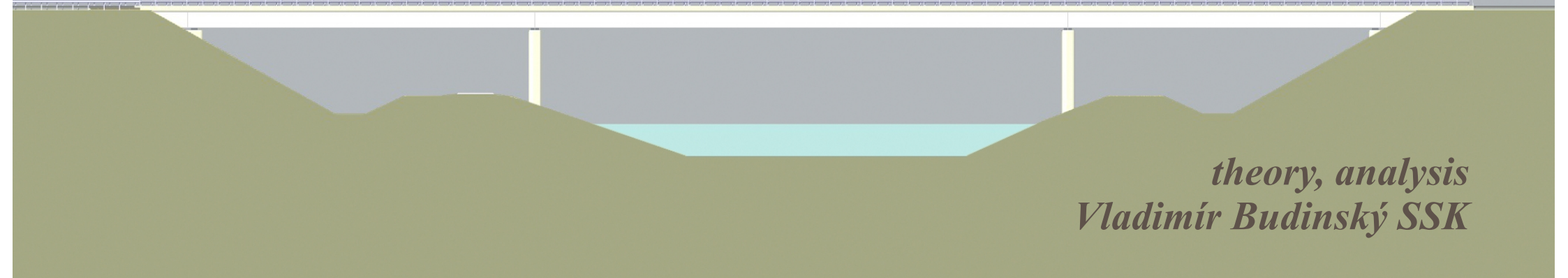


ZUIDHORN BRIDGE

No. N355

*static
behavior*

*statické
pôsobenie*

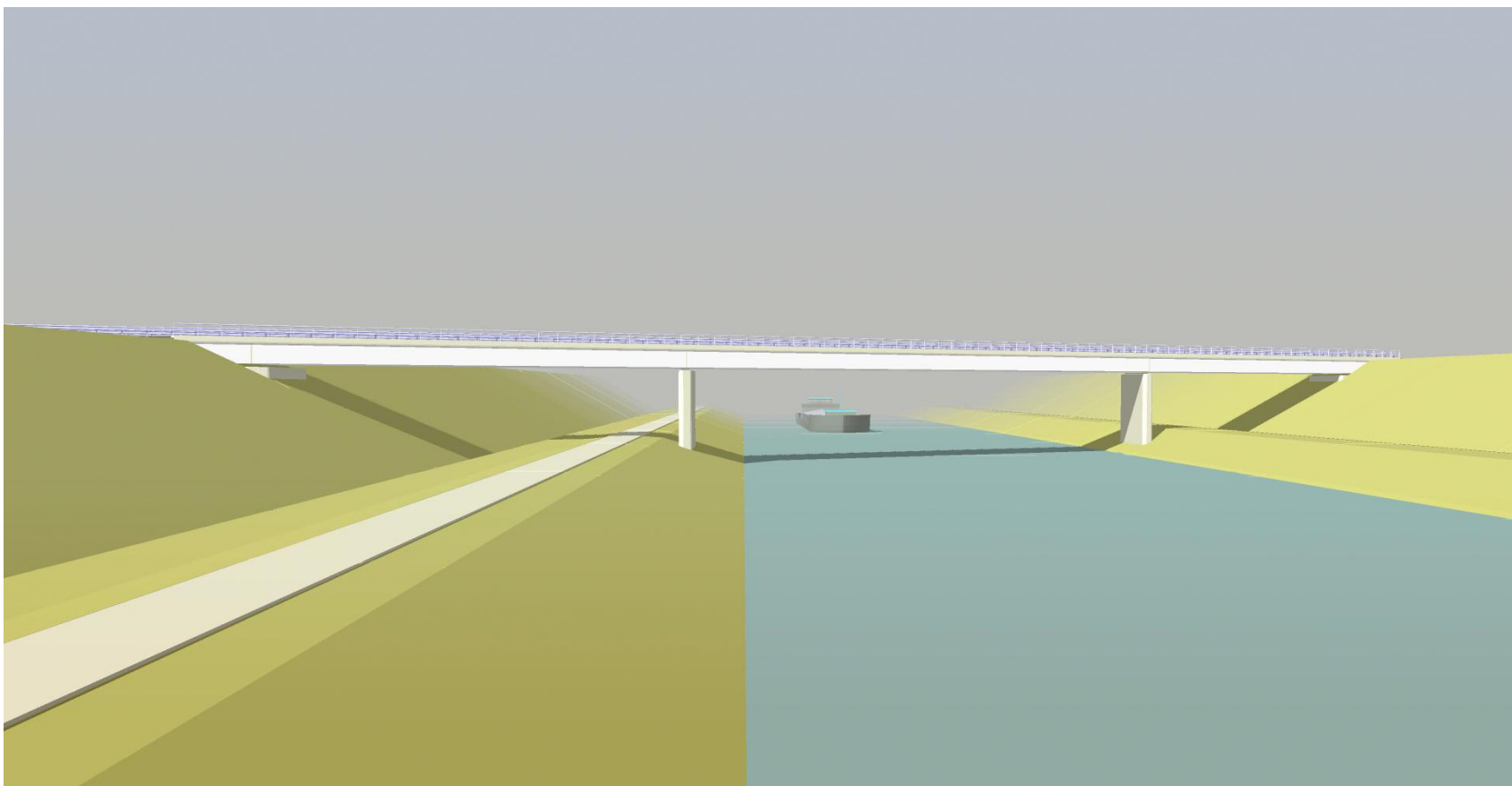


*theory, analysis
Vladimír Budinský SSK*

Keywords: bridge, precast bridge, computation, calculation, structural analysis, most, prefabrikovaný most, statický výpočet, SSK

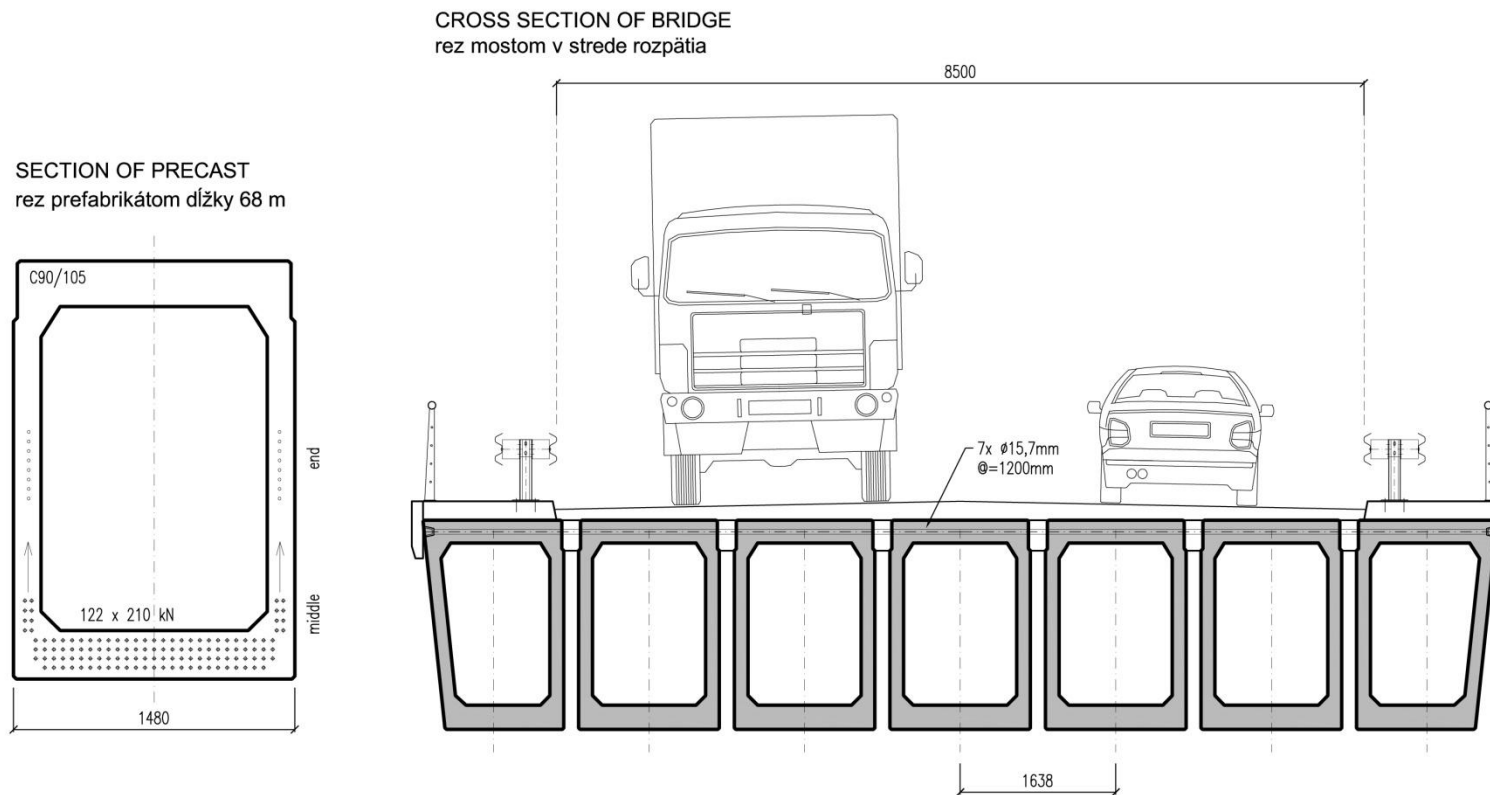
Úvod (Introduction)

Prefabrikovaný trojpoľový most sa nachádza v meste Zuidhorn v Holandsku. Vyznačuje sa použitím najdlhšieho mostového betónového prefabrikátu svojho druhu v Európe (a možno aj vo svete) v dobe svojej výstavby. Cestný most s označením N355 vedie nad kanálom Van-Starkenborgh. Cesta je dvojprúdová a významne vylepšuje dopravnú infraštruktúru v oblasti. Zadávatel'om zákazky je mesto Zuidhorn, ktoré vybudovaním mosta výrazne odľahčilo neďaleký zdvíhací most nad kanálom. Projektanti a dizajnéri mosta nie sú verejne uvádzaní, ako to býva zvykom u význačných stavieb, a preto predpokladáme, že prípravné práce vznikali pod taktovkou výrobcu prefabrikátov spoločnosti **Haitsma Beton** so sídlom v Kootsterille, čo je pochopiteľné, lebo pri výrobe takého dlhého prefabrikátu sa všetko točí okolo hranice výrobných možností zhotoviteľa, ako aj prepravných podmienok a celkovej logistiky výstavby.



Popis mosta

Šikmý most ($\approx 60^\circ$) má tri polia o rozponoch 44+68+40 m. Všetok záujem sa opiera o stredné pole so siedmimi prefabrikátmi v priečnom smere o dĺžkach 68 m a tiaži 240 t na každý prefabrikát. Kratšie koncové polia majú každý druhý prefabrikát vynechaný a priečný rez je potom vyskladaný zo štyroch prefabrikátov, medzi ktorými je spojovacia doska. Všetky krajné prefabrikáty majú skosenú bočnú hranu, čím most vizuálne naberá na elegancii a štíhlosti. Most je dostatočne vysoký aj pre plavbu väčších kontajnerových lodí.

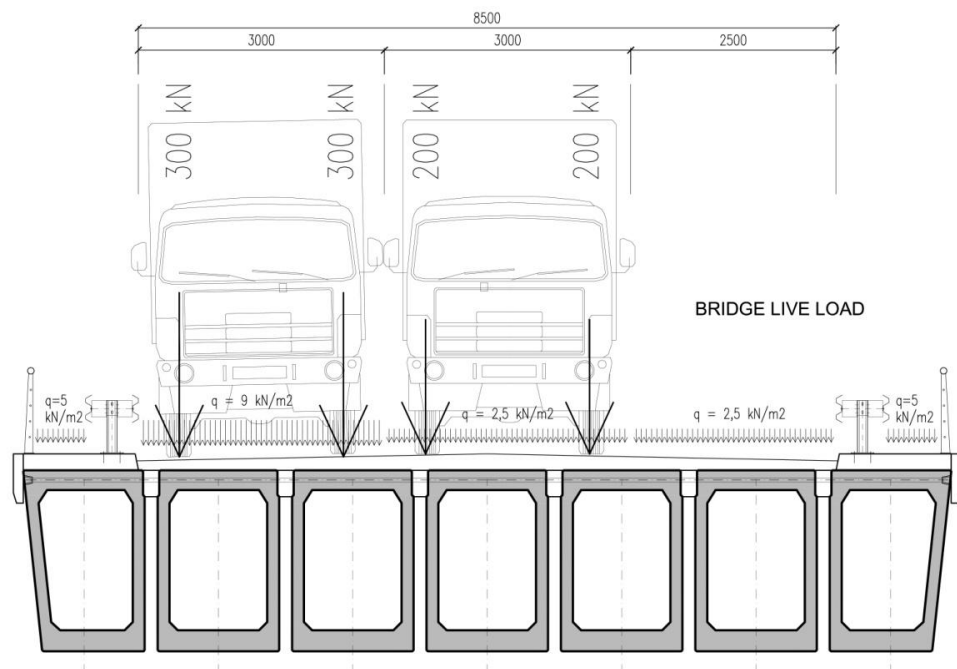


Stredný diel je skriňový (resp. krabicový) vopred predpätý nosník z betónu C90/105 a stodvadsiatichdvoch lán, z ktorých je každé napnuté na silu 210 kN. 16 lán je zhruba v tretinách dĺžky zdvíhaných, a vedených do ťažiska nosníka na kraj prvku. Moderná technológia novej výrobnéj haly umožňuje vyliať betón na jeden záber bez vzniku akýchkoľvek švov. Účinné priečne predpätie, zostavované na stavenisku vo vzdialenostiach 1200 mm znamená, že všetky nosníky sa pri zaťažení spolupodieľajú na roznose zaťaženia takmer rovnakým dielom. Nad prefabrikátmi už nie je vyžadovaná žiadna dodatočne tlačená vrstva (nosná nadbetónávka).

Spoločnosť **Haitsma Beton** je v súčasnosti vlajková loď vo výrobe najväčších a najťažších mostných prefabrikátov v Holandsku. Prešla rozsiahlym zmodernizovaním všetkých výrobných kapacít. Vybudovaním novej výrobnéj haly sa výrazne rozšírili technické možnosti výroby extrémne veľkých a ťažkých trémov. To umožňuje realizovať duté nosníky s dĺžkou až

70 m a hmotnosťou až 280 t. Moderné zariadenia vo fabrike otvárajú návrhárom pri výstavbe veľkých mostov nové prístupy. Je možné vyrobiť aj pôdorysne zakrivené nosníky s jediným obmedzením polomeru : Ťažisko nosníka musí ešte ležať kvôli predpínaniu vo vnútri prierezu, aby sa drahými opatreniami zbytočne nezvyšovala cena trámu.

Pred začatím výstavby sa musela preukázať technická uskutočniteľnosť práce s veľkými krabicovými nosníkmi. Po schválení bola koncepcia hodnotená aj z hľadiska robustnosti, estetiky, dilatačných detailov a záverov – a samozrejme ceny. Veľkou výhodou (a možno jedinou alternatívou) pri výstavbe bola možnosť transportu jednotlivých dielov vodnou cestou kanálmi, vzhľadom na vzájomnú polohu miest Kootsterille (výroba dielov) a Zuidhorn. Stredný nosník sa zdvíhal pomocou dvoch ťažkých žeriavov (každý na inom brehu) priamo z lode.



Na priečny rez prefabrikátom si dizajnéri prepožičali osvedčený tvar, vyrábaný v USA v sedemdesiatich rokoch minulého storočia. U nás sa v súčasnosti upustilo od výroby uzavretých prefabrikátov pre zhoršenú kontrolu korózie vnútri dutiny a medzi nosníkmi. Avšak pri primeranej údržbe mostov slúžia rozšírené typy rady KA 69 a 72 dodnes.

Pri danej dĺžke a šikmom uložení vznikajú pri pohyblivom zaťažení značné krútiace momenty, ktoré je tento tvar schopný preniesť. Veľkou výhodou je aj odstránenie mokrého procesu nosnej dobetonávky pri výstavbe.

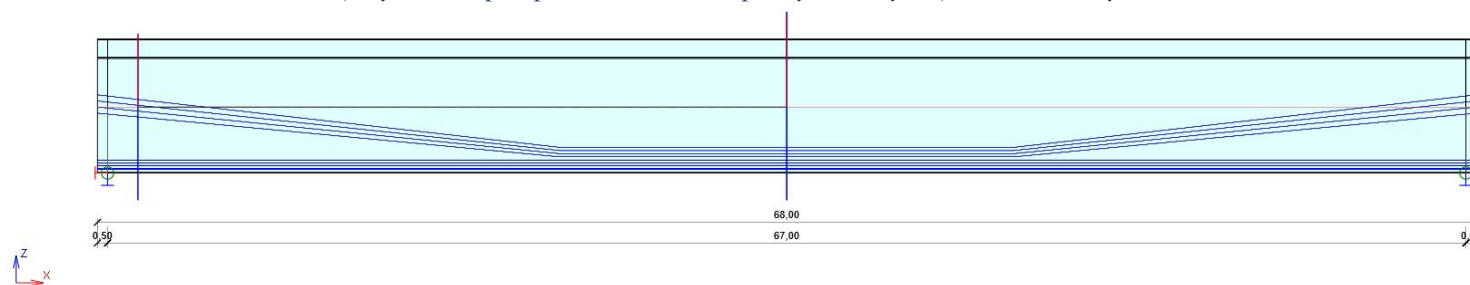
Výpočty

V tomto článku sme sa zamerali na dimenzovateľnosť stredného prefabrikátu prevedením zjednodušeného výpočtu. Priečny roznos zaťaženia bol modelovaný v MKP a sily boli prenesené do dimenzačných programov. Trochu sme sa museli pohrať so separáciou lán na koncoch nosníka. Najslabším miestom sa nám ukazovali steny na koncoch nosníka pri uložení, kde nám vychádzali väčšie vystuženia mäkkou výstužou pri interakcii M+T+V. Výkres výstuže betonárskou výstužou sme nemali k dispozícii.

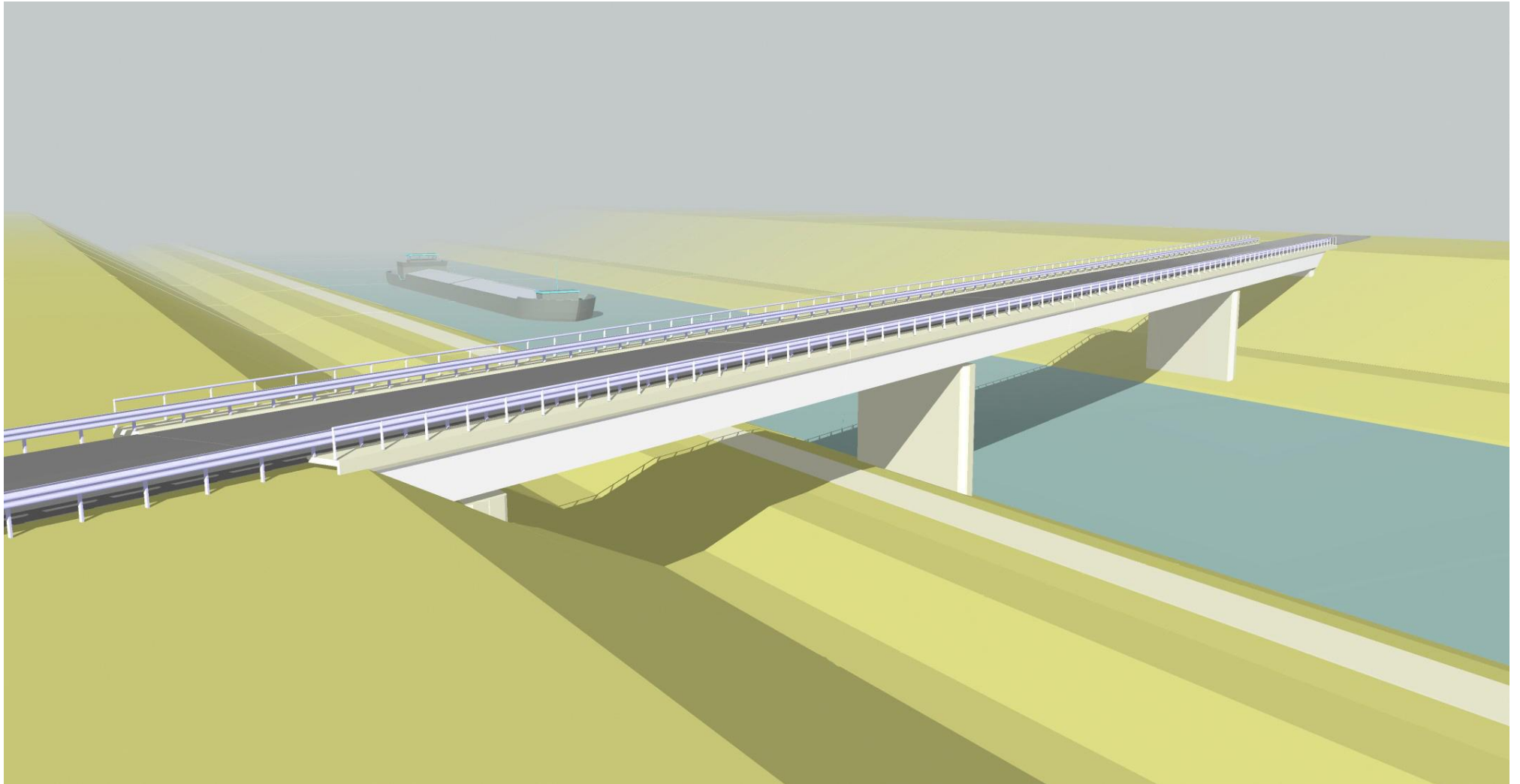
Výpočtári nosníka 68 m uvádzajú pomerné vnútorné sily od zaťaženia takto:

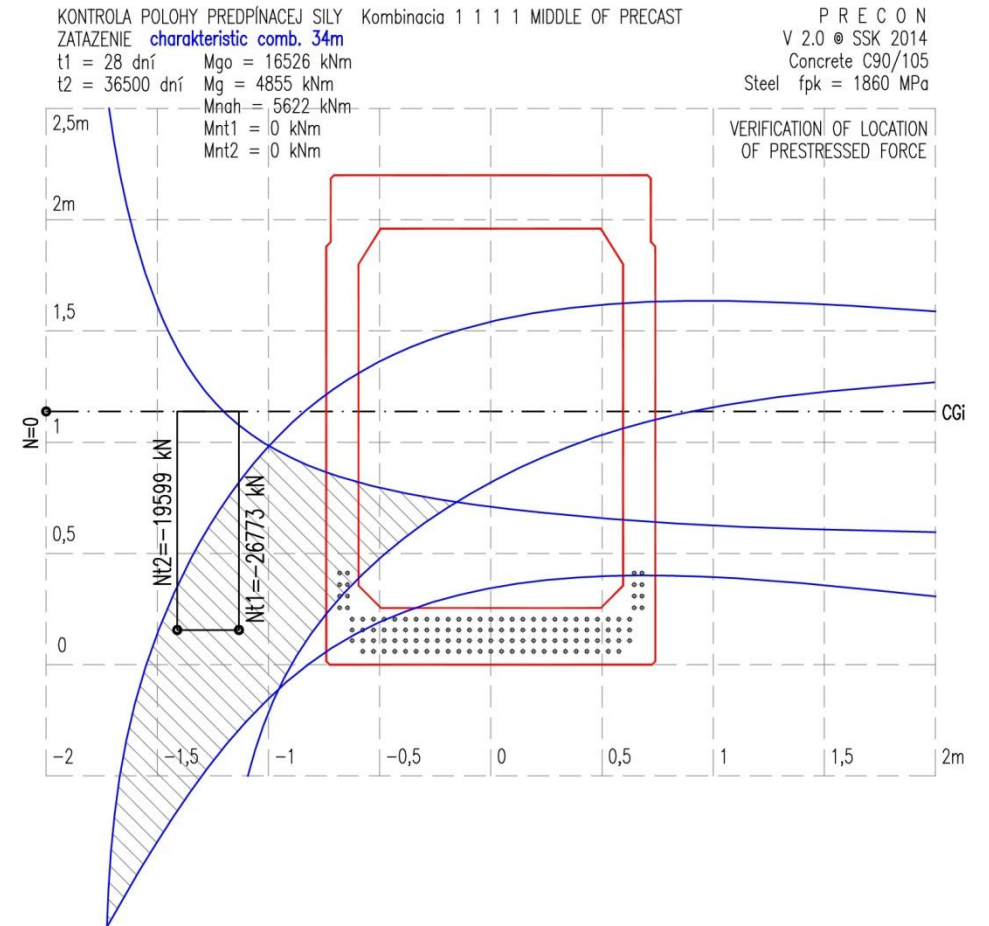
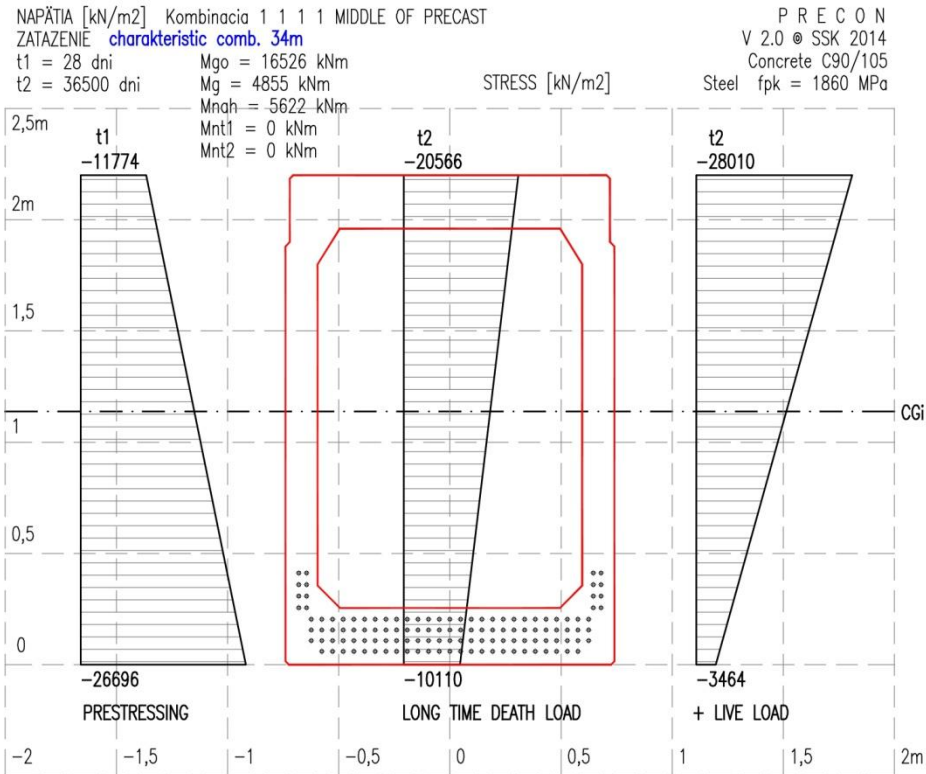
- zaťaženie vlastnou tiažou 62%
- zvršok 16 %
- pohyblivé zaťaženie, včetně dynamického 22%

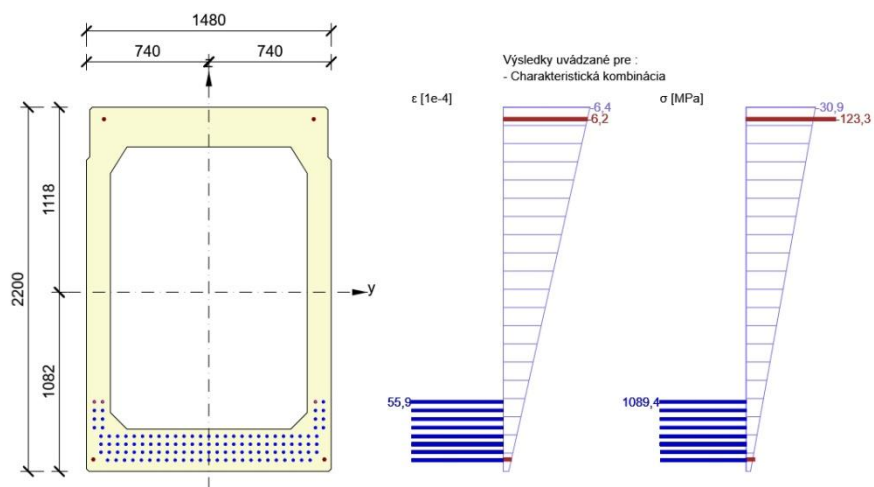
Zaťaženie vlastnou tiažou je vyrovnané predpätím, hlavne kvôli priehybom a tým aj eliminácii veľkých krútiacich momentov od šikmého uloženia.



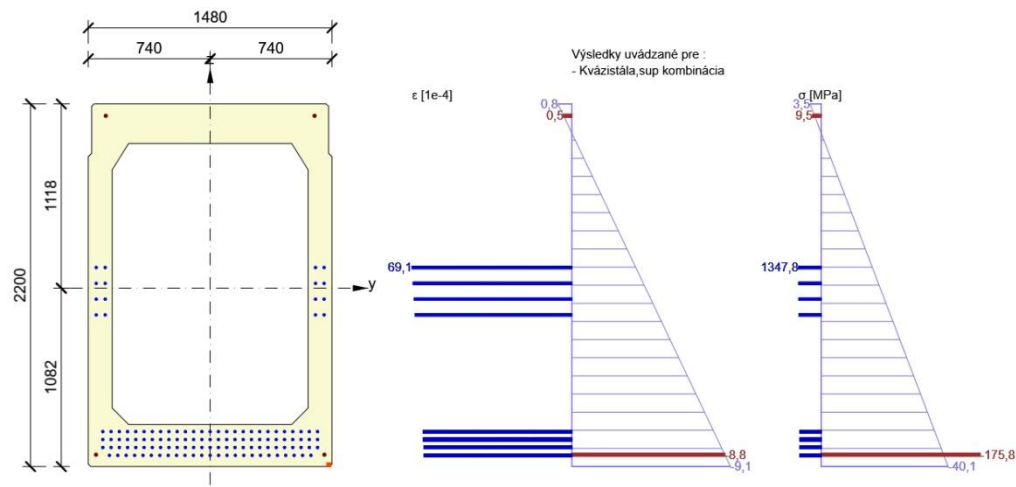
Pozdĺžne vedenie káblov
Program IDEA StatiCa
Prevýšené zobrazenie 3 : 1







Napätia – stred nosníka – koniec životnosti – program IDEA StatiCa



Napätia – kraj nosníka – štádium predpínania

Separáciou niektorých káblov sa mierne prekročené hodnoty dostanú do normových medzí

Niektoré **zdroje**, použité pri tvorbe článku:

- [1] Rekord gebrochen : Die Brücke N355, Submissions ANZEIGER, Datenbank für öffentliche und private Ausschreibungen, Quelle HAITSMa Beton B.V., 2020
- [2] STN EN 1990 Zásady navrhovania konštrukcií
- [3] STN EN 1990/A1 Zásady navrhovania konštrukcií, príloha A2 – Použitie pre mosty
- [4] STN EN 1991–2 Zat'azenie mostov dopravou
- [5] STN EN 1992–1–1 Navrhovanie betónových konštrukcií – všeobecné pravidlá
- [6] STN EN 1992–2 Betónové mosty

Všetky obrázky a prepočty v tomto príspevku sú pôvodné a neokopírované.

Pri zostavovaní článku boli použité nasledovné **počítačové programy** :

STRAP, PRECON, IDEA StatiCa Concrete & Prestressing, SketchUp, AutoCad LT, Microsoft Word, PDF Creator, Corel Draw

