

# TUNELUL DE FONTĂ

DIN

## V A L E A M O S T I S T E A

---

### Proiectarea lucrării

Calea ferată București-Fetești traversează mai multe văi adânci a căror direcțiune este de la Nord-Vest la Sud-Est, și al căror fund este format de un strat de mocirlă de 0<sup>m</sup>5—4<sup>m</sup>0 grosime, urmat succesiv de straturi de argilă și de nisip; sub stratul de nisip la o adâncime de 6<sup>m</sup>—7<sup>m</sup> se găsește un strat de argilă galbenă compactă.

Văile cele mai importante de felul acesta sunt : Pipera, Paserea, Mostiștea Vinata, Miuțica și Milotin, cele-lante nu prezintă un asemenea interes căci adâncimea lor este mai mică și fundul lor fiind mai consistent, fundațiunea podurilor este mai ușor de executat.

Aceste văi au o pantă mică întreruptă de numeroase eleștee care contribuie neconținut la depunerea unor straturi noi de nămol și prin urmare la ridicarea fundului. Natura puțin consistentă a astor funduri de văi a dat naștere la mari dificultăți pentru transversarea lor, și a necesitat un studiu minuțios al proiectelor, mai ales pentru văile adânci, în care rambleul ajunge pînă la 25<sup>m</sup>00 înălțime.

Dificultățile cele mai însemnate pe linia București-Fetești s'au întîmpinat la valea Mostiștea, depărtată de 44 km. spre răsărit de București. Înălțimea rambleului d'asupra talve-

gului este aci de 22<sup>m</sup>12. La primul studiu al lucrărilor de artă pentru această linie se prevăzuse un pod boltit de 4<sup>m</sup>00 deschidere cu înălțimea luminei de 4<sup>m</sup>90. Nu este aci locul de a intra în detaiuri asupra construcțiunei podului; ne vom mărgini în a arăta că puțin timp dupe ce se începuse executarea rambleului s'au ivit crăpături în pod, la început se constată două crăpături aproape de mijlocul podului, mai în urmă se produsera crăpături și 'n sensul longitudinal, ast-fel că stabilitatea lucrărei era compromisă; nu remânea de cât să se părăsească podul cu totul și să se construiască un altul într'un punct al văei oferind o rezistență mai mare. Până la soluțiunea definitivă a problemei s'a susținut partea mijlocie prin cintre bine legate în sensul longitudinal, sub care s'a așezat două țevi pentru scurgerea apelor. Toate aceste precauțiuni fură zadarnice, podul se crăpase și partea despre vale alunecă lăsându-se cu 1<sup>m</sup>50 și percurgând o distanță de 5<sup>m</sup>50; în rambleu nu s'aă constatat de cât mișcări mici și circulațiunea trenurilor au urmat regulat.

Amplasamentul noei lucrări de artă s'a fixat în urma mai multor sondage, pe coasta despre apus unde natura terenului era cea mai favorabilă.— În această soluțiune, partea amonte a văei era pusă în comunicațiune cu parte aval prin un canal care trecea sub calea ferată prin un tunel circular de 3<sup>m</sup>00 diametru.

Construcțiunea unui tunel de 3<sup>m</sup>00 diametru în zidărie ar fi durat și ar fi costat mai mult decât un tunel metalic din cauza cintrelor ce ar fi fost necesare pentru susținerea zidăriei. Pentru a înlătura aceste inconveniente s'a admis un tunel metalic care se putea executa mult mai repede și nu necesita o susținere în timpul construcțiunei.

Pentru construirea tunelului metalic s'au admis fonta care din cauza granurei sale rezista mai mult timp în contra ruginii. Pentru a se obține condițiuni de durată

egală cu ferul lucrat, ar fi trebuit să se galvanizeze, ceea ce ar fi revenit prea scump. Capetele tunelului s'au construit în zidărie.

Proiectul acestui tunel s'au făcut sub direcțiunea d-lui inginer-șef A. Saligny, șeful serviciului lucrărilor noi.

### Calculul Tunelului

Basinul văii Mostiștea are de la origină până la punctul unde îl traversează calea ferată o suprafață de aproximativ 60 km. pătrați; pe toată această regiune nefiinduse păduri, s'au putut lua pentru coeficientul de scurgere al apelor de ploaie, 0, m. <sup>3</sup>15 pe km. pătrat și pe secundă.

S'a fixat panta tunelului la 0,005 pe metru și s'a admis că tunelul s'ar putea umplea până la  $\frac{3}{4}$  din lumina sa. Cu aceste dimensiuni tunelul poate debita până la 10m<sup>3</sup> pe secundă pe când valea are un debit de cel mult 6—9 m<sup>3</sup>.

Greutatea terenului d'asupra tunelului, împreună cu greutatea locomotivei estimat în înălțime de teren este 20,000 cu o greutate specifică de 1,600 kgr.; — lărgimea unui inel fiind de 0.75 și proiecțiunea orizontală a unui segment fiind 1.425, presiunea verticală pe un segment este 34200 kgr.

Această forță se descompune la cheie într'o forță normală de 28 tone și una tangențială de 20 tone; secțiunea unui segment fiind :

$$75 \times 1.5 + 13.5 \times 5 = 180 \text{ c.m.}^2$$

presiunea pe centimetru pătrat la cheia este 110 kgr.

Calculul grafic al segmentelor superioare, considerându-le ca părți ale unei bolti, ne dă :

presiunea orizontală la cheie . . . . .	21650 kgr.
» la nascerea bolței . . . . .	41600 »
» la rostul cel mai defavorabil . . . . .	33850 »

Cu aceste cifre și în ipoteza celei mai defavorabile curbe de presiune găsim :

	Cheia	Nascerea	Rostul periculos
La periferia interioară	- 440	} -231	-680
„ exterioră	+ 190		+310
			} presiunea pe c.m. <sup>2</sup>

Aceste presiuni, care în parte, se apropie de limita practică, lucrează numai la mijlocul tunelului, aproape  $\frac{1}{9}$  din întreaga lungime.

Șuruburile cari leagă segmentele între dênsele precum și celelalte au un diametru de 0,025 ; în sensul longitudinal segmentele au câte șase șuruburi. Forța care tinde a rupe șuruburile este de 21650 kgr., secțiunea șuruburilor este  $6 \times 4.91 = 29,46$  c.m.<sup>2</sup> ; prin urmare presiunea pe centimetru pătrat de șurub este :

$$\frac{21650}{29.46} = 735 \text{ kgr.}$$

Nu s'a prevăzut nici un aparat de compensațiune pentru dilatările produse de temperatură, pentru că, țeava fiind la aproape 6,<sup>m</sup>00 adâncime de la suprafața terenului natural, razele soarelui nu o poate atinge în nici un punct ; chiar încălzirea prin căldura reflectată este imposibilă, de oare-ce părțile metalice cele mai apropiate de gura tunelului, se află la o distanță de 4,<sup>m</sup>00 ; intrarea razelor este încă înlăturată prin faptul că tranșeele de la capete sunt adânci și se racordează cu tunelul prin curbe cu raze mici.

Admițând chiar că s'ar putea produce o încălzire parțială, dilatațiunea ar fi foarte mică și n'ar influența întru nimic asupra zidărilor de la capete ; înadevăr în cazul de față putem admite că diferența de variațiune a temperaturii nu va întrece 30°, adică de la - 20° la +10°, așa în cât luând coeficientul de dilatație de  $\frac{1}{1500}$  admisibil pentru construcțiunile metalice și pentru diferența de

30°, valoarea dilatației va fi pentru lungimea de 57,<sup>m</sup>00 a tunelului :

$$\frac{5700}{1500} = 4 \text{ c.m.}$$

Acești patru centimetri se împart asupra numărului de 75 rosturi, vom avea dar pentru fie-care rost aproape  $\frac{1}{2}$  <sup>m</sup>/<sub>m</sub> diferența care nu are nici un efect asupra fontei.

### Descrierea și executarea tunelului.

Tunelul este circular și cu diametru de 3,<sup>m</sup>00 și compus din o serie de 76 de inele de fontă de câte 0,<sup>m</sup>759 așa în cât lungimea totală a țevei metalice este de  $76 \times 0.75 = 57,<sup>m</sup>00$ ; fie-care inel este compus din 5 segmente egale, unul din planurile de joncțiune ale segmentelor este dispus ast-fel în cât coincide cu axul longitudinal al tunelului formând o cheie; această dispoziție a permis calcularea segmentelor superioare ca boltă; segmentele laterale formează curbele cari la rîndul lor se sprijină pe placa inferioară așezată în beton.

Primele sondage făcute în coasta despre apus, permiteau așezarea tunelului la 100<sup>m</sup> distanță din axul podului dărâmat; acest amplasament fu părăsit căci descizându-se canalul în partea din aval, se constată că argila nu era destul de consistentă, și se fixă definitiv la distanța de 141,<sup>m</sup>00 de podul primitiv. Aci era și terenul mai sănătos, și se dobânda și avantajul d'a avea d'asupra cheii tunelului un strat de pământ viu de peste 5,<sup>m</sup>00 înălțime.

Construcția s'a început la finele toamnei anului 1886, săpându-se mai întâiu canalul din aval, pe o lungime de 93,<sup>m</sup>0 cu o adâncime maximă de 8,<sup>m</sup>0 și o pante de 0,005. La Martie 1887 s'a putut începe zidăria capătului tunelului despre vale; lucrarea fu condusă așa de iute în cât la finele lui Maiu, țeava întregă era așezată, și nu

mai rămânea de cât zidăriile de la capete, și canalul din amonte a cărui lungime este de 136,<sup>m</sup>00.

Un rezultat așa de favorabil se datorește faptului că excavațiunea întregului tunel s'a putut face la uscat, și fără d'a întrebuința cindre, căci terenul erea destul de consistent.

În tunel se așezase două căi Découvillle servind: una la scoaterea pământului săpat, alta la aducerea materialelor de construcțiã.

La început se considera ca suficient d'a putea înainta cu lucrarea pe o lungime de două inele; împrejurări favorabile au permis însă a merge mai iute.

Betonul de fundațiã pentru țevã și pentru capete era compus din 1,<sup>m</sup>00 pietriș și 0,<sup>m</sup>45 mortar hydraulic; acest mortar s'a compus de 250 kgr. var hydraulic de Prahova și 100 kgr. ciment de Groschowitz la 1,<sup>m</sup>00 nisip.

Zidãria capetelor este de cãrãmidã; la aripi însă și la capãtul propriu zis al tunelului s'a așezat piatrã de taliã, luatã din coronamentele podului dãrîmat.

Țeava de fontã s'a așezat într'un strat de beton, având compozițiã arãtatã mai sus. S'a dat multã îngrijire ca panta sã fie cea prescrișã de 0,005, și ca rostul de cheie sã fie întocmai în axul longitudinal al tunelului.

Excavațiunea terenul s'a fãcut cât se pôte de exact dupã raza de 1,<sup>m</sup>50 pentru partea superioarã a tunelului, și aceastã parte s'a netezit cu îngrijire pentru a înlesni așezarea segmentelor superioare cari formau boltã.

Dupã ce toate inelele furã așezate și bulonate, se începu în interiorul tubului de fontã, construcțiã unui inel de beton de 0,<sup>m</sup>20 grosime. Acest beton era compus din 1,<sup>m</sup>300 pietriș mărunt de maximum 25<sup>m</sup>/<sub>m</sub> diametru, și din 0,<sup>m</sup>345 mortar de ciment; mortarul coprindea 500 kgr. ciment de Groschowitz la 1,<sup>m</sup>00 nisip. Inelul de beton fiind bine uscat, se mai aplicã și o tincuialã de 10<sup>m</sup>/<sub>m</sub> grosime și bine

netezită ; tencuiala era compusă din o parte ciment pentru două părți nisip.

Partea metalică a tunelului a fost furnisată din casa Arbenz & Wolff din usina «Consolidirte Redenhütte» (Silesia superioară); iar montarea și executarea săpăturilor au fost făcute de D-nu Georges Paul din Buzău.

## COSTUL

Tabloul următor arată detaliat costul diferitelor lucrări

ARATAREA LUCRARILOR	CANTITAȚI	PREȚUL unitar	COSTUL	
			Parțial	Total
<b>Ferăria</b>				
Segmente de tuciu . . . . .	121,009	243,00	29405,11	
Bulone de fer . . . . .	4,732	395,00	1869,14	
	in aur		31274,25	
Se adaogă agio 17% la 31274,25 lei.		—	5316,62	
Taxe vamale și alte cheltueli. . . . .		—	5508,15	
		in arg.		42099,02
<b>Capetele de zidărie</b>				
Săpătură sub apă . . . . .	58,02	6,00	348,12	
„ pe uscat . . . . .	2803,05	1,50	4204,57	
Zidăria de beton cu mortar de var hydraulic și ciment . . . . .	263,06	38,00	9996,28	
Zidăria de beton cu mortar de ciment.	12,11	52,00	629,72	
„ de cărămidă in ziduri drepte . . . . .	108,74	24,00	2609,76	
„ „ in bolți . . . . .	55,49	26,00	1442,74	
Cărămidă furnisată de direcțiune. . . . .		—	2620,00	
Căptușiala de boltă . . . . .	130,085	5,00	654,25	
Rostuire la zidăria de cărămidă . . . . .	103,50	3,00	310,50	
				22815,94
<b>Tunelul</b>				
Săpătură . . . . .	480,96	12,00	5771,52	
Zidăria de beton cu mortar de var hydraulic și ciment . . . . .	118,20	40,00	4728,00	
Zidăria de beton cu mortar de ciment.	93,75	55,00	5156,25	
Tencuială cu ciment . . . . .	457,73	2,50	1144,32	
Așezarea ferăriei. . . . .	57,00	100,00	5700,00	
				22500,09
Săpătura canalelor. . . . .	10108,76	1,20		12130,51
Lucrări suplimentare . . . . .		—		5346,51
Costul total al lucrărilor . . . . .		—		104932,07



Vedem ast-fel că costul total a fost de lei 104932.07 ; din această valoare totală, tunelul propriu zis costă 64599,11, restul fiind costul capetelor și a săpăturii canalelor ; pe metru liniar de tunel vom avea dar lei 1133,32, sau dacă voim mai detaliat :

Costul pe metru liniar de tunel este :

		<u>Lei b.</u>
Segmente de tuciu . . . . .	2,123	} 738,50
Buloane de fer. . . . .	0,083	
Săpătură . . . . .	8, <sup>m</sup> 3438	101,25
Zidărie de beton cu var hydr. și ciment . . . . .	2, <sup>m</sup> 3074	82,95
» » » » ciment . . . . .	1, <sup>m</sup> 3644	90,46
Tencuială cu ciment. . . . .	8, <sup>m</sup> 203	20,08
Așezarea ferăriei . . . . .	1,00	100,00
Total . . . . .		<u>1133,32</u>

**A. Gadertz.**



Indicând cantitățile și costul terasamentelor executate în antreprinsă pe

LINIILE PE CARI S'AU EXECUTAT TERASAMENTELE	NUMELE ANTREPRENORILOR	Cubul executat în total  m. c.
Filiași-T.-Jiu	A. Boisguerin	369357,27
R.-Vâlcea-Corabia Secția I	B. Marsegalia & Donatti	146703,00
Idem Secția II	Bosero Delfavero și A. Ionescu	154417,86
Idem Secția III	H. Dimitrescu și G. Ion	99952,23
Idem Secția IV, V	I. Lebrat	427363,72
Riureni-Ocnele-Mari	B. Marsegalia	87560,80
Golesci-C.-Lung	G. Carota & Blasig	438274,11
București-Fetesci Secția I	A. Boisguerin	393679,98
Idem Secția II	C. Sotir & M. Gheorghiu	655899,08
Idem	T. Giuseppe, G. Carota & Cnie	151615,09
Idem	M. Ionescu și Belu	70523,23
Idem	G. Carotta și Cie	42440,75
Idem	Pinet. Nic., Margnebosco & Cie	235407,43
Idem	Soc. Română de Construcțiuni	132681,98
Ciulnița-Slobozia	B. Matak	197121,44
Călărași-Ciulnița	I. G. Cantacuzino	97603,31
Făurei-Fetești Secția I și II	G. B. Ciconi	310076,81
Idem Secția III	Soc. Română de Construcțiuni	668745,84
Bărlad-Vaslui Secția I	Herescu Solomon	349433,64
Idem Secția II	A. N. Sotir și Belu	400042,19
Crasna-Dobrina	Solomon Zarafu	151634,73
Dolhasca-Fölticeni	Frischman & Goldstein	185236,72
Leorda-Dorohoi	D. Matak	579979,00

## LOU

liniile noi, construite de Direcțiunea generală a căilor ferate Române

Valoarea după de vis	Distanța medie de transport <i>d</i>	Rabatul antreprenorilor	Costul unui metru cub			Lungimea liniei	Pe kilometru de cale		Înălțimea medie de rambleu
			După de vis la distanța efectivă	După contract			Cub executat	Cost după contract	
				La distanța efectivă <i>d</i>	La distanța redusă de 100 m.				
Lei	m.	Lei	Lei	Lei	Lei	km.	m c.	Lei	
326974,27	70	10,1	0,89	0,80	0,85	70,300	5250	4200	0,97
139657,60	75	18,16	0,95	0,78	0,82	27,600	5310	4140	0,97
148743,10	80	18,55	0,96	0,78	0,81	29,350	5260	4100	0,97
93767,16	70	23,76	0,94	0,72	0,76	30,150	3310	2380	0,67
408683,38	111	9,51	0,96	0,87	0,86	76,000	5620	4890	1,02
73551,07	120	—	0,84	0,84	0,82	7,200	12160	10210	1,83
409893,20	95	14,00	0,94	0,81	0,82	55,300	7930	6420	1,33
402179,53	170	7,10	1,02	0,95	0,88	40,700	9670	9190	1,37
917252,46	440	5,00	1,39	1,32	1,00	33,000	19880	26240	2,34
142719,13	70	7,21	0,99	0,92	0,98	47,000	5630	6010	0,89
96154,60	—	1,50	1,36	1,34	—				
52466,47	290	7,21	1,24	1,15	0,98	33,500	11000	11910	1,51
236870,33	75	7,25	1,00	0,93	0,98				
199129,31	625	10,00	1,50	1,35	0,90	17,100	11530	18102	1,69
390404,25	1225	20,5	1,98	1,57	0,79				
120620,42	290	16,67	1,24	1,03	0,87	30,200	3230	3330	0,65
306099,06	95	12,10	0,99	0,87	0,88	57,600	5380	4680	0,86
1057152,29	725	22,05	1,58	1,23	0,78	30,900	21640	26620	2,48
348272,83	100	7,35	1,00	0,93	0,93	26,300	13280	12350	1,74
378437,74	75	5,10	0,95	0,90	0,95	27,000	14820	13340	1,89
144052,99	100	20,51	0,95	0,76	0,76	27,100	5600	4260	1,18
180755,90	130	12,03	0,98	0,86	0,83	25,100	7380	6350	1,26
771412,17	480	20,11	1,33	1,06	0,76	21,700	26727	28331	3,09

M. M. Romnicianu