

STAVEBNÍ OBZOR

ROČNÍK 15 ČÍSLO 01/2006

Navigace v dokumentu

OBSAH

Úvodník	1
Pirner, M. Dynamické zatěžovací zkoušky a diagnostika betonových mostů	2
Karas, J. – Macháček, J. Předcházení poruchám staveb v důsledku stavební činnosti	10
Mikula, R. – Jiránek, M. Pokrok v technologii stanovení součinitele difúze radonu v hydroizolacích	13
Zuda, L. – Černý, R. – Rovnaníková, P. – Bayer, P. Vliv vysokých teplot na vlastnosti kompozitních materiálů se struskovým pojivem – 1. část	17
Pospíšil, J. – Štroner, M. Moderní geodetické technologie a přístroje pro nivelaci	21
Peterková, V. Anglicko-český slovník ekologie a životního prostředí	29
Pokyny pro autory	31

1 • 2006

ročník 15

STAVEBNÍ OBZOR

pozemní stavby
dopravní stavby
vodohospodářské stavby
geotechnika
konstrukce a materiály
technologie
životní prostředí
geodézie a kartografie
mechanizace
informatika
ekonomika
software



Fakulta stavební
ČVUT v Praze



Česká komora autorizovaných
inženýrů a techniků



Český svaz
stavebních inženýrů



Fakulta stavební
VUT v Brně



Fakulta stavební
VŠB TU-Ostrava

OBSAH**CONTENTS****INHALT**

Úvodník 1	Editorial 1	Leitartikel 1
Pirner, M. Dynamické zatěžovací zkoušky a diagnostika betonových mostů 2	Pirner, M. Dynamic Loading Tests and Concrete Bridge Diagnostics 2	Pirner, M. Dynamische Belastungsprüfungen und Diagnostik von Betonbrücken 2
Karas, J. – Macháček, J. Předcházení poruchám staveb v důsledku stavební činnosti 10	Karas, J. – Macháček, J. Preventing Structural Failures as a Result of Construction Activities ... 10	Karas, J. – Macháček, J. Vorbeugung vor Bauschäden infolge von Bautätigkeit 10
Mikula, R. – Jiránek, M. Pokrok v technologii stanovení součinitele difúze radonu v hydroizolacích 13	Mikula, R. – Jiránek, M. Progress in Technology of Determination of Radon Diffusion Coefficient in Hydroinsulations 13	Mikula, R. – Jiránek, M. Ein Fortschritt bei der Technologie der Bestimmung des Diffusionskoeffizienten von Radon in Abdichtungen gegen Wasser 13
Zuda, L. – Černý, R. – Rovnaníková, P. – Bayer, P. Vliv vysokých teplot na vlastnosti kompozičních materiálů se struskovým pojivem – 1. část 17	Zuda, L. – Černý, R. – Rovnaníková, P. – Bayer, P. Thermal Properties of a Composite Material on the Basis of Alkali Activated Slag at High Temperatures – Part 1 17	Zuda, L. – Černý, R. – Rovnaníková, P. – Bayer, P. Der Einfluss hoher Temperaturen auf die Eigenschaften von Kompositmaterialien mit Schlackebindemittel – 1. Teil 17
Pospíšil, J. – Štroner, M. Moderní geodetické technologie a přístroje pro nivelaci 21	Pospíšil, J. – Štroner, M. Modern Geodetical Technologies and Levelling Instruments 21	Pospíšil, J. – Štroner, M. Moderne geodätische Verfahren und Geräte zur Nivellierung 21
Peterková, V. Anglicko-český slovník ekologie a životního prostředí 29	Peterková, V. English-Czech Dictionary of Ecology and Environment 29	Peterková, V. Englisch-Tschechisches Wörterbuch der Ökologie und der Umwelt 29
Pokyny pro autory 31		

REDAKČNÍ RADA**Předseda:**

prof. Ing. Jiří STUDNIČKA, DrSc.

Místopředseda:

doc. Ing. Alois MATERNA, CSc.

Členové:

Ing. Miroslav BAJER, CSc.

doc. Ing. Pavel HÁNEK, CSc.

Ing. Jiří HIRŠ, CSc.

doc. Ing. Vladimír JELÍNEK, CSc.

Ing. Jana KORYTÁROVÁ, PhD.

Ing. Karel KUBEČKA

doc. Ing. Ladislav LAMBOJ, CSc.

doc. Ing. Ivan MOUDRÝ, CSc.

doc. Ing. Jaroslav NOVÁK, CSc.

doc. Ing. Luděk NOVÁK, CSc.

doc. Ing. Miloslav PAVLÍK, CSc.

prof. Ing. J. PROCHÁZKA, CSc.

Ing. Vlastimír ROJÍK

Ing. Karel SVOBODA

doc. Dr. Ing. Miloslav ŠLEZINGR

Ing. Ludvík VÉBR, CSc.

doc. Ing. Josef VITÁSEK, CSc.

prof. Ing. Jiří WITZANY, DrSc.

Ing. Renata ZDAŘILOVÁ

STAVEBNÍ OBZOR, odborný měsíčník, vydává Fakulta stavební ČVUT Praha společně s Fakultou stavební VUT Brno, Fakultou stavební VŠB TU Ostrava, Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě a Českým svazem stavebních inženýrů. Řídí redakční rada, vedoucí redaktorka Marcela Klímová. Adresa redakce: Thákurova 7, 166 29 Praha 6, tel./fax: 224 354 596, klimova@fsv.cvut.cz, http://web.fsv.cvut.cz/obzor. Vychází každý měsíc kromě července a srpna, cena za výtisk je 40 Kč včetně DPH (+ poštovné a balné). Objednávky odběru i reklamace přijímá Ing. Milan Gattringer, MG DTP, Borovanská 3388, 143 00 Praha 4, tel./fax: 241 770 220, e-mail: mgdtp@volny.cz. Odběr je možné zrušit až po vyčerpání zaplaceného předplatného. Inzerce adresujte redakci. Technická redakce a realizace: Ing. Milan Gattringer. Podávání novinových zásilek povoleno Ředitelstvím pošt Praha, č. j. NP 144/1994, ze dne 21. 10. 1994. Do sazby 9. 12. 2005. Nevyžádané rukopisy se nevracejí.

INDEX 47 755, ISSN 1210-4027

STAVEBNÍ OBZOR

ROČNÍK 15

ČÍSLO 1/2006

Vážení čtenáři a autoři,



v letošním roce zahajujeme již patnáctý ročník existence našeho časopisu, a proto bych se s vámi ráda podělila o zkušenosti z předchozích čtrnácti let. Dříve, než jsem v roce 1992 nastoupila jako jeho redaktorka, jsem dlouhá léta pracovala ve Státním nakladatelství technické literatury v knižní, posléze i časopisecké redakci. Mohu proto odpovědně říci, že vysoce odborné časopisy byly vždy dotovány státními nebo odbornými institucemi a nikdy se nepředpokládalo, že budou výdělečné. Inzerce byla samozřejmě vítaná, ale nebyl to hlavní zdroj příjmů. Když jsem pak po zániku Sentinelu, jak jsme mu s láskou říkali, v několika časopisech začínala, byl vždy problém, jak je financovat, a s tím také jejich existence většinou skončila.

Stavební obzor, ač v jeho trvání zpočátku mnozí příliš nevěřili, se však stal mým působištěm na mnoho let. Oceňuji odvahu tehdejšího vedení Fakulty stavební ČVUT, se kterou časopis založilo v době, kdy odborné časopisy šmahem zaničaly. Setkávám se občas s poznámkami, že jeho vzhled není proti ostatním periodikům příliš atraktivní, ale stejně jako nelze posuzovat člověka podle oblečení, nelze to dělat ani u časopisu. Podstatný je obsah. Takže poznámky typu, že je to časopis dobrý na „podložení skříně“, vyslovené i „odborníky“ z řad naší konkurence, nebereme. Výsledkem společného úsilí spoluvydavatelů, redakční rady, redakce a gra-

fického studia je, na rozdíl od mnoha atraktivních titulů, publikační prostor zaplněný výsledky vaší práce a užitečnými informacemi z mnoha oborů.

Do rukou se vám pravidelně dostává časopis s náročným grafickým zpracováním. V době hromadného používání výpočetní techniky, kdy každý z autorů je při editování víceméně samoukem, nám někdy působí problémy texty s matematickými výrazy. Autoři používají různé verze editoru Word a různé způsoby vkládání rovnic a symbolů do textu. Některé extenze navíc nekomunikují s grafickým programem, ve kterém se časopis láme. Abychom předešli zbytečným korekturám, pokusili jsme se inovovat pokyny pro autory článků. Dočtete se v nich, že nejlépe je se před započítím práce s matematickými vzorci poradit s grafikem, který texty zpracovává v programu Quark Xpress 6.0. U textů bez matematické sazby, kterých je většina, to není nutné. I v případě složitějších obrázků pohovor s grafikem neuškodí. Kontakt je v pokynech uveden.

Co říci na závěr? Je potěšitelné, že vznikají i projekty, které dokáží ocenit a popularizovat výsledky práce mnoha odborníků, o kterých by se dříve veřejnost nedozvěděla. Příkladem je projekt Česká hlava, který již pronikl i na televizní obrazovky, a to nejen se soutěží stejného jména, ale i se seriálem krátkých pořadů o výsledcích české vědy a techniky. I ve stavebnictví přece vznikají unikátní projekty, a proto nevěšme hlavu.

Marcela Klímová
vedoucí redaktorka

WORKSHOP 2006

20. – 24. února

ČVUT – Fakulta stavební, Thákurova 7, 166 29 Praha 6



Dynamické zatěžovací zkoušky a diagnostika betonových mostů

prof. Ing. Miroš PIRNER, DrSc., Dr. h. c.
AV ČR – ÚTAM
Praha

Cílem článku je seznámit odbornou veřejnost s novými poznatky v oboru dynamických zkoušek a v identifikaci stavu betonových mostů, zejména dálničních. Text je součástí výsledků teoretických, experimentálních a numerických postupů ověřených na realizovaných mostech, lávkách, popř. jejich modelech. Pozornost je zvláště věnována korelačním vztahům mezi dvěma stavy vyjádřenými degradací konstrukce mostu. V závěru jsou vyslovena doporučení ke změnám v ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů a Změna Z1.

1. Úvod

Historie dynamických zkoušek mostů je velmi krátká v porovnání s dobou, která uplynula od vzniku mostních konstrukcí pro železniční a silniční dopravu. To je dáno třemi skutečnostmi:

- obloukové kamenné mosty omezovaly vlastní robustností dynamickou odezvu na zanedbatelnou míru. Výjimku tvořily mosty visuté a zavěšené;
- neexistovaly přístroje k měření dynamické výchylky (relativní, absolutní snímače, elektrické odporové tenzometry apod.);
- neexistovala teorie dynamiky mostních konstrukcí (modální analýza, teorie náhodného kmitání atd.).

Uplynuly 164 roky od dynamické zatěžovací zkoušky řetězového mostu císaře Františka I. v Praze, který stál na místě dnešního mostu Legií [1]. Jeho celková délka byla 412,74 m, šířka mezi zábradlími 9 m. Dynamické zatížení bylo vyvoláno „150 kusy žirného skotu, každý o 6 až 8 centech váhy, hnanými přes most“.

Moderní mostní konstrukce mívají velká rozpětí a vzhledem ke kvalitním materiálům mají malou hmotnost a jsou štíhlé. Proto jsou citlivé na dynamické zatížení od dopravního proudu, popř. větru, zemětřesení atd. A proto také mohla být dynamická odezva s vývojem teorie a s vývojem počítačích strojů stále zpřesňována až k dnešnímu stavu. S výpočetními programy není dnes problém teoreticky vyřešit modální analýzu a dynamickou odezvu sebesložitější konstrukce a ověřit experimentálně její dynamickou odezvu s prahovou hodnotou výchylky 0,01 mm.

Nejpodrobněji byla dynamická odezva zkoumána u železničních mostů. Zakladatelem teorie dynamiky konstrukcí u nás je prof. Vladimír Koloušek, DrSc. První práce publikoval v roce 1942 a jeho „Dynamika stavebních konstrukcí“ [32] byla přeložena do francouzštiny, němčiny, angličtiny a

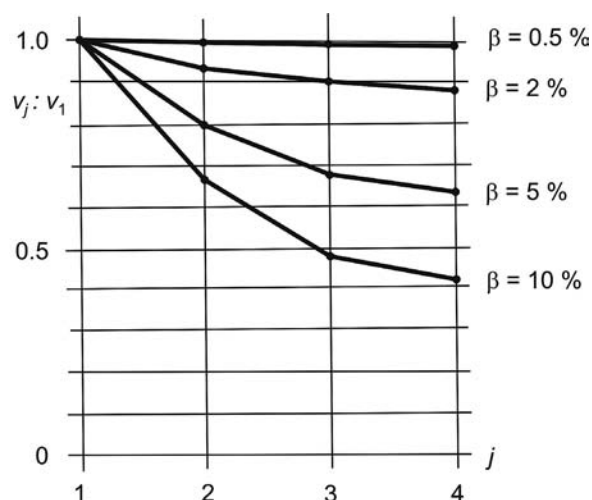
čínštiny. V současnosti v Kolouškově cestě pokračují vědci a pedagogičtí pracovníci na ČVUT a Kloknerově ústavu v Praze, na VUT v Brně, na TU v Ostravě a v ÚTAM AV ČR. V oboru, o němž pojednává tento článek, najdeme výrazné výsledky prací českých autorů [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [10]. Tento příspěvek chce přiblížit odborníkům, projektantům a dalším čtenářům nové poznatky v dynamice mostních konstrukcí a lávek, získané v posledních letech v ÚTAM AV ČR.

2. Nové poznatky

Za dobu od prvních dynamických zkoušek se změnila konstrukce a materiály mostů, způsoby měření (krátkodobé a dlouhodobé) a buzení mostů, přístroje k měření odezvy (od mechanických k elektronickým), změnila se požadavky na přesnost měření a na teorii a způsob vyhodnocování.

2.1 Zkoušky mostů s velkým počtem polí

Dynamická zkouška mostu [2] obvykle porovnává jeho změřenou dynamickou odezvu s teoreticky stanovenou. V případě buzení harmonickou silou porovnává vynucené tvary kmitání a jejich příslušné frekvence s teoretickými vlastními tvary kmitání a s příslušnými vlastními frekvencemi. Diference těchto veličin posuzuje podle tabulky „mezních odchylek vlastních frekvencí“ a shoda mezi vynucenými tvary a vlastními tvary hodnotou MAC [2]. Poznámky k [2], zejména k její změně Z1 z r. 2005, jsou v oddílu 3 tohoto článku.



Obr. 1. Relativní pokles amplitud j -tého středu rozpětí spojitěho nosníku v závislosti na poměrném tlumení β [3]

Obecně vzato, není snadné dosáhnout dobré shody mezi vynucenými tvary a vlastními tvary a podobně mezi příslušnými frekvencemi u mostů s velkým počtem polí. Energie

vnášená do konstrukce se zmenšuje s rostoucí vzdáleností od místa buzení, zejména u více tlumených konstrukcí. Tato neshoda je demonstrována [3] teoretickým výpočtem vlastního a vynuceného kmitání spojitého nosníku o čtyřech polích, stálého průřezu, s volenými stupni tlumení. Buzení je harmonickou silou v krajním poli. Na *obrázku 1* je pokles amplitud středů polí *j*-tého rozpětí zmíněného nosníku při různých hodnotách tlumení β . Tentýž teoretický výpočet vynuceného kmitání dokazuje závislost poklesu frekvence za rezonance na růstu vzdálenosti od budící síly. V *tabulce 1* je amplituda středu v_1 prvního pole, kde působí harmonická síla, normalizovaná na hodnotu 1.

Tab. 1. Pokles vynucených frekvencí a vynucených amplitud ve středech polí spojitého nosníku [3]

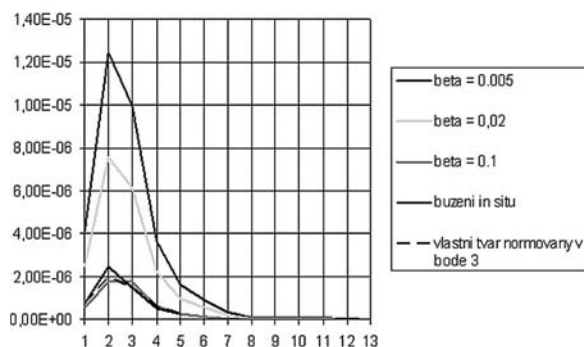
β	0,005	0,020	0,050	0,100
f_{rez}	1,9626	1,9544	1,9304	1,9071
v_1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
v_2	0,9940	0,9310	0,7880	0,6600
v_3	0,9910	0,8920	0,6720	0,4800
v_4	0,9900	0,8770	0,6290	0,4220

Ke stanovení neshody vektorů vlastních tvarů kmitání s vektory vynucených tvarů kmitání byl použit výraz MAC [4], [5] (viz odst. 2.4.1). K vyčíslení tohoto korelačního vztahu byly použity pouze výchylky středků polí (*obr. 1*). Hodnoty MAC pro různá tlumení β jsou v *tab. 2*.

MAC	β
0,999	0,005
0,888	0,1

Tab. 2. Hodnoty MAC pro spojitý nosník o čtyřech polích

Zatímco hodnota MAC = 0,999 dokazuje výbornou korelaci, hodnota 0,888 nikoliv [5]. Zmíněnou neshodu demonstrujeme na výsledcích dynamické zkoušky estakády na přeložce silnice Chomutov–Křímov [4]; měřený levý most estakády má 13 polí a celková jeho délka je 681,3 m. V *obrázku 2* je změ-



Obr. 2. Odezva za rezonance (2,26 Hz) a vlastní tvar kmitání [3]

řená vynucená odezva na harmonickou sílu (při 2,26 Hz), působící ve třetím poli a teoreticky stanovené vlastní tvary kmitání pro různé hodnoty tlumení. V prvním až sedmém poli je zřejmá neshoda.

2.2 Frekvence a tvary kmitání vybuze- běžným dopravním proudem

Jestliže ke zkoušení nebo diagnostice mostní konstrukce nelze použít budící zařízení (obvykle elektrodynamický, popř. hydraulický systém), lze využít běžný dopravní proud. Takové případy se vyskytnou např. na dálničních mostech, na nichž vyloučení dopravy po dobu zkoušek není možné. Odezva mostu má náhodný charakter a ke zpracování záznamů se použije např. program DASY LAB s grafickým znázorněním MATLAB. Signály z akcelerometrů na místě měření sleduje analyzátor (např. ONO SOKKI CF 3507). U komorového mostu lze měření provést uvnitř komory stejným postupem, jaký se užívá při měření odezvy na vozovce. I v tomto případě měříme při stěnách komory, aby svislá odezva mostu neobsahovala kmitání její spodní desky. Zpracované záznamy odezvy v oboru frekvencí obsahují dominantní špičky vybuzečných frekvencí konstrukce, které jsou blízké frekvencím vlastním (viz odst. 2.1), a další frekvence, které nejsou důležité. Pokud ke zvýraznění dominantních špiček nepoužijeme metody podle odst. 2.2.1, lze je stanovit z hodnoty fázového posunu φ mezi pohyby dvou bodů; jedním z nich je obvykle referenční bod, k jehož pohybu vztahujeme pohyb bodů ostatních. Platí zásada, že ideální stav $\varphi = 0$ nebo $\varphi = 180^\circ$.

Protože zatížení je náhodné a probíhá rychle, i hodnoty φ nespĺňují ideální stav. Autor v roce 1999 zavedl třídy smluvní hodnoty přípustných a nepřípustných odchylek $\Delta\varphi$ (*tab. 3*). Jestliže se měření v některém bodě opakuje *m*-krát, pak je doporučeno použít místo $\Delta\varphi$ střední hodnoty

$$\Delta\varphi_{mean}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^m |\Delta\varphi_i|}{m}, \quad (1)$$

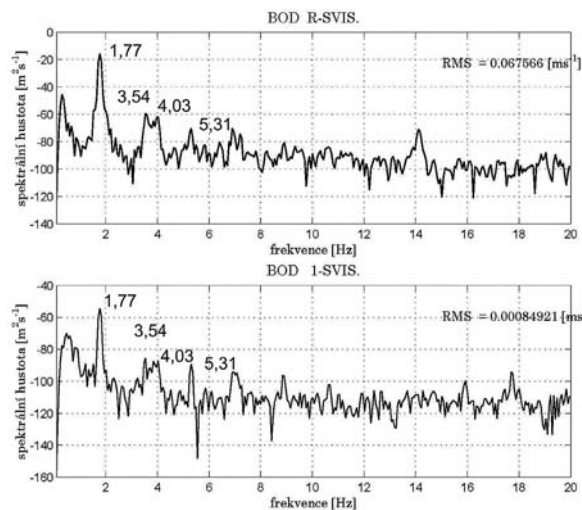
kde *m* je počet měření v daném bodě. Je možné použít další variantu, místo $\Delta\varphi_{mean}^{(m)}$ střední hodnoty

$$\sum \Delta\varphi_{mean}^{(n)} = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta\varphi_i|}{n}, \quad (2)$$

kde *n* je počet bodů, v nichž byla měřena odezva; *i* je měřený bod. *Tabulka 3* při použití výrazů (1) a (2) platí. Na *obrázku 3* je příklad měření odezvy v bodě 1 mostní lávky přes Radbuzu v Plzni [6] (vztahené k referenčnímu bodu *R*). U sloupce jsou vyznačeny třídy podle *tab. 3*.

Tab. 3. Třídy přesnosti vybuzení

$\Delta\varphi$	Třída	Poznámka
$0 \div 5^\circ$	1.	přípustné
$0 \div 15^\circ$	2.	přípustné
$16 \div 25^\circ$	3.	výjimečně přípustné
$>25^\circ$	4.	nepřípustná



buzení: svislé v bode č.8

FRmax [Hz]	SHmax BOD R-SVIS. [m²s⁻⁴]	SHmax BOD 1-SVIS. [m²s⁻⁴]	FÁZE [grad]	Vmax
1.77	0.02432	3.5709e-006	-1.9627	0.00014679
3.54	1.1538e-006	2.6556e-009	12.2901	0.002249
4.0283	6.6222e-007	1.8095e-009	-164.005	-0.0026396
5.3101	9.1771e-008	1.1288e-009	9.1918	0.012142
6.897	9.1167e-008	3.4776e-010	-164.7618	0.012142

Obr. 3. Příklad změřené odezvy lávky přes Radbuzu [6]

2.2.1 Zmenšení chyby ve stanovení hodnoty frekvence při buzení dopravním proudem

Při buzení mostní konstrukce dopravním proudem může dynamická odezva (např. výkonová spektrální hustota) obsahovat velmi husté špičky, které nemají zřetelné dominanty. Bogert [7] již v roce 1963 ke zvýraznění nezřetelných špiček ve výkonové spektrální hustotě použil Fourierovu transformaci (FR) logaritmu výkonové spektrální hustoty, kterou nazval cepstrum, tj.

$$C_x(\tau) = \left| FR \left\{ \log \left[F_{xx}(f) \right] \right\} \right|^2, \quad (3)$$

když platí vztah mezi autokorelační funkcí $R_{xx}(f)$ a výkonovou spektrální hustotou $F_{xx}(f)$

$$R_{xx}(\tau) = FR^{-1} \left\{ F_{xx}(f) \right\}. \quad (4)$$

Další výhodou cepstra je schopnost určit jevy způsobující periodicitu ve výkonové spektrální hustotě [26], [27].

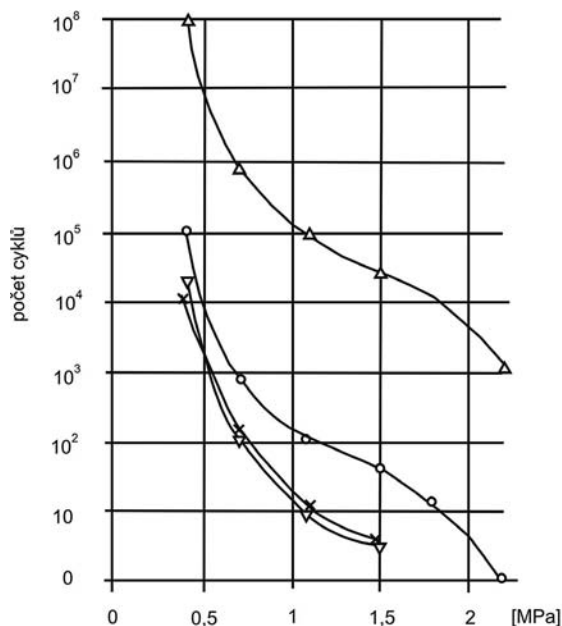
2.3 Počet a velikost rozkmitů od zatížení dopravním proudem

Dlouhodobé měření dynamické odezvy mostu zatíženého dopravním proudem je důležitým úkolem ke stanovení zbytkové životnosti nosné konstrukce. Oddělení dynamiky ÚTAM AV ČR se věnovalo sledování dálničních železobetonových mostů. Cílem bylo ověřit vynucené frekvence a příslušné tvary a dlouhodobý záznam velikosti rozkmitů a jejich počtu [29]. Uvedme dva reprezentanty:

- v km 64,005 na dálnici Praha–Brno je dvakrát dvoukomorový tenkostěnný předpjatý most o třech polích (5 400 cm, 7 500 cm, 5 400 cm). Je po rekonstrukci a jeho zatížení sleduje silniční váha zabudovaná do povrchu vozovky nad pravou komorou směru Praha–Brno. Dlouhodobým

sledováním zatížení se zabývá Ústřední laboratoř ČVUT [8];

- na dálnici Plzeň–Rozvadov přes řeku Úhlavku je dvoukomorový předpjatý most o 5 polích (celková délka 400 m); čtvrté pole, překračující Úhlavku, má výrazně proměnnou výšku.



Obr. 4. Počet cyklů napětí na spodním líci mostovky x – 12 dní (červen 1999), o – 18 dní (říjen 1999), ∇ – 26 dní (říjen + listopad 1999), Δ – extrapolace pro 50 roků

Záznamové zařízení a metodika měření i vyhodnocení jsou u obou mostů shodné. Měření počtu a velikosti dynamických amplitud bylo provedeno záznamovým zařízením RE 49/4SG-2 [9] připojeným k odporovým tenzometrům sledujícím napětí na spodním líci horní desky komory. Zařízení shromažďuje a klasifikuje amplitudy napětí do 32 tříd metodou rain-flow, která nejlépe vystihuje napětí způsobující únavu [28]. Ze zařízení se podle potřeby záznam převede na přenosný počítač, který vytiskne tabulku výsledků, případně je znázorní graficky. Zařízení nezaznamenává frekvence odezvy ani vynucené tvary kmitání, pokud je třeba, určíme jinou metodou. Na obrázku 4 je výsledek měření mostu ad 1).

2.4 Stanovení rozsahu poškození konstrukce

Modální analýza vybuzených kmitů za rezonance je jednou z metod, které se používají ke stanovení rozsahu, popř. místa, poškození (degradace) konstrukce¹⁾. V tomto odstavci je uvedeno, jak poškození ovlivňuje dynamickou odezvu konstrukce a jak lze z její změny usuzovat na míru poškození. I v opačném případě, tj. po opravě poškozené konstrukce, je zmíněná modální analýza vhodným nástrojem ke stanovení míry „návratu“ ke stavu před jejím uvedením do provozu (tzv. panenskému) nebo ke stavu předcházejícímu opravě.

2.4.1 Veličiny dynamické odezvy a jejich změny způsobené degradací

Jestliže je možné porovnat veličiny odezvy za panenského stavu s veličinami za stavu degradovaného (nebo jiného), můžeme určit stupeň degradace a přibližně lokalizovat poškození. Stupeň degradace je důležitý k měření zbytkové životnosti konstrukce za předpokladu, že historie zatížení je neměnná. Při takovém porovnávání lze aplikovat korelační

¹⁾ Poškozením se obecně rozumí zmenšení ohybové nebo jiné tuhosti způsobené jakýmkoli fyzikálním jevem. Může to být koroze měkké výztuže, popuštění předpjatých kabelů, chemickými vlivy, rozrušením betonu apod.

a jiné metody, uvedené dále v tomto odstavci, protože jsou plně oprávněné; koreluje totíž vynucené tvary kmitání jednoho stavu s vynucenými tvary kmitání druhého stavu, a nikoli vynucené tvary kmitání s vlastními tvary kmitání.

Korelační vztahy lze rozdělit v integrující stav celé konstrukce nebo neintegrující, které vyjadřují stav ve všech bodech nebo v měřeném bodě ²⁾. Než vyjmenujeme tyto dvě třídy, je třeba se zmínit, že i frekvence vybuzeň za rezonance patří do třídy integrujících. Místo poškození není možné stanovit metodou integrující.

a) Korelační vztahy integrující

● Kritérium modálního ověření

(MAC – Modal Assurance Criterion)

$$MAC(\omega_j) = \frac{\left| \left\{ \mathbf{v}_{jv}^T \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{v}_{jd} \right\}_p \right|^2}{\left(\left\{ \mathbf{v}_{jv}^T \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{v}_{jv} \right\}_p \right) \left(\left\{ \mathbf{v}_{jd}^T \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{v}_{jd} \right\}_p \right)} = \frac{\sum_p (v_{jv}(p) v_{jd}(p))^2}{\sum_p v_{jv}^2(p) \sum_p v_{jd}^2(p)} \quad (5)$$

kde ω_j je kruhová frekvence při vybuzeň v j -tém tvaru za rezonance;

index p – body, v nichž je měřena odezva;

index v – 1. stav (např. panenský);

index d – 2. stav (např. poškozený).

Pro každý j -tý tvar (j) vybuzeň při frekvenci ω_j výraz (5) dává jednu hodnotu pro celou konstrukci, přičemž $\{v_j\}$ je vektor výchylky při j -tém tvaru kmitání. Při 100% shodě obou stavů je $MAC = 1$, při 0% shodě je $MAC = 0$.

● Kritérium ověření frekvence odezvy (FRAC – Frequency Response Assurance Criterion) integruje v bodě p po všech budících frekvencích

$$FRAC(p) = \frac{\left| \left\{ \mathbf{R}_v(\beta\omega_j) \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{R}_d^T(\omega_j) \right\}_p \right|^2}{\left(\left\{ \mathbf{R}_v(\beta\omega_j) \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{R}_v^T(\omega_j) \right\}_p \right) \left(\left\{ \mathbf{R}_d(\beta\omega_j) \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{R}_d^T(\omega_j) \right\}_p \right)} \quad (6)$$

kde $\omega_j, \beta\omega_j$ je budící frekvence,
 β – součinitel volený od 0,1 do 1,
 index p – bod, v němž je měřena odezva při frekvenci ω_j ,

index v – 1. stav,

index d – 2. stav,

$\{\mathbf{R}(\omega_j)\}$ – vektor ze spektra odezvy v jednom bodě p .

Výraz (6) vyjadřuje korelaci pro každou dvojici budících frekvencí ω_j a $\beta\omega_j$. Růst hodnoty FRAC při zvětšování součinitele β je znakem dobré korelace posuzovaných stavů konstrukce.

b) Korelační vztahy neintegrující

● Kritérium ověření koordinát vymezených tvarů kmitání (COMAC – Coordinate Modal Assurance Criterion)

$$COMAC(p) = \frac{\left(\sum_j v_{jv}(p) v_{jd}(p) \right)^2}{\left(\sum_j v_{jv}(p) v_{jv}(p) \right) \left(\sum_j v_{jd}(p) v_{jd}(p) \right)} \quad (7)$$

kde $v_j(p)$ je amplituda vynuceného kmitání v bodě p při frekvenci ω_j ,

index v – 1. stav,

index d – 2. stav.

Výraz (7) dává pro každý měřený bod p jednu hodnotu; při 100% shodě obou stavů v bodě p je $COMAC = 1$, při 0% shodě $COMAC = 0$.

● Změna zakřivení vynuceného tvaru kmitání

(CAMOSUC – Change of Mode Surface Curvature)

$$CAMOSUC(p) = \left| \frac{v_{p+1,v} - 2v_{p,v} + v_{p-1,v}}{h^2} \right| - \left| \frac{v_{p+1,d} - 2v_{p,d} + v_{p-1,d}}{h^2} \right| \quad (8)$$

kde $v_{pv}, v_{p+1,v}, v_{p-1,v}$ jsou amplitudy vynuceného kmitání ve třech bodech, které spolu sousedí na jedné přímce;

h – vzdálenost bodů (konstantní);

index v – 1. stav;

index d – 2. stav.

Vzorec (8) vyjadřuje rozdíl zakřivení vybuzeňového tvaru kmitání za rezonance při 1. a 2. stavu konstrukce v bodě p . Nejlepší shoda obou stavů je, když $CAMOSUC = 0$.

● Kritérium ověření vektoru odezvy (RVAC – Response Vector Assurance Criterion) integruje po všech bodech při jedné budící frekvenci

$$RVAC(\omega_j) = \frac{\left| \left\{ \mathbf{R}_v^T(\omega_j) \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{R}_d(\omega_j) \right\}_p \right|^2}{\left(\left\{ \mathbf{R}_v^T(\omega_j) \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{R}_v(\omega_j) \right\}_p \right) \left(\left\{ \mathbf{R}_d^T(\omega_j) \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{R}_d(\omega_j) \right\}_p \right)} \quad (9)$$

kde ω_j je kruhová frekvence při vybuzeň v j -tém tvaru za rezonance;

index p – body, v nichž je měřena odezva;

index v – 1. stav;

index d – 2. stav;

$\{\mathbf{R}(\omega_j)\}$ – vektor ze spektra odezvy měřených bodů při frekvenci ω_j .

● Kritérium ověření fázového posunutí vektorů odezvy konstrukce za 1. a 2. stavu

(FDAC – Phase Deformation Assurance Criterion)

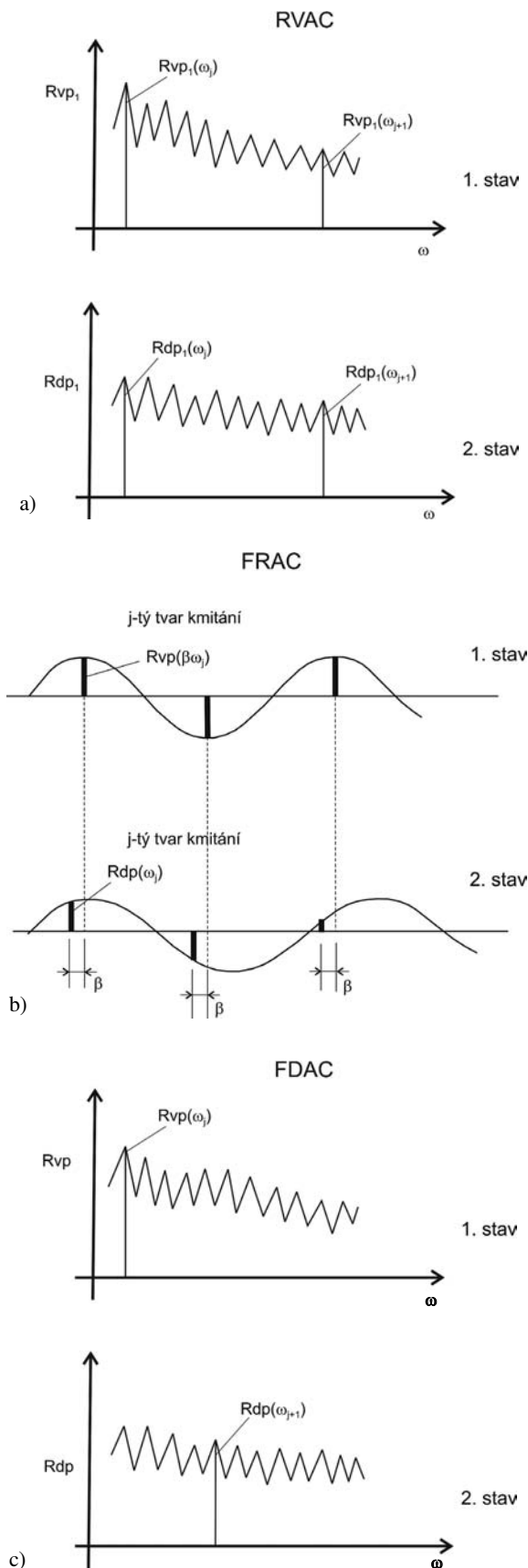
$$FDAC(\omega_1, \omega_2, p) = \frac{\left(\left\{ \mathbf{R}_v^T(\omega_1) \right\}_p \cdot \left\{ \mathbf{R}_d(\omega_2) \right\}_p \right)}{\left| \left\{ \mathbf{R}_v^T(\omega_1) \right\}_p \right| \cdot \left| \left\{ \mathbf{R}_d(\omega_2) \right\}_p \right|} \quad (10)$$

Tento výraz je varianta výrazu RVAC (9). Jeho hodnota se pohybuje mezi -1 a $+1$ a vyjadřuje deformaci tvaru kmitání konstrukce za 1. stavu vůči tvaru za 2. stavu; $FDAC = 1$ značí, že pohyby jsou ve fázi, $FDAC = -1$ značí protifázi. Pro všechny dvojice budících frekvencí ω_1, ω_2 , při nichž je konstrukce v rezonanci, výraz (10) dává jednu hodnotu pro bod p . Na obrázku 5 jsou znázorněny definice některých z metod graficky (ve všech vztazích horní index T značí transponovaný vektor). Příklady použití metod MAC, COMAC, CAMOSUC a dalších nalezne čtenář v [5].

Zde se zmíníme o dálničním mostě (dálnice D8), jehož levá část při montáži spadla z ložisek a musela být opravena injektáží. Po opravě byla provedena statická zatěžovací zkouška. Potom následovala dynamická zkouška obou částí pomocí budiče. K posouzení kvality opravy levé části byla použita metoda COMAC korelující svislou odezvu obou částí ve 2×100 bodech. Nejmenší hodnota COMAC byla vypočtena v bodě při okraji středního pole 0,95; ostatní hod-

²⁾ Některé z uvedených vztahů lze považovat za hraničící mezi integrujícími a neintegrujícími.

noty dosáhly až k úplné korelaci 1,00 [5]. Z hodnot COMAC je zřejmé, že levá konstrukce po opravě se neliší od pravé, což potvrdila i statická zatěžovací zkouška.



Obr. 5. Grafické znázornění korelačních vztahů

Na závěr tohoto odstavce je třeba zdůraznit, že dosud neexistuje dostatek zkušeností s použitím metod MAC a COMAC a dalších, podle kterých by bylo možné stanovit jejich mezní hodnoty:

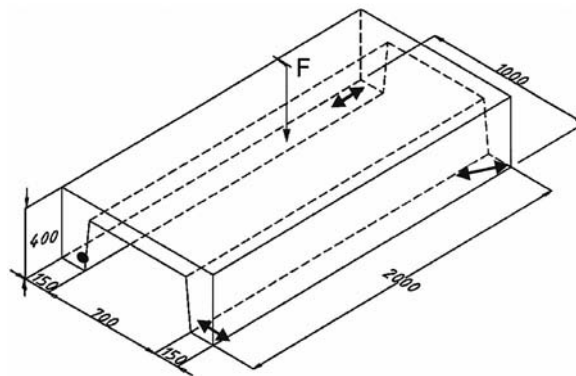
- pro panenský stav (experiment) x stav po volené době provozu (experiment),
- panenský stav (experiment) x teoreticky stanovené vynucené, popř. vlastní, tvary kmitání (teorie).

Zkušenosti je nutné získávat z výsledků pracovišť, která zatěžovací zkoušky mostů provádějí.

2.4.2 Hodnoty MAC a COMAC stanovené pomocí počtu pravděpodobnosti

Metody MAC a COMAC vyjadřují korelační vztahy amplitud pohybů konstrukce při dvou stavech (např. při panenském a po volené době provozu). Amplitudy pohybů neměříme přesně, ale s neznámou chybou, která je způsobena různými vlivy. Představme si, že v každém bodě měřená amplituda má jistou chybu $\pm 3\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ při vybudění 1., 2. a 3. tvaru kmitání. Chyby v rozsahu hranic \pm jsou rovnoměrně rozděleny a jsou náhodné. Pak vztahy MAC (jedna hodnota pro celou konstrukci) a COMAC (pro každý měřený bod jedna hodnota) spočítáme metodou SBRA [9].

Jako příklad spočítáme hodnotu COMAC v bodě B5 desky ztužené nosníky (obr. 5, obr. 6) pro 2. a 3. tvar vynuceného kmitání. V tabulce 4 jsou hodnoty COMAC [5] pro všechny měřené body, jestliže změřené amplitudy považujeme za bezchybné. V tabulce 5 jsou hodnoty spočítané metodou SBRA pro 10^6 simulací. Na obrázku 7 je znázorněna hustota pravděpodobnosti hodnoty COMAC v bodě B5 s vyznačenými pravděpodobnostmi [11]. Zarámovaná hodnota v tab. 4 se velmi dobře shoduje s hodnotou mean v tab. 5. K ověření spolehlivosti, únosnosti, použitelnosti, výskytu poruchy pravděpodobnostním výpočtem potřebujeme mezní pravděpodobnosti P_d . I zde je zatím nutné aplikovat poznámku na konci odstavce 2.4.1.



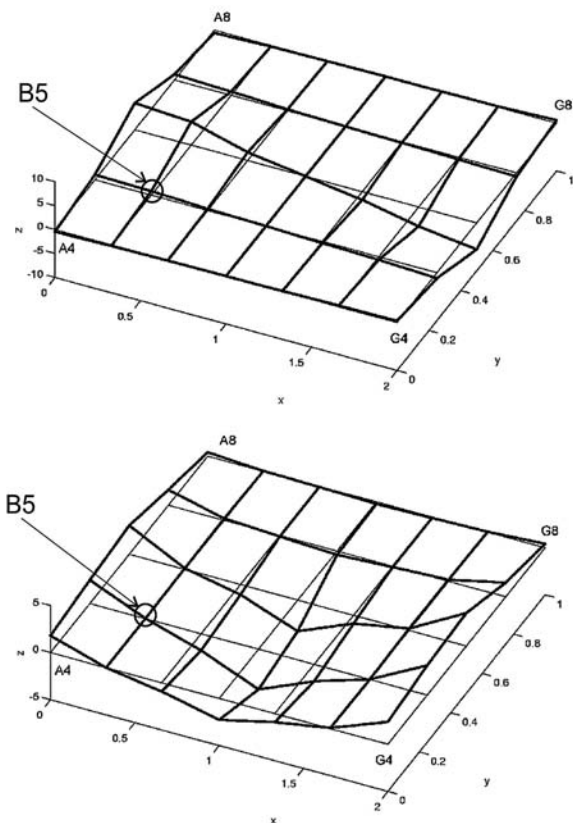
Obr. 6. Deska ztužená dvěma nosníky namáhaná na únavu – podepření a zatížení břemenem, použitým k poškození [5]

Tab. 4. Hodnoty COMAC; silně zarámovaná je hodnota v bodě B5 [5]

2. a 3. tvar						
před cyklováním a po 1 024 714 cyklech (poškozený)						
292,9688 Hz, 335,93 Hz a 214,843 Hz, 296,875 Hz						
	0,9964	0,9986	0,9999	0,9848	0,9201	
0,9255	0,9976	0,9971	0,9998	0,9615	0,9086	0,9142
0,9804	0,9999	0,994	0,9999	0,9964	0,9981	0,9545
0,8573	0,9851	0,8483	0,9998	0,8337	0,5738	0,7354
	0,9978	0,9998	0,9995	0,992	0,9958	

Tab. 5. COMAC v bodě B5 pomocí SBRA [11]

Variable	COMAC23 x 10
min	0,7581991
max	0,93307315
mean	0,85611837



Obr. 7. Vybuzené tvary kmitání 2. a 3. [5]

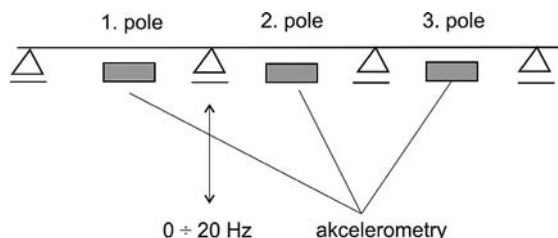
2.4.3 Jiné metody stanovení míry poškození a jeho lokalizace

Existují i jiné metody stanovení poškození dynamickou odezvou konstrukce [12], [13], [14], [24], [25], [26]. Zmíníme se o možnosti použití neuronových sítí [15]. Jejich použití lze doporučit jen pro zpracování velkého množství

vstupujících dat, případně opakujících se řešení určitého typu konstrukce. Podle zkušeností v ÚTAM může být doporučen algoritmus zpětného šíření (back propagation) použití neuronových sítí³⁾. „Architektura“ neuronové sítě (velikost skrytých vrstev) se projevív v rychlosti konvergence k přípustné velikosti rozdílu hodnoty výstupu neuronové sítě a hodnoty predikované přímým výpočtem.

Například stanovení stupně redukce ohybové tuhosti (0 až 100 %) spojitého nosníku (obr. 8) po zrychlení $a(t)$ od zemětřesení, které je zaznamenáno ve středech polí. Definujeme: bez poškození = 100 % ohybové tuhosti, když ohybové napětí $\sigma_{0h} = 7$ MPa v místě maximálního momentu; úplné poškození = 0 % ohybové tuhosti, když $\sigma_{0h} \geq 45$ MPa. Z amplitud spektra a odezvy (v oboru 0 až 20 Hz) při voleném intervalu 0,1 Hz měřených ve středech polí, při zatížení zemětřesením definovaném Fourierovým spektrem amplitud a zrychlení od zemětřesení působícího v podpoře mezi 1. a 2. polem. Doporučená neuronová síť má ve vstupní vrstvě 200 neuronů (20 x 10), ve skryté vrstvě 10 neuronů; výstupní vrstva má 3 neurony; stupeň poškození 1., 2. a 3. pole (obr. 9). Použitá aktivační funkce byla

$$f(x) = 1 / (1 + e^{-x}) \tag{11}$$

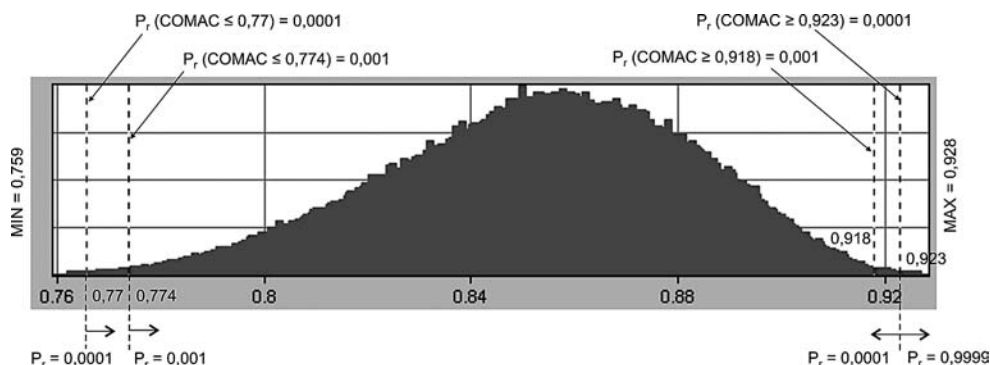


Obr. 9. Spojitý nosník zatížený vibrací v podpoře

3. Doporučení a doplnění ČSN 73 6209 a Změny Z1

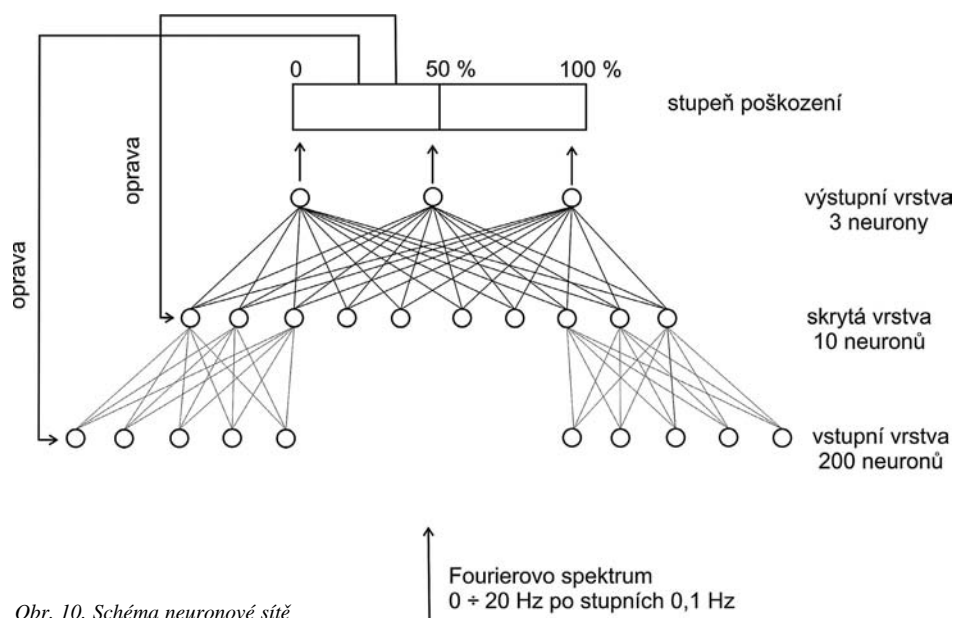
● K čl. 6.4.2 ČSN 73 6209

Přejíždění umělé nerovnosti (v předepsaném tvaru) bylo do této normy vloženo v roce 1966, protože tehdy v ČSR neexistovalo budící zařízení (kromě raketových motorů z VAAZ Brno), které by vybudilo dynamickou odezvu spolehlivě zaznamenanou tehdejšími snímači. Při dnešní úrovni experimentálního a softwarového vybavení pracovišť problém buzení a srovnání s teoretickým výpočtem byl odstraněn. Navíc přejezd vozidla přes zmíněnou překážku vyvolá zcela jinou odezvu mostu než výtlupek vozovky, s jehož existencí se dříve v diskusích argumentovalo. Proto doporučujeme překážku nepoužívat.



Obr. 8. Hustota pravděpodobnosti hodnoty COMAC v bodě B5 [11]

3) S použitím aktivační funkce tvaru sigmoidy.



Obr. 10. Schéma neuronové sítě

● K článku 7.2.1 Změny Z1

Při hodnocení dynamické odezvy mostu se mají porovnávat jeho frekvenční charakteristiky vynuceného kmitání teoreticky stanovené a experimentem zjištěné (viz odst. 2.1). Ve druhé části odst. 7.2.1 je předepsáno zahrnout do součásti základního souboru ověřovaných vlastních frekvencí i vlastní frekvence torzních kmitů. Toto zahrnutí je zbytečné u konstrukcí přímých a symetrických, které dopravní proud nenamáhá na kroucení. Tato skutečnost by měla být ve změně Z1 zmíněna.

● K článku 7.2.2 Změny Z1

Doporučuje se používat místo metody MAC metodu COMAC. Odůvodnění je v odst. 2.4 tohoto článku. Síť měřených bodů ke stanovení vybuzených tvarů to nabízí a umožňuje.

● K článku 7.2.3 Změny Z1

Tabulka 1 ve změně Z1 je příliš tolerantní, zejména pro mosty a lávky přímé a s malým počtem polí. Podle mnoha zkoušek nejnižší vlastní frekvence přísluší základnímu ohybovému tvaru kmitání. Autor tohoto článku formuloval mezní odchylky frekvencí zjištěných dynamickou zkouškou stavebních konstrukcí již v roce 1983 v ČSN 73 0044 [16]. Citovaná norma nezahrnuje dynamické zkoušky mostů, které mají většinou dobře a snadno definovatelné okrajové podmínky, na rozdíl od jiných stavebních konstrukcí, a není proto na místě dovolovat tak velké mezní odchylky pro mosty.

K článku 7.2.3 Změny Z1 ČSN 73 6209 patří poznámka ve smyslu odst. 2.1 tohoto článku. I zde hodnota $MAC \geq 0,85$ je příliš tolerantní a lze s ní souhlasit jen u např. zakřivené střednice nosníku nebo u konstrukcí složitějšího systému (např. trám s obloukem). Požadavek $MAC_{(j,m)} \geq 0,4$ $MAC_{(j,k)}$ je nepřímým důkazem, že u složitějších případů porovnávání vlastních tvarů a vynucených je principiálně nesprávné.

● K čl. 7.2.1 ČSN 73 6209

U konstrukcí, o nichž lze předpokládat, že vztah dynamické odezvy a tlumení je nelineární, a byl-li takový vztah zjištěn při zkoušce, je třeba při vyhodnocení logaritmického dekrementu útlumu zmíněný vztah uvést.

4. Závěr

Cílem článku je seznámit odbornou veřejnost s novými poznatky v oboru dynamických zkoušek mostů a lávek. Zkoušky jsou nejen nástrojem k rozhodování o správné funkci a spolehlivosti nové (dosud neprovozané) konstrukce, ale i k ověření její degradace po zvolené době provozu. Proto je potřeba intenzivně podporovat u orgánů, rozhodujících o uvedení mostů do provozu, provedení dynamické zkoušky před ním, a po jisté době ji opakovat. V ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů (z roku 1996) není taxativně předepsáno, kdy je nutné zkoušky provádět, jak to bylo v této normě vydané v roce 1979.

Příspěvek byl vypracován jako součást výzkumného projektu MOSD-DYN (1F45D/013/120, podporovaného MD ČR. Další podpora vyplynula z úkolů AVOZ 20710524, GA ČR 103/04/1451 a GA ČR 103/05/2066.

Literatura

- [1] Fischer, J. – Fischer, O.: Pražské mosty. Praha, Academia 1985.
- [2] ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů a Změna Z1. ČNI, 2005.
- [3] Fischer, O. – Pirner, M.: Modal Analysis and Analysis of Forced Vibrations of Multispan Bridges. Acta Technica CSAV, 50 (2005).
- [4] Řešitelský tým ÚTAM: Zpráva o modální analýze levého mostu estakády přeložky silnice Chomutov–Křímov. Dílčí zpráva pro MD (označení úkolu 1F 45D/013/120), 2005.
- [5] Pirner, M. – Urushadze, Sch.: Aplikace dynamické odezvy na identifikaci stavebních konstrukcí a jejich poškození. ÚTAM AV ČR, 2001.
- [6] Pirner, M. a kol.: Zpráva o dynamické zkoušce ocelové lávky přes Radbuzu v Plzni. ÚTAM AV ČR, 1999.
- [7] Bogert, B. P. – Healy, M. J. R. – Tukey, J. W.: The Quefrency Analysis of Time Series for Echoes, Proc. of Symp. on Time Series Analysis. New York, Wiley 1963.
- [8] Sýkora, J. – Polák, M.: Observing of a Bridge on the Highway after its Reconstruction. Proc. RILEM, Bratislava, 1998.
- [9] Marek, P. – Guštar, M. – Anagnos, Th.: Simulation – Based Reliability Assessment. New York, CRC Press 1996.
- [10] Baťa, M. – Plachý, V.: Analysis of Dynamic Effects on Engineering Structure. Amsterdam, Elsevier 1987.
- [11] Pirner, M. – Guštar, M.: Application of SBRA Metod in Identification of Structures. Acta Technica (v tisku).

- [12] Fischer, O.: Attempt of Identification of Cukrák TV Tower from its Measured Natural Frequencies. Proc. Conf. of Dynamics. IT AV CR, 1992.
- [13] Steenacker, G. – Guillaume, P.: Structural Health Monitoring of the Z-24 Bridge in Presence of Environmental Changes using Modal Analysis. Proc. of IMAC, USA, 2005.
- [14] Heylen, W. – Lammens, S. – Sas, P.: Modal Analysis Theory and Testing. PMA, 1997.
- [15] Šnorek, M.: Neuronové sítě a neuropočítače. Praha, Vydavatelství ČVUT 2004.
- [16] ČSN 73 0044 Dynamická zkouška stavebních konstrukcí, 1983.
- [17] Polák, M. – Sýkora, J.: Modální analýza silničního betonového mostu přes Sedlický potok. [Zpráva], projekt GA ČR č. 103/96/KO34, ČVUT, 1997.
- [18] Plachý, T. – Polák, M.: An Analysis of the Damage Dependent Changes in Dynamic Behaviour of Reinforced Concrete Slabs. Proc. of the 3rd Int. Conf. on Dynamics of Civ. Eng. and Transport Structures and Wind Eng., University of Žilina, 2005.
- [19] Studníčková, M.: Dynamická zatížení lávek pro chodce a hodnocení jejich účinků. Stavební obzor, 8, 1999, č. 10, s. 292–298.
- [20] Frýba, L.: Zmenšení dynamických účinků na předpjatých mostech. Stavební obzor, 14, 2005, č. 9, s. 258–260.
- [21] Rotter, T. a kol.: Využití modální analýzy pro hodnocení mostních konstrukcí. [Zpráva], č. 803/120/112 pro MDS, ČVUT, 2004.
- [22] EUROODYN 2005, editors: Soize, C. – Schuëller, G. I. Rotterdam, Millpress 2005.
- [23] Pirner, M. – Pospíšil, S. – Urushadze, Sh.: Diagnostics of the Troja Footbridge by Means of Dynamic Response. Acta Techn. CSAV 43, 1998.
- [24] Roberts, G. P. – Athins, W. S.: Recent Advances in Long Span Bridge Dynamic Monitoring. 6th Int. Conf. „Structural Faults and Repair“, London, 1995.
- [25] Hong, K. S. – Yun, Ch. B.: Improved Method for Frequency Domain Identification of Structures. Eng. Struct., 15, No. 3, 1993.
- [26] Randall, R. B.: Application of B and K Equipment to Frequency Analysis. Brüel-Kjaer 1977.
- [27] Proc. of the 1st Int. Operational Modal Analysis Conference. Copenhagen, Brinker and Møller 2005.
- [28] Strating, J.: Fatigue and Stochastic Loadings. [Doktorská dizertace], Delft, 1973.
- [29] Pirner, M.: Long-Term Monitoring of the Response of Structures. Acta Techn. CSAV 45, 2000.
- [30] Lee, J. W. and all.: Health-Monitoring Method for Bridges under Ordinary Traffic Loadings. Journal of Sound and Vibration 257, 2002.
- [31] Heylen, W. – Lammens, S. – Sas, P.: Modal Analysis Theory and Testing. London, PMA 1995.
- [32] Koloušek, V.: Dynamika stavebních konstrukcí. Praha, SNTL 1967.

Pirner, M.: Dynamic Loading Tests and Concrete Bridge Diagnostics

This article is aimed to inform the professional community about new knowledge accumulated in the field of dynamic tests and identification of condition of concrete bridges, first of all motorway bridges. This text reflects the outcomes of theoretical, experimental and numerical procedures verified in constructed bridges, footbridges, or their models. Attention is primarily given to correlations of two states expressed by the degradation of the bridge structure. Finally, recommendations for changes to be made in ČSN 73 6209 Loading Tests of Bridges and Change Z1 are presented.

Pirner, M.: Dynamische Belastungsprüfungen und Diagnostik von Betonbrücken

Ziel des Artikels ist es, die fachliche Öffentlichkeit mit neuen Erkenntnissen im Fach der dynamischen Prüfungen und bei der Identifizierung des Zustands von Betonbrücken, insbesondere von Eisenbahnbrücken, bekannt zu machen. Der Text ist Bestandteil der Ergebnisse theoretischer, experimenteller und numerischer Verfahren an realisierten Brücken einschließlich Fußgängerbrücken bzw. an deren Modellen. Besonders wird die Aufmerksamkeit den Korrelationsbeziehungen zwischen zwei durch Zersetzung der Brückenkonstruktion ausgedrückten Zuständen gewidmet. Im Resümee werden Empfehlungen zu Änderungen in der ČSN 73 6209 Belastungsprüfungen von Brücken und der Änderung Z1 ausgesprochen.

• dizertace



Metody ochrany, údržby a čištění vnějších povrchových úprav fasád

Ing. Martin Hlava

Dizertace se zabývá problematikou znečištěných fasád budov. Navrhují se technologicky vhodné metody použitelné v praxi. Návrhy jsou ověřeny experimentálně.

Chemické a mechanické vlastnosti drátkobetonu

Ing. Nikolay Starikov

Autor zkoumá vlastnosti některých vláken používaných v drátkobetonu a optimalizuje tvar vlákna Dramix.

Bezpečnost dat v počítačových sítích

Ing. Miroslav Ludvík

Cílem bylo vytvořit obecnou metodiku zabezpečení dat uložených a zpracovávaných elektronickými médii. I když cíle bylo dosaženo jen zčásti, jde o solidní shrnutí současného stavu a krok správným směrem.

Metody hodnocení krajiny s ohledem na její ekologickou stabilitu

Ing. Adam Vokurka

Autor kriticky posuzuje současně používané metody hodnocení ekologické stability krajiny a snaží se na základě této kritiky vytvořit vlastní metodu hodnocení.

Předcházení poruchám staveb v důsledku stavební činnosti

Ing. Jiří KARAS, CSc.
RNDr. Jaromír MACHÁČEK, Ph. D.
ČVUT – Fakulta stavební
Praha

Článek se zabývá posuzováním vlivu stavebních strojů při provádění zemních prací na stavebně technický stav budov, především bytových domů, a uvádí pravidla pro jejich používání z hlediska prevence vzniku poruch a následného snížení životnosti staveb v důsledku stavební činnosti.

Úvod

Vlivem činnosti stavebních strojů na stavebně technický stav budov jsme se začali zabývat po povodni v Praze v roce 2002. Postupně byla vypracována pravidla pro jejich provoz a prevenci vzniku poruch staveb s cílem předejít snížení jejich životnosti v důsledku stavební činnosti. Popisované posuzování vlivu mechanizace při obnově inženýrských sítí se týká především bytových domů v oblasti pražského Karlína (konstrukce budov, podloží).

Konstrukce budov

Převažující část bytových domů byla postavena před 100 až 150 lety (výjimečně před 200 lety). Původní budovy o dvou nadzemních podlažích a suterénu byly postupně přestavovány se zvětšováním počtu nadzemních podlaží na čtyři až pět. Postupně byly zastavěny i vnitřní části stavebních parcel jednopodlažními až čtyřpodlažními objekty [7]. Budovy postavené v posledních osmdesáti letech na místě odstraněných staveb nejsou předmětem popisu (budovy se sloupovým konstrukčním systémem).

Domy jsou založeny na základových pásech z kamenného zdiva. Svislou nosnou konstrukci tvoří stěny z kamenného zdiva v suterénu a v přízemí (i smíšené zdivo). V horních podlažích jsou stěny ze zdiva cihelného. Stropní konstrukci nad suterénem a přízemím (u některých budov pouze ve vstupní části) tvoří klenební pásy a valené klenby (převážně). V dalších nadzemních podlažích tvoří stropní konstrukci dřevěné trámy. Tesařsky vázané krovy jsou pokryty pálenými taškami.

Na základě stavebně technického průzkumu, provedeného po povodni, byly budovy rozděleny do kategorií podle odolnosti objektu [7]:

- A – bez poruch nosné konstrukce (přístupný, obyvatelný), odpovídající podle ČSN 73 0040 [1] třídě odolnosti objektu B;
- B – s nevýraznými poruchami nosné konstrukce, které je nutné sledovat (přístupný, podmíněně obyvatelný), odpovídající podle [1] třídě odolnosti objektu A;
- C – staticky narušené, nutné statické zajištění (neobyvatelný, popř. rizikový přístup) – individuální řešení.

Inženýrsko-geologické poměry

Z podrobné inženýrsko-geologické mapy Prahy lze sledované území (vymezené ulicemi Wilsonovou a Březinovou a

dále Pobřežní a Pernerovou) stručně popsat [6]:

- mocnost pokryvných útvarů uprostřed lokality je 10 až 12 m, po obou stranách (východně i západně) se zvětšuje na 14 až 16 m. Tvoří je písčité šterky terasové úrovně IVC zakryté povodňovými náplavami jemně až středně zrnitých písků tloušťky cca 2 m. Pod Pobřežní ulicí je uveden pás pokryvných útvarů tvořený šterky a vrstvou hlinito-písčitých a písčitých holocenních náplav Vltavy s bahnitými a šterkovými polohami;
- skalní podloží tvoří bohdalecké vrstvy tmavošedé jemně slídnaté jílovité břidlice;
- navážky neověřeného složení mocnosti 2 až 4 m jsou pod Březinovou ulicí, v jejím okolí, dále je pás navážek kolmý na zájmové území pod Karlínským náměstím a kostelem, při jižním okraji pokračují navážky směrem k západnímu okraji sledovaného území. Pod Pobřežní ulicí jsou ověřené navážky mocnosti 5 až 6 m;
- hladina podzemní vody je v hloubce 4 až 6 m pod terémem.

Mechanizace a technologie pro zemní práce

Pro obnovu inženýrských sítí, tj. pro výkopy a zásypy rýh, popř. výmolů a dutin, se používají lehká rypadla a nakladače, vibrační desky, pěchy a válce. Při výběru mechanismů je třeba rozlišovat možnosti použití těžební i hutnicí techniky, zejména vzhledem k dynamickému vlivu na objekty [3]. Sortiment strojů pro zhutňování zemin je široký. U všech se snižuje vliv lidského činitele na kvalitu hutnění. Pro měření zhutňovacího účinku a pro zjednodušení obsluhy se využívají elektronické systémy. Pro následné posouzení jsou vybrány lehčí varianty hutnicích strojů.

Žádoucí je použití technologií, které by omezily práci strojů s negativním vlivem na sousední budovy (také vzhledem k technologické nekázni). V případě ohrožení objektů i malými otřesy je vhodné použití samozhutnitelných zásypů, např. popílkového stabilizátoru, což je směs popílku, vápna a energosádovce. Zhutňovací účinek statických válců je dán jejich hmotností. Pro zhutnění do hloubky 150 až 200 mm potřebují 4 až 6 pojezdů. Práce nepokračuje rychle, ale při pohybu nevznikají vibrace.

Posouzení odezvy nosné konstrukce vyvolané mechanizací

Hodnocení vlivu technických vibrací lze provést podle norem [1] a [2]. Při posuzování možného porušení konstrukce budovy se zpravidla vychází z mezních hodnot efektivní rychlosti pohybu pro určitý druh základové půdy. Ze stavebně technického průzkumu se stanoví třída odolnosti objektu¹⁾ a podle jeho účelu i třída významu objektu²⁾. Podrobnější technické parametry stavby lze získat stavebně technickým průzkumem, jehož rozsah je dán účelem a stavem objektu. Průzkum nelze omezit pouze na pasportizaci poruch stavby.

Dynamickou odezvu způsobenou technickou seizmicitou z hlediska mezních stavů 1. skupiny není třeba analyzovat,

¹⁾ třída odolnosti objektu: A – chatrné stavby neodpovídající stavebním předpisům, B – běžné cihelné stavby (bez zesílení na seizmické účinky), C – budovy z cihel na maltu cementovou, stavby montované ze železobetonových prvků

²⁾ třída významu objektu: I – budovy divadel, nemocnic, škol, II – budovy obytné, občanské, objekty pro průmyslovou výrobu

pokud efektivní rychlost pohybu na referenčním stanovišti nepřesáhne mezní hodnoty (tab. 1).

Tab. 1. Mezní hodnoty efektivní rychlosti^{a)}

Třída odolnosti objektu	v_{ef} [mm.s ⁻¹]	
	třída významu objektu [2]	
	I.	II.
A	0,4	0,7
B	0,6	1
C	1,5	2

^{a)} podle [1], tab. 8

Posouzení stavebně technických podmínek

Praha–Karlín, říjen 2002

■ Zatřídění exponovaných objektů

Základním kritériem úrovně odezvy objektů jako reakce na dynamická zatížení průmyslovou seizmicitou je v souladu se zněním odst. 5.4.1 normy [1] rychlost kmitání. Podle něj, dále podle odst. 5.4.2 (tab. 8, tab. 9) citované normy a podle odd. 5 normy [2] byly zařazeny exponované objekty podle třídy odolnosti a podle třídy významu objektů v členění podle kap. 2.1 a 4.1. Tomu odpovídá maximální přípustná efektivní rychlost pro třídu významu II:

- 1,0 mm/s pro objekty kat. B,
- 0,7 mm/s pro objekty kat. A,
- 0,2 mm/s pro individuálně hodnocené objekty (kat. I).

■ Podmínky ovlivňující pracovní vzdálenost strojů

Hladina podzemní vody se za obvyklých podmínek ve vymezené oblasti Karlína nachází v hloubce cca 4 m pod terémem, tedy blízko úrovně základových spár podsklepených objektů. Po odeznění povodňových podmínek (odvodnění podzákladí s postupným poklesem hladiny podzemní vody na obvyklou úroveň) zde dochází k objemovým změnám. Tyto změny mohou být vlivem sufózních jevů značně nerovnoměrné a dynamická přitížení v průběhu zhutňování by je mohla nebezpečně urychlit. Rizikové budou tedy hlavně vertikální složky kmitání v úrovni základových spár objektů.

Podle technické dokumentace, která byla při zpracování podmínek k dispozici, negeneruje žádný z hodnocených mechanismů frekvence nižší než 20 Hz. Takové hodnoty mohou být však krátkodobě generovány při spouštění a ukončení činnosti.

Tab. 2. Minimální přípustná vzdálenost mechanismů k exponovaným objektům

Zařízení	Budicí síla [kN]	L_{min} [m]			
		kat. B	kat. A	kat. I	
vibrační desky	WEBER VB 35	9	2	2,6	9
	WACKER VP 1550R, 1550W	15	3	4,2	15
	WEBER VC 18F	18	3,6	5	17,5
	WEBER RC 48-2, 48R-2, 60-2	25,5	4,9	7	24,5
	WEBER 52 S	38	7,4	10,5	37
	WEBER TC 60-2	48	9,5	13,5	48
	WEBER 70 S	68	13,4	19	66
vibrační pěchy	WACKER BS 500	12	2,4	3,4	12
	WACKER BS 700	15	3	4,2	15
	WEBER SRx80D	20,2	4	5,7	20
vibrační válce	WEBER LS 15-3	20	4	5,6	19,5
	WEBER LS 20	36	7	10	35
frézy na asfalt a beton			bez omezení		

■ Minimální přípustná vzdálenost strojů

Stanovení minimální přípustné vzdálenosti konkrétního mechanismu má vycházet ze znění normy [1], která obecně zatížení stavebních objektů průmyslovou seizmicitou a jejich odezvu řeší. Ustanovení odst. 5.4.4 (resp. tab. 10) a odst. 5.4.5 (resp. tab. 11) ovšem nepřihlíží k individuálním technickým odlišnostem mezi zdroji průmyslové seizmicity a nereflktují podrobněji stavební stav konkrétních objektů [7]. Experimentální stanovení podmínek pro práce doprovázené technickou seizmicitou se připouští a z těchto pozic bylo k výpočtu minimálních přípustných vzdáleností přistoupeno. Výpočet vychází ze vztahu mezi rychlostí kmitání v , hutnicím mechanismem generovanou kinetickou energií E , empiricky určenou konstantou K a vzdáleností od místa hutnění L ve tvaru

$$v = K \frac{E^n}{L}$$

experimentálně získaného Wissem [11], Heckmanem a Haggertym [9] a doporučovaného také Greenem [8] při zatížení periodickým buzením.

Vztah byl upraven pro specifické poměry v povodni zasažené oblasti Karlína a na základě měření [4], [5] v analogických podmínkách maninské (IVa, IVb) terasy do výpočtu zaveden ve tvaru

$$L_{min} = 0,21 \frac{E^{0,98}}{v}$$

Minimální přípustná vzdálenost L_{min} byla pro každý stroj vypočtena tak, aby na referenčním stanovišti (tj. v základové spáře objektu) nepřesáhla vertikální složka rychlosti kmitání maximální přípustné hodnoty.

Jak z jednoduchosti a tvaru výpočetního vztahu vyplývá, nebyl vzhledem ke vstupním podmínkám v zájmu bezpečnosti uvažován specifický vliv vícevrstvého geologického prostředí (navážky, sedimenty říční terasy) a absorpce v tomto prostředí. Výpočet akceptuje výhradně rozptyl (disipaci) mechanismy generované kinetické energie šířící se geologickým prostředím ve formě objemového pružného vlnění. Minimální přípustnou pracovní vzdálenost k exponovaným stavebním objektům pro stavební mechanismy uvádí tab. 2. Hodnoty L_{min} jsou nejkratší horizontální vzdálenosti místa seizmicity generující činnosti od vnějšího líce obvodového zdiva objektu. Použitelnost deklarovaných hodnot je jednoznačně podmíněna sledováním odezvy limitujících objektů v průběhu provozního stavu mechanismu (např. periodic-

kým sledováním sádrového terče na charakteristické trhlíně ve zdivu pracovníkem prováděcí organizace, s časovým intervalem 30 minut).

Seizmické účinky jednotlivých stavebních mechanismů jsou diferencovány podle výrobci deklarovaných budících (zpravidla odstředivých) sil. U stavebních mechanismů, které nejsou uvedeny v *tab. 2*, lze minimální vzdálenost od exponovaných objektů určit porovnáním podle budících sil, avšak výhradně v případech, kdy není pochyb o tom, že nemohou generovat významné amplitudy na frekvencích poblíže některé z vlastních rezonančních frekvencí těchto objektů (zejména v rozmezí 1 až 5 Hz).

Pro konstrukčně lehká rypadla a nakladače lze připustit minimální pracovní vzdálenost 2 m u objektů kategorie B, 3 m od objektů kat. A a 9 m od objektů kat. I za předpokladu, že nezpůsobí rozkmitání objektu na některé z vlastních rezonančních frekvencí (např. v interakci s kompaktními objekty větší hmotnosti v navážkách). Při práci ve vzdálenostech kratších je podmínkou periodické sledování odezvy exponovaného objektu.

Při pojezdu plně naložených nákladních vozidel po nerovnostech vozovky je třeba vzít v úvahu dynamické spolupůsobení přední a zadní nápravy, při němž jsou generovány velmi nebezpečné frekvence blízké vlastním rezonančním frekvencím exponovaných objektů. Proto je doporučeno omezit rychlost pojezdu v blízkosti objektů kategorie I na 10 km/h, protože kritické rozmezí rychlosti pro obvyklý rozvor náprav (3,5 m) těchto vozidel je 11 až 38 km/h. Generovaná kinetická energie roste s rychlostí pojezdu, s tíhou pohybujících se hmot a s amplitudou nerovností pojezdové plochy.

V těsné blízkosti objektů (zejména se statickými poruchami) je provádění hlubších rýh nebezpečné. V tomto případě by měly být zeminy v podzákladí zajištěny, aby případné následky nebyly přičítány dynamickým účinkům hloubení nebo hutnění.

Je-li z hlediska provozních potřeb nezbytná práce s průmyslovou seizmicitu produkujícím mechanismem ve vzdálenostech kratších, než jsou uvedeny v *tab. 2*, je třeba stanovit podmínky pro takovou činnost experimentálně pro geologické poměry v místě stavební činnosti, provést dynamický výpočet stavební konstrukce a posoudit únosnost konstrukce s přihlédnutím k cyklickému zatížení. Seizmické účinky jednotlivých mechanismů se experimentálně ověřují jak z hlediska generovaných amplitud a rychlostí, tak z hlediska frekvenčního spektra.

Po odeznění povodňových projevů je periodické sledování změn stavebního stavu okolních objektů v průběhu dynamického zhutňování znamenitou diagnostickou příle-

žitostí; výsledky mohou vést k operativní rekvalifikaci v zařazení objektů.

Závěr

Pro předcházení vzniku poruch a zajištění spolehlivosti a trvanlivosti stavebních konstrukcí byla pro vybrané stavební mechanismy, které jsou zdrojem technické seizmicity, stanovena minimální vzájemná vzdálenost od posuzované konstrukce.

Příspěvek byl zpracován za podpory prostředků z výzkumného záměru č. 1 MSM 6840770001 "Spolehlivost, optimalizace a trvanlivost stavebních materiálů a konstrukcí."

Literatura

- [1] ČSN 73 0040 Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva. ČSN, 1996.
- [2] ČSN 73 0031 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd. ČSN, 1988.
- [3] Seznam mechanizace používané při obnově inženýrských sítí společností PSV, a. s., a Pražskou plynárenskou, a. s.
- [4] Měření seizmických účinků tramvajové dopravy na narušené domy Komunardů 35 a 37 v Praze 7. [Zpráva], INSET, Praha, 2002.
- [5] Měření seizmických účinků tramvajové dopravy a vibračních desek na stavební objekt v Praze, Na Poříčí 17 – pouze pracovní výsledky měření. INSET, Praha, 2002.
- [6] Podrobná inženýrsko-geologická mapa Prahy. Praha, PŮDIS/GEOINDUSTRIA 1970.
- [7] Witzany, J. – Hruška, A. – Karas, J. – Macháček, J. – Rezek, A. – Svoboda, P.: Vliv stavební mechanizace při provádění zemních prací na stavební technický stav nosné konstrukce objektů po povodni v Karlíně v Praze 8. [Zpráva], Fakulta stavební ČVUT, 2002, 12 s.
- [8] Green, R. A.: Energy-Based Evaluation and Remediation of Liquefiable Soils. Ph. D. [Thesis], Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.
- [9] Heckman, W. S. – Hagerty, J. M.: Vibrations Associated with Pile Driving. Journal of the Construction Division, 104(CO4), 1978, pp. 385–394.
- [10] Pirner, M.: Dynamika stavebních konstrukcí. Technický průvodce, sv. 33. Praha, SNTL 1989, 488 s.
- [11] Wiss, J. F.: Damage Effects of Pile Driving Vibration. Highway Research Record, No. 155, Washington, D.C., Highway Research Board, 1967, pp. 14–20.

Karas, J. – Macháček, J.: Preventing Structural Failures as a Result of Construction Activities

This article seeks to assesses the effect of construction machines used in earth works on the structural and technical condition of buildings, primarily residential houses. Further, it presents the rules of their exploitation given the prevention of failure generation and the subsequent life cycle reduction of constructions resulting from building activities.

Karas, J. – Macháček, J.: Vorbeugung vor Bauschäden infolge von Bautätigkeit

Der Artikel befasst sich mit der Beurteilung des Einflusses von Baumaschinen bei der Durchführung von Erdarbeiten auf den bautechnischen Zustand von Gebäuden, insbesondere von Wohnhäusern, und führt Regeln für ihren Einsatz vom Gesichtspunkt der Vorbeugung von Schäden und der nachfolgenden Herabsetzung der Lebensdauer der Bauten infolge der Bautätigkeit an.

Pokrok v technologii stanovení součinitele difúze radonu v hydroizolacích

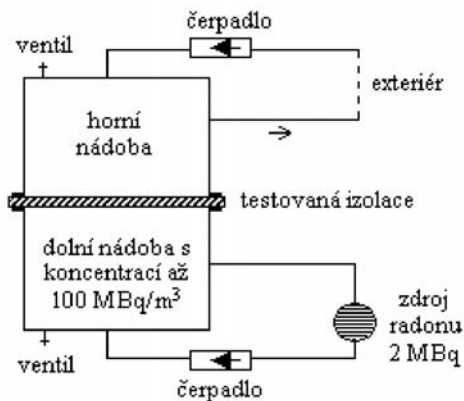
Ing. Rudolf MIKULA
doc. Ing. Martin JIRÁNEK, CSc.
ČVUT – Fakulta stavební
Praha

Článek rekapituluje současné postupy měření součinitele difúze radonu v hydroizolačních materiálech a upozorňuje na oblasti jejich použitelnosti. Uvedeno je rovněž matematické pozadí objasňující výpočet součinitele difúze radonu ze změřených údajů. Podrobně je popsáno nové zařízení sloužící ke stanovení součinitele difúze radonu v závislosti na teplotě prostředí, což umožní optimalizovat návrh izolace spodní stavby.

Úvod

Součinitel difúze radonu je základní materiálová charakteristika, která popisuje rychlost transportu radonu daným materiálem. Jeho prostřednictvím lze určit, jaké množství radonu projde materiálem za určitý časový úsek, a je proto vhodnou veličinou k posouzení, zda je hydroizolace vstupu radonu z podlahy do staveb schopna účinně bránit. Podle ČSN 73 0601 [6] musí být tento součinitel stanoven u všech hydroizolací, které mají plnit současně funkci protiradonové izolace.

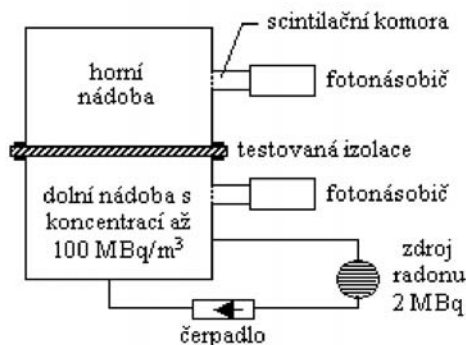
Měřením součinitele difúze radonu se v Evropě v rámci různých výzkumných projektů zabývá pět laboratoří – University of Cantabria (Španělsko), KVI (Nizozemí), SP Swedish National Testing and Research Institute (Švédsko), University des Saarlandes (SRN) a Fakulta stavební ČVUT. Pro potřeby stavební praxe však slouží pouze pracoviště ve Švédsku a na Katedře konstrukcí pozemních staveb FSv ČVUT v Praze. Protože v rámci EU neexistuje pro stanovení tohoto parametru jednotná metodika, měří každá z laboratoří vlastním postupem. Doposud se nepodařilo zorganizovat ani srovnávací měření, takže není možné posoudit, jak jsou jednotlivé národní metodiky spolehlivé.



Obr. 1. Schéma měřicího zařízení pro stanovení součinitele difúze radonu za rovnovážných podmínek (ventily slouží k odběru vzorků vzduchu do Lucasových komor)

Současné postupy měření

Princip stanovení součinitele difúze radonu v hydroizolačních materiálech je pro všechny národní postupy obdobný [1], [4], [5]. Zkoumaný materiál je, pokud možno, plynově umístěn mezi dvě měřicí nádoby (obr. 1, obr. 2).



Obr. 2. Schéma měřicího zařízení pro stanovení součinitele difúze radonu v nestacionárním stavu

V dolní je pomocí radonového zdroje udržována vysoká koncentrace kolem 1 až 100 MBq/m³. Radon difunduje izolací do horní nádoby, kde je detekován. Ze známé rychlosti přísunu do horní nádoby, plochy zkoumaného vzorku a jeho tloušťky je pak možné vypočítat vlastní součinitel difúze radonu. Jednotlivé postupy se liší zejména způsobem stanovení koncentrace radonu a rozdílným okamžikem, v němž je započato měření nárůstu koncentrace v horní nádobě. Koncentrace radonu bývá stanovována:

a) v obou nádobách na základě kvantitativního odběru vzorků vzduchu do Lucasových komor [1], vyhodnocovaných v detekčním přístroji zcela nezávislém na měřicím zařízení (obr. 1). Tento postup je vhodný pro měřicí nádoby o objemu alespoň 1 litr, aby bylo zaručeno, že po odebrání vzorků vzduchu nedojde k narušení rovnováhy. Výhodou je, že jedním přístrojem se může současně měřit více zkušebních vzorků. Uvědomíme-li si, že měření jednoho vzorku trvá cca 14 dní, je to výhoda podstatná, zejména měříme-li pro potřeby stavební praxe. Pro každý izolační materiál je totiž potřeba proměřit 4 až 6 vzorků, a to za situace, kdy všichni výrobci a dodavatelé izolací zpravidla velmi spěchají. Nevýhodou je větší pracnost při ručním odběru vzorků vzduchu a poněkud větší nejistota stanovení nižších koncentrací radonu v horní nádobě;

b) v obou měřicích nádobách prostřednictvím scintilačních komor pevně spojených s příslušnou nádobou a vybavených vlastním fotonásobičem [4] (alternativně může být použit i jiný způsob detekce, např. ionizační komora v proudovém režimu, obr. 2). Výhodou je, že odpadá manuální pracnost, zmenšuje se riziko chyb při odběru a přenosu vzorků vzduchu a zvyšuje se přesnost měření zejména v horní nádobě. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady měřicího přístroje. Toto uspořádání měřicí aparatury se proto hodí zejména pro výzkumné účely, kdy není potřeba zkoumat větší množství vzorků v krátkém čase. Kdybychom

všechny vzorky potřebné k certifikaci izolačního materiálu měly proměřovat na jednom přístroji, trvalo by to minimálně dva až tři měsíce, nebo bychom museli mít více přístrojů, což by však zkoušku neúměrně prodražilo;

c) ve spodní nádobě prostřednictvím odběru vzorků vzduchu do Lucasových komor a v horní nádobě pomocí zabudovaného detektoru (např. scintilační komory s fotonásobičem). Jde tedy o kombinaci výše uvedených postupů vedoucí ke snížení ceny měřicí aparatury a zajištění vysoké přesnosti detekce radonu v horní nádobě.

Koncentrace radonu se může měřit v horní nádobě buď bezprostředně po vpuštění radonu do dolní nádoby (obr. 2), nebo až po určité době, kdy se distribuce radonu v tloušťce vzorku ustálí. V prvním případě bude emise radonu z povrchu izolace do horní nádoby časově proměnná, ve druhém konstantní. Doba potřebná k ustavení konstantní emise se nazývá relaxační doba a je vyjádřena vztahem (3). Po celou tuto dobu je třeba v horní nádobě udržovat nulovou koncentraci radonu, nebo alespoň zanedbatelně nízkou, v porovnání s koncentracemi očekávanými v horní nádobě po zahájení měření. Splnění této podmínky se standardně zajišťuje nuceným odvětráním horní nádoby venkovním vzduchem vyznačujícím se velmi nízkou koncentrací radonu do cca 5 Bq/m³ (obr. 1). Po ustavení rovnováhy (uplynutí relaxační doby) se ventilace vypne, horní nádoba se uzavře a zjistí se v ní nárůst koncentrace radonu.

Matematické pozadí

Matematické řešení difúze radonu izolací závisí na tom, zda měření koncentrace probíhá v nestacionárním režimu, nebo v režimu rovnovážném. Je-li zahájeno bezprostředně po vpuštění radonu do dolní nádoby, probíhá v nestacionárním stavu popsáném v jednorozměrném případě rovnicí

$$\frac{\partial C_{(x,t)}}{\partial t} = D \cdot \frac{\partial^2 C_{(x,t)}}{\partial x^2} - \lambda \cdot C_{(x,t)}, \quad (1)$$

kde D je součinitel difúze radonu [m²/s],
 λ – rozpadová konstanta radonu [2,1·10⁻⁶s⁻¹],
 $C_{(x,t)}$ – koncentrace radonu [Bq/m³],
 t – čas [s].

Je-li měření nárůstu koncentrace radonu v horní nádobě započato až po ustálení rovnovážného stavu, tj. v době, kdy je emise radonu z izolace do horní nádoby konstantní, lze vyjít z rovnice

$$D \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \lambda \cdot C = 0. \quad (2)$$

Na FSv ČVUT používáme měření v rovnovážném stavu [1], [2], [3], a proto je dále popsán výpočet součinitele difúze D jen na základě řešení rovnice (2). K vytvoření rovnovážného stavu v systému dojde po uplynutí doby relaxace [1], dané vztahem

$$t_{rel} = \frac{1}{D \cdot (l^{-2} + \pi^2 \cdot d^{-2})}, \quad (3)$$

kde l je difúzní délka radonu v izolaci $l = (D/\lambda)^{1/2}$ [m] a d je tloušťka izolace [m].

Řešením rovnice (2) pro případ průchodu radonu materiálem tloušťky d , na jehož jedné straně je koncentrace rado-

nu C_0 a na druhé straně nulová koncentrace

$$C_{(x)} = C_0 \cdot \frac{e^{-(x-d)/l} - e^{(x-d)/l}}{e^{d/l} - e^{-d/l}}, \quad (4)$$

kde C_0 je koncentrace radonu v dolní nádobě pod izolací [Bq/m³], $C_{(x)}$ koncentrace radonu v materiálu ve vzdálenosti x od povrchu, kde je koncentrace radonu C_0 [Bq/m³].

Difúzní tok z povrchu materiálu je pak dán vztahem

$$J_{(d)} = -D \cdot \frac{dC_{(x)}}{dx} = \frac{2 \cdot C_0 \cdot l \cdot \lambda}{e^{d/l} - e^{-d/l}}. \quad (5)$$

Nárůst koncentrace radonu v horní nádobě nad izolací lze popsat rovnicí

$$C_{(t)} = \frac{J \cdot S}{V \cdot k} \cdot (1 - e^{-k \cdot t}), \quad (6)$$

resp. v lineární aproximaci

$$C_{(t)} = \frac{J \cdot S}{V} \cdot t, \quad (7)$$

kde $C_{(t)}$ je koncentrace radonu v horní nádobě v čase t [Bq/m³],
 J – difúzní tok radonu z izolace do horní nádoby [Bq/m²s],
 S – plocha vzorku [m²],
 V – objem horní nádoby [m³],
 k – koeficient úniku vzduchu z horní nádoby [s⁻¹],
 t – čas [s].

Ze sady naměřených hodnot koncentrace radonu C_i v prostoru nad izolací, známého objemu V a plochy vzorku S , se podle vztahu (7) vypočte difúzní tok J zkoumanou vrstvou materiálu. Z difúzního toku J a ze známé tloušťky materiálu d lze z rovnice (5) vypočítat neznámou difúzní délku l , a konečně i součinitel difúze radonu $D = l^2 \cdot \lambda$.

Nová měřicí aparatura

Ani jeden z dosud běžně používaných a výše popsáných postupů neumožňuje stanovit závislost součinitele difúze na teplotě. U některých izolačních materiálů byla tato teplotní závislost pozorována [4] a vzhledem k tomu, že byly zjištěny poměrně významné rozdíly v součiniteli i pro teplotní diferenci pouhých 10 °C, měl by být tento jev jistě podrobněji prozkoumán. Hovoří pro to i skutečnost, že součinitele difúze radonu se běžně stanovují při laboratorních teplotách 22 ± 2 °C, což jsou teploty o minimálně 15 °C vyšší, než kterým jsou hydroizolace spodní stavby v zimě vystaveny. Z těchto důvodů vzniklo ve spolupráci FSv ČVUT a Státního ústavu radiační ochrany nové měřicí zařízení, které je schopno teplotní závislost stanovit.

Popis zařízení

Je konstruováno tak, aby umožnilo měření součinitele difúze radonu v teplotním intervalu od -10 °C do +35 °C. Při jeho návrhu bylo nutné vyřešit mnoho technických problémů pramenících z poklesu teploty až k -10 °C. Předně bylo třeba ověřit, zda v důsledku opakovaného střídání záporných a kladných teplot nevzniknou v ochranném plášti radonového zdroje netěsnosti. Protože ani výrobce nebyl schopen v uvažovaném teplotním intervalu zaručit těsnost, provedli jsme laboratorní zkoušky, při nichž byly vzorky materiálu pláště vystaveny cyklickému teplotnímu namáhá-

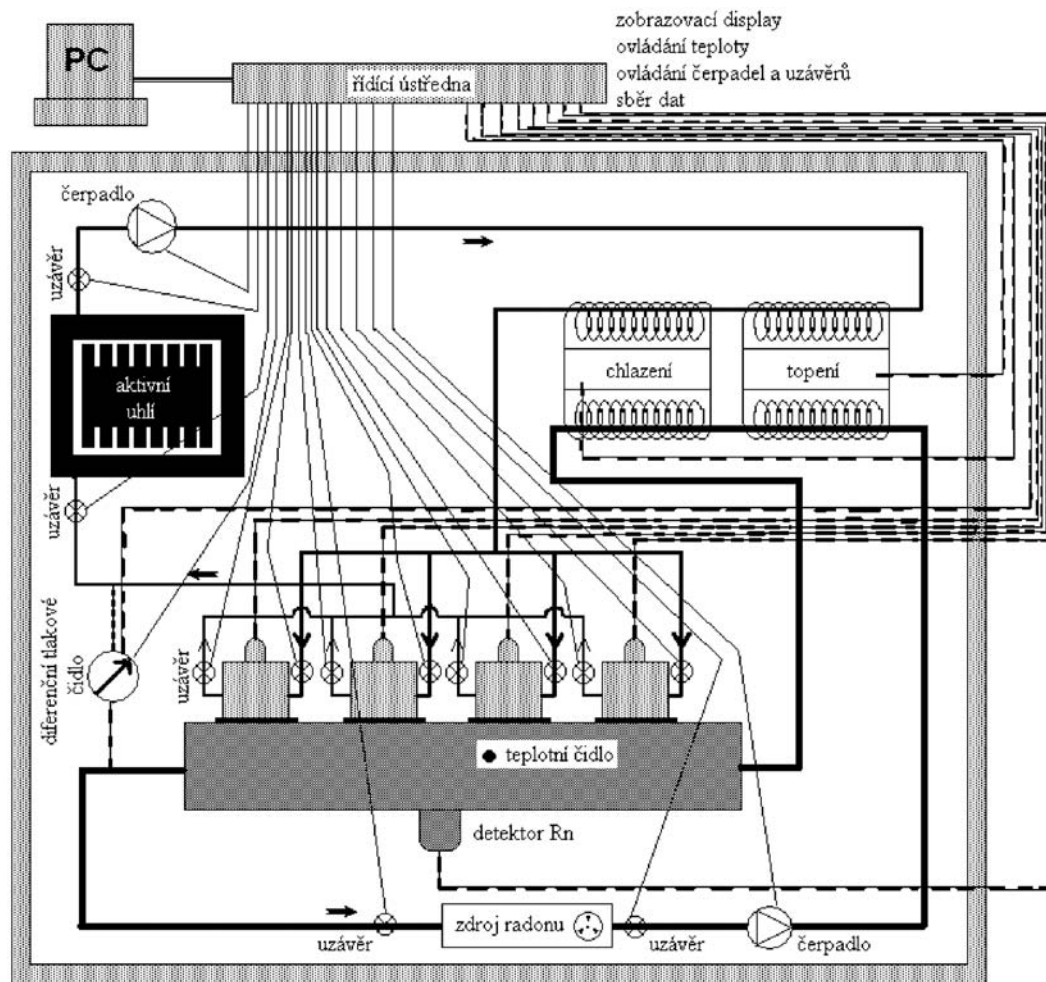
ní. Po 100 zahřívacích cyklech až na teplotu 50 °C a 50 zmrazovacích cyklech k teplotě -20 °C následná mikroskopická prohlídka povrchu materiálu neodhalila žádné poškození, které by narušilo těsnost a bezpečnost zdroje.

Další komplikace spočívala ve skutečnosti, že při nízkých teplotách měření nelze horní nádobu větrat teplejším venkovním vzduchem, protože by v systému masivně kondenzoval a následně zmraznutí kondenzátu by vedlo k jeho poruchám (ucpání spojovacích hadic ledem, jejich popraskání atd.). Závažnost problému je zřejmá, uvědomíme-li si, že za průměrnou relaxační dobu cca 10 dní, rozdílu teplot 20 °C a při množství větracího vzduchu 0,3 m³/h by v systému mohl zkondenzovat přibližně 1 litr vody. Bylo proto

cujičím na principu ionizační komory v proudovém režimu se vzduchem jako pracovním plynem a s pracovním napětím řádově stovek voltů.

Zařízení obsahuje dva uzavřené vzduchové okruhy – spodní, který propojuje dolní nádobu s radonovým zdrojem, a horní, v němž vzduch cirkuluje mezi horními nádobami a filtrem s aktivním uhlím. Filtrační náplň je rovnoměrně rozdělena do několika zásuvek, aby nemusel být vyjímán celý obsah o hmotnosti 50 kg najednou. Veškeré propojovací trubičky jsou kovové se svařovanými spoji, čímž je minimalizován únik radonu z okruhů. Uzávěry jsou ovládané elektricky.

Celé zařízení je osazeno do tepelně izolovaného boxu,



Obr. 3. Schéma nového zařízení pro měření součinitele difúze radonu v hydroizolacích

nezbytné hledat způsob, jak udržet v průběhu relaxační doby v horním okruhu nízkou koncentraci radonu bez možnosti ventilace vnějším vzduchem. Jako výsledné řešení byla vybrána filtrace vzduchu v uzavřeném horním okruhu přes aktivní uhlí. Podrobným výpočtem zohledňujícím množství cirkulujícího vzduchu, délku relaxační doby, rychlost průniku radonu do horního okruhu a účinnost záchytu radonu na aktivním uhlí bylo stanoveno, že na jednu zkoušku je zapotřebí cca 50 kg aktivního uhlí. Jeho použití pro další zkoušku je podmíněno desorpací, např. průplachem čistým vzduchem.

Podstatných změn doznaly i měřicí nádoby, které jsou vyrobeny z nerezového plechu. Dolní byla zvětšena, aby na ní mohly být osazeny čtyři horní nádoby (obr. 3). Dosáhne se tak efektivnějšího měření, neboť v jednom cyklu mohou být proměřeny až čtyři vzorky izolačního materiálu. Každá nádoba je osazena nově vyvinutým detektorem radonu pra-

v němž je pomocí výměníku chlazení a topné spirály udržována potřebná teplota. Vně boxu se nachází pouze řídicí a záznamová jednotka s displejem pro zobrazení naměřených hodnot. V jednotce se shromažďují data z detektorů radonu, údaje o teplotě vzduchu v systému a rozdílu tlaku vzduchu mezi oběma okruhy. Jednotka porovnává aktuální teplotu v systému s nastavenou teplotou a podle potřeby ovládá výměník chlazení nebo topení. V závislosti na tlakové diferencii mezi okruhy je řízen výkon čerpadel nebo jsou nastavovány regulační ventily tak, aby izolace nebyla vystavena tlakovému rozdílu. Zjištěná data jsou ukládána v časové řadě v takovém formátu, aby mohla být následně zpracována v libovolném tabulkovém procesoru. Přenos dat z řídicí jednotky do počítače je přes rozhraní RS 232. Po celou dobu měřicího cyklu tedy není nutné izolovaný box otevírat, čímž je vyloučeno narušení teplotní rovnováhy.

Postup měření

Po osazení vzorků na dno horních nádob se box uzavře a na řídicí jednotce se nastaví potřebná teplota. Nastává první fáze měřicího cyklu, jejíž délka odpovídá relaxační době. Všechny ventily jsou otevřené, obě čerpadla pracují, v horním i dolním okruhu cirkuluje vzduch. Veškeré procesy jsou pod kontrolou řídicí jednotky, obsluha není přítomna. V intervalu cca 6 hodin je ve všech komorách monitorována koncentrace radonu. O stavu vybočujícím z nastavených intervalů je obsluha informována rozsvícením kontrolky (např. vysoká koncentrace v některé z horních nádob může svědčit o porušení celistvosti vzorku).

Po uplynutí relaxační doby nastává druhá fáze měřicího cyklu, která již vyžaduje přítomnost obsluhy. V horním okruhu se vypne čerpadlo, ventily na vstupu a výstupu z každé horní komory se uzavřou, a současně s tím začíná měření nárůstu koncentrace radonu v horních nádobách. V této fázi je koncentrace monitorována v minutových intervalech. Po proměření celé růstové křivky je postup ukončen. Nyní je možné box otevřít, vyměnit izolaci a aktivní uhlí.

Závěr

Vytvořením nového měřicího zařízení jsme získali nástroj, který není dosud k dispozici v žádném z evropských států. Jeho přínosem je schopnost stanovit změny součini-

tele difúze radonu v závislosti na času a teplotě. Tím je umožněna optimalizace návrhu izolace spodní stavby proti vodě a radonu se zřetelem ke spolehlivosti a trvanlivosti.

Práce byly uskutečněny s podporou výzkumného záměru MSM 6840770001 „Spolehlivost, optimalizace a trvanlivost stavebních materiálů a konstrukcí.“

Literatura

- [1] Hůlka, J. – Jiránek, M.: Metodika stanovení součinitele difúze radonu v izolačních materiálech K124/02/95. Státní ústav radiační ochrany/ČVUT Praha, 1997.
- [2] Jiránek, M. – Hůlka, J.: Applicability of Various Insulating Materials for Radon Barriers. In: The Science of the Total Environment 272 (2001), pp. 79–84.
- [3] Jiránek, M. – Hůlka, J.: Radon Diffusion Coefficient in Radon-proof Membranes – Determination and Applicability for the Design of Radon Barriers. Architectural Science, Vol. 1, 2000, No. 4, pp. 149–155.
- [4] Spoel, W. H.: Radon Transport in Sand: a Laboratory Study. TU Eindhoven, 1998.
- [5] Fernández, P. L. – Quindós, L. S. – Sainz, C. – Gómez, J.: A Theoretical Approach to the Measurement of Radon Diffusion and Adsorption Coefficients in Radonproof Membranes. Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B, 2003.
- [6] ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží. ČSNI, 2000.

Míkula, R. – Jiránek, M.: Progress in Technology of Determination of Radon Diffusion Coefficient in Hydroinsulations

This paper reviews the current procedures for radon diffusion coefficient measurement in hydroinsulation materials and highlights their exploitation. Also, the mathematical background clarifying the radon diffusion coefficient calculation from the measured data is presented. A new measuring device applied in radon diffusion coefficient determination depending on the ambient temperature is described in detail. It will facilitate optimization of the design of insulation of the substructure.

Míkula, R. – Jiránek, M.: Ein Fortschritt bei der Technologie der Bestimmung des Diffusionskoeffizienten von Radon in Abdichtungen gegen Wasser

Der Artikel rekapituliert die gegenwärtigen Verfahren zur Messung des Diffusionskoeffizienten von Radon in wasserabdichtenden Materialien und weist auf die Bereiche ihrer Brauchbarkeit hin. Es wird ebenfalls der mathematische Hintergrund angeführt, durch den die Berechnung des Diffusionskoeffizienten von Radon aus den gemessenen Angaben aufgeklärt wird. Es wird ausführlich eine neue Messvorrichtung beschrieben, die zur Bestimmung des Diffusionskoeffizienten von Radon in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur dient, was es ermöglicht, die Planung der Abdichtungen des Unterbaus zu optimieren.

Ústav teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd ČR

pořádá

7. konferenci Evropské komise “SAUVEUR”

Zachráněné kulturní dědictví – záruka porozumění a života v rozšířené Evropě

31. května – 3. června 2006, Reprezentační prostory Pražského hradu

Cílem konference je konsolidace a zhodnocení dopadů výsledků evropských výzkumných projektů v oblasti movitého a nemovitého kulturního dědictví. Konference bude speciálně změřena na využití výsledků výzkumu kulturního dědictví a pro-
věření ochoty uživatelů, malých a středních podniků, vlastníků, manažerů, restaurátorů a konzervátorů kulturního dědictví akceptovat nové technologie a nové trvale udržitelné přístupy k ochraně památek.

www.arcchip.cz/ec-conference

Vliv vysokých teplot na vlastnosti kompozitních materiálů se struskovým pojivem – I. část

Ing. Lucie ZUDA
prof. Ing. Robert ČERNÝ, DrSc.
ČVUT – Fakulta stavební, Praha

prof. RNDr. Pavla ROVNANÍKOVÁ, CSc.
Ing. Patrik BAYER, Ph. D.
VUT – Fakulta stavební, Brno

V článku je prezentováno měření tepelných vlastností materiálu na bázi alkalicky aktivované strusky za vysokých teplot. Studovanými veličinami jsou součinitel teplotní vodivosti, měrná tepelná kapacita, součinitel tepelné vodivosti a součinitel teplotní délkové roztažnosti. Všechny tyto parametry jsou určeny v rozmezí od laboratorní teploty do 1 200 °C.

- měrná tepelná kapacita – 3 vzorky 71 x 71 x 71 mm;
- součinitel teplotní délkové roztažnosti – 2 vzorky 40 x 40 x 100 mm.

Výsledky měření mechanických vlastností (pevnost v tlaku, v tahu za ohybu) budou uvedeny ve druhé části článku.

Tab. 1. Chemické složení strusky [%]

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	Cl-	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
38,6	0,52	7,22	38,77	12,9	0,5	0,06	0,21	0,38	0,36

Tab. 2. Jemnost mletí strusky

Zbytek na sítu [% hm.]		Měrný povrch [m ² /kg]
0,045 mm	0,09 mm	
12,4	1,9	392

Tab. 3. Složení směsi pro výrobu vzorků

Filtreační písky [g]			Struska	Silikát	Záměsová voda [ml]
PG1	PG2	PG3	[g]		
450	450	450	450	90	190

Úvod

Nově zaváděné materiály, často s využitím druhotných surovin, činí stavební průmysl méně závislým na přírodních surovinách. Pro speciální použití se vyvíjejí nové materiály, žádané jsou materiály „šité na míru“ pro konkrétní aplikace. Jednou z možností rozšíření stavebního sortimentu o druhy materiálů, které v mnohých směrech předčí portlandský cement, je využití alkalicky aktivovaných strusek [1], jejichž předností by měla být značná odolnost vůči vysokým teplotám.

Stanovení vlivu vysokých teplot na tepelné parametry alkalicky aktivovaných strusek má význam zejména pro zjištění vhodnosti jejich použití ve speciálních podmínkách (na stěny tunelů, šachet atd.). Během životnosti stavební konstrukce mohou nastat nestandardní situace, kdy je znalost těchto parametrů užitečná, např. při zasažení konstrukce požárem. Materiál na bázi alkalicky aktivované strusky může v tomto případě sloužit jako ochranná či tepelně izolační vrstva. V článku jsou stanoveny základní tepelné parametry materiálu na bázi alkalicky aktivované strusky v širokém teplotním rozmezí do 1 200 °C.

Materiály a vzorky

Vzorky byly vyrobeny z jemně mleté strusky od firmy Kotouč Štramberk, spol. s r. o. (tab. 1, tab. 2). Alkalický aktivátor byl připraven z roztoku vodního skla. Silikát SiO₂ PORTIL-A dodala španělská firma Cognis Iberia, s. l., písek firma Filtreační písky, s. r. o., Dubá. Písek druhů PG1, PG2, PG3 je normalizovaný podle EN 196-1. Nejprve bylo nutné smístit silikát s vodou do roztoku, a poté ho zamíchat do homogenizované směsi strusky s pískem (tab. 3). Aby se předešlo tvorbě pórů, plnily se formy jen do dvou třetin, po zhutnění vibrováním po dobu 3 s se doplnily do požadované výšky a směs se opět zhutnila. Za 24 hodin se vzorky z forem vyjmuly a uložily na dalších 27 dní do vodní lázně. Pro měření byly použity:

- součinitel teplotní vodivosti – 3 vzorky 71 x 71 x 71 mm se zabudovaným teplotním senzorem složeným z 6 termočlánků chromel-alumel podél osy vzorku;

Experimentální metody

■ **Součinitel teplotní vodivosti** byl určen metodou dvojné integrace na základě naměřených teplotních profilů při jednostranném ohřevu [2]. Tato metoda je založena na aplikaci inverzní úlohy vedení tepla, která vychází z rovnice vedení tepla

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(a \frac{\partial T}{\partial x} \right). \quad (1)$$

Při řešení inverzní úlohy se předpokládá, že $T(t)$ a $T(x)$ jsou monotónní funkce a zvolí se konstantní hodnota teploty $\tau = T(x, t)$. Pak musí existovat vzájemně jednoznačné parametrizace $x = x_0(\tau, t)$, $t = t_0(\tau, x)$, kde x_0 a t_0 jsou monotónní funkce. Využijeme-li tohoto faktu, pak integrací rovnice vedení tepla (1) podle x a t dostaneme

$$\int_{t_1}^{t_2} \int_{x_0(\tau, t)}^{x_0(\tau, t)} \frac{\partial T}{\partial t} (x, t) dx dt = a(\tau) \int_{t_1}^{t_2} \frac{\partial T}{\partial x} (x_0(\tau, t), t) dt + \int_{t_1}^{t_2} \frac{q(0, t)}{\rho(\tau)c(\tau)} dt \quad (2)$$

a odtud po řadě algebraických úprav [2] součinitel teplotní vodivosti v závislosti na teplotě

$$a(\tau) = \frac{1}{\int_{t_1}^{t_2} \frac{\partial T}{\partial x}(x_0(\tau, t)) dt} \left(\int_0^{x_0(\tau, t_2)} T(x, t_2) dx - \int_0^{x_0(\tau, t_1)} T(x, t_1) dx - \tau [x_0(\tau, t_2) - x_0(\tau, t_1)] - \int_0^1 [T(x, t_2) - T(x, t_1)] dx \right). \quad (3)$$

Určení teplotních profilů ve vzorku, potřebných pro aplikaci řešení inverzní úlohy vedení tepla ve tvaru (3), je založeno na využití speciálně upravené pece (obr. 1). Vzorek je v kontaktu s vnitřním prostředím pouze jedním čelem. Boční strany jsou tepelně izolovány, čímž je zajištěno jednorozměrné vedení tepla. Dvoje plná dvířka udržují v peci konstantní teplotu. Měřený vzorek se vloží do otvoru jedné dvířek a podél stěn se utěsní tepelně izolačním materiálem. Po vyteperování pece na požadovanou teplotu se dvířka vymění a vzorek se vystaví jednostrannému ohřevu. Teplotní senzory podél osy vzorku (termočlánky chromel-alumel) pomocí měřicí jednotky a počítače zaznamenávají teplotní pole. Pro výpočet součinitele teplotní vodivosti a $[\text{m}^2\text{s}^{-1}]$ je vybrána sada 8 až 10 křivek $T(x, t_i)$.



Obr. 1. Pec pro měření součinitele teplotní vodivosti

■ **Měrná tepelná kapacita** c $[\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}]$ byla určována v závislosti na teplotě pomocí neadiabatického směšovacího kalorimetru (obr. 2) s kalibrovanými tepelnými ztrátami [3]. Do přístroje naplněného vodou se vhodí vzorek ohřátý na požadovanou teplotu. Známe-li počáteční a konečnou teplotu vody po vyrovnání v kalorimetru včetně oprav na tepelné



Obr. 2. Neadiabatický směšovací kalorimetr

ztráty, získáme hodnotu změny entalpie vzhledem k jisté referenční hodnotě. Sada měření pro různé teplotní zatěžovací stavy vzorku poskytne entalpii odpovídající příslušným teplotám. Tyto hodnoty můžeme pak vynést do grafické závislosti entalpie h $[\text{Jkg}^{-1}]$ jako funkce teploty T $[\text{K}]$. Regresní analýzou této bodové zadané funkce získáme spojitou funkci $h(T)$ a podle definičního vztahu pro měrnou tepelnou kapacitu

$$c(T) = \frac{\partial h}{\partial T} \quad (4)$$

dostaneme funkci $c(T)$ jako první derivaci analyticky vyjádřené spojité funkce entalpie h podle teploty T .

■ **Součinitel tepelné vodivosti** λ $[\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$ byl pro každou teplotu určen na základě znalosti měrné tepelné kapacity c $[\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}]$, hustoty materiálu ρ $[\text{kgm}^{-3}]$ a součinitele teplotní vodivosti a $[\text{m}^2\text{s}^{-1}]$ podle rovnice

$$\lambda = a \cdot c \cdot \rho. \quad (5)$$

■ Teplotní roztažností materiálu rozumíme změnu rozměru tělesa z něho zhotoveného se změnou teploty za stálého tlaku [4]. Podle toho, zda uvažujeme změnu délkových rozměrů, mluvíme o roztažnosti délkové, nebo objemu, potom o roztažnosti objemové. Obvykle je **součinitel teplotní délkové roztažnosti** α $[\text{K}^{-1}]$ definován pomocí vztahu

$$dl = l_0 \cdot \alpha \cdot dT, \quad (6)$$

kde l_0 $[\text{m}]$ je počáteční délka vzorku při teplotě T_0 $[\text{K}]$, dl $[\text{m}]$ je prodloužení vzorku při změně teploty o dT $[\text{K}]$.

Pro měření součinitele délkové teplotní roztažnosti porézních materiálů za vysokých teplot byla vyvinuta experimentální metoda [5] založená na komparativním principu. Základem zařízení je speciálně upravená pec (obr. 3) s válcovým otvorem pro vložení materiálu z horní strany. Konstrukce umožňuje měřit současně dva vzorky ve svislé poloze vedle sebe. Ze středu kónického víka jsou vyvedeny čtyři termočlánky různé délky, směřující do středu pece. Další dva termočlánky uvnitř pece sledují teplotu v její dolní a horní



Obr. 3. Pec pro měření teplotní délkové roztažnosti

části. Všechny šest termočlánků je napojeno na záznamovou jednotku. Ve víku pece jsou dva úzké otvory, jimiž prochází dvě identické keramické tyčinky k detekci délkových změn v prostoru mimo pec. Údaje digitálních úchytkoměrů s přesností ± 1 μm průběžně registruje záznamová jednotka.

Navržený princip měření teplotní délkové roztažnosti je založen na sledování dvou různých materiálů současně. Jedním z nich je standardní materiál, což znamená, že známe průběh α v závislosti na teplotě. U druhého materiálu tuto závislost zjišťujeme. Teplotní pole v peci není homogenní, protože dochází k tepelným ztrátám u stěn a víka pece. Proto se pro výpočet α uvažuje průměrná teplota vypočtená na základě údajů z termočlánků. Za vhodný standardní materiál je možno považovat nekoroďující a teplotně stálé kovy se známým průběhem teplotní délkové roztažnosti. Vzhledem k parametrům pece je nejvhodnějším tvarem vzorku váleček \varnothing 2 až 3 cm a délce 10 až 12 cm. Měření probíhá v rozsahu od T_o do T . Pec je spuštěna při běžné teplotě T_o . V této chvíli má vzorek počáteční délku l_o . Teplota v peci se nechá ustálit na T a na měřicím zařízení se odečítá hodnota Δl , udávající celkový přírůstek délky vzorku a tyčinky. Její odečítání trvá do ustálení hodnoty. Ustálená hodnota se bere pro výpočet α pro danou teplotu T_i měřeného materiálu. Pro výpočet součinitele teplotní délkové roztažnosti za vysokých teplot je rovnice (6) upravena podle metody měření [5] do tvaru

$$\Delta l(T_i) = \Delta l_m(T_i) - \Delta l_s(T_i) + l_{o,s} \int_{T_o}^{T_i} \alpha_s(T) dT. \quad (7)$$

V rovnici (7) jsou Δl_m , Δl_s konečné délkové změny studovaného materiálu a standardu, $l_{o,s}$ je počáteční délka standardu a α_s je známý součinitel teplotní délkové roztažnosti pro standard. Odpovídající hodnota pro relativní prodloužení může být vyjádřena tvarem

$$\varepsilon(T_i) = \frac{\Delta l(T_i)}{l_{o,m}}, \quad (8)$$

kde $l_{o,m}$ je počáteční délka měřeného materiálu. Součinitel teplotní délkové roztažnosti je pak určen na základě relativního prodloužení podle vztahu

$$\alpha(T) = \frac{d\varepsilon(T)}{dT}. \quad (9)$$

Při laboratorním stanovení součinitele teplotní délkové roztažnosti za vysokých teplot byl vzorek na počátku měření vystaven vlivu prostředí s teplotou cca 25 °C, relativní vlhkosti okolo 50 %. Dále byl postupně zatěžován na vyšší teplotu a na tomto stavu zůstal po dobu 5 hodin, kdy se předpokládalo ustálení.

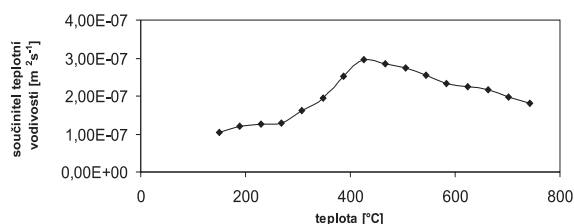
Výsledky a diskuse

V tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty objemové hmotnosti ρ a otevřené pórovitosti v závislosti na teplotě, určené běžnou termogravimetrickou metodou a v případě pórovitosti po-

Tab. 4. Objemová hmotnost a otevřená pórovitost v závislosti na teplotě

Zatěžovací stav [°C]	25	200	400	600	800	1 000	1 200
Objemová hmotnost [kgm ⁻³]	2 167	2 104	2 166	2 078	2 035	2 046	2 050
Otevřená pórovitost [m ³ m ⁻³]	0,18	0,22	0,17	0,22	0,24	0,24	0,23

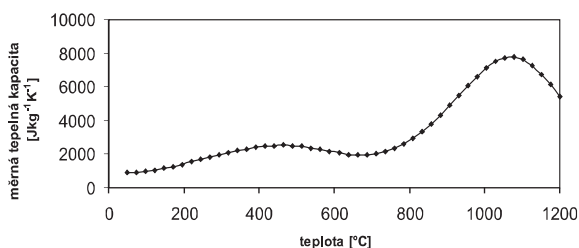
mocí vakuové nasákavosti. Je zřejmé, že pórovitost významně roste mezi 400 a 600 °C a dosáhne maxima na 800 °C. Na obrázku 4 je uvedena závislost součinitele teplotní vodivosti na teplotě.



Obr. 4. Součinitel teplotní vodivosti v závislosti na teplotě

Je zřejmé, že součinitel teplotní vodivosti se nejprve zvýší zhruba na trojnásobek mezi 150 a 400 °C, pak nastane pokles. Pravděpodobným důvodem je, že použitá metoda měření je dynamická, a tedy naměřený součinitel není klasickým součinitelem teplotní vodivosti definovaným pouze pomocí vedení tepla, ale zobecněným součinitelem, který zahrnuje jednak vliv proudění a záření, jednak energetické vlivy chemických reakcí probíhajících v materiálu za vyšších teplot. V daném případě tak jeho zvýšení může souviset se zvýšením pórovitosti v teplotním rozsahu 25 až 600 °C (tab. 4). Vzhledem k existenci významných teplotních gradientů ve vzorku součinitel teplotní vodivosti, určený metodou dvojné integrace na základě teplotních profilů, zřejmě nezahrnuje jen vedení, ale částečně i přenos tepla prouděním a zářením, které se zvýšením teploty, a zejména gradientu teploty, nabývají na významu. Se zvětšením pórovitosti se zvětšuje prostor, kde se může proudění a záření uplatnit, a tedy i jejich relativní význam. Podstatným faktorem pro zvýšení součinitele teplotní vodivosti v uvedeném teplotním rozsahu mohou být i chemické reakce, které pravděpodobně jsou důvodem zvýšení pórovitosti.

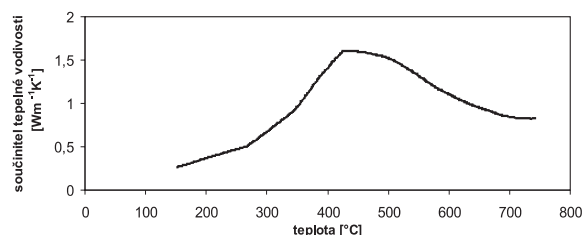
Z obrázku 5, znázorňujícího závislost měrné tepelné kapacity na teplotě, je zřejmé, že funkce $c(T)$ dosahuje prvního lokálního maxima mezi 400 až 500 °C, což odpovídá výsledkům součinitele teplotní vodivosti na obr. 4, ale po mírném poklesu kolem 700 °C začne velmi rychle růst až do 1 100 °C. Hodnoty v maximu kolem 1 100 °C jsou ovšem tak vysoké, že nemůže jít o klasickou měrnou tepelnou kapacitu. Entalpie, na jejímž základě byla měrná tepelná kapacita stanovena, tedy zřejmě zahrnuje nejen běžný nárůst tepelné energie v materiálu s teplotou, ale též reakční teplo procesů v materiálu.



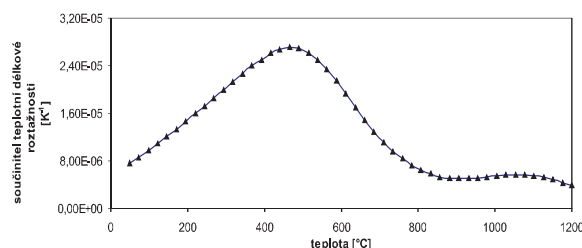
Obr. 5. Měrná tepelná kapacita v závislosti na teplotě

Na obrázku 6 je znázorněn průběh součinitele tepelné vodivosti v závislosti na teplotě, vypočítaný na základě součinitele teplotní vodivosti, měrné tepelné kapacity a objemové hmotnosti. Je zřejmé, že funkce $\lambda(T)$ v podstatě sleduje průběh funkce $a(T)$. Výsledky měření součinitele teplotní délkové roztažnosti α jsou patrné z obr. 7. Největšího nárůs-

tu dosahuje mezi 400 a 600 °C, což koresponduje se změnami otevřené pórovitosti a do jisté míry i se změnami součinitele teplotní vodivosti a měrné tepelné kapacity. Poté dochází k náhlému poklesu α až do 800 °C a další průběh je již téměř konstantní. V rozmezí 400 až 800 °C tedy dochází zřejmě k nejvýraznějším změnám struktury.

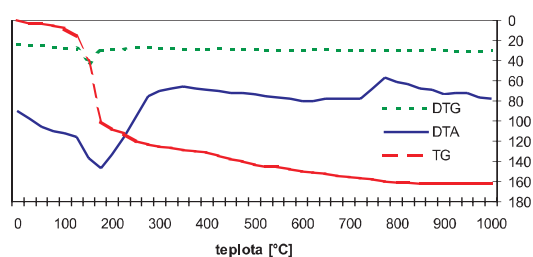


Obr. 6. Součinitel tepelné vodivosti v závislosti na teplotě



Obr. 7. Součinitel teplotní délkové roztažnosti v závislosti na teplotě

Výsledky analýzy závislosti tepelných parametrů na teplotě jsou shrnuty na obr. 8 a zřejmě korespondují poměrně dobře s výsledky měření tepelných parametrů. Exotermický vrchol DTA křivky kolem 800 °C odpovídá počátku velmi rychlého nárůstu měrné tepelné kapacity na obr. 5. Tento vrchol je způsoben krystalizací akermanitu. Značná ztráta hmotnosti na křivce TG v teplotním rozmezí 100 až 200 °C koresponduje se zvýšením součinitele teplotní vodivosti na obr. 4. Tato ztráta je způsobena rozkladem gelů CSH a odstraněním vody z reakčních produktů.



Obr. 8. Výsledky tepelné analýzy

Závěr

V článku byla analyzována měrná tepelná kapacita, součinitel teplotní délkové roztažnosti a součinitel teplotní vodivosti kompozitního materiálu na bázi alkalicky aktivované strusky. Měření probíhalo za vysokých teplot do 1 200 °C. Výsledky experimentů ukázaly, že materiál má dobrý potenciál v oblasti ochrany konstrukce před působením vysokých teplot. Součinitel teplotní i tepelné vodivosti materiálu při zvýšení teploty nad 400 °C klesají podobně jako součinitel teplotní délkové roztažnosti, jehož pokles

začíná zhruba na 500 °C. To je pro stavební materiál namáhaný vysokými teplotami pozitivní jev. Tepelná analýza prokázala též velmi dobrou odolnost proti působení vysokých teplot. Úbytek hmotnosti byl velmi nízký pro teploty vyšší než 300 °C, a téměř zanedbatelný pro teploty vyšší než 800 °C. To je další z důvodů, proč tento materiál zasluží důkladnější zkoumání se zaměřením na možnosti průmyslového využití.

Článek vznikl za podpory projektu č. 103/04/0139 GA ČR.

Literatura

- [1] Douglas, E. – Brandštet, J.: A Preliminary Study on the Alkali Activation of Ground Granulated Blast-Furnace Slag. Cement and Concrete Research, 20, 1990, pp. 746–756.
- [2] Černý, R. – Toman, J.: Determination of Temperature-and Moisture-Dependent Thermal Conductivity by Solving the Inverse Problem of Heat Conduction. Proc. of International Symposium on Moisture Problems in Building Walls, V. P. de Freitas, V. Abrantes (eds.), Univ. of Porto, Porto 1995, pp. 299–308.
- [3] Toman, J. – Černý, R.: High Temperature Measurement of the Specific Heat of Building Materials. High Temperatures-High Pressures, 25, 1994, pp. 643–647.
- [4] Horák Z.: Praktická fyzika. Praha, SNTL 1958.
- [5] Toman, J. – Koudelová, P. – Černý, R.: A Measuring Method for the Determination of Linear Thermal Expansion of Porous Materials at High Temperatures. High Temp.-High Press., 31, 1999, pp. 595–600.

Zuda, L. – Černý, R. – Rovnaníková, P. – Bayer, P.: Thermal Properties of a Composite Material on the Basis of Alkali Activated Slag at High Temperatures

This paper presents measurement of thermal properties of a composite material on the basis of alkali activated slag at high temperatures. Thermal diffusivity, specific heat capacity, thermal conductivity and the linear thermal expansion coefficient are the analyzed parameters which are determined in the temperature range from laboratory temperature to 1,200 °C.

Zuda, L. – Černý, R. – Rovnaníková, P. – Bayer, P.: Der Einfluss hoher Temperaturen auf die Eigenschaften von Kompositmaterialien mit Schlackebindemittel I

Im Artikel wird die Messung der thermischen Eigenschaften eines Materials auf der Basis von alkalisch aktivierter Schlacke bei hohen Temperaturen vorgestellt. Die untersuchten Größen sind die Temperaturleitfähigkeit, die spezifische Wärmekapazität, die Wärmeleitfähigkeit und die Wärmedehnzahl. Alle diese Parameter werden in der Temperaturspanne von der Labortemperatur bis zu 1 200 °C bestimmt.

Moderní geodetické technologie a přístroje pro nivelaci

doc. Ing. Jiří POSPÍŠIL, CSc.
Ing. Martin ŠTRONER, Ph. D.
ČVUT – Fakulta stavební
Praha

Přesné určování převýšení pomocí geometrické nivelace je využitelné nejen v oblasti optimalizace ochrany před přírodními katastrofami, interakce se stavebními konstrukcemi a problematiky výstavby na brownfields. Článek uvádí dostupné přístroje pro nivelaci ve vazbě na přesná měření včetně popisu některých principů digitálního odečítání na kódových latích.

Úvod

Mezi důležité geodetické činnosti patří určování výšek, nejčastěji se pro tento účel používá geometrická nivelace ze středu. Rozdílným požadavkům na přesnost měřených výškových rozdílů, vyplývajícím z širokého uplatnění nivelace v geodetické praxi, odpovídají různé druhy nivelace.

Mezi oblastí zájmu výzkumného záměru MSM č. 4 „Udržitelná výstavba“ patří mimo jiné také problematika výstavby na brownfields a také oblast optimalizace ochrany před přírodními katastrofami a interakce se stavebními konstrukcemi. Velmi přesná měření výšek patří mezi základní metody určování posunů a přetvoření staveb a objektů z hlediska bezpečnosti jejich provozu a také jako součást měření přesných prostorových sítí.

Rozdělení a využití nivelace

Princip a popis základního přístrojového vybavení lze nalézt v [1]. Podle nároků na přesnost bývá rozlišována technická nivelace (TN), přesná nivelace (PN), velmi přesná nivelace (VPN) a zvlášť přesná nivelace (ZPN). Zvláštní místo mezi metodami nivelace zaujímá hydrostatická nivelace, která se natolik vymyká dalším zde uváděným způsobům měření, že jí byl věnován samostatný odstavec. Přesnost a kritéria přesnosti jsou uvedena v tab. 1 [1]. Nejčastějším případem ve stavební praxi je technická nivelace, která postačuje pro většinu úkolů, avšak pro účely výzkumu sesuvů

Tab. 1. Přesnost druhů nivelace

Druh a řád nivelace	Mezní rozdíl sdružené nivelace [mm]	Směrodatná odchylka kilometrová [mm]
ZPN, VPN - I	$1,50 \cdot \sqrt{R}$	$0,40 + \frac{0,71}{\sqrt{n_R}}$
VPN - II	$2,25 \cdot \sqrt{R}$	$0,45 + \frac{0,80}{\sqrt{n_R}}$
PN - III	$3,00 \cdot \sqrt{R}$	$0,60 + \frac{1,06}{\sqrt{n_R}}$
PN - IV	$5,00 \cdot \sqrt{R}$	$1,00 + \frac{1,77}{\sqrt{n_R}}$
TN	$40,00 \cdot \sqrt{R}$	5,00

R – délka oddílů [km], n_R – počet oddílů

svahů a citlivosti jednotlivých staveb na očekávané zvýšené sedání podloží při výstavbě na brownfields svou přesností není vhodná, protože pro měření podrobných bodů s požadovanou přesností jsou rychlejší metody použitelné na větší vzdálenost, např. trigonometrická metoda.

Pro nivelaci se využívá principu geometrické nivelace ze středu, v případě měření na podrobné či měřené body s nesterajně dlouhými záměry je třeba provádět opravu ze sklonu záměrné přímkou. Nivelace se v uvedeném oboru využívá především pro velmi přesná měření posunů a přetvoření staveb a také při přesném určování výšek bodů, které se využívají jako výchozí pro jiné metody měření. Geodetické přístroje pro geometrickou nivelaci ze středu lze v současné době dělit na optické a digitální.

■ **Nivelační přístroj** slouží k realizaci vodorovné záměrné přímkou. **Optické nivelační přístroje** se v současné době využívají převážně kompenzátorové, avšak vzhledem k požadavku automatizace a digitalizace měření jsou na ústupu. Svůj význam neztrácejí vzhledem ke srovnatelné přesnosti a nižší ceně pro velmi přesná měření. Některé dostupné přístroje jsou uvedeny v tab. 2 [2], [3], [4], [5], [6]. Je vhodné poznamenat, že nejvyšší uvedené přesnosti (v závorce) dosahují některé typy s přídavným optickým mikrometrem (u ostatních je přímo součástí přístroje) a za použití invarových latí.

Tab. 2. Dostupné optické nivelační přístroje

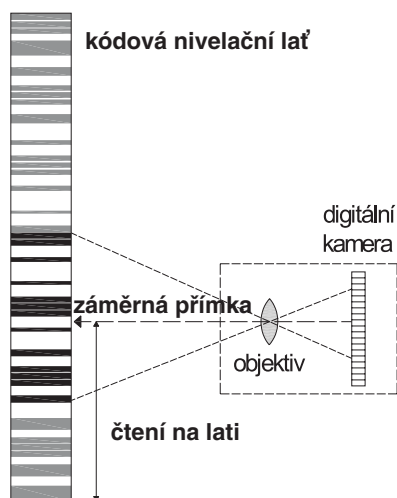
Výrobce	Typ přístroje	Směrodatná odchylka kilometrová [mm]	Zvětšení dalekohledu
Sokkia	PL1	0,2	42
Leica	NA2	0,7 (0,3)	32
Topcon	AT-G1/G2	0,7 (0,4)	32
Nikon	AS-2	0,8 (0,4)	34
Sokkia	B1	0,8 (0,5)	32
Nikon	AE-7	1,0 (0,5)	30
Topcon	AT-G3	1,5 (1,0)	30
Trimble	AL232	1,0	32
Sokkia	B20	1,0	32

■ **Digitální nivelační přístroje** jsou proti optickým vybaveny automatickým čtením, případně záznamem a výpočetními funkcemi. Za doplňkovou lze považovat funkci měření délky, obvykle s přesností 0,1 m. Použití zrychluje práci a snižuje riziko omylů a hrubých chyb při měření, jsou však dražší a vyžadují pro měření speciální kódové latě. Je třeba upozornit na možné problémy za extrémních světelných podmínek, kdy není vhodné přesné práce provádět, avšak v některých případech se tomu nelze vyhnout. Známé jsou problémy se čtením na lati za přímého oslnění, či naopak za šera či deště, kde v některých případech lze použít umělé nasvětlení latí. Kromě čtení na lati a výpočtů je práce s přístrojem totožná jako s přístrojem optickým. Výhodou je také možnost automatického určení sklonu záměrné přímkou

a následně automatické zavádění korekce. Vzhledem k tomu, že přístroje pro odečtení postačí mít v zorném poli pouze část kódu (konkrétní velikost minimálního úseku kódu je závislá na jeho principu a způsobu zpracování), lze ve spojení s elektronicky otáčenými digitálními nivelačními přístroji využít pouze částí kódových latí trvale upevněných na permanentně sledovaných objektech. Takto vytvořený systém nevyžaduje obsluhu a funguje s příslušným softwarem automaticky.

Princip odečítání kódových latí

Základní geometrický princip odečítání na kódových nivelačních latích je na obr. 1 [7]. S použitím objektivu se na řádkový digitální obrazový snímač (obvykle senzor CCD) promítá obraz kódu na lati. Další zpracování takto získaného obrazu úzce souvisí s principem a realizací kódu a je odlišné podle jednotlivých výrobců. V zásadě se využívají tři základní principy vyhodnocení čárových kódů, a to pomocí korelace, geometrický způsob a způsob využívající rychlou Furierovu transformaci (FFT).



Obr. 1. Základní princip čtení na kódových nivelačních latích

Příkladem využití korelace mohou být přístroje firmy Leica. Podle [8] je kód na lati vytvořen pro maximální délku 4,050 m. Skládá se z bílých (žlutých) a černých dílků o základní délce 2,025 mm. Posoupnost dílků byla vytvořena pseudonáhodně. Při zpracování je porovnáván kód sejmutý senzorem a kód uložený v přístroji a na základě tohoto porovnání jsou optimalizovány dva parametry, a to měřítko a čtení na lati (posun sejmutého obrazu latě proti obrazu latě uloženého v přístroji). Využívá se vzorce pro dvourozměrnou diskretní korelační funkci

$$\rho_{PQ}(d, h) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{y=-N}^{N-1} Q_i(y) \cdot P_i(d, y-h), \quad (1)$$

kde ρ_{PQ} – korelační funkce mezi Q a P ,
 $Q_i(y)$ – měřený signál,
 $P_i(d, y-h)$ – vypočtený referenční signál,
 y – relativní umístění kódu na detektoru,
 d – vzdálenost zobrazení,
 h – výška na lati,
 N – počet uzlových bodů výpočtu korelace.

Firma Topcon využívá [7] u svých latí kód složený ze tří částí. První dvě jsou založeny na sinové funkci (2) a (3) generující tloušťku rysky na lati D_A , D_B . Poslední je referenční a je realizována trojnásobnými v konstantním odstupu. Vznik kódu je ilustrován na obr. 2.

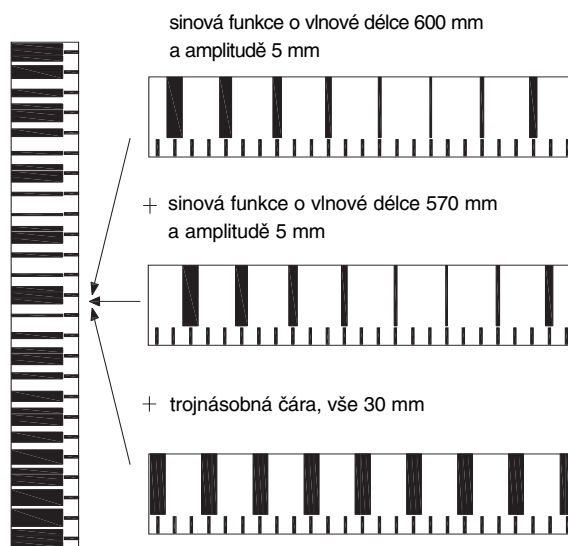
$$D_A [\text{mm}] = 5 \cdot \left(1 + \sin \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x_A}{\lambda_A} - \frac{\pi}{2} \right) \right), \quad (2)$$

$$D_B [\text{mm}] = 5 \cdot \left(1 + \sin \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x_B}{\lambda_B} - \frac{\pi}{2} \right) \right), \quad (3)$$

kde $\lambda_A = 600$ mm, $x_A [\text{mm}] = 30 \cdot i + 10$,

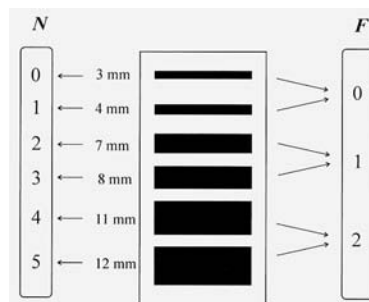
$\lambda_B = 570$ mm, $x_B [\text{mm}] = 30 \cdot i + 20$, $i = \{0, 1, 2, \dots, n\}$.

U novějších latí je dokonce využito tři sinových funkcí s vlnovými délkami 280 mm, 240 mm a 200 mm.



Obr. 2. Kódová lať firmy Topcon

Proti tomu kódové latě firmy Sokkia [7] využívají dvojitý kódování dané silou rysky a sledem jednotlivých rysek. Blíže je princip znázorněn na obr. 3. Samotné kódování je vytvořeno tzv. Random Bidirectional kódem.

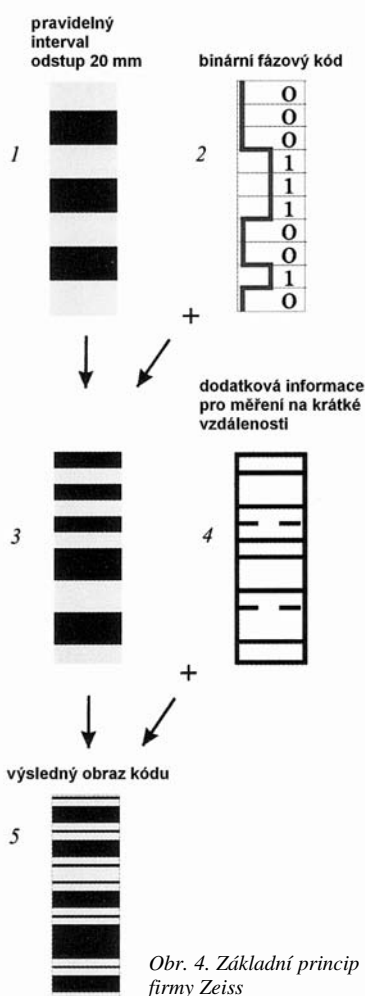


Obr. 3. Základní princip kódu latí firmy Sokkia

Kódové latě firmy Zeiss [7] využívají také zajímavý systém, založený na základním kódování pruhů o šířce 20 mm (obr. 4 – bod 1), na kterém se dále zobrazuje binární fázový kód (obr. 4 – bod 2) a dodatková informace (obr. 4 – bod 4), pro cílení na krátké vzdálenosti (menší než 6 m). Dostupné přístroje jsou uvedeny v tab. 3 [2], [3], [4], [5], [6]. S digitálními přístroji lze měřit i na klasické nivelační latě, ale přesnost odpovídá technické nivelaci vzhledem k nepřítomnosti optického mikrometru.

Tab. 3. Dostupné digitální nivelační přístroje

Výrobce	Typ přístroje	Směrodatná odchylka kilometrová [mm]	Zvětšení dalekohledu
Leica	DNA03	0,3	24
Trimble	DiNi 12	0,3	32
Topcon	DL-101 C	0,4	32
Trimble	DiNi 22	0,7	26
Sokkia	SDL30	0,8	32
Leica	DNA10	0,9	24
Topcon	DL-102 C	1,0	30



Hydrostatická nivelace

Tento způsob měření je založen na principu spojitých nádob. Hydrostatický přístroj se skládá ze dvou válcových nádob spojených navzájem hadicí pro vedení kapaliny a druhou hadicí pro vyrovnání tlaku v nádobách. Výška hladiny se odečítá pomocí mikrometrického šroubu ukončeného ostrým hrotem, případně elektronicky. Nádoby se musí osadit zhruba ve stejném horizontu vzhledem k měřicímu rozsahu, který bývá do 100 mm, směrodatná odchylka jednoho převýšení u přístrojů dostupných v současné době je uváděna až 0,01 mm. Metoda je vhodná pro uzavřené prostory bez

velkých teplotních rozdílů, maximální dosah je dán délkou spojovacích hadic, bývá do 30 m. V České republice byla ve Výzkumném ústavu geodetickém, topografickém a kartografickém vyvinuta souprava pro hydronivelaci využívající čidla HYNI, které pracuje na principu vyrovnání hydrostatických tlaků v systému. Čidlo je napájeno stejnosměrným napětím 24 V, jeho měřicí rozsah je do 100 mm a přesnost měření lze charakterizovat směrodatnou odchylkou menší než 0,01 mm. Toto zařízení našlo uplatnění při výstavbě a následném monitorování jaderné elektrárny Temelín.

Závěr

Cílem výzkumného záměru je také optimalizace ochrany a interakce prostředí se stavebními konstrukcemi s cílem omezit negativní dopady těchto jevů jak na život obyvatel, tak na vznik materiální škody. K jeho dosažení významně přispívají nové geodetické technologie a přístroje pro přesné určení výšek, mezi kterými zaujímají výlučné postavení přístroje pro geometrickou nivelaci. Automatizované měření a zpracování dat s využitím digitálních nivelačních přístrojů umožňuje geodetické práce zrychlit, zjednodušit a zlevnit.

Článek vznikl za podpory výzkumného záměru MŠMT: MSM 6840770005.

Literatura

- [1] Hauf, M. a kol.: Technický průvodce 42 – Geodézie. Praha, SNTL 1982, 544 s.
- [2] www.leica-geosystems.com/, 3.10.2005.
- [3] www.trimble.com/, 3.10.2005.
- [4] www.sokkia.com/, 3.10.2005.
- [5] www.topcon.com, 3.10.2005.
- [6] www.nikon.com, 3.10.2005.
- [7] Deumlich, F. – Staiger, R.: Instrumentenkunde der Vermessungstechnik. Heidelberg, Herbert Wichmann Verlag 2002.
- [8] Ingensand, H.: Das WILD NA2000 – Das erste digitale Nivellierer der Welt. Allgemeine Vermessungs – Nachrichten. 97, Heft 6, 1990, s. 201–210.

Pospíšil, J. – Štroner, M.: Modern Geodetical Technologies and Levelling Instruments

This paper explains accurate determination of elevations by means of geometrical levelling applicable, among others, in optimization of protection from natural disasters, interactions with building structures and construction in brownfields. Next, it lists available levelling instruments in relation to precise measurements, including the description of some principles of digital reading of code rods.

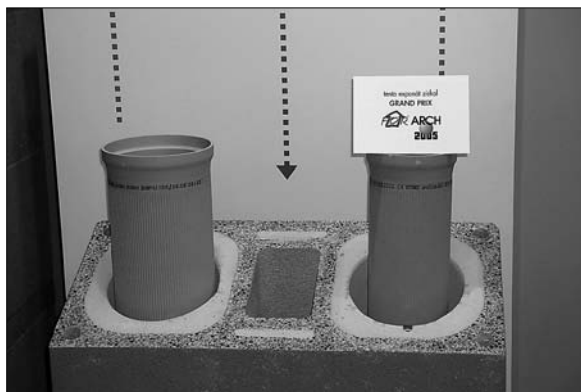
Pospíšil, J. – Štroner, M.: Moderne geodätische Verfahren und Geräte zur Nivellierung

Die Arbeit ist auf die genaue Bestimmung von Höhenunterschieden mit Hilfe eines geometrischen Nivellements ausgerichtet, das nicht nur auf dem Gebiet der Optimierung des Schutzes vor Naturkatastrophen, sondern auch in den Bereichen der Interaktion mit Baukonstruktionen und der Problematik des Bauens auf ehemaligen Industriestandorten einsetzbar ist. Es werden ebenfalls verfügbare Geräte für das Nivellement in Kopplung an Präzisionsmessungen einschließlich Beschreibung einiger Prinzipien der digitalen Ablesung an den Messlaten angeführt.

● technologie

Novinka firmy Schiedel

Dvanáct let existence systému Schiedel UNI (SIH) znamenají dvanáct let technologické špičky v oblasti systémových komínů. Novým systémem v nabídce firmy Schiedel je od podzimu Schiedel ABSOLUT. Tento dvousložkový komínový systém s integrovanou tepelnou izolací v komínové tvárnici a tenkostěnnou keramickou vložkou je vhodný pro odvádění spalin od spotřebičů na plynná, kapalná a tuhá paliva. Je mimořádně vhodný i pro odvod spalin v podtlaku od nízkoteplotních a kondenzačních spotřebičů, u průměru 12 a 14 cm také od spotřebičů nezávislých na přívodu vzduchu z místnosti (turbokotlů).



Komínová tvárnice s integrovanou tepelnou izolací z pěnového betonu je použitelná pro čtyři různé průměry vložky. To zjednodušuje projektovou přípravu, logistiku i montáž. Tepelnou izolaci je přitom opatřen nejen komínový průduch, ale i víceúčelová šachta. Sendvičová konstrukce tvárnice proto nevyžaduje ve většině případů další dodatečnou tepelnou izolaci. Hrdlové spojení keramických vložek zajišťuje absolutní těsnost. Profilovaná tenkostěnná keramická vložka je mimořádně vhodná pro kondenzační techniku, je odolná při teplotních změnách, bezpečně odolává vlhkosti, kyselinám a korozi.

Projektování je díky systému ABSOLUT revolučně jednoduché. Ještě dříve, než je zvolen druh paliva a upřesněn výkon a typ kotle, je již pevně dán vnější rozměr komínu. S jediným vnějším rozměrem komínové tvárnice mohou být totiž pro každý průduch použity čtyři různé průměry profilované vložky, a to 12, 14, 16 nebo 18 cm. Proti tradičním tříložkovým komínům, které se samy o sobě vyznačují rychlou montáží, systém Schiedel ABSOLUT dobu stavby ještě výrazně zkracuje. Přesné tvárnice se zabroušenými plochami, integrovaná tepelná izolace (odpadá vkládání izolačních rohoží), délka keramické vložky 1,33 m, dokonalá logistika – to jsou hlavní faktory, které časovou náročnost montáže komína srážejí na historické minimum.

Nový komínový systém, který získal na loňském veletrhu ForArch ocenění Grand Prix, je logickým pokračováním firmní filozofie při volbě koncepce vytápění v rodinných domech se zajištěním bezpečného a spolehlivého odvodu a rozptylu spalin za všech provozních podmínek. Poskytuje absolutní volnost při volbě spotřebiče paliv, a to až do konce fáze hrubé stavby. Ve dvouprůduchovém provedení s víceúčelovou šachtou umožní připojení prakticky libovolného kotle na plyn nebo lehký topný olej v kombinaci například s křbovými kamny. Dokonale tepelně izolovaná tvárnice předurčuje tento systém i pro použití v nízkoenergetických nebo pasivních domech.

Tisková informace

● Fakulta stavební

Spojení vysokých škol a praxe



Každým rokem se absolventi vysokých škol setkávají na trhu práce s velkými nároky. Výjimkou nejsou ani studenti Fakulty stavební ČVUT. Mállokterý z nich si v průběhu studia uvědomí, jak je profese stavebního rozpočtáře a kalkulanta na trhu pracovních příležitostí žádaná a že člověk schopný a znalý problematiky nemá v prosperujících stavebních firmách problém získat pracovní uplatnění.

Ze shora zmíněných důvodů byla na Katedře ekonomiky a řízení ve stavebnictví v rámci oboru Ekonomika a řízení ve stavebnictví zahájena spolupráce s firmou Callida. Nejnovější verze produktu euroCALC, který firma pro výuku věnovala, se ve čtvrtém ročníku stala základem předmětu „Projekt z cen, nákladů a kalkulací“. Ve školním roce 2004/2005 tento předmět absolvovalo 120 studentů.

Každý rok se na tomto programu může naučit základy rozpočtování téměř 140 studentů oboru. Jde o předmět sice náročný, avšak pro praxi velice potřebný a vyhledávaný. Po několika úvodních semestrech proto vedení katedry zareagovalo na požadavky praxe a posílilo výuku na více hodin týdně. Cílem je řešení úloh specifikovaných podle skutečných projektů stavby formou individuální práce (zpracování výkazu výměr, přiřazení jednotlivých prací k rozpočtovým položkám, rozbor položek do kalkulací – limitka, fakturace. Studenti si ověří na konkrétní projektové dokumentaci správné čtení výkresů, naučí se oceňovat stavební práce a pracovat s nejnovějším rozpočtovým programem. Tento krok bude přínosem nejen pro ně, ale nepochybně i pro praxi.

Výuku zajišťují většinou pracovníci, kteří více než 15 let rozpočtovali ve stavební praxi a mohou předávat nemalé zkušenosti pro zjednodušení a lepší pochopení rozpočtování jako celku. Z minulosti již víme, že pro studenty není problém používání programu euroCALC, ale spíše pochopení myšlení rozpočtáře a zákonitosti cen ve stavebnictví. Proto je třeba, aby předmětem studenty provázel odborník, který oboru rozumí a dokáže studentům poradit.

Uplatnění získaných vědomostí v praxi je velmi široké. S rozpočtem stavby musí umět pracovat nejen rozpočtář, který jej zpracovává za účelem kontroly pro investora nebo nabídky pro stavební firmu, ale dále po získání zakázky i stavbyvedoucí, vedoucí výroby, připravář staveb aj. Limitky, vycházející z kalkulací, slouží ke kontrole nákladů potřeb materiálu, mezd i strojů a kontrolnímu oddělení jako podklad pro výrobní faktury. Rozpočet je základem pro uzavření smlouvy o dílo.

V rámci nové výuky se katedra podílí na organizaci soutěže pro střední stavební školy „Rozpočtujeme s Callidou“. Tato soutěž má vysokou úroveň a slouží i k setkání vyučujících tohoto předmětu na středních školách, kteří mají možnost diskutovat s autorkou středoškolské učebnice doc. Hačkářovou, s pedagogickými pracovníky katedry i pracovníky firmy Callida o možných zlepšeních týkajících se jejich výuky.

*Ing. Dana Čápková
Ing. Lucie Kremlová*

● zprávy

Hurricanes

K extrémním, i když nijak výjimečným, meteorologickým jevům patří nesporně tropické cyklony. Severně od rovníku, nad Atlantikem, se jim říká hurikány (hurricanes). Od července do října, převážně pak v srpnu a v září, vznikají u západního pobřeží Afriky, mezi osmou a dvacátou severní rovnoběžkou, středy nízkého tlaku. Ty přitahují teplý vzduch zahřátý nad mořskou hladinou, která vykazuje teplotu 27 °C a více. Utváří se tu za určitých okolností vír, ohromný krouťící se sloup teplého a vlhkého vzduchu, který stoupá do stratosféry. Ve výši se ochlazuje. Pak vydatně prší, lijáky mají mimořádnou intenzitu. Střed nízkého tlaku putuje na západ.

Pokud je cyklon napájen tepelnou energií moře, větry se postupně zesilují. Je-li ustálená síla větru méně než 62 km/h, mluvíme pouze o atmosférické nerovnováze. Od 63 do 118 km/h jde o tropickou bouři. Když vítr dosáhne 119 km/h, je to „hurricane“ a klasifikuje se podle Saffirovy-Simpsonovy stupnice.

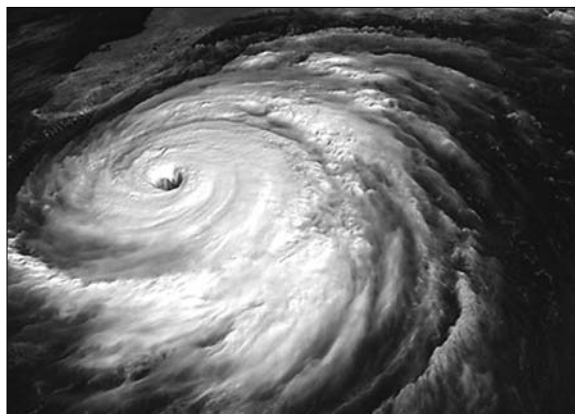
Stupeň	Ustálená síla větru [km/h]	Vzdutí vodní hladiny [m]
1	119 – 153	1,33–1,67
2	154 – 177	2,00–2,67
3	178 – 209	3,00–4,00
4	210 – 249	4,33–6,00
5	249 a více	6,00 a více

Když se střed nízkého tlaku blíží k americké pevnině, jeho trajektorie se stává neurčitou. Zamíří-li na sever, cyklon zanikne nad studenějším mořem. Pokračuje-li na západ, padne na pobřeží jihovýchodních států USA (Florida, Louisiana, Alabama atd.) nebo Mexika (poloostrov Yucatan, Acapulco atd.), natropí nesmírné škody, a jelikož už není napájen energií teplého moře, zakrátko ztratí sílu a zanikne.

Za poslední tři čtvrtě století, co se vedou záznamy, cyklonů pátého stupně bylo jen pět.

Jméno cyklonu	Rok	Poznámka
Labor Day	1935	Florida Keys, barometrický tlak 892 mb
Camille	1969	pobřeží státu Mississippi
Andrew	1992	Miami, škody za 26,5 mld. US \$
Gilbert	1988	888 mb (nejnižší vůbec zaznamenaný tlak)
Katrina	2005	New Orleans

Město New Orleans, s 1 300 000 obyvateli v centrální části, leží na východním břehu hlavního ramene delty Mississippi a z druhé strany hraničí s jezerem Pontchartrain. Ochranné vodní stavby byly projektovány proti cyklonu třetího stupně. Při ataku hurikánu Katrina ochranné sypané hráze na břehu jezera byly zničeny přelitím vody přes jejich korunu. Železobetonové ochranné stěny podél kanálů a řeky se zhroutily, poněvadž byly postaveny na málo únosné základové půdě a nepomohlo ani zakotvení pomocí pilot. Až



na několik výše položených míst se město ocitlo pod vodou. Obyvatelstvo muselo být evakuováno. Škoda na majetku je ohromná, ztráty na životech vysoké. Rekonstrukce nepochybně potrvá několik let.

prof. Ing. Alexander Danilevsky, DrSc. h. c.
New York

Z informace Hydropower & Dams č. 5/2005

Ze stručné informace ve shora uvedeném mezinárodním odborném časopise vyplývá, že hurikán Katrina v Mexickém zálivu způsobil smrt více než 1 000 lidí, desítky tisíc lidí zůstalo bez přístřeší, 5 mil. obyvatel zůstalo bez dodávky elektřiny a více než dva měsíce trvaly opravy hospodářských škod za více než 200 mld. US \$.

Společnost US Army Corps of Engineers (USACE) potvrdila, že žádná z jejích přehrad nebyla hurikánem poškozena a ani v širší oblasti New Orleans nebyla její zařízení (plavební komory a další) vážně narušena. Tato společnost se podílí na pracích zaměřených na koncepci opatření ke zvýšení bezpečnosti území ve vztahu k ničivým účinkům hurikánů.

Další hurikán Rita, necelý měsíc po extrémní Katrině, způsobil další vážné škody v oblasti včetně Louisiany a Texasu.

WORKSHOP 2006

20.–24. února 2006

Fakulta stavební ČVUT, Thákurova 7, Praha 6

Tematické okruhy

matematika – fyzika – informační technologie a automatizační technika – elektrotechnika a přístrojová technika – materiálové inženýrství – mechanika a termodynamika – strojírenství – výrobní systémy, technologie a automatizace technologických procesů – energetika a silnoproudá elektrotechnika – jaderné inženýrství – chemie – biomedicínské inženýrství – stavebnictví – architektura, územní plánování, geodézie a kartografie – doprava, logistika, ekonomika a management

workshop.cvut.cz

• zprávy

GAMMA – vlajková loď BB Centra

Proměna michelského BB Centra v novou městskou čtvrť úspěšně pokračuje. Ve výstavbě je nyní největší budova projektu, která bude se svými deseti nadzemními a třemi podzemními podlažními zároveň jednou z největších administrativních novostaveb v Praze. Dotvoří doposud chybějící jižní nároží komplexu, v bezprostřední blízkosti magistrály. Gamma je ve výstavbě od ledna loňského roku a do provozu by měla být uvedena již koncem roku letošního. Hlavním architektem je Jan Aulík a Studio A, financující bankou HVB Bank, generálním dodavatelem stavby PSJ holding, developerem Passerinvest Group.

Gamma bude bezesporu patřit k nejpůsobivějším moderním administrativním budovám. Pozornost upoutá šestice panoramatických výtahů, prosklené jednací místnosti působivě vystupující do atria a štíhlé lávky propojující obě části budovy. Gamma tak bude již při vstupu působit reprezentativně, jak se sluší na sídlo prestižních společností. Dojem umocní přírodní materiály – kámen a dřevo – použité na podlahy a obklady stěn, stejně jako množství interiérové zeleně. Oblíbeným místem se určitě stane střešní zahrada. Zajímavostí bude 16 druhů fasád, z nichž technicky nejvyspělejší a pro budovu Gamma nejcharakterističtější je fasáda čelem k magistrále, s třístupňovým systémem eliminace odrazu hluku. Ohleduplnost k protější bytové zástavbě zde pomohla vytvořit ve spolupráci s experty na akustiku velmi zajímavou architektonickou formu.



Projekt BB Centrum má podle odhadů potenciál dalšího rozvoje až do roku 2011. Po dokončení veškerých záměrů by měla lokalita nabídnout k pronájmu více než 300 tis. m² v 15 objektech a přibližně pět tisíc převážně podzemních parkovacích stání. Součástí projektu je i ucelená síť obchodů a restaurací, dva rozsáhlé parky, kostel s komunitním centrem, venkovní víceúčelové hřiště a moderní wellnesscentrum s rozsáhlou nabídkou relaxačních a sportovních služeb. Cílem developera je připravit kvalitní a příjemné pracovní prostředí pro více než 15 tisíc lidí. Celkové náklady na realizaci BB Centra překročí 15 mld. Kč.

Tisková informace

• dizertace



Internet a webové služby v informačních systémech firem

Ing. Martin Doleček

Dizertační práce analyzuje současný stav nasazení informačních technologií v podnikových informačních systémech a formuluje cenná implementační doporučení. Popisují se očekávání webových služeb u stavebních firem.

Životnost obvodových plášťů montovaných panelových budov

Ing. Martin Bursík

Práce analyzuje napětí a deformace vybraných plášťů budov získané teoretickou cestou a poukazuje na vlivy zkracující životnost jednovrstvých i vícevrstvých plášťů v souvislosti s mechanickými poruchami. Teoretické výpočty se porovnávají se skutečností zjištěnou na realizovaných stavbách.

Stanovení erodovatelnosti půdy experimentálními metodami

Ing. Jarmila Kolářková

Experimentální výzkum byl proveden na sklopném hydraulickém žlabu na jednom půdním vzorku. Výsledkem jsou závislosti mezi intenzitou srážky, povrchovým odtokem a erozním procesem. Konečnou hodnotou je exaktně odhadnutá náchylnost půdy k vodní erozi.

Stavebně fyzikální a mechanické vlastnosti podlahových vrstev

Ing. Barbora Hořavová

Dizertace výpočtově hodnotí podlahové konstrukce zejména z hlediska odnímatelnosti tepla, prostupu tepla a vzduchové a kročejové neprůzvučnosti. Klasifikuje i jiné vlastnosti podlah, zejména nášlapných vrstev.

Trapézové oblouky pro štíhlé stropy

Ing. Jiří Marek

Práce je zaměřena na štíhlé stropy, jejichž ztraceným bedněním je trapézový plech zakroužený do oblouku. Teoretická část obsahuje nelineární výpočet, který je ověřen sérií zkoušek ve skutečném měřítku. Výsledkem je parametrická studie s praktickými výstupy pro navrhování tohoto typu stropních konstrukcí.

Tenkostěnné ocelové tvarované elementy používané v dřevařském inženýrství

Ing. Radek Štátný

Dizertace analyzuje tři typy ocelových tenkostěnných spojek vhodných pro praxi. Numerické modely jsou ověřeny zkouškami ve skutečném měřítku. Výsledkem jsou doporučení pro používání spojek.

• soutěže

ČESKÁ HLAVA – vítězové



Slavnostním galavečerelem vyvrcholil v polovině listopadu v pražském hotelu Ambassador čtvrtý ročník soutěže Česká hlava, v níž jsou odměňováni nejlepší čeští vědci, technici a studenti. V rámci projektu na podporu vědecké a technické inteligence je soutěž dotována téměř dvěma miliony korun. Loňské vyhlášení mělo jednu významnou premiéru – hlavní **Národní cena** byla poprvé udělována jako cena vlády. Tohoto prestižního ocenění se za celoživotní vědecký přínos dostalo brněnskému profesorovi *Arminu Delongovi*, který svůj život spojil s vývojem elektronových mikroskopů a dodnes pracuje ve firmě vyvážející elektronové mikroskopy do celého světa.

□ Velkou pozornost médií a veřejnosti nedávno vzbudily informace o vývoji léku, který by se mohl stát průlomem v léčbě nádorových onemocnění. Autoři tohoto významného objevu *prof. RNDr. Blanka Říhová, DrSc.*, a *prof. Ing. Karel Ulbrich, DrSc.*, se stali po zásluze laureáty **Ceny Invence**.

□ Pokud se často říká, že mezi výzkumem, vývojem a uplatněním na trhu je propast, pak společnost *Evektor Aero-technik* ji dokázala přemostit. Vyvinula lehký jednomotorový letoun VUT 100 pro soukromou a firemní přepravu, který ihned výrazně uspěl na americkém trhu. Proti konkurenčním věhlasným značkám má mj. nejdelsí dolet a unese největší hmotnost. Firma obdržela **Cenu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR**.

□ Na zahraničních „tržích“ uspěl i *prof. Josef Michl*. Tento světově uznávaný chemik, člen Americké akademie věd, působí na univerzitě v Coloradu, ale po listopadu 1989 převedl část svých aktivit i na česká vědecká pracoviště. Stal se laureátem **Patrie, ceny Unipetrol, a. s.**, udělované právě

osobností, která se prosadila v zahraničí.

□ Mimořádně obtížnou práci měla porota při udělení studentských cen, kde bylo přihlášeno v každé kategorii několik vynikajících prací. **Cenu Doctorandus** nakonec získala za práci z oblasti psycholingvistiky *Dr. Denisa Bordag*, která momentálně pracuje v Německu, **Gaudeamus, cena Českého Telecomu, a. s.**, byla udělena *Mgr. Vítu Bubákovi* za ojedinělou práci, která se zabývá analýzou chování cen na českém kapitálovém trhu pomocí metod vysokofrekvenčních časových řad. Středoškolská **Cena Naděje** zamířila ke studentovi pražského Gymnázia Heyrovského *Janu Švábovi* za vysokorychlostní optické datové pojítko, což je zařízení, které využívá světelného paprsku pro propojení vzdálených počítačových sítí.

Při předávání cen několikrát zaznělo, že stále zaostáváme za vyspělým světem ve financování vědy a výzkumu. Jak se vyjádřila *Blanka Říhová*: „*Vláda by kromě větší finanční podpory měla vědu více propagovat. Už od střední školy by se měla větší pozornost věnovat výchově k vědeckému myšlení a propagaci vědy vůbec, aby vzbudila zájem studentů se vědě věnovat. Proto je Česká hlava tak potřebná aktivita.*“ Jen pro srovnání. Zatímco v USA se špičkoví vědci rekrutují z 37 % z vysokoškolsky vzdělané populace, v České republice máme jen 11,4 % lidí s vysokoškolským vzděláním. Z 10 tis. pracovníků pracuje ve výzkumu v USA 209 lidí, u nás 51. Místopředseda vlády *Martin Jahn* připomněl, že vědci dostanou letošní rok o miliardu víc, než schválil ještě Špidlův kabinet, a v příštích letech by výdaje na vědu měly růst ještě rychleji. Za významnou podporu označil možnost firem odečíst z daní až 100 % investic do výzkumu a vývoje.

Tisková informace

ÚTAM AV ČR Praha a Dům techniky Ostrava

pod záštitou

CIDEAS, FAST VŠB TU Ostrava, IA ČR, ČSSI, ČKAIT a SPS

pořádají

VII. celostátní konferenci

SPOLEHLIVOST KONSTRUKCÍ

*Od prvků a dílců stavebních konstrukcí ke konstrukčním systémům
v pravděpodobnostním posudku inženýrské spolehlivosti
s využitím simulační techniky.*

5. dubna 2006

Akademie věd ČR, Praha 1, Národní třída 3

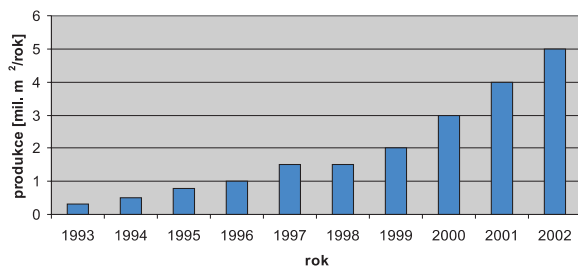
Předmětem bude jednání o strategii a závažných součástech procesu posudku spolehlivosti podmiňujících rozšíření pravděpodobnostního pojetí inženýrského posudku na nosné systémy. Zvláštní pozornost bude věnována zavedení netradičního posudku systémů do projekční praxe. Pod pojmem „systémy“ se v této souvislosti rozumějí především rovinné rámy, staticky neurčité příhradoviny, lanové konstrukce apod. včetně problematiky aplikace teorie 2. řádu.

www.sbra-anthill.com

● zprávy

Historie zateplování v ČR a v Evropě

První dodatečné zateplování se v České republice začalo realizovat na panelových objektech typu G koncem šedesátých let. Dostupnými technologiemi se ojediněle provádělo i u nanelových budov. Většinou zůstávalo jednou z technologií pro opravy vad a poruch domů, aniž by hlavním cílem aplikace bylo snížení vysoké energetické náročnosti. Na této skutečnosti nic nezměnila ani první ropná krize v roce 1973. V té době byly státy západní Evropy, s klimatickými parametry obdobnými jako v ČR, donuceny provádět zateplení vnějších obvodových stěn budov kontaktními tepelně izolačními systémy v rozsahu 0,3 až 0,5 m² na 1 obyvatele ročně (do roku 1989 bylo např. v tehdejší SRN tak realizováno 144 mil. m²). Až do roku 1992 bylo zateplování vnějších stěn v ČR pouze prostředkem ke snížení negativních projevů tepelně technických vad a poruch. V osmdesátých letech byly z těchto důvodů zateplovány převážně panelové domy. Tomu napomáhala i dotační politika státu, která na tyto opravy vyčlenila finanční prostředky. Pro zateplování se v té době používaly převážně montované systémy s odvětrávanou vzduchovou mezerou vyvinuté pro opláštění průmyslových staveb. Od roku 1993 zateplování obytných budov postupně směřuje již také k úsporám energie při vytápění. Nejvíce se využívají kontaktní tepelně izolační systémy (ETICS), a to nejen u nás, ale i v Evropě. V roce 2002 dosáhla roční produkce těchto systémů v ČR cca 5 mil. m².



Většina objektů bytové výstavby v ČR má v současné době parametry stěn zhruba čtyřikrát horší, než požadují technické normy. To je skutečnost, se kterou se budou muset vyrovnat nejen občané, kteří chtějí šetřit energií v souvislosti s dramatickým růstem její ceny, ale také od 1. ledna 2006 majitelé budov, kterých se bude týkat nová evropská směrnice, která požaduje certifikaci budov z hlediska energetické náročnosti (PEN).

Evropská unie vyvíjí tlak na dosažení co největších úspor tepelné energie. Výsledkem je mimo jiné evropská směrnice 2002/91/ES, zaměřená na hodnocení energetické náročnosti budov. Základním předpisem, zavádějícím tuto směrnici do českého právního řádu, bude zákon č. 406/2000 Sb., jehož novela se připravuje. Ze směrnice vyplývá potřeba energetické certifikace, která postihne značný soubor budov, neboť bude vyžadována nejen při nové výstavbě a změnách staveb, ale i při prodeji a pronájmu budov. Stručně řečeno, podle nové směrnice bude energetická náročnost budovy posuzována z hlediska kompletní dodávky energie (vyjádřené v úrovni prvotní energie, často označované v technickém slangu jako „primární“), tzn. včetně zabudovaného osvětlení, ohřevu teplé vody, chlazení a větrání. Klade tedy důraz na stavební, a zároveň technické řešení budovy. Neposuzuje budovu pouze z hlediska spotřeby tepla na vytápění, tedy jen z velikosti šíření tepla obálkou budovy.

Zateplení stěnových konstrukcí představuje jednu z nejefektivnějších cest k dosažení výrazných úspor tepelné energie. Aplikace vnějšího tepelně izolačního kompozitního systému ETICS z pěnového polystyrenu na běžnou stěnu z plných pálených cihel tl. 45 cm způsobí, že takto zateplená stěna se z hlediska prostupnosti tepla chová jako stěna z plných pálených cihel tloušťky přes 2 m. Zateplení 1 m² klasické stěny z pálených cihel vytápěného prostoru představuje za jednu topnou sezónu úsporu ve spotřebě energie cca 100 Kč. Zateplená stěna dostává navíc nový vzhled. Západní Evropa využívá tento systém již od roku 1975 v míře 0,3 až 1 m² na 1 obyvatele ročně.

Česká soukromá firma STOMIX® má již déle než deset let zkušenosti z vlastního vývoje a výzkumu, jehož výsledky jsou aplikovány do výroby komponentů i instalace zateplovacího systému na budovy. Její systémy vyhovují nejnáročnějším požadavkům – v minulosti to byla, kromě požadavků plynoucích z legislativy, dobrovolná aplikace parametrů pro kvalitativní třídu A, stanovenou Cechem pro zateplování budov, kterou výrobce splnil jako první. V současné době to jsou požadavky z harmonizované technické specifikace – Evropského technického schválení (ETA), jehož je společnost prvním držitelem v ČR. Evropské technické schválení pro nejprodávanější produkt společnosti – stomixTHERM®alfa – spolu s ostatními dokumenty vydanými autorizovanou osobou umožňuje jeho označování CE. Kvalita řízení výroby je ve společnosti zabezpečována v souladu s ČSN ISO 9001.

Tisková informace

ETICS – vnější tepelně izolační kompozitní systém

Výrobek, který musí splňovat příslušné právní předpisy.

ETA – Evropské technické schválení

Dokument vydaný notifikovanou osobou, který vyjadřuje kladné technické posouzení výrobku. Posuzována je vhodnost výrobku k určenému použití ve stavbě s ohledem na základní požadavky. Uděluje se pro výrobky, pro které neexistuje evropská harmonizovaná norma (např. ETICS).

hEN – Evropská harmonizovaná norma

Norma harmonizovaná s evropskou směrnicí pro stavební výrobky. Shoda s ustanoveními harmonizované normy podle její přílohy (příloha ZA) představuje shodu s příslušnými požadavky směrnice pro stavební výrobky obdobně jako shoda s ustanoveními ETA.

ETAG – Řídící pokyny pro vydání Evropského technického schválení

Vydává je Evropská organizace pro technické osvědčování.

Označení CE

Jediné označení, které prokazuje, že výrobek je ve shodě se směrnicemi založenými na zásadách globálního přístupu. Vyjadřuje, že výrobek splňuje technické požadavky stanovené ve všech právních předpisech, které se na něj vztahují a které toto označení stanovují nebo umožňují, a že byl při posouzení shody dodržen stanovený postup.

Věra Peterková, CSc.

STRUČNÝ TEMATICKÝ SLOVNÍK

anglicko-český

ekologie a životní prostředí

1. téma – ekologie a životní prostředí (ŽP) obecně

Ecology and Environment in General

activity	činnost, aktivita	contribute	přispět, přispívat, mít podíl (na)
adverse	škodlivý, záporný, špatný	c. to environmental change	přispět ke změně životního prostředí
a. effect	nepříznivý účinek, dopad	damage	poškodit, narušit; poškození, škoda
a. ecological impact	škodlivý, nežádoucí vliv na ŽP	d. to nature	poškození přírody
affect	ovlivnit, působit	dangerous	nebezpečný
affecting the environment	poškozování životního prostředí	degradation	degradace, zhoršení
air	vzduch, ovzduší	deplete	vyčerpat, ztenčit
a. pollution	znečišťování ovzduší	depletion	vyčerpání, ztenčení
animal	živočich, zvíře; živočišný, zvířecí	d. of natural resources	vyčerpání přírodních zdrojů
a. community	živočišné společenstvo	deteriorate	(z)kazit (se), (z)horšit(se), poškozovat
a. ecology	ekologie živočichů	deterioration	zhoršení, poškození
annual	roční	d. of the environment	zhoršování ŽP, poškozování ŽP
average	průměr; průměrný	devastate	devastovat, zničit, (z)pustošit
approach	přístup, pojetí, poměr (k); přistupovat	diminish	zmenšovat, slábnout, klesat
assess	(vy)hodnotit, posoudit, stanovit	disturb	narušovat, porušit
assessment	(o)hodnocení, posudek, posouzení, stanovení	d. the balance of nature	narušit přírodní rovnováhu
aware	vědom si (čeho)	Earth, the E.	Země, planeta Země
be a. of	být si vědom (čeho)	E. atmosphere	zemská atmosféra, atmosféra Země
awareness	uvědomění, povědomí	E. surface	zemský povrch
public a.	veřejné povědomí	eco-friendly, též: environmentally friendly	ekologicky přátelský, ohleduplný k ŽP
be faced with a problem	stát před problémem	ecological	ekologický
behaviour	chování	e. approach	ekologický přístup
ecological b.	chování ohleduplné k ŽP	e. balance	ekologická rovnováha
challenge	výzva, náročný úkol	e. crisis	ekologická krize
change	(z)měnit (se), (vy)střídat; změna, střídání	e. disaster	ekologická katastrofa
climate	klima, podnebí	e. impact	ekologický účinek, vliv, dopad na ŽP
c. sensitivity	citlivost klimatu, podnebí	e. recovery	regenerace, ozdravení ekosystému
c. warming	oteplování podnebí	e. risk analysis	analýza ekologických rizik
compensation	náhrada, vyrovnání, odškodnění	e. stability	ekologická stabilita
c. for environmental damage	náhrada škody způsobené na ŽP	ecologically	ekologicky
conservation	ochrana, zachování	e. desirable	ekologicky šetrný
c. measures	ochranná opatření	e. undesirable	ekologicky škodlivý
c. of resources	ochrana zdrojů; zachování zdrojů	e. sustainable development	ekologicky (trvale) udržitelný rozvoj
consequence	důsledek, dosah	ecology	ekologie
economic c-s	ekonomické důsledky	effect	vliv, účinek
consumption	spotřeba	e. on the environment	vliv na životní prostředí
c. of energy	spotřeba energie	emission	emise, exhalace
contaminate	kontaminovat, znečistit, zamořit	e. level	hladina emisí
contamination	kontaminace, znečištění, zamoření	e. reduction	snižování emisí

endangered species	ohrožený(é) druh(y)	nitrate	nitrát, dusičnan
environment	životní prostředí, prostředí	n. absorption	absorpce dusičnanů
e. protection	ochrana životního prostředí	n. content	obsah dusičnanů
e. quality	kvalita životního prostředí	ozone	ozón
environmental	týkající se ŽP, ekologický	o. depletion	ubývání ozónu
e. acceptability	ekologická přijatelnost	o. formation	tvorba ozónu
e. aspect	ekologický aspekt, zřetel	o. hole	ozónová díra
e. assessment	hodnocení ŽP	o. layer, syn. o. shield	ozónová vrstva, ozónosféra
e. burden	zátěž ŽP, ekologická zátěž	thinning of the o. layer	ztenčování ozónové vrstvy
e. care	péče o ŽP	ozone-depleting substance	látka poškozující ozónovou vrstvou
e. concerns	problémy, otázky ŽP, environmentální problémy, otázky	policy	strategie, přístup, koncepce, politika
e. contamination	znečištění ŽP	p. measures	politická opatření, programová opatření
e. degradation	degradace ŽP	pollutant	pollutant, škodlivina
e. disorder	porucha rovnováhy ŽP	p. concentration	koncentrace škodlivin(y)
e. impacts	dopady, vlivy na ŽP	p. dispersion	šíření škodlivin(y)
e. issues	problémy, otázky ŽP	p. emission	emise, exhalace škodlivin(y)
e. load	zátěž ŽP	polluter	znečišťovatel
e. monitoring	sledování ŽP	pollution	znečišťování
e. objectives	cíle ŽP	soil p.	znečišťování půdy
e. policy	ekologická politika	water p.	znečišťování vody
e. standards	normy péče o ŽP	practice	praxe, způsob, postup
environmentalism	hnutí na ochranu ŽP	predict	předvídat, předpovídat
environmentalist	ochránce ŽP	prediction	předpověď
global	globální, celosvětový	produce	produkovat, vytvářet
g. climate change	globální změna klimatu	producer	producent, výrobce
g. warming	globální oteplování	promote	podporovat, prosazovat
greenhouse	skleník	protection of climate	ochrana klimatu
g. effect	skleníkový jev, efekt	recover	obnovit, regenerovat
g. gas	skleníkový plyn	reduction	snížení, omezení
g. gas emission	výpary skleníkových plynů	release	uvolnit, vypustit; uvolnění, vypuštění, únik
growth	růst, narůstání	renew	regenerovat, obnovit
habitat	biotop, habitat, přirozené prostředí	renewable	obnovitelný
harmful	škodlivý, zhoubný	r. natural resources	obnovitelné přírodní zdroje
hazard	nebezpečí, ohrožení, riziko	respond	odpovědět, reagovat
hazardous	nebezpečný, riskantní	r. to a question	odpovědět na otázku
impact	vliv, dopad, účinek	response	odpověď, odezva, ohlas, reakce
i. assessment	hodnocení vlivů, dopadů	meet with no r.	nemít odezvu
implement	uskutečnit, realizovat, splnit	responsibility	(z)odpovědnost
i. measures	zavést opatření	survive	přežít, přečkat
implementation	uskutečnění, realizace, provádění	survival	přežití, přečkání
i. of environmental protection programmes	realizace programů ochrany ŽP	sustain	udržet, zachovat
increase of temperature	zvýšení teploty, oteplení	sustainable	(trvale) udržitelný
irreversible environmental change	nevratná změna ŽP	s. development	trvale udržitelný rozvoj
issue	otázka, problém, záležitost	threat	hrozba, ohrožení, nebezpečí
key	klíč; klíčový, hlavní, základní	pose a t.	představovat hrozbu, ohrožení
k. task	klíčový úkol	t. to nature	hrozba pro přírodu, ohrožení přírody
limit	omezovat, limitovat, omezení, limit	threaten	hrozit, ohrožovat
limited resources	omezené, limitované zdroje	threatened species	ohrožený(é) druh(y)
nature conservation	ochrana přírody	transboundary	jdoucí přes hranice
natural disaster	přírodní katastrofa	t. pollution	znečištění překračující hranice (států)
		unstable weather	nestálé, proměnlivé počasí
		worldwide	celosvětový, po celém světě

Pokyny pro autory

STAVEBNÍ OBZOR

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

tel.: 224 354 596

klimova@fsv.cvut.cz

Redakce přijímá články v textovém editoru Word, tištěné po jedné straně bílého papíru formátu A4 (horní okraj 25 mm, levý 35 mm, pravý 10 mm, dolní 15 mm), řádkování, 1,5. Rukopisy se dodávají výhradně na volných listech. Stránky se číslijí průběžně uprostřed dolního okraje. Současně je třeba dodat elektronickou verzi (disketu, CD, e-mail), opatřenou jménem autora a názvy uložených souborů. Obrázky je vhodné uložit do samostatného souboru. Text nezalamovat do sloupců a obrázky do textu nevkládat.

Úprava rukopisu

- ➔ **Název příspěvku (arial, 14 bodů, tučně)**, oddílů (**arial, 12 bodů, tučně**) a odstavců (**times, 12 bodů, tučně**), se píše malými písmeny kromě velkých začátečních písmen, bez teček na konci. **Neměl by obsahovat více než 8 slov.** Titulky se nepodtrhávají ani neprostrkávají. Pokud není článek příliš rozsáhlý, není třeba nadpisy číslovat. U rozsáhlejších textů se oddíly (kapitoly) mohou číslovat arabskými číslicemi s tečkou, odstavce (podkapitoly) při hierarchickém členění se číslijí dvěma (výjimečně třemi) arabskými číslicemi s tečkou za každou číslicí.
- ➔ **Záhlaví** – jméno autora, název a místo jeho pracoviště (nezkrácené osobní jméno, příjmení s akademickými tituly a vědeckými hodnostmi; je-li autorů více, sdruží se podle pracovišť).
- ➔ **Anotace** – max. 5 řádků vystihujících obsah článku, **anglické a německé resumé** stejného rozsahu je překladem anotace. V případě dodání pouze české verze redakce zařídí její překlad (vhodné je dodat cizojazyčné specifické odborné termíny).
- ➔ **Text článku (times, 12 bodů)** – obvyklý rozsah je 8 až 10 stran, neměl by přesahovat 12 stran a obsahovat více než 7 obrazových předloh (grafy, schémata, fotografické snímky, tisky počítačových periférií apod.) a tabulek.
- ➔ **Seznam literatury** se zařadí na konec rukopisu. Jednotlivé prameny se označí čísly v hranatých závorkách. Uvedou se jen prameny citované v článku a v přiměřeném rozsahu. Jen výjimečně by měla být citována literatura starší patnácti let. Počet autocitací nesmí přesáhnout třetinu všech citovaných prací. Odkazy v textu se uvádějí rovněž čísly v hranatých závorkách, které nelze nahradit lomítky.
- ➔ **Poznámka pod čarou** nemá být delší než tři řádky. Píše se na řádek následující za místem, ke kterému se text pod čarou vztahuje. Od vlastního textu se odděluje vodorovnou čarou. Místo v textu a příslušný text pod čarou se vyznačují arabskými číslicemi jako mocnitél s obloučkem, např. ¹⁾, na rozdíl od poznámek u tabulek, kde se značí *). Poznámky pod čarou se číslijí **průběžně** v celém příspěvku.

Vzorce

- ➔ V textu se **odkazy** na vzorce uvádějí obvyčejnými čísly v okrouhlých závorkách (n);
- ➔ pro **proměnné** se v matematických výrazech používá ležaté písmo (*times italica, 12 bodů*), pro vektory

přednostně písmena latinské abecedy (**arial italica tučně, 10 bodů**), pro matice velká písmena, předpostně latinské abecedy (**TIMES ITALICA TUCNE, 12 BODU**). Číslice ve vzorcích, a to i v indexech a exponentech, se píší stojatě;

- ➔ **indexy** a **exponenty** se píší bez mezery ke znaku, se správným směrem snížení/zvýšení k základní úrovni řádku;
- ➔ **desetinná místa** se oddělují od celku desetinnou **čárkou**;
- ➔ používají se **zákonné měřicí jednotky**;
- ➔ znaménka ve vzorcích (=, +, -, ·, :, ..., atd.) musí být od ostatních veličin oddělena mezerou;
- ➔ pro násobení se nepoužívá *, ale příslušné znaménko;
- ➔ jednotlivé matematické symboly do textu **nelze vkládat** (na rozdíl od číslovaných rovnic), je nutné je psát jako souvislý text.

Grafický program QuarkXpress 6.0, ve kterém se časopis láme, v některých případech nekomunikuje s extenzemi pro úpravu matematických vzorců různých verzí editoru Word. **U vzorců s velkým rozsahem vzorců je proto možné se před zpracováním článku o vhodnosti dané extenze ve studiu informovat (Ing. Milan Gattringer, tel.: 241 770 220).** Předěje se tak složitým korekturám.

Úprava obrazových předloh a tabulek

- ➔ Na médium se obrázky ukládají jako samostatné soubory s příponou **jpg, tif, eps, bmp** s rozlišením **300 DPI**. Tabulky a grafy jako soubory s příponou **xls**. Prostor pro ně se v rukopisu nevynechává, do textu se **nevlepují**. Do redakce je třeba dodat i jejich tištěnou podobu. Pro zajištění kvalitní reprodukce je třeba dodat obrázky ve zhruba dvojnásobném rozměru, než bude tištěný formát. Změnitelnou základnu obrázku je třeba obyčejnou tužkou vyznačit. Do textu budou v korektuře zalomeny podle možnosti co nejlíže odkazu v závorce.
- ➔ **Pérové kresby** – každý originál musí být na samostatném listu maximálního formátu A4. Obrázky je nejlépe dodat v poměru **1 : 1**, tj. buď na šířku jednoho sloupce (max. 77 mm), nebo dvou sloupců (max. 160 mm); tloušťka čar musí odpovídat tištěnému formátu obrázku. Pro popisování kreseb a grafů se v textovém editoru používá výhradně písmo **arial** jednotné velikosti. Pro přehlednost má být v obrázku co nejméně textu, s počínajícími malými písmeny. Vysvětlivky lze uvést v podpisku pod obrázek. V textu se odvolávky na obrazové předlohy uvádějí v kulatých závorkách (*obr. n*). U diagramů se stupnice popisují vždy vně, na středu za jednosměrnou šipkou následuje značka veličiny, za ní jed-

notka veličiny v hranatých závorkách. U grafu se vyznačuje ukončení obrázku šipkou. Vytisknuté obrázky je třeba označit vpravo dole příslušným číslem a příjmením autora.

- ➔ **Fotografické snímky**, na rubu lehce označené číslem a příjmením autora, musí být kontrastní, na hladkém bílém fotografickém papíru s ostrou kresbou, rovnoměrným leskem po celém povrchu, stupnicí polostínů, min. velikosti 9 x 12 cm.
- ➔ **Popisky pod obrázky** (*times italica*, 12 bodů) na samostatném listu se vloží za poslední stranu rukopisu.
- ➔ **Tabulky** se označí průběžně arabskými číslicemi (*Tab. 1.*) a názvem (*times italica*, 12 bodů) umístěným nad tabulkou. Vysvětlivky k obsahu a definice symbolů se píšou pod tabulku jako poznámky pod čarou. Na samostatných listech se vkládají za poslední stranu textu.

Příspěvky do rubrik

Rozsah nemá přesahovat šest stran a obsahovat více než čtyři obrazové předlohy včetně tabulek. Pod textem se vpravo dole uvede jméno a příjmení autora. Obecné požadavky na rukopis, obrazové předlohy a tabulky platí obdobně jako u hlavních článků.

Recenze vědeckotechnické literatury

- ➔ **Záhlaví** – je nutné dodržet toto pořadí údajů: příjmení a iniciály osobního jména autora (bez titulu), název díla (u cizího názvu v originále, do závorky český překlad), pořadí vydání (u druhého a dalších), místo vydání, vydavatel, rok vydání, počet stran, obrázků, tabulek, popř. cena. Název knih psaných jinak než latinkou se uvede v českém přepisu.
- ➔ **Struktura** – význam problematiky díla, záměr autora, popis díla po významných částech (kapitolách), hodnocení záměru autora, okruh čtenářů, kterým je dílo určeno. V pravé části rukopisu pod textem recenze jméno a příjmení recenzenta nebo jeho šifra. Recenze nesmí být delší než dvě strany.

Údaje o autorech

Na zvláštním listu autor uvede své jméno a příjmení, adresu bydliště včetně PSČ, telefonní číslo, popř. e-mail na pracovišti (netisknou se) a prohlášení, že jde o původní, jinde nepublikovaný článek. Zároveň dodá podepsanou žádost o otištění textu ve Stavebním obzoru.

Autorské korektury

Všechny otisky sazby zaslané autorovi musí být zkorigovány a vráceny do redakce obratem. Články se v redakci upravují podle zvyklostí časopisu. V rámci korektury lze opravovat pouze chyby v odborné a stylistické terminologii a technické nedostatky zaviněné tiskárnou. Autor svým podpisem na korektuře znovu potvrdí, že po opravě jím vyznačených chyb s vytištěním článku souhlasí.

- Tisknou se pouze původní, dosud nepublikované práce.
- Hlavní články se lektorují.
- Za obsah článku ručí autor.
- Otištěné články nejsou honorovány.
- Nevyžádané rukopisy se nevracejí, diskety a CD si lze do měsíce po vyjití článku vyzvednout v redakci.

Korekturní znaménka

Korektury se vyznačují barevně dvěma shodnými znaménky. Jedním se označí opravené místo a druhé se opakuje na příslušném okraji otisku v účarí opravené řádky. Vpravo vedle znaménka na okraji otisku se napíše správné písmeno nebo doplňující text.

	výměna chybného nebo poškozeného písmene		chybějící mezera
	výměna více chybných písmen, popř. slov		zvětšení mezer mezi slovy
	vypuštění přebytečných písmen nebo slov (deleatur)		zmenšení mezery mezi slovy
	vypuštění textu ve více řádcích		zrušení mezery nebo spojovníku
	chybějící slovo nebo text, popř. spojovací znaménko nebo pomlčka		zrušení mezery mezi řádky
	vynechaná řádka		vyznačení odstavce
	zařazení obrázku nebo tabulky		zrušení odstavce
	porušený slovosled		vysazení slov jiným písmem
	přemístění slov nebo řádek		index prvního stupně
	přemístění přehozených písmen nebo slov		index druhého stupně
	správné pořadí přehozených řádek		exponent prvního stupně
	zapomenutá zarážka		exponent druhého stupně
	posunutí textu nahoru nebo dolů		chybně vyznačená korektura se v textu podtečkuje