

Pod peste Seeblickweg — pasarelă pietonală și pentru bicicliști din lemn și beton armat cu carbon

Armături inovatoare din plasă de carbon

Pod peste Seeblickweg

Pasarelă nouă pentru pietoni și bicicliști, în structură mixtă lemn–beton armat cu carbon (HBV)

Rezumat

Pasarelele tradiționale din beton armat cu armături din oțel sunt sensibile la coroziune, necesită aparate de reazem și rosturi de dilatație și implică intervenții recurente de întreținere.

Noua pasarelă pentru pietoni și bicicliști peste Seeblickweg, în Stuttgart, adoptă o abordare structurală alternativă: o structură integrală mixtă lemn–beton (HBV – Holz-Beton-Verbund), care integrează un tablier din beton cu grosimea de 290 mm, armat cu armături nemetalice din carbon.

Integrarea plaselor din carbon în zonele întinse permite eliminarea riscurilor de coroziune, controlul deschiderii fisurilor ($\leq 0,15$ mm) și reducerea semnificativă a necesarului de întreținere pe durata ciclului de viață.

Cu o lungime totală de 69,2 m și punere în funcțiune în februarie 2025, construcția constituie una dintre primele aplicații la scară mare ale armăturii din carbon într-un pod HBV și a fost premiată în cadrul IABSE Awards 2025, la categoria Inovație.

Contextul proiectului

Pasarela Seeblickweg a fost realizată pentru a asigura o legătură sigură și accesibilă între două cartiere din Stuttgart-Neugereut, traversând o arteră rutieră cu trafic intens.

Obiectivul proiectului nu s-a limitat la realizarea unei simple traversări, ci a urmărit proiectarea unei infrastructuri durabile, cu întreținere redusă și optimizată din punctul de vedere al impactului asupra mediului.

În locul unui tablier clasic din beton armat cu oțel, echipa de proiectare a ales un concept hibrid care asociază:

- Grinzi principale din lemn lamelat;
- O placă din beton armat care lucrează în sistem compozit;
- Armătură nemetalică din carbon.

Acest proiect ilustrează integrarea inovației structurale și a materialelor durabile într-o infrastructură publică urbană.

Localizare

Construcție: pasarelă pentru pietoni și bicicliști peste Seeblickweg

Oraș: Stuttgart, Germania

Cartier: Stuttgart-Neugereut

Beneficiar: Orașul Stuttgart – Tiefbauamt

Caracteristici geometrice:

- Lungime totală: 69,20 m;
- Deschideri: 30,23 m – 7,86 m – 29,92 m;
- Lățime totală: 4,00 m;

- Lățime utilă: 3,20 m.

Pasarela se integrează în rețeaua de mobilitate nemotorizată a orașului și asigură separarea completă a fluxurilor de pietoni și bicicliști față de traficul rutier.

Domeniul lucrărilor și obiective

Domeniul lucrărilor:

- Proiectarea și realizarea unui pod integral HBV;
- Realizarea unei plăci din beton armate cu plase din carbon;
- Asigurarea interacțiunii compozite lemn–beton;
- Integrarea unui sistem de monitorizare structurală;
- Realizarea completă și punerea în funcțiune (aprilie 2023 – februarie 2025).

Obiective:

- Eliminarea armăturilor din oțel expuse riscului de coroziune;
- Limitarea deschiderii fisurilor la $\leq 0,15$ mm;
- Reducerea necesarului de întreținere pe termen lung;
- Garantarea robusteții și durabilității;
- Optimizarea bilanțului de carbon al suprastructurii;
- Demonstrarea fezabilității armăturii din carbon în podurile HBV.

Metode și materiale

1. Sistem structural

Construcția este proiectată ca un pod integral cu trei deschideri, în structură mixtă lemn–beton (HBV), care cuprinde:

- Grinzi longitudinale din lemn, reprezentând elementul portant principal;
- O placă din beton armat cu grosimea de 290 mm;
- Un reazem intermediar central în formă de V;
- O legătură monolită între suprastructură și infrastructură.

Concepția integrală elimină aparatele de reazem și rosturile de dilatație, reducând viitoarele operațiuni de întreținere.

2. Sistem de armare cu carbon

Armătura din carbon este integrată în placa de beton în zonele solicitate la tracțiune.

Principalele caracteristici ale plasei din carbon HITEXBAU GmbH Typ 1 (48K):

- Rezistență la tracțiune longitudinală: 2956 N/mm²;
- Rezistență la tracțiune transversală: 2871 N/mm²;
- Alungire: 1,4 %;
- Ochiuri: 45 × 33/25 mm.

Cantitate totală instalată: aproximativ 1,5 tone de armătură din carbon.

Elementele suplimentare nemetalice includ conectori de forfecare din carbon și bare GFRP amplasate local.

3. Sistemul de beton

- Grosimea structurală a plăcii: 290 mm;

- Limitarea deschiderii fisurilor: $\leq 0,15$ mm;
- Suprafață de circulație direct expusă;
- Compoziție optimizată pentru asigurarea aderenței în sistemul compozit.

Utilizarea carbonului permite eliminarea oricărui risc de coroziune asociat clorurilor și creșterea durabilității globale.

Execuție

Calendar:

- Începerea lucrărilor: aprilie 2023;
- Finalizare: februarie 2025;
- Punere oficială în funcțiune: 12 februarie 2025.

Responsabilități:

- Proiectare și studii tehnice complete: Harrer Ingenieure GmbH;
- Partener științific: Technische Hochschule Augsburg.

Execuția a inclus prefabricarea grinzilor din lemn, montarea armăturii din carbon, turnarea plăcii compozite și instalarea unui sistem de monitorizare.

Provocări și soluții

Interacțiunea compozită lemn–beton

Provocare: asigurarea unui transfer fiabil al eforturilor de forfecare.

Soluție: conectori din carbon și proiectarea optimizată a interfețelor.

Durabilitate

Provocare: expunerea la intemperii și săruri de dezghețare.

Soluție: eliminarea armăturilor din oțel și limitarea strictă a fisurilor.

Performanță structurală

Provocare: traversarea unei deschideri de peste 30 m cu un sistem ușor.

Soluție: structură integrală cu reazem central în V și comportare compozită optimizată.

Performanță de mediu

Bilanțul de carbon al suprastructurii: ≈ 95 kg CO₂-eq/m²

Reducere estimată față de un pod echivalent din beton armat cu oțel: $\approx 35\text{--}45$ % (model comparativ bazat pe ipoteze tehnice explicite).

Rezultate

Performanță structurală

- Pod integral de 69,2 m;
- Placă compozită de 290 mm;
- Armături necorozive;
- Rigiditate și durabilitate ridicate.

Performanță de mediu

- $\approx 95 \text{ kg CO}_2\text{-eq/m}^2$ (suprastructură);
- Reducerea semnificativă a intervențiilor viitoare;
- Prolungirea duratei de viață.

Impact inovator

- Aplicarea la scară mare a armăturii din carbon într-un pod HBV;
- Construcție instrumentată și monitorizată;
- Recunoaștere internațională (IABSE Awards 2025).

Concluzie

Pasarela Seeblickweg din Stuttgart ilustrează evoluția către infrastructuri hibride, durabile și cu întreținere redusă.

Combinarea unei structuri portante din lemn cu o placă din beton armat cu carbon demonstrează relevanța tehnică și de mediu a sistemelor HBV inovatoare.

Acest proiect stabilește o referință pentru viitoarele poduri pietonale în structură mixtă, cu armături nemetalice, și contribuie la tranziția către infrastructuri cu amprentă de carbon mai redusă.

HITEXBAU — 2026

Ilustrații din documentul original

