

SOLUȚII MODERNE DE PODURI APLICATE ÎN ROMÂNIA ÎN ULTIMELE DOUĂ DECENII

Dr. ing. Victor POPA

Vicepreședinte CONSITRANS,
Membru corespondent al Academiei de Științe Tehnice din România,
Președinte CNCisC

REZUMAT. Deschiderea porților către țările dezvoltate după 1990 a determinat și progresul în concepția și execuția podurilor în România. Cel mai important pas l-a constituit încrederea în posibilitățile inginerilor noștri de a găsi noi soluții și de a folosi materiale moderne, eficiente. Din punct de vedere al execuției, elementul cel mai nou a constat în utilizarea materialelor de construcție și a tehnologiilor de execuție menite să îmbunătățească calitatea podurilor. Lucrarea prezintă câteva exemple de construcții realizate în țara noastră în ultimele două decenii, punctând principalele lor caracteristici tehnice.

Cuvinte cheie: poduri, lucrări semnificative, structuri mixte cu conlucrare, pasaj aeroportul Otopeni, structuri speciale.

ABSTRACT. Opening doors in 1990 to developed countries has led to progress in the design and execution of bridges in Romania. The most important step was the confidence of our engineers into their possibilities to find new solutions and to use modern and efficient materials. In terms of implementation, the new element was the use of building materials and execution technologies to improve the quality of bridges. This paper presents some examples of special works made in the last two decades in our country, pointing out their main technical characteristics.

Keywords: bridges, significant works, mixed structures with cooperation, passage airport, special structures.

1. INTRODUCERE

Podurile sunt lucrări de artă complexe, care necesită un efort investițional deosebit de ridicat. Cu toate acestea, podurile sunt necesare, căci numai prin intermediul lor pot fi traversate nenumăratele și diversele obstacole pe care le întâlnește orice cale de comunicație.

Pentru ca valoarea totală a investiției să fie acceptabilă, trebuie să existe o concepție cât mai rațională, bazată pe cunoștințe temeinice pluri-disciplinare, dar și pe experiențele predecesorilor de pe cât mai multe meridiane ale Terrei.

Ca orice industrie, construcția podurilor este în permanentă evoluție, bazându-se pe o atentă cercetare atât din punct de vedere al metodelor și tehnicilor de calcul, cât și al materialelor de construcție și tehnologiilor de execuție.

Progresele înregistrate în aceste domenii ne ajută să abordăm cele mai complexe și diversificate soluții conceptuale care ar răspunde cel mai bine cerințelor și să aplicăm la execuție cele mai potrivite materiale și tehnologii, menite să conducă la creșterea calității și implicit a durabilității.

Lucrările de poduri, pasaje și viaducte realizate în ultimele două decenii demonstrează progresele înregistrate în acest domeniu și în țara noastră. În cele ce

urmează vor fi prezentate o serie de lucrări de poduri, subliniind elementele de noutate aplicate la concepție și/ sau execuție.

2. EXEMPLE DE LUCRĂRI SEMNIFICATIVE

2.1 Poduri cu suprastructuri din grinzi prefabricate precomprimate

Grinzile prefabricate din beton precomprimat pentru poduri au apărut ca o necesitate de creștere a ritmului de execuție după cel de-al doilea război mondial, când volumul de reconstrucție era deosebit de mare, dar și ca urmare a dezvoltării industriei, fapt ce a permis realizarea de echipamente de manipulare și montaj din ce în ce mai performante.

În țara noastră, construcția de poduri cu grinzi prefabricate precomprimate a pătruns prin anii '55 – '60 iar în următoarele două decenii a cunoscut o dezvoltare impetuoasă atât ca urmare a necesităților postbelice, cât și a situației precare anterioare din acest domeniu.

S-a construit mult, dar nu întotdeauna bine.

Sistemul din acea perioadă, dar și mentalitatea noastră greșită privind munca și mai ales rezultatul

muncii, evidențiată prin expresia „lasă că merge și așa”, mentalitate ce mai persistă încă pe la noi, a făcut ca multe din aceste lucrări să se degradeze prematur (în cca. 20 - 30 de ani), deși ideea era ca ele să dureze cel puțin 100 de ani, betonul fiind considerat un material indestructibil și ușor de realizat. Realitatea a demonstrat că nici betonul nu este indestructibil și cu atât mai mult nu poate fi executat la întâmplare ci cu profesionalism, după reguli stricte. După 1990 au început să pătrundă în țară cofraje moderne, fabrici de beton cu dozare precisă a materialelor componente, tehnologii și reguli corecte de punere în operă, aditivi pentru asigurarea cerințelor necesare ale betonului, laboratoare de testare corespunzătoare, etc.

Așa se face că primele lucrări de artă executate la un nivel de calitate cu adevărat superior au fost cele 10 pasaje noi peste autostrada A 1 București – Pitești, având suprastructura realizată din grinzi prefabricate precomprimate cu armături preîntinse. Atât grinziile principale cât și restul suprastructurii și întreaga infrastructură au fost realizate la un nivel superior de calitate (fig. 1).



Fig. 1. Pasaj nou peste autostrada A1.

Introducerea noilor materiale pentru repararea betoanelor a creat posibilitatea ca și reabilitarea și consolidarea podurilor și pasajelor existente, grav deteriorate în cei 30 de ani de exploatare, să se facă la un nivel superior de calitate (fig. 2).



Fig. 2. Pasaj reabilitat peste autostrada A1.

În domeniul concepției s-au făcut de asemenea progrese însemnate. Astfel, au apărut suprastructurile din grinzi prefabricate precomprimate continuizate la nivel de structură și nu de placă, așa cum erau realizate până în anul 1990.

Avantajul principal al acestei soluții îl constituie obținerea de economii însemnate de cost prin realizarea unor structuri continue cu solicitări mai reduse față de structurile simplu rezemate. Economia de cost rezultă din înălțimea redusă de construcție, care conduce la reducerea înălțimii și implicit a lungimii rampelor și viaductelor de acces.

Primul pasaj realizat în această soluție este cel de pe DN 1 București – Ploiești în zona aeroportului Henri Coandă de la Otopeni (Fig. 3).



Fig. 3. Pasaj aeroportul Otopeni.

Podurile cu structuri continue mai au și marele avantaj de a diminua numărul rosturilor de racordare și al aparatelor de reazem pentru grinzi.

Printre elementele de noutate introduse în construcția podurilor după anul 1990 trebuie menționate hidroizolațiile performante, care permit o protecție reală împotriva infiltrației apei de pe cale către structura de rezistență și dispozitivele de acoperire a rosturilor de dilatație etanșe, care elimină una din cauzele principale ce au favorizat degradările podurilor anterioare.

2.2. Poduri cu structuri mixte cu conlucrare

Structurile mixte cu conlucrare sunt compuse din tabliere metalice în conlucrare cu platelajul din beton armat care susține calea, prin intermediul unor piese de legătură metalice denumite conectori.

Structurile alcătuite în acest fel au o serie de avantaje certe, care le recomandă pentru execuția podurilor cu deschideri medii și mari. Printre aceste avantaje pot fi enumerate: reducerea substanțială a încărcărilor permanente, a înălțimii de construcție, a timpului de execuție, cu efecte benefice asupra prețului de cost.

Poduri cu structuri mixte cu conlucrare se pot realiza cu succes atât cu grinzi independente (simplu rezemate, cât și cu grinzi continue pe două, trei sau mai multe deschideri.

Exemple de poduri cu structuri mixte cu conlucrare cu grinzi continue sunt cele 3 poduri peste Argeș, pe zona de ocolire Nord a municipiului Pitești, cu profil de autostradă, având deschideri de 50,00 m + 70,00 m + 50,00 m, dar oblicități diferite (Fig. 4), precum și podul peste râul Doamnei, având 2

tabliere cu grinzi mixte cu conlucrare continuă pe câte 3 deschideri de câte 60,00 m lungime fiecare ($2 \times 3 \times 60,00 \text{ m} = 360,00 \text{ m}$).



Fig. 4. Pod peste Argeș pe centura de ocolire Pitești.

Exemple de poduri cu structuri mixte cu conlucrare independentă pot fi amintite podurile peste râul Câmpinița la Lunca Cornului, jud. Prahova ($1 \times 40,00 \text{ m}$) (Fig. 5); podul de la km 16 + 030 pe DN 25 Mărășești – Tecuci ($1 \times 30,00 \text{ m}$) și podul peste râul Ialomița la Albești-Andrășești (Fig. 6), jud. Ialomița ($20,00 \text{ m} + 40,00 \text{ m} + 20,00 \text{ m}$).



Fig. 5. Pod peste râul Câmpinița.



Fig. 6. Pod peste râul Ialomița.

În general aceste poduri înlocuiesc eficient lucrările care au avut de suferit sau chiar au fost prăbușite de inundații. Avantajul principal este reducerea timpului de execuție, a înălțimii de construcție și a încărcărilor permanente la un preț comparabil cu cel al podurilor cu suprastructuri din grinzi prefabricate precomprimate.

O lucrare deosebit de interesantă din categoria structurilor mixte cu conlucrare o constituie pasajul denivelat peste DN 1 la Câmpina [1], care asigură legătura facilă dintre drumul de o deosebită importanță economică și socială pe care îl traversează și Calea Daciei, care constituie accesul principal în acest municipiu (Fig. 7).



Fig. 7. Pasaj denivelat peste DN 1 la Câmpina.

2.3. Poduri cu structuri speciale

Podurile cu structuri speciale sunt acele poduri unicat, care se realizează pentru traversarea unor obstacole mai deosebite (râuri mari, canale navigabile sau fluvii, obstacole cu oblicitate mare, văi adânci sau cu maluri abrupte, etc). În general aceste poduri au deschideri mari, care nu pot fi realizate decât prin utilizarea structurilor speciale (arce sau bolți, structuri hobanate, structuri suspendate).

2.3.1. Poduri cu arce sau bolți

Dezvoltarea industrială și implicit apariția noilor materiale de construcție (metalul și apoi betonul sub diferitele lor forme de evoluție) au condus la apariția podurilor pe arce care sunt structuri ce pot prelua foarte bine atât solicitarea de compresiune cât și de încovoiere. Apariția și perfecționarea metodelor și a tehnologiilor de calcul au permis realizarea unor poduri pe arce spectaculoase, cu deschideri remarcabile, care depășesc cele mai îndrăznețe așteptări.

În țara noastră, primele poduri remarcabile pe arce în sistem Langer (cu tiranți verticali) s-au executat în anii 1980-1986 peste canalele navigabile Dunăre – Marea Neagră și Poarta Albă – Midia Năvodari (Fig. 8) [2].



Fig. 8. Pod peste Canalul Dunăre – Marea Neagră la Medgidia.

După anul 1990 s-a realizat de asemenea un pod cu arce în sistem Nielsen (cu tiranți înclinați) având o deschidere de 170 m peste canalul Dunăre – Marea Neagră în zona gării Cernavodă (Fig. 9). Structura principală este integral metalică având platelaj de tip placă ortotropă.



Fig. 9. Pod peste Canalul Dunăre – Marea Neagră la Cernavodă.

Recent a fost dat în folosință complexul de poduri și pasaje Basarab din București, în cadrul căruia podul peste Dâmbovița are o structură tip Langer cu deschiderea de 120 m.

Tot în grupa structurilor pe arce tip Langer cu arce înclinate poate fi amintită suita de pasarele de pe DN 1 între București și Predeal (Fig. 10), care au o deschidere de 20 m. Aceste pasarele au fost executate integral din metal (țevi și profile) având marele avantaj că au o înălțime de construcție deosebit de redusă, de numai 20 cm, se montează rapid (în cca. 2 ore) fără întreruperea îndelungată de trafic și au un aspect estetic deosebit. Tot în cadrul acestei suite de pasarele există și una cu structură hobanată, la Sinaia, cu deschiderea de 35 m (Fig. 11).



Fig. 10. Pasarelă peste DN 1 la Potigrafu.



Fig. 11. Pasarelă peste DN 1 la Sinaia.

Podurile pe arce sunt structuri deosebit de eficiente, dar sunt limitate ca deschideri, necesită un proces de proiectare mai complex și tehnologii de execuție specializate. Aceste poduri se înscriu în domeniul podurilor cu deschideri medii și mari, rezolvând traversări de obstacole importante.

2.3.2. Poduri pe cabluri (hobanate și suspendate)

Podurile hobanate și suspendate au ajuns să acopere deschideri incredibil de mari, de peste 1 km în cazul podurilor hobanate (deschiderea record actuală este de 1204 m la podul Ruski Bridge de la Volgograd, Rusia) și de aproape 2 km în cazul podurilor suspendate (deschiderea record actuală este de 1991 m la podul Akashi Kaikyo din Japonia).

În țara noastră primul pod hobanat cu hobane rigide s-a executat în anii 1964-1965 peste Siret la Sagna, dar un pod hobanat pe cabluri s-a executat în 1983 peste Canalul Dunăre Marea Neagră la Agigea, cu deschiderea principală de 162,00 m, după ce în prealabil se executase o pasarelă cu deschiderea de 85 m peste Someș la Orades.

Atât podul Agigea cât și pasarela Oradea s-au realizat după un sistem mai vechi, cu un număr redus de hobane, acestea fiind alcătuite din fascicule de sârmă pentru beton precomprimat.

După anul 1990 s-au executat sau sunt în curs de execuție câteva poduri și pasaje în sistem modern, cu un număr mai mare de cabluri alcătuite din toroane protejate în teci de polietilenă de înaltă densitate. Un pod hobanat interesant și deosebit de eficient, cu structură hibridă, s-a executat în localitatea Cornu, jud. Prahova, peste Valea Rea (Fig. 12) [3].



Fig. 12. Pod hobanat peste Valea Rea la Cornu.

Acest pod are o structură din beton armat în deschiderile laterale și pe cca. 12 m de fiecare parte a deschiderii centrale și o structură mixtă cu conlucrare (grinzi din oțel-platelaj din beton armat) în zona mediană a deschiderii centrale. Podul are trei deschideri de 15 m + 42 m + 15 m și o înălțime de construcție de doar 1 m.

Un pasaj hobanat simetric cu pilon central s-a proiectat și executat la Otopeni. Acesta realizează

traversarea șoselei de centură Nord a municipiului București peste calea ferată de centură (Fig. 13).



Fig. 13. Pasaj peste șosea și cale ferată la Otopeni.

Un pasaj hobanat asimetric cu un singur pilon și deschiderea principală de 150 m s-a executat în cadrul complexului de poduri și pasaje Basarab (București), care se desfășoară de-a lungul bulevardului N. Titulescu, Șos. Orhideelor și Grozăvești pe o lungime de cca. 2 km.

Pasajul hobanat de autostradă peste DN 1 la Bărcănești, județul Prahova [4] are trei deschideri de 40,00 m + 80,00 m + 40,00 m și o structură hibridă (beton armat precomprimat în deschiderile laterale și tablier mixt cu conlucrare pe o lungime de 60 m din zona mediană a deschiderii centrale. Pasajul a fost finalizat la sfârșitul anului 2012 (Fig. 14). [4].

Un pod hobanat interesant și important în același timp pentru zona unde va funcționa este amplasat în portul Constanța, la Agigea, peste Canalul Dunăre – Marea Neagră și va asigura legătura dintre partea de Sud și cea de Nord, despărțite prin Canal. Podul are trei deschideri de 80 m + 200 m + 80 m = 360 m, asigurând un gabarit de navigație cu înălțimea de 17,50 m și lățimea de 150 m. Lungimea totală a podului împreună cu viaductele de acces este de 900 m. Podul este în curs de execuție și va fi terminat la sfârșitul acestui an (Fig. 15).

Podurile suspendate sunt lucrările speciale care acoperă cele mai mari deschideri, ajungându-se la

lungimi record, impresionante, de ordinul kilometrilor.



Fig. 14. Pasaj hobanat de autostradă la Bărcănești.



Fig. 15. Pod peste CD-MN in portul Constanta.

De regulă aceste poduri se realizează peste fluvii, lacuri întinse, strâmtoare ale mărilor unde trebuie să asigure gabarite de navigație generoase atât ca înălțime cât și ca lățime.

În România există un singur pod suspendat cu trei deschideri de 60 m + 240 m + 60 m și o lungime totală de 360 m [5]. Podul a fost conceput pentru realizarea unui acces mai facil în insula Ostrovul Mare peste brațul Dunărea Mică (Gogoșu) în cadrul complexului hidroenergetic și de navigație de la Porțile de Fier II. Podul are o structură hibridă cu deschideri laterale din beton precomprimat și deschiderea centrală din metal cu placă ortotropă, fiind o soluție unicat pe plan mondial, din acest punct de vedere (Fig. 16).



a)



b)

Fig. 16. Podul suspendat Gogoșu:
a – vedere generală; b – vedere cale pod.

3. CONCLUZII

Concepția și execuția podurilor după anul 1990 a căpătat noi conotații, realizându-se progrese însemnate în ceea ce privește abordarea unor soluții mai îndrăznețe și creșterea calității execuției, grație extinderii orizontului cunoașterii, evoluției tehnicii de calcul, introducerii materialelor de construcție moderne și a tehnologiilor avansate de execuție.

Lucrările realizate după 1990 se caracterizează deci prin soluții mai diversificate și execuție mai îngrijită, de mai bună calitate. Este loc pentru "mai bine", în special în ceea ce privește respectarea mediului înconjurător, acordarea unei atenții speciale aspectului estetic și încadrării armonioase în mediu, cât și în ceea ce privește crearea condițiilor mai bune de întreținere și chiar de postutilizare a elementelor constructive.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Popa, V. *Pasaj denivelat peste DN 1 pentru acces în municipiul Cămpina*, partea I - Concepție și alcătuire, Revista Drumuri & Poduri nr. 121 (190) iulie 2013, pg. 4-9; partea a II-a - Tehnologii de execuție, Revista Drumuri & Poduri nr. 123 (192) septembrie 2013, pg. 3-9;
- [2] Popa, V. *Bridge Type Langer over the Navigable Canals in România*, Composite Construction IV, Banff – Alberta, CANADA, May 28 – June 2, 2000;
- [3] Popa, V., Mihale, T. *Pod rutier hobanat peste Valea Rea la Cornu*. Zilele academice timișene. Ediția a VIII-a Infrastructuri eficiente pentru transporturi rutiere Timișoara, 22-23 mai 2003, pag. 1-8;
- [4] Popa, V. *Pasaj hobanat de autostradă peste DN 1 la Bărcănești*, partea I - Concepție și alcătuire, Revista Drumuri & Poduri nr. 113(182) noiembrie 2012, pg. 5-7; partea a II-a Tehnologia de execuție, Revista Drumuri & Poduri nr. 114(183) februarie 2013, pg. 4-11
- [5] Popa, V. *The Suspension Bridge over the Little Danube (Gogosu) in Romania*. The 4th International Conference on Bridges across the Danube, Bratislava, Slovakia, 13-15 september 2001. Proceedings pag. 271-277.

Despre autor

Dr. ing. **Victor POPA**

Vicepreședinte CONSITRANS,

Membru corespondent al Academiei de Științe Tehnice din România,

Președinte CNCisC

Membru al asociațiilor profesionale naționale: ASTR, AICR, AGIR, APDP, AICPS, CNCisC și internaționale: IABSE și IABMAS; expert tehnic și verficator de proiecte poduri; asistent, lector și profesor asociat în perioada 1975-1992 la Facultatea de Construcții Căi Ferate, Drumuri și Poduri din cadrul UTCB; peste 100 de articole tehnico-științifice publicate în reviste de specialitate sau prezentate la simpozioane și conferințe naționale și internaționale; proiectant și coordonator a peste 300 de proiecte pentru lucrări de poduri, pasaje și viaducte, dintre care peste 100 sunt lucrări deja executate; trei patente de invenții și peste 15 certificate de inovații; peste 20 de diplome și medalii; colaborări externe în: Bulgaria, Anglia, Franța, Nigeria, Spania.