

## Anteproiectul tunelului Turtucaia-Oltenița

NICOLAE I. PETCULESCU

Inginer șef; Subdirectorul Serv. de studii din  
Dir. gen. de Construcții de C. F.

Evenimentele din 1913 aduseră României realipirea județelor Durostor și Caliacra. Această expansiune în afară, motivată de trebuința imperioasă de mărire a litoralului marin românesc, precum și de siguranță a Statului, prin crearea unei noi stări de echilibru, produse în toate stratele populației regatului cea mai vie satisfacție.

Această stare sufletească, impresionată de evenimentele războiului mondial și în special de proiectarea executării unui tunel pe sub canalul Mânecei, născu idea creării unei legături trainice între patria mună și noul ținut alipit prin construcția unui tunel pe sub Dunăre între Oltenița și Turtucaia. Cel mai înfocat propagandist al acestei idei a fost răposatul inginer *B. G. Assan*, care a și lăsat prin testament 15000 de lei pentru facerea studiilor necesare. Obiectul articolului de față este tocmai studiul acestei lucrări, care ne-a condus la dresarea prezentului anteproiect. Acest tunel ar fi cea mai însemnată lucrare de artă a căei ferate București-Oltenița-Turtucaia-Curtbunar-Bazargic-Balcic.

Executarea lui de și grea și oneroasă intră în marginile posibilităților tehnice moderne, dat fiind imensul progres ce s'a făcut în acest gen de construcție, atât prin inventarea metodelor de lucru prin

scut, cu aer comprimat și cu înghețarea terenurilor puternic îmbibate de ape, cât și prin adoptarea unui material metalic — fonta — ca îmbrăcăminte a bolței tunelului.

*Istoric.* Cei dintâi, se pare, că au fost Englezii, cari au conceput ideia executării unui tunel pe sub apă. În 1798 ei își propuseră construcția unei asemenea lucrări pe sub *Tamisa* la *Gravesend*, operă neisprăvit, din pricina năpădirii apei și nisipului.

În 1823 idea fu reluată tot în Anglia, însă de un francez, de marele inginer *Brunel*, născocitorul fundațiilor cu aer comprimat. Lui i se datorează și invenția scutului, pe care îl întrebuiță în săparea unui tunel de 365 m. lungime pe sub *Tamisa*, operă, pe care o duse la bun sfârșit după 20 de ani de silințe supraomenești și după ce înfruntase primejdii, ce ar fi înspăimântat și redus la neputință pe ori care alt inginer, neînzestrat cu suflet de erou ca el! Astfel în Ianuarie 1828 năvala apelor a fost atât de neașteptată și îmbelșugată, încât din 7 inși, numai *Brunel* scăpă cu viață. El rămase în întunec, muial în apă, ce năvălia vâjiind, chemându și tovarășii pentru a-i conduce la eșire. Cum nivelul apei crescuse mult, abia scăpă înot până la puț, pe unde putu fi scos și salvat!

Scutul susținea săpătura de front. După ce se săpa o cantitate potrivită de terasamente, cu ajutorul verenurilor, acționate cu mâna, se împingea scutul în săpătura făcută, ce era apoi susținută în mod convenabil cu grinzi și dulapi, până ce se zidea întreaga boltă a inelului respectiv al tunelului și apoi se continua săpătura.

Mai târziu procedeul de săpare prin scut capătă numeroase îmbunătățiri: așa la săparea tunelului pe sub *Hudson* (New-York-Jersey-City) 1874—1882, tunel de 3650 m. dintre cari 1650 m. săpați sub apă, scutul era împins înainte de 16 prese hidraulice, ce dezvoltau o putere de 2000 tone iar la săparea tunelului de 593 m. lungime dela *Blac Kwall* pe sub *Tamisa*,

scutul era împins de 24 prese hidraulice, ce dezvoltau o putere de 4000 tone. Scutul era de formă cilindrică de tole de oțel. Partea dinainte a lui — cea dinspre frontul de atac — avea un al doilea înveliș interior, antretoszat cu cel exterior, dispozitiv ce-i asigură o rigiditate perfectă, neaparat trebuincioasă, întrucât s'a lucrat în terenuri surpătoare și permeabile, iar în unele locuri extradusul bolței a fost la 1,67 m. sub patul râului. La extremități cele două învelișuri se uniau pentru a forma un cuțit tăios. Scutul era împărțit prin trei pereți verticali și tot atâtea orizontali în 12 chilii. La 2 m. înapoia cuțitului și în fiecare din cele 12 chilii se afla un perete etanș, aplicat dela jumătatea înălțimei chiliei până la tavanul ei, pentru ca în cazul năvălirii neașteptate a apelor, lucrătorii să aibă aerul treauincios până vor putea eși. În partea dinapoi și pe toată secțiunea, normali la axul cilindrului, erau doi pereți transversali, prevăzuți cu uși în dreptul fiecărei chilii, așa că în scut se putea menține o presiune atmosferică superioară celei din galerie. Frontul de atac era menținut cu tablii metalice, prevăzute cu ferestre și împinse cu verenuri. Lucrătorul deschidea fereastra și săpa prin ea. Pentru a preveni sărirea în sus a patului râului, acolo unde distanța între acesta și extradusul bolței tunelului nu era mai mare de 1,67 m. efect foarte probabil al presiunii, exercitate de aerul comprimat din scut, s'a depus în fundul râului un strat de argilă de 4,50 m. grosime. Accidentul temut însă tot s'a produs de două ori, dar fără nici o urmare.

Cel mai mare tunel de acest gen este cel de sub North River (New-York), construit pentru cale ferată. Este circular, are bolți de fontă și o lungime de 7214 m. dintre cari 3652 m. executați sub apă. Construcția acestui tunel este interesantă și prin faptul, că fiind așezat pe terenuri atât de puțin rezistente, încât nu pot suporta trecerea trenurilor, a fost nevoie a așeza corpul tunelului pe piloți de fontă de 0.68 m.

diametru, formați din mai multe bucăți, ce se înșurubează una în alta cu ajutorul unor bride.

Piloții au fost bătuți în genere la 4,60 m. distanță unul de altul în terenurile rezistente, după executarea tubului tunelului. Pentru a preveni efectul tasărilor inegale între partea tunelului, așezată pe maluri și cea așezată în matca râului, cele două trunchiuri, aveau între ele câte un rost telescopic, care îngăduie un joc transversal și longitudinal.

Una din cele mai interesante și mai recente construcțiuni de acest gen este fără îndoială traversarea *Senei* de linia Metropolitanului No. 4, lucrare executată între 1905—1907.

Tunelul este săpat pe sub cele două brațe ale *Senei* care formează în acel loc o insulă, pe sub linia Metropolitanului No. 1 și pe sub calea ferată Orléans. Are o lungime de 1092,72 m., iar secțiunea interioară a subteranei curente este eliptică, axul mare al elipsei fiind de 7,30 m. Cota cea mai de jos a șinei este la 11,15 m. sub nivelul apelor mijlocii. Declivitatea maximă este de 40 mm. pe 52 m. și pe 60 m., iar raza minimă este de 150 m.

Îmbrăcămintea tunelului este alcătuită din inele de fontă de 0,60 m. lungime, împărțite în bolțari de curbura variabilă de 40 mm. grosime și prevăzuți cu nervuri de 160 mm. înălțime pentru a se putea buclona unii de alții. În rosturi se interpunea scândurele de lemn creuzotat pentru asigurarea etanșeității. Între această îmbrăcămintă și pereții săpăturii s'a injectat ciment pentru umplerea golurilor, iar în interior s'a executat o îmbrăcămintă de beton, groasă cât înălțimea nervurilor și tencuită cu o cămășuială de ciment de 3 cm. grosime. Însă acolo unde tunelul trece pe sub fluviu, tubul de fontă și beton, descris mai sus, este înconjurat de o cutie metalică, care constituie chesonul ce servă la amplasarea justă a tubului prin scufundare verticală. Pereții laterali ai chesonului sunt construiți din tole, fixate pe niște armături se înconjură tubul de fontă, ce repauzează pe

duşumeaua chesonului. Aceste tole se întindeau până la nivelul naşterii boltei, formând astfel o cutie etanşă, ce poate fi transportată prin plutire. Spaţiul dintre cheson şi tole s'a umplut cu beton, în care au rămas înecate fiarele armăturii, formându-se astfel o zidărie înconjurătoare puternică şi de durată indefinită.

Săpătura acestui tunel s'a făcut prin câte trele metodele cunoscute: cu scutul, cu chesonul cu aer comprimat şi prin îngheţarea terenurilor, puternic îmbibate cu ape, aplicată numai pe o lungime de 62,27 m., adică atât cât trebuia ca tunelul să treacă pe sub C. F. Orléans, unde eventuale tasări, ocazionate de săparea galeriei, ar fi primejduit siguranţa circulaţiei. Chesoanele cu aer comprimat au fost întrebuinţate în matca Senei pe o lungime de 402,20 m., iar pe rest săpătura galeriei s'a executat cu ajutorul scutului. Costul unei supterane normale pe sub străzi era de 1300 fr. metru liniar, iar pe sub Sena de 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> ori mai mult, adică 7000 fr. pe metru liniar.

De curând (1907—1911) s'a executat în Germania la Hamburg un tunel pe sub Elba pentru a lega cartierul St. Pauli cu cartierul Steinwärder. Acest tunel de 426 m. lungime este construit pentru şosea şi constă din două galerii gemene, circulare, de câte 6 m. diametru interior, dintre cari una este pentru vehicule grele, iar cealaltă pentru vehicule uşoare.

Imbrăcămintea tunelului este asemenea executată din inele de fontă, aşezate cu ajutorul aerului comprimat. În fiecare ţarm este construit câte un puţ, în care se mişcă ascensoarele electrice, ce coboară sau ridică vehiculele. Intreaga lucrare a costat 10.750.000 mărci.

*Studiul geologic al regiunii.* În lipsă de date directe complete suntem siliţi a expune ipotezele geologilor noştri <sup>1)</sup>.

---

1) Vezi „Privire generală asupra geologiei României”, de dr. I. P. Voiteşti, publicată în „Analele Minelor”, No. 8 şi 9 din 1921.

Există două mari unități geologice, la cari se însumează toate celelalte compartimente tectonice vechi ale României Mari.

a) Cea mai mare dintre ele — *platforma podolică* — rusă, așezată în fața Carpaților de N-E, este ținutul cel mai însemnat, vecin lanțului Carpaților. Ea reprezintă un vechiu carapace de cristaliu paleozoic inferior al scoarței globului, carapace, ce înaintează din mijlocul Rusiei, peste Nistru și Prut. Aripa sa nordică retezată la fluviul Vistula de o puternică fractură transversală — falia Vistulei — este mult scufundată, formând depresiunea Wolfhiniană, iar aripa sudică este scufundată în două trepte :

a) întâia, mai puțin scufundată suportă platoul Moldovei, fiind mărginită de două falii transversale de direcție V-E, una e falia Cernăuților și alta falia Trotușului (Onești-Bârlad):

b) A doua este mai mult scufundată și formează depresiunea moldovenească din Carpați până la Nistru, mărginită în afară de o puternică fractură pe linia Focșani-Nămoloasa-Galați-Tulcea, fractură ce o desparte de Dobrogea de nord. ce se ridică în fața ei ca un stâlp. În paleozoicul superior exista un mare lanț de munți de direcție NV-SE, din cari azi nu s'au mai păstrat decât două petice și anume: munții Sudeți cu colinele Șandomirului la NV și la SE munții Măcinului, Crimeei și Caucazului.

Acest petic — Dobrogea de Nord — este despărțit de Dobrogea Prebalcanică printr'o puternică fractură pe linia Peceneaga-Bășpunar-Camena, linie după care fundamentul de cristaliu (roci verzi, bogate în minereuri de cupru, ce se exploatează la Altân-Tepe) al Dobrogei Prebalcanice are tendința de încălecare peste marginea superioară a stâlpului dobrogean (Dobrogea de Nord). Fractura Peceneaga se continuă spre NV și dincolo de Dunăre, trecând prin munții Hărghiței, prin masivul Țibleșului până la Tatra. Această regiune s'a lăsat neconținut, mișcarea ei de scufundare continuând și în zilele noastre

și dând naștere depresiunii câmpiei (stepei) române — datorită căreia toți afluenții Dunărei dela răsărit de Argeș își arcuesc cursul spre răsărit, ba încă Buzăul și Râmnicul-Sărat se îndreaptă chiar spre miază-noapte — și depresiunii din regiunea Bodrog, datorită căreia Someșul și Tisa curg spre Nord și apoi Tisa inferioară se îndreaptă spre Sud.

b) *Platforma Prebalcanică*, cu prelungirea ei cufundată sub câmpia română se întinde până la munții Balcani. Ea asemenea reprezintă restul unui vechiu carapace, cu fundament de cristaliu, peste care s'au suprapus straturi mezozoice (secundare). Ea intră ca o pană și în Carpații Getici' — dela Dâmbovița la Mehedinți — și în Balcani având direcția E-V. Jumătatea sa nordică *s'a desfăcut ceva mai la Nord de cursul actual al Dunărei* de jumătatea sa sudică, formând falia Dunărei din cretacicul superior și mai cu ceamă din miocenul superior. Această jumătate nordică nu s'a scufundat însă deopotrivă pe toată întinderea ei, ci mai mult în vecinătatea faturei Pece-neaga-Camena și mai puțin la Apusul Dâmboviței, formând astfel o fractură transversală pe linia Dâmboviței. În cretacicul superior numai o mică parte din Carpații Getici mai formau o insulă, iar restul regiunii carpatice cu munții Apuseni. Carpații Orientali precum și o bună parte din platforma podolică-rusă din Dobrogea și cu Prebalcanii erau acoperiți de valurile mării. O dovadă directă a ipotezelor de mai sus o dă sondajul dela Mărculești (Ialomița). Acolo cota terenului fiind de 45 m. deasupra nivelului mării, s'au găsit terenuri cuaternare până la o adâncime de 72 m., adică 27 m. sub nivelul actual al mării, ceea ce dovedește ipoteza scufundării neconținute a câmpiei române. Tot în acest sondaj s'a întâlnit la 600 m. adâncime calcare cretacic-jurasic, peste cari se depusese sarmatianul (miocenul superior), calcare ce constituesc vechiul carapace al platformei prebalcanice, scufundate sub câmpia română și despărțite prin falia Dunărei — care repetăm că

ceva mai spre miază-noapte de cursul actual al Dunărei — de jumătatea sudică a platformei prebalcanice. La stârșitul terțiarului, odată cu regiunile carpatice, cari sufer o ultimă și puternică mișcare de ridicare, se ridică cu 200—300 m. deasupra vechiului său nivel și întreaga Dobroge.

Documente directe pentru determinarea naturii straturilor ce alcătuiesc fundul Dunărei n'avem decât două și anume:

1. Sondajul făcut la Cerna-Vodă cu ocazia proiectării peste Dunăre a dat următorul rezultat: aluviuni ale fluviului, adică nisipuri și apoi pietrișuri pe o adâncime de circa 30 m. sub patul râului și apoi urmau straturi calcare, ridicându-se spre țărmul drept, unde apăreau chiar la suprafața terenului — calcarul dela Cerna-Vodă — și scufundându-se către țărmul stâng sub straturi de argilă compactă, la adâncimi, unde nu s'au mai putut urmări.

2. Sondajele făcute la Turnu-Severin, cam în dreptul ocoalelor de rămători și doi kilometri amonte. În primul s'a dat de argilă compactă și în al doilea de stâncă.

În concluzie putem presupune dar, cu multă probabilitate, că partea tunelului săpată în țărmul stâng al Dunării, va fi așezată în terenuri cuaternare aluviuni-diluviuni, straturi esențialmente permeabile și friabile; cea săpată sub fluviu la o mică adâncime sub pat, va fi așezată în aluviunile Dunării, adică în nisipuri și că însărlșit toată partea săpată în țărmul drept va fi așezată în stânca compactă calcară, constituită din terenuri secundare cretacico-jurassice, ce apar chiar la suprafață în multe locuri din acea regiune, fiind acoperite numai de pături subțiri terțiare sau cuaternare.

*Aspectul topografic.* Orașelul Oltenița, așezat pe țărmul stâng al Argeșului, este zidit pe o câmpie inundabilă la apele extraordinare ale Argeșului și Dunărei, contra cărora este apărat spre Apus și spre Răsărit de două mari diguri de pământ, ce spre



Miază-Noapte se vâra adânc în uscat, iar spre Miazăzi se reunesc printr'un al treilea dig paralel cu fluviul. Doi kilometri în amonte, așezat pe coasta unui deal, înconjurat cu vii, orașelul Turtucaia locuit în majoritate de Români, de acei renumiți pescari ai Dunărei de mijloc, oferă o priveliște pitorească, călătorului ce o contemplă de pe vapor. Țarmul drept domină cu peste o sută de metri țarmul stâng—cotele 220 și 117,50<sup>1)</sup> — ridicându-se aproape ca un perete dela țarmul apei spre sud. Abia 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> km. în aval de Oltenița, peretele țarmului drept al Dunărei este scobit de valea adâncă a Cusgunlăcului, lungă de 11 km., și aproape normală la cursul Dunărei, vale susceptibilă de a primi o cale ferată și unde ese gura sud a tunelului.

Dunărea este strânsă într'un singur braț de 700—800 m. lățime, încutiat în niște țarmuri bine definite, având curentul dirijat în linie dreaptă, în sfârșit întrunind toate elementele ce constituiesc, însușirile unui admirabil amplasament pe pod. Adâncimea apei este mare în Portul Oltenița și anume 12—14 metri la apele obicinuite, cota cea mai joasă fiind 102. Cota etiajului este 110, a apelor extraordinare 117,53 (1897). (Vezi planul de situație: planșa No. 1).

*Alegerea și descrierea traseului.* Partea cea mai grea, dar cea mai costisitoare, a tunelului, este aceea, care se va executa sub apă. Acest motiv este hotărâtor și ne-a condus a alege ca punct de traversare a fluviului, punctul unde albia lui are în această regiune o lărgime minimă. Însă atât în amonte de Turtucaia, cât și în aval de Oltenița matca Dunărei se lărgeste într'o măsură simțitoare formând și ostroave, pe când între Turtucaia și Oltenița, albia ei are o lățime minimă și anume de 700—800 m. la apele mijlocii. Urmează dar, că trecerea cea mai avantajoasă nu poate fi de cât cea arătată de ante-proiect.

1) Pentru a se putea desena profilul în lung s'au luat aceste cote convenționale, cari sunt exact cu 100 m. deasupra cotelor reale în raport cu nivelul mării.

Se poate trece Dunărea și în dreptul văii Cusgunlăcului — prin capul amonte al ostrovului Cusuului — la aceeași cotă de adâncime și cu aceeași declivitate în profilul în lung. În aceste condițiuni gura sud a tunelului ar ieși la zi în valea Cusgunlăcului la cota 132.81 în loc de 120 ca la prima soluție.

În ambele soluții lungimea tunelului este simțitor aceeași, însă în soluția doua partea tunelului de săpat sub apă este de 2200 m. lungime, adică cu 1400 m. mai mult decât în soluția I-ii.

Apoi întrucât țărmul drept este mai înalt cu peste 100 m. decât țărmul stând eșirea sud a tunelului nu se poate așeza decât într'o vale potrivită acestui scop, destul de largă, cu terenuri așezate și cu o pantă longitudinală așa încât să permită urcarea pe platou fără a se întrece rezistența caracteristică admisă pentru linia București-Oltenița-Bazargic-Balcic. O atare vale este valca Cusgunlăcului, care mai are și avantajul de a fi în direcția traseului.

Trecerea Dunărei se face la o mică adâncime: la kilometrul 80 + 020 distanța extradosului bolței tunelului de fundul fluviului este numai de 2,19 (cea mai mică distanță). Motivul pentru care se trece la o așa mică adâncime este pe deoparte trebuința de a face tunelul cât mai scurt cu putință, iar pe de alta fiindcă necesitățile navigației sunt satisfăcute — diferența între nivelul apelor la etiaj și extradosul bolței este minimum de 10 m. în canalul navigabil — și nu sunt de temut săpături (afluențe) ale apei într'o așa măsură încât corpul tunelului să rămână suspendat. Pe de altă parte pentru execuțiune este evident mai ușor, deci mai eficient, a funda chesoane pneumatice la o adâncime mai mică de cât la una mai mare.

Stabilirea precisă a acestei cote este foarte greu de făcut și pentru determinarea ei ar trebui neapărat făcute sondaje pentru aflarea naturei straturilor ce constituiesc fundul patului Dunărei, căci numai astfel s'ar putea determina coeziunea lor și deci rezis-

tența lor la afluiamente. Aceste sondaje însă nu s'au putut face întrucât suma de 15000 lei este cu totul neînsemnată pentru acest scop.

Pe țărmul stâng s'a așezat traseul între diguri, pentru a feri gura tunelului de inundația apelor extraordinare ale Dunărei, precum și pentru a lucra în teren sănătos în timpul executărei, întrucât în afară de diguri terenul este acoperit în parte de lacuri sau mlaștini.

Pentru aceste temeieri traseul pleacă dela km.  $77 + 230$  al liniei București-Oltenița printr'o curbă la stanga, apoi urmează un aliniament drept de 2941,64 m., trecând Dunărea cam în dreptul portului Oltenița în aval de actuala clădire a vămei portului, apoi se întoarce spre aval printr'o curbă la stânga, urmată de un nou aliniament de 2592,21 m. pe sub dealul Turtucaei, pentru ca printr'o nouă curbă la dreapta să se angajeze de desubtul văii Cusgunlâcului, unde să iasă la zi înainte de pasajul de intrare al stației Turtucaia adică la km.  $83 + 900$ , axul stației Turtucaia fiind la  $84 + 700$ .

Stația Oltenița fiind la km. 78, se va executa în dreptul Atârnaților (km.  $76 + 600$ ) o stație de bifurcație și de triaj jucând rolul stațiilor Medea și Palas de lângă Constanța.

*Profilul în lung.* (Planșa No. 2). Linia București-Oltenița coboară între aceste două stațiuni circa 60 m. cu o declivitate maximă de  $6 \frac{m}{m}$ , și cu o rază minimă de 500 m. (întrebuințată numai odată).

Rezistența caracteristică — cea provenită din curbe și declivități — a acestei linii este de 6 (șease) kgr. de tonă. Pentru trunchiul Oltenița-Bazargic-Balcic din nenorocire este imposibil a ne menține la această margine din pricina văilor largi și adânci ce scobesc platoul dobrogean, ci trebuie cel puțin s'o îndoim. Am admis deci ca și pentru linia Cobadin-Bazargic o rezistență caracteristică de 13 kgr., adică în aliniament drept o declivitate de  $13 \frac{m}{m}$ , iar raza minimă cea de 400 m.

Dacă deschidem tabelele de tracțiune ale C.F.R., vedem că pe o asemenea linie, locomotivele de categoria IV/IV din seria 1531—1536, pot remorca 500 tone de tren cu o iuțeală nominală de 45 km. pe oră, ceiace socotim, că este de ajuns pentru traficul de mărfuri al liniei; în aceleași tabele se găsește că locomotivele de categoria IV/V, seria 1621—1640 pot remorca 420 tone de tren cu o iuțeală nominală de 65 km. pe oră, rezultat ce este mulțumitor pentru traficul de persoane al liniei. Bineînțeles în tunel această rezistență caracteristică se coboară la 10 (zece) kgr. pe tonă, iar raza minimă la 700 m.

Linia pleacă deci dela km. 77 + 300 cu o pantă de  $10 \text{ }^{\circ}_{\text{m}}$  pe o lungime de 2500 m. intrând în tunel la km. 78 + 900, urmează apoi un orizontal de 300 m. — sub matca fluviului — unde este și cea mai joasă cotă a șinei 93,32, adică cu 16,68 m. sub cota etiajului Dunărei (110.00). Urmează apoi o rampă de  $9 \text{ }^{\circ}_{\text{m}}$  pe 1000 m. parte în aliniament parte în curbă de 700 m. rază, după care urmează o altă rampă de  $10 \text{ }^{\circ}_{\text{m}}$  pe 2000 m., toată în aliniament, apoi una de  $3 \text{ }^{\circ}_{\text{m}}$  pe 1000 m., când ese din tunel la km. 83 + 900.

Stația Turtucaia are 800 m. lungime și este așezată în rampă de  $2 \text{ }^{\circ}_{\text{m}}$  cu axul la km. 84 + 700.

Anteproectul presupune că fundul Dunărei are terenuri destul de rezistente pentru a suporta corpul tunelului și greutatea trenurilor; acolo însă unde distanța între extradossul boltei tunelului și fundul Dunărei este numai de 2,19 m., adică la km. 80 + 020, întrucât presiunea aerului din cheson va fi relativ mare, căci acolo se va lucra la maximum de adâncime sub fața apei, va fi prudent să se ia măsuri contra săririi în sus a patului, care ar aduce o decompresiune bruscă cu toate urmările ei funeste!

*Dispozițiuni generale.* Corpul tunelului va fi constituit dintr'un tub de inele de fontă, destul de rigid. Aceste inele de fontă vor fi înecate într'o zidărie de beton de grosime suficientă pentru asigurarea etanșeității. Spațiul liber între cota șinei și intradosul

boltei va fi de 5,20 m., conform dispozițiilor admise. Săpătura galeriei se va executa:

- a) Cu scutul: dela km. 78+900 până la km. 79+800 și dela km. 80+600 până la km. 80+700.
- b) Cu chesonul cu aer comprimat între km. 79+800 și km. 80+600 adică cât ține albia fluviului.
- c) Prin săpătura directă în stânca compactă cu ajutorul perforatorilor cu aer comprimat și a explozibililor între km. 80+700 și km. 83+900.

Este de prevăzut însă, că pe țărmul stâng, din pricină că galeria este așezată în straturi esențialmente permeabile, vom fi nevoiți a executa săpături sub apă cu începere de la km. 78+300, chiar dacă apele Dunărei ar fi la etiaj, caz rar și pe care nu ne putem bizui, întrucât cota etiajului este 110 și cota terasamentelor la km. 78+300 este de 107,81, adică cu 2,19 m. mai jos. Pentru aceste motive este de prevăzut, că vom începe săpătura cu scutul cam de la acest punct și tot de acolo așezarea tuburilor de fontă ale tunelului, așa încât lungimea reală a acestuia are să fie de 5600 m. în loc de 5000 m. cât este însemnat pe profilul în lung.

Nu intrăm în detaliile epuizării apelor, a ventilației, a așezării tuburilor și a dimensionării lor precum și a chesoanelor. etc., lucruri ce se găsesc în orice carte de specialitate. Ne mulțumim numai a atrage băgarea de seamă, că se va lucra în aer comprimat la o adâncime de 20—25 m. dela fața apei pentru a se executa o galerie de 800 m. lungime. lucru ce arată marile greutăți ale acestei întreprinderi precum și costul ei foarte ridicat, prevăzut de orice specialist în construcții de căi ferate.

Așa dar se va săpa aproximativ:

Cu scut . . . . .	1600 m.
Cu chesoane . . . . .	800 „
Cu perforatori . . . . .	3200 „
<hr/>	
Total general	5600 m.

*Durata executărei lucrărilor o dată construcția păr-*

tei celei mai grele, adică a celor 800 m. de sub matca Dunărei.

Se presupune că toate cele trei şantiere vor începe deodată sau cel mult şantierul cu chesoane va precede pe celelalte două cu cel mult şase luni.

În aceste condiţiuni având în vedere că Dunărea este liberă de gheţuri numai 8 (opt) luni pe an şi că deci campania de lucru anuală se reduce la cel mult opt luni. Având în vedere, că chesoanele şi tubul trebuiesc montate pe mal şi aduse prin plutire just d'asupra amplasamentului lor unde sunt coborâte prin scufundare verticală şi că deci lesnicioasa lor manipulare ca şi consideraţiuni de producţiune şi de transport al aerului comprimat nu ne permit a întrebuiţa chesoane mai lungi decât o oarecare limită. am hotărât 40 (patruzeci) metri pentru lungimea chesoanelor, trebuind astfel aşezate în total 20 de asemenea chesoane. În asemenea condiţiuni se pot executa maximum 280 m. anual, ceea ce dă trei ani pentru executarea lucrărilor, interval în care celelalte două şantiere vor sfârşi cu siguranţă.

*Costul lucrărilor.* Având în vedere preţurile de execuţiune ale lucrărilor similare streine, precum şi acelea ale tunelurilor Bereşti şi Isvor, de curând executate în ţara noastră şi evaluând în preţurile dinainte de războiu se poate pune :

1.	Costul tunelului executat cu scut şi aer comp.	1600 m.	× 4000 lei =	6400000
2.	" " " ches. cu " "	800 m.	× 8000 lei =	6400000
3.	" " " în stâncă "	3200 m	× 1500 lei =	4800000
Total general				17600000
La cari se adaugă :				
Costul căei şi Diverse şi neprevăzute				2400000
Total Lei				20000000

Adecă 20 milioane lei costul a km. 5 + 600 — 78 + 300 — 83 + 900 de C. F. ceea ce revine la 3 ½ milioane kilometru!

*Trecerea Dunărei cu pod.* S'a atras atenţiunea mai sus că regiunea Olteniţa-Turtucaia constituie un admirabil amplasament de pod. Aşa dar trecând Dunărea pe acelaşi traseu la cota 128, adică cu 10 m.

d'asupra apelor extraordinare s'ar scurta tunelul de pe țarmul drept la 2800 m. În aceste condițiuni avem:

1. C. F. în regiune de câmp cu rambleu înalt 1900 m. a	300 lei=	570000 lei
2. Pod peste Dunăre . . . . .	800 m. $\times$ 10000 lei=	8000000 „
3. Tunel în stâncă . . . . .	2800 m. $\times$ 1500 lei=	4200000 „
Diverse și neprevăzute . . . . .		2230000 „
Total general . . . . .		15000000 lei

Adică cel puțin 25% mai puțin decât întâia soluțiune, care după părerea noastră, condusă de evenimentele din 1916, n'are avantaj nici din punct de vedere militar, constituind numai „un simplu vis de poet“.

Pe lângă acestea având în vedere, că digurile vor trebui revizuite și eventual întărite, — pentru a preîntâmpina cu orice preț o eventuală inundație a tunelului, ceiace ar fi un dezastru, — că eventual vor trebui luate precauțiuni, contra infiltrațiilor taluzelor tăeturei între km. 77 + 800 — 78 + 200; că în fine — întrucât concluziile noastre sunt contrarii am pus pentru executarea tunelului prețuri foarte mici pentru a nu fi acuzați de parțialitate, — declarăm categoric, că nici un inginer, specialist în construcții de C. F., nu poate recomanda și susține la Minister trecerea Dunărei la Oltenița-Turtucaia printr'un tunel *ci printr'un pod*.

Și acum o rugămintă: răposatul inginer B. G. Assan, a lăsat 15000 lei pentru facerea studiilor necesare proiectării acestei lucrări. Dacă d-l inginer Soru, executorul testamentar al defunctului, judecă îndeplinită acea dorință prin publicarea prezentului studiu, îl rugăm a preda suma de mai sus fondului inalienabil al „Gazetei Matematice“, revistă, ce a adus servicii ce nu se pot estima, tinerilor doritori a îmbrățișa cariera inginerească, revistă, ce merită deci toată sollicitudinea noastră.