

BULETINUL SOCIETĂȚII POLITECNICE

PARTEA TECNICĂ

Alimentarea Capitalei cu apă subterană de la Ulmi (BASINUL ARGEȘULUI)

Istoricul cercetărilor din basinal Argeșului

În 1895, hotărându-se a se spori resursele de alimentare cu apă a capitalei, mărginite pe atunci la aprovizionarea de apă filtrată de Dâmbovița, ce devenise cu timpul insuficientă, Primăria, odată cu studiile întreprinse prin d-nul Inginer Cucu ¹⁾, a însărcinat pe d-nii Lindley și Thiem pentru a-și da avisul în această chestiune.

D-lor printre altele au propus a se lua în cercetare basinal Argeșului, care prin depărtarea lui nu tocmai mare de oraș și indicațiile lui exterioare, se oferea în mod firesc atențiunei pentru o alimentare cu apă subterană.

Dupe plecarea d-lui Thiem, d-l Lindley a continuat inspecțiunile și, întemeiat pe înfățișările topografice și hidrologice ale regiunei din sus de Bolentinu (vezi planul), și anume pe faptul că Răstoaca presenta indicii de vechi emerginți de apă subterană, și că temperatura și limpezimea apei din ea dovedea o alimentare a albiei prin subsol, a recomandat în special pentru o cercetare mai amănunțită partea basinalului de la N. V. de București unde se află și Ulmi.

D-l Thiem, însărcinat mai târziu cu facerea de sondage, a sondat și profilul Ulmi în vre-o 50 de puncte, obținând rezultatele cele mai satisfăcătoare dupe cum a expus în memoriul său din 6 Februarie 1896.

Din cauza însă a schimbărei administrațiunei Comunale studiile întreprinse s'au întrerupt, ear mai târziu în anul 1898, d-l inspector

1) A se vedea „Noile ape alimentare ale orașului București“.

general E. Radu, în baza unor sondage executate de d-sa în partea de la Sud-Vest și mai în apropiere de București, a proiectat și executat alimentarea cu apă de la Bragadiru, care a format a doua resursă de aprovizionare a capitalei.

Totuși, pe de o parte prin dezvoltarea orașului, iar pe de altă parte din cauza risipei enorme de apă, în contra căreia se ezita a lua măsura eficace a aplicării contorilor de control și în fine din cauza lipsei de presiune în oraș, datorită parte tot risipei, iar parte insuficienței rețelei de distribuție, nu a întârziat a se simți necesitatea unor noi măsuri de sporire a alimentării cu apă.

De aceea în 1905 s'a luat hotărârea, mai întâi de a se ameliora condițiunile de presiune în oraș prin înființarea de noi artere de distribuție și despărțirea rețelei în zone de presiune, și apoi de a se găsi în cel mai scurt timp posibil o nouă sursă de alimentare pentru oraș, care primea în mijlociu pe zi de la Bâcu 22.000 m. c. apă filtrată de Dâmbovița și de la Bragadiru 30.000 m. c. apă subterană.

D-l Lindley, însărcinat cu studiile, a reluat pe acelea făcute în trecut, și în baza vechilor sondage completate de d-sa în 4 profile diferite din basinul Argeșului (vezi planul) a indicat ca cele mai nimerite pentru o captare urgentă, sub rezervă de a se fixa definitiv alegerea prin sondage suplimentare, profilele Slobozia și Ulmi pentru motivele arătate în memoriul său de la 1 Decembrie 1905, unde propune alimentarea de apă subterană din unul sau altul din aceste profile, ca prima lucrare pentru sporirea debitului zilnic, și tot o dată ca lucrare complementară a unei aducțiuni viitoare de apă de munte.

Un avantaj al profilelor studiate era de a se putea racorda ușor cu instalațiunile existente, și anume fie ca extensiune a alimentării cu apă de la Bragadiru, fie legându-se noua conductă cu vechiul apeduct de la Bâcu; acest apeduct a fost calculat pe vremuri, nivelul apei fiind presupus la înălțimea nașterii bolților, pentru un debit total de 1000 lt. pe secundă, adică 86.400 m. c. pe zi, iar apeductul de la Bragadiru, între colectorul I și II, putea să mai primească un plus de 20—30.000 m. c. pe zi, după nivelul apei din rezervoriul unde se devarsă, la Cotroceni (+103,5 sau +103).

Elementele principale ce au servit la o primă comparație între valorile profilelor, în hypoteza unei porozități și permeabilități egale a stratelor aquifere și a unei lungimi utilizabile egale a profilelor,

sunt acelea figurate în următorul tablou, unde s'au înscris țifrele numai pentru profilele Slobozia și Ulmi, rămase la alegere (circa 6 km. lungime).

	<u>Slobozia</u>	<u>Ulmi</u>
Suprafața secțiunei aquifere de kilometru lun- gime	7.600 (10.100 *)	12.900
Panta curentului sub- teran	1.54 ‰	1.61 ‰
Adâncimea conductei de aspirație sau galeriei filtrante	<u>5 m. cond. de asp.</u> 10 m. gal. filtrantă	3. 5 — 5 m.
Lungimea conductei de aducțiune	Cond. forțată 2 km. sau 5 km.	<u>8 km. 65 cond. forțată</u> 9 km. 2 apeduct
Înălțimea de ridicare a apei la stațiunea de pompare	20 resp. 24 m.	16 respect. 8 m.
Cota de devărsare după nivelul rezervoriului res- pectiv de la Cotroceni .	+ 103 **)	+ 106
Duritatea	15°, 5	12', 6

Considerațiunea secțiunei aquifere a unui strat și a pantei superficiale a curentului ce-l străbate, determină, fiind dată natura materialului aquifer din care se compune stratul, valoarea hidrologică a profilului, adică capacitatea lui de debitare. Intr'adevăr viteza medie de scurgere a apei subterane este sensibil proporțională cu panta α a curentului, adică

$$U = k \alpha$$

k fiind un coeficient depinzând de frecarea ce întâmpină apa în scurgerea ei prin intersticiile stratului și deci în primul rând de mărimea grăuntului.

Insemnând prin k' raportul procentual al intersticiilor și prin F secțiunea plină a stratului aquifer, rezultă că debitul acestuia se poate exprima prin

$$Q = k' F \times k \alpha = k_0 F \alpha,$$

*) Presupunându-se și stratul aquifer al doilea cu circa 33 ‰ în plus.

**) Cotele se referă la noua origină a statului major cu 18 m., 46 mai sus de vechia origină de nivelement, la care se raportă reperul de la gara de Nord cu + 100 m.

unde k_0 este o caracteristică a materialului stratului, indicând gradul lui de porozitate și permeabilitate, iar produsul $F \alpha$ expresia elementelor de pantă și secțiune ale curentului subteran.

Din tabloul de mai sus se vede că acest produs, dedus din vechile sondage, fiind mai mare la Ulmi, rezulta că stratul aquifer să fie acolo mai abundent. În privința lungimei conductelor de aducțiune, o captare în profilul Slobozia prezintă avantajul de a necesita o conductă de numai 2 km. sau 5 km., după cum stațiunea de pompare s'ar fi așezat la capătul Est sau în mijlocul captărei.

Diferența cotei de devărsare la Cotroceni provine de acolo că rezervoriul apeductului de la Bâcu este așezat cu 3 m. mai sus de cât rezervoriul apei de la Bragadiru.

Chestiunea influențării captărei de la Bragadiru prin o captare în profilul Ulmi nu arăta să presinte gravitate; mai întâi curbele de nivel ale suprafeței apei subterane, construite pe baza vechilor nivelmente, arătau că linia de curent a puțului extrem de Est al unei captări presupuse la Ulmi, cădea la 1 km. depărtare de extremitatea instalațiunii Bragadiru ¹⁾; apoi în spațiul de circa 20 km. dintre profilele în chestiune intervine pe o scară mare o alimentare regeneratoare a stratului aquifer prin precipitățile atmosferice.

Sondagiile suplimentare executate în iarna 1905—1906 pentru deciderea alegerii definitive dintre cele două profile, prin cumpănirea mai precisă a avantajelor și desavantajelor fie-căruia, au arătat că în profilul Slobozia straturile sunt foarte neregulate și că păturile aquifere inferioare nu rentau să fie folosite; întâlnirea frecventă a unor straturi lenticulare de argilă, intercalate în straturile aquifere, inspirau temeri pentru captarea păturilor inferioare, ear restrângerea captațiunii la stratul superior ar fi impus adoptarea unei galerii filtrante costisitoare. Această împrejurare ar fi restrâns de alt-fel raportul secțiunii aquifere unitare din profilul Slobozia către cea de la Ulmi la circa 60%, iar raportul probabil al debitelor, dedus din produsele secțiunii prin pantă, în hypotesa unei compozițiuni egale a straturilor, rezulta și mai mic.

Sondagiile suplimentare au dovedit însă că și natura straturilor este mai favorabilă în profilul Ulmi, petrișurile și nisipurile fiind mai permeabile.

¹⁾ A se vedea în plan curbele de nivel ale apei subterane după nivelmentele recente.

În fine din punct de vedere tehnic, nivelementele efectuate au arătat că aducțiunea apei de la Ulmi se putea face cu pantă naturală pe 90‰ din lungimea ei, fiind ast-fel susceptibilă de o soluțiune eficientă.

De aceea, ținând seama de posibilitatea la Ulmi de a se dobândi un debit mai mare, apoi de avantajile tehnice și economice ale unei conducte de aspirațiune la o mică adâncime, a unei înălțimi de pompare reduse, a debitării apei la rezervoriul de la Cotroceni la o cotă cu 3 m. mai ridicată și în fine de duritatea mai mică a apei, avantaje preponderante cu toată aducțiunea mai lungă a apei, s'a dat preferință profilului Ulmi, și s'a întocmit pentru o captare în acest profil, proiectul prezentat în primăvara anului 1906.

Executarea lucrărilor de la Ulmi s'a făcut în parte sub direcțiunea d-lui Lindley, și anume conducta forțată și apeductul Ulmi-Bâcu, puțurile Captărei I, cu o parte din conductele și căminurile ei de beton, și lucrările de fundație și zidărie ale clădirilor. În August 1907, renunțându-se la vechiul contract cu d-sa, restul lucrărilor, și anume complectarea Captărei I și a clădirilor, Captarea II dimpreună cu tranșea și tunelul pentru conductă, fundația mașinilor au fost executate sub direcțiunea Serviciului Tehnic al Primăriei.

Datele constituind baza proiectului

Paralel cu sondagiile s'au executat ridicările topografice necesare pentru întocmirea proiectului.

În vederea urgenței lucrărilor nu s'a recurs la pompări prin puțuri de încercare, care necesită un timp îndelungat pentru determinarea mai precisă a coeficienților de permeabilitate și a rendamentului stratelor aquifere, ci acesta s'a estimat în mod empiric, prin comparație cu alte cazuri analoage și în baza probelor de sondage și a pantei curentului subteran.

Ast-fel, s'a socotit a se dobândi în mod continuu, adică dupe stabilirea regimului, prin atingerea depresiunii constante a nivelului; prin pompare și fără a se face uz de rezervele din subsol, un debit de 0,4 mc. pe zi de m. p. secțiune aquiferă.

Din straturile aquifere, compuse din petrișuri și nisipuri aluviale, (vezi planul) cel superior are o grosime de 10—14 m. Duritatea apei din acest strat erea indicată de 12°,6 prin vechile sondage; dupe analizele recente făcute în laboratorul școalei de poduri și șosele ea este în mediu de 13° germane.

La calcul s'a avut în vedere o lungime de captare suficientă pentru ca din acest strat singur să se poată obține debitul cerut în timpurile obicinuie, prin puțuri scoborate până la stratul de argilă subțire, aflat la 13—16 m. sub suprafață; cu puțurile mai adânci, străpungând acest strat argilos și duse până la argila terminantă aflată la 24—30 m. adâncime sub suprafață, s'a urmărit prin scufundarea lor în straturile aquifere inferioare, acolo unde acestea sunt priincioase și puternice, a se crea o rezervă cu deosebire pentru cazurile de nevoie, în considerație că apa din aceste straturi aflându-se mai puțin sub influența precipitărilor atmosferice este mai dură de cât cea din stratul superior¹⁾.

Totuși distingerea a două pături aquifere superioară și inferioară, n'are nimic absolut, argila despărțitoare lipsind în unele părți cu desăvârșire și permițând straturilor inferioare a se pune întru cât-va în contribuțiune în timpul funcționării puțurilor din primul strat.

Ținând seamă că aproape toate sondagiile din dreapta Răstoacei până la Argeș au arătat în apă fier sau H_2S și o duritate cu mult mai mare, captarea a fost mărginită între Răstoaca și Ciorogârla. Ea a fost trasată în direcțiune aproape normală curentului subteran, pe o lungime de circa 6 km. $\frac{1}{2}$, și aproape paralel cu hotarele proprietăților, pentru înlesnirea exproprierilor.

Socotind după profilul dedus din vechile sondage, în care straturile aquifere inferioare nu figurau în dezvoltarea lor reală, 12.900 m. p. aquiferi de km. lungime, urma ca în baza rendamentului admis să se poată obține de km. cel puțin 5000 m. c. pe zi sau 60 lit. pe secundă, iar din o lungime de captare de 6 km. $\frac{1}{2}$, cel puțin 30.000 m. c. în 24 ore.

Având în vedere însă că este de mare însemnătate și că o captare de apă subterană se pretează perfect la aceasta, de a se procura la anumite epoci, de ex. vara când se necesită mai multă apă, un debit mai mare de cât cel mijlociu, utilizându-se în mod provizoriu rezervele din subsol, s'a luat ca bază debitul de 40.000 m. c. în 24 ore, sau de 80 lit. pe secundă de kilometru captare.

Dimensiunile conductelor de aspirație și ale puțurilor s'au ales ast-fel ca și în caz de escluderea provizorie din serviciu a unora din părțile instalațiunei, celelalte să poată face față situației.

¹⁾ După analizele recente făcute la școala de poduri și șosele duritatea apei atinge aci 17—19° germane.

Sistemul captării, dimensionarea și repartizarea puțurilor

Captarea s'a proiectat după sistemul puțurilor tubulare de diametru mic așezate la distanțe mici între ele ; acest sistem este indicat de câte ori e vorba de straturi aquifere cu grăunte mărunț, care prin mai mica lor permeabilitate nu permit apei a străbate distanțe lungi către un număr restrâns de puțuri, fără depresiuni de nivel prin pompare exagerată ; asemenea depresiuni presupun grosimi de straturi în consecință, cer un timp mai lung pentru stabilirea regimului, sunt puțin favorabile pentru buna utilizare a rendamentului stratului, și prezintă dificultăți de ordin tehnic. În asemenea cazuri captarea e rațională și eficace numai dacă se exercită pe un șir de puncte numeroase și apropiate, de-a curmezișul curentului. Acțiunea ei se apropie atunci de aceea a unei galerii filtrante, lucrare de alt-fel costisitoare, practicabilă numai la adâncimi moderate și reclamând ca bază un strat de argilă regulat și solid, fără a se putea adapta cu aceiași facilitate, spre o bună utilizare a stratelor aquifere, condițiunilor une-ori atât de variate ale subsolului. Un alt avantaj al sistemului este că acolo unde straturile sunt neregulate și unele din puțuri se pot scoborâ din întâmplare în terenuri nefavorabile, se aduce o compensare prin numărul mare al puțurilor tubulare.

În ceia-ce privește alegerea diametrului, se știe și se conchide ușor din formula logaritmică a debitului unui puț, că pentru depresiuni ale nivelului prin pompare, ce nu întrec o anumită limită față de adâncimea puțului, diametrul nu are o mare influență asupra debitului pentru aceiași depresiune, și poate deci fi ales destul de mic ; pentru obținerea unui debit anumit, o reducere importantă a diametrului se rescumpără prin o sporire mică a depresiunii. În sistemul de care este vorba aci de alt-fel și debitul ce revine a se capta de fie-care din puțuri, este, din cauza desimei lor, redus, ast-fel că s'ar ajunge la diametre prea mici. Totuși intervine o altă considerație care nu permite micșorarea diametrului peste măsură și anume iuțeala apei la intrarea în puț.

Intr'adevăr, să presupunem fixată depărtarea dintre puțuri, dupe permeabilitatea păturilor aquifere și după grosimea lor, în ordinea de idei la care se face alusie la începutul capitoului ; această depărtare a fost aleasă aci în mod empiric de 25 m. în general pentru materialul mai mărunț din primul strat ; o dată calculat, în baza rendamentului admis al straturilor, debitul aferent fie-cărui puț, este

nevoie ca acesta să aibă o suprafață filtrantă suficientă, pentru ca iuțea apei la intrare să nu întrecă o anumită limită, de ex. 2 mm. pe secunda antrenând nisipul și punând ast-fel puțul în pericol. Această limită depinde de sigur de finețta nisipului. Ast-fel, pentru a rămâne sub această limită în de ajuns în vederea modificărilor eventuale prin execuție și chiar pentru cazurile când unele din puțuri ar funcționa mai intensiv din cauza închiderii provizorii a altora, s'a admis trecerea normală pe secundă a 0,7 lt. prin fie-care metru pătrat de suprafață filtrantă a puțului, sau 1,4 prin m. p. supr. efectivă de scurgere, presupunând că supr. găurilor este egală cu a plinurilor; aceasta determină diametrul puțului, întru cât grosimea stratului aquifer decide de lungimea lui filtrantă. In modul acesta diametrul puțurilor scufundate numai în materialul mărunț din primul strat, unde s'a socotit ca aplicabilă o lungime filtrantă medie de 6 m., s'a dedus de 150 mm. Și într'adevăr pentru acest diametru și o lungime filtrantă de 6 m. rezultă un debit permis la intrare de 2 lt. pe secundă de puț, adică de 80 de lt. de kilometru captare, ceea-ce, precum s'a menționat, a servit ca bază la proiect. In afară de acest tip de puțuri, care se leagă mai întâi în grupe de câte 4 și apoi prin un tub comun de ramificație cu conducta principală ce duce la pompe (vezi planul), s'au mai proiectat în părțile mai permeabile ale straturilor alte două tipuri de 300 și 600 mm. diametru, denumite isolate prin faptul că sunt racordate fie-care în parte cu conducta principală; suprafața lor filtrantă fiind dublă sau quadruplă pentru aceeași grosime de strat aquifer, ele se puteau așeza la distanțe sporite (ceva mai mici de cât 50 sau 100 m. din cauza rendamentului mai mare), în ipoteza bine înțeles că permeabilitatea mai mare a stratelor, care a indicat aci puțuri mai depărtate, este așa, ca la aceeași depresiune dată prin pompare să concure în puț debitul aferent, adică un debit dublu sau quadruplu.

In interesul unei examinări mai riguroase se mai poate discuta faptul dacă, odată determinate și admise ca bune distanța între puțuri și diametrele lor pentru o grosime anumită a stratului aquifer, capabil de a furniza un debit q de lărgimea aferentă unui puț, ceea-ce s'ar putea obține la o anumită depresiune a nivelului prin pompare, dacă zicem aceste elemente rămân bune și pentru cazul când cei-lalți factori fiind neschimbați, s'ar putea întâmpla ca stratul să aibă pe o porțiune oare-care o grosime mai mare, bună-oară îndoită, putând furniza ast-fel, pe aceeași lărgime, $2q$. Prin faptul că lungi-

mea filtrantă a puțului se poate mări în aceeași proporție, s'ar putea menține aceeași viteză de intrare, dacă n'ar concura în puț de cât debitul $2q$, ce ar trebui să-i revină de fapt. De oare-ce însă după formula obicinuită a puțurilor debitul unui puț pentru aceeași depresiune permanentă crește ceva mai repede de cât grosimea stratului, ar avea tendință să concure în puț mai mult de cât $2q$ adică și o parte a debitului aferent puțurilor vecine. Regimul permanent n'ar putea fi realizat atunci în sensul calculului pe întreaga linie a puțurilor, de cât asigurându-se o mai mică depresiune locală puțurilor mai adânci, ceea-ce s'ar face închizând puțin vanele respective în scop de a micșora debitul conductei prin o rezistență adițională, stabilindu-se în puț un nivel mai ridicat potrivit debitului.

Dacă îngroșarea stratului este pur și simplu accidentală în sens longitudinal, (nefiind prelungită în sus și în jos), ea neavând o influență asupra debitului stratului, n'ar fi nevoie a se lua precauțiunea citată; dându-se însă posibilitatea de a se avea o mai mare lungime filtrantă pentru puț, adoptarea unui diametru mai mic ar fi permisă.

În cazul iarăși când, neschimbându-se cele-lalte împrejurări, panta curentului s'ar întâmpla să fie, în o parte a profilului, ceva mai mare de cât aceea presupusă pentru întregul profil, de ex. din cauza unei pante mai repezi a argilei de bază, atunci la captarea debitului disponibil sporit, dacă ar fi teama de a se întrece cu mult viteza de intrare admisă pentru restul puțurilor, ar trebui alese acolo diametre mai mari; totuși pentru captarea efectivă a debitului disponibil mai mare, sporirea, impusă ast-fel, a diametrului, nefiind eventual suficientă, va trebui produsă în puțurile respective o depresiune mai mare prin închiderea parțială a celor-lalte puțuri și o pompare la stațiune sub un vacuum mărit.

Fenomenul funcționării simultanee a unei serii de puțuri este de sigur și mai complicat din cauza condițiunilor atât de variate din subsol; totuși considerațiunile de mai sus, bazate pe formulele obicinuite, desi presupun condițiuni ce nu se realizează întocmai la o instalație de puțuri, indică oare-și cum influența diferiților factori ce pot interveni și arată nevoia de a realiza uneori depresiuni inegale în puțuri, prin închiderea parțială a unora din ele, — în scop de a pune în contribuție diferitele părți ale profilului după puterea stratului, și a nu slei unele din ele, lăsând în schimb, în altele, să se strecoare o parte mai mare din apă, necaptată.

Calculul trebuie considerat aci ca o primă aproximație, nepu-

tând fi împins prea departe în materie de hidrologie, al cărui domeniu e mai mult experimental.

În practică se vor căpăta indicii, dacă în o parte din profil sau pe întreaga linie stratul se epuisează prin pompare, făcându-se observațiuni îndelungate pe regiunea captărei; atunci prin încercări repetate de manevrarea vanelor și sporirea sau micșorarea debitului pompelor, se va putea ajunge a se folosi în mod rațional și cât mai integral stratul captat, ținându-se seamă de fluctuațiunile nivelului după anotimpuri, etc. și de nevoile schimbătoare ale exploatărei.

În ori-ce caz din cee-ce precede se vede, că la repartizarea diferitelor tipuri de puțuri pe linia captațiunei a trebuit să decidă distanța dintre puțuri, impusă la rândul ei de permeabilitatea straturilor în diferitele părți ale profilului și de grosimea lor.

Puțurile în grupe de diametru mai mic și mai apropiate, s'au aplicat ca regulă generală acolo unde stratul era compus din material mărunț având și o grosime mică.

Puțurile isolate s'au proiectat în locurile unde pătura aquiferă se presintă cu grăuntele mai mare adică mai permeabilă, și anume cele de 600 mm. acolo unde stratul, având o grosime mică trebuia sporit diametrul puțului pentru a se avea suprafața filtrantă voită, ear cele de 300 mm, acolo unde pătura aquiferă fiind groasă se putea avea o lungime filtrantă mai mare a puțului. Acolo unde aceste puțuri alternează cu grupele de 150 mm., ele s'au așezat la 25 m. numai de puțurile acestora, de oarece în cazuri normale au același rol ca și puțurile de 150 mm., primind un debit mai mic. În caz de scoaterea din funcțiune a unora din grupe, puțurile izolate lucrează la 125 m. unul de altul, și în această presupunere s'a determinat diametrul lor.

În afară de asta puțurile isolate de 600 mm. s'au întrebuințat și în păturile puternice din apropierea stațiunei de pompare, urmărindu-se ast-fel posibilitatea de a se putea extrage de aci provizoriu, fără a se întrece iuțeala limită de intrare a apei, un debit mai mare din rezervele subsolului, aceasta când vre-una din porțiunile captărei ar trebui pusă în afară de serviciu. Mai ales în asemenea împrejurări s'a socotit a se pune în contribuție cu mai mare intensitate, straturile aquifere inferioare, cari sunt mai desvoltate în apropierea stațiunei de pompare, adică pe la mijlocul captațiunei, și care, precum s'a menționat, au o duritate mai mare.

Repartițiunea diferitelor tipuri de puțuri se vede din schema

captațiunii, (planul) și a fost hotărâtă mai în detaliu dupe normele de mai sus, în timpul chiar al execuției, prin sondage auxiliare, având de scop a determina condițiunile subsolului cu mai mare precizie pe măsura înaintării lucrării.

Pe porțiunea de 360 m. de o parte și de alta a drumului Ulmi-Ornești nu s'a prevăzut nici un puț din cauza vecinătăței satului.

La terminarea completă a puțurilor, întocmindu-se profilul Ulmi (vezi planul) dupe rezultatele numeroaselor sondage executate pentru studii și pentru construcția însăși a puțurilor, s'a dedus că secțiunea totală a păturilor aquifere din profil, pe lungimea captării de 6400 m., este de 93.800 adică de 14.650 m. p. de kilometru. Ținând seamă de acest spor al secțiunii față de acea presupusă la început și de faptul că și materialul aquifer s'a găsit mai priincios, s'ar putea conchide posibilitatea de a se obține în mod regulat 40.000 m. c. pe zi sau în mod provizoriu 50.000 m. c. Puțurile de 150 mm. s'au scoborât la o adâncime medie de 14 m., având în mijlociu o lungime filtrantă de 5,4 m., ear puțurile de 300 și 600 au fost scoborâte, unele numai în primul strat, acolo unde cel de al doilea erea de calitate rea, și anume la o adâncime medie de vre-o 15 m., ear cele mai multe și în al doilea strat aquifer la o adâncime mijlocie de 22 m. Puțurile isolate au primit în mediu o lungime filtrantă de 8 m.

Modul de construcție și execuția puțurilor.

În locul fixat pentru construirea unui puț se săpa mai ântâi o groapă rotundă de 1.5 m. diam. la puțurile mici, pătrată de 2.75 m. lature la cele izolate, având o adâncime de 3.5—4 m.

La fundul acestei gropi se începea forajul puțului cu mijloacele obicinuite de sondare, în un diametru de 300, 600 sau 1000 mm. după cum era vorba de un puț de 150, 300 sau 600 mm.

În timpul sondării se luau probe din diferitele straturi întâl-nite, însemnându-se adâncimile limitelor lor față de un reper, în scop de a se avea datele necesare pentru confecționarea puțului metalic în atelier, adaptat împrejurărilor locale.

Puțul, compus din tuburi de fer galvanizat nituite, cu perete respectiv de 3, 3.5 și 4 mm., plin sau, pentru părțile filtrante, găur-it¹⁾, se combina prin nituire din lungimi multiple de 0.25 m. de la

¹⁾ Găurile de 1.5 mm. \times 20 mm. la puțurile de 150 mc. și de 2 mm. \times 20 mm. la celelalte, așezate cu lungul lor paralel cu axa tubului, formează rânduri perpendiculare pe această axă.

0,50 m. până la 2 m., ast-fel ca în fie-care caz particular, alternarea porțiunilor pline și perforate să corespundă succesiunii straturilor impropriei sau proprii pentru captare. Capetele niturilor erau unse, după nituire, cu un strat protector în contra ruginii. Puțurile mai lungi se preparau în atelier în bucăți ușor transportabile, înădirea lor făcându-se ulterior în timpul așezării și anume, prin nituire la puțurile de 600 mm. cari permiteau intrarea unui om, sau prin șurupuri la cele de 300 mm.

Puțul odată scoborât era fixat la adâncimea voită și cât mai în axă; în privința cotei de așezare, impusă de cota axei cond. principale, se acorda o toleranță de 10 cm. numai în minus, în scop de a se asigura rampa de cel puțin $\frac{1}{100}$ prevăzută pentru conductele de aspirație secundare, în vederea unei antrenări lesnicioase a aerului în spre pompe. Înțepenirea în pozițiunea axială a puțului se obținea jos prin 3 urechi aplicate pe piesa de fund și formând ușor resort între pereții puțului și pereții sondajului; la capătul superior centrarea se făcea prin un dispozitiv analog aplicat pe o bucată de tub ce se ridica în urmă, făcând numai funcțiune de uneltă.

După fixarea puțului în modul descris, golul cilindric dintre el și tubul de sondaj se umplea, în partea straturilor de captat, cu material filtrant, și anume petriș spălat și ciuruit, cu grăunțele de 2,5—5 mm., iar în dreptul argilei sau straturilor impropriei, cu nisip, în scop de a opri infiltrațiunile din aceste straturi, cari pe lângă că ar turbura apa din puț, ar putea provoca goluri și surpături.

În fine, treptat cu umplerea citată, tuburile de sondaj erau trase afară, și construcția propriu zisă a puțului era terminată.

Porțiunea filtrantă a puțului nu ocupă întreaga grosime a unui strat achifer, coprins între două straturi argiloase sau impropriei; porțiunile cu perete plin ce o mărginesc depășesc limitele straturilor impropriei, intrând în stratul achifer în chestiune, sus cu cel puțin 0,75 m., jos cu cel puțin 0,20—0,25 m. De asemenea și umpluturile de nisip din dreptul straturilor impropriei se prelungește în stratul achifer cu cel puțin 0,25 m. sus și 0,10 m. jos.

Porțiunea filtrantă, care rezultă ast-fel cu vre-un metru mai scurtă de cât grosimea stratului achifer tributar ei, se află prin aceasta depărtată și despărțită de straturile impropriei ce o coprind, prin o grosime oare-care de nisip de umplutură, oferind un drum mai anevoios infiltrațiunilor, ce ar tinde să se producă din numitele straturi mai ales din cel superior.

Precauțiunea aceasta mai are de scop. la partea inferioară a porțiunilor filtrante, de a da o rezervă în caz de o tasare a puțului, care ar avea de efect apropierea imediată a părții filtrante de argila subiacentă.

Prelungirea umpluturii de nisip, menționată mai sus, s'a prevăzut mai scurtă de cât cea a părților tubulare cu perete plin, pentru ca nisipul însuși să fie împedecat de către petrișul mărunț de umplutură, de a pătrunde în puț prin părțile perforate. Așa dar la limitele dintre straturile proprii și impropriei avem succesiunea în trepte : argilă sau nisip impropriu, nisip de umplutură, petriș de umplutură, succesiune care, mai ales după un timp oare-care de funcționare, asigură puțului un filtru înconjurător perfect, ast-fel că echilibrul anterior al straturilor este asigurat.

Lentilele argiloase întâlnite în o grosime mai mică ca 0,10 m. au fost cu totul neglijate, punându-se ca umplutură în dreptul lor tot material filtrant, adică petriș mărunț, în considerația că primele infiltrațiuni de la aceste straturi lenticulare, spălând ușor argila din imediata apropiere a puțului, determină căderea materialului bun din stratul de deasupra, care închide golurile mici provocate prin spălare, oprindu-se ast-fel ori-ce nouă infiltrație de argilă.

Pentru a pune puțurile la adăpostul infiltrațiunilor superficiale directe, cari sunt mai de temut pentru calitatea apei din punct de vedere bacteriologic, cu toate că gura puțului se află în general la circa 3,50 sub sol, fiind accesibilă numai prin o cameră de inspecție în beton, acoperită în mod impermeabil, s'a prevăzut ca cei d'ântâi 4 m. superiori ai puțului să fie în ori-ce caz cu perete plin, iar umplutura înconjurătoare, din nisip mărunț nefiltrant. Ast-fel abia la circa 7,5 m. sub sol apa poate pătrunde în puț. Prin aceasta nu se perde de fapt mult din porțiunea filtrantă a puțului, având în vedere că la pompare intervine depresiunea de câți-va metri a nivelului în jurul puțului.

Piesa de fund a puțului, care s'a spus mai sus că poartă și dispozitivul de centrare, are o lungime de 0,50 m. la puțurile de 150 m. m. și de 0,80 m. la celelalte, și este cu perete plin și înfundată ; în general ea repauzează pe argilă cu o mică pătrundere în ea ; piesa în chestiune este destinată a primi nisipul ce s'ar strânge eventual cu timpul, putând fi curățit la intervale mai mult sau mai puțin lungi.

Puțurile primesc la capătul lor superior un coif de fontă, de

care atârnă înșurupat tubul aspirator vertical de 80, 125 sau 150 mm. diam. respectiv ; acest tub plonjează la 8,50—9 m. în interiorul puțului, adică la circa 12 m. sub sol, în scop de a rămâne scufundat cu capătul lui în apă, chiar la cea mai mare depresiune a nivelului.

Coiful are lateral o tubulară cu bridă, la care se fixează prin buioane conducta secundară ce leagă puțul cu conducta principală de aspirație ; el poartă, deasemenea bulonat, la partea lui superioară, un capac care permite la nevoie curățirea puțului fără demontarea coifului.

Înainte de montarea coifului, puțurile s'au curățit prin o pompare prealabilă, până când apa a eșit absolut limpede, golurile materialului filtrant din jurul puțului umplându-se în deajuns, pentru a împiedeca străbaterea nisipului eventual mai fin din straturile achifere.

Puțurile în număr de 187 de 150 m. m., 26 de 300 m. m. și 15 de 600 m. m. au fost executate de către firma Bopp & Reuter din Mannheim, care a prezentat oferta cea mai avantajoasă la licitațiunea restrânsă respectivă, la care mai fuseseră invitate, ca specialiste, firmele Trautzel & Co. din Viena și Thiele și Hoering din Heidelberg.

Contractul a fost încheiat în August 1906, iar lucrările de sondare s'au început în Octombrie, lucrându-se și iarna cu 6—8 echipe.

Sondarea puțurilor de grupe n'a prezentat în general dificultăți, luând de obicei câte o zi de puț.

Aceste puțuri, precum s'a mai menționat, se termină la primul strat de argilă ; străbaterea acesteia la sondarea puțurilor izolate, s'a făcut în general cu mare greutate, necesitând une-ori încărcături de peste 70 tone, fără ca totuși capătul sondei, degajat dedesubt până la 1 m. prin burghiu, să poată înainta în unele zile cu mai mult de 0,10 m.

Tenacitatea argilei, prin presiunea cu care apăsa împrejurul tuburilor de sondaj, s'a făcut de asemenea simțitoare la scoaterea lor.

Puțurile aripei Vest a captărei adică de la uzina de pompare până la Restoacă și 6 puțuri din aripa Est, constituind captarea I, au fost gata în Iunie 1907. Instalația completă a puțurilor s'a terminat pe la sfârșitul lui Noembrie 1907.

Prețurile contractate au fost de :

675	Mărci	pentru	un	puț	de	150	m.	și	10	m.	lungime	tubulară.
1185	"	"	"	"	"	300	"	"	10	"	"	"
2300	"	"	"	"	"	600	"	"	10	"	"	"
4072,50	"	"	"	"	"	300	"	"	22	"	"	"
5470	"	"	"	"	"	600	"	"	22	"	"	"

Pentru fie-care metru în plus sau minus, fără a întrece anumite limite, se socotea respectiv un plus sau minus de : 50, 90, 150, 160 și 220 Mărci.

Numărul puțurilor și lungimile tubulare medii real executate fiind respectiv după categorii de :

Numărul puțurilor : 187 9 3 17 12

Lungimi tubulare medii : 10^m,82 8^m,96 12^m,93 23^m,96 22^m,94

a rezultat un cost total de 292.000 Mărci = 365.000 lei, în care sunt coprinse și mici lucrări suplimentare.

În numerile viitoare vom continua cu conductele de aspirație, apeductul și stațiunea de pompare, cu toate instalațiunile sale.

D. Germani

Inginer al Primăriei Capitalei.

Diriginte al lucrărilor de la Ulmi