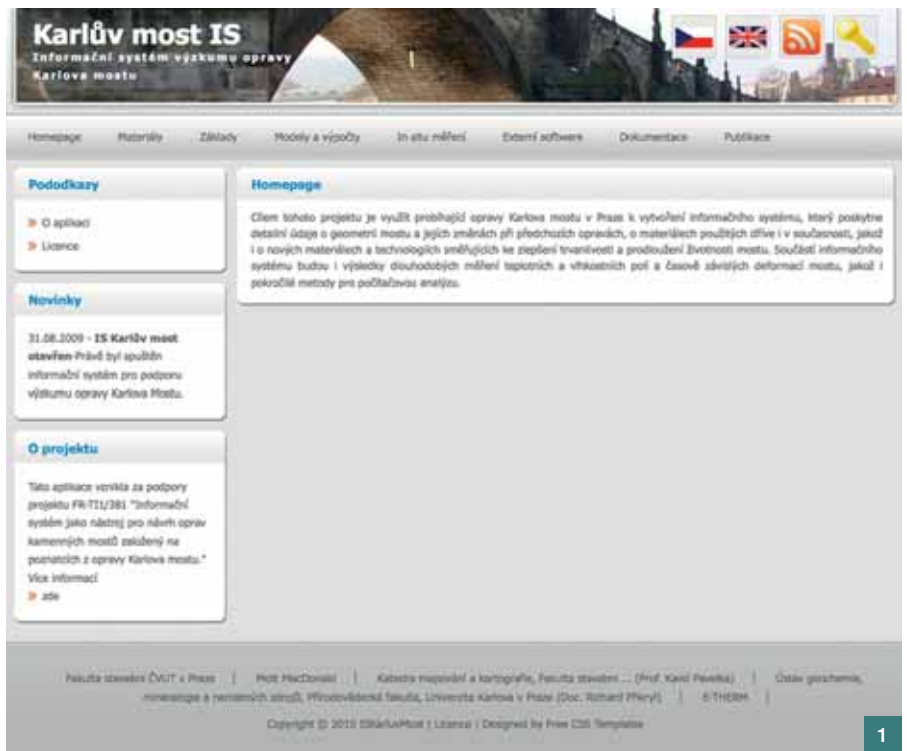


INFORMAČNÍ SYSTÉM PRO PODPORU OPRAVY KARLOVA MOSTU ■ INFORMATION SYSTEM SUPPORTING REHABILITATION OF CHARLES BRIDGE IN PRAGUE

Jiří Vildt, Jan Zeman, Jiří Šejnoha,
Vladimír Tvrzník

Cílem článku je představit informační systém ISKarluvMost, který byl vyvinut v posledních třech letech jako podpůrný prostředek pro opravu Karlova mostu. ■ The purpose of this paper is to introduce a new information system ISKarluvMost, which was developed during the last three years to support rehabilitation of Charles Bridge in Prague.

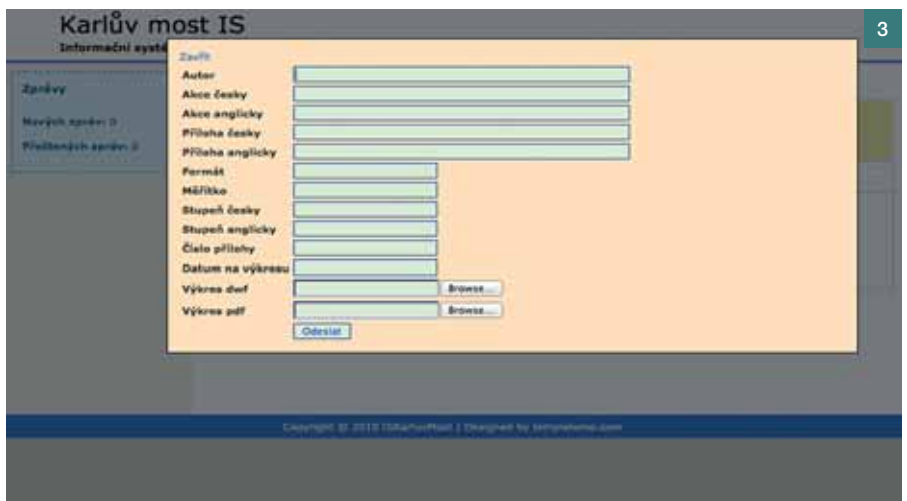
V období od 1. srpna 2007 do 31. října 2010 proběhla poslední rozsáhlá oprava Karlova mostu v Praze, která zahrnovala rekonstrukci zábradlí a mostovky a obnovu hydroizolačního systému. Tato oprava byla podložena dlouhodobým výzkumem, zaměřeným jednak na dokumentaci stavu konstrukce a materiálů využitých v mostu, jednak na počítačové simulace jeho chování především pod účinky nesilových zatížení. K přípravným teoretickým a experimentálním pracím přispěla řada pracovišť a získané výsledky byly hojně prezentovány v tuzemské i zahraniční literatuře. Jako vybrané příklady uvedme shrnutí komplexního výzkumu v období 1994 až 2004 [1 až 3], vývoj a ověření nelineárního výpočetního modelu segmentů mostu [4, 5] nebo nejnovější poznatky o materiálech v konstrukci [6, 7]. Především při vývoji a verifikaci počítačových modelů Karlova mostu [4, 5] pak bylo opakovaně sledováno, že i přes výjimečný charakter této památky a její dlouhodobý monitoring nejsou k dispozici volně přístupné a soustředěné podklady, o něž by se mohla jakákoliv pokročilá analýza opřít.



1



2



3

Obr. 1 Veřejně přístupné rozhraní aplikace ■ Fig. 1 Public access interface

Obr. 2 Příklad modulu souborů s výpočty ■ Fig. 2 Example of files and calculation module

Obr. 3 Přidávání souborů s výkresovou dokumentací základů ■ Fig. 3 Adding files with drawing documentation

Právě tato skutečnost byla hlavním impulsem návrhu a vývoje aplikace ISKarlůvMost [8] krátce představené v tomto článku. Poznamenejme, že hlavním cílem tohoto informačního systému je soustředit informace nutné pro simulace mostu a jeho následné statické posouzení. To jej odlišuje od naprosté většiny informačních systémů historických památek, např. [9 až 11], které jsou primárně zaměřené na detailní reprezentaci geometrie objektu. Proto nejprve krátce popíšeme principy návrhu informačního systému a funkce dostupné uživatelům. Následně specifikujeme členění informačního systému a detailněji představíme návrh modulu pro správu výsledků měření teploty a vlhkosti v tělese mostu.

NÁVRH INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

Při návrhu softwarového řešení byl kladen důraz na minimalizaci nákladů při zachování nezávislosti na operačním systému uživatele. Proto je informační systém založen na open-source nástrojích a implementován jako webová aplikace, která umožňuje manipulaci a zobrazení dat soustředěných v da-

tabázi. Webové rozhraní důsledně respektuje aktuální standardy tak, aby se stránky korektně zobrazovaly v široké škále prohlížečů. Na straně serveru je využit svobodný operační systém Debian Linux a nástroje z jeho repozitářů.

Aplikace je napsána ve skriptovacím jazyce PHP, využívá frameworku Nette [12] a jeho vybraných doplňků které umožňují uživatelsky příjemné vkládání a editaci dat. Pro komunikaci s databází systém používá knihovnu Dibi [13], propojenou s databázovým softwarem PostgreSQL [14]. Databáze je navržena podle zásad relačního databázového modelu. Systém navíc obsahuje automatickou antivirovou kontrolu všech vkládaných souborů pomocí programu ClamAV [15]. Vlastní aplikace je členěna do sekcí, které obsahují moduly týkající se jednotlivých logických celků. Tato architektura umožňuje snadné rozšiřování aplikace dle případných požadavků spolupracujících subjektů.

FUNKCE DOSTUPNÉ UŽIVATELŮM

Informační systém primárně umožňuje vkládání informací do příslušných sekcí. Při udělení oprávnění přístupu do uživa-

telského rozhraní umožňuje administrátorovi systém definovat typy přístupových práv (např. vkládání, zobrazování, editace) pro jednotlivé moduly. Uživatel se přes veřejně přístupné rozhraní (obr. 1) přihlásí do uživatelské části systému, vybere si příslušnou sekci a má-li oprávnění vykonávat akce v daném modulu, může data vkládat, zobrazovat či jinak upravovat (obr. 2 a 3).

STRUKTURA INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

Z následujícího výčtu je patrná struktura informačního systému a příslušných dat. Konkrétně se systém skládá ze sekcí:

- **Materiály** – moduly Chemické vlastnosti a Mechanické vlastnosti shrnují vlastnosti materiálů zjištěné ze vzorků odebraných přímo na stavbě; příslušné hodnoty jsou uloženy přímo v databázi systému,
- **Základy** – informace o založení mostu ve formátech pdf případně dwf,
- **Modely a výpočty** – vybrané výsledky simulací Karlova mostu; podporován je libovolný formát dat, v současné době jsou výsledky dostupné ve formě pdf dokumentů,

NAŠÍM SPOLEČNÝM CÍLEM JE PŘEDEVŠÍM VAŠE SPOKOJENOST!

Asociace českých betonářů bude vždy usilovat o to, aby záruky námi dané byly pro Vás tou pravou jistotou.

www.asociacebetonaru.cz

Z Á R U K A
KVALITY

SOLIDNOSTI

VÝHODNOSTI

ASOCIACE
ČESKÝCH
BETONÁŘŮ

Není tak špatné být na dlažbě

- **In-situ měření** – výsledky kontinuálního měření teplot a vlhkostí v těle mostu dodané firmou E-THERM, a. s., (podrobnější popis sekce v následující kapitole); data jsou přístupná pouze registrovaným uživatelům,
- **Externí software** – informace o výpočetních nástrojích využitých k počítačovým simulacím Karlova mostu, výsledky fotogrammetrického zaměření skupinou prof. Karla Pavelky [9],
- **Dokumentace** – zadávací a realizační dokumentaci stavby ve formě pdf a dwf souborů,
- **Publikace** – shrnující dostupné informace o Karlově mostu z otevřené literatury; vlastní publikace jsou rozčleněny do několika kategorií a v případě dostupnosti doplněny pdf soubory nebo příslušnými odkazy na jejich zdroj.

Pokud není uvedeno v textu výše jinak, všechna data v systému jsou veřejná. Jsou též většinou dostupná jak v české, tak i v anglické verzi.

PŘÍPADOVÁ STUDIE

Pro lepší ilustraci funkcí poskytovaných jednotlivými moduly nyní krátce popíšeme implementované řešení pro správu o teplotních a vlhkostních polí. Jedná se o značné množství údajů (měření je kontinuální s krokem 5 min), které jsou vztažené k senzorum umístěným v jednom ze sedmi řezů, ve kterých se měření provádí. Úkolem modulu je nahrát data do databáze z automaticky generovaného vstupního souboru, typicky o velikosti desítek až stovek MB, a korektně je přiřadit ke stávajícím údajům v databázi. V neposlední řadě je třeba zajistit uživatelskou přívětivost a přiměřenou dobu zpracování dat.

Po manuálním vložení údajů o měřicích místech a senzorech do databáze probíhá zpracování datového souboru v následujících krocích:

- modul soubor syntakticky zkontroluje a přiřadí k naměřeným hodnotám údaje o měření, senzoru atd.,
- modul vytvoří nový soubor s konfigurací a daty pro externí program pgloader [16], který slouží k nahrávání rozsáhlých datových souborů do databáze,
- pgloader nahraje data do databáze (použitím tohoto nástroje se docílilo snížení doby ukládání zhruba o dva řády),
- modul vygeneruje soubory, které umístí na server, a registrovaní uživatelé si je mohou stáhnout. Jedná se o textové soubory ve formátu

Literatura:

- [1] *Witzany J., Mencl V., Wasserbauer R., Gregerová M., Pospíšil P., Čejka T., Zígler R., Burgetová E.*: Souhrnné hodnocení teoretického a experimentálního výzkumu Karlova mostu v letech 1994 až 2004 – 1. část, Stavební obzor. 2005, 14(3), 65–82
- [2] *Witzany J., Wasserbauer R., Gregerová M., Pospíšil M., Zígler R.*: Souhrnné hodnocení teoretického a experimentálního výzkumu Karlova mostu v letech 1994 až 2004 – 2. část, Stavební obzor. 2005, 14(4), 97–105.
- [3] *Witzany J., Zígler R.*: The analysis of non-stress effects on historical stone bridge structures (monitoring, theoretical analysis, maintenance), Journal of Civil Engineering and Management. 2007, 13(2), 157–167.
- [4] *Šejnoha J., Novák J., Janda Z., Zeman J., Šejnoha M.*: Výpočet stavů napětí a poškození Karlova mostu v Praze, Beton TKS. 2007, 7(5), 50–53
- [5] *Zeman J., Novák J., Šejnoha M., Šejnoha J.*: Pragmatic multi-scale and multi-physics analysis of Charles Bridge in Prague, Engineering Structures. 2008, 30(11), 3365–3376
- [6] *Přikryl R., Novotná M., Weishauptová Z., Šťastná A.*: Materiály původního výplňového zdiva Karlova mostu a jejich skladba, Průzkumy památek. 2009, 16(1), 107–123
- [7] *Přikryl R., Weishauptová Z., Novotná M., Přikrylová J., Šťastná A.*: Physical and mechanical properties of the repaired sandstone ashlar in the facing masonry of the Charles Bridge in Prague (Czech Republic) and an analytical study for the causes of its rapid decay, Environmental Earth Sciences. 2011, 63(7), 1623–1639
- [8] <http://iskarluvmost.fsv.cvut.cz>
- [9] *Pavelka K., Němcová V.*: Fotogrammetrické zaměření Karlova mostu, In: GEOS 2006, 2006
- [10] *Wang X., Guo W., Liu J.*: A preliminary study on GIS-based management information system for architectural heritage conservation, In: International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT). 2010, 3, V3-464--V3-468
- [11] *Restuccia F., Galizia M., Santagati C.*: A GIS for knowing, managing, preserving Catania's historical architectural heritage, In: K. Pavelka (editor) XXIIIrd International CIPA Symposium. 2011
- [12] <http://nette.org>
- [13] <http://dibiphp.com>
- [14] <http://www.postgresql.org>
- [15] <http://www.clamav.net>
- [16] <http://pgfoundry.org/projects/pgloader>

csv, které obsahují informace o příslušném senzoru a časovém rozsahu měření včetně případných chybějících údajů.

Kromě těchto automatických úkonů lze pomocí externího odkazu provést kontrolu konzistence dat v databázi a výsledek zaslat správci systému. Administrátor též může hodnoty zpětně vymazat, popřípadě znovu vygenerovat textový soubor z hodnot uložených v databázi.

ZÁVĚR

V tomto příspěvku byl krátce představen informační systém soustřeďující informace získané při poslední opravě Karlova mostu a při teoretických a experimentálních pracích, které jí předcházely. Jsme přesvědčeni o tom, že tento systém může přispět k přesnější znalosti o této historické památce a k výrazné racionalizaci budoucích oprav a rekonstrukcí, a to nejen Karlova mostu ale celé řady kamenných mostů, kterých je jen v České republice zhruba třináct tisíc. Informační systém je podkladem pro certifikovanou metodiku oprav těchto mostů. Na základě ekonomické rozvahy o skutečném provedení oprav Karlova mostu lze doložit, že kdyby metodika a informační systém byly k dispozici před započ-

tím oprav, podařilo by se snížit náklady o 8,5 % původně plánované částky, tj. cca o $226 \times 0,085 = 19$ mil. Kč.

Tento článek vznikl za podpory projektu FR-TI1/381. Rádi bychom na tomto místě poděkovali Josefu Petrákovi a Prof. Karlu Pavelkovi (FVŠ ČVUT v Praze), Doc. Richardu Přikrylovi (PřF UK) a firmě E-THERM, a. s., za jejich příspěvky k tvorbě informačního systému.

Ing. Jiří Vildt

Výzkumné centrum CIDEAS
e-mail: jirka@comp4lin.cz
www.comp4lin.cz



Doc. Ing. Jan Zeman, Ph.D.
Katedra mechaniky
e-mail: zemanj@cml.fsv.cvut.cz
<http://mech.fsv.cvut.cz/~zemanj>



Prof. Ing. Jiří Šejnoha, DrSc., FEng.
Výzkumné centrum CIDEAS
e-mail: sejnoha@fsv.cvut.cz



všichni tři: ČVUT v Praze
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Ing. Vladimír Tvrzník, CSc.
Mott MacDonald CZ, spol. s r. o.
Národní 984/15, 110 00 Praha 1
e-mail: vladimir.tvrznik@mottmac.com

