



PUBLIȚIE  
PERIODICĂ  
EDITATĂ DE MEDIA  
DRUMURI PODURI  
ROMÂNIA

ISSN 1222 - 4235  
ANUL XXIV / SERIE NOUĂ

# drumuri poduri

AUGUST 2015  
NR. 146 (215)

## 1895 - 2015



### „Stăpân să rămână peste țărmurile Dunării!” ...

Publicație recunoscută de Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior (C.N.C.S.I.S.),  
înregistrată la O.S.I.M. cu nr. 6158/2004  
Membră a Cartei Europene a Siguranței Rutiere

MANAGEMENT

APLICAȚII

PODURI

MONDO RUTIER

CERCETARE

MĂRTURII

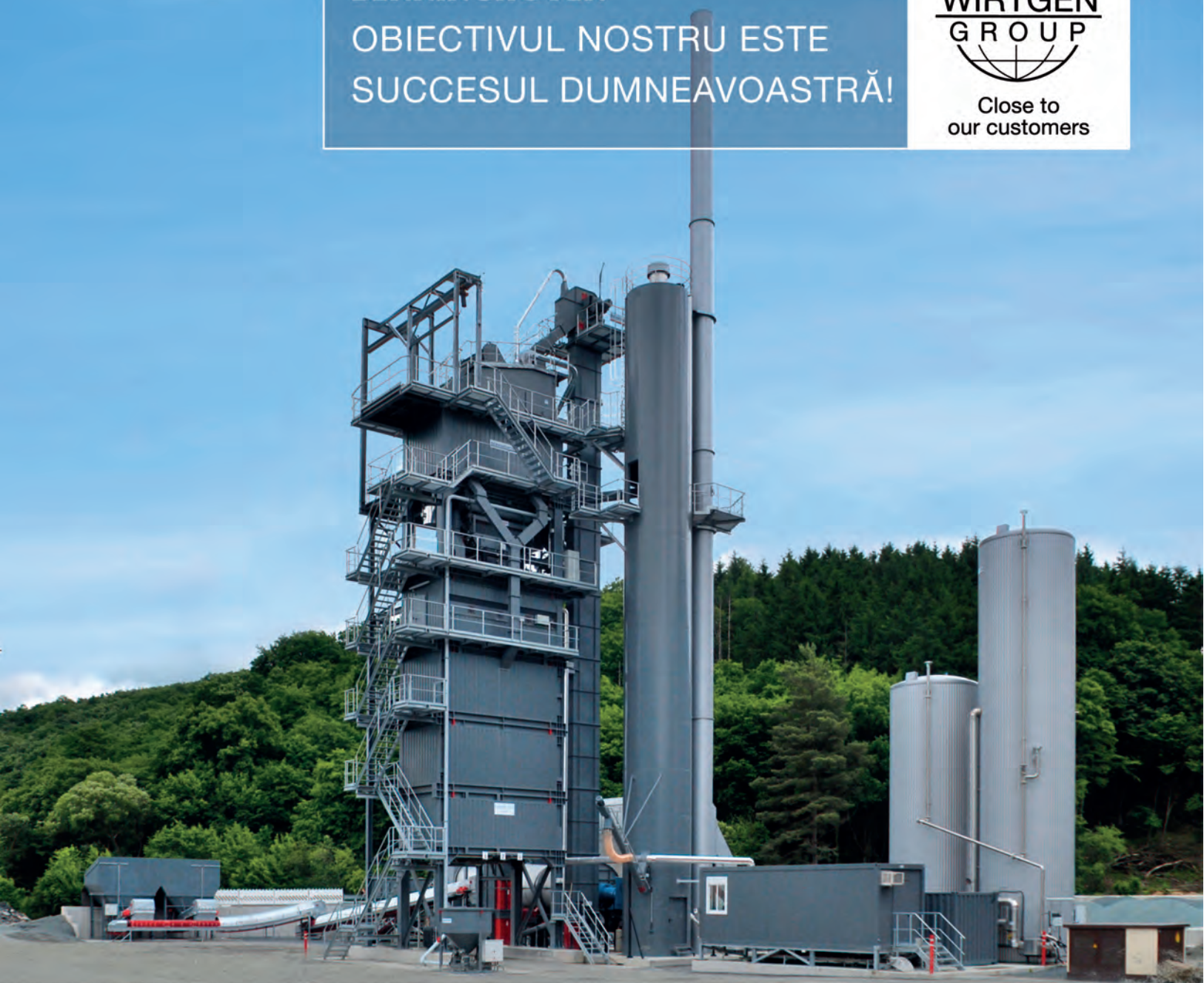


**BENNINGHOVEN**

OBIECTIVUL NOSTRU ESTE  
SUCCESUL DUMNEAVOASTRĂ!



Close to  
our customers



Responsabilitate, calitate și precizie, configurație personalizată – acestea sunt principiile care stau la baza fiecărei stații de asfalt marca Benninghoven.

Benninghoven, calitatea ne recomandă!

 [www.benninghoven.com](http://www.benninghoven.com)



ROAD AND MINERAL TECHNOLOGIES

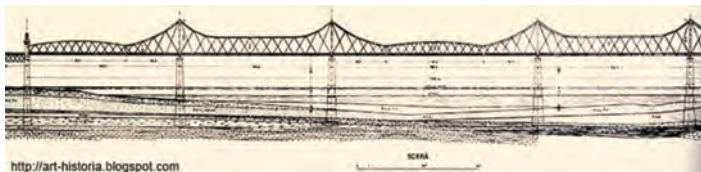
Benninghoven Sibiu S.R.L.  
Calea Dumbrăvii Nr. 149/1 · RO-550399 Sibiu, Romania  
Tel: +40 369 40 99 16 · Fax: +40 369 40 99 17  
[office@benninghoven.ro](mailto:office@benninghoven.ro)  
[www.benninghoven.com](http://www.benninghoven.com)



- 125 de ani de la începerea construcției Podului de la Cernavodă
- 120 de ani de la inaugurare

## „Stăpân să rămână peste țărmurile Dunării!” ...

Trăim o perioadă frenetică, în care recordurile, în toate domeniile, dar mai ales cele din infrastructură depășesc limite greu de imaginat. Citim despre poduri de lungimea unei autostrăzi cu deschideri care ar putea uimi pe oricine și facilități tehnice dintre cele mai confortabile și diverse. Admirăm toate aceste realizări cu un fel de resemnare și umilință a unor cetățeni situați nu în inima Europei, ci mai degrabă la marginea planetei. Și totuși, am fost și noi ACOLO, în vârf, cândva: la 1 septembrie 1883, de exemplu, se prezentau ofertele pentru construcția unui sistem de poduri peste Dunăre. La **9 octombrie 1890 (acum 125 de ani)**, începea construcția Podului de la Cernavodă, iar la **15 septembrie 1895 (acum 120 de ani)**, era bătut ultimul nit de argint și inaugurat podul în prezența **Regelui Carol I**. Cât despre recorduri? La acea vreme, Podul de la Cernavodă era cel mai lung din Europa, avea cea mai mare deschidere (190 m) din Europa continentală, iar complexul celor trei poduri feroviare era cel mai lung de pe glob. Să mai amintim și de faptul că, pentru prima oară în lume la un pod de asemenea dimensiune, se folosea „oțelul moale” și că structura metalică a podului reprezenta de fapt imaginea diagramei de rezistență a acestuia? Și toate, datorită **geniului inginerului Anghel SALIGNY**, cel care, la inaugurare, a garantat cu propria-i viață rezistența podului (în vreme ce un convoi de 15 locomotive traversau podul cu 70 km/h, inginerul urmărea dintr-o șalupă de sub pod cum se comportă geniala sa operă). Îndeplinind parcă mesajul transmis peste timp, un alt inginer, fost și director al Căilor Ferate, **Gheorghe DUCA**, spunea: „Stăpân să rămână (podul n.n.) peste țărmurile Dunării, precum poporul românesc, cu toate dușmăniile, stăpân a rămas pe pământul strămoșesc”. Să pomenim aici și cuvintele pe care **Nicolae IORGA** le rostea despre Anghel SALIGNY: „a reprezentat unul dintre corifeii unei generații spornice a mănunchiului de creatori căruia îi datorăm atât din ce are și poate da țara astăzi.” Dar oare, ne întrebăm noi, va mai veni vremea când vom putea da lumii aceleași opere sau poate chiar mai mult? **Prof. Costel MARIN**



### Scurt istoric

Construcția unui pod de cale ferată peste Dunăre, care să lege Țara Românească de Marea Neagră, devenise necesară din timpul domniei lui Barbu Știrbei. Acest punct prielnic de traversare a Dunării a făcut obiectul unor largi discuții și controverse. În 1878, spre exemplu, se aprecia că Silistra întrupește cele mai bune condiții pentru realizarea unui pod. Acest punct a fost însă abandonat după ce Congresul de la Berlin a fixat, în același an, granița noastră la Nord-Est de Silistra. Problema punctului de traversare a Dunării devenise foarte clară încă din 1879, când fusese luată hotărârea de a se începe construcția liniei București-Ciulnița-Feștești, în vederea unirii acesteia cu linia Cernavodă-Constanța.

Construcția a început în 1880, tronsonul București-Ciulnița a fost dat în exploatare la 17 noiembrie 1886, iar tronsonul Ciulnița-Feștești,

la 1 iulie 1887. Între timp a fost răscumpărată linia Cernavodă-Constanța (10 decembrie 1882) și chiar în anul răscumpărării acestei linii, guvernul român lansează un concurs internațional pentru construirea a două poduri mari, peste Dunăre și brațul Borcea, la Cernavodă și, respectiv, Fetești.

Termenul de prezentare a ofertelor era 1 septembrie 1883. Comisia de examinare a ofertelor, compusă din S. YORCEANU, președinte, E. WINKLER, profesor de poduri la Politehnica din Berlin, R. COLLIGNON, profesor de rezistența materialelor la Școala Națională de Poduri și Șosele din Paris, D. FRUNZĂ și C. OLĂNESCU, membri și având ca secretar pe Anghel SALIGNY, se întrunește la 1 septembrie 1883 și, după ce analizează cele opt proiecte prezentate de firme din Franța, Germania, Elveția și Belgia, constată că nici unul nu merită premiul I, ce se acorda firmei care va fi însărcinată cu executarea lucrărilor.

Pentru suprastructură au fost prezentate trei tipuri de soluții: grinzi independente semiparabolice, grinzi continue drepte și arce, cu deschideri de la 100 m (proiect George EIFFEL) la 206 m (proiect ROTH LISBERGER - Berna). Cinci firme propuneau ca material oțelul pudlat, iar alte trei firme, printre care și Eiffel, propuneau oțelul



**Regele Carol I și ing. Anghel SALIGNY: cei care au ctitorit, acum 125 de ani, cel mai faimos pod din lume**



moale. După trei ani, în 1886, are loc un al doilea concurs, la care participă cinci firme (din care trei pentru a doua oară), dar rezultatul rămâne același. Atunci, unii membri ai comisiei (compusă din: S. YORCEANU, Gh. DUCA, C.C. POPESCU, C. MIRONESCU și Anghel SALIGNY) sugerează lui Anghel Saligny să participe și el cu un proiect, fără nici o obligație din partea guvernului român de a-l accepta. Podul avea să se numească inițial „Podul Carol I”, iar apoi, din motive ideologice, „Podul Anghel SALIGNY”.

## Un geniu la 33 de ani

Ca secretar al celor două comisii, cunoscând toate problemele, și cu experiența adunată în zece ani de activitate în acest domeniu, Anghel SALIGNY întrunea toate condițiile pentru a întocmi un astfel de proiect. Analizând memoriul depus de comisie, guvernul, prin Ministerul Lucrărilor Publice însărcinează oficial, în decembrie 1887, pe Anghel Saligny cu elaborarea proiectelor liniei Fetești-Cernavodă. Era o decizie surprinzătoare. Ministerul, care numai cu câțiva ani în urmă nu avusese curajul să ia asupra sa răspunderea executării unor tabliere mici, lăsând-o pe seama firmelor executante, acum se angaja dintr-o dată în construcția unor poduri de mari proporții. Trecuseră numai șapte ani de la darea în circulație a liniei Buzău-Mărășești, iar Anghel SALIGNY avea 33 de ani.

Înainte de a începe proiectarea, SALIGNY face o scurtă vizită la lucrările, atunci în curs de execuție, ale gigantului pod „Firth of Forth”, din Scoția (2 x 521 m, cel mai mare din lume în acea vreme) și poartă discuții cu inginerii John FOWLER și Benjamin BAKER, constructorii acestui pod. Revenind în țară, SALIGNY organizează un serviciu special în cadrul Administrației C.F.R., alcătuit numai din ingineri români, în majoritate foști elevi ai săi, selecționați, formați și verificați la lucrări anterioare. Printre colaboratorii pe care SALIGNY i-a ales, au fi-

gurat inginerii Ion BAIULESCU (un strălucit elev al lui E. WINKLER și unul dintre cei mai distinși tehnicieni români, subdirector al lucrărilor), N. HERJEU, St. GHEORGHIU, I. PÎSLĂ, Alexandru BĂDESCU, V. CHRISTESCU, Alexandru DAVIDESCU, Gr. CAZIMIR, P. ZAHARIADE, N. DAVIDESCU și alții, aduși mai târziu. **Cei mai mulți proveneau de la Școala Națională de Poduri și Șosele (s.n.).**

În fruntea acestui puternic grup de colaboratori, Anghel SALIGNY trece la stabilirea și rezolvarea celor mai grele probleme pentru înfăptuirea cărora s-a impus cu toată autoritatea câștigată. În urma insistențelor sale, este stabilită dispoziția generală a podurilor și liniei între Fetești și Cernavodă (traseul urmat fiind cel propus de firma Batignolles) și, tot datorită fermității sale, se hotărăște ca materialul ce se va folosi pentru suprastructura metalică să fie oțelul moale și nu cel pudlat, către care înclinau majoritatea specialiștilor. O dată găsit răspunsul la cele mai dificile probleme tehnice și economice, colectivul își începe efectiv activitatea de proiectare, reușind ca, după o muncă intensă, să termine, la 1 decembrie 1889, elaborarea în forma definitivă a proiectului. La 3 ianuarie 1890 are loc licitația pentru stabilirea firmelor ce vor uzina tablierele, în urma căreia, lucrările au fost adjudecate astfel:

- podul Dunăre, de cunoscuta firmă franceză Fives Lille;
- podul Borcea, de grupul francez Schneider-Creusot;
- viaductele, de firma belgiană Cockerill.

Aceste firme au executat uzinarea și montajul tablierelor, sub controlul permanent al inginerilor români. Cu ocazia încheierii contractelor, firma Fives Lille a solicitat să se menționeze că Administrația Căilor Ferate Române are toată responsabilitatea tehnică a calculelor și dispozitivelor adoptate, iar Anghel SALIGNY își asumă în totalitate această grea răspundere. La 9 octombrie 1890 s-a pus piatra fundamentală a lucrării și totodată a început lupta grea pentru învingerea tuturor greutăților care se ivesc adeseori în execuție. În cele ce urmează, vom căuta să arătăm, pe scurt, cum s-a desfășurat execuția fiecărei părți din lucrare, insistând asupra problemelor apărute.



## Infrastructura și... „măselele enorme de mamut”

Elevațiile podurilor peste Dunăre și Borcea, compuse din șase și, respectiv, patru pile, au fundațiile realizate pe chesoane cu aer comprimat, fondate la 27 m sub etiaj. Stabilirea cotelor respective s-a făcut pe baza unor foraje executate sub conducerea inginerului N. HERJEU și a studiilor hidrologice executate de inginerul Sir Charles HARTLEY, iar interpretarea rezultatelor acestor foraje și studii a permis reducerea adâncimii de fundare, stabilită de juriul din 1883, la cota -30,00 m. Reducerea adâncimii la -27 m era nu numai posibilă, dar și necesară, deoarece cota 30 m sub nivelul apelor obișnuite era limita pînă la care se puteau executa chesoane cu aer comprimat fără a implica măsuri de securitate cu totul excepționale și extrem de costisitoare. Aceasta a contribuit, de altfel, la diminuarea apreciabilă a costului efectiv al infrastructurilor, care totuși au constituit partea cea mai mare din costul total al lucrărilor.

Camera chesonului pentru pilele din albia minoră, având dimensiunile în plan de 30,00 m x 11,00 m și înălțimea de 4,40 m, s-a executat din tole metalice, plafonul ei fiind susținut de puternice grinzi cu zăbrele de 2,00 m înălțime. Pentru chesoanele celor două poduri s-au folosit 1.130 t și, respectiv, 610 t de oțel. Aerul comprimat era produs în stații de aer acționate cu motoare cu abur. Iluminatul în camera de lucru se făcea la început cu lumânări de ceară, iar mai târziu s-a introdus iluminatul electric. În astfel de condiții, cu o presiune maximă de 3,1 atmosfere, s-au excavat 43.000 m<sup>3</sup> de pământ la podul Dunăre și, respectiv, 19.000 m<sup>3</sup> la podul Borcea, înregistrându-se doar patru cazuri mortale, fapt ce a stârnit vâlvă pe vremea aceea, când foarte mulți chesonieri se îmbolnăveau și în multe cazuri mureau. Performanța s-a datorat medicului șef al șantierului, dr. C. JINO, care a luat toate măsurile pentru evitarea accidentelor. El a administrat muncitorilor injecții subcutanate cu pilocarpină, justificând printre altele că oxigenul devine toxic la presiuni mari. Mai târziu, observațiile sale aveau să fie confirmate de studii de laborator, care au pus în evidență formarea carboxihemoglobinei în sânge. La data aceea însă, rezultatul măsurilor luate de dr. C. JINO a stârnit interes. Profesorul dr. SCHRÖTER din Viena, care avea multe cazuri mortale la fundațiile unui pod peste Dunăre ce se executa în acel timp în Viena, i-a cerut pe cale oficială colegului său de la Cernavodă, relații asupra măsurilor de protecție adoptate și a modului cum sunt tratați bolnavii. Este interesant de arătat că, în timpul săpăturilor în chesoane, au fost descoperite coarne și coaste fosile de cerbi, precum și măsele enorme de mamut, adunate de bătrâna Dunăre pe lungul ei parcurs și în decurs de milenii. Pentru viaducte, fundațiile au fost realizate pe piloți de stejar, înnađiți. Din memoriul de prezentare a proiectului reiese că cele 61 de fundații, au fost prevăzute 9.259 de piloți din lemn cu o fișă totală de 98.688 m. Radierile au fost realizate în incinte de palplanșe din lemn, folosind blocuri de piatră legate cu var hidraulic.

Elevațiile au fost executate din zidărie de piatră cu mortar de ciment sau var hidraulic, iar la exterior au fost îmbrăcate cu moloane de granit, legate cu mortar de ciment. Înălțimea totală a unei astfel de pile, de la talpa fundației pînă la cuzinet, atinge la podul Dunăre 63 m (27 m fundația și 36 m elevația). Sunt cele mai înalte pile executate în țară.

De această înălțime se apropie doar una din pilele viaductului Valea Voicu, de pe linia Salva-Vișeu, care are 55 m, din care 32 m elevația și 23 m fundația. Pilele viaductelor Slătiniu Mare, Slătiniu Mic și Vir de pe D.N. 6, la Porțile de Fier depășesc înălțimea de 30,00 m, în elevație, însă fundațiile lor sunt puțin adânci. Pila nr. 2 de la via-

ductul Larion, cea mai impresionantă lucrare de pe linia Ilva Mică - Vatra Dornei, atinge înălțimea elevației de 33,50 m, dar fundația ei nu depășește 6,00 m. În prezent, se execută mai multe viaducte pe linia nouă Vâlcele - Râmnicu Vâlcea ale căror pile, deși înalte de 36-48 m, nu vor depăși nici ele înălțimea totală a pilelor podului Dunăre, deoarece au fundații de suprafață.

Elevațiile podurilor dunărene au necesitat în total 110.270 m<sup>3</sup> de zidărie din piatră. Exactitatea prelucrării moloanelor din granit de Dobrogea, precizia montajului și racordarea suprafețelor cu spargeturile sunt de o acuratețe ieșită din comun. Cuzineții, realizați din blocuri de granit, ating în plan dimensiuni de 2,30 m x 2,00 m.

Lucrările de infrastructură au fost executate de mai multe întreprinderi străine, printre care F.K. Ozinga (fundații), Gratzoski și Rotenberg (elevații, sub stricta supraveghere a grupului de coordonare condus de Anghel SALIGNY). Merită să arătăm că printre antreprenori a fost și un român, inginerul D. IARCA, executant al zidăriilor de la viaductul Iezer.

## Suprastructura - „grinda Saligny”

În vederea simplificării proiectării și uzinării tablanelor metalice, Anghel SALIGNY a căutat o modulare a întregii suprastructuri, pentru deschiderile mari folosind numai două tipuri de grinzi. Necesitatea asigurării gabaritului de navigație sub deschiderile principale, precum și a creării posibilității de trecere a navelor turcești cu pânze pe sub deschiderile principale, dar și laterale (unde viteza apei este mai mică și permite navigația navelor cu pânze în contra curentului) a impus realizarea unei înălțimi libere sub pod de minimum 30 m. Pentru a obține această înălțime și pentru a satisface și considerentele economice, care impuneau reducerea numărului de pile, Anghel SALIGNY s-a orientat spre grinzi cu zăbrele, de mare deschidere, cu calea jos, care au talpa inferioară rectilinie și talpa superioară urmărind înălțimea cerută de variația momentelor încovoietoare. Reducerea înălțimii grinzii și creșterea deschiderii principale s-au obținut prin utilizarea de grinzi continue cu console și grinzi independente semiparabolice, constituind așa-numitul „sistem de grinzi Gerber”, o structură economică și estetică, concepută de inginerul german cu același nume, dar prea puțin utilizată pînă atunci și în general numai la tabliere cu calea la mijloc. Anghel SALIGNY a introdus însă o inovație la sistemul Gerber, folosindu-l la grinzi cu calea jos, iar alcătuirea rezultată pe care tratatele de poduri din toată lumea ar trebui s-o numească „grinda Saligny” a cunoscut de atunci o mare răspândire, fiind utilizată la numeroase poduri de mare deschidere. Caracteristicile „grinzii Saligny” sunt aceleași, atât la podul Borcea, cât și la podul Dunăre. Grinda are deschiderea de 140 m și console de 50 m, la ambele capete, pe care reazemă grinzi independente de 90 m lungime. Înălțimea grinzilor principale este de 32 m în dreptul reazemelor, scade la 17 m pe porțiunea centrală și ajunge la 9 m în capătul consolelor, iar înălțimea grinzilor independente este de 9 m la capete și 13 m la mijloc.

## Cel mai mare pod din Europa continentală

Prin lungimea de 240 m a grinzilor sale principale și prin deschiderea maximă realizată, de 190 m, podul peste Dunăre era, în timpul construcției sale, cel mai mare pod din Europa continentală, nefiind

Întrecut în lume decât de celebrul Firth of Fourth și de podurile suspendate. Un lucru demn de relevat, care subliniază simțul tehnic cu totul deosebit al lui Anghel SALIGNY, îl constituie dispunerea în secțiunea transversală a grinzilor principale cu tălpile superioare apropiate, pentru a asigura o mărire a stabilității și o mai bună comportare la solicitările transversale provocate de acțiunea vântului. Se subliniază acest lucru, deoarece soluția adoptată de Anghel SALIGNY a fost luată într-o perioadă în care eforturile datorate vântului nu erau bine studiate. Înclinarea grinzilor principale în plan vertical este de 10%. Prin această măsură se micșora și volumul contravânturilor superioare. Pentru viaductele de acces au fost alese tablriere din grinzi cu zăbrele, cu tălpi paralele și calea sus, având deschiderea de 50 m, la podul Borcea și de 60 m, la podul Dunăre. La podul de descărcare peste balta Iezer s-a adoptat sistemul Schwedler, cu grinzi parabolice de 42 m deschidere. Zăbrelele tuturor celor trei poduri sunt realizate în sistemul combinat simplu, fără montanți, sistem mult răspândit în acea vreme în Europa. Astfel, cu numai cinci tipuri de tablriere (două pentru deschiderile principale și trei pentru restul deschiderilor), Anghel SALIGNY a acoperit cei 4.087 m de poduri, care reprezentau pe atunci cel mai lung complex de poduri din lume. Podul peste Dunăre (15 x 60 + 2 x 140 + 190 + 2 x 140) are o lungime totală de 1.662 m, podul peste Borcea (3 x 50 + 3 x 140 + 8 x 50 m) măsoară 970 m, iar podul Iezer (34 x 42 m) avea în total 1.455 m lungime. Pentru executarea acestei suprastructuri, Anghel SALIGNY a hotărât folosirea oțelului moale, fapt ce a dat loc la numeroase și aprige controverse, deoarece proiectele podului se elaborau tocmai în timpul în care se făcea trecerea de la utilizarea oțelului pudlat (ale cărui proprietăți fizico-mecanice erau bine cunoscute), la cea a oțelului moale (ale cărui calități și comportare nu erau încă definitiv confirmate). Chiar renumitul profesor E. WINKLER a evitat să se pronunțe definitiv în cadrul celor două concursuri, asupra materialului din care vor fi executate tablrierile, cu atât mai mult cu cât pentru oțelul pudlat mai pleda și faptul că în Olanda apăruseră o serie de deficiențe la unele poduri executate din oțel moale.

## „Nu trebuie să fiu îmbrăcat în haine de profet...”

Totuși, Anghel SALIGNY, într-un studiu foarte documentat asupra calităților și a metalurgiei oțelului, arată că, încă din anii 1883-1886, oțelul moale și-a arătat superioritatea față de oțelul pudlat și trăgea concluzia că: „Oțelul va ieși victorios (...) Nu trebuie să fiu îmbrăcat în haine de profet pentru a afirma că timpul nu este departe când constructorii se vor mira că s-a scris atât de mult ca să se arate că pentru poduri mari, oțelul este preferabil fierului”. La proiectarea suprastructurii s-au folosit normele austriece din 1887, unele din calcule fiind făcute de șapte ori. În 1892, când au apărut normele elvețiene, s-a mai făcut o verificare, lucru care a cerut sporirea secțiunilor unor bare comprimate. S-au avut în vedere locomotive pe patru osii a 13 tone/osie (4,5 tone/m) și un convoi de vagoane de 3,5 tone/m. S-a ținut seama de presiunea vântului, dar nu au fost luate în considerare forțele rezultate din frânare, șerpuire și acțiunea dinamică. Tot materialul metalic confecționat pentru podul peste Dunăre a fost adus cu vapoare prin portul Constanța, iar pentru podurile Borcea și Iezer a fost adus cu trenul. La toată lucrarea s-au folosit 16.823 tone de oțel și câteva milioane de nituri. Deși în memoriul prezentat de Anghel SALIGNY era prevăzut montajul în console, la execuție s-a adoptat sistemul de montaj pe schele, atât la viaducte, cât și la tablrierile din albia minoră. Grinzile cu console au fost montate pe o schelă susținută pe pi-

loți de lemn, introduși în teren la 10-15 m adâncime sub cota fundului albiei. Pe această schelă tablierul a fost montat cu ajutorul unor macarale portal, confecționate din lemn și acționate cu trolii manuale. Trebuie remarcat că aceste macarale aveau înălțimi de peste 32 m și o capacitate de cca. 20 tf. După montarea și nituirea tablierului, s-a trecut la ridicarea lui până la cota finală, odată cu subzidirea elevațiilor pilelor. Ridicarea s-a realizat cu prese de 500 tf capacitate, rezemate pe tuburi metalice de 900 mm diametru. Pentru a se asigura prelungirea tronsoanelor de tub se foloseau câte patru reazeme de acest fel. După ridicarea cu circa 1,00 m a tablierului, elevația era zidită din moloane de granit, înglobând tuburile metalice. Tablierul are la reazeme două console laterale pentru susținerea lui în faza finală, când trebuia realizată bancheta cuzineților. După ce la podul Cernavodă ambele tablriere au ajuns la cota finală, trebuia montată deschiderea centrală independentă de 90,00 m. Folosind o soluție ce prezenta multe riscuri s-a realizat o schelă de 32 m înălțime de la oglinda apei, pe care s-a montat tablierul la cota definitivă, folosind macaraua portal. Pentru întreținerea acestei mari cantități de metal, în cadrul Secției L Fetești au fost organizate două echipe cu câte 30 de oameni, care aveau în sarcină verificarea și înlocuirea niturilor slăbite, precum și vopsirea tablrierelor care necesitau anual peste 20 de tone de vopsea. Această activitate era permanentă. În anul 1954, s-a înființat de către Direcția Întreținerii un sector special de supraveghere a tablrierelor, condus de un inginer. (Un astfel de sector a fost înființat în același an și la podul de la Giurgiu-Ruse).



## Terasamente cu roabe, căruțe și vagoane

Terasamentele liniei ferate Fetești-Cernavodă, care leagă între ele cele trei poduri ale lui Anghel SALIGNY au constituit, la vremea lor, cea mai mare și cea mai importantă lucrare de terasamente din țara

noastră, nefiind întrecută decât mult mai târziu, de terasamentele magistralei Făurei–București–Craiova, iar în prezent de lucrările din portul Constanța și de canalul Dunăre - Marea Neagră. Volumul total al terasamentelor a însumat 2.950.000 m<sup>3</sup> și a fost alcătuit din două deblee, la cele două capete ale traseului și o umplutură înaltă în Valea Dunării, având următoarele caracteristici principale:

- între stația Fetești și halta Borcea, o tranșee cu adâncimea maximă de 16 m, urmată de un rambleu, a cărui înălțime crește progresiv, până la 11 m, în dreptul culeei viaductului mal stâng al podului Borcea;

- un rambleu lung de 12 km, cu înălțimea de 11 m, la ieșirea de pe viaductul mal drept al podului Borcea, de 8 m la capetele podului Iezer și de 24 m la culeea viaductului mal stâng al podului Dunăre;

- o tranșee scurtă și puțin adâncă (maximum 8 m) la ieșirea de pe podul Dunăre (mal drept) până la stația Cernavodă Pod, urmată de un traseu de coastă, cu profilul mixt, până în stația Saligny.

Execuția s-a făcut de către antreprize străine, care au realizat circa 900.000 m<sup>3</sup> mecanizat, iar restul manual. S-au folosit roabe până la înălțimea de 3 m a rambleului și căruțe la rambleul din baltă, până la înălțimea de 6 m. La terasamentele din zona inundabilă au fost folosite, pentru prima oară în țara noastră, locomotive de linie îngustă, cu vagoane de 2,5 m<sup>3</sup>.

După inundațiile catastrofale din 1897, terasamentele au fost protejate, în zona inundabilă, cu un pereu din piatră, în suprafață totală de 200.000 m<sup>3</sup>.

## Ultimul nit de argint

Toate lucrările la podurile dunărene au durat cinci ani. La 14/26 septembrie 1895 a fost bătut ultimul nit de argint și, în aceeași zi, podul a fost inaugurat, iar circulația deschisă pe porțiunea de linie Fetești - Cernavodă Pod.

Pentru a risipi orice urmă de îndoială asupra calității și rezistenței podului, în ziua inaugurării, un convoi de 15 locomotive (mai greu decât convoiul de calcul), format din trei locomotive de categoria IV (cu patru osii cuplate, cele mai grele din parcul C.F.R.) urmate de alte 12 de categoria a III-a, a parcurs cu o viteză de 70 km/oră cei peste 4 km de poduri și viaducte, confirmând astfel rezistența acestei lucrări. Cele trei locomotive grele au avut nr. 1519, 1520 (Dobrogea) și 1522 (Muntenia).

În acea vreme, podul peste Dunăre de la Cernavodă era cel mai lung pod din Europa și avea cea mai mare deschidere (190 m) din Europa continentală, iar complexul celor trei poduri feroviare era cel mai lung de pe glob. Realizarea a produs senzație în lumea întreagă. Ziarul „Times”, din 18 octombrie 1895, scria: „o realizare surprinzătoare la Cernavodă” iar „Ilustrazione Italia” spunea: „e o lucrare care poate fi luată ca model chiar și de alte țări cu mijloace tehnice mai înaintate”. Marele profesor german G.C. MEHRTENS, în monumentala sa lucrare „Eisenbrückenbau”, apărută la 13 ani după terminarea lucrărilor, își începe capitolul tratând podurile moderne din acea vreme cu fotografiile ale podului peste Dunăre, făcând printre altele aprecierea: „Dintre podurile europene, podul de cale ferată simplă de la Cernavodă, de pe linia București – Constanța, este cel mai însemnat”. Aceleași aprecieri elogioase le face și celebrul constructor american I.L. WADELL, în lucrarea sa „Bridges Engineering”, apărută în anul 1916. profesorul J. MELAN, în tratatul său de poduri, apărut în anul 1927, reproduce unele detalii constructive ale modului cum Anghel

SALIGNY a rezolvat rezemarea grinzilor independente pe capătul grinzilor cu console (dispozitiv imaginat cu 30 de ani în urmă).

În perioada lor de construcție, în lume au mai fost realizate încă 20 de poduri mari. Dintre acestea, numai trei mai sunt în exploatare. Dar în timp ce pe acestea circulau 6-8 perechi de trenuri, podurile Borcea și Dunăre sunt cele mai solicitate poduri de cale ferată simplă din Europa.

În decursul anilor, s-a criticat mult faptul că podul nu a fost executat pentru cale ferată dublă. Ca răspuns la această critică, un calcul făcut în anul 1945 de profesorul inginer Karpen VASILESCU (rectorul Politehnicii din București) arată că realizarea la 1895 a unui pod de cale ferată dublă ar fi fost, din punct de vedere economic, o greșeală. Investiția necesară pentru dublarea podului, precum și dobânzile acumulate în timp de 50 de ani (până în 1945) ar fi fost suficiente pentru construirea a două poduri de cale ferată dublă, dimensionate pentru convoaie sporite. Aceasta ar fi însemnat înmormântarea inutilă a unei însemnate sume de bani, care ar fi fost retrasă din circuitul economic.

## Un tablou de o frumusețe emoționantă

În materie de estetică, majoritatea părerilor au fost extrem de favorabile lucrării. Alexandru Vlahuță, în „România pitorească”, spune despre el: „(...) în bătaia lunii, în liniștea nopții, sub cerul înstelat, frumusețea și măreția acestei puternice întrupări a geniului românesc, ne dau impresia că suntem într-o lume de vrăji (...). Picioarele de sprinjin zidite din piatră sînt așa de departe unele de altele și atît de înalte, încît toată uriașa împletitură de fier, pe care aleargă zguduitorul trenuri, parcă plutește în aer, ușoară ca o dantelă”.

Prin așezarea simetrică a grinzilor față de deschiderea centrală de 190 m, prin forma zveltă și armonioasă a conturului general, prin subțirimea barelor dantelate, așezat la o înălțime apreciabilă deasupra apei și susținut de pile înalte ca unul dintre cele mai frumoase poduri metalice din lume.

Inginerii germani, care au lucrat în timpul ocupației la refacerea podului peste Dunăre, au scris despre acest pod, într-un articol publicat în anul 1920 în „Stahlbau”, că este „una din construcțiile de cale ferată cele mai uriașe” și, mai departe, precizează: „a fost, deci, cu deschiderea sa de 190 m, până la construcția podului peste Rhin, acum 12 ani, între Ruhrort și Hamberg, podul cu deschiderea de pe continent cea mai mare” (nu se precizează dacă podul peste Rhin a fost executat peste cale ferată). Cu privire la arhitectura lui, se menționează: „Privit de pe malul drept și înalt al Dunării (...) se pierde în zarea din șesul de aproape 14 km lățime al insulei, un tablou deosebit, de o frumusețe emoționantă”.

## „Oriunde voi fi, vă asigur că interesele corpului nostru tehnic îmi vor fi scumpe”...

La inaugurarea acestei mărețe opere la a cărei reușită realizare a contribuit foarte mult, prin influența și răspunderea ce și-o luase ca director general al Căilor Ferate, Gh. DUCA a rostit un discurs plin de o deosebită finețe și sensibilitate, în care a spus, printre altele:

„Astăzi, când izbânda a încununat silințele neobosite, să-mi fie





Îngăduit a aduce un meritat tribut de laude d-lui Saligny, autorul proiectului și directorul lucrărilor, inginerilor care au fost colaboratorii săi devotați (...) și tuturor care n-au cruțat nimic pentru a aduce la bun sfârșit o operă măreață, plină de greutate" (...) „țara se poate fâli cu aceste lucrări, care dovedesc progresele făcute de corpul inginerilor (...), dovezi de muncă roditoare. Să ținem seama că două treimi din inginerii care au luat parte la executarea lucrărilor (...) sunt ieșiți din școala noastră”.

„În 1866, abia 21 de ingineri români erau în serviciul statului, astăzi ei alcătuiesc o a doua armată (...). Astăzi, această armată a progresului, care la nevoie va lupta alături cu cealaltă pentru apărarea patriei, are și dânsa în luptele sale pașnice, morții și răniții săi; acestor victime ale datoriei, pe care poeții nu le slăvesc, noi cel puțin le datorim o duioasă amintire (...)”.

„Sire, ați trecut Dunărea ca să duceți oștirea la victorie, astăzi treceți iar Dunărea ca să sărbătoriți o altă victorie, aceea a muncii împotriva elementelor naturii”.

„(...) Fundațiile podului sunt coborâte la 30 m (...) pare că el a înfipt cu dragoste rădăcini adânci în fundul râului, ca nici valurile, nici sloiurile, nici furtunile să nu-l zdruncine, stăpân să rămână pe țărmurile Dunării, precum poporul românesc cu toate dușmăniile, stăpân a rămas pe pământul strămoșesc”.

„El se înalță la 30 m deasupra apelor mari, vrea să cuprindă într-o ochire cât mai mult din scumpa lui țară, să arate cât de sus ea a ajuns; pare că vrea să zică fiecăruia, gândiți-vă ce a fost Muntenia, ce a fost Moldova, priviți ce sus este acum Regatul României”.

„Imensa deschidere de 190 m (...) lăsând trecerii o cale largă, precum largă a fost totdeauna calea ce România a deschis progresului”.

„(...) din oțel este brațul pe care România îl întinde Dobrogei, ca un simbol de veșnică unire și de puternic sprijin”.

Cât despre Anghel SALIGNY, cu toată celebritatea de care s-a bucurat, a rămas un om modest. Cu ocazia sărbătoririi a 35 de ani de activitate, el spunea: „Rămân neclintit la opinia mea că dacă n-ai ocazia să te manifestezi și n-ai colaboratori buni, cum am avut eu, nu te poți distinge (...). Datoresc norocului, împrejurărilor și eminențelor mei colaboratori prestigii de care mă bucur acum (...). Oriunde voi fi, vă asigur că interesele corpului nostru tehnic îmi vor fi scumpe și că sentimentele mele pentru Dumneavoastră vor fi totdeauna aceleași”.

## Putea fi „Anul Anghel SALIGNY”?

Desigur, dacă luăm în calcul faptul că anul acesta aniversăm 125 de ani de la începerea lucrărilor la Podul de la Cernavodă, 120 de ani de la inaugurarea acestuia și 90 de ani de la moartea marelui savant, ar fi trebuit ca acesta să fie declarat „Anul Anghel SALIGNY”. Din păcate însă, la ora la scriem aceste rânduri, dregătorii țării au mult mai importante griji de rezolvat.

Să nu uităm însă că Anghel SALIGNY, deși de origine străină, este mult mai român decât mulți dintre românii de astăzi. Puțini știu faptul că arborele său genealogic se regăsește în vestita familie Chatillon-Coligny, atestată documentar încă din anul 944. Un urmaș al acestei familii (Alfred Rudolf de SALIGNY), după un periplu prin Olanda, ajunge în Prusia, unde, printr-o întâmplare, ascultă cu uimire și plăcere povestirile lui Kogălniceanu despre frumusețile Moldovei. Ion GHICA, cunoscându-l la rândul său pe Rudolf de SALIGNY, îi face acestuia oferta de a deveni profesor de franceză al copiilor săi, la Focșani.

## „Știam că va ține”...

Familia locuiește pe strada Simion Bărnuțiu nr. 9bis, din Focșani, pe care comunistii, în anul 1975 o includ pe prima listă a monumentelor istorice, iar „capitaliștii”, în 2005, o transformă într-o... pizzerie! Aceeași soartă a avut-o și casa în care savantul a locuit mai târziu, pe strada Occidentului, în București, unde acum tronează un hotel.

Cel de-al doilea copil al lui Alfred SALIGNY s-a născut pe o ploaie torențială, la un han din satul Șerbănești (jud. Galați), la 2/14 mai 1854 și a fost botezat la biserica romano-catolică din Focșani cu numele de... **Leon Angheluș!** Acesta este de fapt numele de botez al viitorului mare savant, cel care este înmormântat în cimitirul creștin-ortodox, Sf. Vineri, din București.

Studiază, printre altele, la Universitatea din Berlin, unde este atras în special de astronomie. Ca o curiozitate, diploma sa de studii a fost luată de ruși odată cu tezaurul României, încă din 1916, și nimeni n-a făcut până acum vreun demers ca aceasta să revină în țară.

Să mai spunem că ne minunăm cum de a mai avut atâta energie și timp ca, pe lângă geniala-i operă, să îndeplinească și alte funcții, cum ar fi membru fondator și președinte al Societății Politehnica din România, membru în Comisia Tehnică a primăriei București, membru al Societății Gazeta Matematică, administrator al Societății Comunale de Tramvaie, profesor la Școala Națională de Poduri și Șosele, membru și președinte al Academiei Române, președinte al Societății Române de Încoronare, familist convins și iubitor al unei soții pe care, spunea el, „n-au interesat-o niciodată valurile vieții”.

Sunt suficiente argumente, credem, care ar fi putut să readucă acum în prim-planul vieții sociale, economice și culturale o asemenea personalitate a ingineriei și culturii române. Chiar dacă vremurile erau tulburi, totuși, în anul 1995, admiratorii operei lui Anghel SALIGNY s-au întâlnit la Cernavodă pentru a-i aduce un omagiu, la împlinirea a 100 de ani de la inaugurarea podului.

Preocupat de opera sa, Anghel SALIGNY nu a fost niciodată un vorbăreț adulat de public, dar în cercurile de prieteni se remarcă, de fiecare dată, drept un companion strălucit. Este și motivul pentru care, aflat de fiecare dată în zona administrativă a puterii, a refuzat să fie ministru, preferând să-și consume energiile în opera sa tehnică și inginerescă.

Una dintre replicile sale va rămâne însă celebră, deși prea puțini i-au înțeles cu adevărat profunzimea. Precum un Galilei al vremurilor sale, aflat sub pod la inaugurare, în vreme ce 15 locomotive uriașe circulau deasupra sa, a rostit cuvintele: **„ȘTIAM CĂ VA ȚINE”...**

Alte comentarii sunt, credem, de prisos. **(C.M.)**

Pagini realizate de **prof. Costel MARIN**

**N.R.** Aducem pe această cale un cald și respectuos omagiu autorilor volumului „Construcții pentru transporturi în România”, 1881-1981, **ing. Dumitru IORDĂNESCU** și **ing. Constantin GEORGESCU**. Cel din urmă este și cel care a înființat, în anul 1991, Revista „Drumuri Poduri”, pe care a realizat-o și iubit-o cu credință, până în ultima clipă a vieții. Inginer de prestigiu, dar și un om de o aleasă cultură, el este cel care a avut curajul ca, în plină epocă comunistă, să pomenească în volumul citat, implicit, despre Regele Carol, amintindu-i prezența la inaugurare prin celebra frază a lui Gheorghe DUCA, Directorul general al Căilor Ferate: **„Sire, ați trecut Dunărea ca să duceți oștirea la victorie...”**



# Instrumente utilizate în evaluarea economică a proiectelor rutiere

**Ing. Cristian BORBELI,**  
**Ing. Cristian VÎLCU,**  
**Dr. ing. Florica PĂDURE,**  
**Ec. Valentina TRONARU,**  
S.C. EXPERT PROIECT 2002 S.R.L.

## Rezumat

Evaluarea eficienței proiectelor de infrastructură rutieră se face printr-o analiză economică. Unul dintre instrumentele utilizate în România pentru evaluarea economică a proiectelor rutiere este programul HDM-4, estimarea viabilității tehnice și economice a proiectelor făcându-se în funcție de valorile IRR (rata internă de rentabilitate) și NPV (valoarea netă actualizată), pe baza analizei opțiunilor de investiție. Un alt instrument de evaluare este reprezentat de crearea unui model propriu în Excel, folosind recomandările din literatura de specialitate. Lucrarea prezintă rezultatele analizei economice efectuată prin utilizarea celor două instrumente, în cadrul proiectului „Asistență tehnică pentru elaborarea expertizei tehnice și studiului de fezabilitate pentru Podul nou de la Cosmești, peste Siret, pe D.N. 24 km 7+620”.

## Prezentarea soluției proiectate

În cadrul studiului de fezabilitate au fost analizate trei opțiuni. În baza analizei multicriteriale a fost selectată opțiunea 1, cu cel mai ridicat punctaj și care constă în:

- Pod existent reabilitat (reabilitarea în varianta executării lucrărilor necesare pentru asigurarea traficului pe timpul execuției podului nou);
- Pod rutier nou în soluția constructivă de grindă continuă din beton armat;

- Pasaj rutier nou peste C.F., realizat în soluția constructivă optimă preanalizată între soluția de grindă continuă mixtă, realizată în concurență cu placa de beton armat și soluția de arc cu tiranți și deschideri marginale, realizate din grinzi de beton armat precomprimat;
- Varianta ocolitoare pentru Cosmești, lungime totală a traseului 5.601,77 m.

## Evaluarea traficului

Varianta de ocolire Cosmești, precum și noul pod peste Siret, se estimează că ar putea fi realizată și dată în exploatare până în anul 2015. În cadrul studiului a fost analizată influența dării în exploatare a Variantei Cosmești și a construcției Autostrăzii București – Focșani – Albița.

Din studiul de trafic rezultă că, după efectuarea lucrărilor de construire a unui pod paralel peste Siret și a Variantei de ocolire Cosmești, se asigură o desfășurare, în limitele admisibile de fluentă, a traficului pe pod și pe variantă, pe întreaga durată de prognoză solicitată prin caietul de sarcini, chiar în ipoteza de evoluție maximă a traficului, cu condiția ca, cel mai târziu în anul 2025, să fie dată în exploatare viitoarea Autostradă București – Focșani – Albița, pe sectorul Focșani – Bârlad.

Traficul afectat de proiect include traficul pe Varianta de ocolire și traficul cu originea sau destinația D.N. 24 și este prezentat în tabelul 1.

## Analiza economică cu modelul HDM 4

Modelul HDM-4 utilizează trei concepte (HDM-4, volum 2, partea A): proiect, program, strategie. În prezentul studiu, analiza a fost efectuată la nivel proiect.

Anul	Biciclete Motociclete	Autoturisme	Microbuze	Autocamionete	Autocamioane cu 2 osii	Autocamioane c u 3-4 osii	Vehicule articulate	Autobuze	Tractor cu/fără remorcă	Tren rutier	Vehicule cu tracțiune animală	Total vehicule
2010	119	4.494	399	1.018	415	218	705	207	22	98	33	7.728
2015	106	5.737	499	1.273	523	257	832	250	25	116	12	9.630
2020	94	6.995	559	1.547	602	288	1.023	296	29	150	4	11.587
2025	83	8.476	710	1.924	697	323	1.212	349	33	172	1	13.980
2030	74	10.358	802	2.362	801	366	1.536	414	37	195	1	16.946
2035	65	12.557	929	2.881	925	405	1.707	493	43	223	0	20.228
2040	58	15.114	1.074	3.502	1.066	453	1.946	578	48	253	0	24.092
2045	52	18.120	1.233	4.245	1.229	508	2.221	684	53	287	0	28.632

Tabelul 1 – Traficul afectat de proiect

Analiza economică la nivel proiect presupune compararea mai multor lucrări de întreținere cu o lucrare de bază, pentru fiecare secțiune de drum prestabilită și estimarea viabilității tehnice și economice a acestuia în funcție de valorile IRR (Rata Internă de Rentabilitate) și NPV (Valoarea Netă Actualizată).

### Rețeaua de analiză

Rețeaua de analiză este alcătuită din secțiuni omogene care includ sectorul de drum existent D.N. 24, Varianta Cosmești, podul existent, podul nou și pasajul C.F., definite ca secțiuni omogene în funcție de lățimea drumului, tipul de secțiune transversală, traficul, structura drumului și starea de degradare.

### Analiza la nivel proiect

Pentru definirea și introducerea datelor specifice unui proiect au fost necesare următoarele (HDM-4, volum 2, partea B):

- definirea detaliilor proiectului;
- specificarea alternativelor;
- analiza proiectului.

### Definirea detaliilor proiectului

În cadrul acestei etape de introducere a datelor specifice proiectului, s-au definit elementele generale ale proiectului.

Datele de trafic definite pentru fiecare secțiune analizată sunt:

- traficul, MZA la nivelul anului 2012, anul de început al proiectului, pe categorii de vehicule;
- ratele anuale pentru fiecare categorie de vehicule;
- traficul, MZA în primul an de la darea în exploatare a lucrării – 2015 (podul nou, pasaj C.F. și Varianta Cosmești) și în momentul dării în exploatare a autostrăzii - 2025.

Valorile de trafic introduse sunt cele conforme cu studiul de trafic.

### Specificarea alternativelor

Beneficiile obținute de utilizatori sunt evaluate pornind de la o bază reală, care reprezintă alternativa în care nu se efectuează nici o investiție sau îmbunătățire, deci s-a definit un scenariu „fără proiect” sau „minim de realizat”.

Scenariul „fără proiect” - în scenariul „fără proiect” (în HDM-4 – alternativa de bază) s-a stabilit că sectorul de drum D.N. 24, respectiv podul existent, nu vor fi reabilitate, ci se vor aplica numai lucrări de întreținere minime. Lungimea totală a drumului existent și a podului existent este de 7.230 m.

Scenariul „cu proiect” (în HDM4 – proiect) constă în:

- reabilitare pod existent;
- execuție pod nou, pasaj C.F. și Varianta Cosmești;
- prevederea unor lucrări de întreținere a acestora după darea în exploatare (execuția unui covor asfaltic programat, respectiv condiționat, în grosime de 5,00 cm) cu an de aplicare 2012 (covor condiționat) pentru podul existent și 2023, respectiv 2031 (covorul programat) pentru îmbrăcămintea pe Varianta Cosmești și podul nou. Anual este prevăzută întreținerea de rutină, care include lucrări de reparații ale îmbrăcăminții, podului, pasajului C.F. și lucrări de curățare șanțuri și dezapezire, în conformitate cu Normativul AND 554 - 2004.

Pentru fiecare secțiune luată în considerare a fost stabilită o singură variantă de investiție.

### Analiza proiectului

Analiza a fost realizată cu ajutorul programului HDM-4 pe un număr de cinci de secțiuni, utilizând conceptul de „analiză proiect”,

pentru o rată de actualizare de 5,5%, perioada de analiză fiind de 30 de ani.

### Indicatori economici de cuantificare a rentabilității

Indicatorii economici NPV, IRR și raportul beneficiu/cost sunt recomandați drept criterii de stabilire a rentabilității proiectelor, în analiza cu modelul HDM 4, la nivel proiect. În tabelul 2 sunt prezentate valorile indicatorilor economici, exprimate în milioane euro.

	Alternativa de bază	Proiect
Valoarea actualizată a costurilor agenției (RAC)	4.144	31.796
Valoarea actualizată a costurilor de capital ale agenției (CAP)	0.826	25.021
Creșterea costurilor agenției (C)	0.000	27.652
Descrășterea costurilor utilizatorilor (B)	0.000	280.226
Beneficii exogene nete (E)	0.000	0.000
NPV	0.000	252.574
B/C	0.000	10.13
IRR (%)	0.000	18,8

**Tabelul 2 - Indicatori economici**

Costurile de operare a vehiculelor (VOC) și economia de timp (VOT) sunt calculate prin modelarea performanțelor în timp, în funcție de tipul lucrării de intervenție (HDM-4, volum 4, partea E). În tabelul 3 sunt prezentate costurile de operare a vehiculelor și economia de timp pe perioada de analiză.

Perioada de analiză	Fără proiect		Cu proiect	
	VOC mil.euro	VOT mil.euro	VOC mil.euro	VOT mil.euro
An 1	30.804	22.960	30.804	22.960
An 2	28.867	23.212	32.764	24.550
An 3	29.854	15.587	44.449	31.149
An 4	30.851	24.650	29.174	19.721
An 5	31.895	25.404	30.332	20.560
An 6	32.993	26.186	31.537	21.432
An 7	34.154	27.010	32.790	22.355
An 8	35.373	27.847	34.088	23.317
An 9	36.619	28.709	35.439	24.323
An 10	37.963	29.636	36.847	25.419
An 11	36.913	30.417	38.326	26.629
An 12	38.114	31.372	39.899	27.987
An 13	39.379	32.372	39.967	28.153
An 14	40.703	33.420	21.320	12.872
An 15	42.089	34.517	22.376	13.538
An 16	43.544	35.666	23.490	14.248
An 17	45.074	36.871	24.664	15.005
An 18	46.654	38.133	25.898	15.820
An 19	48.345	39.460	27.194	16.704
An 20	50.087	40.850	28.566	17.679
An 21	51.932	42.311	28.595	18.253
An 22	53.844	43.849	29.966	19.215
An 23	55.904	45.484	31.436	20.237
An 24	58.071	47.218	32.986	21.323



Perioada de analiză	Fără proiect		Cu proiect	
	VOC mil.euro	VOT mil.euro	VOC mil.euro	VOT mil.euro
An 25	60.421	49.124	34.620	22.482
An 26	62.770	51.091	36.343	23.723
An 27	65.358	53.299	38.222	25.140
An 28	68.008	55.637	40.143	26.592
An 29	70.844	58.209	42.194	28.197
An 30	73.865	61.030	44.393	30.027

**Tabloul 3 – Valorile VOC și VOT în ipoteza „fără proiect”, respectiv cu proiect**

## Analiza economică utilizând un model propriu în Excel

Evaluarea economică a proiectului printr-un model propriu în Excel presupune crearea unor foi de calcul Excel, utilizând date de intrare necesare calculului indicatorilor de performanță, respectiv: rata internă de rentabilitate (IRR), valoarea netă actualizată (NPV) și raportul beneficiu/cost (Rb/c).

### Ipoteze de bază

Lungimea sectorului de drum pentru care s-au estimat beneficiile și costurile proiectului pentru scenariul „fără proiect” este de 7.230,00 m (de la km 6+870 la km 14+100).

Implementarea proiectului implică ocolirea localității Cosmești, lungimea totală a traseului fiind de 5.601,77 m, mai scurtă decât varianta existentă.

Perioada de analiză luată în considerare este de 30 de ani, în care este inclusă perioada de execuție, respectiv doi ani.

Anul de bază pentru care a fost realizată Analiza Cost-Beneficiu este 2012. Analiza economică a fost realizată în prețuri constante 2012. Pentru această analiză s-a considerat rata de actualizare de 5,5%.

Proiectul nu prevede taxe sau tarife care vor fi percepute de autoritatea locală pentru utilizarea infrastructurii, astfel că nu vor exista venituri directe, ci doar beneficii indirecte.

Factorul de conversie aplicat pentru transformarea costurilor investiționale în prețuri umbră (economice) este de 0,9044, iar factorul de conversie aplicat pentru transformarea costurilor de întreținere (operaționale) în prețuri umbră (economice) este de 0,8340.

### Analiza comparativă

Pentru estimarea costurilor și beneficiilor proiectului, s-a realizat analiza comparativă între două scenarii: „A face ceva”, care presupune realizarea proiectului și scenariul „A face minimum”, care presupune evoluția realistă a situației fără implementarea proiectului.

Scenariul „fără proiect” ia în considerare desfășurarea traficului în condițiile existente, cu menținerea fluxului de circulație pe podul existent. Pentru scenariul „fără proiect”, au fost prevăzute lucrări de întreținere în conformitate cu Normativul AND 554 – 2004, lucrări care să asigure funcționarea infrastructurii în condițiile actuale.

Întreținerea curentă se va desfășura anual, începând cu primul an considerat în analiză pentru scenariul „fără proiect” și respectiv cu anul trei, considerat în analiză pentru scenariul „cu proiect”.

De asemenea, au fost prevăzute lucrări de întreținere periodică a drumului (refacere elemente de siguranța circulației, covoare asfaltice

cu grosime de 5 cm) și a podului (lucrările de întreținere periodică a podului sunt de aceeași natură ca și cele de întreținere curentă).

Întreținerea periodică se va desfășura o dată la opt ani, începând cu anul opt, considerat în analiză pentru scenariul „fără proiect”, respectiv cu anul 11, considerat în analiză pentru scenariul „cu proiect”. În anii în care se va realiza întreținerea periodică a infrastructurii rutiere, nu se vor realiza și lucrările de întreținere curentă.

### Valoarea reziduală

Pentru estimarea valorii reziduale, s-au luat în considerare valorile de investiție aferente fiecărui obiect precum și durata economică de viață pentru obiectele respective. În aceste condiții, valoarea reziduală este luată în considerare în anul 30 al perioadei de analiză la valoarea de 10.235.106 euro. Deprecierea investiției pentru calculul valorii reziduale a fost evaluată începând cu momentul recepției investiției (anul trei din previziune).

### Beneficii economice

Implementarea proiectului va avea impact asupra costului generalizat al călătoriei, în sensul obținerii unor economii de costuri pentru utilizatorii drumului, respectiv reducerea costurilor de operare a autovehiculelor (VOC) și reducerea semnificativă a timpului de deplasare.

Utilizatorii drumului vor beneficia de creșterea siguranței circulației, proiectul incluzând și lucrări de acest tip, dar acest beneficiu nu a fost cuantificat în cadrul analizei economice, raportul poliției arătând că nu s-au înregistrat accidente majore pe rețeaua analizată.

### Valoarea timpului călătoriei

Evaluarea timpului călătoriei s-a realizat separat, în funcție de scopul deplasării: muncă și non-muncă (recreațional) și de tipul vehiculului (autoturism, autobuz, alte vehicule grele). S-a considerat că 50% din volumul traficului este în scop de muncă și 50% în scop recreațional (non-muncă). Segregarea după scopul deplasării a fost realizată pentru categoriile de transport persoane (autoturisme, microbuze, autobuze). Costul cu timpul muncii pentru șoferii din categoriile transport marfă au fost incluse în calculul VOC. Pentru calculul VOT, traficul a fost grupat în trei categorii (autoturisme, microbuze și autobuze), în funcție de numărul de pasageri transportați. Conform recomandărilor din Ghidul JASPERS (2008), numărul mediu de pasageri pe tip de vehicul este următorul: pentru autoturisme – 1,6 persoane, pentru microbuze – 9,1 persoane, pentru autobuze – 12 persoane.

Valoarea economiei de timp al călătoriei s-a calculat astfel:

$$VOT = (T_0 - T_1) \times C$$

unde,

VOT – economia de timp;

T<sub>0</sub> – timpul de parcurs al unei secțiuni exprimat în ore în scenariul „fără proiect”;

T<sub>1</sub> – timpul de parcurs al unei secțiuni exprimat în ore în scenariul „cu proiect”;

C – valoarea timpului pentru utilizator măsurat în euro/oră (diferit pentru timp muncă și timp non-muncă).

Timpul de parcurs s-a calculat cu formula:

$$T_{\text{secțiune}} = D_{\text{secțiune}} / V_{\text{medie/veh}}$$

unde,

D<sub>secțiune</sub> – lungimea secțiunii exprimată în km;

V<sub>medie/veh</sub> – viteza medie de parcurgere a secțiunii de drum în funcție de tipul de vehicul, exprimată în km/oră.

Viteza de parcurs - pentru ambele scenarii s-a realizat o modelare a vitezei pe durata de previziune în conformitate cu metodologia COBA (COBA Manual, 2002).

În scenariul „fără proiect”, circulația pe pod va fi în continuare restricționată. Pe această lungime de drum (541,06 m), vehiculele vor circula cu o viteză medie de 15 km/h. Pe restul sectorului de drum, de 6.688,94 m se va circula cu o viteză medie de 50 km/h. Pe parcursul perioadei de previziune, viteza medie pe pod va scădea cu 1% anual (fiind deja redusă, se impune un management al traficului). Viteza pe restul sectorului de drum va scădea conform modelului COBA (COBA Manual, 2002). Fiind impuse restricții de depășire, viteza medie va fi aceeași pentru autoturisme, cât și pentru vehicule grele.

Pentru scenariul „cu proiect”, nefiind diferențiate sectorul de drum de sectorul de pod în termeni tehnici, se va putea circula cu aceeași viteză pe toată lungimea vizată. Singura influență este dată de volumul de trafic (COBA Manual, 2002).

Valoarea timpului pentru utilizator - valoarea timpului recomandat în funcție de mijlocul de transport (JASPERS, 2008) este:

- valoarea unei economii de 1 oră muncă = 16,61 euro preț 2012 - valoarea JASPERS 2007 - 12,68 euro;

- valoarea unei economii de 1 oră non-muncă (recreațional) = 6,39 euro preț 2012 - valoarea JASPERS, 2007 - 4,88 euro.

Valorile unitare stabilite pentru evaluarea timpului muncă și non-muncă au fost ajustate în prețuri 2012 utilizând creșterea PIB corectată cu un indice de elasticitate de 0,7 și indicele inflației prognozate. Indicatorii au fost preluați din Ghidul Jaspers 2008 și, ca urmare, pentru aducerea în anul 2012, s-au utilizat ratele istorice pentru anii 2009 - 2012.

Costurile de operare a vehiculelor (VOC) - pentru evaluarea costurilor unitare (euro/veh km) s-au utilizat datele din Master Planul de Transport (GTMP, 2009), ajustate în prețuri 2012 (pe baza inflației). Valorile unitare utilizate în calculul VOC au fost aduse din trecut în prezent (sursa de informare le prezintă pentru anul 2009) utilizând indexul inflației.

Pentru proiectul de reabilitare a podului peste Siret am considerat că IRI va scădea de la 8 - condiții medii la 2 - condiții foarte bune.

Impactul proiectului asupra mediului a fost calculat conform recomandărilor cuprinse în Master Planul General de Transport (Louis Berger SAS, 2009) pentru Ministerul Transporturilor și Infrastructurii.

Costurile privind poluarea atmosferică au fost calculate pentru doi poluanți: NOx și NMVOC. Costurile privind poluarea atmosferică depind de doi factori:

- emisiile de poluanți vehicule-km;
- costurile unitare ale tonei de poluant.

Emisiile de poluant pentru vehiculele rutiere au fost evaluate pe baza metodologiei CORINAIR (EEA, 2007), cu ecuații simplificate dezvoltate în cadrul GTMP.

Costurile în cazul schimbării climei - abordarea este similară emisiilor de poluant, însă se aplică pentru emisiile de CO<sub>2</sub>.

Valorile unitare pentru costul CO<sub>2</sub> au fost indexate cu prețurile din Ghidul JASPERS pe intervale de timp.

Pentru evaluarea beneficiilor de mediu s-au luat în considerare:

- caracteristicile fiecărei secțiuni;
- caracteristicile traficului pe durata de previziune;
- previziunile privind viteza de circulație pe fiecare categorie de vehicul.

Astfel, conform ipotezelor prezentate mai sus, beneficiile cuantificate ale proiectului sunt sintetizate în tabelul 4.

Perioada de analiză	VOC	VOT	Mediu	Total
An 1	0	0	0	0
An 2	0	0	0	0
An 3	3,712,756	4,935,491	31,337	8,679,583
An 4	3,860,463	5,304,424	32,895	9,197,781
An 5	4,008,169	5,694,151	34,482	9,736,802
An 6	4,155,876	6,105,715	36,096	10,297,687
An 7	4,302,126	6,543,109	44,371	10,889,606
An 8	4,473,246	7,090,628	46,705	11,610,579
An 9	4,644,365	7,670,116	49,079	12,363,560
An 10	4,815,485	8,283,205	51,492	13,150,182
An 11	4,986,605	8,931,604	53,945	13,972,153
An 12	5,156,604	9,610,562	56,445	14,823,611
An 13	5,378,667	10,352,401	51,327	15,782,394
An 14	5,600,729	11,289,951	52,771	16,943,452
An 15	5,822,792	12,308,243	54,037	18,185,072
An 16	6,044,854	13,416,241	55,117	19,516,213
An 17	6,269,349	14,637,753	68,522	20,975,624
An 18	6,485,198	16,099,422	69,245	22,653,865
An 19	6,701,048	17,712,378	69,676	24,483,102
An 20	6,916,898	19,499,197	69,816	26,485,911
An 21	7,132,747	21,487,549	69,667	28,689,963
An 22	7,347,415	23,716,094	69,239	31,132,748
An 23	7,606,392	26,493,916	68,374	34,168,682
An 24	7,865,370	29,700,135	67,189	37,632,694
An 25	8,124,347	33,446,599	65,744	41,636,690
An 26	8,383,324	37,890,282	64,128	46,337,734
An 27	8,641,009	43,258,193	83,261	51,982,463
An 28	8,944,529	50,876,282	80,848	59,901,659
An 29	9,248,048	61,020,322	79,573	70,347,943
An 30	9,551,568	75,292,198	80,935	84,924,701

**Tabelul 4 - Beneficii economice  
(euro, valori neactualizate, prețuri 2012)**

#### Rezultatele analizei economice

Pe baza datelor de intrare și a metodologiei expuse, rezultatele obținute utilizând modelul propriu în Excel sunt cele din tabelul 5.

Indicator al proiectului	Valoare rezultată	Concluzie
Rata internă de rentabilitate (IRR)	+33.27%	> 5.5% (rata de actualizare) → proiectul este performant din punct de vedere economic, beneficiile rezultate asigură o rată de rentabilitate economică superioară ratei de actualizare
Valoarea netă actualizată (NPV)	239,916,239 euro	> 0 (valoare pozitivă) → beneficiile nete au capacitatea de a acoperi costurile de investiții
Raportul beneficiu/cost (Rb/c)	11.73	> 1 (valoare supraunitară) → beneficiile nete au capacitatea de a acoperi costurile de investiții

**Tabelul 5 - Rezultate analiză economică**

## Concluzii

• Datele de intrare referitoare la caracteristicile secțiunilor existente, valorile de trafic, lucrări de întreținere a îmbrăcăminții, rata de actualizare, perioada de analiză, au fost aceleași în ambele metode.

• Se precizează că în modelul HDM-4, valoarea investiției pentru lucrările de poduri sunt cuantificate în costul pe km, la lucrările noi, definite în HDM-4 „new construction”. Nu pot fi definite lucrări de



poduri ca atare și nici lucrări de întreținere specifice, acestea fiind asimilate pentru a putea fi cuantificate în rezultatele finale.

- În modelul HDM-4, modelarea evoluției traficului este făcută diferențiat pentru cele două scenarii („fără proiect”, respectiv „cu proiect”), în funcție de modul de afectare a acestuia, după darea în exploatare a investiției.

- În modelul EXCEL, nu poate fi făcută modelarea traficului diferențiat pentru cele două scenarii.

- În ambele metode, pentru calculul valorii timpului pentru utilizatori, în ipoteza a două tipuri de călători: muncă și non-muncă, s-au utilizat recomandările din ghidul Jaspers.

- În modelul HDM-4, cuantificarea beneficiilor este făcută din anul doi al perioadei de analiză, ținând seama de reabilitarea podului existent, cu an de aplicare 2012.

- În modelul în EXCEL, investiția nu este repartizată diferențiat pentru fiecare tip de lucrare, respectiv reabilitare pod existent, execuție pod nou, pasaj C.F. și Varianta de ocolire și, ca urmare, beneficiile sunt cuantificate din anul trei al perioadei de analiză, pe toată lucrarea. Apar diferențe la valorile beneficiilor, datorate modului diferit de modelare a evoluției traficului.

- În modelul HDM-4 nu sunt cuantificate beneficii datorate reducerii emisiilor de poluanți, ci numai reducerea cantitativă a acestora.

- Modelarea vitezei se realizează diferit la nivelul celor două instrumente, astfel că diferențele dintre rezultatele economice furnizate se pot justifica și pe baza valorilor diferite ale vitezei, aceasta fiind un factor de influență important al rezultatelor economice.

- Valorile indicatorilor de performanță economică calculați prin intermediul celor două instrumente sunt diferite, discrepanța cea mai mare manifestându-se în cazul ratei interne de rentabilitate (IRR).

Indicator al proiectului	Valoare rezultată	
	HDM-4	Model propriu în Excel
Rata internă de rentabilitate (IRR)	+18.80%	+33.27%
Valoarea netă actualizată (NPV)	252.574 mil. euro	239.916 mil. euro
Raportul beneficiu/cost (Rb/c)	10,13	11,73

Aceste discrepanțe sunt rezultatul unei modelări diferențiate a datelor de intrare, care sunt similare pentru ambele instrumente. Astfel, pentru evaluarea și compararea în mod unitar a proiectelor este nevoie de reglementarea unei metodologii de evaluare, care să fie folosită de către toți specialiștii în evaluare. De asemenea, este nevoie de crearea unor baze de date care să permită utilizarea unor date de intrare similare la nivelul tuturor proiectelor. Un pas în această direcție s-a făcut prin elaborarea Ghidului Național de Evaluare a Proiectelor în Sectorul de Transport (AECOM Ingineria SRL, 2014). Ghidul privind Elaborarea Analizei Cost-Beneficiu Economice și Financiare și a Analizei de Risc (AECOM Ingineria SRL, 2014) face parte dintr-un număr de documente ce formează Ghidul Național de Evaluare a Proiectelor în Sectorul de Transport și, alături de celelalte documente metodologice integrante, descrie abordarea ce trebuie utilizată la evaluarea proiectelor și strategiilor naționale, regionale și la nivel inter-urban.

**REFERINȚE:**

- AECOM Ingineria SRL, (2014) Master Plan General de Transport pentru România. Ghidul Național de Evaluare a Proiectelor în Sectorul de Transport și Metodologia de Priorizare a Proiectelor din cadrul Master Planului. Volumul 2, Partea C: Ghid privind Elaborarea Analizei Cost-Beneficiu Economice și Financiare și a Analizei de Risc;
- COBA, (2002) The COBA Manual. Volume 13 Economic Assessment of Road Schemes. Part 5 Speeds on Links;
- CORINAIR, (2007) Emission Inventory Guidebook. Agenția Europeană a Mediului Înconjurător;
- HDM4, Vol.2 Applications Guide, partea A ,Concepts of HDM4 analysis;
- HDM4, Vol.2 Applications Guide, partea B, Analysis projects;
- HDM4, Vol.4 Analytical Framework and Model Descriptions, partea E,Road User Effects;
- JASPERS, (2008) Guidelines for Cost Benefit Analysis of Transport Projects. Draft CBA Methodology for Transport Sector;
- LOUIS BERGER SAS, (2009) Asistență Tehnică pentru Elaborarea Master Planului General de Transport. Document de lucru privind Metoda de Evaluare și Priorizare a Proiectelor în Sectorul Transporturilor (Versiunea revizuită 3).



flash flash flash flash flash flash flash flash flash flash

**S.U.A.:  
Hacker-ii și afișajele la drumuri**

Sistemul de afișaj electronic american, montat pe autostrăzi, este atât de performant și numeros, încât a stârnit curiozitatea și interesul hacker-ilor care au început să înlocuiască mesajele de atenționare și direcționare cu tot felul de curiozități. De exemplu, un panou electronic portabil, pe care erau afișate avertismentele de siguranță, într-un șantier de drumuri din Minnesota, a căzut recent în mâinile hacker-ilor. Semnalul afișat în primele ore ale unei zile, luna trecută, era... „BUSH DID 9/11”. Com-



pania care administrează Autostrada 75 nu s-a decis încă dacă să depună un Raport la Poliție, motiv pentru care nu s-a deschis nicio anchetă. Departamentul de Transport atrage însă atenția că asemenea incidente pot manipula și reduce gradul de conștien-

tizare al șoferilor care, în loc să vadă mesajul real, sunt distrași de la conducerea autovehiculelor.

Mesaje interesante apar din ce în ce mai des pe panourile electronice de pe autostrăzile americane, cum ar fi: „SORRY MARIO THE PRINCESS IS IN ANOTHER CASTLE”, „CAUTION ZOMBIES AHEAD” sau chiar „SLOW THE F..K DOWN” etc.

În ceea ce ne privește, neavând prea multe afișaje electronice pe drumuri, „hacker”-ii noștri autohtoni continuă să tragă cu alice în ruginitile panouri metalice de pe șanțurile drumurilor, în cele mai multe cazuri desăvârșindu-și opera luând indicațiile acasă, cu suport cu tot.

#### LUCREAZĂ ÎN

- Metric și Imperial
- Australian (Austroads)
- AASHTO (USA)
- India
- România (Stas 863-85, Forestier, autostrăzi)
- Polonia
- Europa

#### Rapid și eficient

- Profile transversale și longitudinale generate în doar câteva secunde
- Proiectarea dinamică și interactivă a planului, profilului longitudinal și secțiunilor transversale
- Calcul automat volume de lucrări
- Afișare-utilități (în lung și secțiuni transversale)
- Proiectare Multi-String – profile pe fiecare element proiectat de drum
- Fișiere trasate coordonate proiectate

#### Reabilitări

- Proiectare interactivă "Multi-String"
- Poziționare automată și cantități lucrării casete de stabilizare
- Constrângeri impuse unor profile curente pe baza unor pante (devere) impuse
- Funcții pentru afișarea și calculul profilelor de tip "trial" – vizualizări ale profilelor de lucru
- Tipărirea automată în același profil longitudinal a elementelor proiectate

#### Intersecții

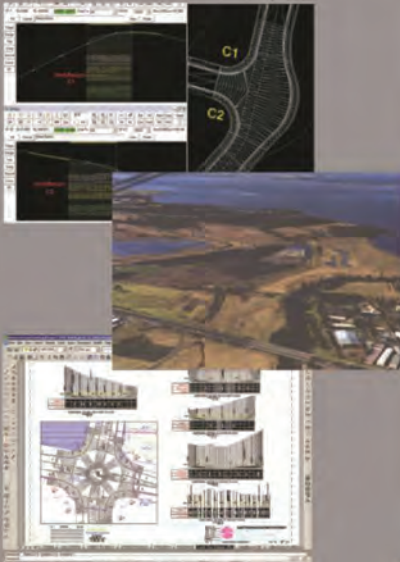
- Generare automată racordării în plan și profil longitudinal
- Plan de curbe de nivel al suprafeței de intersecție în câteva secunde
- Vizualizarea 3D a modelului intersecției

#### Cul de sac

- Cote impuse de pornire din drumul principal
- Cote de racordări calculate automat
- Curbe de nivel pe suprafața nou proiectată

#### Sensuri giratorii și amenajări complexe de intersecții

- Amenajarea unor intersecții complexe prin adăugarea insulelor de trafic și a sensurilor giratorii
- Proiectare independentă în profil vertical a elementelor intersecției
- Generarea rapidă a suprafeței 3D de intersecție cu afișarea curbilor de nivel



## **ADVANCED ROAD DESIGN (ARD) SOFTWARE COMPLET PENTRU PROIECTAREA DRUMURILOR**

**Australian Design Company**  
**ARD UNIC DISTRIBUTOR**

**“Advanced Road Design (ARD)  
și proiectarea completă a drumurilor”**



## **Advanced Road Design (ARD)**

LUCREAZĂ ÎN MEDIUL AUTOCAD/BRICSCAD/Civil 3D ȘI  
PERMITE PROIECTAREA DINAMICĂ A DRUMURILOR NOI ȘI  
REABILITAREA CELOR EXISTENTE CU NORMATIVELE STAS 863-  
85, PD 162-2004, FORESTIERE, 10144 ETC..

**Australian Design Company**

Punct lucru: Str. Traian 222, Ap. 24, Sector 2, Bucuresti

[www.australiandc.ro](http://www.australiandc.ro), email [office@australiandc.ro](mailto:office@australiandc.ro),

Tel 021/2521226

**CADAppsAustralia**  
Authorized Distributor



# Advanced Road Design (ARD) pentru proiectarea drumurilor

Ing. Nicoleta SCARLAT,  
Australian Design Company

Aplicația **ARD (Advanced Road Design)** este o aplicație foarte cunoscută inginerilor proiectanți de drumuri și este distribuită în Europa de firma **Australian Design Company**. Poate fi testată/evaluată adresând un e-mail la office@australiandc.ro sau contactându-l pe ing. Florin BALCU la tel. 0729 011 852 și 021/252 12 26. Cu normativele în vigoare incluse (STAS 863-85, PD 162-2002, STAS forestiere) și cu o dinamică rapidă pentru afișarea grafică a planului de situație, a profilelor transversale curente și a profilului longitudinal, Advanced Road Design (ARD) permite inginerului proiectant analiza în timp real a soluției tehnice propuse.

**ARD (Advanced Road Design)** este dezvoltat de firma Civil Survey Solutions din Australia și lucrează peste platformele **Bricscad, AutoCAD** și **AutoCAD Civil3D** și oferă funcționalități avansate pentru proiectarea și reabilitarea drumurilor la standarde românești

## Aplicare automată profil săpătură/umplură și semiprofile

Sunt foarte multe situații în care avem nevoie să aplicăm un tip de profil în săpătură și un alt tip în umplură. La acestea poate varia atât forma lor, cât și structura. Pentru proiectele în care linia roșie nu este doar în umplură sau doar în săpătură, situațiile în care jumătate de profil poate fi în săpătură și cealaltă jumătate în umplură, ar presupune un efort considerabil din partea proiectantului ca analiză de aplicabilitate.

ARD (Advanced Road Design) are acum funcția de „Conditional Template”, care face această aplicare automat. Se vor defini parametre

trii de aplicabilitate: înălțimea de taluz (săpătură/umplură) până la care se va aplica un anumit transversal și numele transversalului definit pentru săpătură, respectiv umplură (figura nr. 1).

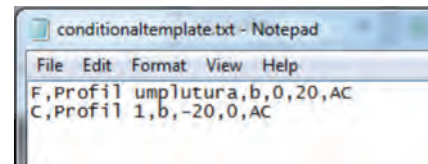


Figura nr.1 - Definierea parametrilor de analiză și declararea profilelor aplicate

Se vor genera automat un fișier de analiză a situației săpătură/umplură și unul de aplicare a transversalelor specifice declarate (figura nr. 2). Astfel, drumul va conține ca aplicabilitate inclusiv semiprofile generate automat din profilele definite de către proiectant anterior pentru săpătură și umplură (figura nr.3).

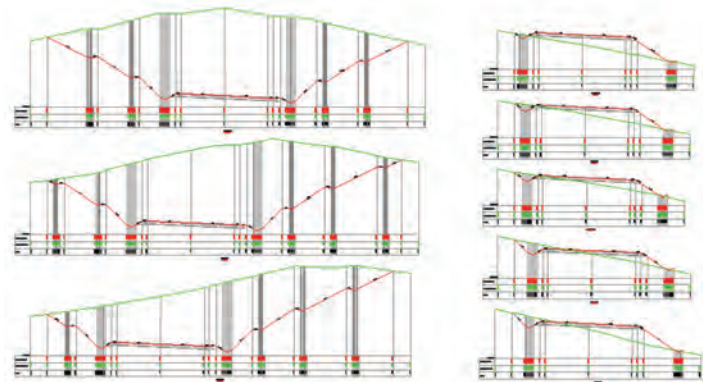


Figura nr. 3 - Profile și semiprofile aplicate automat

Des Level	Ex Level	Depth 1	Depth 2	Offset C/F	C-F
Chainage 0					
629.611	629.611	0.000	20.000	-3.500	F
629.589	629.557	-20.000	0.000	-4.250	C
629.611	629.579	0.000	20.000	3.500	F
629.589	628.890	-20.000	0.000	4.250	C
Chainage 10					
629.716	629.626	0.000	20.000	-3.500	F
629.694	629.615	-20.000	0.000	-4.250	C
629.716	629.745	0.000	20.000	3.500	F
629.694	629.761	-20.000	0.000	4.250	C
Chainage 20					
629.822	629.654	0.000	20.000	-3.500	F
629.799	629.638	-20.000	0.000	-4.250	C
629.822	629.700	0.000	20.000	3.500	F
629.799	629.673	-20.000	0.000	4.250	C
Chainage 30					
629.927	629.697	0.000	20.000	-3.500	F
629.904	629.668	-20.000	0.000	-4.250	C
629.927	629.768	0.000	20.000	3.500	F
629.904	629.714	-20.000	0.000	4.250	C
Chainage 40					
630.042	629.811	0.000	20.000	-3.500	F
630.019	629.759	-20.000	0.000	-4.250	C

Chainage	Profile	Type
0.000,	122.458,Profil	umplutura
122.460,	127.377,Profil	1
127.379,	129.998,Profil	umplutura
130.000,	369.998,Profil	1
370.000,	462.527,Profil	umplutura
0.000,	9.998,Profil	umplutura
10.000,	19.998,Profil	1
20.000,	199.998,Profil	umplutura
200.000,	379.998,Profil	1
380.000,	462.527,Profil	umplutura

Figura nr. 2 - Fișiere de analiză și aplicabilitate

## Modificarea avansată a pantelor de strat pentru structura rutieră

Afișarea datelor de grosime și pantă pentru orice strat al structurii rutiere poate fi ușor urmărită și ajustată prin afișarea datelor ce apar în fereastra de vizualizare a profilului transversal curent (figura nr. 4).

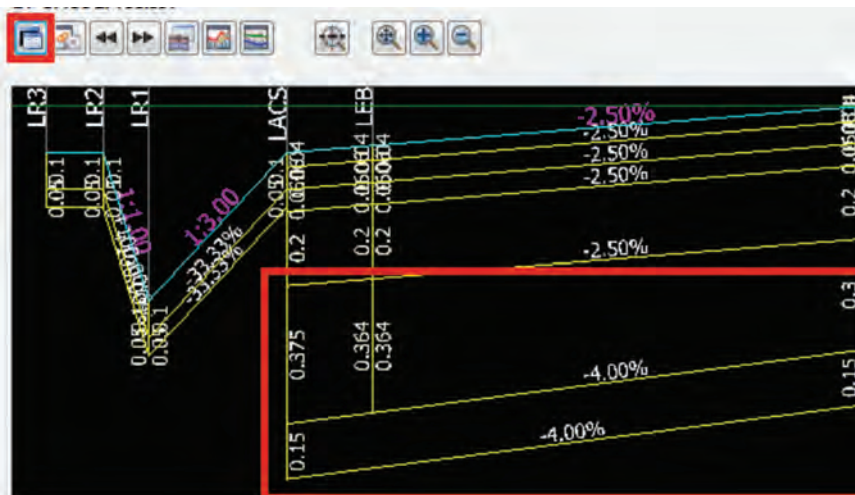


Figura nr. 4 - Fereastră transversal curent cu afișare date structură

Această nouă funcție de editare permite practic generarea oricărei forme de structură rutieră, cu extinderi și corelări între straturi ușor de aplicat prin ajustarea/declararea parametrilor de grosime, pantă, respectiv copiere a poziției stratului dintr-o zonă adiacentă.

Pentru acestea au fost definite o serie de șase funcții care pot fi aplicate. Varierea poate fi liniară (aceeași valoare declarată pentru poziția kilometrică de început-sfârșit tronson de modificare) sau variabilă (prin declararea unor valori diferite pentru parametrii mai sus amintiți (figura nr. 5, figura nr. 6).

## Taluzuri complexe

În cazul în care există necesitatea aplicării unor taluzuri complexe, care să definească pante de taluz diferite pe zone de înălțime, banchete și șanțuri, aplicate automat se va utiliza fereastra de „multi section batter”. Spre exemplu, pentru o autostradă unde avem înălțimi de taluz de până la 6-7 m săpătură/umplutură, se poate defini și aplica automat un taluz complex precum cel din figura nr. 7. Acestea pot avea și șanț de gardă sau șanț de picior, în funcție de situație.

Start Ch	End Ch	Inside Code	Outside Code	Layer	Method	Inside Depth Match Layer	Thick Adjust (m)	Inside Thickness 1 (m)	Inside Thickness 2 (m)	Slope Mode	Form Slope 1 %	Form Slope 2 %	Outside Thickness 1 (m)	Outside Thickness 2 (m)	Line
0.000	1000.000	C.L.	REB	5	3 Thick I Form Slope	5	0.000	0.300	0.300	S	-4.000	-4.000	0.000	0.000	1
0.000	1000.000	REB	RACS	5	3 Thick I Form Slope	5	0.000	0.364	0.364		-4.000	-4.000	0.000	0.000	2
0.000	1000.000	C.L.	LEB	5	6 Layer Form Slope	5	0.000	0.000	0.000		-4.000	-4.000	0.000	0.000	3
0.000	1000.000	LEB	LACS	5	6 Layer Form Slope	5	0.000	0.000	0.000		-4	-4	0.000	0.000	4

Figura nr. 5 - Fereastră de editare a structurii rutiere

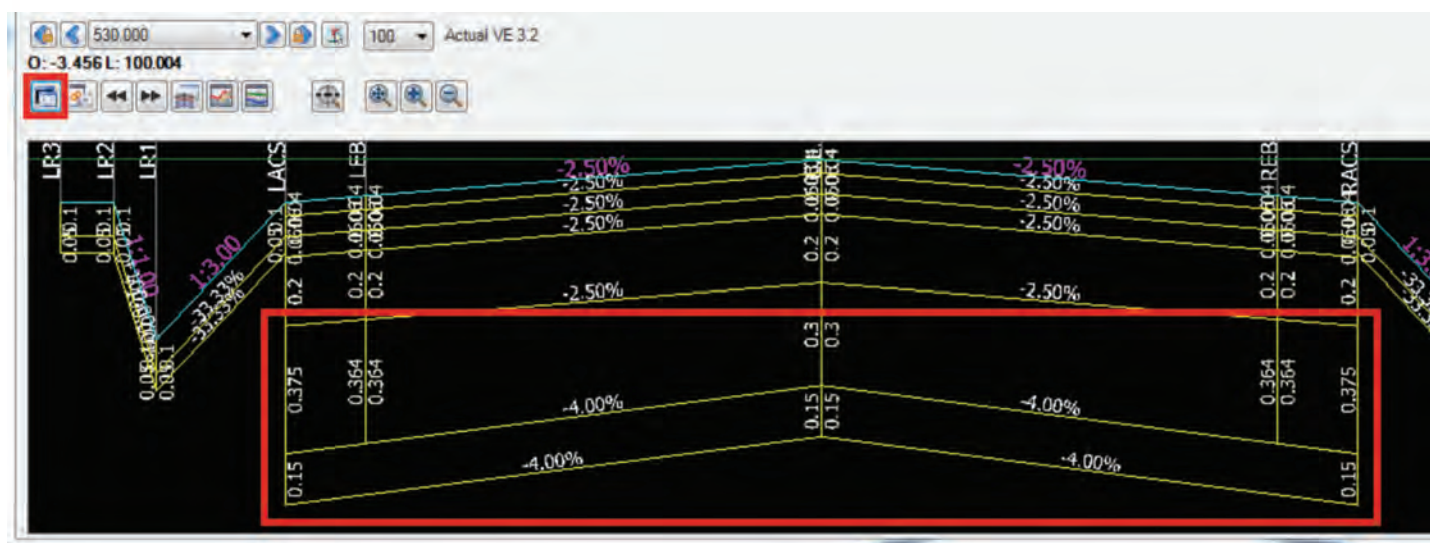


Figura nr. 6 - Profil transversal curent cu varierea ultimelor două straturi



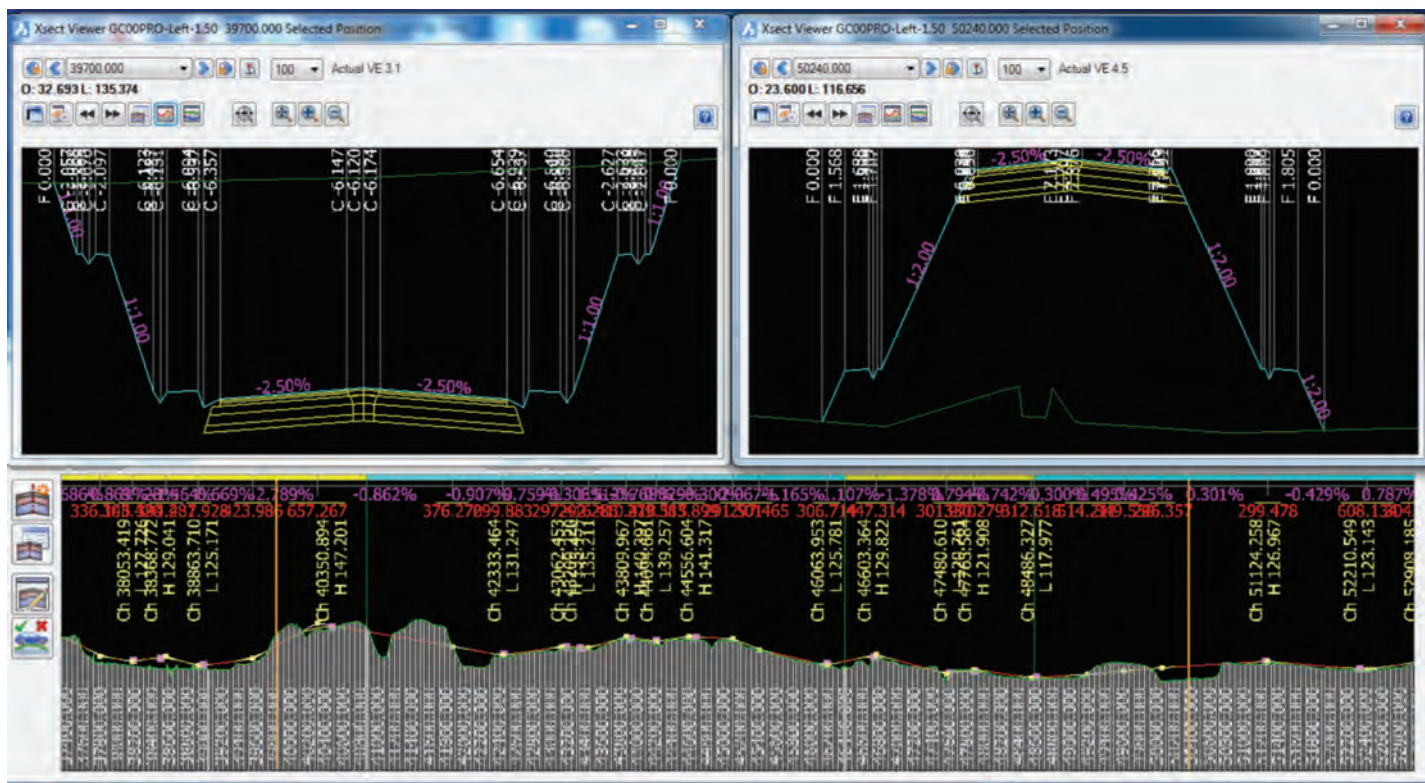


Figura nr. 7 - Profil longitudinal și profile transversale cu aplicare automată taluz complex

## Calculul volumelor de lucrări

Calculul volumelor se face prin metoda secțională. Noul dialog pentru raportarea volumelor de săpătură-umplură, cât și a materialelor structurii aplicate permite vizualizarea instantanee a valorilor calculate pentru un drum sau toate drumurile din proiect.

De asemenea, se pot scoate cantități doar pentru o anumită zonă din drum, spre exemplu doar pentru zona carosabilă sau doar pentru șanțuri sau putem vizualiza cantitățile aferente unui sector de drum cum e situația în care avem poduri.

Se vor genera rapoarte sub formă tabelară în desen sau în format .csv, ca și fișier Excel (figura nr. 8, figura nr. 9 și figura nr. 10).

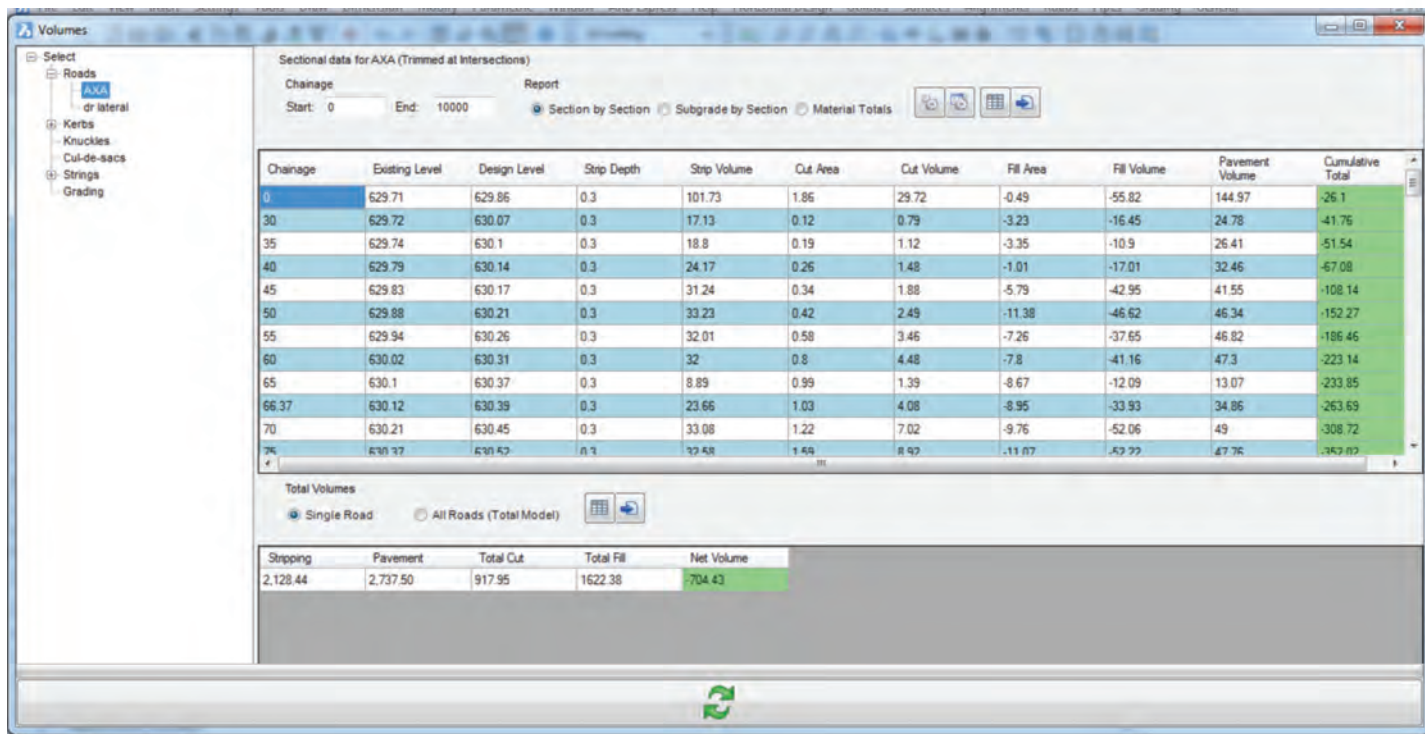


Figura nr. 8 - Vizualizare valori volume săpătură/umplură pe pichetă

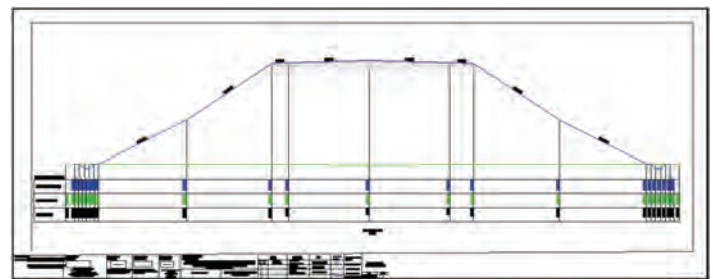


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Chainage	Existing Level	Design Level	Strip Depth	Strip Volume	Cut Area	Cut Volume	Fill Area	Fill Volume	Pavement Volume	Cumulative Total
2	0	629.71	629.86	0.3	101.73	1.86	29.72	-0.49	-55.82	144.97	-26.1
3	30	629.72	630.07	0.3	17.13	0.12	0.79	-3.23	-16.45	24.78	-41.76
4	35	629.74	630.1	0.3	18.8	0.19	1.12	-3.35	-10.9	26.41	-51.54
5	40	629.79	630.14	0.3	24.17	0.26	1.48	-1.01	-17.01	32.46	-67.08
6	45	629.83	630.17	0.3	31.24	0.34	1.88	-5.79	-42.95	41.55	-108.14
7	50	629.88	630.21	0.3	33.23	0.42	2.49	-11.38	-46.62	46.34	-152.27
8	55	629.94	630.26	0.3	32.01	0.58	3.46	-7.26	-37.65	46.82	-186.46
9	60	630.02	630.31	0.3	32	0.8	4.48	-7.8	-41.16	47.3	-223.14
10	65	630.1	630.37	0.3	8.89	0.99	1.39	-8.67	-12.09	13.07	-233.85
11	66.37	630.12	630.39	0.3	23.66	1.03	4.08	-8.95	-33.93	34.86	-263.69
12	70	630.21	630.45	0.3	33.08	1.22	7.02	-9.76	-52.06	49	-308.72
13	75	630.37	630.52	0.3	32.58	1.59	8.92	-11.07	-52.22	47.76	-352.02
14	80	630.52	630.6	0.3	28.9	1.98	10.86	-9.82	-42.81	40.43	-383.97
15	85	630.66	630.67	0.3	25.26	2.37	12.47	-7.3	-30.3	32.01	-401.8
16	90	630.74	630.75	0.3	6.79	2.62	3.63	-4.82	-6.57	8.04	-404.74

	A	B
1	Material	Volume
2	BA16	148.18
3	BAD20	225.12
4	BALAST	1369.12
5	PIATRA SPARTA	927.3
6	PSPARTA ACOST	72.93

**Figura nr. 9 - Fișier tip .csv cantități săpătură/umplură**

**Figur nr. 10 - Fișier tip .csv cantități materiale structură rutieră**

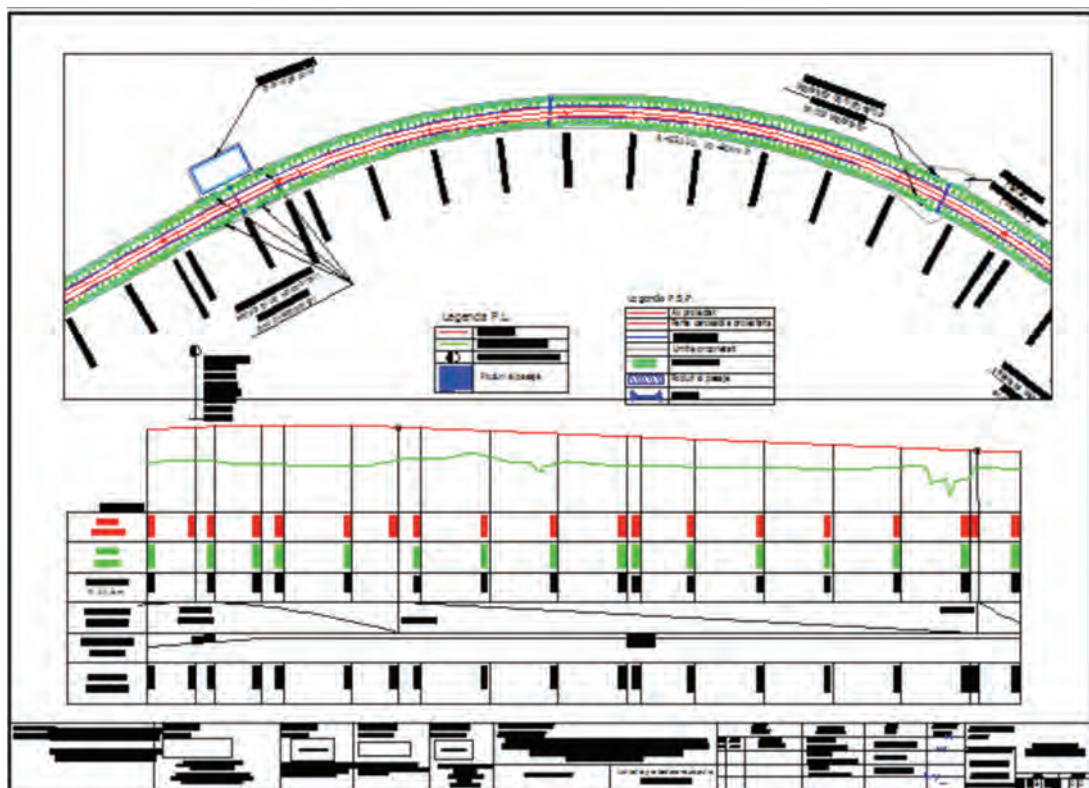


**Figura 12 - Planșă finală profil transversal curent**

## Generarea planșelor finale

Planșele de plan de situație și profil longitudinal, cât și cele pentru transversale curente sunt generate automat. Planul de situație va fi rupt și rotit automat, în funcție de tronsonul kilometric pe care este planșa profilului longitudinal. Cartușul și formatul paginii pentru planșa finală este pus automat, fără a necesita timp suplimentar (figura nr. 11, figura nr. 12).

Atât dialogul de generare a planșelor de profil longitudinal, cât și dialogul pentru generarea planșelor de profil transversal permit marcarea automată a intersecțiilor, a limitelor de proprietate sau a diferitelor elemente existente, cum ar fi ax existent, respectiv cotarea lui față de axul proiectat. Este posibilă atașarea automată a blocurilor de reprezentare pentru parapete sau alte elemente.



**Figura nr. 11 - Planșă finală profil longitudinal și plan de situație**



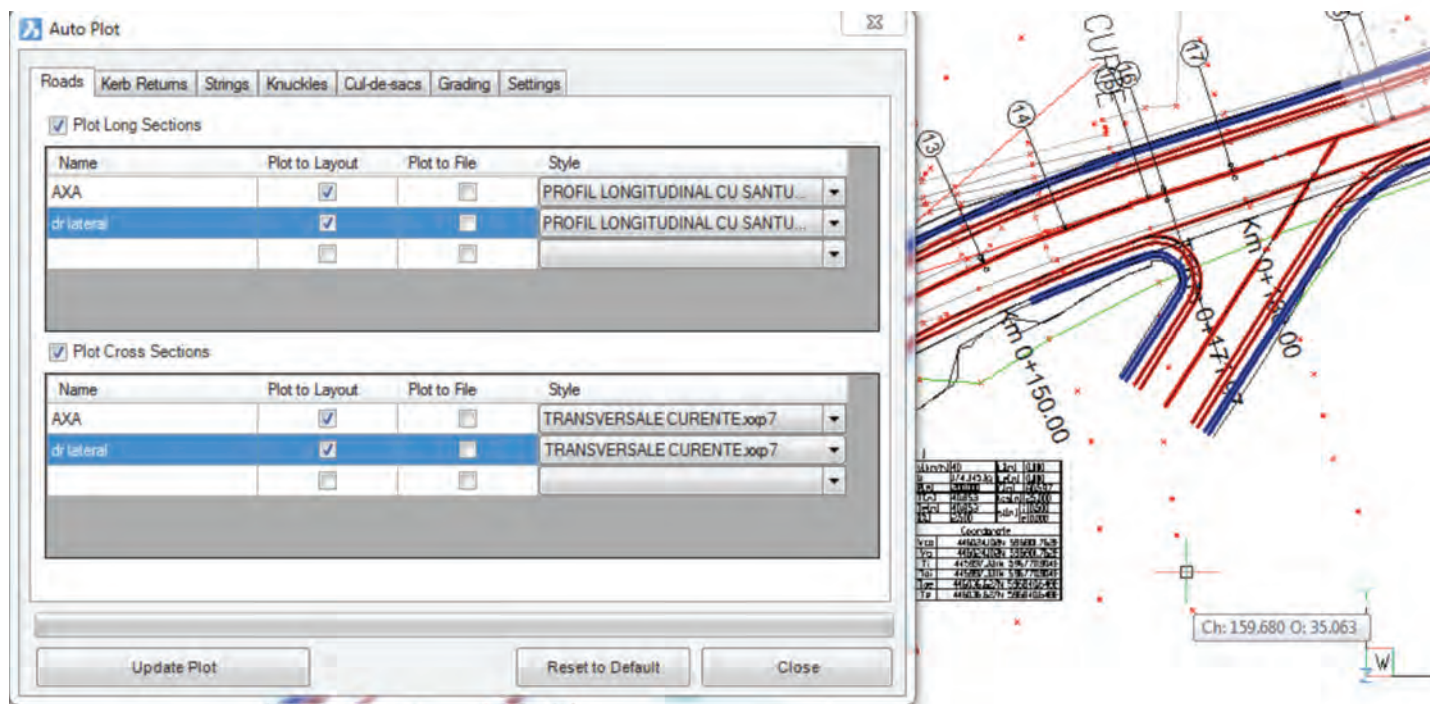


Figura nr. 13 - Dialog setări generare automată planșe pentru mai multe drumuri odată

O nouă comandă este „AutoPlot”. Aceasta permite generarea planșelor concomitent, pentru mai multe drumuri odată, atât pentru profilul longitudinal, plan de situație, cât și pentru profilele transversale (fig.13).

Se va ține cont, de asemenea, de stilul de plotare ales, astfel încât să fie utilizat cartușul specific proiectului, formatul de planșă și datele dorite la generarea planșelor.

## EVENIMENT

În perioada 9-11 iulie a.c., a avut loc, la București, **Conferința Științifică Internațională CERCETARE ȘI ADMINISTRARE RUTIERĂ „CAR 2013”, ediția a VII-a.**

În România, domeniul infrastructurii transporturilor rutiere este un domeniu de mare interes, în care se preconizează investiții majore. Această situație este determinată de rețeaua de drumuri ce nu satisface necesitățile actuale de transport, mai ales la capitolul autostrăzi și drumuri expres, dar și în ceea ce privește unele drumuri naționale și județene care prezintă într-un anumit procent structuri rutiere cu durata de serviciu depășită. Infrastructura transporturilor rutiere cuprinde atât drumurile naționale, județene, comunale, străzile, platformele și parcajele cât și lucrările subterane, podurile și pasajele rutiere și pietonale, fiecare din ele cu problemele sale specifice de proiectare, execuție și întreținere, toate însă având implicații asupra mediului înconjurător.

Pornind de la aceste considerente, a devenit oportună organizarea unei conferințe internaționale care să conducă la dezbateri ce pot realiza legătura între teme de cercetare, metode de investigare pe teren și laborator a calității materialelor rutiere, pro-

bleme de proiectare, siguranța circulației și gestionarea activității din domeniul infrastructurii de transport rutier pe bază de strategii și alocări bugetare eficiente. Astfel a luat ființă Conferința Științifică Internațională CERCETARE ȘI ADMINISTRARE RUTIERĂ „CAR 2013”, ediția a VII-a, primele ediții desfășurându-se anual la nivel național. Ecurile pozitive apărute după finalizarea ediției din 2013 a conferinței au constituit un puternic stimulent pentru a continua tradiția acestei manifestări științifice care oferă spre dezbateri și analiză o paletă largă de domenii de interes în inginerie.

Ediția a VII-a a Conferinței „CAR 2015” a fost organizată de Universitatea Tehnică de Construcții București - Facultatea de Căi Ferate, Drumuri și Poduri - Departamentul de Drumuri, Materiale de Construcții și Departamentul de Rezistența Materialelor, Poduri și Tuneluri și de C.N.A.D.N.R., în colaborare cu A.P.D.P., Filiala București.

Tematica conferinței a fost împărțită pe două secțiuni: drumuri și poduri, aco-



perind arii diverse: cercetare în domeniul infrastructurii de transport, tehnologii noi utilizate în domeniul infrastructurii de transport, întreținerea și administrarea lucrărilor de infrastructură în transporturi, siguranța circulației rutiere, planificarea transporturilor și inginerie de trafic, proiectarea lucrărilor de infrastructură în transporturi, mobilitate urbană, zgomot și vibrații în infrastructura de transport, impactul lucrărilor de infrastructură asupra mediului, managementul și finanțarea proiectelor privind lucrările de infrastructură în transporturi.

**Conf. dr. ing. Carmen RĂCĂNEL**  
**Prof. dr. ing. Ionuț Radu RĂCĂNEL**

# Poduri la înălțime

*Dr. ing. Gelu ONU*

## Preliminarii

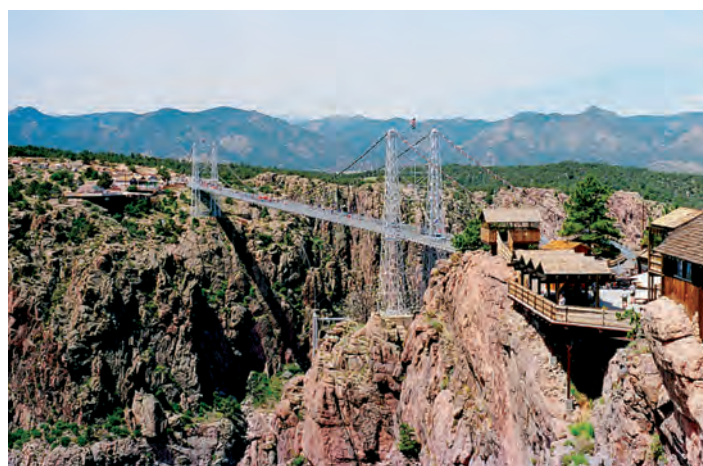
Altitudinea și locația podurilor reprezintă principalele criterii avute în vedere la alegerea structurilor prezentate.

- **Royal Gorge Bridge sau High Bridge** (noiembrie 1929) – Podul pietonal suspendat, având două grinzi metalice cu zăbrele și trei deschideri în lungime totală de 380 m (55+270+55) m, a fost construit peste Arkansas River, la cota +291 m deasupra nivelului râului. În acest fel, s-a creat o legătură directă între cele două secțiuni ale localității Canyon City, de pe cei doi versanți ai canionului Bighorn Sheep. Distanța dintre grinzile principale ale podului este de 5,0 m, platelajul susținut de acestea fiind realizat din traverse juantive din lemn, de 5,5 m lungime. Turnurile metalice de 300 tone pentru susținerea cablurilor ajung la 46 m deasupra platelajului. Istoria podului a început în anul 1907, când guvernul federal a donat Royal Gorge (Bighorn Sheep Canyon) localității Canyon City din statul Colorado. Pentru a se veni în ajutorul localnicilor și a se mări interesul turiștilor pentru canion, trebuia construită o legătură, o pasarelă care să unească cei doi pereți de piatră ai canionului. Noul pod pietonal a fost amplasat deasupra ca-

nionului, în zona centrală a localității Canyon City și în imediata vecinătate a parcului Gorge Bridge & Park, cu o suprafață de 150 ha. Întregul ansamblu a fost realizat pentru a deveni o veritabilă atracție turistică. Podul (Fig. 1,a,b) a fost construit de Texas Lon Piper, între 5 iunie 1929 și sfârșitul lunii noiembrie din același an, pentru a fi utilizat numai de pietoni. Proiectul podului a fost finanțat de Lon P. Piper, președintele companiei RoGorge Bridge, care a avut în persoana lui George E. Cole un experimentat conducător de șantier. Fred Rice a condus lucrările la pod în jumătatea sudică a canionului, în timp ce O.K. Peck a fost șeful lucrărilor la șantierul din nordul acestuia. După închiderea celor două șantiere și pentru amortizarea cheltuielilor de construcție, s-a introdus o taxă de vizitare a podului. Drumul de acces la pod a fost proiectat într-un timp relativ scurt, devenind cunoscut apoi ca „Fremont County Road 3A”. Încă din timpul construcției sale, Royal Gorge Bridge a devenit o mare atracție pentru amatorii de sărituri la coardă elastică (Bungee Jump & Canyoning). În anul 1983, podul a fost inclus în „The National Register of Historic Places”, din Statele Unite.



**Fig. 1 - Podul văzut de jos, de la nivelul lui Arkansas River**



**Fig 1a - Podul și „Royal Gorge Bridge & Park”, privite din aval**



**Fig. 1b - Royal Gorge Bridge, legând cei doi versanți ai canionului din comitatul Fremont, statul Colorado**





**Fig. 1c - Trenul Royal Gorge oprit în canion, sub Royal Gorge Bridge, pe traseul lui Arkansas River spre Midwest, via Kansas**

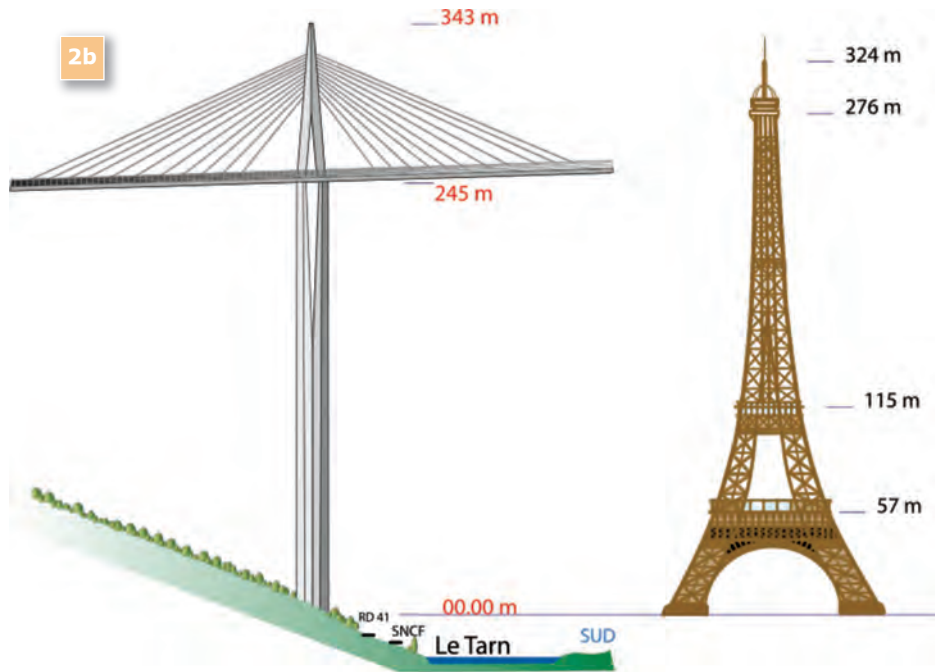
- **Millau Viaduct** (14 dec. 2001-17 dec. 2004). Pod rutier pe Autostrada A75, pe traseul Paris-Barcelona, care are opt deschideri și 2.460 m lungime totală. Cu o înălțime liberă de 270 m sub suprastructură, podul survolează râul Tarn, afluent al Garonnei, ale cărei ape ajung în final în golful Biscaya și Atlantic. Cele opt deschideri au o succesiune simetrică: 204 m + 6 x 342 m + 204 m. Amplasamentul podului a fost studiat începând din primăvara anului 1988, pentru ca, la 10 ianuarie 1995, podul să fie declarat „**lucrare de utilitate publică**”. Timp de opt ani de zile a fost explorată locația afe-

rentă traseului podului, concomitent cu alegerea celei mai bune soluții structurale adaptate la profilul terenului. S-a optat pentru o structură având pile metalice, cu elevații de înălțimi diferite și cu fundații directe, eventual chesonate, din beton. Pilonii metalici de 87 m înălțime și o greutate de 700 tone, construiți deasupra elevațiilor infrastructurii urmau ca, prin intermediul unor tiranți înclinați (hobane), să susțină tablierul continuu pe toată lungimea suprastructurii. Fiecare pilon preia încărcarea transmisă de 11 perechi de cabluri fixate în jumătatea superioară (Fig. 2b), cablurile fiind instalate de Freyssinet Company [6]. În Fig. 2 este arătată elevația podului în ambientul deluros al departamentului Aveyron, din nord-estul Pirineilor. Despre acest departament, s-a spus, mult timp, că are cele mai frumoase localități din Franța. Probabil, ținând seama și de prezența noului viaduct, această opinie este în continuare împărtășită și nu numai de localnici. Tablierul metalic al viaductului susține un traseu de autostradă de 32 m lățime, cu câte trei benzi rutiere pentru fiecare sens. Întreaga structură este amplasată într-o curbă circulară cu raza de 20 km, care permite autovehiculelor, la viteza maximă de circulație, să mențină și cu ajutorul forței centrifuge o traiectorie mai precisă decât cea din aliniament. Structura a fost concepută de Norman Foster, proiectantul podului Millenium, care traversează Tamisa și de Michel Virlogeux, autorul podului Normandy. Dacă Fig. 2a prezintă o pilă a viaductului în timpul execuției, în Fig. 2b se face o comparație între înălțimea turnului Eiffel și cea mai înaltă pilă a viaductului, care este totuși cu 28 m mai scundă decât Empire State Building. Fig. 2c prezintă o vedere aeriană a regiunii, a localității Millau și a podului construit într-o curbă continuă.



**Fig. 2 - Elevația viaductului Millau, cu o parte a tablierului ascunsă în nori**





**Fig. 2a - O pilă a viaductului Millau, în faza de execuție**

**Fig. 2b - După construirea pilei P2, din sudul viaductului Millau, aceasta a devenit cea mai înaltă construcție din Franța**

**Fig. 2c - Vedere din elicopter a viaductului Millau în timpul instalării pilonilor din capul pilelor și a cabrelor staționare aferente**



**Fig. 2d - Parapetul viaductului Millau este capabil să prevină căderea autovehiculelor de pe tablier**





**Fig. 2e - Imagine de la festivitatea de deschidere a viaductului Millau, în prezența majorității locuitorilor regiunii Aveyron**

- **Siduhe River Bridge** este un pod rutier suspendat, construit peste Siduhe River, pe drumul expres G50, dintre Shanghai și Chongqing, oraș de pe fluviul Yangtze, cu o populație de peste 3 milioane de locuitori. Cota record a podului de 496 m, măsurată de la intradosul tablierului, în raport cu nivelul apei râului, a fost stabilită prin măsurători indirecte făcute cu ajutorul razelor laser de dr. Eric Sakowski [9], profesor la Delaware University și pasionat al podurilor construite la cote înalte. Siduhe Bridge este amplasat în apropierea orașului Yesanguan, din comitatul Badang, provincia Hubei, China. Lungimea totală a tablierului metalic, structură simetrică având grinzi cu zăbrele tip Warren, este de 1.222 m, cu o deschidere centrală de 900 m și deschideri laterale însumând 322 m. Suprastructura, alcătuită din 71 tronsoane de 6,5 m înălțime și 24,5 m lățime, este prevăzută cu trotuare, bandă centrală de separație și patru benzi de



**Fig. 3 - Podul Siduhe, fotografiat de pe o înălțime din apropiere. La poalele munților se distinge luciul apei râului Siduhe.**

circulație rutieră, câte două pentru fiecare sens de rulare. Structura a fost calculată și proiectată de compania chineză de consultanță CCSHC. Podul, care a fost inaugurat și dat în exploatare la 12 noiembrie 2013 (fiind situat la cea mai înaltă cotă din lume), este amplasat pe un traseu apropiat de ruta națională „China National Highway East-West”, în lungime de 35.000 km, construită anterior între Beijing și Shanghai. Foarte interesant, cablurile podului n-au putut fi trecute peste prăpastia dintre piloni decât cu ajutorul unei rachete utilizate în prealabil pentru traversarea unui cablu pilot.



**Fig. 3a - Siduhe, pod rutier cu patru benzi de circulație, trotuare și o bandă mediană de separare a sensurilor de parcurs**

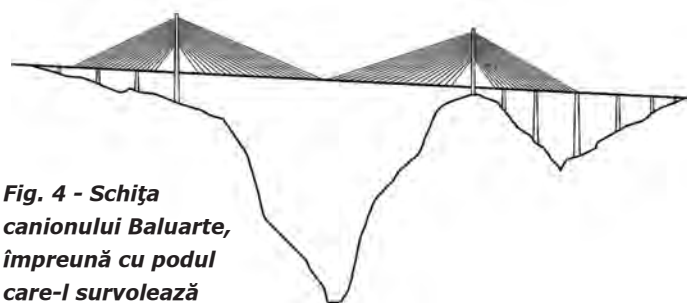


**Fig. 3b - Siduhe River Bridge, podul construit în China la cea mai înaltă altitudine, 494 m peste Siduhe**

- **Baluarte Bicentennial Bridge**, pod susținut de cabluri staționare (tiranți sau hobane), construit în cca. patru ani (august 2008-ianuarie 2012) în Mexic, pe „Federal Highway 40”, un nou traseu rutier de mare viteză care șerpuiește în lungul Tropicului Racului, între Mazatlan, port la Pacific și Durango, din Sierra Occidental. Principalul obstacol în calea realizării noului traseu a fost traversarea canionului râului Baluarte, al cărui profil este schițat în Fig. 4. Când noua autostradă dintre Mazatlan și Durango va fi pusă în circulație, timpul necesar pentru a se parcurge traseul se va reduce de la 6 ore, în prezent, la numai 2,5 ore. Noul pod din beton, cu o structură nesimetrică, este construit peste Baluarte River, între municipiile Concordia, din statul Sinaloa și Pueblo Nuevo, din Durango, având o lungime de 1.124 m și o deschidere maximă de 520 m, susținută de cabluri staționare anco-



rate în deschiderile laterale mult mai scurte. Este cel mai mare pod de tip „cable stayed” din lume. Tablierul podului se află la 403 m deasupra lui Baluarte River, ceea ce reprezintă o înălțime liberă record. Podul construit din beton precomprimat, având un tablier de 20 m lățime pentru patru benzi de circulație, a fost deschis traficului în anul 2013. Greutatea suprastructurii și sarcinile utile sunt suportate de 10 pile, două dintre acestea fiind pilonii care încadrează deschiderea principală a structurii, preluând și componentele verticale ale tensiunilor din hobane. În partea inferioară, pilonii au o secțiune dreptunghiulară de 18 x 8,56 m, din care, la o cotă inferioară sub platelaj, se ramifică în sens transversal doi stâlpi, care încadrează un spațiu liber romboidal necesar tablierului și circulației convoaielor mobile agabaritice. Deasupra platelajului, la o cotă stabilită prin calcul, cei doi stâlpi se unesc într-un capitel comun de 80 mp, reprezentând „cuzinetul” puternic armat al pilonului, cuzinet care înglobează cele 76 „saddles” necesare susținerii cablurilor pe cei doi piloni. Cele 72 de cable de oțel ale podului, susținute pe piloni prin „saddles”, formează două rețele semi-fan cu 152 „suspenders” în două planuri paralele. Baluarte Bridge a fost construit fără a se folosi eșafodaje, de regulă foarte costisitoare. Pila cea mai înaltă a podului are 189 m. Deschiderea centrală a structurii trece peste un canion cu o înălțime liberă sub pod substanțial mai înaltă decât înălțimea turnului Eiffel. Podul Baluarte a fost construit pe un tronson rutier care se abate de la traseul inițial dintre Concordia și Pueblo Nuevo din Sierra Occidental, zona centrală a Mexicului.



**Fig. 4 - Schița canionului Baluarte, împreună cu podul care-l survolează**



**Fig. 4a - Podul Baluarte în timpul execuției tablierului între piloni cu ajutorul cablurilor staționare instalate și tensionate succesiv pe măsura întăririi betonului din capetele celor două console**

Prin comparație, se vede că, datorită excavațiilor făcute în zonă, geometria terenului nu corespunde în totalitate cu Fig. 4a, în care înălțimea liberă sub pod, în dreptul pilonului din dreapta, este cel puțin egală cu înălțimea pilei din imediata lui vecinătate.

Ceea ce evidențiază Fig. 4a, în această fază a construcției tablie-

rului în deschiderea principală, este faptul ca pilonii sunt înclinați spre capetele podului, urmând a se verticaliza treptat, pe măsura instalării și tensionării cablurilor staționare.



**Fig. 4b - Elevația podului Baluarte în preajma inaugurării sale și a deschiderii circulației pe Autostrada Federal Highway 40**

• **Mike O'Callaghan-Pat Tillman Memorial Bridge** a fost construit peste fluviul Colorado, la granița dintre Arizona și Nevada, în sud-estul statului Nevada și în imediata vecinătate a barajului Hoover, realizat anterior. Podul rutier, cu două arce paralele și accese în mare parte în aliniament, construit din prefabricate de beton armat, a fost pus în circulație, la cea mai înaltă cotă din lume, după cinci ani de execuție, la 14 octombrie 2010, când a fost deschis pentru pietoni. Două zile mai târziu, a fost permis accesul automobilelor, iar după alte 12 zile, podul a intrat în regim normal de exploatare, fiind admis și traficul greu. Amplasat la 460 m în aval de barajul Hoover, noul pod trebuia să preia traficul de pe ruta **US93**, care traversează statele Arizona și Nevada, trafic susținut anterior, pe accese dificile, de creasta barajului Hoover (Fig. 5b). Necesitățile de trafic pe **US93** fiind în creștere, a devenit necesară o modificare de traseu pentru survolarea fluviului Colorado. Aceasta a condus la construcția podului în aval de baraj și a unor noi accese la pod, foarte bine alese, atât în Arizona cât și în Nevada. Lungimea totală a noului pod este de 579 m, cu 270 m înălțime liberă peste nivelul apelor fluviului. Deschiderea principală de 323 m lungime, susținută de două arce paralele legate transversal prin placă și antretoaze, este realizată în întregime din elemente prefabricate. Acestea susțin, prin intermediul perechilor de stâlpi cu înălțimi diferite, platelajul carosabil al podului. Montajul celor două arce, executate din câte 53 de tronsoane prefabricate, a început simultan de la cele două maluri spre mijlocul traversării. Accesele la deschiderea principală sunt realizate din tabliere amplasate în continuarea platelajului de pe arce. Aceste tabliere sunt susținute de cinci perechi de stâlpi în Arizona și alte două perechi în statul Nevada. Podul de la Barajul Hoover a fost al doilea pod care traversează fluviul Colorado, fiind deschis la aproape 51 de ani după Glen Canyon Bridge. Structura se află în imediata vecinătate a rezervației „Lake Mead National Reservation Area”, un teritoriu de mare interes turistic, aflat la cca. 25 km sud-est de Las Vegas, Nevada. Podul a fost construit de Obayashi Corporation & PSM Construction USA, Inc. La inaugurare, structura a primit numele guvernatorului statului Nevada, **Mike O'Callaghan**, participant activ în războiul din Coreea, de unde s-a întors invalid de război și al jucătorului **Pat Tillman**, vedetă fotbalistică, care a renunțat la o carieră sportivă mai mult decât profitabilă pentru a se înrola ca voluntar în războiul din Afganistan. Acolo și-a pierdut viața.





Fig. 5 - Mike O'Callaghan-Pat Tillman Memorial, pod construit peste Colorado River în aval de barajul Hoover



Fig. 5a - Podul construit peste fluviul Colorado în stadiul de instalare a elementelor prefabricate



Fig. 5b - Hoover Dam, dificilele accese la creasta barajului și Mike O'Callaghan-Pat Tillman Memorial Bridge



Fig. 5c - Barajul Hoover, lacul de acumulare și podul din aval de baraj, fotografie aeriană de Doc Searls de la Harvard University

• **Hegigio Gorge Pipeline Bridge** este un interesant pod suspendat, cu o deschidere de 470 m, construit inițial cu un singur pilon de ancoraj pe versantul sudic al canionului. Podul se află într-o regiune muntoasă din cea mai sudică provincie a statului Papua Noua Guinee, la N-E de Port Moresby, din Coral Sea. Pe versantul sudic al canionului, ancorajele celor trei cabluri (unul în plan vertical, două în plan orizontal) au fost realizate fără dificultăți, prin intermediul unui pilon triunghiular, al cărui capitel se află 36 m mai sus (Fig. 6). Pe versantul nordic, construcția ancorajului era practic imposibilă din cauza inexistenței unui drum de acces, singurul mijloc de transport disponibil fiind elicopterul. În aceste condiții, până la construcția drumului de acces și a ancorajelor, s-a recurs la o soluție provizorie, cu puține



antecedente în domeniu, de ancorare a cablurilor prin precomprimarea terenului. Simultan, pentru a se câștiga timp, s-a început și construcția drumului de acces de pe versantul nordic, pentru a se înlocui ancorajul provizoriu cu unul definitiv. Podul are un cablu în plan vertical, pentru susținerea conductei cu țigăi și două cabluri de stabilitate la vânt, în plan orizontal. Tablierul, o structură metalică cu pereți laterali din profile tip „Peine”, are antretoaze sub grinzi, antretoaze care susțin conducta de țigăi. De asemenea, consolele antretoazelor pot susține una sau două conducte de gaz. Tablierul se află la 393 m deasupra râului Hegigio și a canionului, ai cărui pereți sunt înclinați la 70-90° (Fig. 6a). Podul a fost imaginat de Kellogg Brown & Root, tehnologia de execuție aparținând lui Ken Ross. Cablajul a fost furnizat de „Autstress Freyssinet Pty Ltd.”, din Australia. Proiectarea traversării a durat cca. 12 luni (ianuarie - decembrie 2004), iar construcția podului s-a încheiat în anul următor, în noiembrie, după realizarea ancorajelor definitive de pe versantul nordic al canionului. Nu există trotuare pe pod. Când sunt necesare intervenții de întreținere, se folosește un cărucior care circulă în planul celor două grinzi. Podul este o componentă importantă a câmpului petrolifer Mananda, a cărui suprafață de exploatare a fost extinsă încă din anul 1991. În martie 2006 a început pomparea țigăiului în conducta care alimentează Kumul Terminal, din Golful Papua, la răsărit de peninsula York, din nordul Australiei. Până la construcția podului Siduhe, podul **Hegigio Gorge Pipeline** a deținut recordul podurilor construite la cea mai mare altitudine.

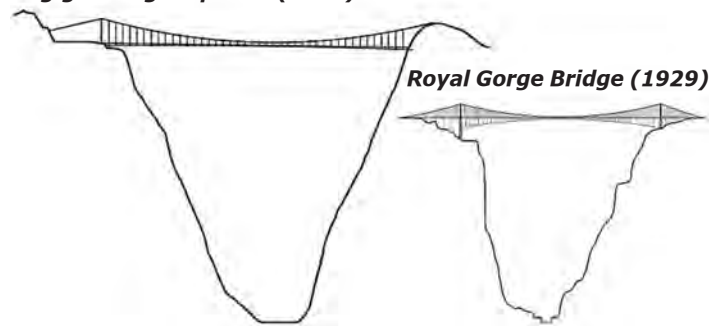


**Fig. 6 - Fotografie din elicopter a tablierului, a cablajului și a ancorajului de pe versantul nordic al canionului**



**Fig. 6a - Imaginea canionului și a legăturilor dintre versanți înainte de a se construi al doilea ancoraj definitiv**

### Hegigio Gorge Pipeline (2009)



**Fig. 6b - Comparație la scară între Hegigio Gorge Pipeline și pasajul pietonal Royal Gorge Bridge, după 80 de ani**

• **Sidi M’Cid Suspension-CableStayed Bridge** este probabil primul pod amplasat la altitudine, proiectat și executat cu două tipuri de cablaje de susținere. A fost construit peste râul Rhumel, care se varsă în Mediterana, în estul Algeriei, după ce a traversat frumosul oraș Constantine cu o populație de peste 260.000 de locuitori. Orașul Constantine este divizat chiar în centrul său de un canion orientat aproximativ S-N, prin care curge spre Mediterana râul Rhumel. Deasupra acestuia, la 175 m peste nivelul apei, este amplasat tablierul podului rutier, care leagă cele două secțiuni ale orașului separate de canion. Structura, cu o deschidere centrală de 160 m, a fost pusă în circulație în anul 1912, fiind până în anul 1929, podul construit la înălțime cu cea mai mare deschidere din lume. Inginerul francez Ferdinand Arnodin, proiectantul acestei structuri, este mai bine cunoscut pentru podurile de tip **transporter bridge**, la a căror proiectare și construcție a contribuit în Europa dar și în Statele Unite. Primul pod metalic de acest tip, podul de fier Vizcaya, la proiectarea și construcția căruia inginerul Ferdinand Arnodin a avut o contribuție importantă, a fost inaugurat și deschis navigației portuare în anul 1893, în portul Bilbao, din nordul Spaniei.



**Fig. 7 - Imagine a podului suspendat Sidi M’Cid, construit în Constantine, Algeria. Podul este susținut de cele două cabluri cu eforturi variabile, care trec peste turnurile de capăt, dar și de cablurile staționare cu eforturi constante, ancorate în cele două turnuri. Cablurile staționare se văd clar în extremitatea din stânga imaginii**

(continuare în numărul viitor)



## BETTER ROADS

Minnesota:  
„D.N.A.”-ul american la... drumuri!

Potrivit Revistei americane „Better Roads”, din luna august 2015, un interesant caz de corupție la drumuri este instrumentat recent de „Biroul de Investigatii FBI”, „Public Corruption Task Force” (GBI) și „Departamentul de Transport din Georgia”.

Un fost supraveghetor al Departamentului de Transport Georgia (GDOT) a fost acuzat de conspirație și luare de mită, potrivit unui comunicat al procurorului Biroului Districtului de Nord din Georgia. Pus sub acuzare de un mare Juriu Federal, angajatul din transporturi este învinuit că a folosit poziția sa și a acceptat bani în numerar pentru a lăsa anumite persoane și firme să arunce gunoii pe proprietățile Departamentului de Transport. Este în special vorba despre cantități de reziduuri rămase de la diferite construcții, unele dintre ele având un conținut ridicat de substanțe toxice cu efect poluant asupra solului. În acest con-



text, Comisarul șef al Departamentului de Transport declara că: „*asemenea indivizi nu reflectă angajamentul și munca grea susținute de ceilalți 4.100 de angajați ai Departamentului.*” Și directorul GBI, Vernon KEENAN, declara că: „*în Administrația de stat, cazurile de corupție nu vor fi tolerate, iar acest exemplu evidențiază modul în care instituțiile colaborează pentru a fi trași la răspundere cei vinovați.*”

**N.R.** Fără a acuza pe nimeni, de ani buni, multe dintre zonele drumurilor din România sunt acoperite de munți de gunoaie, fără ca nimeni să facă aproape nimic.

Missouri:  
Sezonieri pentru la iarnă

Cu toate temperaturile ridicate din această vară, Departamentul de Transport din Missouri și-a început deja pregătirile pentru iarnă. Cei 400 de angajați au început deja simulările cu echipamentele de îndepărtare a zăpezii, pentru a oferi servicii cât mai bune pe timpul iernii. O prioritate o constituie însă angajarea încă de pe acum a unor efective suplimentare de muncitori sezonieri, această operațiune având două avantaje: costuri reduse raportate la întregul an și posibilitatea de a nu rămâne fără oameni în cazul unor furtuni de zăpadă neprevăzute.



OFERTA SPECIALA  
40%\*  
Reducere  
~~3.950 Euro~~  
2.370 Euro

 Allplan

Proiectați cu un program 2D și vreți mai mult?

Ați vrea să-l schimbați cu unul performant 3D fără să pierdeți banii deja cheltuiți?

**ACUM** puteți face asta cu ușurință!

Nemetschek Allplan vine în ajutorul dvs. suportând 40% din prețul programului.

Diferența o puteți investi în:

- ✓ o colaborare cu un student sau tânăr absolvent certificat Allplan;
- ✓ instruirea angajaților pentru a optimiza trecerea de la CAD 2D la proiectarea reală BIM;
- ✓ o nouă licență Allplan BIM Inginerie Poduri.

**Școlarizarea inclusă în preț!**

Nemetschek Romania Sales & Support srl,  
Iancu Capitanu 27, București,  
tel: 021.253.25.80, fax: 021.253.25.81,  
e-mail: office@nemetschek.ro, www.nemetschek.ro

**ALEGEȚI PERFORMANȚA!**

\* Sunați pentru a afla termenii în care este disponibilă oferta. Prețul nu conține TVA





# WIRTGEN ROMANIA

**UTILAJE CONSTRUCȚII DRUMURI**  
**UTILAJE CONCASARE - SORTARE ȘI**  
**FABRICARE MIXTURI ASFALTICE**

## Finisor VÖGELE SUPER 3000-2 echipat cu grindă fixă SB300-TP1



[www.wirtgen.ro](http://www.wirtgen.ro)

Sediu central - Str. Zborului, nr. 1 - 075100 Otopeni - Ilfov

Otopeni:	Birou Otopeni:	Tel: +40(0)21 351.02.60	Fax: +40(0)21 300.75.65	E-mail: <a href="mailto:office@wirtgen.ro">office@wirtgen.ro</a>
	Service Otopeni:	Tel: +40(0)21 300.75.66	Fax: +40(0)21 300.75.65	E-mail: <a href="mailto:service@wirtgen.ro">service@wirtgen.ro</a>
Cluj:	Birou/Service Cluj:			E-mail: <a href="mailto:office.cluj@wirtgen.ro">office.cluj@wirtgen.ro</a>
Timișoara:	Birou/Service Timișoara:			E-mail: <a href="mailto:office.timisoara@wirtgen.ro">office.timisoara@wirtgen.ro</a>
Iași:	Birou/Service Iași:			E-mail: <a href="mailto:office.iasi@wirtgen.ro">office.iasi@wirtgen.ro</a>



# Lățime record, cu grad înalt de compactare

*Wirtgen Group*

**P**erformanță impresionantă pe Autostrada „Inelul Berlinului”, Germania: pentru prima oară, o grindă cu grad înalt de compactare a fost utilizată pentru turnarea unui drum cu o lățime de 15,5 m.

Această lucrare a marcat începutul unui nou capitol în istoria construcției de drumuri pentru prima oară, binderul și stratul de uzură au fost turnate pe o lățime de 15,5 m, folosind o grindă cu grad înalt de compactare în versiunea TP1. Rezultatul: un pavaj omogen de cea mai înaltă calitate pe întreaga lățime a drumului - lucru dovedit cu ajutorul imaginilor termice. Un eveniment emoționant pentru toți cei interesați: această premieră a avut loc pe o porțiune de 4 km de pe A10,

autostrada ce înconjoară Berlinul - așa-numitul „Inel al Berlinului”. Cu o lungime totală de 196 km, acest inel de autostradă este cel mai lung din Europa.

Constructorii au fost invitați chiar de reprezentanții Ministerului Federal German de Transport. Cerințele au fost foarte clare: așternere fără îmbinări pe întreaga lățime de 15,5 m. Primul obiectiv a fost să se demonstreze că acest nivel de calitate poate fi atins chiar și pe lățimi extraordinar de mari! Cel de-al doilea obiectiv a fost să se demonstreze că o temperatură efectiv constantă poate fi menținută în mixtură între stația de asfalt și grindă, atunci când este folosit un lanț modern de proces.

Cerințe ca cele solicitate în acest proiect de asfaltare a A10 vor deveni obișnuite în viitor. Asta pentru că noi reguli de asfaltare au fost introduse începând cu 2015. O temperatură constantă a asfaltului și



Pe autostrada „Inelul Berlinului”, o grindă cu grad înalt de compactare a fost utilizată pentru prima oară să asfalteze pe o lățime de 15,5 m. În imagine: un alimentator VÖGELE MT3000-2i Offset, împreună cu un finisor SUPER 3000-2 echipat cu grindă fixă SB 300 -TP1



un proces continuu de așternere sunt două probleme importante pentru profesioniștii construcției de drumuri.

Ca rezultat, containerele izolate termic sunt acum obligatorii pentru transportul asfaltului cu camionul, deoarece basculantele simple nu pot garanta menținerea temperaturii solicitate. Asfaltul trebuie să aibă o temperatură ridicată uniformă, fără zone reci în colțuri, curbe sau pe laterale. O a doua solicitare care a intrat în vigoare în ianuarie 2015 vizează utilizarea alimentatoarelor cu material pentru construirea sau reabilitarea drumurilor federale. Aceasta se aplică proiectelor ce presupun pavarea unor suprafețe de cel puțin 18.000 m<sup>2</sup> sau mai mult.

Din acest punct de vedere, reabilitarea porțiunii de 4,2 km din Autostrada A10 trebuie considerat un proiect pilot. Dar este, de asemenea, un exemplu concret de colaborare între companii, de la planificarea proiectului până la recepția lucrării: Oevermann, Faber și Vögele.

## O echipă de asfaltare remarcabilă

Așternerea unei lățimi de 15,5 m fără îmbinări necesită niște echipamente într-adevăr mari - acesta a fost clar cazul unor „super utilaje”. Utilajele desfășurate pe Autostrada A10 au fost niște adevărați giganți. VÖGELE SUPER 3000-2, cel mai mare finisor din lume, cu o rată de așternere de 1.600 t/h, a fost echipat cu grindă SB 300 cu lățime fixă, în versiunea TP1, cu tamper și o bară de presare pentru compactare înaltă, iar buncărul suplimentar are o capacitate de 24 t și a fost creat pentru acest finisor. Pentru a asigura furnizarea continuă de mixtură finisorului, s-a utilizat un alimentator VÖGELE MT 3000-2i Offset.

## Pentru așternerea continuă

În cadrul sistemului complet, cuprinzând alimentator și finisor, alimentatorul MT 3000-2i Offset poate stoca până la 45 t și transfera până la 1.200 t de mixtură pe oră. În combinație cu buncărul suplimentar de material al finisorului, înseamnă că un camion de 25 t poate fi golit în totalitate în doar 60 de secunde. De asemenea, înseamnă că SUPER 3000-2 este în permanență alimentat cu suficientă mixtură. Așternerea continuă a fost asigurată.

Un senzor robust de control al distanței este cea mai importantă cerință în transferul de material fără contact, către finisor: alimentatorul VÖGELE este prin urmare echipat cu un sistem de trei senzori laser individuali. Ei sunt localizați în partea inferioară a benzii pivotante, ceea ce asigură ca distanța dintre alimentator și finisor să rămână constantă, chiar și în cazul în care unul sau mai mulți senzori sunt acoperiți, de exemplu de un muncitor în trecere. De asemenea, senzorii nu numai că previn coliziunea cu finisorul dar ușurează munca operatorului în general, astfel că el își poate canaliza întreaga atenție către transferul de mixtură.

Totuși, interacțiunea dintre om și utilaj este crucială. Alimentatorul VÖGELE este caracterizat de sistemul modern de operare Ergo Plus. Vederea de pe scaunul operatorului este excelentă, așa cum consola de operare este structurată simplist, pentru a minimiza riscul erorilor de operare. În loc de mai multe console diferite, operatorul are doar una centrală, consola intuitivă de operare.

Vorbind de intuitiv: un joystick îi permite benzii pivotante a alimentatorului MT 3000-2i Offset să fie mutată cu exactitate și precizie maximă până la 55°, în oricare direcție laterală și până la 23°, pe verticală. O manevrabilitate atât de precisă prezintă multe avantaje. Asta include o alimentare în siguranță și fără efort a finisoarelor din lateral,



**VÖGELE echipat cu grindă fixă SB300, în versiunea TP1, a realizat o asfaltare omogenă de înaltă calitate pe întreaga lățime de 15,5 m**



umplerea de șanțuri sau umplerea cavităților dintre șanțurile de siguranță în timpul construcției de autostrăzi, la fel de bine ca măsurile de reconstrucție a acostamentelor.

Dar o temperatură constantă a mixturii este la fel de importantă ca și alimentarea continuă. Aici intervine conceptul de alimentator de la VÖGELE – un concept capabil să asigure o manevrare ușoară a mixturii și evitarea punctelor inutile de transfer.

## Pavare de calitate superioară pe întreaga lățime

Doar un singur finisor în lume este capabil în acest moment să asfalteze o lățime de 15,5 m fără îmbinări: VÖGELE SUPER 3000-2.

Matthias BECKMANN a sintetizat situația: „*SUPER 3000-2 poate construi autostrăzi și alte suprafețe mari cu lățimi de până la 16 m fără îmbinări. Datorită performanțelor lui extraordinare, cu toate acestea, este de asemenea ideal pentru construirea bazei drumului. Finisorul poate așterne straturi de până la 50 cm grosime într-o singură trecere.*”

Robustul SUPER 3000-2 poate fi în plus echipat cu un kit opțional pentru „Heavy Duty”, atunci când predomină lucrul cu materiale foarte abrazive, nebituminoase. Ca de obicei, când se lucrează pe lățimi mari, masivul finisor a fost controlat de un sistem automat cu

senzor sonic, pentru a fi menținut cu precizie pe cursul „Inelului Berlinului”. În acest scop, sistemul VÖGELE automat de direcție urmărește un fir tensionat de-a lungul barierelor de siguranță, ca referință și direcționează finisorul în concordanță cu datele măsurate. Ca rezultat, operatorul a putut să-și îndrepte întreaga atenție la asfaltarea non-stop.

SUPER 3000-2 a fost echipat cu o grindă cu lățime fixă SB 300, în versiune TP1, care acoperă o vastă gamă de lățimi de asfaltare. Începând de la 3 m, în configurația standard până la 16 m lățime cu extensii, sunt disponibile atât extensii fixe, cât și extensii hidraulice în variate lungimi. Pentru proiectul „Inelul Berlinului”, grinda SB 300 TP1 a fost configurată la lățimea maximă. Flexibilitatea a fost asigurată de extensiile hidraulice montate pe laturi, stânga și dreapta, fiecare putând fi extinsă cu 75 cm. Ceea ce este mai impresionant este timpul record în care a fost setată grinda SB 300 TP1.

Pot fi realizate, de asemenea, pentru lățimi excepționale, asfaltați de cea mai bună calitate fără îmbinări pentru drumuri durabile. Într-un astfel de caz, măsurile luate, pentru a asigura o temperatură ridicată și consistentă a mixturii, trebuie coordonate perfect, de la prepararea asfaltului în stație, până la grindă. Printre alte lucruri, asta include: camioane cu remorci termoizolate, alimentatoare cu sisteme de prevenire a segregării, atât termice, cât și mecanice a materialului și grinzi cu sistem de compactare ridicat, pentru asigurarea precompactării uniforme pe întreaga lățime de asfaltare.

FLASH

### New York: Podarii salvează pisici

Se poate spune că una dintre pisicile din New York a demonstrat recent că are... nouă vieți. Lucrătorii dintr-un birou aflat în apropierea Podului Manhattan au observat cum o pisică încerca să prindă un porumbel, alergând pe pod. Cum porumbelul, bineînțeles, a zburat, pisica buclușă a alunecat, rămânând suspendată la mare înălțime, cu riscul de a cădea. Muncitorii Departamentului de Transport din New York au închis o bandă de circulație și au reușit să salveze pisicuța în mai puțin de o oră. Mesajul venit din partea Comisarului Departamentului de Transport, Polly TROTTENBERG, este mai mult decât edificator: „*Vreau să mulțumesc echipajului nostru pentru salvarea unuia dintre prietenii noștri cu blană, pe Podul Manhattan, astăzi. Toate acestea, într-o zi obișnuită de muncă pentru angajații care se ocupă de acest pod.*”

### Botswana: Pod de milioane

Se lucrează intens la noul pod peste râul Zambezi, care va lega Botswana de Zambia. Noul pod va costa 259.300.000 de dolari și va avea o lungime de 923 m, asigurând atât

traficul feroviar, cât și traficul rutier, cu posturi de frontieră la fiecare capăt. Finanțarea este asigurată de Banca de Dezvoltare din Africa ADE și Agenția Internațională de Cooperare din Japonia. Podul este situat într-o zonă în care converg granițele statelor Botswana, Zambia, Namibia și Zimbabwe, ceea ce va dezvolta comerțul și transportul între cele patru țări, la care se adaugă și Angola, care se află la o distanță relativ apropiată.

### S.U.A.: Podurile din Indiana

Un studiu recent a evidențiat faptul că 21,5 % dintre podurile din statul Indiana au mari probleme. Dintre acestea, 11,5% sunt considerate depășite funcțional, iar 10% au probleme structurale grave. Aceeași situație se întâmplă și în Connecticut, unde cel puțin 12 milioane de șoferi, zilnic, nu știu că traversează un pod cu standarde de siguranță și construcție depășite. În acest stat există 446 de poduri cu defecte structurale, ceea ce înseamnă că, la nivel total, unul din nouă poduri nu mai corespunde cerințelor.

Potrivit Departamentului de Transport, aceste aspecte nu ar trebui să creeze panică, pentru că atâta vreme cât sunt monitorizate, aceste poduri nu sunt considerate periculoase. Dar, asemenea analize sunt

necesare pentru a asigura resurse de finanțare care să elimine deficiențele în viitor, lucru subliniat, de altfel, și de Comisarul DOT, Jim REDECKER, care afirmă un mare adevăr: „*De-a lungul anilor, aceste probleme au suferit de o lipsă totală de atenție. Transportul este invizibil, cu excepția cazului în care se întâmplă ceva foarte rău.*”

### Chile: Tunel prin Anzi

Au fost reluate planurile pentru construcția unui drum transcontinental, care să traverseze Anzii, între Chile și Argentina. Este vorba despre un tunel, care să înlocuiască vechiul drum peste Aqua Negra Pass, care leagă cele două zone, un drum dificil din nisip și pietriș care este închis în cea mai mare parte a anului, datorită condițiilor meteorologice.

Proiectul de autostradă prevede două tunele de 14 km fiecare, cu o lățime maximă de 11 m și o înclinare maximă limitată la 4%. Deocamdată problemele au fost legate în special de impozitare, legislația muncii, migrație și taxe vamale. De acest proiect sunt interesate, în acest moment, nu mai puțin de 18 consorții internaționale.

Se poartă discuții și pentru realizarea unei linii ferate directe, care să unească cele două țări.

# Studiu de caz privind comportarea unui pasaj din pământ armat

Prof. univ. dr. ing. Marin MARIN,

Conf. dr. ing. Petre PANTEA,

Asist. dr. ing. Clara-Beatrice VÎLCEANU,

Universitatea Politehnică Timișoara, Facultatea de Construcții

## Rezumat

Passajul „Valea Mică” a fost realizat prin tehnologia Freyssisol, care presupune, în cazul dat, două ziduri paralele din elemente prefabricate de beton armat, prevăzute la partea superioară cu două grinzi parapet și fixate între ele cu armătură în terasament, armătură sintetică din fibre de poliester. Din cauza degradărilor care au apărut în exploatare, precum deplasări laterale ale panourilor prefabricate ale pereților de parament, deplasări laterale inegale între panourile de parament la ambii pereți laterali, fisurarea panourilor de parament, rotirea semnificativă, spre interior, a grinzilor parapet, fisurarea longitudinală, în zona centrală a structurii rutiere, în vederea depistării cauzelor, pasajul menționat a fost supus unor investigații geotehnice complexe și unei supravegheri topografice temeinice, în scopul de a analiza evoluția în timp a deformațiilor și tasărilor. Pe baza rezultatelor obținute au fost stabilite propunerile de consolidare ale pasajului din pământ armat.

## Prezentarea structurii de pământ armat

Elementele geometrice principale ale pasajului (Fig. 1):

- lungimea 69,30 m;
- lățimea 12,85 m;
- înălțimea maximă a pasajului 13,21 m;
- înălțimea minimă a sprijinirii 7,00 m, pe direcția Lugoj și 9,4 m spre Orșova;
- bolta de talveg, de evacuare a apelor, din beton armat, are deschiderea de 12,50 m. Aceasta este fundată pe 2x10 coloane forate  $\varnothing 1,08$  m,  $L = 25$  m, cu radier jos, înecat;
- înălțimea minimă a umpluturii, deasupra boltii, 7,12 m;
- înălțimea maximă a umpluturii, lângă boltă, 12,04 m;
- raza axei de aliniere a pasajului, 950 m.

Armătura folosită este sintetică, Syntetic Strip GeoStrap, alcătuită din 10 fascicule din fibre de poliester, de înaltă rezistență, prinse într-o învelitoare de protecție din polietilenă. Din punct de vedere al rezistenței la rupere, la prinderea panourilor zidului s-au folosit trei tipuri de armătură:

- de 30 kN pe primii 2,00 m de la partea superioară;
- de 50 kN de la 2,00 m la 4,50 m adâncime terasament;
- de 100 kN sub 4,50 m adâncime.

Materialul din rambleu

În corpul terasamentului trebuia folosit un material granular, trecerile prin sita de 80  $\mu$ m să fie mai mici de 15%. Unghiul de frecare interioară minim este de  $\varnothing > 36^\circ$ . Conform recomandărilor, procentul părții

fine poate crește la 20%, dacă  $\varnothing_{cu} > 25^\circ$ . Din punct de vedere chimic, caracteristicile materialului se înscriu pe o scară foarte largă,  $2 < \text{pH} < 13$ .



Figura 1 - Elementele geometrice ale pasajului

PARTEA DREAPTĂ  
RIGHT SIDE  
Sc. 1:20

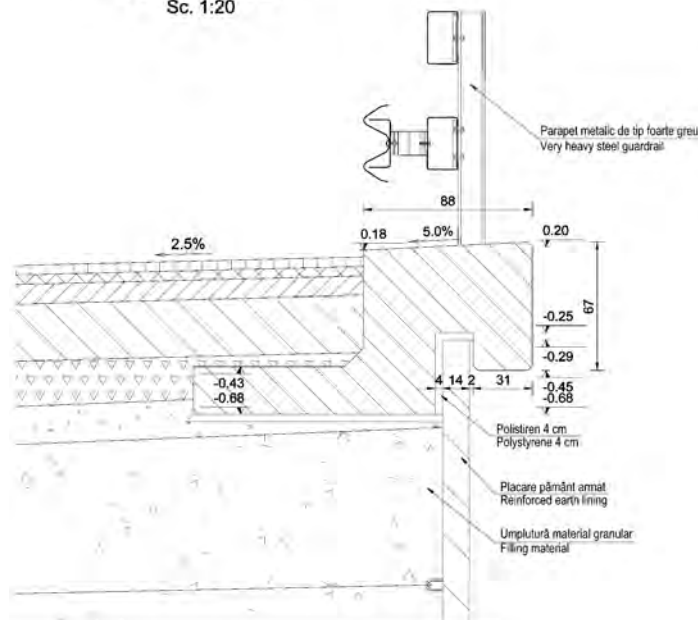


Figura 2 - Grinda parapet – detaliu

Grinda parapet (Fig. 2)

La partea superioară sunt dispuse două grinzi de parapet din beton armat, tip foarte greu, turnate monolit, câte o grindă la fiecare perete de sprijin. În secțiune, aceste grinzi au formă de L, cu o evazare la baza spre calea de rulare. Peste această evazare este dispusă structura



laterală a drumului (partea exterioară a stratului de bază). Pe grinda din aval, pe această evazare se află drenul longitudinal al pasajului. De observat că toleranța la deplasarea laterală a peretelui față de grindă și verticală (tasarea) a grinzii față de paramentul pasajului sunt restricționate de grosimea polistirenului de separație, de numai 4 cm.

## Degradări ale structurii de pământ armat

În continuare, figurile 3, 4 și 5 ilustrează principalele *degradări constatate* de la darea în exploatare a pasajului:

1. *Deplasări laterale ale panourilor prefabricate ale pereților laterali* (deplasări de ordinul a 10 cm). Aceste deplasări s-au produs, vizibil, în special pe treimea superioară a zidurilor, producând o evazare la partea superioară a pasajului;



**Figura 3 - Cedarea laterală a panourilor superioare - parament aval și amonte**

2. *Deplasări laterale inegale între panourile prefabricate ale celor doi pereți laterali*, vizibile în special pe perețele aval dinspre Lugoj;

3. *Fisurarea panourilor de reazem*. Aceste fisuri s-au observat în special la panourile superioare în contact direct cu grinzile de parapet;



**Figura 4 - Fisurarea panourilor superioare de 30 kN, de sub grinda parapet**

4. Rotirea semnificativă, spre interior, a grinzilor parapet;

5. Fisurarea transversală, în mai multe locuri pe lungime, a grinzilor de parapet.



**Figura 5 - Fisuri în grinda parapet**

## Investigații geotehnice asupra terasamentului pasajului

Pentru a face o estimare cât mai exactă a cauzelor care au produs degradările menționate, s-au făcut câteva investigații geotehnice asupra terasamentului pasajului, investigații limitate întrucâtva de cerința antreprenorului de a nu întrerupe traficul pe această perioadă. În acest sens s-au realizat 10 penetrări dinamice grele, PDG1...PDG10, câte cinci penetrări la fiecare capăt al pasajului. Acest lucru a fost dictat și de riscul de rupere a armăturilor de legătură a panourilor frontale ale sprijinirii, la eventuale penetrări în corpul pasajului.

Prin investigațiile geotehnice făcute s-a încercat să se obțină o imagine cât mai reală a stării pământului din terasamentul pasajului. O astfel de imagine, exprimată prin câteva caracteristici geotehnice ale terenului din capătul dinspre Lugoj al pasajului sunt prezentate în Tabelul nr. 1 (PDG1...PDG5).

**Tabelul 1 - Caracteristici geotehnice ale terenului (spre Lugoj)**

Adâncime față de cota dru-mului (CD)	Greutate volumică	Coefficientul Poisson	Modulul de deformare liniară (Young)	Modulul de deformare edometric	Unghi de frecare internă
	$\gamma$	$\mu$	$E$	$M$	$\phi$
m	kN/m <sup>3</sup>	-	kPa	kPa	°
0.2 - 0.1	21.6 - 22.7	0.24 - 0.29	26520-45704	18595-29280	30 - 37
1.0 - 2.0	16.2 - 18.0	0.33 - 0.34	5560-9736	6900-9228	22 - 25
2.0 - 3.0	15.9 - 20.2	0.31 - 0.34	4912-6432	6538-13237	23 - 27
3.0 - 4.0	15.1 - 16.6	0.34 - 0.35	3384-6432	5687-7386	22 - 25
4.0 - 5.0	17.9 - 21.2	0.30 - 0.35	9480-22640	9085-16422	23 - 30
5.0 - 6.0	16.5 - 22.0	0.33 - 0.34	6264-31320	7292-21261	23 - 30
6.0 - 7.0	16.4 - 21.1	0.30 - 0.34	6096-25992	7199-18291	23 - 30
7.0 - 8.0	17.5 - 19.0	0.32 - 0.33	8464-12696	8519-10878	25 - 27
8.0 - 9.0	25.0	0.13 - 0.15	78112-121032	47347-71275	34 - 37

Tabelul nr. 2 conține aceleași date pentru capătul pasajului dinspre Orșova (PDG6...PDG10).

Legat de materialul din corpul pasajului, din observațiile făcute pe amplasament înainte de turnarea structurii rutiere și din cele de la terasamentul de la capetele pasajului rezultă că acesta este format din material granular (nisip cu pietriș și bolovăniș) și o fracțiune fină, argiloasă, de circa 10..15%. De menționat că tehnologia Freyssiol consideră materialul terasamentului „utilizabil” pentru fracțiuni granulare între 200 mm și 15 m, iar fracțiuni mai fine numai dacă unghiul de frecare  $F > 25^\circ$ . Din investigațiile făcute, după cum se constată din cele două tabele,  $F = 22^\circ - 30^\circ$ , în zona dinspre Lugoj și  $F = 23^\circ - 32^\circ$ , în zona dinspre Orșova. Având în vedere prezența fracțiunii fine existente în materialul de umplutură, aceasta explică o oarecare reducere a unghiului de frecare interioară. În general, se poate accepta că

**Tabelul 2 – Caracteristici geotehnice ale terenului (spre Orșova)**

Adâncime față de cota drumului (CD) m	Greutate volumică	Coeficientul Poisson	Modulul de deformare liniară (Young)	Modulul de deformare edometric	Unghi de frecare internă
	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\mu$ -	E kPa	M kPa	$\varphi$ °
0.2 – 1.0	19.0 – 21.4	0.29 – 0.32	12696 – 24336	10878 – 17367	23 – 30
1.0 – 2.0	15.7 – 19.4	0.32 – 0.34	4568 – 13904	6347 – 11551	23 – 27
2.0 – 3.0	16.2 – 20.0	0.31 – 0.34	5684 – 16422	6949 – 12956	23 – 30
3.0 – 4.0	15.3 – 20.8	0.31 – 0.34	3896 – 19976	5972 – 14937	23 – 30
4.0 – 5.0	15.7 – 18.0	0.33 – 0.34	4568 – 9816	6347 – 9272	23 – 27
5.0 – 6.0	16.1 – 22.1	0.27 – 0.31	5416 – 34536	6819 – 23054	23 – 32
6.0 – 7.0	16.8 – 21.1	0.30 – 0.33	6768 – 22176	7573 – 16163	23 – 32
7.0 – 8.0	18.2 – 19.7	0.30 – 0.33	10368 – 15064	9580 – 12198	25 – 30
8.0 – 9.0	18.2 – 20.2	0.31 – 0.33	10368 – 17264	9580 – 13425	20 – 30
9.0 – 10.0	21.1 – 25.0	0.12 – 0.30	21840 – 92136	15976 – 55166	30 – 37

materialul de umplură este acceptabil pentru o astfel de lucrare.

Legat de starea de îndesare a materialului umpluturii, luând ca reper terenul de la baza terasamentului care are greutate volumică în jur de  $g = 20,2$  kN/m<sup>3</sup>, și modulul liniar de deformare  $E = 21,8$  k Pa, din măsurătorile făcute la zona spre Lugoj a pasajului, abaterile de la aceste valori sunt prezentate în Tabelul nr. 3.

Pentru zona spre Orșova a pasajului, penetrările PDG1...10, aceleași abateri sunt date în Tabelul nr. 4.

Din analiza acestor date se constată că greutatea volumică diferă și cu 25% față de valoarea de referință considerată, valoare normală de altfel la un astfel de material. Trebuie amintit că fracțiunea fină are un procent mic din cantitatea materialului, iar influența umidității este și ea, prin urmare, redusă.

Legat de modulul liniar de deformare, se poate observa că acesta are o abatere foarte mare față de valoarea de referință de 21,8 MPa. Trebuie și aici menționat că valoarea de referință considerată este și ea mică pentru un astfel de material. Valori mici ale modulului de deformare indică un terasament care va da tasări mari.

### Măsurători topografice realizate

Metodologia de urmărire în timp a pasajului „Valea Mică”, localizat pe Centura orașului Caransebeș, a implicat măsurători topo-geodezice efectuate săptămânal, precum și tehnologia de scanare laser terestră prin care se obține o imagine spațială a terasamentului sau a peretelui de sprijin cu pământ armat. Aceste măsurători au urmărit tasarea generală a pasajului prin reperi montați pe structura rutieră; deformațiile laterale ale paramenților amonte și aval prin reperi montați pe panourile prefabricate, în special pe panourile de la partea superioară la care s-au constatat deformații semnificative; deformațiile laterale, tasarea și rotația celor două grinzi de parapet, pe toată lungimea acestora, prin reperi topo montați corespunzător; urmărirea evoluției deschiderii fisurilor la grinzile parapet și la panourile fisurate, prin martori montați pe fisurile existente.

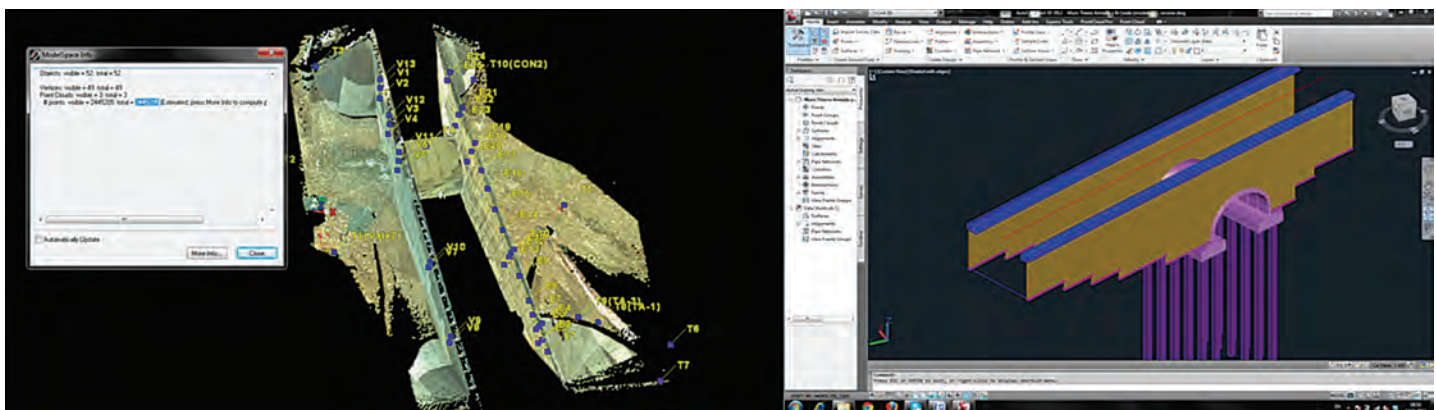
Ținând seama de măsurătorile topografice efectuate, s-a observat că la nivelurile inferioare deformațiile laterale se încadrează în toleranțele prevăzute de către proiectantul structurii de pământ armat, chiar și cu prezența unor eforturi mult mai mari. Acest fapt este legat de capacitatea portantă mai mare a ancorelor utilizate în această zonă (100 kN).

**Tabelul 3**

Adâncimea	1-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	7-8m	8-9m	9-10m
g/20,2	0,78	0,80	0,76	0,78	0,79	0,93	0,90	0,90	1,04
E/21,8MPa	0,21	0,26	0,17	0,21	0,25	0,31	0,47	0,47	1,01

**Tabelul 4**

Adâncimea	1-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	7-8m	8-9m
g/20,2	0,80	0,78	0,75	0,87	0,82	0,81	0,87	1,23
E/21,8MPa	1,21	0,25	0,22	0,43	0,20	0,28	0,39	2,15


**Figura 6 - Modelul 3D realizat prin scanare (stânga) și modelul 3D proiectat al viaductului (dreapta)**



## Stabilirea cauzelor degradărilor

Din analiza rezultatelor investigațiilor geotehnice și topografice a rezultat faptul că degradările constatate la pasaj au următoarele cauze:

1. Rezistența mică la rupere a armăturii de la partea superioară. Armătura superioară, cu rezistența la rupere de 30 kN, nu are rigiditatea suficientă la deformații mici de întindere. Chiar dacă probabil armătura nu s-a rupt, ea a permis deformații mari și prin urmare, deplasări mari ale panourilor frontale. Dacă armătura montată avea rigiditatea suficientă, legând între ele panouri aflate de o parte și de cealaltă a pasajului, nu ar fi fost posibilă deplasarea laterală, simetrică, a pereților pasajului. Acest lucru a fost posibil numai prin întinderea armăturii.

2. Deplasarea laterală a panourilor a fost facilitată și de defor-

marea mare, posibilă, a ancorelor sintetice, până la mobilizarea rezistenței la rupere. După cum s-a arătat, pentru atingerea rezistenței la rupere, deformația specifică trebuie să fie de 3%. Prin urmare, până la atingerea rezistenței maxime a armăturii, în cazul dat, deformarea peretelui trebuie să fie de 18,75 cm.

3. Tasarea mare a terasamentului. Tasarea mare se datorează slabei îndesări. După cum rezultă din calculele făcute, tasarea de 16-17 cm este posibilă. Datorită lungimii mari a pasajului, tasarea este greu de observat, fiind o tasare generală, fără o tasare diferențiată semnificativă. Deoarece tasarea crește progresiv spre suprafață, solicitarea ancorelor superioare a fost mai mare. Consecința este deformare laterală mai mare a primelor rânduri de panouri, fapt constatat și în realitate.

4. Rotirea grinzilor parapet. Prin tasarea terasamentului, grinda de parapet s-a rotit spre interior. Aceasta datorită extinderii grinzii

**Tabelul 5 - Verificarea ancorajelor la rupere**

ARMĂTURA 30kN												
Sv	Sh	g	Ø	tgØ	h	q	Ka	sa	Tmax	Frupere	Fs	Obs
m	m	kN/mc	grade		m	kPa		kPa	kN	kN		
0,8	1,00	19,0	20	0,364	2,00	23,4	0,490	33,5	26,80	30	1,12	F <sub>smin</sub> =1,35
0,8	1,00	19,0	22	0,404	2,00	23,4	0,454	31,1	24,87	30	1,21	
0,8	1,00	19,0	24	0,445	2,00	23,4	0,421	28,8	23,05	30	1,30	
0,8	1,00	19,0	26	0,487	2,00	23,4	0,390	26,7	21,35	30	1,41	
0,8	1,00	19,0	30	0,577	2,00	23,4	0,333	22,8	18,22	30	1,65	
0,8	1,00	19,0	32	0,624	2,00	23,4	0,307	21,0	16,80	30	1,79	
0,8	1,00	19,0	34	0,674	2,00	23,4	0,282	19,3	15,46	30	1,94	
Coeficientul dinamic $\gamma=1,30$						Suprasarcina $q=23,4\text{kPa}$						

ARMĂTURA 50kN												
Sv	Sh	g	Ø	tgØ	h	q	Ka	sa	Tmax	Frupere	Fs	Obs
m	m	kN/mc	grade		m	kPa		kPa	kN	kN		
0,8	1,00	19,0	20	0,364	4,00	23,4	0,490	52,1	41,69	50	1,20	Fs=1,35
0,8	1,00	19,0	22	0,404	4,00	23,4	0,454	48,4	38,68	50	1,29	
0,8	1,00	19,0	24	0,445	4,00	23,4	0,421	44,8	35,86	50	1,39	
0,8	1,00	19,0	26	0,487	4,00	23,4	0,390	41,5	33,20	50	1,51	
0,8	1,00	19,0	30	0,577	4,00	23,4	0,333	35,4	28,34	50	1,76	
0,8	1,00	19,0	32	0,624	4,00	23,4	0,307	32,7	26,13	50	1,91	
0,8	1,00	19,0	34	0,674	4,00	23,4	0,282	30,1	24,04	50	2,08	

ARMĂTURA 100kN												
Sv	Sh	g	Ø	tgØ	h	q	Ka	sa	Tmax	Frupere	Fs	Obs
m	m	kN/mc	grade		m	kPa		kPa	kN	kN		
0,8	1,00	19,0	20	0,364	12,00	23,4	0,490	126,5	101,23	100	0,99	Fs=1,35
0,8	1,00	19,0	22	0,404	12,00	23,4	0,454	117,4	93,93	100	1,06	
0,8	1,00	19,0	24	0,445	12,00	23,4	0,421	108,8	87,08	100	1,15	
0,8	1,00	19,0	26	0,487	12,00	23,4	0,390	100,8	80,62	100	1,24	
0,8	1,00	19,0	30	0,577	12,00	23,4	0,333	86,0	68,83	100	1,45	
0,8	1,00	19,0	32	0,624	12,00	23,4	0,307	79,3	63,44	100	1,58	
0,8	1,00	19,0	34	0,674	12,00	23,4	0,282	73,0	58,38	100	1,71	

sub structura drumului (grinda are forma de L). Grinda reazemă la exterior pe elementele prefabricate de parament ale sprijinirii, care la bază, la rândul lor, reazemă pe grinda de fundare. Deci peretele prefabricat constituie pentru grinda parapet o sprijinire rigidă. Astfel, pentru grinda de parapet, peretele rigid se comportă ca o articulație, facilitând rotirea longitudinală a grinzii în jurul peretelui. Rotirea va continua pe măsură ce terasamentul de sub drum se va tasa.

5. Fisurarea și deplasarea laterală a panourilor prefabricate ale peretelui. Tasarea terasamentului de sub grinzile de parapet a dus la rezemarea acestora, aproape în totalitate pe peretele prefabricat. Sub greutatea grinzilor peretele, de 14 cm grosime, a cedat, fie prin strivire, fie prin refulare laterală, fenomenul fiind amplificat de rotirea amintită anterior a grinzilor.

6. Deplasarea laterală mare și neuniformă a panourilor de la partea superioară a fost amplificată și de o eventuală lipsă a tensionării inițiale a ancorelor prin crearea șanțului central de pretensionare. Lipsa pretensionării se resimte mai puternic la suprafață, deoarece presiunea geologică aici este mai mică, frecarea pe ancore este mai mică, astfel că stabilitatea peretelui este asigurată în primul rând prin legarea între ele a panourilor corespunzătoare de pe cele două laturi și nu prin conlucrarea ancorei cu umplutura. Lipsa pretensionării duce astfel la deformații mari și deci la deplasări laterale mari ale panourilor de parament.

7. Umiditatea mai mare la partea superioară a terasamentului. Ploile din iarnă-primăvară, care au prins lucrarea neterminată, eventual fără structura rutieră turnată, au umezit partea superioară a terasamentului. Consecința este reducerea frecării interne și prin urmare creșterea împingerii pe panourile superioare. După turnarea structurii rutiere, posibilitatea redusă de evacuare a apei a menținut umiditatea în terasament. Existența în materialul de umplutură a fracțiunii argiloase a ajutat la menținerea umidității. Peste această stare de fapt, s-au suprapus apoi solicitările dinamice produse de darea în exploatare a pasajului.

8. Rigiditatea diferită a structurii pasajului în lungime. Existența în zona mijlocie a pasajului a bolții rigide, cu deschiderea de 12,5 m, face ca grosimea stratului de umplutură tasabil să fie diferit și prin urmare rigiditatea terasamentului de sub grinzile parapet să fie diferită. Aceasta a dus la fisurarea transversală a acestor grinzi în zona bolții. Fenomenul este multiplicat de tasarea mare posibilă a terasamentului din cauza compactării insuficiente.

Având la dispoziție valorile caracteristicilor geotehnice rezultate din măsurători, s-au verificat la rupere cele trei tipuri de armături care susțin pereții pasajului, de 30k N, 50 kn și 100 kN.

De menționat că, din cauza numărului mic de măsurători ale caracteristicilor geotehnice aferente fiecărui strat, s-a făcut și ipoteza „clasică”, a unui coeficient de siguranță global pentru împingerea pământului  $gPa = 1,35$ , conform recomandărilor din Eurocod 7, cap. 2, pg. 22 (Cazul B). Conform STAS 3300/2-85 valoarea coeficientului de siguranță global, minim, este  $Fs = 1,25$ .

Din analiza acestor date se constată că, solicitată la întindere, armătura nu are siguranța asigurată decât pentru un unghi de frecare interioară:

- $F > 25^\circ$  la armătura cu rezistența la rupere de 30 kN;
- $F > 24^\circ$  la armătura cu rezistența la rupere de 50 kN;
- $F > 28^\circ$  la armătura cu rezistența la rupere de 100 kN.

Comparând aceste date cu cele obținute din măsurători pentru unghiul de frecare interioară, se observă că la fiecare nivel de terasament există valori ale frecării care se situează frecvent sub aceste

valori, prin urmare există zone unde armătura se află la limita de rezistență sau, oricum, nu are siguranța necesară.

Tot aici se poate aminti că armătura sintetică folosită atinge rezistența la rupere atunci când deformația specifică este de 3%. Deci, pentru lățimea pasajului de 12,5 m fără grosimea pereților, alungirea armăturii pentru atingerea rezistenței la rupere este de  $12,5 \text{ m} \times 3/100 = 0,375 \text{ m}$ . Aceasta înseamnă o deplasare laterală a fiecărui perete cu  $37,5 \text{ cm}/2 = 18,75 \text{ cm}$ .

De observat că, pe înălțimea sprijinirii, nu toate armăturile sunt sollicitate la limita de rupere, aceasta depinde de natura și starea materialului din terasament. Prin urmare, nici deplasarea prefabricatelor care alcătuiesc paramentul sprijinirii nu va fi identică și, de aici, tensiuni suplimentare în elemente de sprijinire.

## Concluzii

În final, se subliniază câteva aspecte caracteristice construcției din pământ armat studiate:

- Pasajul din pământ armat peste Valea Mică, km 7+374 (D.N.6) Caransebeș, are o structură deformabilă, în care apar tasări diferențiate datorită rezemării părții centrale a pasajului pe bolta din beton armat (fundată pe piloți), față de restul pasajului care reazemă pe terenul natural argilos (argilă plastic consistentă).

Din calculul tasării probabile a terenului de fundare aferente celor două zone rezultă o tasare diferențiată de  $16,6 \text{ cm} - 6,8 \text{ cm} = 9,8 \text{ cm}$ . De asemenea, grosimea umpluturii deformabile din corpul barajului este diferită, 7,10 m deasupra bolții și 13,21 m lângă boltă. Această diferență de grosime a materialului deformabil produce suplimentar tasări diferențiate conform celor prezentate, de  $8,6 \text{ cm} - 4,0 \text{ cm} = 4,6 \text{ cm}$ , tasări care se vor suprapune peste cele amintite anterior. În final, rezultă o tasare diferențiată totală pentru zona fără piloți, față de cea cu piloți, de  $9,8 \text{ cm} + 4,6 \text{ cm} = 14,4 \text{ cm}$ .

Cele două rosturi verticale au tocmai rolul de a permite aceste tasări diferențiate în corpul pasajului.

**Tabelul 6 - Calculul tasării terenului - zona fără piloți**

Strat	z <sub>i</sub> [m]	h <sub>i</sub> [m]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	σ <sub>gz</sub> [kPa]	σ <sub>zmed</sub> [kPa]	E <sub>i</sub> [kPa]	Δs [m]	s [cm]
1	2,50	2,50	17,70	44,3	281,85	13000	0,0542	16,6
2	7,50	5,00	18,10	134,8	215,70	23000	0,0469	
3	12,50	5,00	18,10	225,3	152,43	23000	0,0331	
4	17,50	5,00	18,10	315,8	109,29	23000	0,0238	
5	22,50	5,00	18,10	406,3	86,28	23000	0,0188	
6	25,00	2,50	18,10	451,5	86,28	23000	0,0094	
7	30,00	5,00	18,10	542,0	60,40	23000	0,0131	
8	35,00	5,00	18,10	632,5	37,39	23000	0,0081	

**Tabelul 7 - Calculul tasării terenului - zona cu piloți**

Strat	z <sub>i</sub> [m]	h <sub>i</sub> [m]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	σ <sub>gz</sub> [kPa]	σ <sub>zmed</sub> [kPa]	E <sub>i</sub> [kPa]	Δs [m]	s [cm]
1	5,00	5,00	18,10	90,5	183,68	23000	0,0399	6,8
2	10,00	5,00	18,10	181,0	91,84	23000	0,0200	
3	15,00	5,00	18,10	271,5	51,52	23000	0,0112	
4	20,00	5,00	18,10	362,0	31,36	23000	0,0068	
5	25,00	5,00	18,10	452,5	20,16	23000	0,0044	
6	30,00	2,50	18,10	543,0	11,20	23000	0,0024	



**Tabelul 8 – Calculul tasării proprii a terasamentului - zona fără piloți**

Strat	z [m]	hi [m]	M [kPa]	E [kPa]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_{zmed}$ [kPa]	$\Delta s$ [m]	s [cm]
1	4,50	4,50	10794	10794	113,4	68,4	0,0285	8,6
2	5,50	1,00	13775	20663	133,4	123,4	0,0060	
3	7,20	1,70	11424	14851	167,4	150,4	0,0172	
4	8,10	0,90	10632	17011	185,4	176,4	0,0093	
5	9,50	1,40	14550	24735	213,4	199,4	0,0113	
6	13,21	3,71	20100	26130	287,6	250,5	0,0356	

**Tabelul 9 – Calculul tasării proprii a terasamentului - zona cu piloți**

Strat	z [m]	hi [m]	M [kPa]	E [kPa]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_{zmed}$ [kPa]	$\Delta s$ [m]	s [cm]
1	4,50	4,50	10794	10794	113,4	68,4	0,0285	4,0
2	5,50	1,00	13775	20663	133,4	123,4	0,0060	
3	7,10	1,60	11424	14851	165,4	149,4	0,0161	

◇ Grinzile continue superioare de parapet nu au putut prelua tasările diferențiate, rezultatul fiind fisurarea acestora și afectarea structurii pasajului.

◇ Prezența bolții cilindrice a dus la combinarea tasărilor verticale cu alunecările orizontale, pe planul bolții, rezultatul fiind deplasări și rotiri ale plăcilor de parament în planul paramentului. Astfel s-a produs deschiderea rosturilor dintre plăcile din zona cheii de boltă și închiderea, cu strivire locală a unor plăci din zona rosturilor de tasare.

#### Măsurile corective propuse sunt:

**1.** Refacerea pasajului pornind de la situația actuală (pasaj demolat la partea superioară pe 4,00 m din înălțime). Pentru refacere se vor parcurge următorii pași:

- Consolidarea terenului de fundare de o parte și de alta a bolții, pe 12,00 m lungime pasaj spre Lugoj, respectiv 10,00 m lungime pasaj spre Orșova, prin injecții verticale și înclinate, de 10 m fișă, lucrări realizate la marginea paramentelor amonte și aval. În funcție de situația de pe teren și de posibilitățile constructorului, consolidarea terenului de fundare se poate realiza și cu micropiloți;

- Refacerea pasajului pe înălțimea demolată respectând recomandările din proiect în ce privește materialul de umplutură, calitatea compactării terasamentului și tensionarea adecvată a armăturilor;

- Armătura sintetică de la partea superioară a pasajului, de 30 kN, să fie înlocuită cu armătură mai rezistentă, de 100 kN, aceasta din considerentul de solicitări dinamice orizontale importante rezultate și din alinierea în curbă a pasajului;

- Pentru a preveni refularea și deformarea laterală a umpluturii din cauza bolții cilindrice, se recomandă montarea a două geogrilile orizontale, la nivelul la care s-a oprit demolarea. Geogrilile vor cuprinde zona dintre cele două rosturi de tasare, cu o trecere de cel puțin 6,00 m de acestea, de fiecare parte. Se pot folosi, spre exemplu, geogrilile tip Polyfelt sau Secumat, cu rezistența la tracțiune longitudinală  $R_d \geq 35$  kN/m;

- Închiderea rosturilor dintre plăcile de parament afectate cu mortare speciale (SIKA) cu fibră de carbon.

**2.** Demolarea până la nivelul cheii de boltă și refacerea corectă, cu material de umplutură adecvat, a pasajului din zona bolții, cu acces dinspre zona Orșova. Pentru accesul în zona bolții, se va demola și partea de pasaj dinspre Orșova. Aplicarea acestei măsuri corective va ține seama de posibilitatea de înfrățire a pământului armat din zona nedemolată cu cel din zona refăcută. Refacerea completă a pasajului va urma în continuare pașii de la punctul anterior.

**3.** Demolarea totală a pasajului din pământului armat, mai puțin a bolții, cu reproiectarea și refacerea lucrării, ținând seama de recomandările prezentate.

**4.** Realizarea a două cadre din metal sau beton armat pe fețele laterale, între rosturile de tasare, posttensionate, cu cabluri transversale, care să preia împingerile din exploatare. Cablurile de tensionare pot trece pe la partea inferioară a pasajului, pe sub armătura sintetică, iar pe înălțime, la nivelul de demolare al pasajului și apoi la partea superioară. Refacerea completă a pasajului va urma pașii de la Varianta 1.

#### Notă:

La oricare dintre cele patru soluții propuse:

- Se va consolida terenul de fundare prin injecții sau micropiloți, conform recomandărilor de la punctul 1;
- Se vor reproiecta grinzile de parapet, astfel încât să nu mai apară fenomenul de răsucire; grinzile să lucreze independent de panourile de parament și să permită tasări diferențiate la rosturile pasajului.

#### REFERINȚE:

- BELC, Florin; MARC, Paul; LUCACI, Gheorghe; COSTESCU, Ciprian (2013) - *Research Concerning the Impact of Heavy Traffic Upon the Rehabilitation Solution on a County Road, Recent Advances in Civil and Mining Engineering, Proceedings of the 4<sup>th</sup> European Conference of Civil Engineering (ECCIE '13), Proceedings of the 1<sup>st</sup> European Conference of Mining Engineering (MINENG '13), Turkey*, pp. 339 – 345;

- HAIDA, Virgil; MARIN, Marin; MIREA Monica (2004) - *Mecanica pământurilor*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara;

- LUCACI, Gheorghe (2011) - *Drumurile moderne, o provocare pentru dezvoltare sustenabilă*, Zilele Academice Timișene, Ediția a XII-a, *Infrastructuri eficiente pentru transporturi terestre*, pp. 9 – 21, Timișoara;

- MARIN, Marin; PANTEA, Petre (2013) - *Expertiză tehnică privind cauzele degradărilor și soluții de consolidare la pasajul din pământ armat peste Valea Mică, km 7+375*;

- MARIN, Marin; MIREA Monica (2011) *Sisteme de fundare a construcțiilor*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara;

- VÎLCEANU, Beatrice; MARIN, Marin (2013) - *Utilizarea tehnologiei de scanare laser terestră în monitorizarea căilor de comunicații terestre*, Zilele Academice Timișene, Ediția a XIII-a, *Drumul și Mediul Înconjurător, Timișoara, România*, Editura Solness, ISSN 2247-3807, pp. 41 – 49;

- VÎLCEANU, Beatrice; MARIN, Marin (2013) - *Conferința Internațională Autostrăzi sustenabile: proiectare, construcție, întreținere, Timișoara*.

\*\*\* Normativul GP 063-06 Ghid privind proiectarea structurilor de pământ armat cu materiale sintetice și metalice.


**AUTODESK®  
AUTOCAD LT® 2016**  
**cu doar 30 EUR\* / lună**

Cu noile opțiuni de licențiere Autodesk® Desktop Subscription pentru AutoCAD LT®, cu doar 30 EUR/lună\* aveți posibilitatea de a veni mai ușor în întâmpinarea necesității temporare de personal, deoarece plătiți pentru accesul la aplicațiile software doar atât cât aveți nevoie.

## AutoCAD LT

### Opțiuni de achiziție

#### Cost mediu pe an (primii 3 ani)

Set complet de unelte AutoCAD LT®  
pentru drafting și detalieri

Suport tehnic de bază

Acces imediat la actualizările de produs

Spațiu stocare în cloud Autodesk® 360

Utilizare în locații multiple

	Abonament lunar Desktop Subscription	Abonament anual Desktop Subscription	Licență perpetuă cu Maintenance Subscription
	45 EUR pe lună	30 EUR pe lună (facturat anual)*	1200 EUR + 220 EUR pe an**
<b>Cost mediu pe an</b>	<b>540 EUR</b>	<b>360 EUR</b>	<b>620 EUR</b>
Set complet de unelte AutoCAD LT® pentru drafting și detalieri	✓	✓	✓
Suport tehnic de bază	✓	✓	✓
Acces imediat la actualizările de produs	✓	✓	✓
Spațiu stocare în cloud Autodesk® 360	25GB	25GB	25GB
Utilizare în locații multiple	Utilizare pe arie extinsă	Utilizare pe arie extinsă	Instalare a 2-a copie acasă

Detalii la [www.autocadlt.ro/general-design](http://www.autocadlt.ro/general-design) sau la Partenerii Autorizați Autodesk ([www.autocadlt.ro/parteneri](http://www.autocadlt.ro/parteneri)).

Produsele și serviciile Autodesk sunt disponibile prin rețeaua de Parteneri Autorizați Autodesk. [www.autocadlt.ro/parteneri](http://www.autocadlt.ro/parteneri).

\* Valoarea lunară afișată reprezintă prețul recomandat de vânzare (PRV) Autodesk pentru planul anual de închiriere Desktop Subscription pentru produsele și serviciile Autodesk specificate. Planurile Desktop Subscription sunt disponibile direct de la Autodesk sau prin rețeaua de Parteneri Autodesk, dar pot să nu fie disponibile în toate țările și prin toți partenerii. Prețul de vânzare recomandat (PRV) afișat este prețul de vânzare recomandat de Autodesk pentru produsul și serviciile specificate. PRV nu include nici o indemnizație sau prevedere pentru instalare sau taxe. PRV este afișat ca referință, prețul real este determinat de Partenerul dvs. Autodesk.

\*\*Costul anual mediu în primii 3 ani pentru o licență perpetuă AutoCAD LT plus Maintenance Subscription este calculat la 1.200 EUR preț licență + (220 EUR cost Maintenance Subscription x 3 ani) = 1.860 EUR/ 3 ani.



# Podurile în spațiul geografic al României

## - Podurile contemporane 1945 - 1990 -

**Ing. Sabin FLOREA**

Expert, Verificator Poduri

(continuare din numărul trecut)

Toate aceste intervenții au făcut ca podul să fie repus în circulație într-o stare tehnică corespunzătoare, care să permită o circulație în deplină siguranță și confort, impusă de standardele în vigoare (Eurocoduri), privind capacitatea de trafic și siguranța circulației intense de pe drumurile naționale.

Lucrările de consolidare au început în iunie 2006 și au fost finalizate pe 29 iunie 2007, de către SC. NOVA CONSTRUCT S.R.L. (ing. Ion BUHAN), cu valori care s-au ridicat la un indice de cost de aproximativ 900 de euro/m<sup>2</sup>, valoare foarte apropiată de indicele de cost

pentru un pod nou în condițiile de amplasament date (1.000-1.200 euro/m<sup>2</sup>). Ne permitem să facem următoarele precizări, referitor la costul lucrărilor care a fost relativ ridicat:

- revizia podurilor este făcută cu intermitență, cu perioade foarte mari în care nu se urmărește comportarea lor;
- la acest tip de structuri, bolți din zidărie de piatră cu timpane, lucrările de întreținere aproape că nu există;
- intervenția asupra acestei lucrări s-a făcut cu întârziere foarte mare față de momentul oportun. Dacă lucrările se făceau la momentul oportun, indicele de cost nu ar fi trebuit să fie mai mare de 300 de euro/m<sup>2</sup>.

Oricum, este îmbucurător faptul că această lucrare a renăscut datorită intervențiilor controlate de D.R.D.P. Iași, prin eforturile

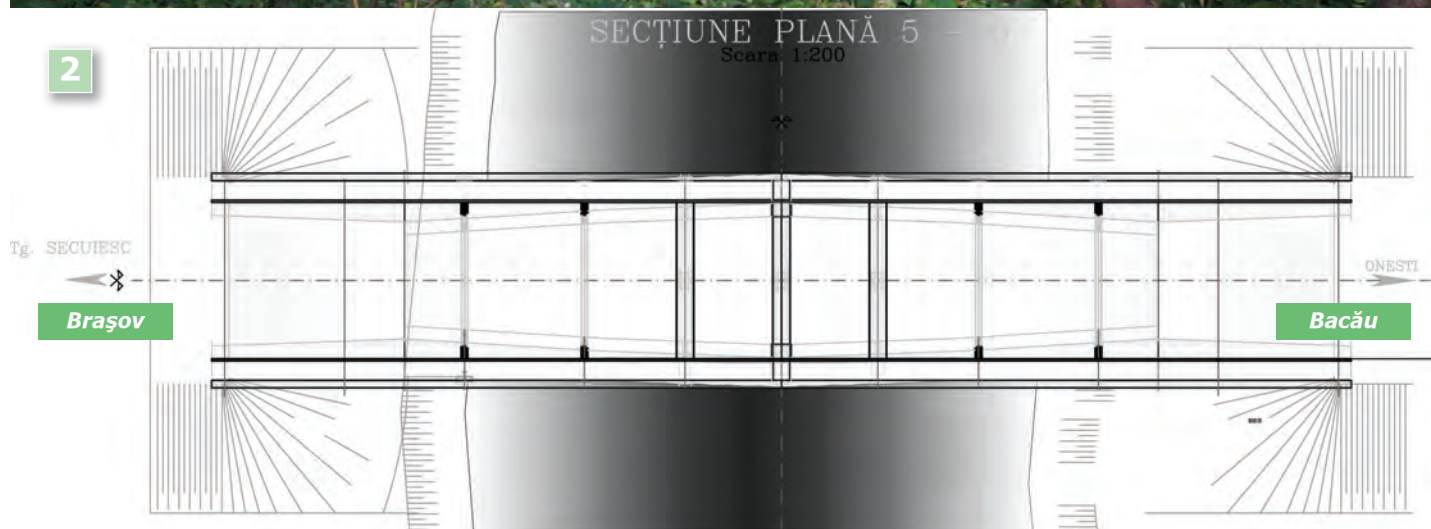
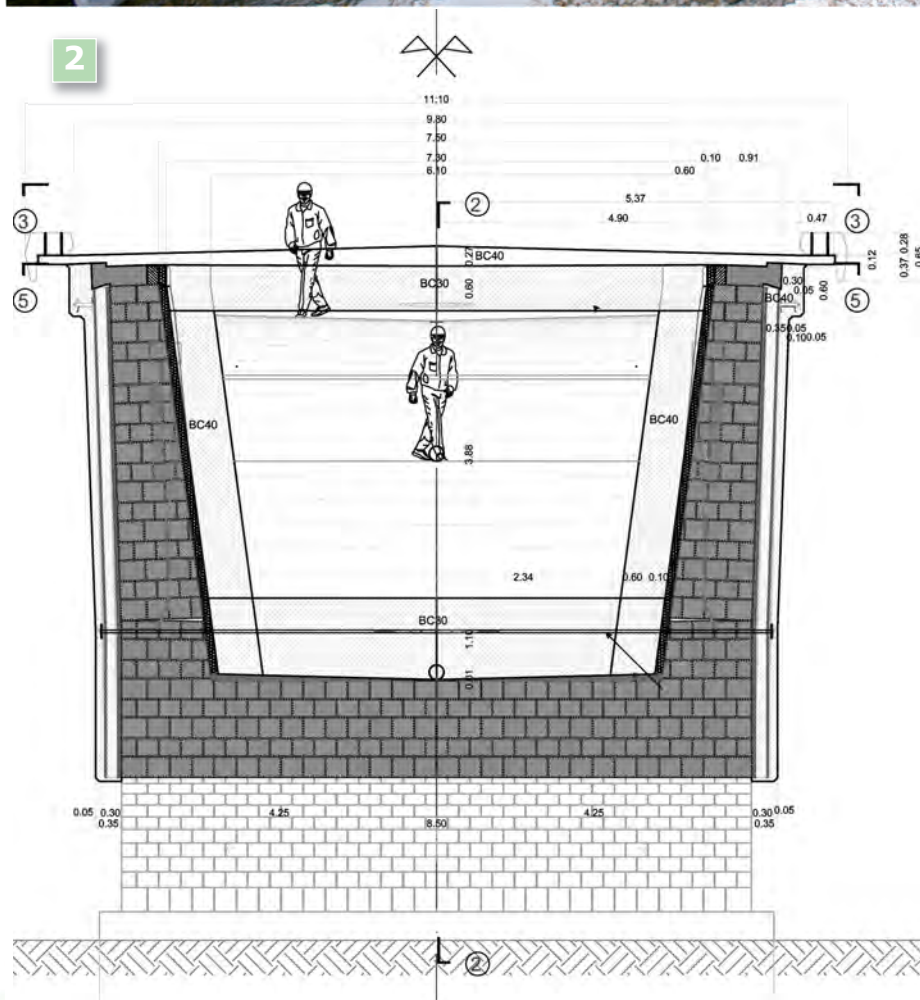


Fig. 202 - Podul peste râul Oituz, la Poiana Sărată

1. Malul drept al râului Oituz, aval de pod (Foto, O. BARBIER, 2002); 2. Vedere plană (Desen, S. FLOREA)





**Fig. 203 - Podul peste râul Oituz, la Poiana Sărată**

**1. Elevația aval a podului consolidat, văzută de pe malul stâng al râului Oituz. (Foto, S. FLOREA);**

**2. Secțiune transversală, proiectul de consolidare. (Desen, S. FLOREA);**

**3. Detaliu de placă în zona de consolă, proiectul de consolidare (Desen, S. FLOREA).**

inginerului Dorel DUMITRESCU și a căpătat resurse de a rămâne în serviciu încă cel puțin 100 de ani, ducând cu ea amprenta celor care au gândit-o, celor care au construit-o, celor care o întrețin și care merită din partea noastră stimă și prețuire. Îndrăznim să afirmăm că aceste tipuri de structuri pot să devină utile, pe teritoriul țării noastre, mai ales pentru zonele muntoase, deoarece pot acoperi, fără probleme deosebite, deschideri cu valori cuprinse între 5–40 m și care să prezinte pentru societate eficiența maximă privind costul și durabilitatea mare în timp. Reamintim că Europa are astfel de structuri care dăinuiesc de peste 3.000 de ani, iar în țara noastră există, cum spuneam, lucrări de artă realizate în perioada lui Ștefan cel Mare, cu punerea în valoare a unui material pe care Dumnezeu l-a lăsat țării noastre cu dărnicie.





Fig. 204 - Podul peste râul Oituz, la Poiana Sărată. Elevația amonte a podului consolidat (Foto, S. FLOREA, 2012)

(continuare în numărul viitor)

## ZIUA DRUMARULUI ROMÂN

Breasla drumarilor din România își sărbătorește ziua în fiecare an, pe 5 august, în pragul sărbătorii creștine de „Schimbare la față”, moment în care natura începe să-și schimbe veșmântul frunzelor și începe să le coloreze în galben, adunând parcă în ele tot soarele verii.

Căi de legătură vitale pentru toți, drumurile au nevoie de grijă, indiferent că este zi sau noapte, vară sau iarnă, zi de lucru sau sărbătoare, iar drumarii au fost de fiecare dată prezenți la datorie, înfruntând vicisitudinile fiecărui anotimp, pentru a reda sau asigura arterele pentru circulația normală. Drumarii au rămas printre pușinii oameni care trăiesc iarna adevărate aventuri ale vieții, în timp ce semenii lor stau în fața televizoarelor și privesc știri cu evenimentele despre iarnă. Indiferent de codurile de toate culorile, drumarii sunt acolo, în mijlocul naturii, protejați doar de Dumnezeu, încercând

să-și ducă la îndeplinire nobila și dificila misiune de a asigura cale liberă tuturor celor care trebuie să ajungă la destinație.

Unele întâmplări, care au în centrul atenției drumarii, trec neobservate sau neștiute



de publicul larg, ahtiat mai mult de altfel de evenimente senzaționale. Interpretarea sau variantele prelucrate ale informațiilor despre noi inundă societatea, ceea ce face ca „eroii drumurilor” să rămână doar simpli anonimi, deși, prin munca lor istovitoare, asigură li-

berul acces între toate așezările umane ale României.

Preocupările majore pentru ridicarea nivelului de pregătire profesională și integrarea în sistem a unor noi generații de ingineri de la facultățile de drumuri și poduri se constituie într-un argument al optimismului asociațiilor de profil, precum și al administratorilor de instituții și firme că viitorul este asigurat la un nivel ridicat de calitate profesională și științifică.

A fost „Ziua Drumarului”. Reuniunile angajaților, pentru a sărbători această zi importantă pentru toți drumarii din țară, deși au rolul de a întări relațiile de muncă, interumane, au fost lăsate deoparte, atât de către angajatori dar și de către sindicate, cu toții fiind conștienți că prezența cotidiană la datorie reprezintă și ea o sărbătoare a sufletului...

**N. POPOVICI**



### Washington: Țigările și autostrada

Departamentul de Stat din Washington a emis recent un avertisment în legătură cu incendiile provocate de șoferii care aruncă

țigările aprinse pe autostradă. La sfârșitul lunii iulie, în apropiere de Lacey - Washington, un incendiu pe autostradă s-a declanșat datorită unei țigări aruncate dintr-o mașină. În urma unor incendii recente, având aceeași cauză, au ars clădiri ale Administrației rutiere și chiar și un centru de depozitare la Payallup. Potrivit Departamentului de Transporturi, incendiile mici, datorate țigărilor aruncate neglijent, au devenit „o adevărată durere de cap” pentru drumari și pompieri.



### Maryland, S.U.A.: Proiecte on-line

Potrivit „Washington Post”, începând de luna aceasta, toate proiectele de construcții de autostrăzi vor fi disponibile gratuit on-line

pentru antreprenorii care vor să participe la licitații. Pe lângă economiile realizate prin eliminarea costurilor de imprimare, potrivit Departamentului de Transporturi din Maryland, antreprenorii vor face economie de timp și energie, „nemaifiind obligați să se ducă până la Baltimore pentru a procura variantele tipărite ale proiectelor.” Această facilitate este cu atât mai importantă cu cât Guvernatorul statului a anunțat recent că vor fi alocați încă 2 mld. de dolari pentru drumuri și poduri.



### Marea Britanie: Cârciuma din drum

Numai într-o singură săptămână din luna iunie a.c., în urma a 1.104.879 de teste alcoolscopice efectuate în 26 de țări eu-

ropene, s-au constatat 16.497 de infracțiuni legate de alcool. Unul din 66 de șoferi testați a consumat alcool peste limita admisă, comparativ cu unul din 63, anul trecut și unul din 59, în anul 2013. În plus, în urma controalelor, s-au constatat și 2.752 de infracțiuni legate de droguri.

**Editorial** ■ „Stăpân să rămână peste țărmurile Dunării”..... **1**

**Management** ■ Instrumente utilizate în evaluarea economică a proiectelor rutiere..... **7**

**Aplicații** ■ Advanced Road Design (ARD) pentru proiectarea drumurilor..... **13**

**Poduri** ■ Poduri la înălțime..... **18**

**Mondo rutier** ■ Better Roads..... **25**

**Utilaje Wirtgen Group în acțiune** ■ Lățime record, cu grad înalt de compactare..... **27**

**Cercetare** ■ Studiu de caz privind comportarea unui pasaj din pământ armat..... **30**

**Mărturii** ■ Podurile în spațiul geografic al României - Podurile temporane 1945 - 1990..... **37**

#### CONSILIUL ȘTIINȚIFIC:

**Prof. dr. ing. Mihai ILIESCU** - UTC Cluj-Napoca;  
**Prof. dr. ing. Gheorghe LUCACI** - UP Timișoara;  
**Prof. dr. ing. Radu ANDREI** - UTC Iași;  
**Prof. dr. ing. Florin BELC** - UP Timișoara;  
**Prof. dr. ing. Elena DIACONU** - UTC București;  
**Conf. dr. ing. Carmen RĂCĂNEL** - UTC București;  
**Ing. Toma IVĂNESCU** - IPTANA, București.

#### REDAȚIA:

Director: **Prof. Costel MARIN**  
Redactor șef: **Ion ȘINCA**  
Director executiv: **Ing. Alina IAMANDEI**  
Grafică și tehnoredactare: **Arh. Cornel CHIRVAI**  
Correspondent special: **Nicolae POPOVICI**  
Secretariat: **Cristina HORHOIANU**

#### CONTACT:

**B-dul Dinicu Golescu, nr. 31, ap. 2, sector 1, București**  
Tel./fax redacție: **021/3186.632; 031/425.01.77; 031/425.01.78; 0722/886931**  
Tel./fax A.P.D.P.: **021/3161.324; 021/3161.325;**  
e-mail: **office@drumuripoduri.ro**  
**www.drumuripoduri.ro**



# Modificatorul maleabil și economic pe bază de elastomeri pentru bitum și asfalt

- *Tehnologie testată, prin așternerea a milioane de metri pătrați*
- *Aplicabil atât prin tehnologia uscată, cât și tehnologia umedă*
- *Mod simplu de prelucrare*
- *Străzi robuste și cu viață îndelungată*
- *Produs ideal pentru diminuarea zgomotului*
- *Se pretează pentru toate condițiile climatice*
- *Este un produs favorabil mediului înconjurător*

Agent  
modificator polimeric  
pentru bitumuri, cu  
experiență îndelungată,  
începând din anul 1998 în  
SUA, 2005 în Europa și  
2008 în România

**ROAD+**  
...longer lasting roads

[www.roadplus.eu](http://www.roadplus.eu)

## România

S.C.Drum Expert Consult S.R.L.  
B.P.Haşdeu 104, bl.H5, sc.B, ap.33 - 900394 Constanta  
Tel. +40 372 789 296, +40 726 588 665, +40 726 125 222  
Fax. +40 372 876 417 - [drexpcns@yahoo.com](mailto:drexpcns@yahoo.com)

## Sistemul SPIDER® stabilizează versanții utilizând oțelul de înaltă rezistență.

- Plasa din oțel de înaltă rezistență (rezistență min. la tracțiune 1770 N/mm<sup>2</sup>)
- Sistemul poate fi optimizat în funcție de teren cu ajutorul mai multor tipuri de plasă
- Eficient d.p.d.v. al costurilor multumită distanțelor mari dintre ancore
- Concept de dimensionare bazat pe testele la scara largă și pe model
- Ampretă redusă de CO<sub>2</sub> precum și posibilitatea de revegetare naturală



Scanați și informați-vă pe:  
[www.geobrugg.com/slopestabilizationmesh](http://www.geobrugg.com/slopestabilizationmesh)

**GEOBRUGG®**  
BRUGG

Geobrugg AG  
Geohazard Solutions  
Str. Zizinului Nr. 2 • RO-500414 Brașov • România  
T +40 268 317 187 • M +40 740 189 083  
[marius.bucur@geobrugg.com](mailto:marius.bucur@geobrugg.com)  
[www.geobrugg.com](http://www.geobrugg.com)







**ORLEN Asphalt Sp. z o.o. PLOCK**  
Sucursala Bucuresti  
Strada Buzesti nr. 75-77, ET. 6

**Terminal: Comuna Floresti,**  
judetul Prahova

**TERMINAL**

[www.ornen-asfalt.ro](http://www.ornen-asfalt.ro)

**A leading provider of bitumen  
for road applications  
in Central Europe**