă îmbrăcat într'o pânză metalică sau dintr'un tub cu deschideri laterale și este așezat într'un strat de pietriș sau de nisip : *Filter mit kiesumhüllung* (Nürnberg, Mannheim, Hannover, Inst. Prannhein de la Frankfurt a. M., Inst. III de la Darmstadt).

5. Filtrul este compus dintr'un tub cu deschideri laterale, în interiorul căruia se află un al doilea tub deasemenea cu deschideri, însă învelit într'o pânză metalică (Filtre sistem *Smreker*).

Din cauza lipsei de spațiu, nu vom da de cât descrierea filtrului întrebuițat la Inst. III de la Darmstadt. Cititorul poate găsi descrierea celorlalte sisteme în memoriul publicat de Academia Română.

Dispozițiunea puțurilor de captare și a filtrelor întrebuițate la Darmstadt este arătată în PL. I. Corpul puțului este format din două părți ce pot lua una în alta. Partea inferioară e compusă din tuburi de fontă de 3 m. lungime și 150 mm. diametru. Partea superioară e compusă dintr'un singur tub de cupru de 7.40 metri lungime și 175 mm. diametru. Între acest tub de cupru și ultimul tub de fontă se află un inel de cauciuc ce face imbinarea etansă.

Această dispozițiune a fost aleasă pentru a permite puțului, mici mișcări verticale. Tubul de cupru servește și de tub de aspirațiune. El este pus în comunicațiune cu sifonul printr'un tub orizontal prevăzut cu un ventil și cu o flanșă. Ventilul permite izolarea puțului în timpul curățirii sau al reparațiunilor, iar flanșa servește la adoptarea unui comptor pentru măsurarea debitului.

Fie care puț este încă prevăzut cu un tub de observațiune (nedeșenat pe figură) de 20 mm. diametru.

La partea superioară puțul se termină într'o cameră de zidărie în care sunt adăpostite ventilul, flanșa și tubul de observațiune.

Filtrul se compune dintr'un schelet de fontă prevăzut cu deschideri de  $44 \times 60$  mm. El prezintă la interior o suprafață cilindrică fără eșituri sau asperități, iar la exterior are nervuri longitudinale și transversale.

Scheletul este învelit de jur împrejur într'o pânză de cupru, cu ochiuri de 2 mm., fixată printr'o șină de fier prinsă cu bulonașe.

Filtrul este așezat într'un corp cilindric format din două categorii de petrișuri și anume: cel ce vine în contact cu pereții filtrului are boabele de  $2\frac{1}{2}$ —3 mm; celalt de  $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$  mm. Acest corp de petriș formează adevăratul filtru ce permite intrarea apei în puț însă împiedică pătrunderea nisipului mai mare de  $1\frac{1}{4}$  mm.

Pentru construcțiunea puțurilor s'a procedat în modul următor:

S'au făcut mai întâiu sondaje de 500 mm. diametru întrebunându-se tuburi de tablă nituită. După aceasta s'a coborât puțul precum și un cilindru de tablă de fier de 347 mm diametru, menținut concentric cu puțul prin ajutorul unor mici aripi formate din corniere. În urmă s'a vărsat pietrișul și s'au scos după aceea afară atât cilindrul de tablă de fier, cât și tuburile ce servise la sondaj.

### B. Puțurile de zidărie.

Puțurile de diametru mare se pot construi din piatră, cărămidă sau din beton. Astfel de puțuri se întrebunțează de obicei la instalațiunile mici pentru alimentarea locuințelor dintr'un oraș, a fermelor, etc. În timpul din urmă însă au început să se introducă în Germania puțurile metalice de diametru mic, chiar și pentru astfel de lucrări.

În ceea ce privește instalațiunile pentru alimentarea cu apă a orașelor, nu se mai întrebunțează astăzi în Germania puțuri de zidărie, după cum s'a mai spus în cele precedente.

Construcțiunea puțurilor de zidărie fiind cunoscută, nu vom intra în detalii, însă vom da descrierea puțurilor întrebunțate pentru alimentarea orașelor Mannheim și Dresda.



Puțurile de la Mannheim au 3,00 metri diametru și 13—15 metri adâncime. Ele reazemă la partea inferioară pe o coroană de tablă de fier nituită și prevăzută cu un cuțit (Schneide). Pe o înălțime de 6 metri puțurile sunt permeabile și sunt construite din cărămizi găurite, iar restul este impermeabil și este construit din cărămizi ordinare cu mortar de ciment.

Grosimea pereților este de 25 cm. Intrarea apei se poate face atât prin pereți, cât și prin fund. Măsurătorile făcute în anul 1904 arătau că debitul unui astfel de puț era de 7—8 litri pe secundă, pe când debitul unui puț metalic, în același teren (puțurile fiind la aceeași distanță între ele) era de 12—14 litri pe secundă. Puțurile metalice aveau însă o adâncime de 30—40 metri.

Puțurile dela Dresda sunt construite din cărămidă și au pereții impermeabili. La partea inferioară sunt terminate cu un cilindru de fontă de 5,00 metri diametru, prevăzut cu deschideri laterale. Acest cilindru este compus din trei inele, formate și ele din segmente reunite între ele cu buloane. Apa pătrunde atât prin fund, cât și prin deschiderile acestui cilindru de fontă.

Puțurile de diametru mare se pot construi în mod avantajos din beton armat. Până în prezent însă, acest procedeu nu s'a răspândit mult în Germania.

## § 5. Sifonul.

Sifonul întrebuintat la instalațiunile pentru captarea apelor subterane se compune din elementele următoare :

1. Tuburile de aspirațiune  $T$  ale puțurilor de captare ;

1. Conducta  $C$  ce o vom numi conducta sifonului, așezată cu o înclinare oarecare către puțul colector ;

3. Tubul  $B$  ce formează ramura coboritoare a sifonului.

Modul de combinare a acestor elemente diferă dela o instalațiune la alta. De obicei se admite că conducta sifonului trebuie așezată în rampă către puțul colector. In anii din urmă însă s'a dovedit că această condițiune nu este indispensabilă, și că se pot construi sifoane cari să funcționeze foarte bine, și atunci când conducta este așezată în pantă. Astfel sunt sifoanele construite de d-l *Halbertsma* la *Tilburg* (Olanda) și la *Wiesbaden*.

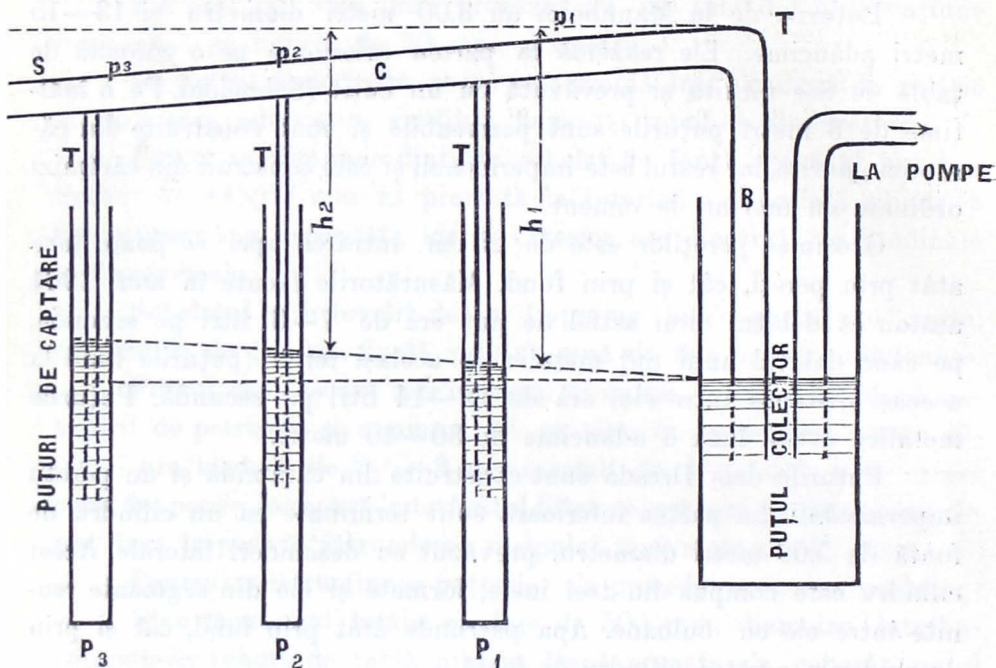


Fig. 3. Reprezentarea schematică a sifonului ordinar.

În cele următoare vom studia sistemul ordinar de sifon, așa cum îl găsim la majoritatea instalațiilor din Germania.

Înainte de aceasta însă credem necesar a aminti câteva noțiuni teoretice asupra funcționării unui sifon, fără însă a intra în detalii.

Făcând vid în interiorul sifonului, apa se ridică în tuburile  $T$  trece prin conducta  $C$  și se varsă în puțul colector.

Rezistența ce întâmpină apa în mișcarea sa în interiorul conductei  $C$  este măsurată de presiunile exercitate de lichid asupra pereților conductei.

Să însemnăm cu  $p_1$  și  $p_2$  aceste presiuni în dreptul puțurilor  $P_1$  și  $P_2$ , cu  $A$  diferența între presiunea atmosferică și presiunea aerului din interiorul sifonului și cu  $\gamma$  greutatea specifică a lichidului din sifon.

Presupunând sifonul în funcționare, vom avea relațiile :

$$A = p_1 + h_1 \gamma$$

$$A = p_2 + h_2 \gamma$$

sau

$$p - p_1 = (h_1 - h_2) \gamma$$

Deoarece  $p_2 > p_1$  [căci mișcarea lichidului se face în direcțiunea ST urmează că  $h_2 > h_1$ ].

*Așa dar nivelul apei în puțurile de captare este cu atât mai ridicat, cu cât ne depărtăm de puțul colector.*

Dacă presupunem (după cum se întâmplă foarte des) că nivelul inițial al apei subterane <sup>1)</sup> este orizontal, rezultă din cele arătate mai sus depresiuni *neegale* pentru puțuri și anume: în apropierea puțului colector depresiunile sunt mari, pe când către extremitățile sifonului ele sunt foarte mici. Se știe însă că debitul unui puț variază aproape proporțional cu depresiunea. De aci urmează că puțurile de captare vor fi solicitate în mod neegal.

Această solicitare neegală a puțurilor de captare mărește pe de o parte cheltuielile de combustibil pentru ridicarea apei, iar pe de altă parte face imposibilă utilizarea rațională a stratului acvifer, căci putem produce depresiuni mari chiar până la limita permisă de pompe în puțul colector, și cu toate acestea depresiunile și deci și debitele date de puțurile extreme sunt mici și uneori chiar nule. În dispozițiile ordinare de sifon, acest inconvenient nu poate fi înlăturat, dar poate fi atenuat, mărinđ diametrul conductei C.

În cazul când nivelul inițial al apei subterane în lungul liniei de captare este înclinat, depresiunile produse în puțuri depind de pozițiunea puțului colector și anume:

Dacă puțul colector este așezat în punctul cel mai ridicat al apei subterane pe linia de captare, iar conducta sifonului în rampă, atunci depresiunile produse în puțurile de captare vor fi neegale.

Dacă însă puțul colector este așezat la nivelul cel mai jos al apei subterane, iar conducta sifonului în pantă, atunci este posibil să obținem depresiuni egale în puțuri. În aceste condițiuni se află sifoanele dela Tilburg și Wiesbaden.

Să arătăm acum modul de construcțiune a diferitelor elemente din cari se compune un sifon.

---

<sup>1)</sup> Sub denumirea de nivelul apei subterane se înțelege aci intersecțiunea planului vertical ce trece prin linia de captare cu suprafața superioară a păturii de apă subterană. După cât știm din cele precedente, puțurile de captare se așează pe o linie dreaptă perpendiculară pe direcțiunea curentului subteran.

Tuburile de aspirațiune se fac de obicei de cupru sau de fontă. Legătura între ele și conducta C se face prin ajutorul unei piese speciale prevăzute cu un robinet, pentru a putea izola fiecare puț în parte la caz de nevoie.

Conducta de legătură C se face din tuburi de fontă îmbinate între ele cu plumb sau cu inele de cauciuc.

Întrebuințarea cauciucului este costisitoare, însă prezintă avantajul că permite tuburilor mici mișcări în cazul tasării terenului. Acest mod de îmbinare a fost întrebuințat pentru prima oară de d-l *Thiem* la sifonul dela Leipzig (1880), unde a dat rezultate foarte bune. Sifonul se află astăzi în funcțiune și a fost în totdeauna etanș. În anii din urmă îmbinarea cu inele de cauciuc a fost întrebuințată la instalațiunile nouă dela Leipzig și dela Colonia.

Așezarea conductei C este o lucrare foarte dificilă și trebuie făcută cu mare îngrijire. La adâncimi mici conducta se poate așeza deadreptul în teren. La adâncimi mai mari, ea trebuie așezată într'o galerie zidită, pentru a permite vizitarea conductei și controlarea etanșeității.

În acest mod s'a procedat la Frankfurt a. M. (Instalațiunea Hinkelstein) și la Colonia (Instalațiunea Hochkirchen). La Frankfurt, nivelul apei subterane se află la 15 m. sub suprafața terenului. Conducta sifonului a fost așezată într'un tunel de cărămidă ce are baza sa la această adâncime. La Colonia stratul acvifer se află la 6 m. adâncime. Conducta sifonului a fost așezată într'un tunel de beton.

Pentru ca un sifon să funcționeze în condițiuni bune, trebuie prevăzut cu o dispozițiune pentru facerea vidului.

De obicei se întrebuințează pentru aceasta *pompe de aer sau injectoare*. Aerul este aspirat numai în punctul cel mai ridicat al sifonului, adică în punctul unde sifonul pătrunde în puțul colector. După cum dejă am amintit, sifoanele sunt așezate în rampă către puțul colector tocmai pentru a facilita desvoltarea și adunarea aerului în punctul cel mai superior al sifonului. Această înclinare variază între limite mari dela o instalațiune la alta. În Germania s'au adoptat următoarele înclinări :

Instalațiunea Müggelsee (Berlin) . . . . .	1 : 2.500--3.100
„ Hochkirchen (Colonia) . . . . .	1 : 2.000
„ Naunhof (Leipzig) . . . . .	1 : 5.000

În cazurile când întrebuințăm pompe de aer, trebuie să prevedem o dispozițiune prin care să împiedicăm pomparea apei împreună cu a aerului. Pentru aceasta tubul ce pleacă din punctul cel mai superior al sifonului este mai întâiu ridicat în sus pe o înălțime de 8 sau 10 metri, și numai după aceasta este coborât în jos și pus în legătură cu pompa de aer.

Uneori în punctul cel mai superior al acestui tub se interpune un separator de apă (Wasserabscheider), în scop de a face să se precipiteze mica cantitate de apă antrenată de aer.

Pompele de aer trebuiesc să lucreze nu numai în timpul amorșării sifonului, dar chiar și în timpul exploatării normale, căci apa cuprinde aer în soluțiune, ce la pătrunderea în sifon se dezvoltă din cauza scăderii de presiune. În afară de aceasta, ori cât de etanșe ar fi făcute îmbinările tuburilor ce alcătuiesc sifonul, pot exista mici defecte ce permit pătrunderea aerului.

**V. Roșu.**

Inginer la Portul Constanța