

Antonín LOKAJ¹, Petr AGEL², Kristýna VAVRUŠOVÁ³

**LABORATORNÍ TESTOVÁNÍ SPOJŮ KOLÍKOVÉHO TYPU V CEMENTOŠTĚPKOVÝCH
DESKÁCH VELOX**

LABORATORY TESTS OF DOWEL JOINTS TYPE IN CEMENT-SPLINTER BOARDS

Abstrakt

Cílem tohoto příspěvku je stanovení vybraných pevnostních a přetvárných charakteristik (pevnost v otažení stěny otvoru, pružný modul stlačitelnosti) kolíkových spojů v cimentoštěpkových deskách VELOX na základě destruktivního testování.

Klíčová slova

Cimentoštěpková deska, kolíkový spoj, pevnost v otažení.

Abstract

The aim of this paper is determination of selected strength and deformation characteristics (hole wall tensile deformation, modulus of flexuous compressibility) dowel joints in cement-splinter boards VELOX on the basis of destructive testing.

Keywords

Cement-splinter board, dowel joint, hole wall tensile deformation.

1 ÚVOD

V současné době dochází ve stavebnictví k velkému rozvoji používání nových materiálů na bázi dřeva především v oblasti dřevostaveb. Jedním z těchto materiálů jsou cimentoštěpkové desky VELOX, které jsou vyrobeny z dřevité štěrky jehličnatého dřeva (89 %), cementu a roztoku vodního skla. Cimentoštěpkové desky se používají především v oblasti výstavby rodinných a bytových domů (jako plošné ztužující prvky) a pro výstavbu protihlukových stěn.

Vedle základních fyzikálních a mechanických vlastností těchto desek je potřeba věnovat pozornost i únosnosti a charakteristikám přípojů těchto desek k nosnému dřevěnému rámu.

2 POPIS MĚŘENÍ

Nedestruktivní testování cimentoštěpkových desek VELOX WS a následné destruktivní testování spoje desky a kolíkového spojovacího prostředku bylo provedeno na souboru o 40 vzorcích.

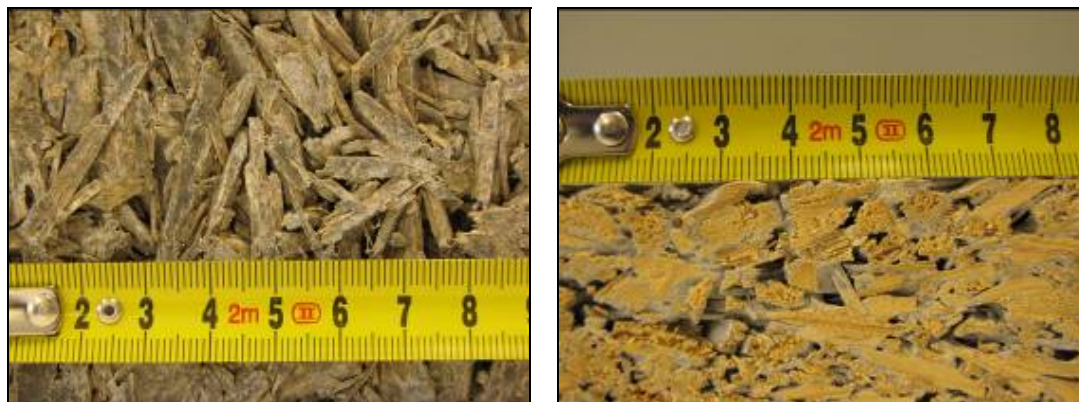
¹ Doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D., Katedra konstrukcí, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 302, e-mail: antonin.lokaj@vsb.cz.

² Ing. Petr Agel, Katedra konstrukcí, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 925, e-mail: petr.agel@vsb.cz.

³ Ing. Kristýna Vavrušová, Ph.D., Katedra konstrukcí, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 375, e-mail: kristyna.vavrusova@vsb.cz.

Testovaný materiál

Pro testování byly použity cementoštěpkové desky VELOX WS s tloušťkou 35 mm a plošnou hmotností 25 kg.m⁻² (obr. 1, 2).



Obr. 1, 2: Detail desky VELOX WS

Spojovací prostředky

Jako spojovací prostředky byly pro testování zvoleny kolíky o průměru 6 mm z oceli pevnostní třídy S235 s pevností v tahu $f_u = 360$ MPa.

2.1 Nedestruktivní metody

Měření vlhkosti

Pro měření vlhkosti vzorků souboru byly využity vpichovací vlhkoměry WNT 650 a WHT 860. Na každém vzorku byla provedena dvě měření.

Stanovení hmotnosti vzorků

Hmotnost byla měřena na digitální váze Soehnle CWE 7745 s přesností měření 5g. Byla provedena dvě vážení s odstupem 6 hodin, a pokud se obě hodnoty nelišily o více než 0,1 % hmotnosti vzorku byly obě hodnoty zaznamenány a hmotnost stanovena jako průměr těchto hodnot.

Rozměry vzorků

Rozměry zkušebních těles byly měřeny s minimální přesností 1 % (rozměry do 150 mm posuvným měřidlem s přesností 0,01mm a rozměry nad 150 mm svinovacím metrem s přesností 0,5 mm) po klimatizování zkušebních vzorků.

2.2 Destruktivní metody

Zkouška kolíkového spoje s deskou VELOX WS

Pro destruktivní testování byl použit hydraulický lis EU 40, který umožňoval vyvodit a plynule registrovat zatížení s mezní chybou ± 1 % zatížení působícího na zkušební těleso a zatlačení spojovacího prostředku do dřeva s mezní chybou ± 1 % zatlačení.

Zkušební těleso

Zkušební těleso byl pravouhlý hranol o rozměrech 35×90×150mm (obr. 3). Tloušťka zkušebního tělesa, 35 mm, odpovídala výrobní tloušťce desky.



Obr. 3: Zkušební vzorky

Před osazením spojovacího prostředku byla zkušební tělesa klimatizována na konstantní hmotnost (výsledky dvou následujících vážení provedených v intervalu 6 h se vzájemně neodlišují více než 0,1 % hmotnosti zkušebního tělesa).

Pro kolíkové spojovací prostředky byly do zkušebních těles předvrtány otvory stejného průměru, jako je průměr kolíku (stejně při jejich užití v praxi).

Ocelový zkušební přípravek

Ocelový zkušební přípravek byl vyroben z konstrukční oceli a navržen tak, aby tření mezi ocelovými deskami a zkušebním tělesem neovlivnilo výsledek zkoušky (obr. 4).



Obr. 4: Ocelový zkušební přípravek

Odhad maximálního zatížení

Maximální hodnota zatížení kolíkového spoje byla stanovena dle EC5 (spoj vnějších tlustých ocelových desek a středního dřevěného prvku – dřevěné desky):

$$F_{ax,Rk} = 0,5 f_{h,2,k} t_2 d = 0,5 \cdot 34,74 \cdot 35 \cdot 6 = 3648 \text{ N} = 3,648 \text{ kN}$$

$$F_{ax,Rk} = 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 2,3 \sqrt{11392 \cdot 34,74 \cdot 6} + 0 = 3544 \text{ N} = 3,544 \text{ kN}$$

kde:

$d = 6 \text{ mm}$ (průměr kolíku);

$t_2 = 35 \text{ mm}$ (tloušťka středního prvku).

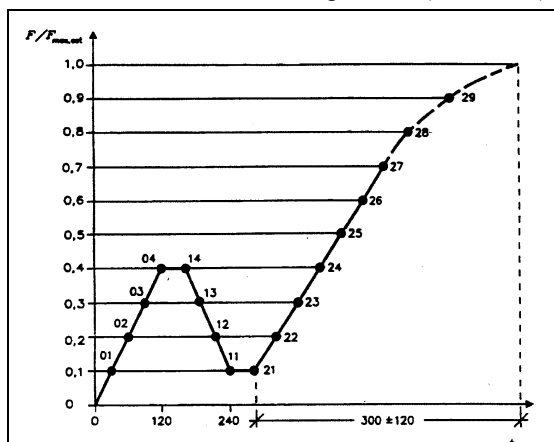
$$f_{h,2,k} = 50d^{-0,6}t^{0,2} = 50 \cdot 6^{-0,6} \cdot 35^{0,2} = 34,74 \text{ MPa}$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 360 \cdot 6^{2,6} = 11392 \text{ Nm}$$

Pozn.: Pro stanovení charakteristické pevnosti cementoštěpkových desek v otlacení v současné době v České republice není přesně určený výpočetní vztah a proto byla pro výpočet použita hodnota pevnosti v otlacení třískových desek a OSB, které mají jak svou skladbou, tak objemovou hmotností k cementoštěpkovým deskám VELOX WS nejbližší.

Zkušební postup

Zatížení bylo zvyšováno do hodnoty $0,4 F_{\max,est}$ a na této hodnotě bylo udržováno 30 s. Dále bylo zatížení sníženo na $0,1 F_{\max,est}$ a na této hodnotě bylo udržováno 30 s. Zatížení bylo posléze zvýšeno tak, že bylo dosaženo maximálního zatížení v průběhu (300 ± 120) s (obr. 5).



Obr. 5: Postup zatěžování [1]

Stanovované charakteristiky spoje

Ze zaznamenaných měření byly spočteny tyto hodnoty:

Pevnost stěny otvoru:

$$f_h = \frac{F_{\max}}{d \cdot t} \quad (1)$$

Pružný modul stlačitelnosti:

$$K_e = \frac{0,4 f_{h,est}}{w_e} \quad (2)$$

kde:

- d – průměr spojovacího prostředku v mm;
- F_{\max} – maximální zatížení v N;
- $f_{h,est}$ – odhadnutá pevnost stěny otvoru v $\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$;
- t – tloušťka desky v mm;
- w_e – pružná deformace.

Odhadnutá pevnost stěny otvoru:

Odhadnutá pevnost stěny otvoru, která vychází z odhadnutého maximálního zatížení je určena z následujícího vztahu:

$$f_{h,est} = \frac{F_{max,est}}{d t} \quad (3)$$

kde:

- $F_{max,est}$ – maximální odhadnuté zatížení v N;
- d – průměr spojovacího prostředku v mm;
- t – tloušťka desky v mm.

Dosazením do vzorce (3) byla stanovena odhadnutá pevnost stěny otvoru, která vychází z odhadnutého maximálního zatížení:

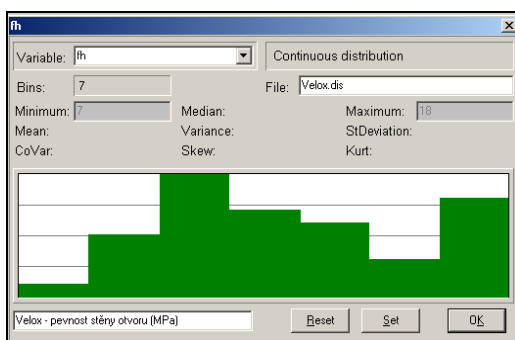
$$f_{h,est} = \frac{F_{max,est}}{d t} = \frac{3544}{6.35} = 16,88\text{MPa}$$

3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Z výsledků získaných z destruktivního testování byla pozornost zaměřena především na stanovení pevnosti stěny otvoru v testovaných cementoštěpkových deskách VELOX WS a pružný modul stlačitelnosti tohoto spoje.

Pevnost stěny otvoru

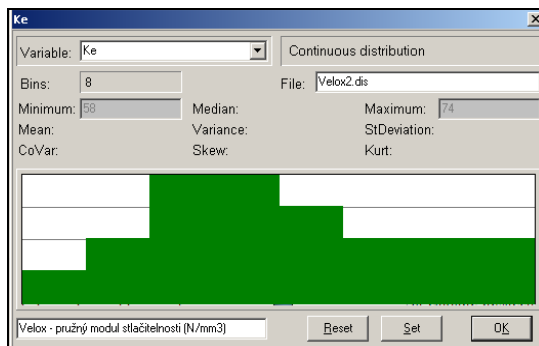
Na základě dosazení získaných hodnot do vzorce (1) byly stanoveny statistické veličiny pevnosti stěny otvoru a sestaven histogram těchto hodnot (obr. 6).



Obr. 6: Histogram naměřených hodnot a aproximace Gaussovým rozdělením pevnosti stěny otvoru

Pružný modul stlačitelnosti

Na základě dosazení získaných hodnot do vzorce (2) byly stanoveny statistické veličiny pružného modulu stlačitelnosti a sestaven histogram těchto hodnot (obr. 7).



Obr. 7: Histogram naměřených hodnot a aproximace Gaussovým rozdělením pružného modulu stlačitelnosti

Výsledné hodnoty

Tabulka 1 uvádí stručný přehled výsledků získaných při destruktivním testování kolíkového spoje s deskou VELOX WS.

Tab. 1: Tabulka výsledných hodnot kolíkového spoje s deskou VELOX WS (X – průměrná hodnota veličiny, SD - směrodatná odchylka, 5 % - 5 % kvantil)

	Výsledné hodnoty		
	X	SD	5 %
Pevnost stěny otvoru – f_h [MPa]	14,85	1,86	11,75
Pružný modul stlačitelnosti – K_e [N.mm ⁻³]	65,70	3,90	59,27

4 ZÁVĚR

Z výše uvedeného je patrné, že charakteristická hodnota (5 % kvantil) pevnosti stěny v otvoru $f_h = 11,75$ MPa, získaná z destruktivního testování, je o cca 30 % nižší než původně odhadovaná hodnota OSB desek $f_{h,est} = 16,88$ MPa, což je zřejmě dáno odlišnou strukturou a hustotou cementoštěpkových desek VELOX WS (viz obr. 1, 2 a 3).

PODĚKOVÁNÍ

Při řešení byly využity výsledky dosažené za finančního přispění MŠMT, projekt 1M0579, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS.

LITERATURA

- [1] ČSN EN 383 Dřevěné konstrukce – Zkušební metody – Stanovení pevnosti stěny otvoru a charakteristik stlačitelnosti pro kolíkové spojovací prostředky, ČNI 06/2007.

Oponentní posudek vypracoval:

Ing. Jaroslav Sandanus, Ph.D., STU Bratislava, Katedra kovových a dřevěných konstrukcí.

Ing. Renáta Korenková, Ph.D., Žilinská univerzita v Žilině, Katedra pozemního stavitelství.