

HODNOTY PEVNOSTNÍCH PARAMETRŮ FEROCEMENTŮ S PLOŠNOU VÝZTUŽÍ

Petr Misák¹, Jaromír Láník², Barbara Kucharczyková³, Jiří Adámek⁴, René Čechmánek⁵

Abstrakt:

Příspěvek je zaměřen na zkoušení trámečků vyrobených z ferocementu, který je vyztužen různými plošnými sítěmi. Na vzorcích dodaných výrobcem byl zkoušen tah ohybem a na zlomcích byla stanovena pevnost v tlaku. Zásadní rozdíl mezi sériemi vzorků spočíval ve vyztužení plošnými sítěmi, které byly identifikovány až po popsání zkoušek. Cementová matrice byla u všech vzorků shodná. Příspěvek bude obsahovat část výsledků rozsáhlého souboru experimentálních zkoušek.

Úvod

Takzvané ferrocementové dílce a konstrukce jsou novými technicky a ekonomicky efektivními stavebními dílci vyrobenými z cementové malty vyztužené kovovými tkaninami nebo svařovanými sítěmi, které nahrazují betonářskou výztuž. Tímto řešením lze dosáhnout příznivých mechanicko-fyzikálních vlastností a redukovat materiálové a výrobní náklady ve srovnání s železobetonovými konstrukcemi. Touto cestou je možno vytvořit tenkostěnné dílce o tloušťce 40-60 mm, jakými jsou např. lehké ponorné stěny, balkónové dílce, stropní a střešní panely, ztracené bednění, vodní tanky dále pak prostorové konstrukce vytvářené přímo in-situ aplikací betonové směsi na kostru vytvořenou z kovové výztuže.

Cíl výzkumu

V rámci vývoje matrice byl hledán optimální poměr cementu a plniva pro vybraný typ a granulometrii kameniva. Vzhledem k rozměru tkanin či sítí (min. 10x10 mm) a krytí výztuže 5 -10 mm bylo použito jemnozrný písek 0-4 mm až do poměru 1:3. Jako konečná varianta byla zvolena matrice s přidavkem jemných silikátových filerů a vysokopecní strusky pro dosažení nižší propustnosti pro vodu a jiné agresivní látky, které by mohly způsobit degradaci vložené kovové výztuže. Matrice musí také plně vyhovovat dlouhodobým požadavkům trvanlivosti a užitnosti. Vybrané tkaniny a sítě s průměrem drátu 0,5-0,25 mm byly zafixovány ve zkušebních tělesech ve dvou různých polohách - buď v neutrálné ose nebo v tažených vláknech prvků těsně u jejich povrchu pro porovnání vlivu umístění výztuže na konečné charakteristiky ferrocementových dílců. Zkušební tělesa byla dodána řešitelem výzkumné oblasti

¹MISÁK Petr, Ing., VUT-FAST, Ústav stavebního zkušebnictví, misak.p@fce.vutbr.cz

²LÁNÍK Jaromír, Ing., VUT-FAST, Ústav stavebního zkušebnictví, lanik.j@fce.vutbr.cz

³KUCHARCZYKOVÁ Barbara, Ing., VUT-FAST, Ústav stavebního zkušebnictví, kucharczykova.b@fce.vutbr.cz

⁴ADÁMEK Jiří, Prof. Ing., CSc., VUT-FAST, Ústav stavebního zkušebnictví, adamek.j@fce.vutbr.cz

⁵ČECHMÁNEK René, Ing., VÚSTAH a.s. Brno, cechmanek@vustah.cz

V06 – DAKO Brno s.r.o a VÚSTAH a.s. Brno. Experimenty včetně vyhodnocení byly provedeny na pracovišti ÚSZK VUT-FAST v Brně (řešitel výzkumné části V08/2).

Experimentální část

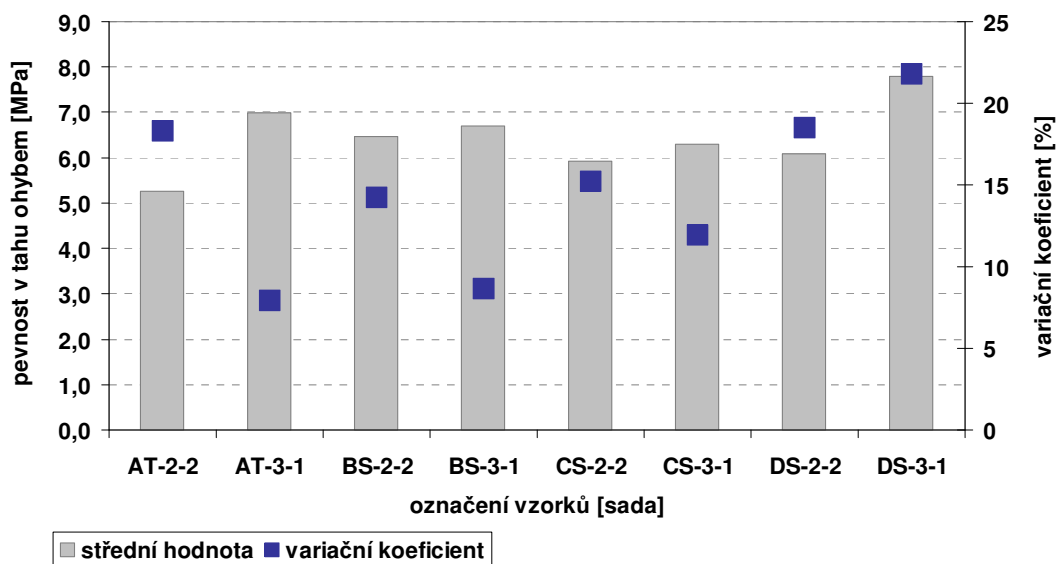
Cílem experimentů bylo zjištění vlivu plošné výztuže na chování výsledného kompozitu při zatěžování ohybem. K vyztužení byly použity ocelové sítě (*S*) či tkaniny (*T*) umístěné ve dvou polohách. Označení 2-2 znamená, že síť (tkanina) byla umístěna v neutrálné ose zkušebního tělesa (tzn. teoreticky 20 mm od tlačných a 20 mm od tažených vláken), označení 3-1 znamená, že síť byla vzdálena 10 mm od tažených vláken zkušebního tělesa. Zkušební tělesa byla vyrobena rozřezáním plošné desky o tloušťce 40 mm na zkušební trámečky o rozměru 40x40x160 mm. Přesný popis zkušebních sad je uveden v Tab.1. Zkušební tělesa byla zatěžována třibodovým ohybem v souladu s ČSN EN 12390 [1].

Tab.1 Popis zkušebních sad

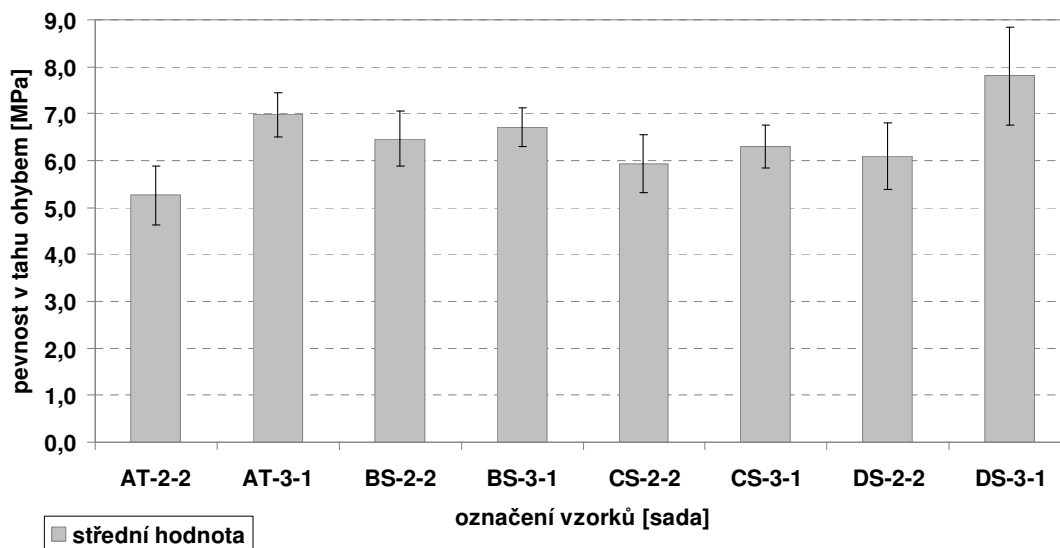
Označení sady vzorků	Druh plošné výztuže
AT-2-2	tkanina s oky 10 mm, tloušťka drátu 1,25 mm, poloha 2-2
AT-3-1	tkanina s oky 10 mm, tloušťka drátu 1,25 mm, poloha 3-1
BS-2-2	síť s oky 15 mm, tloušťka drátu 1,1 mm, poloha 2-2
BS-3-1	síť s oky 15 mm, tloušťka drátu 1,1 mm, poloha 3-1
CS-2-2	síť s oky 18,5 mm, tloušťka drátu 0,6 mm, poloha 2-2
CS-3-1	síť s oky 18,5 mm, tloušťka drátu 0,6 mm, poloha 3-1
DS-2-2	síť s oky 25 mm, tloušťka drátu 1,4 mm, poloha 2-2
DS-3-1	síť s oky 25 mm, tloušťka drátu 1,4 mm, poloha 3-1

Dosažené výsledky

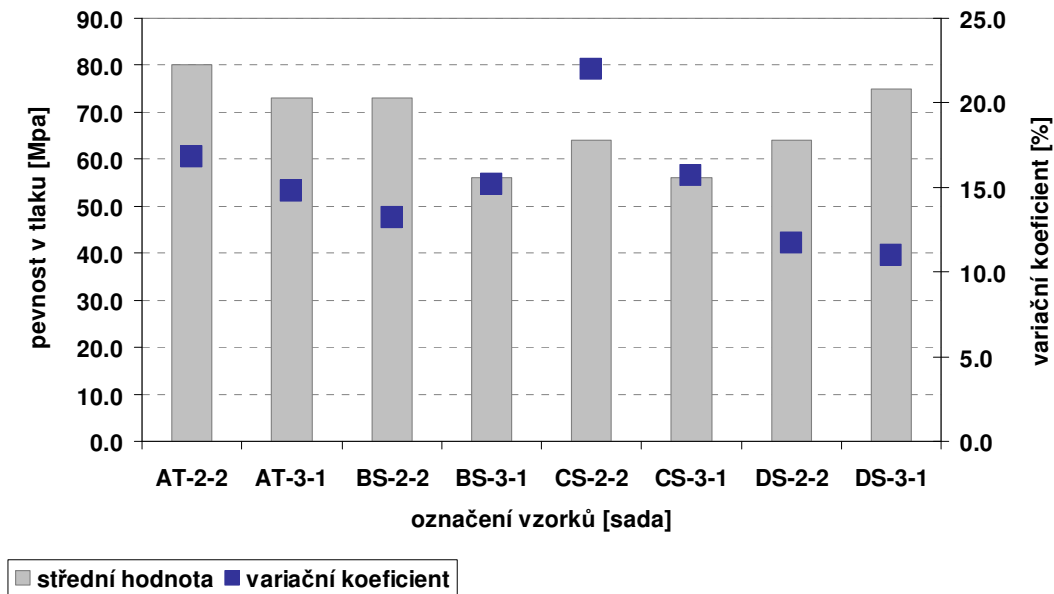
Výsledky experimentů byly zpracovány formou sloupcových grafů. Na Obr. 1 jsou znázorněny střední hodnoty pevnosti v ohybu jednotlivých sad doplněné o variační koeficienty. Obr.2. znázorňuje střední hodnotu pevnosti v ohybu doplněnou o standardní nejistotu provedeného měření, která zahrnuje možné odchylky použité měřicí metody (včetně lidského faktoru), přístrojů a současně variabilitu způsobenou při výrobě. Pro odhad pevnostní třídy použité matrice byla na zlomcích trámečků stanovena pevnost v tlaku, jejíž hodnota se pohybovala mezi 50 – 80 MPa a vykazovala značnou variabilitu. Střední hodnoty včetně variačních koeficientů jsou uvedeny na Obr.3.



Obr. 1. Pevnost v tahu ohybem: Střední hodnota a variační koeficient



Obr. 2. Pevnost v tahu ohybem: Střední hodnota včetně standardní nejistoty měření

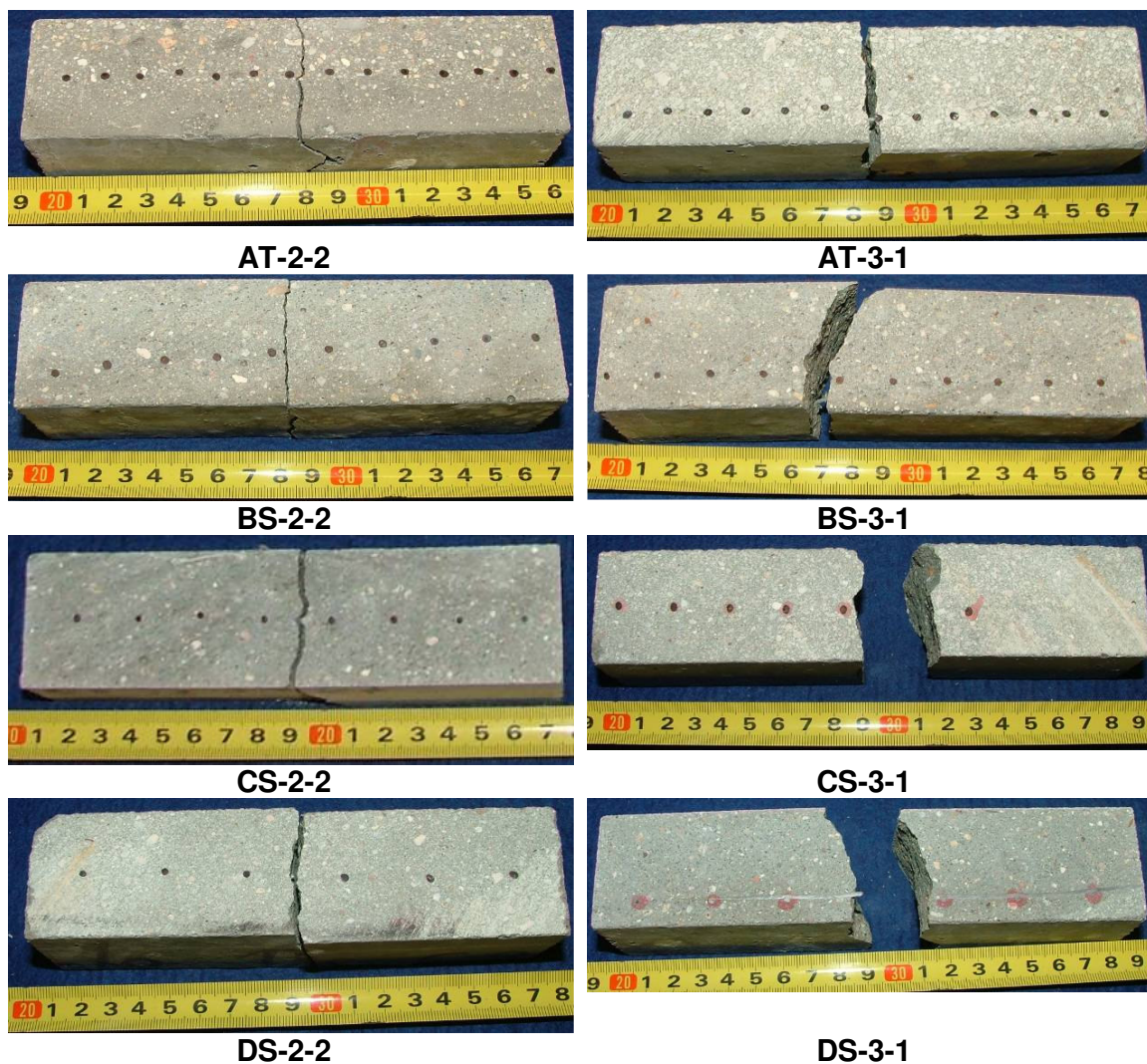


Obr. 3. Pevnost v tlaku na zlomcích: Střední hodnota a variační koeficient

Shrnutí dosažených výsledků

Po provedení analýzy rozptylu (ANOVA) [2] byl stanoven vliv polohy sítě vždy v rámci dvou sad – tzn. matrice i tloušťka drátu byla stejná, lišila se pouze poloha sítě. U vzorků *AT* a *DS* bylo zjištěno, že snížená poloha výztuže má významný pozitivní vliv na pevnost v tahu ohybem. Naopak nebyl prokázán vliv polohy výztuže u vzorků *BS* a *CS*. Výsledky zkoušek byly posuzovány na hladině významnosti 5%.

Dle níže uvedené fotodokumentace vybraných vzorků je ovšem diskutabilní, zda je vůbec vhodné vyhodnocovat vliv polohy sítě na pevnost v ohybu. U vzorků *AT* a *DS* je vidět zřetelný rozdíl v poloze sítě 2-2 (neutrálná osa) a 3-1 (10 mm od taženého okraje). Naopak u vzorků sady *CS* je zřejmé, že se síť nepodařilo vůbec zafixovat a není viditelný rozdíl mezi polohou 2-2 a 3-1. U vybraného vzorku sady *BS* je rozdíl polohy sítě sice viditelný, podélná osa sítě uložené v poloze 2-2 se však nenachází v horizontální rovině. Níže uvedená fotodokumentace (viz Obr.4) zobrazuje pouze úzký výběr vzorků, celkem bylo odzkoušeno 12 vzorků pro každou polohu sítě jednotlivých sad, a není možno zde uvést pro porovnání míru variability fixace sítě v dané poloze. Dá se říci, že variabilita polohy sítě v rámci jedné sady je svým způsobem vyjádřena variabilitou dosažených výsledků. Střední hodnoty pevnosti v tahu ohybem včetně variačních koeficientů jsou uvedeny na Obr. 1.



Obr. 3. Fotodokumentace vybraných zkušebních těles

Závěr

Dle dosažených výsledků lze vyvodit následující závěry:

- během zatěžování tříbodovým ohybem došlo u všech sad bez rozdílu ke křehkému porušení matrice a vzniku mikrotrhliny – více je uvedeno v článku prezentovaném na této konferenci [3]
- dosažené výsledky vykazují značnou variabilitu, což může být v případě pevnosti v tahu ohybem zapříčiněno nedokonalou fixací polohy sítě ve zkušebním hranolu. Variační součinitel při laboratorní výrobě vyšší než 12% lze považovat za značně vysoký
- v dalším stupni výzkumu bude nezbytné pokračovat v řešení složení cementové matrice a najít vhodnou kombinaci výztužné tkaniny či sítě

12th INTERNATIONAL CONFERENCE
Ecology and new building materials and products

s rozptýlenými ocelovými vlákny stejně tak jako s konvenčními výztužnými pruty pro dosažení širšího využití ferrocementových prvků

The paper was prepared under the support of the projects Nr. 1M06005 and Nr. FI-IM3/051.

Literatura

- [1] ČSN EN 12390-5: Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 5: Pevnost v tahu ohybem zkušebních těles ČNI 2001

- [2] MAREK, L., a kol.: Statistika pro ekonomy aplikace, Profesional Publishing, Praha 2005

- [3] KUCHARCZYKOVÁ, B., KERŠNER, Z., PRŮŠA, J. Influence of Reinforcing Metal Grid on Fracture Behaviour of Ferrocement Specimens, The 12th International Conference – Ecology and new building materials and products, Telč 2008