

Podurile rutiere peste canalele rutiere din România*

Victor Popa**

1. Introducere

Podurile sunt lucrări de artă cu alcătuirii structurale complexe, care necesită un efort investițional deosebit de ridicat. Complexitatea acestor lucrări se explică prin aceea că spre deosebire de alte construcții (clădirile, spre exemplu), care sunt solicitate preponderent la compresiune sau compresiune excentrică, podurile sunt solicitate în principal la încovoiere sau încovoiere cu torsiune. Pe de altă parte, lucrările de poduri sunt expuse mai mult factorilor climatici și de mediu (vânt puternic, ploi abundente, îngheț-dezghet, seism, loviri din trafic etc). În același timp, podurile sunt deosebit de necesare pentru asigurarea continuității căilor de comunicație terestre peste nenumăratele și diversele obstacole întâlnite pe traseele acestora (cursuri de apă, văi adânci, alte căi de comunicație etc).

În România au existat din cele mai vechi timpuri ingineri de un înalt profesionalism și spirit creativ. Dovada o fac marii noștri ingineri constructori Anghel Saligny, Elie Radu, Emil Prager, Gogu Constantinescu și mulți alții, care au fost și pionierii ingineriei românești, lăsând în urma lor lucrări durabile de mare valoare: complexul de poduri feroviare peste brațele Dunării între Fetești și Cernavodă; căi ferate și drumuri cu podurile, gările și toate celelalte servituți aferente; porturi maritime și fluviale cu toate construcțiile anexe necesare bunei funcționări; silozuri și depozite de cereale și diverse materiale; clădiri edilitare, administrative, culturale și sociale etc. Toate acestea au fost realizate în folosul societății, contribuind la industrializarea și modernizarea țării și în final la prosperitatea oamenilor.

Și în comunism s-a construit mult, deși lucrările nu erau de prea bună calitate, ținând cont că era stare de necesitate după ororile războiului, fiind nevoie să se construiască repede și fără un control riguros al execuției. S-a construit după șabloane nu prea bine gândite, bazându-se mult pe prefabricare cu șanse reduse de creativitate. Totuși inginerimea română și-a înțeles menirea și s-a străduit și în această perioadă să fie la înălțime, realizând lucrări de anvergură deosebit de utile pentru progresul economiei naționale. Ar fi de amintit aici podul peste Dunăre la Giurgeni-Vadu Oii; podurile combinate de cale ferată dublă și autostradă adiacente podurilor lui Saligny la Fetești peste brațul Borcea și la Cernavodă peste Dunăre; canalele navigabile Dunăre-Marea Neagră și Poarta Albă-Midia, Năvodari cu toate lucrările aferente: porturi, cheuri de așteptare și de dirijare, ecluze, poduri rutiere și feroviare, excavații și umpluturi, stații și canale de irigații și aducțiuni etc.; metroul bucureștean; amenajarea Dâmboviței în municipiul București; Casa Poporului (actualmente Palatul Parlamentului); centralele hidro-energetice și de navigație PF1 și PF2; etc. Inginerii români au avut un rol primordial în crearea tuturor acestor valori de patrimoniu prin mintea și abnegația lor, mobilizate de menirea de care au dat dovadă când și-au început activitatea pentru care au fost pregătiți.

Realizarea canalelor navigabile din România (Dunăre-Marea Neagră, Poarta Albă-Midia, Năvodari și București-Dunăre) a condus la o mobilizare extraordinară a tuturor forțelor de producție materiale și umane din țară, dându-se

* *Alocuțiune susținută la Simpozionul comemorativ „Anghel Saligny – 100 de ani de la moarte” (17 iunie 2025, Aula Academiei Române)*

***Prof. as. dr. ing., membru titular al Academiei de Științe Tehnice din România*

libertate deplină gândirii creatoare în conceperea tuturor tipurilor de lucrări necesare. O asemenea libertate a existat și în concepția podurilor rutiere peste aceste canale, care a constituit o cotitură radicală pentru realizarea acestor tipuri de lucrări.

Totodată, peste canalul București-Dunăre (râul Argeș) s-a reușit finalizarea podului din Adu-nații Copăcenii în condiții de navigabilizare, înainte de sistarea execuției canalului, imediat după revo-luția din decembrie 1989, producând prima mare pagubă în țară.

După 1990, s-au mai realizat încă două po-duri strict necesare peste canalul Dunăre-Marea Neagră, respectiv, podul de la Cernavodă Gară și podul din portul Constanța Sud Agigea, Km 0+540 pe canal.

2. Descrierea podurilor

Asigurarea traversării rutiere a canalului Du-năre-Marea Neagră s-a realizat inițial prin inter-mediul a patru poduri: podul combinat de cale fe-rată și șosea peste uvrajele ecluzei de la Cernavodă pe DJ 223C Cernavodă-Saligny; podul de șosea de la Medgidia pe DJ 222 Mihail Kogălniceanu-Pie-treni; podul de șosea de la Basarabi (Murfatlar) pe DN3 București-Călărași-Constanța; podul de șo-sea de la Agigea pe DN 39 Constanța-Mangalia.

Ulterior, peste canalul Poarta Albă-Midia, Năvodari s-au mai realizat două poduri rutiere cu structuri speciale la Poarta Albă pe DN22C Cerna-vodă-Medgidia-Constanța și la Ovidiu pe DN2A Urziceni-Hârșova-Constanța.

Podul peste canalul București-Dunăre (râul Argeș) s-a finalizat în luna august a anului 1989.

După 1990 s-au mai executat încă două po-duri peste canalul Dunăre-Marea Neagră, respec-tiv podul din Cernavodă Gară și podul din portul Constanța Sud Agigea.

Podurile rutiere necesare pentru traversarea celor trei canale navigabile s-au realizat în soluții moderne, în premieră în țara noastră, deschizân-du-se astfel calea către abordarea unor structuri eficiente, estetice și durabile, așa cum se va arăta în cele ce urmează.

2.1 Podul combinat de cale ferată și șosea peste uvrajele ecluzei de la Cernavodă

Pentru podul combinat rutier și feroviar de la Cernavodă s-a adoptat soluția de grindă metalică cu zăbrele spațială, continuă pe patru deschideri, totalizând o lungime de 256 metri (deschiderea maximă fiind de 85 m), având căile suprapuse (ca-lea rutieră deasupra căii ferate). (Fig. 1.)

Podul este similar cu podul combinat al lui Anghel Saligny peste Siret de la Cosmești, cu de-osebirea de alcătuire și anume: podul lui Saligny este alcătuit din elemente metalice de calitate in-ferioară și sunt îmbinate cu nituri, așa cum se fo-loseau cu în secol în urmă; calea ferată este sus și cea rutieră este jos, în timp ce noul pod de la Cernavodă a folosit materiale superioare îmbinate prin sudură, iar calea este jos și cea rutieră este sus. Totodată, podurile se deosebesc și prin proce-deul de montaj al suprastructurii, respectiv: podul Saligny a fost montat pe eșafodaje complicate, în timp ce podul Cernavodă a fost montat prin proce-deul modern de lansare în consolă.



Fig. 1 Podul combinat cf și rutier de la Cernavodă peste canalul Dunăre-Marea Neagră.
a) Vedere generală pod; b) Vedere aeriană pod

2.2 Podul de șosea de la Medgidia pe DJ 222

Canalul Dunăre-Marea Neagră are o lățime de 120 m în zona intersecției cu DJ 222 și este prevăzut cu ziduri de sprijin cu parament vertical pe ambele maluri. Traseul drumului este oblic cu cca 86° în zona traversării față de axul canalului.

Pentru podul rutier peste acest canal s-a impus o deschidere teoretică de calcul de 130 m. Soluția adoptată în premieră pentru suprastructura podului principal peste canal este aceea de tablier cu arce metalice și grinzi de rigidizare legate între ele cu tiranți verticali, cunoscută în literatura de specialitate ca structură LANGER, după numele inventatorului Josef Langer. Grinzile de rigidizare



Fig. 2 Podul rutier peste canalul Dunăre- Marea Neagră la Medgidia.

a) Vedere generală pod; b) Vedere pod principal Langer

preiau împingerile produse în arce din încărcările verticale, astfel încât tablierul se comportă ca o grindă independentă exterior din punct de vedere static. Acest mod de alcătuire explică eficiența extraordinară a acestor tipuri de structuri. Se pot acoperi deschideri de până la 150 de metri cu eficiență economică deosebită, prin limitarea lungii

mii structurii principale la minimul strict necesar. Aplicarea conlucrării dintre grinzile metalice de rigidizare ale structurii și platelajul din beton armat precomprimat pe care este așezată calea sprește și mai mult eficiența economică. Lungimea totală a tablierului principal de suprastructură este de 131 m.

Montajul tablierului metalic tip Langer a constat în următoarele operațiuni: montarea subansamblurilor componente pe o platforma amenajată pe malul drept; lansarea pe mal până la albia canalului; riparea și rotirea cu 4 grade pentru a ajunge paralel cu axa podului; ridicarea pe o înălțime de 20 de metri cu 4 troluri electrice și sisteme de palane pentru multiplicarea forței de 32 de ori; riparea la nivelul banchetelor de rezemare ale pilelor; așezarea pe aparatele de reazem.

Podul rutier peste canalul Dunăre-Marea Neagră este compus din trei părți și anume: podul principal peste canal, care acoperă șenalul navigabil; viaductul de acces de pe malul stâng; viaductul de acces de pe malul drept. Lungimea totală a podului este de 668,68m, măsurată între fețele interioare ale culeelor de capăt (Fig. 2a).



Fig.3 Podul rutier peste canalul Dunăre- Marea Neagră la Basarabi (Murfatlar).

a) Vedere generală pod; b) Vedere pod principal Nielsen



Fig.4 Podul hobanat peste canalul Dunăre- Marea Neagră la Agigea.
a) Podul finalizat; b) Podul în curs de schimbare hobane

2.3 Podul de șosea de la Basarabi (Murfatlar) pe DN 3

Podul de șosea peste canalul Dunăre-Marea Neagră din localitatea Basarabi (Murfatlar) este amplasat pe DN 3 în așa numita zonă de creastă a acestei artere navigabile, unde lățimea șenalului navigabil este de 90 de metri, iar malurile acestuia au aproape parament vertical cu o ușoară înclinare către nivelul drumurilor de întreținere ale canalului.

Podul are o lungime totală de 226,10 m, măsurată între fețele interioare ale zidurilor de gardă de la culei și se compune din trei părți, respectiv: podul principal peste canal, viaductul de acces de pe malul stâng și viaductul de acces de pe malul drept.

Tablierul podului principal peste canal este alcătuit din arce metalice și grinzi de rigidizare cu tirați înclinați în sistem triunghiular, cunoscut în literatura de specialitate cu denumirea NIELSEN, după numele inventatorului O.F. Nielsen, cu lungimea de 104,00 m și deschiderea teoretică de 103,00 m. Elementele de platelaj ale tablierului metalic conlucrează cu dala carosabilă a căii din beton armat precomprimat.

Montajul tablierului metalic tip Nielsen a constat în următoarele operațiuni: montarea subansamblurilor componente pe o platforma amenajată în amplasamentul podului; ridicarea tablierului la cota cu vinciuri hidraulice și benzi de ridicare; așezarea pe aparatele de reazem

2.4 Podul peste canalul Dunăre-Marea Neagră la Agigea

La podul peste canalul Dunăre-Marea Neagră de la Agigea pe DN 39 Constanța-Mangalia s-a aplicat în final și în țara noastră pentru prima dată, una dintre cele mai revoluționare și moderne so-

luții de realizare a acestor tipuri de lucrări pentru perioada respectivă: structură hobanată cu grinzile care susțin calea în conlucrare cu platelajul din beton armat al căii, Fig. 4.

Elementele principale cu caracter de noutate ale acestui pod, care s-au folosit la această lucrare, a fost pilonul podului cu înălțimea totală de 78,50 m și susținerea suprastructurii cu hobane alcătuite din fascicule compuse din sârme pentru beton precomprimat (SBP) cu diametrul de 5 mm.

Această lucrare a constituit, de asemenea, un domeniu propice pentru invenții, inovare și creativitate. Astfel, în vederea realizării mai economice, rapide și de calitate mai bună, a apărut invenția „Cofrajului cățărător auto-ridicător”, pe baza căreia s-a elaborat proiectul cu detalii de execuție a acestui dispozitiv, aplicat cu succes la realizarea pilonului podului.

La rosturile de racordare ale suprastructurii s-au folosit dispozitive de acoperire a rosturilor etanșe, în conformitate cu un brevet de invenție românesc.

O serie de inovații s-au aplicat și la montarea tablierului metalic, precum lansarea de pe cele două maluri ale canalului în conformitate cu o tehnologie inovativă de montaj prevăzută într-un proiect elaborat în colectivul Poduri Canal.

Tehnologii inovative s-au aplicat și la alcătuirea și realizarea ancorajelor ajustabile ale hobanelor de pe capul pilonului, cât și la alcătuirea și montarea hobanelor cu baterie de macarale.

Soluția de tablier hobanat având grinzile de susținere a căii în conlucrare cu platelajul din beton armat precomprimat, aplicată la podul rutier peste canalul Dunăre-Marea Neagră de la Agigea, a deschis calea pentru folosirea acestor structuri la mai multe asemenea poduri din țara noastră, inclusiv

a unui pod suspendat unicat peste brațul Dunărea Mică (Gogoșu) la Ostrovul Mare, în cadrul Sistemului Hidro-Energetic și de Navigație „Porțile de Fier II” (SHEN-PFII).

2.5 Podul de șosea peste canalul Poarta Albă-Midia, Năvodari de la Poarta Albă

Podul de șosea peste canalul Poarta Albă-Midia, Năvodari de la Poarta Albă este amplasat pe DN 22C, la intrarea dinspre Cernavodă în această localitate, la o distanță de cca 200 de metri față de intersecția dintre ramura de nord și cea de sud a canalului Dunăre-Marea Neagră. Lățimea la fund a șenalului navigabil în această zonă este de 70 de metri, iar malurile acestuia sunt prevăzute cu taluzuri cu panta de 1: 3,5.

Pentru podul rutier peste acest canal s-a impus un tablier cu o deschidere teoretică de calcul de 110 m și lungime totală de 111 m. Soluția adoptată pentru suprastructura podului principal peste canal este aceea de tablier tip Langer, cu arce metalice și grinzi de rigidizare legate între ele cu tiranți verticali, similară cu cea de la podul din Medgidia, dar cu o deschidere mai mică cu 20 de metri, Fig. 5. Grinzile de rigidizare, antretoazele și lonjeronii din metal conlucrează cu dala carosabilă din beton armat precomprimat, sporind eficiența economică a structurii.

Podul rutier peste canalul Poarta Albă-Midia, Năvodari la Poarta Albă este compus din trei părți și anume: podul principal peste canal, care acoperă șenalul navigabil; viaductul de acces de pe malul stâng; viaductul de acces de pe malul drept. Lungimea totală a podului este de 171,35

m, măsurată între fețele interioare ale zidurilor de gardă de la culeele de capăt.

Montajul tablierului metalic a cuprins următoarele operațiuni: asamblarea pe malul drept al canalului; lansarea până la albia canalului pe direcția axului podului; lansarea tablierului peste canal; ridicarea prin metoda subzidirii; așezarea pe aparatele de reazem.

2.6 Podul peste canalul

Poarta Albă-Midia, Năvodari la Ovidiu

Podul de șosea peste Canalul Poarta Albă-Midia, Năvodari de la Ovidiu este amplasat pe DN 2A București-Mihai Kogălniceanu-Constanța la intrarea în această localitate.

Pentru podul rutier peste acest canal s-a impus o deschidere teoretică de calcul de 110 m. Soluția adoptată pentru suprastructura podului principal peste canal este aceea de tablier tip Langer, cu arce metalice și grinzi de rigidizare legate între ele cu tiranți verticali, absolut identică cu cea a podului de la Poarta Albă, Fig. 6. Grinzile de rigidizare, antretoazele și lonjeronii din metal conlucrează cu dala carosabilă din beton armat precomprimat sporind eficiența economică a structurii. Lungimea totală a tablierului principal de suprastructură este de 111 m.

Podul rutier peste canalul Poarta Albă-Midia, Năvodari de la Ovidiu este compus din trei părți și anume: podul principal peste canal, care acoperă șenalul navigabil; viaductul de acces de pe malul stâng; viaductul de acces de pe malul drept. Lungimea totală a podului este de 261,50 m, măsurată între fețele interioare ale zidurilor de gardă de la culeele de capăt.



Fig. 5 Podul peste canalul Poarta Albă-Midia, Năvodari la Poarta Albă.
a) Vedere generală; b) Vedere cale pod



Fig. 6 Podul peste canalul Poarta Albă-Midia, Năvodari
Vedere generală



Fig. 7 Podul peste canalul București-Dunăre la Adunații
Copăcenii. Vedere generală

Pentru montarea tablierului metalic la podul din Ovidiu au fost efectuate următoarele operațiuni, respectiv: asamblarea tablierului metalic pe platforma amenajată în amplasamentul viitorului pod; ridicarea tablierului metalic prin metoda sub-betonării; așezarea tablierului pe aparatele de reazem.

2.7 Podul peste canalul

Dunăre-București la Adunații Copăcenii

Râul Argeș este ca și Oltul un curs de apă important în țara noastră. Proiectul pentru canalul Dunăre-București se numea „Amenajarea râului Argeș pentru navigație, irigații și alte folosințe” și impunea reconstrucția unor poduri, inclusiv a celui de la Adunații Copăcenii pe DN 5 București-Giurgiu. Pentru reconstrucție a fost propus în STE (Studiul Tehnico-Economic), similar cu Studiul de Fezabilitate (SF) din prezent, un pod nou de 250 m lungime. Acesta trebuia construit la o distanță de 20 m în amonte de cel existent, care urma să fie dezafectat. Având în vedere că suprastructura podului existent din tabliere vechi cu zăbrele și gabarit limitat fusese înlocuită cu doar opt ani înainte cu o soluție modernă de tablier mixt cu conlucrare (oțel-beton armat), rezemat pe vechea infrastructură, în final s-a propus și adoptat o nouă soluție inovativă, constând în mutarea prin ripare a suprastructurii existente pe o nouă infrastructură, ridicarea acesteia pe o înălțime de 8 metri și extinderea podului cu încă două deschideri de câte 27 m lungime fiecare, Fig. 7. Costul podului în această soluție s-a redus cu 50 de procente față de costul podului nou propus inițial.

2.8 Podul peste canalul Dunăre-Marea Neagră în zona Gării Cernavodă

Soluția adoptată pentru execuția tablierului principal peste canal al podului a fost aceea de arce

metalice cu grinzi de rigidizare și tiranți înclinați în sistem romboidal, cu contravântuiri superioare, având deschiderea de 172 de metri. Viaductele de acces la pod au tot o structură metalică continuă pe 2 deschideri de cca 44 metri fiecare pe malul drept și pe 7 deschideri cuprinse între 32 și 40 de metri pe malul stâng.

Tehnologia de montaj a constat în tehnologii deosebit de dificile, de care echipa de constructori care a realizat această importantă lucrare (proiectanți, executanți, consultanți, etc) s-au descurcat foarte bine. Aspectul acestui pod, căruia i s-a dat denumirea „Podul Sfânta Maria”, reprezentând o emblemă a orașului Cernavodă este prezentată în Fig. 8.

2.9 Podul peste canalul Dunăre-Marea Neagră în portul Constanța Sud Agiea

Soluția de pod principal îmbunătățită, propusă pentru eficientizarea lucrării pentru podul din portul Constanța este aceea de pod hobanat cu „*structură hibridă*” cu doi piloni. Structura hibridă este atunci când tablierul podului este executat parțial dintr-un material, respectiv metal în conlucrare cu platelajul căii din beton, iar restul este din alt material, respectiv beton precomprimat. Structurile hibride la poduri sunt cele mai eficiente din punct de vedere tehnico-economic. Deschiderile podului principal sunt de $80\text{m}+200\text{m}+80\text{m}=360\text{m}$. Viaductele acestui pod au suprastructura alcătuită din grinzi prefabricate precomprimate cu deschideri cuprinse între 30 și 40 de metri. Lungimea totală a podului este de 906,80m.

Tronsoanele pentru alcătuirea tablierului metalic al podului hobanat s-au uzinat pe un șantier special amenajat în apropierea amplasamentului podului. Transportul și montarea tronsoanelor



Fig. 8 Podul rutier cu structură Nielsen peste canalul Dunăre-Marea Neagră la Cernavodă Gară.

a) Vedere generală pod la inaugurare; b) Vedere pod de pe albia canalului

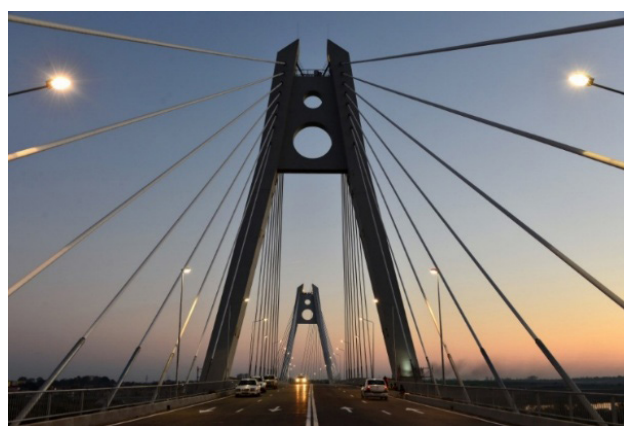


Fig. 9 Podul hobanat peste canalul Dunăre-Marea Neagră în portul Constanța Sud Agigea

a) Vedere generală; b) Vedere de pe cale

uzinate și vopsite s-au realizat pe apă cu ajutorul macaralelor plutitoare. Tronsoanele care au rezemat pe pilele-culei ale podului cu lungimea de cca 60 de metri și o masă de 600 de tone, s-au transportat și montat cu macaraua plutitoare Olimpia având capacitatea de 1800 tdw. Tronsoanele curente cu lungimi de 10 metri și o masă de cca 60 tone, s-au transportat și montat cu macarale plutitoare normale.

Podul peste Canalul Dunăre-Marea Neagră în portul Constanța-Sud Agigea, Km 0+540 pe canal, reprezintă una din cele mai importante și valoroase lucrări de artă, care asigură traversarea căilor rutiere peste canalele navigabile din România. Valoarea acestei lucrări este dată de soluția inovativă a podului principal, de deschiderea cea mai mare

la structurile hobanate din România (200m), de aspectul arhitectural deosebit și de execuția deosebit de atentă și corectă, demonstrată cu prisosință și de imaginile prezentate, Fig. 9. Totodată, s-a acordat o atenție deosebită privind aspectul arhitectural al pilonilor podului. Înclinarea fețelor superioare către exteriorul elevației elimină posibilitatea stărnării apei din precipitații pe capetele stâlpilor de piloni, ceea ce ar conduce la degradarea prematură a acestor elemente. Elementul de legătură dintre stâlpii de piloni are rol dublu, respectiv reducerea greutății în zona superioară a acestora (favorabilă în caz de cutremur) și evident un rol estetic. De asemenea, sub rigla banchetei de rezemare s-a introdus o diafragmă cu gol semiovoidal având grosimea de 1,00 m.