

II

MEMORII SI COMUNICARI

TUNELUL DE LA BORDEA

În urma excursiunii făcută de membri Societății Polytechnice în luna trecută la Iași, credem oportun a publica o scurtă descriere a tunelului de la Bordea și a consolidării tăieturilor de la capetele sale, mai ales din punctul de vedere al execuțiunii acestor lucrări și al dificultăților ce s'au întâmpinat în cursul lucrărilor din cauza terenurilor mișcătoare.

Dealul Bordea face parte din seria de dealuri a căror culme formează linia de despărțire între basinul Prutului și al Siretului.

Tunelul este străpuns în una din ramurile secundare, ale acestui șir de dealuri, numită Uiuca.

Intrarea despre Vaslui se găsește la k. 471+549.69 al liniei ferate Vaslui-Iași, iar cea despre Iași la k. 471+785.54 prin urmare lungimea între cele două capete este de 235^m.

Punctul cel mai înalt al culmei dealului străpuns de tunel are cota 303.11, — cota corespondentă a platformei tunelului fiind 266.86, — prin urmare este cu 36^m mai sus ca platforma tunelului.

Tunelul este construit pentru o singură cale.

Tăietura de la capul despre Vaslui are 230 metri lungime și cota pe axa la capul tunelului este de 13.45.

Acea despre Iași este lungă de 120.00^m și are 13,95 adâncime pe axa la capul tunelului.

Masivul dealului în care s'a executat aceste lucrări consta din argilă vânată, prezentând straturi paralele de diferite dimensiuni, în general foarte subțiri; unele numai de câți-va milimetri.

Între diferitele straturi se găsesc depozite de nisip foarte fin, prin care se pot strecura apele de la suprafață cari ar ajunge prin crăpăturile solului până la argila.

La facerea proiectului liniei Vaslui-Iași s'a determinat lungimea tunelului, ținându-se compt pe de-o parte de costul unui m. l. de tunel, iar pe de altă de acela al unui m. l. de tăetura de la capete.

S'a admis pentru determinarea prețului că tunelul se

va executa cu piatră brută din localitate pentru zidăria de umplură și cu moalone de Tîrgul-Ocnei pentru zidăria de față.

Pentru tăieturi s'a admis o banchetă de 1.00^m la 15^m înălțime, talusele consolidate cu stâlpi și arcade de piatră brută din localitate, șanțurile zidite și suprafața cuprinsă între stâlpi și arcade brăzduită.

Pe baza acestor date s'a găsit că adâncimea săpăturilor, de la care trebuia să înceapă tunelul, era de 27.00^m; la această adâncime costul unui m. l. de tunel era sensibil egal cu al unui m. l. de tăietură.

S'a luat ca limită cota de 25.00^m, de unde s'a dedus pentru tunel lungimea de 113.00 (a se vedea memoriul justificativ al traseului liniei Vaslui-Iași, publicat în buletinul pe 1889).

Înainte de alcătuirea proiectului definitiv al tunelului, s'au făcut două puțuri de sondaj la cele două capete.

Puțul de la capul despre Iași a străbătut numai strate de argilă compactă, nedislocată prin vre-o mișcare anterioară și neprezentând nici o urmă de filtrațiune de apă.

În puțul despre Vaslui însă s'au găsit filtrațiuni de apă și straturile de argilă erau turmentate în cât în această parte se vedea că terenul de pe coastele dealului fusese o dată mișcat și în urmă și recăpătase echilibrul.

Resultatul acestor sondaje a făcut ca lungimea tunelului să se sporească încă cu 40.00^m, de teama să nu se deschidă tăieturi prea adânci la capetele lui într'un teren mișcător.

Săpăturile tranșeelor s'a început de antreprisa societății Române de construcțiuni în primăvara anului 1889 și în luna August, acelaș an, ele erau terminate cu adâncimi până la capetele galeriei. Vara fiind foarte secetoasă nu s'a produs până în luna August, nici o urmă de alunecare a terenului, care forma talusele tranșei.

Se vedea însă după dispoziția straturilor de argilă

că masivul de la capul Vaslui, și partea despre mal a tăeturei de la capul Iași a fost mișcate o dată și în urmă și-a recăpătat echilibrul și s'a reîmpădurit la suprafață.

Mișcarea a început întâi în talusul amonte al tranșei de la capul despre Iași al tunelului.

Urma planului de alunecare pe planul talusului amont al tăeturei era cam la 4.00^m. înălțime d'asupra platformei terasamentelor la capul tunelului, apoi se lasă în jos până la înălțimea de 1,50 d'asupra platformei la 20^m. depărtare de la capul tunelului și în urmă se urcă ear în sus.

Direcțiunea mișcării (linia de cea mai mare pantă a planului de alunecare) forma un unghi foarte ascuțit cu axa tranșei, din care cauză mișcarea era oarte înceată, masivul superior aluneca pe cel inferior numai cu 1—2^{cm}. pe lună.

Pe planul cotate din planșa I, se ved crăpăturile cari limitează masivul în mișcare, în partea despre deal. Această mișcare a continuat în tot timpul ernei, în cât la începutul primăverii tot fundul tranșei era acoperit de pământul dărîmat din talusul aval și din talusul de cap în care era să se înceapă străpungerea tunelului.

Ca măsură preventivă pentru a împiedica ca mișcarea să nu ea proporțiuni mai mari, s'a construit un dren longitudinal în partea din amonte a tranșei, al cărui fund de scurgere era cu 1,50^m. mai jos ca fundul ei, spre a culege apele cari ar veni despre deal și a usca cu modul acesta masivul coprins între deal și talusul amonte al tranșei. Acest dren a fost terminat în luna Decembrie 1889.

Tot cam în luna August 1889 a început mișcarea și în talusul amonte al tranșei de la capul despre Vaslui. În această parte direcția mișcării fiind perpendicular pe axa liniei, mișcarea a luat proporțiuni mult mai mari de cât la capul despre Iași. După urmele de crăpături indicate în planul cotate din planșa I se vede că masivul mișcat avea o lungime, în sensul perpendicular calei, de peste 50^m. începînd de la creasta talusului.

Mișcarea în acest punct a fost ajutată mult de configurația suprafeței dealului. Făcînd un profil transversal perpendicular pe linie până la culmea dealului se găsește o serie de scări pe a căror parte orizontală sau mai bine înclinată puțin în sens contrar se acumulează apele din ploii și de aci filtra printre straturile de argilă și înlesneau mișcarea provocată de ruperea echilibrului în partea de jos.

La începutul primăverii 1890 ambele tăeturi în partea despre tunel erau împotmolite de pământul dărîmat și masivul în care era săpate talusele din deal pus în mișcare.

Trebuia să se înceapă urgent executarea lucrărilor de apărare a tăeturilor și în același timp să se înceapă lucrările tunelului.

Pentru acest din urmă, licitația publicată în două rînduri nu a avut nici un rezultat și secția III Vaslui-Iași a fost însărcinată să execute lucrările în regie.

În proiectul primitiv lungimea tunelului era prevădută numai de 153^m. vîdîndu-se însă proporțiunile ce ia mișcările la capete, s'a sporit această lungime încă cu 82^m. Din această lungime 170^m. s'au executat în galerii suterane, iar 65^m. în galerii deschise. Partea suterană se poate divide în două părți.

1. Una compusă din inelele 18—36 pe lungime de 104^m.00 s'a executat în masivul de argilă, care forma sîmburile intern al dealului și care nu fusese mișcat nici o dată.

2. Partea a doua compusă din inelul 6—17 de 66^m.00 în lungime pătrunsă într'un masiv de argilă deja mișcat mai din nainte.

Aci e locul a face o mică digesiune, reproducînd următoarele observațiuni asupra caracterelor terenurilor mobile și fenomenelor ce ele presintă, când sunt perforate, observațiuni culese de distinsul inginer Italian G. Curioni, după lucrările ce s'au executat în Italia la tunelurile Ariano, Starza și Cristina de pe linia trans-apeinică de la Faggio la Neapoli.

Fenomene cari se întîlnesc în perforarea argilului mobil.

1. „Săpătura se face cu destulă înlesnire.

2. „Pentru menținerea ei trebuiesc armături spre a „o asigura contra căderii de pământ și ebulmentelor „immediate.

3. „3—4 zile, uneori mai mult, alte ori mai puțin „după deschiderea galerii, terenul începe a se mișca „a diforma armaturile și uneori chiar a le rupe.

4. „Secțiunea escavațiunii se restrînge progresiv „mai întîiu prin lăsarea părți superioare, prin apropierea pîreților laterali unul de altul și puțin prin „ridicarea fundului. Chiar fruntea de atac a escavațiunii înaintează, în cât se produce uă scurtare a galeriei deja executată.

5) „Terenul exercită presiuni extra-ordinare contra „armăturilor și contra investmentului de zidărie ce „se opun la închiderea escavațiunii.

6. „Adesea mișcarea de restrîngere a secțiunii conștinuă până la desfacerea și ruptura armaturilor sau „investmentului (de zidărie) și la obstrucțiunea totală „a escavațiunii.

7. „În aceiași natură de teren mișcările cele mai „mari au loc în general acolo unde săpăturile au cele „mai mari dimensiuni horizontale.

„În cea ce privește suprafața terenului, sub care se „fac escavațiunile, d-nul Giovanni Curioni a făcut următoarele observațiuni.

1. „Coloana de pământ ce se află d'asupra escavațiunii se lasă în jos, în cât un profil ridicat înainte „de executare nu mai coincide cu unul ridicat în „urmă, ci e mai sus.

2. „Depresiunile suprafeței terenului, cauzate de escavațiuni făcute sub dînsul, nu se mărginesc între „cele două planuri verticale cari limitează escavațiunea

„suterană ci se întind adesea la distanțe considerabile „de la aceste planuri.

3. „Intâmplându-se uă dărîmare complectă a unei „părți de galerie se formează d'asupra un fel de pînne „de mare diametru și adesea ori se produc crăpături „la mari distanțe de planele verticale cari limitează „escavațiunea.

„Fenomenele indicate mai sus, foarte impunătoare prin „extensiune și intensitate, s'au reprodus mai mult sau „mai puțin în toate galeriile deschise în terenurile argiloase mobile. (Giovanni Curioni. „Appendice all'arte „di fabbricare“).

Am reprodus observațiunile de mai sus, rezultatul unei practice îndelungate, pentru că în cursul execuțiunei lucrărilor tunelului de la Bordea s'au constatat aceleași fenomene, după cum se va vedea mai la vale.

Executarea porțiunei de tunel la capete în galerii deschise.

Capul despre Iași,

La începutul lucrării partea de lângă tunel a tranșei săpată deja la adâncimea proiectului, însă necompletată ca lărgime, era acoperită de pământul cădut din talusul amonte și din talusul frontal. Planul de alunecare al masivului mișcat era așezat mai sus de cât nascerea bolței tunelului, în cât săpăturile în acest punct s'au făcut relativ mai facil de cât în partea Vaslui.

S'a început întâiu prin a se sprijini talusul de front, s'a executat galeria de direcțiune A pe toată lungimea dintre inelul 43—57 inclusiv. Aceste galerii de dimensiuni 2 m/2 m fiind săpate în argilă sănătoasă, ne pusă încă în mișcare, s'a făcut cu destulă facilitate.

Pentru susțineri s'au întrebuințat lemne rotunde de brad de 0,25—0,35 diametru.

Fermele așezate din 1,20—1,20 erau compuse din doi stâlpi verticali, o traversă în partea superioară (Chapeau) și un prag în partea inferioară (Seuil).—Căptușala păreților s'au făcut cu scânduri de brad de 0,05.

După terminarea galeriei de direcțiune s'a început lărgirea săpăturii prin porțiuni de 5 m lungime aproximativ și s'a început zidăria din inele izolate. S'a executat cu modul acesta mai întâiu inelul 43, apoi s'a executat cele-l'alte în ordinea următoare 40, 38, 42, 41, 39 și în urmă 57. Susținerea păreților săpăturilor s'a făcut cu lemne rotunde de brad de 0,25—0,30 diametru, și căptușala cu scânduri de 0,05 gros.

În general executarea acestei porțiuni nu a prezentat mari dificultăți, din cauză că, după cum am spus mai sus, săpăturile de la basă până mai sus de nascerea bolței, s'au făcut în teren sănătos.

Masivul în mișcare începea numai de la nascerea bolței în sus, în cât acțiunea lui nu era așa de mare ca să provoace deformări serioase la fermele de lemn cari susțineau păreții escavațiunilor, sau să producă

crăpături în inelele de zidărie. Accidente de felul acesta nu s'au produs pe aceste porțiuni; însă în urma fiecărei ploii,— și primă-vara anului 1890 a fost excepțional de ploioasă; de la începutul lui Maiu până la 1 Iunie, ploile nu au conținut mai de loc,— în urma fiecărei ploii dar, lucrările erau întrerupte din cauză că cantități considerabile de pământ argilos, redus în pastă moale, curgea de pe talusul masivului mișcat și potmo-leu săpăturile executate. Acestor curenți de apă încărcată cu materii argiloase, era imposibil a opune uă rezistență oare-care, din cauză că trecea chiar printre rosturile scândurilor cari căptușesc săpăturile.

Din cauza acestor întreruperi continue, aceste lucrări nu s'a putut termina de cât la începutul ernei (1 Noembrie).

Capul despre Vaslui

Partea executată la capul despre Vaslui, în galeria deschisă, compusă din inelele 1, 2, 3, 4 și 5, pe lungime totală de 30 m s'a început la aceeași dată ca și la capul despre Iași.

Pe toată lungimea de 30 m, masivul despre partea amonte a săpăturii era în mișcare, planul de alunecare era foarte jos, aproape de planul fundului fundațiilor tunelului și în unele locuri chiar sub acest plan, după cum se va vedea mai la vale.

Direcțiunea mișcării, care în partea despre Iași era foarte înclinată pe axa liniei, în partea despre Vaslui era perpendiculară pe această axă, în cât presiunea masivului în mișcare lucra în cea mai mare intensitate asupra lemnăriei fermelor de susținerea săpături, și asupra coastelor bolților deja executate.

Planul mersului lucrărilor era combinat în modul următor: să se execute mai întâiu galeria de direcțiune pe toată lungimea de 30 metri, și în urmă să se completeze săpăturile inelului 5, să se execute zidăria și să se pue imediat rambleul d'asupra; spre a se reconstitui cu modu acesta suprafața terenului așa cum era înainte de începerea săpăturilor. După inelul 5 urma să se execute în același mod inelul 4, apoi 3, 2 și în fine 1.

Galeria de direcțiune s'a putut executa fără mare dificultate, dar, îndată după terminarea ei, masivul în care ea era săpată, punându-se în mișcare, din cauza ploilor, galeria a eşit cu 0,50 afară din axă.

Pentru a se putea continua lucrările începute, trebuia mai înainte să se oprească mișcarea malului, care ar fi luat proporțiuni mult mai mari, când s'ar fi încercat a se lărgi săpăturile. Acesta s'a obținut prin construirea a 5 contraforți izolați la început, dar care mai târziu trebuia să facă corp cu zidăria tunelului în partea din amont. Contraforți erau încastrați în terenul sănătos, aveau 3 metri lungime în sensul paralel axei tunelului și 4 metri lărgime perpendicular de această axă, și erau depărtați câte 5 metri din axă în axă. (Pl I „Plan cotat la începutul lucrărilor“). Să-

păturile de fundație ale acestor contraforți s'a executat prin puțuri izolate, având secțiuni egale cu secțiunea orizontală a unui contrafort, bine susținute cu armătura de lemn, și în urmă s'a executat zidăria de piatră brută cu mortar de var hydraulic cu ciment.

O dată cu terminarea acestei lucrări de apărare, a încetat cu totul mișcarea masivului din spre deal și s'a putut reîncepe săpăturile și zidăria tunelului.

S'a executat cam în același timp săpătura și zidăria inelului 1, 2, și 4 pe lungime de 16.03.

Se începuse săpătura inelului 3 când am fost siliți a întrerupe din nou lucrare și iată pentru ce:

Prin construcția contraforților izolați, după cum am spus mai sus, încetase cu totul mișcarea terenului despre deal, în partea dreaptă a tăeturei însă prin aceasta s'a provocat o altă mișcare în sens contrar în masivul din partea stângă. Acest masiv de argila stratificată, presintă mai multe planuri de alunecare paralele cu planurile sale de stratificație și înclinate în spre tăetură, era însă reținut în echilibru prin împingerea masivului din deal. Aceste împingeri fiind anulate prin construcția contraforților, malul din stânga al tăeturei a început a se pune în mișcare și a apăsa în coaste inelele de zidărie No. 1, 2, și 4 cari erau terminate și descintrate. Din cauza aceasta s'au predus câte-va crăpături a, a (planșa IV, secția transversală primitivă a inelelor 1 și 2) la cheiă și în apropiere de rosturile de rupere ale bolților. Aceste crăpături erau identice ca formă și pozițiune la câte trele inelele, însă mult mai pronunțate în partea stângă, de unde venea împingerea, de cât în partea dreaptă. Ele erau asemenea mult mai pronunțate la inelul 4, care era cel mai nou, de cât la inelele 1 și 2 cari erau executate mai de mult timp.

Din această cauză a urmat uă nouă suspensiune de lucrări, până să se execute lucrările necesare pentru a reprima mișcarea începută.

Bolțile deja esecutate erau în foarte rele condițiuni de a rezista la presiuni în coaste, din cauza formeii lor supraînălțate; de aceea pentru a le pune în mai bune condițiuni de a rezista la aceste presiuni, s'au încărcat toate în mod provisoriu cu bolovani.

Această măsură a avut de efect a opri imediat ca crăpăturile să mai progreseze la inelul No. 1 și 2 nu însă și la inelul 4, unde împingerea avea cea mai mare intensitate.

În același timp s'a început construcțiunea a trei drenuri transversale în masivul mișcat indicat cu numerile 7, 8 și 9 pe planul general pl. I ele erau depărtate cu 10^m din axă în axă. Aveau 2^m lărgime. Erau incastrate în terenul sănătos în partea inferioară și aveau fundul de scurgere acoperit cu un strat de 0.40 de beton, spre a împedica ca apa să se introducă în straturile inferioare, cea ce ar fi putut produce mișcări noi. D'asupra betonului până la suprafața terenului s'a construit zidărie pe piatră uscată în cât

ele serveau atât ca dren pentru scurgerea apelor cari s'ar fi introdus în masivul mișcat, cât și ca contraforți de susținere.

Această lucrare s'a terminat la începutul lunii Septembrie și îndată după terminarea ei s'au reluat pe de o parte lucrările suspendate, pe de altă parte inelul No. 4, care suferise foarte mult și era foarte degradat, s'a dărâmat până sub nașcerea bolței și s'a refăcut din nou.

Din cauza acestei intreruperi, partea executată la capul despre Vaslui în galeria deschisă, coprinzând inelul 1—5, nu s'a putut termina complet de cât la 1 Decembre 1890.

Lucrări de apărare executete la capetele tunelului.

Lucrările de apărare la cele două capete ale tunelului au început în primăvara anului 1889 în același timp cu lucrările descrise mai sus.

La capul despre Iași

La capul despre Iași s'a executat în primăvara anului 1889 drenurile transversale No. 10, 11—12 (planul general de situațiune planșa 1) din 10 în 10^m din axă în axă. Fundul lor este acoperit cu un strat de beton de 0.4 grosime, ajungând la fundul șanțului tăeturei unde se scurgeau apele colectate de dren. D'asupra betonului până la suprafața terenului și pe 2^m grosime s'a executat zidărie de piatră brută uscată.

La capul despre Vaslui

La capul despre Vaslui s'au executat drenurile No. 1, 2, 3, 4, 5 și 6 în același mod ca cele din partea despre Iași.

Aceste lucrări au avut de rezultat a opri cu totul mișcarea malurilor în cele două tăeturi până în luna Decembre 1889.

La această epocă în inelul No. 1 al tunelului care era terminat din luna Iulie, a început să apară uă mică crăpătură (b secția inelelor 1 și 2, planșa IV). Această crăpătură a mers crescând tot timpul ernei și s'a prelungit în interiorul tunelului pe toată lungimea inelului No. 1 și 2.

În același timp, pe rostul unde inelul 2 se unesce cu inelul 3, s'a observat fenomenul următor: Straturile de zidărie ale inelului 2, nu mai corespundeau cu acele ale inelului 3 și rosturile lor orizontale, cari la început erau exact pe aceeași linie orizontală, începuseră a indica uă diferență, care mergea din ce în ce crescând, până ce a ajuns la maximum de 0.055. Nivelându-se s'a constatat că întreg masivul de zidărie care compunea inelele 1—2 să ridicau încet în sus.

Trebuie se remarcăm că între diferitele inele de zidărie, ce compuneau tunelul, nu există nici o legătură. La început s'a încercat să se facă legături între inelele No. 41—42 de la capul despre Iași, cari au fost cele

d'întâiu executate, însă nu s'a ajuns la bun rezultat; zidăria inelului vechiu fiind deja tasată, cea a inelului nou se tasează după ce se stabilea legătura cu cel d'întâiu, în cât din cauză că tassamentul ambelor inele nu se făcea în același timp, pietrele de față cari formau legătura între inele s'au crăpat pe toată înălțimea piciorului drept. În urmă s'a renunțat a se mai stabili legături și diferitele inele s'au lăsat complect independente.

În timpul când cele două inele de la capul Vaslui se mișcau de jos în sus, afară din tunel se observau următoarele fenomene: Pe lungime de 50^m de la capul tunelului, solul tăeturei se ridica în sus neconținut, în cât mai în fie-care și trebuia să se debleieze câte 0.50, spre a se putea menține calea Decauville, care servea pentru transporturile de material la tunel.

2. Unul din cei 5 contraforți de zidărie (a se vedea planul cotat, planșa I), de care s'a vorbit mai sus, rămăsese izolat în afară din zidăria tunelului; — căci vedându-se rezultatul foarte favorabil ce acești contraforți au dat, s'a crezut inutil a se așeza capul tunelului la profilul 471+545,64 ci s'a așezat cu 5^m mai spre Iași.— Acest contrafort având dimensiunile orizontale 3.00/4.00 și înălțimea de 6^m și fiind incastrat în teren sănătos, la 2^m sub fundul tranșei, a început să se misce fără a eși din poziția verticală și fără a indica vre-o crăpătură sau diformare de zidărie. Mișcarea a mers progresiv în cât în primăvara anului 1891 față anterioară a contrafortului, care la început era de 4.00 departe de axa tăieturei, ajunsese foarte aproape de această axă.

3. Crăpăturile terenului se întinseseră foarte departe de muchia tăeturei, după cum se vede în planul cotat din planșa I.

Din observațiunile fenomenelor descrise și din faptul că începutul mișcării a coincis exact cu începutul ploilor de toamnă s'a dedus cu certitudine cauza mișcării și mijlocul de a o înlătura. Și rezultatul ce a dat lucrările de asecare și consolidare, executate în vara anului 1891 a confirmat aceasta.

Straturile de argilă, care formau masivul după deal al acestei tăeturi erau înclinate în partea din dreapta (amont) spre tăetură. În intervalul cuprins între începutul lucrărilor și începutul toamnei anului 1891, acest masiv s'a mișcat pe un plan înclinat de alunecare, așezat ceva mai sus ca fundul tranșei. Lucrările de asecare și consolidare executate în primăvară și o parte din vara anului 1891 imobilisaseră acest masiv, însă din cauza sguduiturilor produse prin dese alunecări, evident s'au produs crăpături în straturile de argilă nemișcate până atunci și apele din ploile din toamna anului 1891, filtrând prin aceste crăpături și ajungând în stratele inferioare planului primitiv de alunecare au determinat un alt plan de alunecare mult mai jos, la 2.50 sub fundul tăeturei. Masivul în mișcare, ale cărui dimensiuni transversale erau (a se vedea secția transversală a drenului planșa I) 50 m. lung. și 9.00—10.00^m înălțime, găsind rezistență în mersul său în cel-alt mal al tăeturei, com-

prima argila de pe fundul tăeturei și o făcea să se ridice în sus împreună cu cele două inele mișcate, de cari am menționat mai sus. Efectele desastroase ale acestei mișcări se esplică prin dimensiunile părții mișcate, care prezintă 370.00 m. p. în secțiune transversală.

Înainte de a se începe lucrările noi de apărare, s'au așezat din nou cintrele (tiparul), care servise la construcția bolților și s'au sprijinit bine cele două inele mișcate.

Lucrările de asecare și consolidare cari s'au executat sunt:

1. Un radier general sub fundul tranșei (secția transversală a drenului fil. I) în formă de boltă întoarsă de 4^m grosime și 8^m lărgime, pe toată lungimea mișcată de 50^m, cuprinsă între capul tunelului despre Vaslui kl. 471+549,69 și kl. 471+499,69. Acest radier era compus de 2 părți, una din zidărie cu mortar de ciment în partea inferioară până la planul de alunecare spre a împedea ca apa să nu pătrundă până la fundul săpăturilor, partea superioară era compusă din zidărie de piatră uscată și servea în același timp pentru a primi și a da scurgere apelor cari filtrau prin crăpăturile masivului mișcat și prin drenurile transversale. Scopul acestei bolți întoarse era de a menține masivul mișcat la basă și a-l împedea de a mai înainta spre tăeturi. Acest scop a fost pe deplin îndeplinit; de la terminarea lui, Septembrie 1891, și până acum nu s'a mai ivit nici o mișcare în această parte. În urma ploilor excepționale din primăvara anului acestuia, cari au avut efecte atât de desastroase pentru lucrările de artă, mai în toată țara, ne temeam cu drept cuvânt că mișcările vor începe, dar nu am avut de înregistrat de cât mici dislocări locale în pietrele cari formau pereul la baza talusului.

2. Drenurile transversale No. 1, 2, 3, 4, 5 și 6 al căror fund de scurgere pleca de la fundul șanțului tranșei s'au adâncit în partea anterioară până sub planul de alunecare, după cum se vede în profilul transversal planșa I, spre a aseca mai bine masivul mișcat.

3. S'au construit și în talusul opus și numai până la planul vertical, trecând prin muchia tranșei, drenuri simetrice cu cele din talusul amont.

4. Pentru scurgerea apelor s'a executat un dren longitudinal pe axa tăeturei, având fundul zidit cu ciment pe 0.40 grosime, care să conducă apele afară din tranșee.

5. Pentru a aseca partea din masivul mișcat, aflat în dreapta tunelului executat, s'au făcut la fie-care cap al tunelului câte 2 galerii laterale de 2^m lărgime și 2^m înălțime, indicate în planul general și profilele transversale pl. I, în același mod cum s'a executat și galeria de direcțiune a tunelului în ceea ce privește escavațiunea și susținerea păreților.

Aceste galerii au la fundul de scurgere un radier de piatră cu mortar de ciment de 0.40 grosime, iar restul umplut cu piatră uscată. Ele sunt așezate mai jos de cât fundul săpăturilor fundației tunelului și conduc apele ce colectează prin radiatorul general în drenurile longitudinale.

S'au executat mai multe puțuri, așezate în planul vertical al galeriilor și mergând de la suprafața terenului până la galerie.

Aceste puțuri cu ghiduri de lemn și umplute cu piatră uscată, sunt destinate a absorbi apa din terenul ce le încongioară și a o conduce în galerii.

S'au construit 11 puțuri, 6 pe galeria de la capul Vaslui în spre deal, depărtate de 10^m din ax, în ax iar la celelalte galerii, cari sunt mai scurte, numai câte 2.

6. Ca măsură preventivă s'a executat un dren longitudinal și în tranșea de la capul despre Iași al tunelului, iar drenurile transversali executate înainte s'au pus în comunicație cu acest dren.

7. Pentru a împedea ca apele de la suprafață să filtreze prin rambleul executat peste zidăria de la cele 2 capete ale tunelului, s'a executat o serie de șanțuri transversali de zidărie de piatră, puse în comunicație cu șanțurile colectoare, destinate a conduce apele în afară. Șanțurile sunt depărtate cu 10^m din ax în ax și suprafeței terenului coprinse între ele i s'a dat o formă înclinată de o parte și de alta, spre a înlesni pe cât se poate scurgerea apelor. Aceste suprafețe s'au semănat în urmă cu iarbă.

(Va urma)

S. Carcalechi

Inginer-șef

STUDIU ASUPRA STATICEI GRAFICE DE CULMAN

(Urmare)

CAPITOLUL II. PUTERI ÎN PLAN.

Noțiuni generale

Cu noțiunile de geometrie de poziție, dezvoltate, până aci, putem trece la expunerea unei părți a Statice grafice și anume la acea care se ocupă cu puteri din acelaș plan. În genere nu vom usa de cât de principiile cele mai fundamentale și de construcțiunile cele mai simple. Acolo unde necesitatea va cere ca să usăm de teoreme mai grele, sau de construcțiuni mai complicate din geometria de poziție, le vom expune din nou, căutând de a le explica mai bine de cât s'a făcut, corijând ast-fel în acelaș timp greșeli strecurate.

Înainte de toate să reamintim următoarele noțiuni și principii de mecanică, fără ca să intrăm în discuțiunea lor.

Ori-ce forță este cunoscută prin efectul ei asupra unui punct material, care efect este *mişcare*.

Când o forță lucrează ea singură și continuu asupra punctului, avem o *mişcare dreaptă și uniform accelerată*.

Direcția mișcării este *direcția forței*, punctul material care se mișcă, este *punctul de aplicațiune al ei*, iar accelerațiunea mișcării este proporțională cu *intensitatea puterii*.

Când două forțe lucrează continuu asupra unui punct, mișcarea este tot uniform accelerată, având o direcțiune și accelerațiune diferite de direcțiunile și accelerațiunile mișcărilor cari s'ar produce, dacă ar lucra fie-care forță în parte. Acea forță, care ea însăși ar produce aceeași mișcare ca cele două forțe împreună, se numește *forță resultantă*. Aceeași definițiune avem și pentru cazul când, în loc d'a avea numai două forțe, avem mai multe. Forțele date se numesc, în raport cu forța resultantă, *forțe componente*.

Când forțele, care lucrează asupra unui punct, produc o mișcare zero, ele se zic în *echilibru*.

Două forțe, cari lucrează asupra unui punct și sunt egale în intensitate și direcțiune, însă cari au sens contrar, sunt în echilibru.

Când mai multe forțe sunt în echilibru, fie-care poate fi considerată ca fiind egală și de sens contrar cu resultanta celorlalte.

Paralelogramul forțelor

Cei mai mulți autori consideră metoda pentru aflarea resultantei a două forțe cu ajutorul paralelogramului ca axiom, care nu mai trebuie demonstrat.

Aceasta de sigur că nu este admisibil, fiind-că axioma trebuie să fie numai de cât înțeles de ori și cine sau cel mult demonstrabil într'un mod nedubios de experiență.

Cu ajutorul simplelor noțiuni de statică și de geometria elementară, această regulă se găsește demonstrată în multe tratate, așa printre alții la Poinot. Faptul că în această demonstrare mișcările sunt substituie forțelor, nu trebuie să formeze o obiecțiune serioasă, de oare-ce noțiunea de *forță* este numai o abstracțiune a efectului, care este mișcarea.

Cu ajutorul geometriei proiective, paralelogramul este numai de cât demonstrabil precum arătăm îndată. Dacă însă demonstrațiunea va apare cam lungă, căusa este că nu putem și nu vom să presupunem că cetitorii sunt bine familiarizați cu geometria proiectivă, așa precum o face Culman în tratatul său, și mai revenim la multe din cele arătate în capitolul trecut și altele cari s'au omis acolo le demonstrăm aci.

Demonstrațiunea paralelogramului de forțe prin geometria de poziție poate fi considerată ca primul exercițiu