

# Podul pietonal „Vluchthaven” - Amsterdam, Olanda

**Ing. Ciprian POPA,**

Consultant Nemetschek România

Proiectarea podurilor nu este doar o lucrare inginerescă de mare utilitate. Podurile devin adevărate opere de artă arhitecturală și inginerescă. Acesta este și cazul podului pietonal Vluchthaven, care face legătura între peninsula IJdock și Westerdoksdijk, din Amsterdam, Olanda.

**Descriere: „Vluchthaven” pod pietonal**



**Vedere generală a podului Vluchthaven**

Podul mobil Vluchthaven face legătura între peninsula IJdock și Westerdoksdijk, pe o lungime de 105 m, asigurând în același timp accesul în zona docurilor IJdock. Conceptul constă într-o tablă groasă îndoită din oțel. Forma tablierului este inspirată din mișcarea elegantă a aripilor stârcului în zbor. Aceasta conferă tablierului de 4 m rigiditatea necesară. Forma tablierului permite o administrare mai bună a apei prin intermediul unei serii de deschideri pe ambele părți ale podului. Aceste perforații fac o trimitere subtilă către apa prezentă sub pod și creează o relație aparte între trecători și pod. În același timp, perforațiile permit o iluminare subtilă a căii de rulare de către sistemul integrat în pod. LED-urile sunt înglobate în rășină, la o înălțime de 15 cm, la baza fiecăruia dintre cei peste 1.000 de montanți.

#### Despre proiect:

Beneficiar: Gemeente Amsterdam;

Arhitect: Ney & Partners;

Contractor general: Vandermade bv;

Biroul de inginerie: Ney & Partners;

Localizare: Amsterdam, Olanda;

Dimensiuni: 105 m; Buget total: 1.800.000 Euro fără T.V.A.;

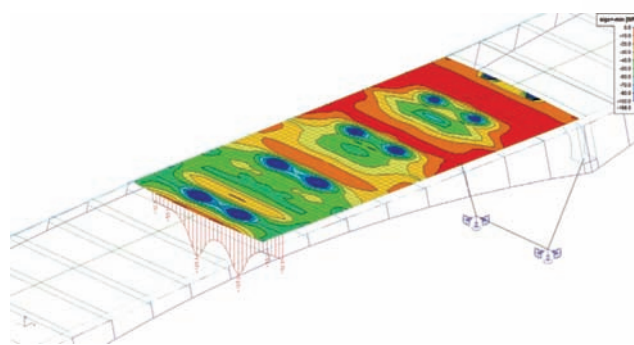
Perioada de construire: între 05/2012 și 10/2012.

#### Concept:

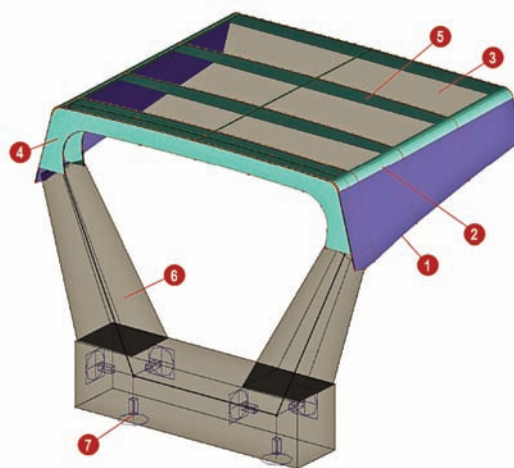
Design-ul podului pietonal Vluchthaven oferă un obiect de artă ce se evidențiază prin grație și unicitate. Evadând din ingineria clasică, conceptul nostru a fost limitarea ierarhizării elementelor împletind mai multe funcții într-una singură. Podul Vluchthaven este un exemplu de proiectare integrată: tablierul, elementele transversale, grinda principală și finisajul reprezintă un tot unitar. Podul este conceput ca o singură placă curbată cu decupaje.



**Modelarea spațială completă a suprastructurii și infrastructurii podului cu elemente finite de tip placă și bară în „Scia Engineer”**



**Afișarea distribuției eforturilor  $\sigma_x$  din tablier și integrarea eforturilor pe fâșii de 1 m în diagrame de moment încovoietor.**



**Se pot evidenția 7 tipuri de elemente principale:**

**1. zonele laterale au fost modelate cu plăci 3D; 2. plăcile curbate de colț cu elemente de placă 3D; 3. plăcile curbate ale tablierului, elemente de placă 3D; 4. rigidizările în formă de U de peste reazeme cu plăci 2D; 5. rigidizările de sub tablier ce au fost modelate cu plăci 2D; 6. structura de rezistență din beton armat cu elemente liniare de tip grindă, stâlp; 7. rigiditatea reazemelor exterioare a fost rigiditatea reală a piloților.**

Inspirat din mișcarea elegantă a aripilor stârcului în timpul zborului, placa este ușor torsionată în jurul axei sale, reprezentând coloana vertebrală a podului. Astfel, forma podului implică o secțiune transversală concavă în câmp și o formă convexă pe reazem. Se asigură astfel înălțimea constructivă necesară pe reazem. Aceasta conferă podului Vluchthaven aspectul vălurit ce poate fi considerat modest dar suficient pentru a asigura o experiență vizuală și un anumit ritm.

Forma ușor vălurită, ce face referire la valurile lacului IJ, este optimizată structural și se continuă în design-ul balustradei. Aceasta este alcătuită dintr-o serie de elemente verticale ce urmăresc valurile. Absența elementelor orizontale ale balustradei accentuează suplimentar forma tablierului. Aceasta conferă întregului pod un ritm calm și moderat. Luminile LED sunt înglobate în balustradă.

Componenta mobilă a fost proiectată pentru modelul integrat al podului. Odată montate, închiderile și elementele structurale sunt greu vizibile.

#### Analiza structurală:

Programul de calcul „Scia Engineer” a fost utilizat pentru a crea modelul analitic, folosindu-se elemente finite de tip placă 3D pentru a modela întregul pod.

Grație funcției de import *dxf/dwg*, liniile 3D ce descriu geometria podului au servit ca suport de puncte. Urmărind aceste linii de contur importante, s-au definit plăcile curbe ale modelului.

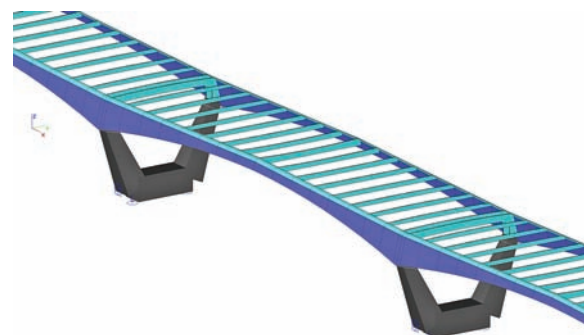
Programul a generat cele 98 de cazuri de încărcare pentru încărcările din trafic. Forma deosebită a rigidizărilor din dreptul reazemelor s-a modelat utilizând funcții de decupare. De asemenea, rigidizările plane urmăresc geometria determinată de unda de val a plăcii superioare.

Întrucât este vorba de un pod mobil, pe lângă modelul închis, s-au creat alte 3 modele pentru a calcula efectele vântului asupra structurii în timpul deschiderii și închiderii acestuia.

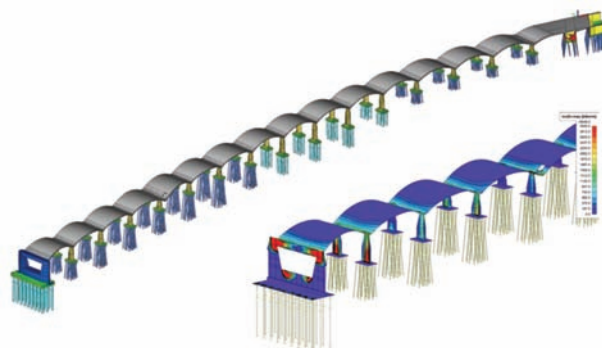
Cu ajutorul modulului „Funcții eficiente” din „Scia Engineer”, întreaga geometrie a plăcii a fost exportată sub forma unui tabel în breviarul de calcul, împreună cu rezultatele calculului liniar. Analiza de stabilitate s-a realizat pentru a estima flambajul în dreptul reazemelor la nivel de model 3D.

Pentru a investiga vibrațiile podului, componenta permanentă a fost analizată utilizând funcția de „analiza dinamică” pentru întregul model 3D.

Proiectul a participat la cea de-a 8-a ediție a concursului „Nemetschek Structural User Contest”, adresat tuturor clienților „Nemetschek Structural Group”: Nemetschek Scia, Nemetschek Allplan, Nemetschek Engineering, Nemetschek Frilo și Glaser. Juriul a nominalizat acest proiect grație combinației între proiectarea inițială și funcționalitate. Componenta mobilă a podului este integrată în tablier,



**Pentru a asigura stabilitatea plăcii curbate au fost modelate și rigidizările cu funcția Nervura**



**Modelarea completă 3D a facilitat exportul modelului analitic (CAE) într-un format grafic CAD**

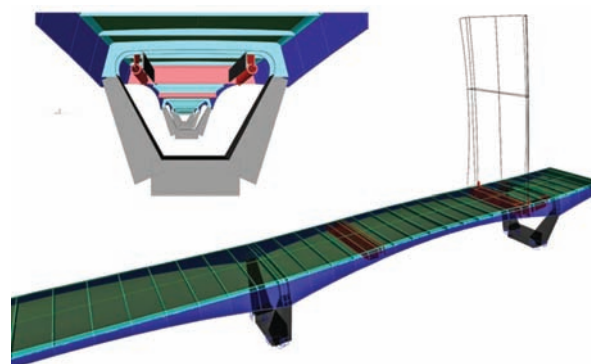
având un minim de vizibilitate, odată închisă. Podul se integrează bine în peisaj. Sistemul structural constă într-o singură placă curbă, ce are rol multifuncțional și din piloți din beton armat, fără a dispune de reazeme suplimentare.”

\* \* \*

#### Despre „Scia Engineer”

„Scia Engineer” este partea de calcul structural din soluția globală Nemetschek de proiectare și calcul pentru arhitectură și inginerie. Printre caracteristicile care fac din „Scia Engineer” o soluție preferată de mulți ingineri structuriști se numără:

- produs european, cu cea mai mare acoperire a Eurocodurilor;
- utilizarea cu ușurință a geometriilor, a structurilor standard sau a celor speciale; (elemente curbe, rampe curbe, shell, orice formă);
- introducerea de structuri, posibilități multiple de export către alte programe, platformă deschisă;
- introducerea facilă a încărcărilor globale, încărcări libere și în șah;
- îmbinări, introducere, analiză,



**Modelarea completă 3D a prevenit apariția erorilor de proiectare prin utilizarea facilităților de realizare a documentației de execuție.**





proiectare și verificare conform codului de proiectare; • lungimi de flambaj automate; • calcul stabilitate; • dinamica conform cu STAS P100/2006; • calcul automat rigidizări ale îmbinărilor – influențele rezultatelor; • vedere generală automată a desenelor pentru îmbinări și structuri din oțel; • armătura reală în beton; • calculul fisurilor cu armătură reală; • neliniaritate fizică cu armătura reală = dezvoltarea reală a fisurilor + deformări reale; • neliniaritate fizică și geometrică = stări post critice, colapsuri, utilizarea ramurii descrescătoare a diagramei efort – deformare; • baze de date cu secțiuni, materiale – pentru mai multe țări, coduri; • combinații dependente de cod; • coeficienți dependenți de cod; • generatoare de **Vânt și Zăpadă** dependente de cod; • generator de planuri de încărcări; • calcul nelinier Sol, interacțiunea dintre Sol și Structură, încărcări Sol; • Pretensionare și Post-tensionare; • analize dependente de timp; • aluminiu; • compatibilitate extinsă: ALLPLAN, TEKLA, REVIT, ARCHICAD, AUTOCAD, PROSTEEL, STEP STEEL, Format IFC etc.



Imagini din timpul execuției podului

#### Despre Ney & Partners:

Ney & Partners este o firmă de consultanță în domeniul ingineriei structurale, înființată în Bruxelles. De la înființarea din 1997, biroul a avut o viziune a artei în inginerie prin integrarea mai multor discipline din domeniul ingineriei civile. Integrarea și optimizarea elementelor structurale dorește să respecte ierarhia impusă de soluțiile constructive de asamblare. Podurile inovative, structurile de acoperiș și lucrările de artă dezvoltate de biroul nostru exprimă în mod clar această viziune.

Calitatea proiectului constă în sintetizarea exigențelor impuse, aspectul structural fiind de importanță primordială în această sinteză.

Chiar de la începutul procesului de proiectare, Ney & Partners desfășoară activități de cercetare constantă pentru integrarea ingineriei avansate. Astfel, postura noastră de consultant pe inginerie trece de etapa de dimensionare standard, conform normelor tehnice predefinite.

Ney & Partners: în prezent am angajat peste 45 de ingineri structuriști, arhitecți și desenatori.

#### BIBLIOGRAFIE:

„Customer Project Bridges”, Scia Engineer, March 2014.



Proiectați cu un program 2D și vreți mai mult?

Ați vrea să-l schimbați cu unul **performant 3D** fără să pierdeți banii deja cheltuiți?

**ACUM** puteți face asta cu ușurință!

**Nemetschek Allplan** vine în ajutorul dvs. suportând jumătate din prețul programului.

Diferența o puteți investi în:

- ✍ o colaborare cu un student sau tânăr absolvent certificat Allplan
  - ✍ instruirea angajaților pentru a optimiza trecerea de la CAD 2D la proiectarea real BIM
  - ✍ o nouă licență Allplan BIM
- Inginerie Poduri.

**Școlarizarea inclusă în preț!**

Nemetschek Romania Sales & Support srl,  
Iancu Capitanu 27, București,  
tel: 021.253.25.80, fax: 021.253.25.81,  
e-mail: office@nemetschek.ro, www.nemetschek.ro



Proiect realizat de Search Corporation cu Nemetschek Allplan BIM Inginerie Poduri.