

## EFEKT NEROVNOSTI PRŮŘEZU VZORKŮ NA VÝSLEDKY OHYBOVÝCH ZKOUŠEK

### Effect of Specimen's Cross-section Irregularity on the Results obtained from the Bending Tests

**Ondřej Pospíchal<sup>1</sup>, Barbara Kucharczyková<sup>2</sup>, Dalibor Kocáb<sup>3</sup>**

*This article deals with the influence of the specimens cross-section irregularity on the results obtained from the three point bending tests. Specimens of extruded fibre cement of various cross-sections were used for the tests, namely, solid square cross-section, hollow square cross section and hollow circular cross-section. The specimens were loaded by the three point bending test with two different ways of load application. The first variant was a line load (in the form of a roller with the length overhanging the width of the specimen) and the second variant was a point load (in the form of a ball). The outcomes of the experiment are the values of the bending strength for each type of cross-section and for both types of load application.*

#### 1. Úvod

Tento článek se zabývá vlivem nerovnosti příčného průřezu zkušebních těles na výsledky zkoušek v tahu ohybem. Ke zkouškám byla použita tělesa z extrudovaného vláknocementu o různých příčných průřezích. Jednalo se o plný čtvercový průřez, dutý čtvercový průřez a dutý kruhový průřez. Tělesa byla podrobena zkoušce tříbodovým ohybem, přičemž byly zvoleny dva

---

<sup>1</sup>POSPÍCHAL Ondřej, Ing., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví, Veveří 331/95, 602 00 Brno, [pospichal.o@fce.vutbr.cz](mailto:pospichal.o@fce.vutbr.cz)

<sup>2</sup>KUCHARCZYKOVÁ Barbara, Ing., Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví, Veveří 331/95, 602 00 Brno, [kucharczykova.b@fce.vutbr.cz](mailto:kucharczykova.b@fce.vutbr.cz)

<sup>3</sup>KOCÁB Dalibor, Ing., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví, Veveří 331/95, 602 00 Brno, [kocab.d@fce.vutbr.cz](mailto:kocab.d@fce.vutbr.cz)

různé způsoby aplikace zatížení – líniové, nebo bodové zatížení. Výsledky navazují na předešlý výzkum publikovaný v příspěvcích [1], [2], [3].

## **2. Zkušební tělesa a způsob jejich zatěžování**

Ke zjištění charakteristik v tahu tříbodovým ohybem pro oba způsoby zatěžování byly použity zkušební vzorky vyrobené a dodané společností VUSTAH Brno. Jednalo se o cementový extrudovaný materiál s vlákny Cem-FIL 70/30 – 12mm. Všechny zkoušky pak byly provedeny v laboratořích Ústavu stavebního zkušebnictví FAST VUT v Brně.

Experimenty byly provedeny na třech sadách zkušebních vzorků. První sada obsahovala zkušební tělesa s plným čtvercovým průřezem (označení sady P) nominálních rozměrů 40×40 mm, vzorky druhé sady byly dutého čtvercového průřezu (sada D) s nominálními vnějšími rozměry taktéž 40×40 mm a tloušťkou stěny 5,5 mm. Třetí sada se vyznačovala dutým kruhovým průřezem (sada K) s nominálním vnějším průměrem 40 mm a tloušťkou stěny 5,5 mm. Pro stanovení pevnosti v tahu ohybem byla z dodaných vzorků řezáním připravena zkušební tělesa o délce 160 mm. Vzorky byly zatěžovány tříbodovým ohybem se vzdáleností podpor 120 mm, a to dvěma různými způsoby zatěžování – prvním způsobem bylo zatěžování břemenem tvaru válečku o délce přesahující příčný rozměr zkušebního vzorku (líniové zatížení), druhý způsob zatěžování spočíval v ohybovém namáhání vyvozeném zatěžovacím břemenem ve tvaru kuličky (bodové zatížení).







Při výrobě extrudovaných materiálů je poměrně náročné zajistit přesnou geometrii vyráběných těles, a to obzvláště u vzorků s dutým průřezem. Dodané vzorky s plným i dutým čtvercovým průřezem byly na dvou protějších stranách mírně vyduté, vzorky s kruhovým průřezem byly spíše oválné (eliptické). Obojí bylo zohledněno při zatěžování zkušebních těles a ta byla vždy v jednotlivých sadách rozdělena na dvě skupiny. První skupina těles sady s plným i dutým čtvercovým průřezem byla zatěžována kolmo na „rovné strany“ čtvercového průřezu, druhá skupina kolmo na strany vyduté. Při zatěžování zkušebních těles třetí sady (s dutým kruhovým průřezem) byla první polovina těles zatěžována kolmo na hlavní (delší) osu eliptického průřezu, druhá polovina kolmo na vedlejší (kratší) osu eliptického průřezu. Tvar příčných průřezů těles při výše popsaných způsobech zatěžování je schematicky zobrazen v tabulkách s výsledky (viz Tab. 1 a Tab. 2).

## **3. Výsledky zkoušek**







U zkušebních těles byly nejprve zjištěny rozměry a poté provedeny zkoušky pro zjištění pevnosti v tahu ohybem. Níže jsou uvedeny tabulky se

zjištěnými výsledky, kde je vždy uvedena průměrná hodnota stanovené pevnosti a k ní výběrová směrodatná odchylka. V poznámce je uveden směr zatěžování.

*Tab. 1: Výsledné pevnosti v tahu ohybem pro všechny tři sady zkušebních vzorků – zatížení liniové*

Sada	$f_{cf,m}$ [MPa]	s [MPa]	poznámka	schéma
P	41,1	1,6	zatěžování kolmo na "rovné strany" průřezu	
	39,7	0,9	zatěžování kolmo na vyduuté strany průřezu	
D	14,6	0,3	zatěžování kolmo na "rovné strany" průřezu	
	9,8	0,9	zatěžování kolmo na vyduuté strany průřezu	
K	8,5	1,1	zatěžování kolmo na hlavní osu eliptického průřezu	
	6,8	0,7	zatěžování kolmo na vedlejší osu eliptického průřezu	

*Tab. 2: Výsledné pevnosti v tahu ohybem pro všechny tři sady zkušebních vzorků – zatížení bodové*

Sada	$f_{cf,m}$ [MPa]	s [MPa]	poznámka	schéma
P	41,4	1,6	zatěžování kolmo na "rovné strany" průřezu	
	40,6	2,2	zatěžování kolmo na vyduuté strany průřezu	
D	4,8	0,5	zatěžování kolmo na "rovné strany" průřezu	
	3,1	0,2	zatěžování kolmo na vyduuté strany průřezu	
K	9,3	0,1	zatěžování kolmo na hlavní osu eliptického průřezu	
	8,6	2,4	zatěžování kolmo na vedlejší osu eliptického průřezu	

Pro výpočet pevnosti v tahu ohybem vzorků druhé (D) a třetí (K) sady byly uvažovány hodnoty průřezového modulu pro odpovídající plné průřezy (předpoklad pravidelné geometrie průřezu s dosazením skutečných vnějších rozměrů tělesa). Výsledné pevnosti v tahu ohybem můžeme tedy uvažovat jako pevnost v tahu ohybem daného výrobku.

Během zatěžování byl také kromě působící síly kontinuálně sledován průhyb zkušebních těles pro stanovení pracovního diagramu zkoušeného materiálu.

#### **4. Závěr**

Z provedených experimentů lze vyvodit následující závěry:

Výsledná pevnost v tahu ohybem extrudovaných materiálů je u dutých profilů výrazně ovlivněna nerovnostmi průřezu, u plných profilů byly výsledné pevnosti prakticky stejné pro všechny varianty zatěžování.

Taktéž způsob aplikace zatížení hraje u dutých průřezů velkou roli. Obzvláště u dutých čtvercových průřezů dochází k velice rozdílným způsobům porušení – abnormální porušení bylo zjištěno při bodovém zatěžování, kdy se břemeno spíše protlačovalo do horní stěny zkoušeného tělesa, a vzorek nevykazoval známky porušení ohybovým namáháním.

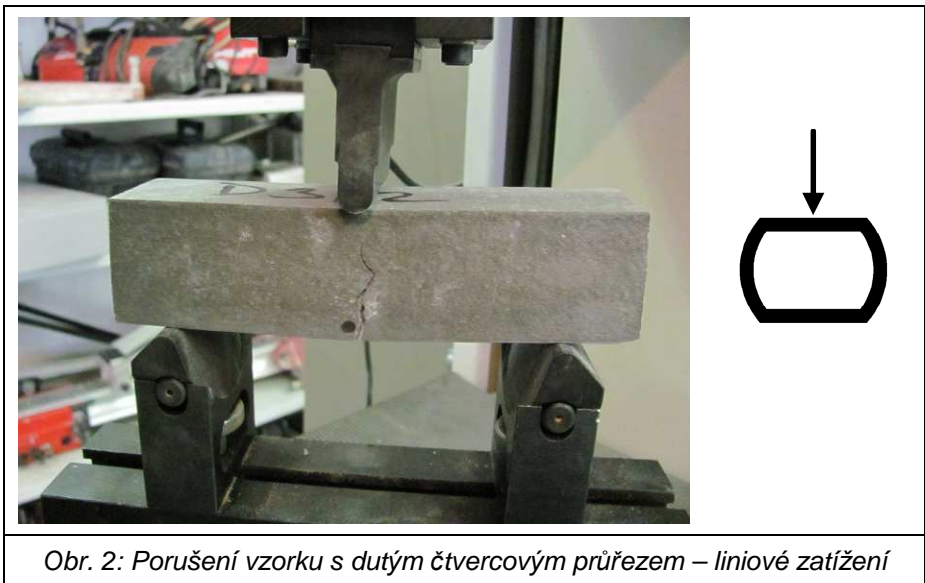
Dále lze konstatovat, že na vzorcích s dutým průřezem je prakticky nemožné stanovit pracovní diagram zkoušeného materiálu. Pro jeho určení je třeba použít vzorky s plným příčným průřezem.

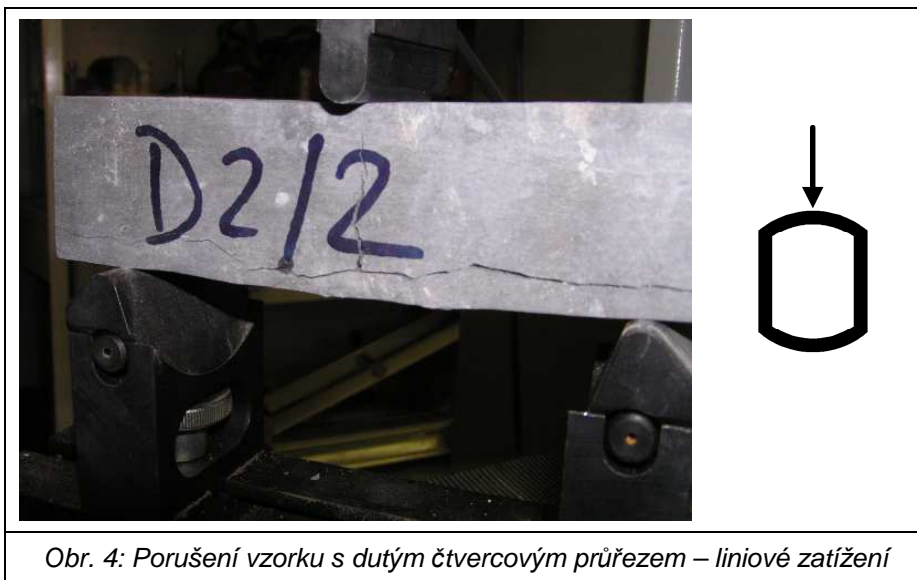
*Tento příspěvek byl vypracován v rámci řešení projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy č. 1M06005 – projektu CIVAK.*

#### **Literatura**

- [1] POSPÍCHAL, O.; KOCÁB, D.; KUCHARCZYKOVÁ, B. Stanovení pevnostních charakteristik extrudovaného materiálu. *Sborník anotací konference Juniorstav 2011*. Brno, 2011, s. 194. ISBN 978-80-214-4232-0.
- [2] KOCÁB, D.; ŽÍTT, P. Modul pružnosti extrudovaného vláknocementu. *Sborník anotací JUNIORSTAV 2011*. Brno, 2011, s. 189. ISBN 978-80-214-4232-0.
- [3] KOCÁB, D.; KUCHARCZYKOVÁ, B.; POSPÍCHAL, O. Stanovení stejnorodosti kompozitních materiálů pomocí elektroakustických metod. *Zkoušení a jakost ve stavebnictví 2010*. Brno, 2010, s. 101 - 109. ISBN 978-80-214-4144-6.

Obrazová příloha – příklady porušení vzorků během zatěžování











*Obr. 9: Porušení vzorku s dutým kruhovým průřezem – bodové zatížení*