

TRECEREA NOILOR LINII ALE METROPOLITANULUI DIN PARIS PE SUPT SENA ȘI TUNELURILE PE SUPT FLUVII

(Urmare)

Marile lucrări de la New-York. — La New-York, supt diversele brațe ale Hudson-ului, au fost de curând executate, sau sunt în curs de executare, mai multe tuneluri mari. Ele merită o mențiune specială atât pentru importanța și dificultățile ce le prezintă, cât și pentru originalitatea și îndrăzeala procedurilor de executare întrebuințate.

Tunelul de supt North River al lui „Pennsylvania and Long Island Railroad“ are 7214 metri lungime. Ele este un tunel dublu, cu cale unică pentru fiecare tub și va fi executat prin metoda pavezei.

Secțiunea tunelului este circulară cu îmbrăcăminte de fontă, și lipsa de consistență a terenurilor străbătute a făcut să fie de temut niște tasări ulterioare a uvrajului supt greutatea trenurilor.

De aceia în partea situată supt fluviu, pe o lungime de 3652 metri, supraîncărcarea produsă prin greutatea trenurilor va fi raportată direct pe terenuri mai rezistente, care se găsesc la un nivel mai inferior, prin niște piloți de fontă cu șurub, așezați la fiecare 4.60 m. puși după construcțiunea tubului. Piloții au 0,68 m. diametru pentru exterior și sunt formați din bucăți cilindrice bulonate între ele prin niște bride interioare. Ei sunt înșurubați prin ajutorul unei mașini speciale acționată prin apă supt presiune. După înșurubare piloții sunt umpluți la partea lor superioară cu beton.

De oarece, după terminarea lucrărei, sunt de prevăzut tasări neegale între partea de tunel situată supt fluviu și cea situată supt maluri, racordarea acestor două părți ale tunelului se face prin un rost telescopic permițând un mic joc în sens transversal și longitudinal. Odată tasările produse în mod definitiv, această racordare va fi probabil modificată și făcută rigidă.

Tunelul de sub East River al lui „Rapid transit Railroad“ (drumul de fier metropolitan al New-York-ului) va lega partea din rețea situată în insula Manhattan cu cea din Brooklyn.

Acest tunel, va avea 2095 metri lungime în partea sa de supt râu. El are două galerii circulare jumele cu îmbrăcăminte de fontă.

În partea din spre New-York terenul este stâncos, pe când în partea despre Brooklyn straturile terenului sunt foarte variate, mișcătoare și acvifere. De aceea, de și uvrajul a fost atacat simultan la cele două extremități, procedurile de execuție diferă în cele două șantiere. În partea din spre New-York nu s'a întrebuințat pavăza; lucrările de străpungere a stâncei se face prin mine, dar cu precauțiuni speciale din cauza micii grosimi de stâncă ce rămâne între fundul râului și partea de deasupra galeriei. Câte odată această grosime nu este de cât 0,60 m. Din această cauză se operează cu încărcături reduse de dinamită, iar bolta galeriei este imediat susținută prin cadre de lemn și palplanșe. De și se lucrează în stâncă, în galerie se menține aer comprimat, din cauză că stânca are crăpături pe unde s'ar putea infiltra apa.

Îmbrăcămintea galeriei se compune din inele de fontă care sunt montate îndată îndărătul frontului de atac, iar golurile, destul de importante, ce rămân între îmbrăcăminte și stâncă sunt umplute cu pietre uscate, și apoi, prin niște găuri lăsate anume în grosimea părților, se injectează prin presiune un mortar de ciment, care umple toate golurile și care transformă umplutura de piatră într'un beton compact și etanș.

În partea din spre Brooklyn, unde s'au întâlnit terenuri surpătoare și acvifere, lucrările au fost executate cu ajutorul pavezei și a aerului comprimat.

Tunelul de supt Harlem River al lui „Rapid transit Railroad“, are numai 127 metri lungime, dar este foarte interesant căci modul de construcție al acestui tunel este cu totul nou.

Secțiunea transversală a tunelului este formată din două tuburi jumele de fontă cu secțiune circulară având 4.57 m. ca diametru interior, iar distanța din axă în axă fiind numai 3.80 m. Cele două tuburi sunt deci separate printr'un perete vertical format asemenea din panouri de fontă bulonate. Totul este învălit cu un gros masiv

de beton a cărui parte superioară atinge nivelul fundului râului. Acest masiv are 9.60 m. lățime și 5.95 m. înălțime cu o grosime minimă de 0.30 supt tuburi și de 0.75 m. deasupra lor.

Așezarea tuburilor pe fundul râului s'a făcut prin două proceduri ce diferă întru câtva unul de altul.

Pentru partea Vest s'a dragat mai întâi, pe fundul fluviului, și în axa tunelului, o tranșeie la 14.60 m. dedesuptul nivelului mediu al apelor. În această tranșeie s'a bătut, de fiecare parte a ei, un șir de piloți care servesc ca sprijin unei căptușeli etanșe din dulapi groși. Extremitățile săpăturii au fost închise printr'un blindaj transversal etanș și apoi toată lemnăria a fost retezată într'un plan orizontal situat la 7.50 m. supt nivelul apei. Totul a fost acoperit apoi cu o platformă etanșă de lemn. formându-se astfel o cameră de lucru în care s'a introdus aer comprimat și în care s'a putut executa cu ușurință fundația de beton. Apoi s'au montat panourile de fontă, și s'a betonat în jurul lor. La urmă s'a luat platforma superioară.

În partea de Est a tunelului, acest procedeu a fost încă simplificat prin suprimarea platformei provizorie de lemn, căreia îi ținea loc jumătatea superioară a tuburilor de fontă.

Îmbrăcămintea de fontă a fost prealabil montată pe mal, bulonată și acoperită cu beton, apoi adusă prin plutire în locul ce trebuie să'l ocupe. Ea se sprijină, după scufundare, pe partea superioară a blindajului etanș de lemn, care a fost retezat cu 4 m. mai jos ca în metoda precedentă. În camera de lucru astfel constituită, supt partea superioară a îmbrăcămintei de fontă, se trimete aer comprimat, ceiace permite de a se putea complectă excavația și termină tunelul.

Acest procedeu de execuție este mai simplu și mai economic de cât cel precedent, căci permite de a se economisi un cub notabil de lemnărie.

Metodele întrebuințate pentru construcția tunelului de supt Harlem River *se deosibesc deci cu totul* de metodele descrise mai sus, metode care pot fi toate cuprinse sub denumirea generală de *metode de executare prin îndrumuire orizontală, cu ajutorul pavezei*.

După cum se vede, la tunelul de sub Harlem River s'a întrebuințat un procedeu nou de executare derivat din metodele între-

buintate pentru fundarea pililor de poduri, adică procedeul pe care'l vom numi prin *fundare verticală cu ajutorul chesoanelor cu aer comprimat*. Tunelul este executat prin bucăți, făcând corp cu chesoanele; chesonul este lăsat pe fundul râului și apoi scoborât în patul său, la adâncimea voită, prin ajutorul aerului comprimat.

Vom găsi același procedeu la lucrările de traversare pe supt Sena a liniei No. 4 a Metropolitanului din Paris.

Tot la lucrările Metropolitanului din Paris vom vedea întrebuintat *procedeul prin înghețarea solului*, procedeu care pentru tuneluri n'a fost până acuma întrebuintat de cât o singură dată și anume la lucrările subteranei executată în 1886 la Stockholm.

Subterana de la Stockolm. Înainte de a descrie proiectele întocmite pentru traversarea Metropolitanului pe supt Sena, vom termina istoricul tuturor metoadelor întrebuintate anterior, prin câteva date asupra lucrărilor executate la subterana din Stockholm prin congelarea solului.

Partea cea mai populată a orașului Stockholm se găsește la Nordul lacului Melar și este așezată pe o colină a cărei înălțime ajunge până la 21 metri. Această colină făcea dificilă comunicația între cele două părți ale orașului, și s'a hotărât a se executa un tunel pe supt ea. Tunelul are 230 metri lungime, este zidit și boltit, are 4.80 m. înălțime pe supt cheie și 3.95 m. lărgime la nașterea bolților.

Intr'o parte a tunelului s'a întâlnit stâncă și a fost nevoie să se întrebuinteze dinamită. Dar în partea despre Est s'a întâlnit pietriș și un pământ argilos cu infiltrații de apă. În acest punct a trebuit să se renunțe la metoadele obișnuite, cu atât mai mult, cu cât intervenea și o altă considerație și anume: tunelul în apropiere de sfârșitul său trecea pe supt niște clădiri care puteau să fie vătămate, și chiar să se provoace dărâmarea lor, dacă s'ar fi produs tasări în teren. Acest lucru era cu atât mai de temut, cu cât în dreptul acestor clădiri terenul era foarte surpător iar fundațiile clădirilor erau numai la 3 metri deasupra extradosului bolții.

Această parte a colinei, de 24 metri lungime, a fost străbătută prin înghețarea solului pe frontul de atac, prin o mașină frigorifică compusă din un cilindru compresor, din un refringerent în care aerul comprimat era adus la temperatura normală și din un

cilindru detendor care expulsă aerul la presiunea atmosferică. Această detentă corespunde unei temperaturi de -20° pentru aerul trimis la frontul de atac al galeriei. Secțiunea galeriei era închisă îndărăt prin un dublu perete de scânduri, umplut cu cărbune de lemn.

După 60 ore de mers al mașinei, terenul înghețã în camera de lucru pe 1.50 m. adâncime supt nivelul radierului și pe 0,30 m. la nașterea bolței; la cheie terenul nu înghețã, din cauzã cã aerul rece fiind mai dens se strângeã la partea inferioarã a galeriei, iar aerul mai cald se urcã la boltã. Dar din punctul de vedere al executãrei lucrãrei, acest fapt n'aveã nici un inconvenient, cãci terenul de la partea superioarã a bolței erã menținut prin o cãptușealã de palplanșe sprijinite pe niște cintre. De la nașterea bolței în jos nu mai erã nevoie de cintre și cãptușealã, de oare ce terenul erã înghețat.

Pentru a se menține înghețul pe frontul de atac, se lucrã numai ziua, iar noaptea funcționã mașina frigorificã. De și temperatura terenului înghețat erã foarte scãzutã, temperatura aerului din camera de lucru, la intrarea lucrãtorilor, nu erã de cãt -2° pãnã la -4° și ea se ridicã repede la 0° când se începeã lucrul.

Aceastã lucrare a fost proiectatã și executatã de D-1 *Lindmark* cãpitan din corpul geniului regal al Suediei.

Au mai fost proiecte, foarte interesante de altfel, pentru executare de tuneluri prin congelațiune, dar care nu au luat început de executare. Astfel au fost proiectele prezentate la concursul pentru marile tuneluri de la New-York, despre care am vorbit mai sus.

Metoadele prin congelațiune, prin tuburi strãbãtute de lichide refrigerente, sunt de o întrebuițare curentã în mine, la sãparea puțurilor verticale. Este însă cu mult mai greu, ca prin procedeeuri analoge, sã se execute galerii orizontale, cãci trebuie sã menținem direcțiunea galeriei fãrã ca tuburile orizontale sã aibã deviațiuni sensibile în plan și în profil.

(Va urma).

(Dupã *Revue Scientifique*).