

## JUNIORSTAV 2011

Začátkem února proběhla na Stavební fakultě VUT v Brně již 13. Odborná konference doktorského studia známá pod názvem „Juniorstav“.

Konferenci zahájil děkan fakulty stavební Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., který ve svém úvodním slovu zdůraznil, že hlavním cílem konference je umožnit prezentaci výsledků výzkumné práce mladým a perspektivním vědeckým pracovníkům a naučit je tak kvalitně prezentovat své názory a výsledky.

Odborný garant letošního ročníku konference Doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D., vedoucí Ústavu stavební ekonomiky a řízení FAST VUT v Brně, ve svém vystoupení uvedla, že tato odborná konference doktorského studia se již stala tradiční příležitostí pro setkávání a prezentace odborných prací studentů doktorského studia z domácích i zahraničních univerzit a vysokých škol.

V letošním roce byla konference rozdělena do osmi hlavních odborných sekcí:

- Pozemní stavitelství a architektura
- Konstrukce a dopravní stavby
- Vodní hospodářství a vodní stavby
- Fyzikální a materiálové inženýrství
- Management stavebnictví
- Geodézie a kartografie
- Soudní inženýrství
- Udržitelná výstavba budov a udržitelný rozvoj sídel

Některé z vyjmenovaných hlavních sekcí byly dále děleny podle specifických odborných zaměření, takže celkově jednání konference proběhlo v dvaceti jedné dílčí sekcí. (Pro srovnání: prvního zahajovacího ročníku v roce 1999 se účastnilo jen dvacet šest doktorandů.)

Na závěr jednání konference byly v každé sekci vyhodnoceny tři nejlépe připravené a přednesené přednášky. Na ty, které se nějakým způsobem dotýkají betonu, vás chceme v následujícím textu upozornit (1. část).

### KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

#### Konstrukce betonové a zděné

##### Membránová střešní konstrukce z předpjatého betonu

Příspěvek se zabýval návrhem inovativní membránové střešní konstrukce z předpjatého betonu (obr. 1). V úvodu byla stručně popsána funkce předpětí betonové membrány. Stěžejní část příspěvku byla věnována návrhu geometrie konstrukce, která má zásadní vliv na její statické působení. Vhodnou geometrií bylo nutné zajistit maximální možnou podobnost vertikálních reakcí příčných nosných kabelů na hlavní nosný kabel a horizontálních reakcí na parabolický oblouk. Následoval komentář tvaru použitých prefabrikovaných panelů a lanových systémů střešní konstrukce, které jsou rozděleny na nosný a předpínací.

Půdorys konstrukce řešené v příspěvku je ohraničen dvěma vůči sobě symetrickými parabolickými oblouky. Zastřešení je realizováno pouze ve středové části. Hlavním nosným prvkem střešní membrány je nosný kabel ve tvaru paraboly, do kterého jsou ukotveny na něj kolmé příčné kabely nesoucí střešní plášť. Přes ukloněné pylony po obou stranách

je kabel ukotven v koncích oblouku. Střešní plášť se skládá z prefabrikovaných panelů.

Základní půdorysné rozměry konstrukce jsou 165,6 x 73 m. V sedle je konstrukce vysoká 20 m a pylon má výšku 28,7 m. Výpočet je proveden ve výpočetním systému ANSYS. Ve výpočtu jsou zohledněny fáze výstavby konstrukce.

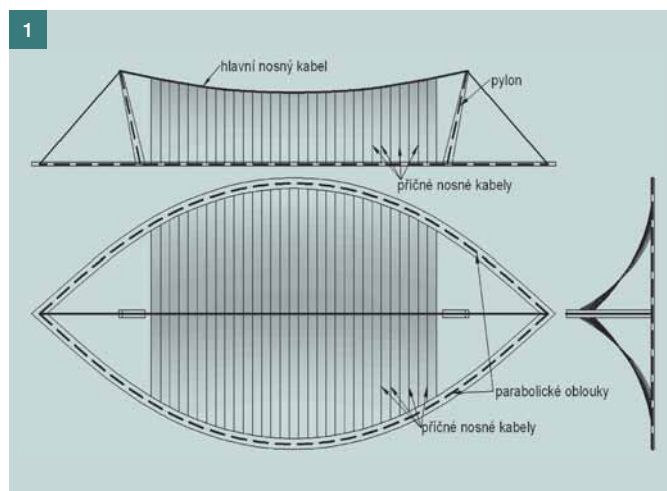
Na závěr příspěvku byla uvedena základní vyhodnocení a komentovány výsledky, které charakterizují danou fázi výpočtu a dokazují správnost návrhu geometrie konstrukce a napětí v lanovém systému.

Ing. Leonard Šopík, Ústav betonových a zděných konstrukcí  
FAST VUT v Brně, [sopik.l@fce.vutbr.cz](mailto:sopik.l@fce.vutbr.cz)

##### Analýza vyťahčených železobetónových dosiek

Príspevok sa zaoberal analýzou vyťahčených železobetónových dosiek systémov Bubbledeck, Cobiax a U-boot, ako aj ich vzájomných porovnaním a porovnaním s plnou železobetónovou doskou.

Úvodná časť bola venovaná opisu princípu vyťahčenia a systémom vyťahčených dosiek analyzovaných v príspevku. Ďalej bolo postupne opísané riešenie teoretickej, experimentálnej a numerickej analýzy a porovnanie ich výsledkov. V teoretickej analýze bol opísaný zjednodušený postup stanovenia ohybovej odolnosti na základe STN EN 1992. V experimentálnej analýze bol opísaný experiment vykonaný na vzorkách systému U-boot na ohybovú odolnosť. Numerickej analýze opisuje postup vytvorenia modelu z konečných prvkov v systéme ANSYS, taktiež opisuje použitie nelineárnych modelov materiálov. Okrem samotného modelu systému U-boot sú pre porovnanie vytvorené aj modely systému Cobiax resp. Bubbledeck a plnej dosky. Bolo uvedené aj porovnanie jednotlivých modelov ako aj porovnanie experimentu a numerickej analýzy vo forme grafov. Pozornosť bola venovaná šmykovej odolnosti vyťahčených dosiek bez šmykovej výstuže. Boli uvedené zjednodušené postupy výpočtu šmykovej odolnosti a to podľa STN EN 1992, podľa odporúčaní výrobcov ako aj podľa teórie oslabenia šmykovej plochy s prihliadnutím na STN EN 1992, ktorej bola v príspevku venovaná väčšia časť. Taktiež boli opísané nelineárne numerickej modely z konečných prvkov jednotlivých sys-



Obr. 1 Schéma konstrukce

témov a plnej dosky a ich vzájomné porovnanie ako aj porovnanie so zjednodušenými metódami.

Odolnosť v pretlačení pri bodovom podopretí bola opísaná podobne ako v predchádzajúcich zosoboch namahania, boli uvedené zjednodušené metódy pre výpočet, ďalej bola opísaná vykonaná experimentálna skúška ako aj numerická analýza jednotlivých systémov a plnej dosky. Na záver boli všetky výsledky prezentované vo forme grafu.

Záverom bola venovaná pozornosť diskuzii o vhodnosti použitia jednotlivých prístupov k návrhu vylahčených dosiek a niečo málo ku globálnemu súčiniteľu spoľahlivosti konštrukcie.

Ing. Štefan Vörös, Katedra betónových konštrukcií a mostov  
Stavebnej fakulty STU v Bratislave, stefan.voros@stuba.sk

### Analýza kotevni oblasti prvků předpjatých FRP výztuží

Chceme-li kotvit předpjatou FRP výztuž za pomoci standardních kotevničních kuželíků s vroubkovaným povrchem, vznikne v kotvené výztuži současně výrazné příčné stlačení, podélný smyk a osový tah. Tuto kombinaci vznikajících sil nelze FRP výztuží bezpečně přenést, a proto celá řada výrobců modifikovala (případně zcela vyvinula) vlastní systém kotvení těchto výztuží. U většiny variant používaných kotevničních prvků se ovšem jedná o použití kovových prvků v systému, který byl primárně navržen bez ocelových částí. Z tohoto důvodu bylo na Fakultě stavební VUT v Brně přikročeno k vývoji vlastního kotevničního prvku, jenž by umožnil účinně vnést předpínací sílu do prvku a přitom neobsahoval žádné kovové části.

Základním funkčním principem nově vyvinutého kotevničního systému je vytvoření dodatečné roznášecí plochy v kotevni oblasti výztuže, jenž umožňuje přenos předpínací síly z výztuže do okolního betonu na výrazně kratší vzdálenosti než při kotvení soudržností. Tato plocha je vytvořena nalepením jednoho nebo více válečků (tvořených ze speciální závlivky vyztužené vlákny) většího průměru na výztuž. Průměr válečku i jeho délka jsou variabilní.

Problematika návrhu a posouzení kotevni oblasti jsou důležité především z hlediska popisu závislosti vnášené předpínací síly na posunu kotvené výztuže a vyčíslení ztrát ve výztuži při jejím kotvení. Hlavní přenos sil probíhá v oblasti hlav jednotlivých kotev, které tvoří „elastické zářezky“ prutu v betonu a působí jako pružiny opřené v hlavě o okolní beton.

Působení kotevni oblasti lze proto popsat pomocí tuhostních parametrů jednotlivých komponent (systém sériově řazených pružin), které se společně podílí na přenosu kotvené síly do okolního betonu. Při vnášení předpětí jsou postupně aktivovány jednotlivé pružiny a každá z nich odebrává sílu úměrnou její aktuální tuhosti. Síla přenášená jednou kotvou je dána součtem sil, které přeneše čelní strana lepených kotev v tlaku, a sil, které přeneše tření mezi pláštěm kotvy a okolním betonem, případně tření mezi výztuží a okolním betonem a tah vznikající v rubu kotvy mezi betonem a kotevni prvkem.

Díky použitému způsobu řešení je možno přidávat další prvky do kotevni systému (či upravovat parametry stávajících), aniž by se výrazně měnil postup výpočtu. Výsledné rovnice popisují závislost přenášené síly na posunu (přetvoření) jednotlivých míst kotevni oblasti, z čehož lze odvodit velikost ztráty v předpínané výztuži. Opakovaným řešením této soustavy rovnic vzniká pracovní diagram kotevni oblasti.

V příspěvku byly uvedeny možnosti řešení kotevni oblasti jak bez vlivu okrajových podmínek, tak i v situaci, kdy je kotevni oblast blízko povrchu a jeho vliv již nelze zanedbat.

Ing. František Gírgle, Ústav betonových a zděných konstrukcí  
FAST VUT v Brně, gírgle.f@fce.vutbr.cz

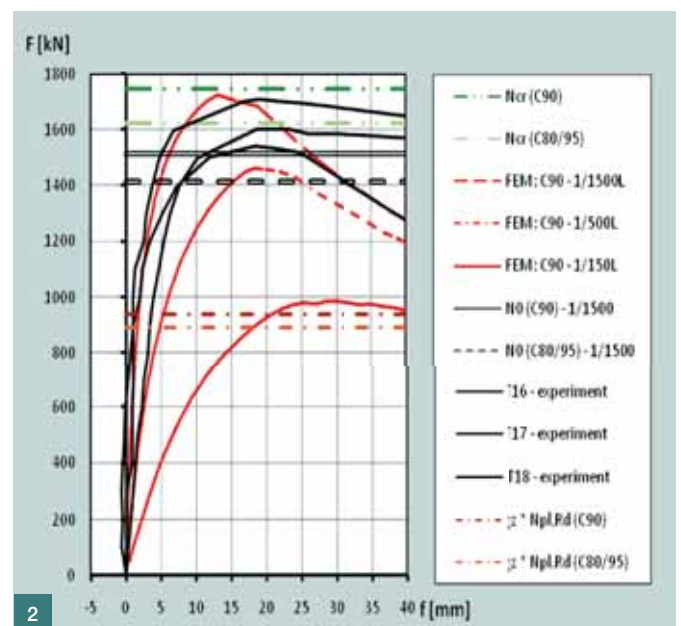
## Konstrukce kovové, dřevěné a kompozitní

### Numerická analýza tlačeneho ocelobetonového prutu tvořeného částečně obetonovaným H-průřezem

Pro zjištění skutečného působení a mezní únosnosti prutů při vzpěrném tlaku, byla na Ústavu kovových a dřevěných konstrukcí FAST VUT v Brně realizována řada experimentálních testů. Testy byly prováděny na dvou typech ocelobetonových průřezů. První skupina je tvořena válcovanými profily a druhá svařovanými H-profilů. Na základě provedených studií byly vymodelovány oba typy prutů v programu ATENA 3D. Pruty byly zatěžovány excentricky, přičemž velikost vyosení byla rovna ekvivalentní imperfekci. MKP model byl dále porovnán s návrhovými předpisy a analytickými modely. V modelu byly použity střední hodnoty válcové pevnosti betonu určené z materiálových zkoušek v době zatěžování sloupu a také odpovídající charakteristické hodnoty.

Obr. 1 porovnává experimentální data první skupiny sloupů s analytickými modely, návrhovými vztahy a MKP modely s excentricitou zatížení  $1/150 L$ ,  $1/500 L$  a  $1/1500 L$ . Osová síla  $N_0$ , při které je dosaženo vzpěrné pevnosti  $\sigma_0$  dle rovnice (1) se při ekvivalentní imperfekci  $1/1500 L$  blíží experimentálním datům, stejně tak MKP model s touto imperfekcí udává hodnoty blízké. Experiment také potvrdil předpoklad, že vzpěrná pevnost ocelobetonových štíhlých prutů se blíží Eulerově kritické síle.

$$\sigma_0 = \frac{1}{2} \left[ \sigma_{cr} (1 + m_0) + f_y - \sqrt{[\sigma_{cr} (1 + m_0) + f_y]^2 - 4 f_y \sigma_{cr}} \right] \quad (1)$$



Obr. 2 Korelace mezi zatížením a deformací uprostřed výšky nosníku pro válcované profily HE140A

Ing. Václav Röder, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí  
FAST VUT v Brně, roder.v@fce.vutbr.cz

## Stavební zkušebnictví

## Vliv plastifikační přísady na vybrané vlastnosti betonu z nového druhu umělého kameniva

V posledním roce byl v rámci problematiky využití vypalovaných uhelných hlušin řešen vliv plastifikačních přísad na základní vlastnosti nového druhu betonu. Tento článek je zaměřen na dvě základní receptury lehkých betonů LC16/18 a LC30/33, u nichž byl zmíněný vliv sledován (tab. 1). Do této části byly zahrnuty vlastnosti, které v základním rozsahu dostatečně znázorňují řešenou problematiku (objemová hmotnost, pevnost v tlaku a statický modul pružnosti) po 28 dnech zrání.

Materiály [kg/m <sup>3</sup> ]	A2	A5	C2	C5
Cement	CEM I 42,5		385	385,2
	CEM II 32,5	300	300	
Písek	0-4	528	528	578
Kamenivo	4-8	320	320	280
Kamenivo	8-16	640	640	560
Voda	-	260	200	230
Plastifikátor	1,1 %	x	3,3	x
				4,2

Tab. 1 Složení vybraných betonových záměsí

Označení záměsí	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Pevnost v tlaku po 28 dnech [MPa]	Statický modul pružnosti v tlaku [MPa]
A2	2 040	18,3	18 100
A5	2 100	32,5	22 800
C2	2 190	33,9	22 000
C5	2 190	53,7	24 100

Tab. 2 Vybrané vlastnosti stanovené po 28 dnech zrání

Řešení vlivu plastifikačních přísad na vybrané vlastnosti nového druhu betonu vyplývá především z charakteru umělého kameniva z uhelných hlušin. Jak je uvedeno v článku, jedná se o kamenivo s vysoce otevřenou pórovitostí. Tím je dána skutečnost, že při míchání betonové směsi je nutné kamenivo dostatečně předmáčet. To znamená, že při použití tohoto kameniva do betonu je zapotřebí velkého množství vody, což se následně negativně projeví u všech vlastností betonů. Použitím plastifikátoru jsme dosáhli snížení množství vody až o 25 %. Tato skutečnost se také výrazným způsobem projevila na výsledných vlastnostech, jejichž hodnoty jsou uvedeny v tab. 2.

Článek byl vypracován v rámci výzkumu projektů MPO FI-IM4/224 a GA103/09/0065.

Ing. Michal Batelka, Ústav stavebního zkušebnictví  
FAST VUT v Brně, batelka.m@fce.vutbr.cz

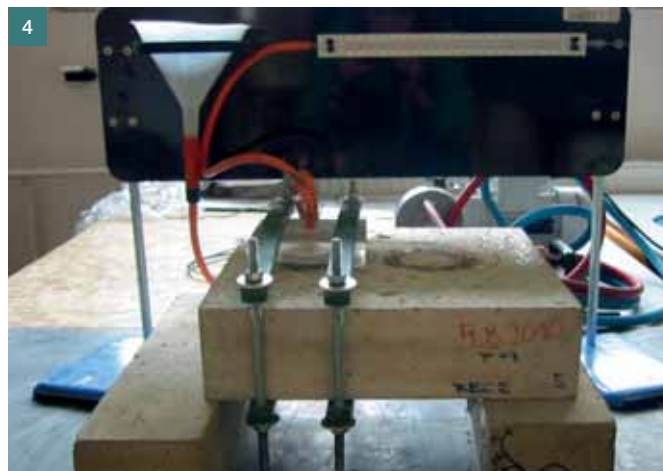
## Zkoušky propustnosti povrchové vrstvy betonu jako podklad pro odhad aktuální trvanlivosti betonu

I když je beton nejrozšířenější stavební materiál a používá se více než sto let, na hodnocení jeho trvanlivostních vlastností stále neexistuje jednoznačný názor. Na mnoha vědeckých pracovištích probíhají rozsáhlé výzkumy za účelem stanovení kritérií hodnocení trvanlivosti betonu. Jako rozhodující se stále jeví vlastnosti povrchové vrstvy betonu (tzv. „covercrete“) v tloušťce 25 až 50 mm a její propustnost pro vodu a vzduch. Zdá se, že právě tyto charakteristiky nejlépe po-

pisují pórovitou strukturu a tím i trvanlivost betonu. Lze konstatovat, že trvanlivost je funkcí propustnosti.

I když už několik srovnávacích testů na evropských univerzitách proběhlo, zkoušky TPT (Torrent Permeability test), GWT (German's Water permeability Test) a ISAT (Initial Surface Absorption Test) na své porovnání stále čekají. Měření zaměřená na vytvoření korelačních součinitelů probíhají na Ústavu stavebního zkušebnictví FAST VUT v Brně, ale stále není k dispozici dostatečné množství dat. Výsledky tohoto projektu přispějí k vytvoření korelace mezi metodami TPT, GWT a ISAT v závislosti na povrchové vlhkosti.

Zkouškami propustnosti povrchové vrstvy betonu lze pospat nejen pórovitý systém betonu, ale také trvanlivost betonu. Příspěvek se zabývá hodnocením povrchové vrstvy betonu pomocí nedestruktivních zkoušek TPT, GWT a ISAT, jimiž lze stanovit propustnost pro vzduch nebo vodu. Výsledky těchto měření se stanou podkladem pro sestavení korelační závislosti mezi těmito metodami.



Obr. 3 Přístroj TPT, nahoře vývěva, uprostřed snímací vakuová buňka, vlevo dole regulátor tlaku, vpravo ovládací jednotka

Obr. 4 Měření pomocí přístroje ISAT, na vzorku upevněná měřicí akrylátová komůrka, nahoře nálevka a stupnice pro odečítání množství vsáknuté vody

Příspěvek byl zpracován za podpory FAST-J-10-96.

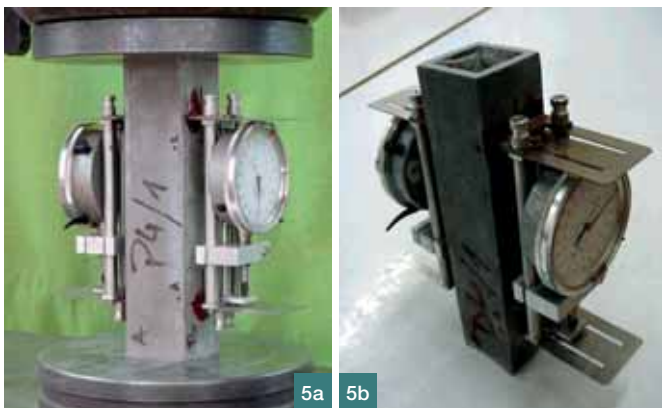
Ing. Zlata Kadlecová, kadlecova.z@fce.vutbr.cz  
Ing. Petra Odehnalová, odehnalova.p@fce.vutbr.cz  
Prof. Ing. Jiří Adánek, CSc., adamek.a@fce.vutbr.cz  
Ústav stavebního zkušebnictví, FAST VUT v Brně

### Modul pružnosti extrudovaného vláknocementu

Příspěvek se zabývá stanovením dynamického a statického modulu pružnosti extrudovaného vláknocementu. Pro zkoušky byly použity extrudované kompozity různých příčných průřezů – plného čtvercového průřezu, dutého čtvercového průřezu a průřezu dutého kruhového. Pro zjištění dynamického modulu pružnosti byla použita ultrazvuková impulsní metoda, statický modul pružnosti byl určen pomocí tlakového namáhání a odečtu deformací. Byla také stanovena pevnost extrudovaného vláknocementu v tlaku.

Dynamický modul pružnosti měřený pomocí ultrazvukové impulsní metody na tělesech plného průřezu dosáhl hodnoty 19 600 MPa, statický modul pružnosti u téhož průřezu 17 700 MPa. Zmenšovací součinitel tohoto materiálu je roven 0,9.

U dutého kruhového průřezu byla vyhodnocena průměrná hodnota statického modulu pružnosti 17 000 MPa, u dutého čtvercového průřezu 19 100 MPa. Skutečnost, že téměř totožný výsledek dutého kruhového průřezu a plného průřezu nekoresponduje s výsledkem dutého čtvercového průřezu, je pravděpodobně zapříčiněna koncentrací napětí v rozích posledně jmenovaného průřezu, což bylo potvrzeno výsledky provedené nelineární analýzy chování dutého a plného čtvercového průřezu s využitím výpočtového programu ATENA 3D. Dochází ke zkreslení vstupních hodnot výpočtu a výsledný statický modul pružnosti nabývá vyšších (ovšem zřejmě nereálných) hodnot. Pevnost v tlaku vykazovala analogicky opačný trend v rámci porovnání průřezů.



Obr. 5a, b Měření statického modulu pružnosti; vlevo je zkušební těleso plného průřezu osazeno v lisu, vpravo je zkušební těleso dutého čtvercového průřezu před zkouškou

Příspěvek byl vypracován v rámci řešení projektu MŠMT č. 1M06005 – projekt CIVAK.

Ing. Dalibor Kocáb, kocab.d@fce.vutbr.cz

Ing. Petr Žitt, zitt.p@fce.vutbr.cz

Ústav stavebního zkušebnictví, FAST VUT v Brně

Oceněné příspěvky ze sekcí Stavební mechanika, Fyzikální a chemické vlastnosti stavebních hmot a Nové stavební hmoty budou představeny v dalším čísle časopisu.

Z podkladů konference Juniorstav 2011  
připravila Jana Margoldová

## DOKTORSKÉ PRÁCE Z OBORU BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ PŘÍSTUPNÉ NA INTERNETU

Časopis Structural Engineering International začal uveřejňovat abstrakty obhájených doktorských prací na TU po celém světě s cílem umožnit rychlé rozšiřování nových poznatků a závěrů dosažených mladými vědci a výzkumníky v oblasti stavebních materiálů a konstrukcí mezi odbornou veřejností. Součástí publikovaných abstraktů jsou vždy e-mailová spojení na autora práce a adresa, kde je práce uložena v pdf formátu ke čtení či dokonce ke stažení.

V SEI 2/2011 byly pozornosti čtenářů doporučeny následující práce z oblasti betonových konstrukcí:

- DI Dr. Panagiotis Spyridis ([spyridis.panagiotis@boku.ac.at](mailto:spyridis.panagiotis@boku.ac.at)): **Behaviour of Anchor Groups Under Shear Loads: Influence of Assembly Tolerances**, URL: <http://dissdb.bibvb.ac.at/>
- Dr Ir. S. A. A. M. Fennis ([s.a.a.m.fennis@tudelft.nl](mailto:s.a.a.m.fennis@tudelft.nl)): **Design of Ecological Concrete by Particle Packing Optimization**, URL: [http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:5a1e445b-36a7-4f27-a89a-d-48372d2a45c/fennis\\_final.pdf](http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:5a1e445b-36a7-4f27-a89a-d-48372d2a45c/fennis_final.pdf)
- Dr Kamyab Zandi Hanjari ([kamyab.zandi@chalmers.se](mailto:kamyab.zandi@chalmers.se)): **Structural Behaviour of Deteriorated Concrete Structures**, URL: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/129454.pdf>

redakce

Skutečné řešení pro sanace betonových konstrukcí...

Profesionální není složitě

20 ANNIVERSARY  
PROFESSIONAL SOLUTIONS

**REDROCK**  
CONSTRUCTION [www.redrock-cz.com](http://www.redrock-cz.com)

Redrock Construction s.r.o.  
Újezd 40/450, Praha 1, Malá Strana, Michnův palác  
Telefon: +420 283 893 533, Fax: +420 284 816 112  
E-mail: [info@redrock-cz.com](mailto:info@redrock-cz.com)