

# Podul mobil „Scheepsdalebrug” - Brugge, Belgia

**Ing. Ciprian POPA,**

Consultant „Nemetschek Romania”

**T**ot mai des, soluțiile clasice de proiectare a podurilor sunt înlocuite de unele cu adevărat futuriste, atât în ceea ce privește designul, cât și modul de funcționare. Pentru aceste cazuri, calculul structurii devine o adevărată provocare pentru inginerii constructori de poduri. Acesta este și cazul podului mobil din Brugge, Brugge-Oostende (Belgia).



**Podul mobil „Scheepsdalebrug” în prezent**

## Prezentare generală

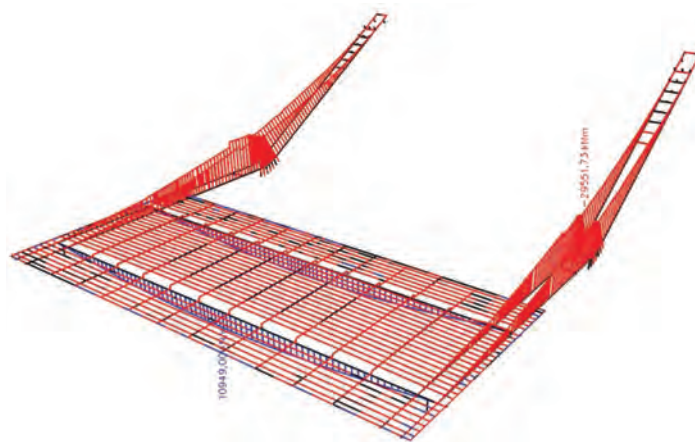
Podul mobil din Brugge permite traversarea canalului Brugge-Oostende. Noul pod înlocuiește vechiul pod metalic de tip „Vierendeel”.

Podul are lățimea totală 19 m și este un pod basculant cu pivot mobil. Punctul de pivot are o cale de rulare curbată peste infrastructura din beton. Podul este acționat de două pistoane, iar mișcarea de rostogolire a podului este efectuată în jurul axei longitudinale. Masa totală a podului (725 tone) este echilibrată cu balastul poziționat în cele două brațe de 15 m înălțime. Deschiderea totală a podului este de 40 m și cuprinde două benzi de circulație separate pentru pietoni și cicliști.

Tablierul podului a fost transportat ca un ansamblu unitar, la care s-au adăugat cele două brațe. Pe șantier, brațele au fost sudate de tablier, iar podul s-a echilibrat cu balast.

## Provocările tehnice rezolvate cu Scia Engineer

Programul de calcul Scia Engineer a fost folosit atât la dimensionarea elementelor structurale ale podului în ipoteza traficului, cât și la tehnologia de ridicare a podului.



**Diagrama de momente pe grinzi**

Modelul 3D complet a fost alcătuit din elemente finite de tip bară. Inclusiv planșeul ortotrop al tablierului a fost împărțit în grinzi longitudinale și transversale urmărind obținerea unei rigidități și mase echivalente. Modelarea corectă a masei a fost foarte importantă pentru a studia echilibrarea podului.

Din punct de vedere ingineresc proiectul lansează o serie de provocări:

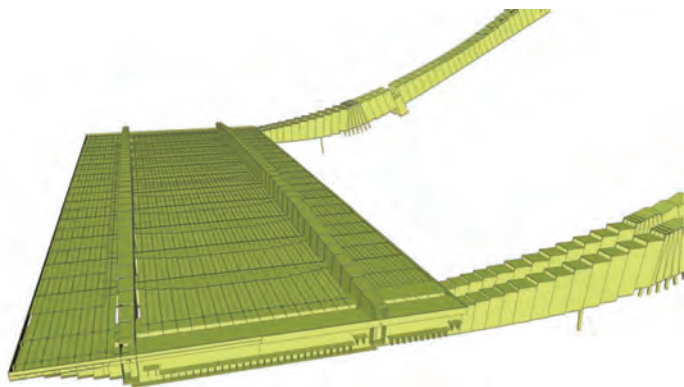
1. Necesitatea studiului diferitelor stadii ale podului



**Pozițiile din ciclul de ridicare/coborâre pentru care s-au realizat ipotezele de calcul**

Libertatea de a crea diferite stadii ale podului pe un model unic a reprezentat un mare avantaj din punct de vedere al analizei structurale a podului. Cu ajutorul verificărilor automate pentru oțel (Eurocode 1993-1-1) a fost posibilă verificarea tuturor elementelor în toate stadiile pe un model unic. A fost posibilă de asemenea realizarea unei optimizări pentru toate ipotezele de încărcare și formă.

2. Calcul de ordinul doi, a fost necesar pentru verificarea brațelor, dimensiunile acestora rezultând în urma unui calcul de stabilitate global.



**Modelarea cu elemente de tip bară al tablierului podului**

3. Introducerea grafică a secțiunilor transversale cu diferite proprietăți de material a permis calibrarea modelului în vederea obținerii masei exacte în diferite poziții.

4. Calculul modurilor și frecvențelor proprii ale podului pentru analiza vibrațiilor induse de acțiunea vântului.

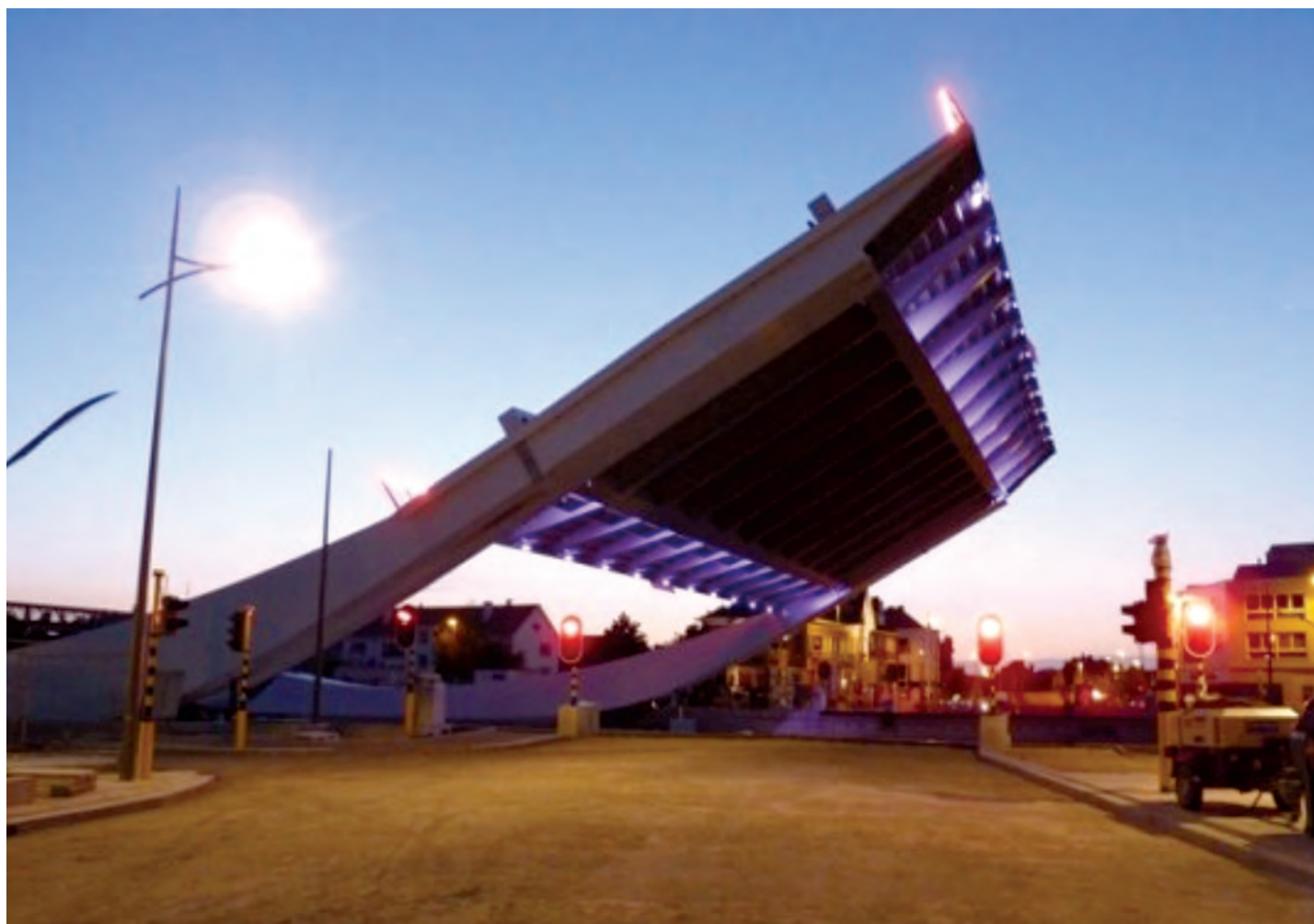
5. Analiza procesului de execuție s-a efectuat prin examinarea etapelor de construcție pentru a determina curbura optimă a profilului și pentru a putea realiza corect prinderea cu sudură a brațelor de tablier.



**Afișarea pe culori a diferitelor secțiuni transversale utilizate în model**

Experiența utilizării în Scia Engineer a permis proiectarea integrală:

- Dimensionarea 3D a structurii în diferite stadii de lucru;
  - Posibilitatea utilizării și combinării rezultatelor din Scia Engineer într-o manieră flexibilă;
  - Utilizarea secțiunilor grafice (CAD);
  - Calcul de stabilitate și calcul de ordin 2;
  - Analiza modală (moduri și vectori proprii de vibrație);
- Acest proiect demonstrează gama cuprinzătoare de verificări pentru diferite materiale.



**Poziția ridicată a podului**



Modulele de Scia Engineer ce au fost utilizate în cadrul proiectului:

- Modulele de bază;
- Cadre 3D;
- Verificări Oțel (EC);
- Stabilitate;
- Dinamică.

#### Despre Ingenieursbureau Stendess N.V.

„Calitatea integrală este prioritatea noastră!”

Compania realizează calculul structurilor zvelte și desenarea structurilor metalice complexe într-o manieră eficientă, urmărind adoptarea soluțiilor economice și sustenabile. Grație soluției integrate, proiectarea suprastructurilor din metal și a infrastructurilor din beton armat sunt calculate și detaliate de experți din cadrul aceluiași birou de proiectare. Beneficiarul și contractorul dețin controlul integral asupra structurii.

Administrarea responsabilă a proiectelor complexe: Recomandările recente demonstrează cunoștințele multidisciplinare și abilitățile inginerilor proiectanți pentru piața podurilor, construcțiilor industriale, edilitare și a altor proiecte din întreaga lume.

#### Informații legate de proiect

**Beneficiar:** Waterwegen en Zeekanaal afd. Bovenshelde

**Arhitect:** Bureau Eggermont – Gent

**Constructor general:** THV Victor Buyck Steel Construction - Depot - Egemin

**Birou de proiectare:** Ingenieursbureau Stendess N.V.

**Amplasament:** Brugge, Belgia

**Perioada execuției:** noiembrie 2009 – mai 2011

#### Despre Scia Engineer

Inginerii structuriști din toate colțurile lumii se confruntă cu aceleași probleme, indiferent de domeniul în care lucrează: construcții civile, proiectare mecanică sau alt domeniu ingineresc.

Pe de o parte, proiectanții au de-a face cu contractori care vin cu planuri îndrăznețe pentru a construi cea mai mare, cea mai lungă, cea mai spectaculoasă și cea mai avansată clădire din punct de vedere tehnologic realizată vreodată. Pe de altă parte, inginerii structuriști trebuie să abordeze sarcinile de zi cu zi cu mai multă eficiență și ușurință.

Scia Engineer, un sistem software grafic pentru proiectare, calcul și verificare a structurilor, acoperă ambele domenii. Acesta a fost în primul rând proiectat pentru a servi inginerilor civili; cu toate acestea, utilizarea lui este la fel de eficientă și în alte domenii ale ingineriei.

Scia Engineer este un instrument ideal pentru calcule, în orice mod de lucru: de la o fază simplă (1D), pentru o singură placă (2D), la o clădire întreagă (3D), la o analiză detaliată a distribuției forțelor interne analizate în timp în structuri precomprimate (4D).

Scia Engineer reprezintă o soluție BIM compactă ce permite transferul modelelor 3D create în Allplan. Modelul structural conține datele de arhitectură (partajate cu alte aplicații) necesare pentru desene. Modelul analitic conține informații necesare pentru calcul și proiectare (date unice Scia Engineer).

#### BIBLIOGRAFIE:

„Nemetschek Engineering User Contest 2013”

(<http://nemetschek-scia.com/en>)

Pentru informații suplimentare:

[www.nemetschek.ro](http://www.nemetschek.ro); tel: 021.253.2580



- ✂ 40 de ani de experiență în programe de calcul cu element finit;
- ✂ Motor de calcul FEM rapid 64 biți;
- ✂ Funcții de discretizare avansate;
- ✂ Generarea automată a acțiunilor și combinațiilor conform Eurocode;
- ✂ Optimizare avansată (secțiuni transversale, armături, toroane, poziție reazeme, geometrie) cu dimensionări conform Eurocode;
- ✂ Definierea automată a acțiunilor mobile, pretensionări;
- ✂ Calcul și optimizare toroane;
- ✂ Interacțiune sol-structură;
- ✂ Breviar de calcul asociativ, rularea propriilor foi de calcul;
- ✂ Soluție BIM integrată.

Prețuri începând de la **1.750 Euro**

Pentru detalii:  
Nemetschek Romania Sales & Support srl,  
Iancu Capitanu 27, București,  
tel: 021.253.25.80, fax: 021.253.25.81,  
e-mail: [office@nemetschek.ro](mailto:office@nemetschek.ro), [www.nemetschek.ro](http://www.nemetschek.ro)

## Scia Engineer: soluția completă de proiectare pentru poduri din beton, metal, lemn și compozite



Apollo Bridge: pod peste Dunare în Bratislava, Slovacia