

POTENCIÁL VÝVOJE VÝSTAVBY BETONOVÝCH MOSTŮ VE ŠVÉDSKU ■ FUTURE DEVELOPMENT POTENTIAL FOR CONCRETE BRIDGE CONSTRUCTION IN SWEDEN

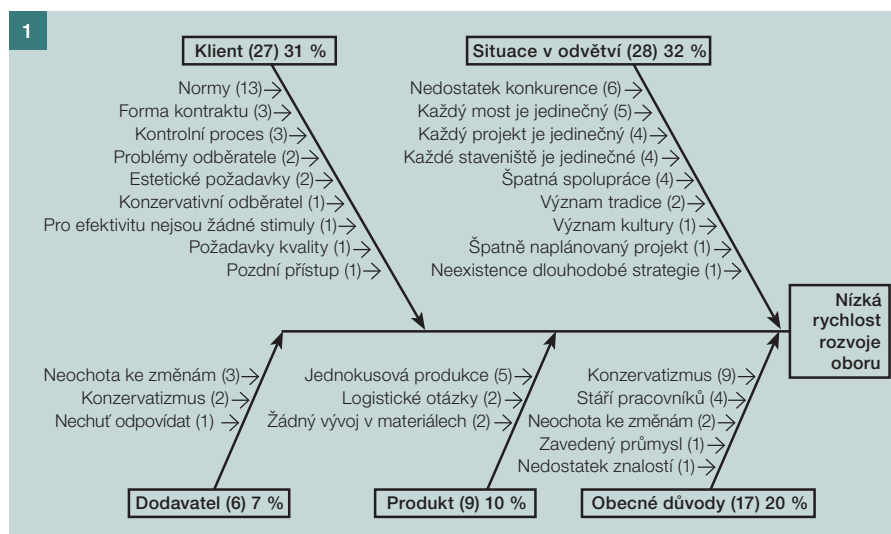
Johan Larsson

Obecně je ve Švédsku rozšířena představa, že výstavba mostů má jasný potenciál pro svůj vývoj k vyšším stupňům zprůmyslnění a efektivnosti. Nehledě na možnosti nových technologií jsou ve skutečnosti při výstavbě mostů stále dominantní staré tradiční metody a postupy. Pro popsání, interpretování a vysvětlení tohoto jevu se článek zaměřil na hledání příčin, proč nejsou nové technologie užívány. Představujeme rozsáhlou studii, jejíž výsledky ukazují, že normy, konzervatismus, krátkodobé myšlení a představy, že stavební průmysl je specifický, jsou důvody pomalého vývoje tohoto odvětví. ■ Bridge construction in Sweden has been considered to have a clear potential for a development to a higher degree of industrialization and efficiency.

Despite the availability of new techniques for concrete bridge construction, the tradition of on-site constructing with old methods still is the dominating construction method. To be able to describe, interpret and give an explanation to this phenomenon, this paper will investigate why new techniques are not commonly used. A comprehensive survey has been conducted and the result shows that codes, conservatism, short-term thinking and thoughts that the industry is unique are some of the reasons for slow development.

Výzkumný projekt je zaměřen na sledování přínosů zprůmyslnění postupů výstavby při realizaci mostní konstrukce. Projekt začal zmapováním možností prefabrikace a stávajících průmyslových metod a po vyhodnocení se zaměřil na využití pokročilých nových konstrukčních procesů při výstavbě. Rychlost vývoje stavebnictví je ve srovnání se strojírenstvím [1] relativně pomalá a možné důvody uvedeného rozdílu jsou během poslední dekády hojně diskutovány [2 a 3]. Je jasné, že požadavky a tlak investorů na nižší ceny, kratší časy výstavby a vyšší kvalitu nabraly během posledních let na síle.

V zahraničí jsou užívány různé druhy částečně nebo zcela prefabrikovaných mostních konstrukcí, ve Švédsku je však tento koncept ojedinělý. Prefabrikace je významnou částí zprůmyslnění procesu výstavby, je však třeba zvažovat celý proces od návrhu až po údržbu konstrukce, aby bylo možno posoudit skutečné přínosy průmyslové technologie výstavby.



Prefabrikace neznamená pouze hotové, dokončené prvky, které jsou na místě stavby spojovány dohromady, ale také vynechání skruže, bednění a dalších podpůrných prvků, jejichž konstrukce musí být navrženy na všechna předepsaná zatížení, výztuže, která je předem sestavována do výztužných košů nebo rohoží a ukládána do bednění [4 a 5].

Objevuje se tu otázka: jaké hlavní síly působí proti rychlejšímu vývoji ve stavebnictví obecně a zejména v mostním stavitelství?

Rozsáhlé dotazníkové akce, která tvořila datový základ projektu, se zúčastnilo šedesát šest respondentů. Dotazník obsahoval dvacet pět otázek k současné a budoucí situaci v oblasti mostního stavitelství ve Švédsku. Prezentovaný článek se zabývá pouze několika z nich. Mezi respondenty, kteří na dotazník odpovídali, byli investoři, dodavatelé, konzultanti, inženýři, zástupci státní administrativy (ze státního úřadu na úrovni našeho ministerstva dopravy, pozn. red.), která je největším investorem v oblasti stavebnictví ve Švédsku (tab. 1).

OBEČNÉ VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

Zúčastnění dotazníkového šetření se shodli v tom, že efektivita výstavby se musí v budoucnosti zvýšit. Téměř 80 % respondentů odpovědělo, že zcela souhlasí a 15 % souhlasilo zčásti.

Přes 90 % všech zúčastněných si myslí, že jsou schopni nějakým způ-

sobem ovlivnit výsledek projektu, ale 96 % respondentů by chtělo, aby jejich možnost ovlivňovat výsledek byla vyšší. Zúčastnění se shodli, že zapojení se do projektu v jeho počátečních fázích dává více příležitostí k jeho ovlivnění. V procesu návrhu by se zúčastnění shodně více zaměřili na údržbu, metody výstavby, spolupráci, náklady za celý životní cyklus konstrukce a proveditelnost [6]. 80 % odpovídá, že realizace určitého druhu „klíčových“ projektů je nejlepší způsob, jak dostat do stavebnictví vývoj v duchu „udržitelného rozvoje“.

DŮVODY POMALÉHO VÝVOJE

Po sestavení Ishikawova diagramu (rybí kost) důvodů nízké rychlosti vývoje lze poměrně snadno získat přehled o faktorech, které způsobují nebo přispívají k zbrzdění vývoje mostního stavitelství (obr. 1).

Důvody jsou rozděleny do pěti hlavních kategorií a u každého důvodu či kategorie je uveden počet respondentů. U každé hlavní kategorie je také uvedeno procento z celkového počtu respondentů, kteří se řadí k této kategorii.

Některé důvody lze těžko zařadit do některé z kategorií, protože je však uvedl vždy pouze jeden respondent, výsledky nejsou tím, kam byly zaříděny, ovlivněny. Někteří respondenti uvedli několik důvodů zkoumaného jevu, proto je celkový počet odpovědí vyšší než počet respondentů.

První kategorie, **klient**, může být rozdělena na tři skupiny: normy, formy kontraktů a kontrolní procesy. Nor-

Tab. 1 Přehled respondentů | Tab. 1 Summary of questionnaire respondents

Počet respondentů	Dodavatel (27)			Klient (21)			Projektant (13)			Dodavatel technologie (5)		
Zkušenosti [roky]	méně než 1	1 až 5	více než 5	méně než 1	1 až 5	více než 5	méně než 1	1 až 5	více než 5	méně než 1	1 až 5	více než 5
Realizace stavby [%]	0	7	93	0	0	100	0	0	100	0	20	80
Přímo na stavbě [%]	4	11	85	10	10	80	0	0	100	20	40	40
Nepřímá účast [%]	41	22	47	29	23	48	24	38	38	0	40	60

my jsou konzervativní a upřednostňují mosty stavěné monolitickou technologií, u prefabrikovaných technologií jsou některá problematická ustanovení, která by měla být vyřešena. Nejběžnější forma kontraktu nedovoluje dodavatelům a dalším zúčastněným vstoupit včas do procesu projektu, ale až po dokončení návrhu konstrukce.

Představy, že průmyslové odvětví je jedinečné, každý projekt je jedinečný a každé nové staveniště je odlišné od toho předchozího, odráží **situaci v odvětví**. Tento přístup je důvodem, proč výstavba mostů monolitickou technologií je běžnější než užití průmyslovějších přístupů. Podle [9] nebyl zatím realizován výzkum, který by ukázal, že produkty a procesy ve stavebním průmyslu jsou specifičtější než v jiných odvětvích. Nejvýznamnějším faktorem v této kategorii je nedostatek konkurence mezi několika dodavateli, kteří soutěží o největší zakázky. Významní dodavatelé proto nemají důvod měnit své metody a praktiky.

Dodavatelé nejsou, jak se zdá dle důvodů uvedených v předchozích odstavcích, ochotní ke změnám. Jsou klidní a provádějí pouze to, co po nich pro-

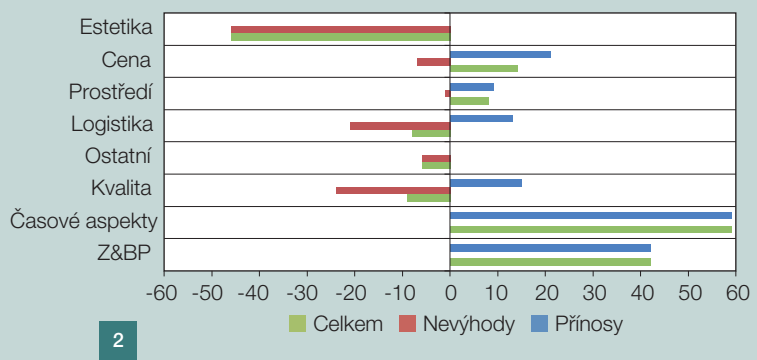
váděcí dokumentace požaduje. Jeden z respondentů charakterizoval tuto kategorii slovy: „*Hlavní dodavatelé nemají zájem, jsou to stejní chlapi jako dříve. Velký dodavatel nechce prefabrikaci, protože potom vzrůstá konkurence, kterýkoliv dodavatel může stavět z prefabrikátů, ale monolitické mosty, silnice, vozovky ad. staví obvykle jen těžké váhy.*“

Kategorie **produktu** je velmi svázaná s tvrzeními, že každý produkt je unikátní, a proto je téměř nemožné stavět prefabrikované mosty efektivně. To není argument, který by obstál při posouzení z hlediska udržitelného rozvoje, protože nemusíme ani jet daleko za hranice Švédska, abychom našli země jako Dánsko či Nizozemsko, kde jsou prefabrikované mosty zcela běžnou volbou. Přes 80 % všech betonových mostů je v Nizozemsku postaveno s použitím prefabrikátů. 53 % respondentů si myslí, že právě kombinace monolitické technologie s prefabrikáty je budoucností betonového mostního stavitelství.

Za poznámku stojí, že konzultanti a dodavatelé mají mírně negativnější vnímání použití prefabrikátů než investoři. Superkonstrukce nebo její části

(mostovka a okraje nosníků) se zdá být konstrukcí, kterou oslovení respondenti nejspíše označují jako vhodnou pro použití prefabrikátů, mají-li být vůbec použity. To jsou totiž části konstrukce časově velmi náročné na výstavbu a zkoušky použití prefabrikátů v těchto místech, které v současnosti ve Švédsku probíhají, dávají uspokojivé výsledky [7].

Široce rozšířený konzervatismus mezi **zúčastněnými obecně** se zdá být největším problémem. Podle [8] však žádný průzkum neprokázal, že by lidé pracující ve stavebnictví byli obecně konzervativnější než v jiných odvětvích, ale stejní lidé často právě toto tvrzení používají jako obranu současně používaných stavebních postupů a nevyhovujících podmínek. V [8] jsou zdůrazněny čtyři hlavní překážky/zábrany pro rychlejší vývoj stavebnictví ve Švédsku a jedna ukazuje, že zúčastnění se snaží působit na veřejnost v duchu tvrzení, že v této oblasti není možné pracovat moderněji = inteligentněji. Další překážky jsou: působení na zákazníka v duchu „ale ještě ne ...“; zlepšení často vede ke zvýšení administrativy a poslední je o tom, že celková struktura stavebnictví brání vývoji.

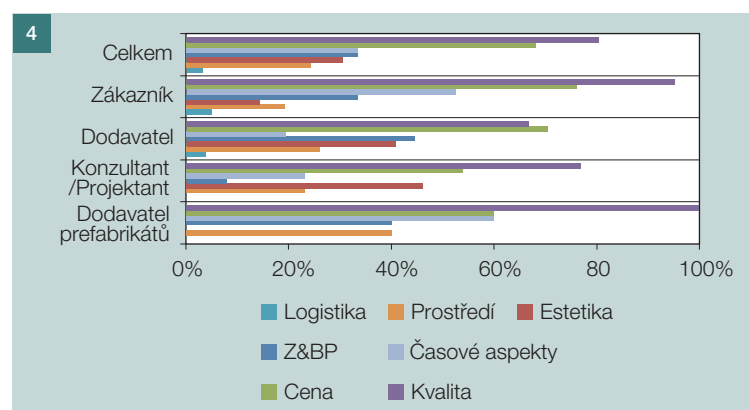
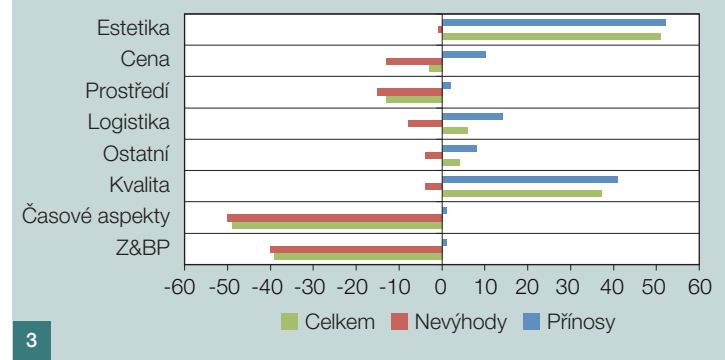


Obr. 1 Důvody nízké rychlosti rozvoje (číslo v závorce za každou položkou je počet respondentů) | Fig. 1 Reasons for low development speed (the number in brackets behind each reason is the number of respondents)

Obr. 2 Přínosy a nedostatky prefabrikované technologie | Fig. 2 Benefits and drawbacks for OSM

Obr. 3 Přínosy a nedostatky monolitické technologie výstavby, přehled byl sestaven z výsledků šetření, v němž si respondenti mohli vybrat až tři možnosti | Fig. 3 Benefits and drawbacks for on-site construction, scores were derived from survey results where respondents could choose up to three factors

Obr. 4 Nejdůležitější kritéria pro výstavbu mostů, přehled byl sestaven z výsledků šetření, v němž si respondenti mohli vybrat až tři možné odpovědi | Fig. 4 Most important factors when constructing a bridge, scores were derived from survey results where respondents could choose up to three factors



Některé překážky vývoje ve smyslu trvale udržitelného rozvoje v mostním stavitelství ve Švédsku jsou v dotazníku zmiňovány častěji než jiné, nejen ve specifickém shrnutí odpovědí na obr. 4, ale i v komentářích a rozbozech v celém šetření. Jako čtyři největší bariéry jsou uváděny:

- normy
- jedinečnost/specifičnost
- konzervatismus
- krátkodobé myšlení

Zúčastnění často přemýšlí o určitém projektu jako specifickém/jedinečném, místo hledání podobnosti mezi projekty navzájem. Více standardizované konstrukční procesy, zvažování všech dlouhodobých souvislostí, účast více lidí v raných stádiích přípravy projektu a možnost volného myšlení a uvažování široké škály možností dříve, než jsou do procesu zahrnuta různá omezení a restriktce, přinese významnou změnu v produktivitě. Spolupráce mezi zúčastněnými se musí zvýšit a konzervativní lidé se musí změnit, aby přežili.

VÝHODY A PROSPĚCH Z UŽITÍ RŮZNÝCH KONSTRUKČNÍCH METOD

Respondenti byli požádáni, aby uvedli pořadí výhod a nevýhod obou technologií, monolitické a prefabrikované.

Přehled pořadí výhod a nevýhod pro prefabrikované mostní konstrukce ve Švédsku, podle výsledků šetření, ukazuje, že čas a zdraví a bezpečnost pracovníků (Z&BP) jsou největšími výhodami. Estetické aspekty jsou naopak dle šetření hlavními nedostatky (obr. 2). Respondenti často používali slova jako „ošklivý, šeredný, nehezky“ a uváděli, že všechny prefabrikované mosty vypadají stejně. Estetika však nabývá na významu při vybírání typu mostu, tento faktor se stává ve Švédsku stále důležitějším. Kvalita, která byla také často v předchozím výzkumu zmiňována jako přínos prefabrikace, je v tomto přehledu považována v případě prefabrikovaných mostů za nedostatek. Zabýváme-li se touto otázkou hlouběji, ukáže se, že dodavatelé prefabrikátů vidí kvalitu jako hlavní přínos, ale zvláště klienti a projektanti ji vidí jako nedostatek. Malá studie inspekční zprávy ze Švédského úřadu dopravy [9] ukazuje, že neexistují žádné zásadní objektivní kvalitativní problémy, které by byly spojeny s prefabrikovanými mosty.

Dva hlavní přínosy použití monolitické technologie výstavby mostu dle šetření jsou estetika a kvalita (obr. 3). Kva-

lita, která je označována za nevýhodu prefabrikovaných mostů, je naopak hnacím motorem pro volbu monolitické konstrukce.

DŮLEŽITÁ KRITÉRIA PRO VÝSTAVBU MOSTU

Výhody a nevýhody různých metod se stanou hnacím motorem či překážkou, pokud je kritérium důležité pro klienta. Klienti jsou totiž ti, kdo stanovují specifikaci a požadavky na most. Kritéria s nejvyšší důležitostí, u výstavby mostů ve Švédsku, jsou podle zpracovaného šetření kvalita a cena (obr. 4). Čas je méně důležitý pro dodavatele a konzultanty, ale zdá se, že si obě skupiny myslí, že estetika je důležitým kritériem. Celkové skóre dobře koreluje s představy klientů o tom, která kritéria jsou důležitá. Kvalita, cena, čas a Z&BP jsou čtyři nejdůležitější kritéria pro uspokojení požadavků klientů při výstavbě mostu. Proto mohou být tato čtyři považována za hnací motory či bariéry pro volbu té či oné technologie výstavby mostu.

Korelace výhod různých technologií výstavby s nejdůležitějšími kritérii ukáže, že kvalita je hlavním hnacím motorem pro volbu monolitické technologie, zatímco ostatní tři výhody (čas, cena a Z&BP) jsou hnacím motorem rozhodnutí se pro prefabrikovanou technologii. Má-li se prefabrikovaná technologie stát běžnou ve švédském mostním stavitelství, je třeba se zaměřit na otázky související s dalším zlepšením její kvality.

DISKUZE A SHRUTÍ

Při řešení problému nízkého růstu efektivity se při vyhodnocování výsledků šetření ukázalo, že jsou to klienti, kdo chtějí změnu. Změny v normách a lepší formy kontraktů s funkčními požadavky a kritérii by se měly stát běžnými. Více dobře připravených klíčových projektů s účelnými požadavky povede k včasnějšímu zapojení dodavatelů a subdodavatelů do jejich řešení. Podle [10] to povede k zrychlení procesu vývoje a projektové týmy budou upozorněny na zatím skryté problémy v době, kdy je ještě možné je řešit snáze a rychleji. Vedle toho se toto odvětví musí stát otevřenější a více využívat znalostí a zkušeností, které zde již jsou. Tzn. vyvíjet lepší konstrukce, ať už jsou stavěny monolitickou nebo prefabrikovanou technologií.

Spolupráce všech zúčastněných na projektu je nejdůležitějším z faktorů, které ovlivňují realizaci projektu tak, aby vedla k vyšší spokojenosti klienta, tj. ke splnění jeho potřeb v širším rozsahu.

Literatura:

- [1] *Byfors J., Jäderholm B.*: Presentation FIA-day 2007, 2006 (In Swedish)
- [2] Byggkommissionen, "Skärning gubbar! Om konkurrens, kostnaderna, kvaliteten och kompetensen i byggsektorn," Stockholm, 2002, p. 442. (In Swedish)
- [3] Statskontoret, "Att mäta produktivitet utveckling för anläggningsbranschen – en delrapport," Näringsdepartementet, Stockholm, 2009, p. 21. (In Swedish)
- [4] *Rwamamara R., Simonsson P., Ojanen (now Larsson) J.*: "Advantages of industrialized methods used in small bridge construction," Internat. Group for Lean Construction, IGLC, 18th annual conf. on Lean Construction, Haifa, Israel, 2010, pp. 569–579
- [5] *Simonsson P., Emborg M.*: "Industrialized construction: benefits using SCC in cast in-situ construction," Nordic Concrete Research no. 39, 2009, pp. 33–52
- [6] *Simonsson P.*: "Buildability of Concrete Structures, Process, Methods and Material," Doctoral thesis, Luleå University of Technology, Division of Structural engineering, 2011
- [7] *Larsson J., Simonsson P.*: "Decreased complexity of bridge construction through prefabrication: A case study," Internat. Group for Lean Construction, IGLC, 20th annual conf. on Lean Construction, San Diego, 2012
- [8] *Josephson P.-E., Saukkoriipi L.*: "Slöseri i byggprojekt – Behov av förändrat synsätt," Sveriges Byggindustrier, Göteborg FoU-väst, 2005, p. 56. (In Swedish)
- [9] <https://batman.vv.se/batman>, 2010
- [10] *Brown S. L., Eisenhardt K. M.*: "Product development: past research, present findings, and future directions," Academy of Management Review no. 2, 1995, pp. 343–378

V první řadě se klient potřebuje otevřít novým myšlenkám, potom ale musí dodavatel a další zúčastnění vyvinout maximální úsilí pro vývoj nových produktů.

Vhodným kombinováním tradičních, dobře známých procesů monolitické technologie s inovativními řešeními nabízenými prefabrikací lze docílit působivějšího a efektivnějšího díla, které vyjde vstříc potřebám klienta. Budoucí výzkum musí směřovat k vývoji více standardizovaných stavebních procesů. Ty jsou nezbytné pro možnosti porovnávání změn a zpětné vyhodnocování zlepšení a získaných zkušeností.

Johan Larsson

M.Sc., Ph.D. student

Lulea University of Technology

971 87 Lulea, Sweden

e-mail: johan.p.larsson@ltu.se

