NÁSTROJ PRO OPTIMALIZACI SPŘAŽENÝCH OCELOBETONOVÝCH MOSTŮ

Zpracovali: Doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D., Bc. Jan Žitný (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Souhrn

Ocelobetonová spřažená trámová konstrukce je jedna z častých variant při řešení dálničních mostů a estakád v České republice. Pro zvýšení konkurenceschopnosti oproti ostatním, převážně železobetonovým, mostům je nutný udržitelný návrh. Cílem činnosti je vytvořit nástroj schopný optimalizovat konstrukci na celoživotní náklady LCC (Life Cycle Cost) a celoživotní cyklus LCA (Life Cycle Analysis) při zadaných okrajových podmínkách.

Oblast použití

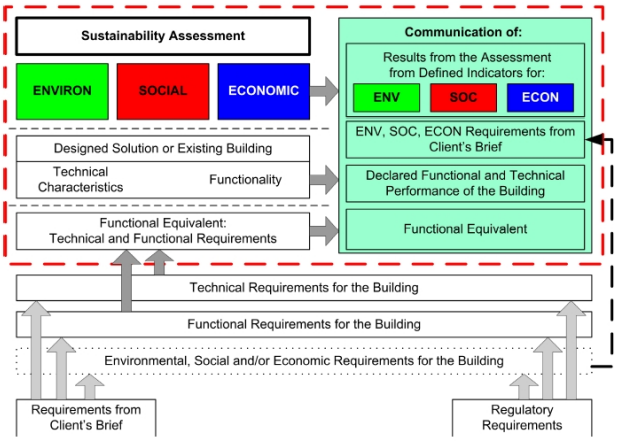
Využití nástroje se předpokládá v rámci prvotního plánování stavby a koncepčního řešení mostu se zadanými okrajovými podmínkami, kdy nástroj dokáže na jejich základě konstrukci posoudit a nalézt optimální řešení. Potenciálně lze nástroj rozšiřovat i na další typy konstrukcí.

Metodika a postup řešení

Postup řešení je rozdělen na několik dílčích kroků. V minulém roce byl proveden koncepční návrh nástroje a započalo jeho programování v prostředí MATLAB. Software se skládá ze tří hlavních částí, které jsou navzájem propojeny.

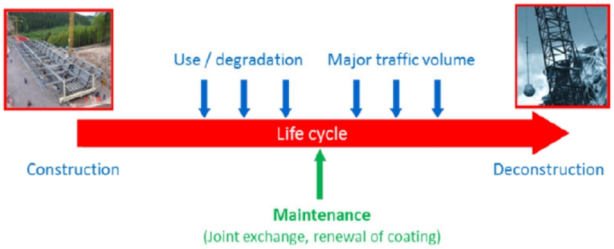
První část nástroje počítá vnitřní síly v konstrukci a posuzuje je ve všech fázích výstavby a životnosti mostu v mezních stavech použitelnosti MSP a únosnosti MSÚ na základě zadaných vstupních parametrů a dle platných evropských norem.

Druhá část provádí pro danou konstrukci posudek udržitelnosti s uvážením celoživotních nákladů LCC a celoživotním cyklem LCA. Přestože v rámci evropských norem a předpisů jsou definovány základní principy pro řešení udržitelnosti staveb, žádný není implementován do praxe.



Obr. 1 Koncept posudku udržitelnosti staveb ČSN-EN 16627.

Nástroj tedy využívá postupy zavedené do praxe ve Spolkové republice Německo. Tyto postupy zahrnují přímé i nepřímé ekonomické a ekologické dopady stavby po celou dobu její životnosti. Nepřímými dopady jsou převážně myšleny vlivy kongescí a dopravních úprav způsobených stavebními a údržbovými pracemi na posuzované konstrukci.



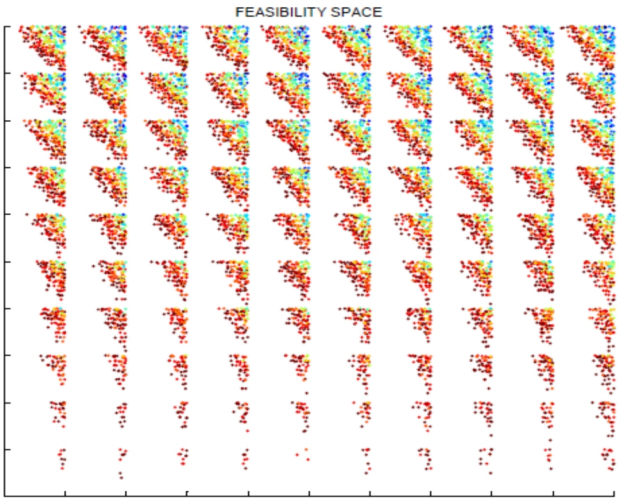
Obr. 2 Úkony a dopady v rámci životního cyklu mostu.

V současné době probíhají přípravné studie pro závěrečnou část nástroje. Využívá se metodika citlivostní analýzy a návrhu experimentu pro výběr nejvhodnější optimalizační metody.

Výsledky

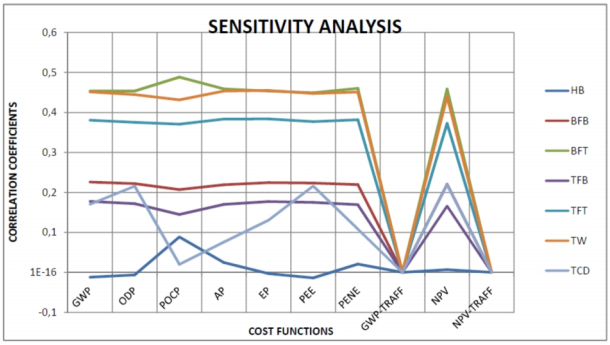
Následující graf zobrazuje řešitelný prostor pro generované sady proměnných parametrů (průřezové charakteristiky), které byly využity pro citlivostní analýzu.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168



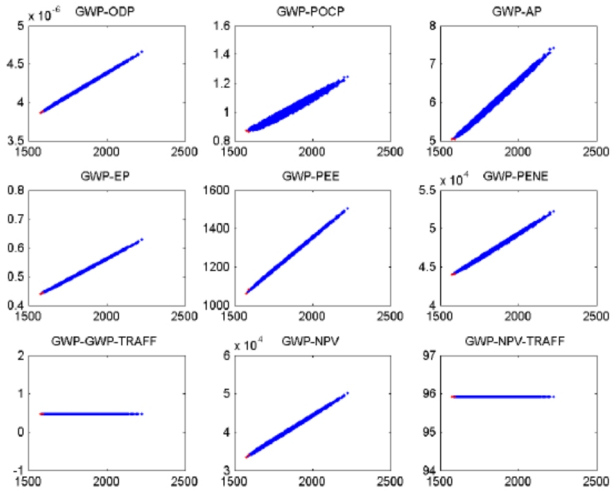
Obr. 3 Hypergraf řešitelného prostoru v zadaných okrajových podmínkách pro jednotlivé proměnné parametry.

Z citlivostní analýzy vyplývá, že až na parametr „výška nosníku“, u kterého nešlo statisticky určit přímý vliv na vyšetřované funkce, ostatní proměnné korelují, tudíž jejich přírůstek způsobuje růst hodnot všech funkcí až na ekologické a ekonomické dopady dopravních omezení na mostě vlivem rekonstrukcí. To vyplývá z důvodu, že příkladový most je novostavba na plánované dálnici R11 a nevede pod ním žádná stávající komunikace.



Obr. 4 Graf zobrazující citlivost výsledných veličin na jednotlivých proměnných parametrech na příkladu mostu na připravované R11.

Pro vypočtená data z návrhu experimentu bylo nalezeno Paretovo optimum, z jehož zobrazení je pro jednotlivé dvojice výsledných veličin patrné, jak jsou mezi sebou provázány a vykazují stejné tendence při změně parametrů.



Obr. 5 Grafy závislosti potenciálu globálního oteplování (GWP) na ostáních veličinách (červenou barvou je vyznačeno Paretovo optimum).

Závěr

Další postup je nalézt pomocí více-kriteriální optimalizace co největší množství vyhovujících nejlepších sad parametrů a z Paretova optima získat pro jednotlivá řešení váhové funkce. Ty posléze porovnat s výsledky z jedno-kriteriální optimalizace s využitím váhových funkcí daných v postupech ve Spolkové republice Německo.

Literatura

[1] Mielecke, T.; Kistner, V.; Graubner, C.-A.; Knauf, A.; Fischer, O.; Schmidt-Thrö, G.: Schlussbericht – Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastruk-turbauwerke 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] Janouchová E.: Design of experiments for sampling-based sensitivity analysis; Czech Technical University in Prague.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168