



NÁSTROJ PRO OPTIMALIZACI SPÁŽENÝCH OCELOBETONOVÝCH MOSTŮ

Zpracovali: Ing. Jan Žitný, doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D., (Fakulta stavební VUT v Praze)

Souhrn

Ocelobetonové spážené trémové konstrukce jsou jednou z nejběžnějších variant návrhu a řešení dálničních mostů a estakád v České Republice. Avšak díky relativně vysokým provozním nákladům nosné konstrukce tato řešení často nevítejí na úkor železobetonových mostů. Ke zvýšení konkurenceschopnosti těchto mostů je nutné předložit optimální a udržitelný návrh již v úvodních stupních projektu, které jsou často kritické pro výběr konstrukčního typu mostu a plánování financování celé zakázky. Cílem inženýrství je vytvořit nástroj schopný optimalizovat konstrukci na základě celoživotních nákladů LCC (Life Cycle Cost) a celoživotního cyklu LCA (Life Cycle Analysis) při zadaných okrajových podmínkách.

Oblast použití

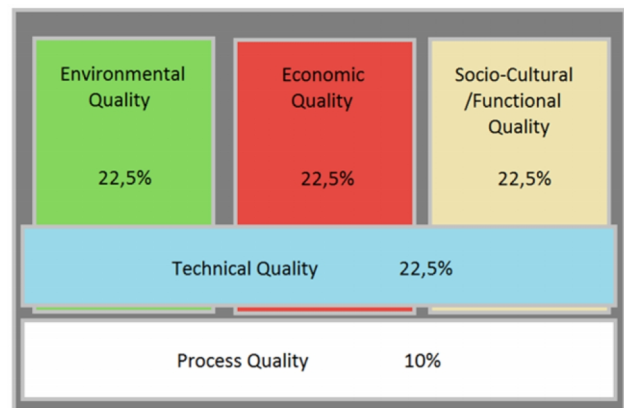
Využití nástroje se předpokládá v rámci úvodních etap dokumentace a plánování samotné stavby a jejího financování. Nástroj na základě zadaných okrajových podmínek pomůže najít optimální řešení spážených ocelobetonových konstrukcí se zohledněním celoživotních nákladů a ekologických dopadů stavby v průběhu celé její životnosti.

Metodika a postup řešení

Postup řešení je rozdělen na několik dílčích kroků. V předchozích letech byl proveden konceptní návrh optimalizačního nástroje a započalo jeho programování v prostředí MATLAB. Software byl v letošním roce úspěšně dokončen a jeho funkčnost byla ověřena při optimalizaci plánovaného mostu na novém úseku dálnice D11 z Jaroměře do Trutnova.

Nástroj samotný se skládá z několika částí, které se individuálně zabývají řešením jednotlivých

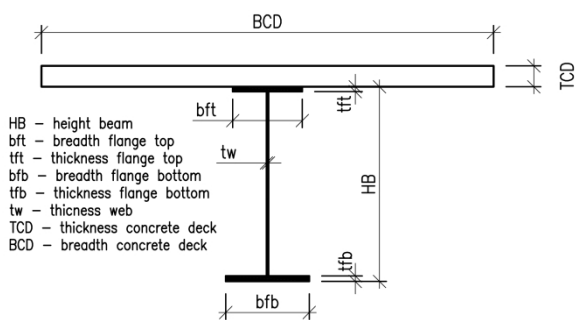
kroků analýzy a vyhodnocení návrhu mostních konstrukcí dle platných evropských norem a předpisů. Z důvodu absence směrnic pro stanovení ekologických a ekonomických dopadů silničních mostů v průběhu celé jejich životnosti v České Republice jsou v nástroji využity postupy již zavedené do praxe ve Spolkové republice Německo.



Obr. 1 Váhové rozložení hodnotících aspektů udržitelnosti dle směrnice SRN [1]

Tyto postupy zahrnují přímé i nepřímé ekonomické a ekologické dopady stavby po celou dobu její životnosti. Nepřímými dopady jsou především myšleny vlivy kongescí a dopravních úprav způsobených stavebními a údržbovými pracemi na posuzované konstrukci.

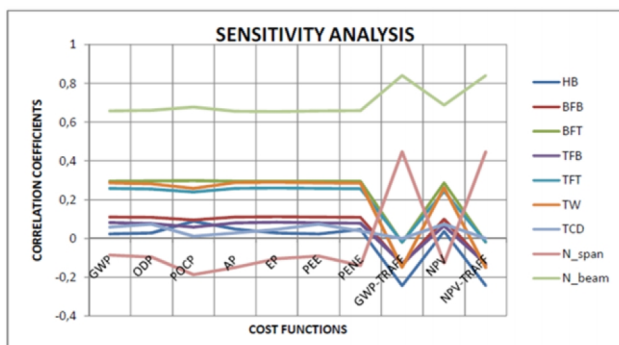
Jako optimalizované parametry byly do nástroje zvoleny rozměry ocelobetonového pruhu mostu a dále počet polí a počet hlavních nosníků. Jelikož některé z těchto proměnných parametrů jsou diskrétní veličiny, které nejsou na uzavřeném intervalu spojitě, bylo nutno jako optimalizační metodu použít genetické algoritmy.



Obr. 2 Pohled proměnných prázkových rozměrů použitých pro optimalizaci mostu

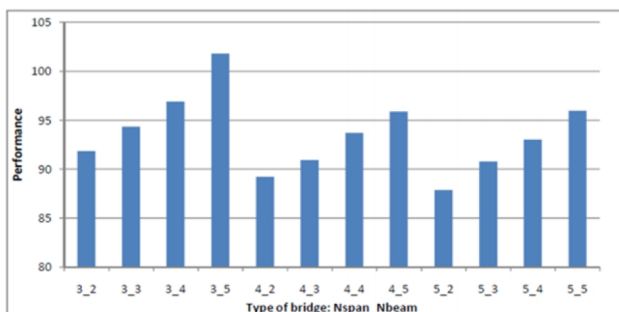
Výsledky

Pro verifikaci optimalizačního nástroje byl vybrán most na plánovaném úseku dálnice D11 z Jaroměře do Trutnova o celkové délce 140 m. Most byl uvažován ve dvanácti variantách s proměnným počtem polí a hlavních nosníků.



Obr. 3 Graf zobrazující citlivost výsledných veličin na jednotlivých proměnných parametrech

Z výsledků citlivostní analýzy je patrný velký vliv počtu polí a počtu hlavních nosníků na nepříjemných ekologických a ekonomických dopadech mostní konstrukce, a to z důvodu závislosti těchto parametrů na délce údržbových prací omezujících dopravu na celém mostě.



Obr. 4 Graf zobrazující procentuální optimálnost jednotlivých variant mostu na D11 vzhledem k referenčnímu řešení (počet polí, počet nosníků)

Hlavním výsledkem je vytvoření funkčního nástroje schopného v relativně krátkém čase a bez nutnosti rozpracování několika variant uspořádání mostní konstrukce získat optimální řešení v závislosti na ukazatelích udržitelnosti, jako jsou LCC a LCA.

Dále bylo získáno několik dalších poznatků o závislosti jednotlivých proměnných parametrů na hodnotících kritériích udržitelnosti. Byla provedena multikriteriální optimalizace a analýza dat za účelem ověření správnosti využití vážení a normalizace hodnot a následné jednokriteriální optimalizace pomocí genetických algoritmů.

Závěr

V závěrečné fázi byl vydán software jako samo spuštělná aplikace pro Windows. Vstupy i výstupy optimalizace jsou řízeny pomocí excelových tabulek. K vydanému softwaru byl vytvořen podrobný manuál popisující všechny vstupní parametry a předpoklady nutné pro optimalizaci a popis samotné konstrukce. S pomocí manuálu by měl být uživatel schopen sestavit a spustit optimalizační úlohu pro konkrétní most.

Literatura

- [1] Mielecke, T.; Kistner, V.; Graubner, C.-A.; Knauf, A.; Fischer, O.; Schmidt-Thrö, G.: Schlussbericht – Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke in Hinblick auf Nachhaltigkeit; Life Cycle Engineering Experts GmbH (LCEE)
- [2] Lepš M.: Single and Multi-Objective Optimization in Civil Engineering with Applications; Czech Technical University in Prague
- [3] Gervásio, H.d.S.: Sustainable design and integral life cycle analysis of bridges. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. (2010)