

Panou fonoabsorbant pentru autostradă — Herzebrock-Clarholz

Armături inovatoare din plasă de carbon

Panou fonoabsorbant pentru autostradă

Herzebrock-Clarholz

Element prefabricat de protecție fonică, optimizat, din beton armat textil (TRC)

Rezumat

Acest proiect a vizat dezvoltarea unui element prefabricat pentru un perete de protecție fonică pe autostradă, cu eficiență ridicată a utilizării materialelor, folosind armătură textilă nemetalică din carbon HITEX pentru a reduce semnificativ volumul de beton, menținând în același timp performanțele structurale sub acțiunea vântului și a încărcărilor aerodinamice induse de trafic.

Ecranele de protecție fonică tradiționale din beton armat cu oțel oferă o durabilitate ridicată, dar consumă în continuare cantități mari de materiale și sunt expuse riscului de coroziune pe termen lung.

Soluția dezvoltată se bazează pe:

- O secțiune în T optimizată structural;
- O placă subțire din beton armat textil, de 20 mm;
- Un sistem de armare complet nemetalic.

Încercările structurale la scară mare efectuate la TU Dortmund au validat capacitatea portantă. Elementul optimizat reduce volumul de beton la 34 % din cel al unui element convențional din beton armat cu oțel, iar emisiile de CO₂ asociate cimentului sunt reduse la 58 % din cele ale soluției tradiționale.

Acest proiect demonstrează potențialul structural și de mediu al betonului armat textil cu carbon în infrastructura de transport.

Contextul proiectului

Pereții de protecție fonică de pe autostrăzi sunt supuși unor acțiuni mecanice și de mediu importante:

- Presiuni și suptiuni datorate vântului;
- Efecte aerodinamice generate de vehicule;
- Variații termice;
- Expunere permanentă la intemperii.

Elementele tradiționale din beton armat cu oțel necesită o acoperire cu beton importantă pentru a proteja armăturile împotriva coroziunii, ceea ce mărește grosimea și consumul de beton.

Pentru reducerea consumului de resurse și îmbunătățirea durabilității, a fost lansat un proiect de colaborare între industrie și mediul universitar, în vederea dezvoltării unui panou de protecție fonică din beton armat textil (TRC), optimizat pentru prefabricare.

Dezvoltarea și rezultatele structurale au fost publicate în Beton und Stahlbetonbau (2021, DOI: 10.1002/best.202100061).

Localizare

Dezvoltarea și validarea au fost realizate în Germania:

- Partener pentru prefabricare: EUDUR-Bau GmbH, Herzebrock-Clarholz;

- Încercări la scară mare: Technische Universität Dortmund, laboratoarele de structuri.

Domeniul lucrărilor și obiective

Domeniul lucrărilor:

- Optimizarea structurală a unui element prefabricat pentru perete de protecție fonică;
- Integrarea armăturilor textile din carbon HITEXBAU;
- Dezvoltarea unei secțiuni în T optimizate;
- Încercări la încovoiere la scară mare (deschidere de 4,85 m);
- Evaluarea performanțelor de mediu.

Obiective:

- Minimizarea volumului de beton;
- Eliminarea armăturilor din oțel și a riscurilor de coroziune;
- Menținerea capacității portante sub acțiunea vântului;
- Permitea industrializării prin prefabricare;
- Reducerea emisiilor de CO₂ încorporate.

Metode și materiale

1. Sistem structural

Elementul de protecție fonică se bazează pe o secțiune în T optimizată, care permite creșterea eficienței la încovoiere și, în același timp, reducerea masei.

Principalii parametri geometrici:

- Grosimea plăcii: 20 mm;
- Lățimea inimii: 50 mm;
- Înălțimea elementului: 1,50 m;
- Deschiderea la încercare: 4,85 m.

Placa subțire din beton armat textil constituie principala zonă comprimată/întinsă, în timp ce inima asigură transferul eforturilor de forfecare și rigiditatea globală.

Acțiunile luate în considerare la dimensionare includ:

- Greutatea proprie;
- Presiunea și suucțiunea vântului;
- Efectele aerodinamice induse de trafic.

În practică, acțiunea vântului constituie, în general, cazul determinant pentru dimensionarea acestui tip de construcție.

2. Sistem de armare cu carbon

Sistemul de armare combină armături textile din carbon și bare nemetalice:

- Armătură textilă principală: HITEXBAU HTC 20/50-80-T;
- Armătură textilă pentru forfecare: HITEXBAU HTC 50/50-80;
- Bare suplimentare: GFRP Ø 12 mm.

Utilizarea armăturilor nemetalice permite:

- Reducerea semnificativă a acoperirii cu beton;

- Un control mai bun al fisurilor;
- Eliminarea completă a riscului de coroziune;
- O durabilitate sporită în mediul exterior.

3. Validare experimentală

Au fost efectuate încercări la încovoiere la scară mare pe elemente cu deschiderea de 4,85 m.

Programul experimental a permis validarea:

- Capacității portante ultime;
- Comportării la fisurare;
- Rigidității globale;
- Fezabilității industriale.

Rezultatele au confirmat că se poate obține o comportare echivalentă cu cea a unui element din beton armat cu oțel, utilizând o cantitate de material mult redusă.

Execuție

Procesul de dezvoltare s-a desfășurat în mai multe etape:

1. Modelarea și optimizarea secțiunii;
2. Fabricarea prototipurilor în fabrica de prefabricate;
3. Integrarea armăturilor textile din carbon HITEXBAU și a barelor GFRP;
4. Turnarea controlată a secțiunilor subțiri TRC (beton armat textil);
5. Încercări de încărcare la scară mare;
6. Ajustări iterative ale dimensionării.

Obiectivul a fost atingerea celui mai bun compromis între performanța mecanică, eficiența utilizării materialelor și industrializare.

Provocări și soluții

Reducerea consumului de material

Provocare: diminuarea cantității de beton fără pierderea performanței.

Soluție: secțiune în T optimizată + armături textile din carbon de înaltă performanță.

Durabilitate

Provocare: eliminarea degradărilor asociate coroziunii oțelului.

Soluție: sistem complet nemetalic (carbon + GFRP).

Validare structurală

Provocare: demonstrarea comportării la scară reală.

Soluție: încercări pe elemente de 4,85 m la TU Dortmund.

Industrializare

Provocare: compatibilitatea cu procesele de prefabricare existente.

Soluție: realizarea prototipurilor în fabrică și optimizarea metodelor de punere în operă.

Rezultate

Reducerea consumului de material

- Volumul de beton redus la 34 % din cel al unui element din beton armat cu oțel;
- Emisiile de CO₂ asociate cimentului reduse la 58 %.

Performanță structurală

- Capacitate portantă validată;
- Controlul comportării la fisurare;
- Eficiență excelentă a raportului rigiditate/greutate.

Impact asupra mediului

Panoul de protecție fonică din beton armat textil demonstrează că este posibilă reducerea semnificativă a consumului de resurse și a emisiilor fără a compromite fiabilitatea structurală.

Concluzie

Dezvoltarea acestui panou fonoabsorbant pentru autostradă din beton armat textil (TRC) confirmă relevanța tehnică și de mediu a înlocuirii armăturilor din oțel cu armături textile din carbon HITEXBAU în elementele prefabricate de infrastructură.

Prin combinarea:

- Unei secțiuni în T optimizate;
- Unei plăci subțiri de 20 mm;
- Unei armături nemetalice;
- Unei producții industriale,

proiectul obține reduceri substanțiale ale consumului de material și ale emisiilor de CO₂, garantând în același timp performanța mecanică necesară.

Această realizare poziționează betonul armat textil cu carbon ca o alternativă credibilă și care poate fi extinsă la scară largă pentru viitoarele sisteme de ecrane de protecție fonică pe autostrăzi.

HITEXBAU — 2026

