



Obraz geometrie nosné konstrukce historických mostů v Technickém obzoru

Téma disertační práce: Geometrie nosné konstrukce historických mostů

15122 Ústav nosných konstrukcí

Fakulta architektury Českého vysokého učení technického v Praze

RNDr. DANA KOLÁŘOVÁ

doktorand, obor Architektura, stavitelství a technologie, 2.ročník

doc. Dr. Ing. MARTIN POSPÍŠIL, Ph.D.

školitel

Abstrakt

Studium geometrie nosné konstrukce historických mostů přináší dosud málo akcentované souvislosti mezi geometrickými postupy při architektonickém a inženýrském návrhu mostu a jeho technickou realizací. Nové geometrické postupy publikované již od konce 17. století, nové technologie zpracování tradičních materiálů (zvláště dřeva a kamene), včetně nových konstrukčních technologií, které se začaly významněji rozvíjet od počátku 18. století (např. stereotomie), a konečně i zcela nové materiály, které jsou doménou 19. a 20. století (ocel, železový beton, předpjatý beton), přinesly i možnost kreativních změn tvaru mostních konstrukcí. Tento příspěvek je zaměřen na historický výsek konce 19. a počátku 20. století, kdy články publikované v Technickém obzoru samotnými autory návrhů (například Kolář, Mencl, Tolman, Velflík) odkrývají konstrukční postupy a jejich myšlenkové pozadí při tvorbě jedné z historicky nejvýznamnějších etap českého mostního stavitelství.

Studies in geometry of load-bearing structures of historical bridges show so far little accentuated context between geometric procedures applied in architectural and engineering bridge design and its technical realization. New geometric methods published since the end of the 17th century, new technologies of processing traditional materials (especially timber and stone), including new construction technologies, which began to develop more significantly from the beginning of the 18th century (e.g. stereotomy), and finally completely new materials, which are the domain of the 19th and 20th centuries (steel, reinforced concrete, prestressed concrete), also brought the possibility of creative changes in the shape of bridge structures. This paper focuses on a historical section of the late 19th and early 20th centuries, where articles published in the Technický obzor (Technical Horizon Journal) by the authors of the designs themselves (e.g. Kolář, Mencl, Tolman, Velflík) reveal design procedures and their intellectual background in creating one of the most historically significant periods of the Czech bridge construction.

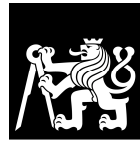
Klíčová slova

Stavebnictví – Mosty – Nosné konstrukce mostů – Geometrický tvar nosné konstrukce – Obloukové mosty – Plocha Corne de vache

Cíle výzkumu

Cílem výzkumného projektu je propojení teoretických technických disciplín (geometrie, statika) s praxí a nalezení geometrických principů návrhu nosné konstrukce historických mostů. Práce by měla být použita pro upřesnění našeho poznání historických postupů při návrhu nosných konstrukcí mostů, pro spolehlivější definici jejich památkové hodnoty a rovněž by měla sloužit pro vytvoření mezipředmětového přesahu ve výuce geometrie, statiky a dějin na Fakultě architektury ČVUT v Praze.

Cílem disertační práce je analýza nosných mostních konstrukcí z pohledu konstruktivní a analytické geometrie.



Výzkumná otázka

- 1) Jakých geometrických tvarů (křivek, ploch, ap.) použili stavitelé mostů ke konstrukci jejich nosných částí?
- 2) Měla volba konkrétní geometrie důvod estetický, technologický, statický či smíšený?

Příspěvek je zaměřen na mosty postavené v Čechách od středověku až do 30.ých let 20. století (období před druhou světovou válkou), tehdejší odborníci na problematiku mostního stavitelství uveřejňovali svoje studie a pracovní postupy v časopise Technický obzor. Nalezneme zde vysvětlení použitých konstrukčních postupů, ale i teoretické úvahy o jejich původu a vhodnosti užití.

Současný stav řešení problému

Geometrie hraje v historické i současné architektuře nesporně značnou roli, a to jak v jejím čistě výtvarném pojetí, tak v její nosné konstrukci. Zajímavé je, že k masivní geometrizaci architektury dochází v současnosti i skrytě, a to prostřednictvím použití výpočetní techniky, CAD systémy totiž v sobě ukrývají řadu exaktních geometrických postupů. Geometrie tak může být hlavním zdrojem krásy architektonického díla, a to jak sama o sobě, tak přeneseně díky precizně vyřešené geometrii nosné konstrukce. Určení těchto faktorů je pro pochopení architektonických aplikací geometrie klíčové. Matematickým principům při navrhování v architektuře se věnuje vědecký časopis Nexus Network Journal vydávaný vydavatelstvím Springer, jeho celé jedno loňské číslo bylo věnováno vztahu geometrie a architektury (vol. 21, n. 3, 2019).

Zatím neexistuje komplexní zpracování problematiky vlivu geometrie na návrh nosných konstrukcí historických mostů, nalezneme však domácí i zahraniční práce, které řeší některé dílčí otázky, například tlakovou čáru klenby obloukových mostů, optimalizaci tvaru, ideální polohu výztuže apod. (Lipanská, 1998; Bechyně, 1954, 1962; Forgács, 2018; Man-Chung Tang, 2018).

Původnost

Geometrie nosné konstrukce mostů je standardně řešena v oblastech teorie výpočtu nosných konstrukcí (například imperfekce, ztráta stability) a v oblastech technologických (výrobní tolerance prvků). Geometrií konstrukce, nikoliv však z hlediska její únosnosti, se zabývá i historie architektury nebo historie umění, které prostřednictvím geometrie zkoumají transfer historických technologií, přenos kulturních vlivů nebo cesty historických stavitelů. Cíl tohoto výzkumu je ale odlišný: analýza nosných mostních konstrukcí z pohledu geometrie, tj. jakých geometrických tvarů (křivek, ploch, ap.) použili stavitelé mostů ke konstrukci jejich nosných částí? Měla volba konkrétní geometrie důvod estetický, technologický, statický či smíšený?

Metody výzkumu

První fáze výzkumu spočívala v co nejširší rešerši (územní i časové) tvaru historických mostů. Další fáze zahrnuje rozdělení dat do skupin podle konstrukční, materiálové a tvarové spřízněnosti (využití textu doc. Rottera z katedry ocelových a dřevěných konstrukcí FSv ČVUT a ČSN 736200 Mosty – Terminologie a třídění). V následující fázi je prováděn výběr charakteristických zástupců, jejich podrobný výzkum (archivní výzkum, zaměření charakteristických bodů prostorových křivek u vybraných mostů, jejich analýza matematickým softwarem a případně jejich 3D zobrazení). Závěrem práce bude syntéza získaných poznatků o přístupu tvůrců mostních konstrukcí při výběru geometrie hlavních nosných prvků.

K řešení jsou využívány

a) některé ze základních metod historického výzkumu:

přímá a nepřímá metoda, diachronní a synchronní metoda, kvantitativní metoda, modelová analýza, metoda sondy, komparativní metoda, typologická metoda periodizace, biografická metoda, geografická metoda, historická demografie, filologická metoda ad.

b) některé z metod exaktního výzkumu:

analytická metoda, indukční metoda, vytváření matematických modelů



c) některé měřické techniky, např. zaměření charakteristických bodů prostorových křivek pomocí teodolitu a dálkoměru a jejich 3D zobrazení.

Vyhodnocení dosavadního výzkumu

První rok výzkumu byl věnován rozsáhlé rešerši tvaru nosných konstrukcí historických mostů z dostupných zdrojů, tj. z odborné literatury české i zahraniční. Seznam prostudované literatury bude přílohou studie k disertační práci. Zvláštní pozornost byla věnována studiu materiálů spojených s Pražskou mostárnou v archivu SOA. Dále vznikla rozsáhlá fotografická dokumentace některých historických mostů z území České republiky. Vedle klasických metod stavby mostů se výzkum věnoval také (z geometrického hlediska velmi zajímavým) konstrukcím tensegritních mostů. Výsledky studia tensegritních struktur a jejich aplikace u lávek a mostů byly použity v letním semestru 2018/19 ve výuce na FA, studentské modely byly představeny na výstavě Tensegrity Models, která se konala v červnu 2019 na FA ČVUT, a pedagogické zkušenosti se zařazením dané problematiky do výuky byly zpracovány do příspěvku na mezinárodní konferenci Slovak-Czech Conference On Geometry and Graphics konané v září 2019 v Trenčianských Teplicích.

Druhý rok výzkumu byl ovlivněn pozitivně i negativně koronavirovou situací.

Na mezinárodní konferenci Poster 2020 do sekce History of Science byl odeslán příspěvek „*Two Historical Bridges in One in Roudnice nad Labem*“. Konference ale byla vzhledem k vládním omezením zrušena. Nebylo možné také uskutečnit plánovaný výjezd do archivu ve Vítkovicích. Na druhé straně byl umožněn on-line přístup do mnoha archivů, nejen v Čechách, ale i v zahraničí, tj. bylo možné studovat on-line zahraniční historické prameny. Z českých pramenů se jedná především o články s problematikou mostního stavitelství publikované v časopise spolku architektů a inženýrů Technický obzor z let 1893-1918, zde nalezneme statě od tehdejších významných představitelů mostního stavitelství (abecedně Kolář, Mencil, Soukup, Tolman, Velflík). Ze zahraničních zdrojů uvedme například francouzské, britské a americké mostní inženýry, jakými byli DeDartein, E. Degrand, H.G.Tyrrell, Ch.S. Whitney. Výzkum je sice zaměřen na mosty v Čechách, ale je třeba sledovat návrhy mostů v širším historickém kontextu a například inspirace francouzským mostním stavitelstvím přelomu 19 a 20. století je evidentní, čeští autoři návrhů se o ní dokonce i sami zmiňují. Zvláštní pozornost je věnována ploše „*corne de vache*“, jejímu využití při návrhu nosné konstrukce mostu, změně jejího významu v nosné konstrukci mostu od prvního použití ve Francii po Most Legií v Praze. K této geometrické ploše je zpracovávána samostatná případová studie, která bude zařazena do disertační práce.

V současné době probíhá třídění dat podle tvarové a konstrukční spřízněnosti s využitím ČSN 73 6200 (736200) Mosty - Terminologie a třídění a textu "Terminologie mostů" doc. Rottera z FSv ČVUT. Dále je u vybraných zástupců mostních konstrukcí prováděn archivní výzkum (Archiv SOA, archiv TSK, archiv NTM, archiv hl. města Prahy, archiv ČVUT) a detailní studium jejich konstrukčních vlastností.

Na výzkumný projekt Geometrie nosné konstrukce historických mostů byl v roce 2019 poskytnut grant vycházející ze Studentské grantové soutěže ČVUT v době trvání tří let.

V prezentaci bude podrobně uveden přehled získaných poznatků o mostním stavitelství publikovaných v časopise Technický obzor.

Závěr

Problematika geometrie nosné konstrukce mostů se pro vytvoření žádoucích mezipředmětových přesahů ukazuje jako správná volba. Například tensegritní struktury již byly zařazeny do výuky deskriptivní geometrie, kde se setkaly s velkým zájmem studentů, a to zvláště díky synergickému efektu s přednáškou profesora Mirko Bauma o tensegritních systémech v architektuře, která proběhla na FA v dubnu 2019. Předpokládám, že i další výsledky výzkumu budou mít na výuku podobně kladný dopad.