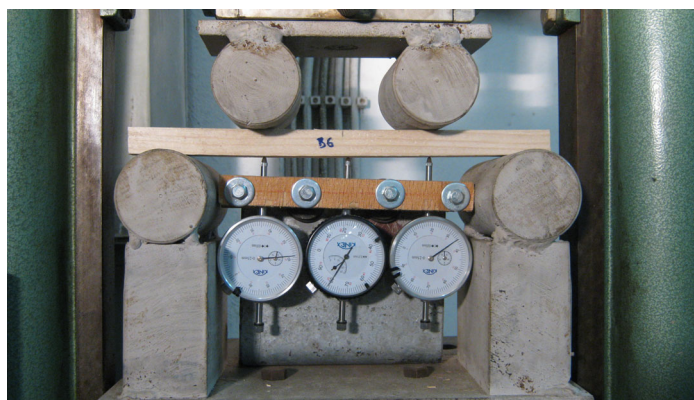
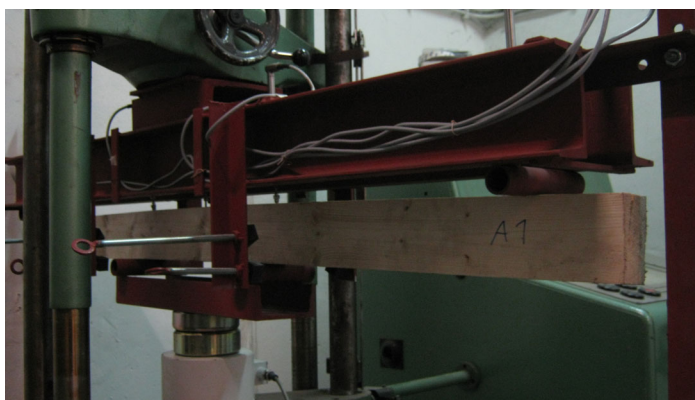


URČENIE MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ DREVA

Pri navrhovaní stavebných konštrukcií je projektantská práca vzhľadom k použitým materiálom častokrát zúžená iba na využitie rôznych tabuliek, príručiek a katalógov. Drevo je prírodný materiál, s čím súvisia aj jeho prirodzené nehomogenity. Drevo je anizotropný materiál, jeho vlastnosti sú v rôznych smeroch rôzne. V porovnaní s ostatnými materiálmi nosných konštrukcií (oceľ, železobetón, hliník, ...) má drevo najväčší rozptyl mechanických vlastností, a tak súčiniteľ spoľahlivosti materiálu je pre drevo v porovnaní so spomenutými materiálmi výrazne vyšší.



1 - Skúšanie veľkých vzoriek; 2 - Vzorka B6 osadená do lisu

Je veľmi pravdepodobné, že mechanické vlastnosti použitého dreva sú v skutočnosti oveľa lepšie, než je uvedené v norme (pri navrhovaní sa používajú 5-percentné kvantily hodnôt pevnosti a modulu pružnosti). Metodika je však dohodnutá v rámci EÚ, takže polemika v tejto oblasti by bola zbytočná.

V rámci výskumnej činnosti a diplomovej práce boli v roku 2011 v laboratóriu Katedry kovových a drevených konštrukcií SvF STU uskutočnené merania mechanických vlastností reziva z lokality, do ktorej bola v rámci diplomovej práce projektovaná drevená konštrukcia zastrešenia športového areálu. Diplomant - dnes už inžinier - Ján Michálik - overil na niekoľkých desiatkach vzoriek vlastnosti dreva zo svojho regiónu.

Predpísaný rozsah tejto rubriky nedovoľuje predstaviť uskutočnené merania a výsledky podrobnejšie, uvádzame ich vo veľmi skrátenej forme.

Experimenty možno podľa druhu vzoriek rozdeliť na dve rôzne skúšky a to:

- Skúška na veľkých smrekových vzorkách (A)
- Skúška na malých smrekových vzorkách (B)

Druhy dreva

Skúšky typu A a B boli vykonané na rezive zo smreka obyčajného (*Picea abies*) pochádzajúceho z lesa z Bolešovskej doliny v Bielych Karpatoch. Rezivo bolo vyťažené a narezané v roku 2009 a odvtedy bolo asi dva roky uskladnené vo vonkajšom prostredí pod strechou. Malé vzorky (B) boli vyrezané a vybraté z bezchybného reziva, t. j. bolo bez hrč a odklony vlákien neboli veľké. Veľké vzorky (A) boli nevyberané, mali hrče, niektoré mali značné výsušné trhliny.

Metodika merania

Skúšky vzoriek dreva boli zamerané na zistenie pevnosti dreva v ohybe, z nameraných hodnôt boli stanovené aj hodnoty modulu pružnosti v ohybe. Nedeštruktívnym spôsobom bola meraná hĺbka vniknutia hrotu do dreva prístrojom Pilodyn 6J. Hustota dreva bola určená pri odmeranej vlhkosti dreva odvážaním všetkých malých vzoriek známych rozmerov. Takisto boli sledované smer letokruhov v priereze malých vzoriek, a smer polomerov letokruhov v priereze veľkých vzoriek. Skúšobné telesá boli klimatizované, teda mali konštantnú hmotnosť.

Skúška na veľkých smrekových vzorkách (A)

Veľkosť vzorky bola: výška 95 mm, šírka 45 mm, dĺžka 1 600 mm. Otočenie vzorky bolo náhodné, hrče sa vyskytovali pri hornom aj spodnom okraji. Ťahaná strana vzorky bola teda vybraná náhodne, ako to požaduje STN EN 384. Vzorky neboli triedené, dve strany boli ohobľované na dosiahnutie kolmosti strán (počet vzoriek - 16).

Deformácie boli merané indukčnými snímačmi dráhy HBM-WA, bol použitý lis ZDMU30, sila bola meraná silomermom HBM-C6A.

Rýchlosť zaťažovania aj odľahčovania bola 2 mm/min., čo spĺňa požiadavku STN EN 408. Na každom zaťažovacom stupni bolo zaťažovanie zastavené aspoň na 5 sekúnd, aby sa deformácie ustálili.

Štatistická analýza údajov a určenie celkového výsledku skúšky:

- Priemerná (charakteristická) hodnota modulu pružnosti v ohybe $E_{0,mean}$ a 5 % kvantil modulu pružnosti v ohybe $E_{0,05}$
- Charakteristická hodnota modulu pružnosti v ohybe stanovená zo 14 vzoriek je $E_{0,mean} = 8\,520,4$ MPa

- 5 % kvantil modulu pružnosti v ohybe stanovený zo 14 vzoriek je $E_{0,05} = 6031,4$ MPa
- 5 % kvantil pevnosti v ohybe $f_{m,0,05}$ a priemerná hodnota pevnosti v ohybe $f_{m,priem}$

Aby bolo možné vyhodnotiť 5 % kvantil, je podľa STN EN 384 potrebná skúška aspoň 40 ks vzoriek. Skúšaný súbor mal však iba 16 vzoriek, preto bol zavedený predpoklad normálneho (Gaussového) rozdelenia početnosti vzoriek. Ak by bolo vyskúšaných nekonečno vzoriek, rozdelenie ich početností by bolo normálne.

Hodnoty zistených pevností v ohybe sa pohybovali od 28,056 do 44,531 MPa.

Na rozdelení pevnosti vzoriek v ohybe možno pozorovať súvislosť so spôsobom kolapsu vzorky. Pri vzorkách, ktorých kolaps nastal nedokonalosťou reziva (zlomenie na hrči, odštiepenie odklonených vlákien, odštiepenie po vysúšacej trhline), je nižšia hodnota dosiahnutej pevnosti, ako pri tých vzorkách, ktorých zlyhanie nastalo krehkým kolapsom materiálu, teda pretrhnutím fahaných vlákien – uvedených na nasledujúcom grafe.

Tento poznatok hovorí o tom, že vhodným vizuálnym triedením by bolo možné z týchto vzoriek vybrať tie s vyššou pevnosťou a oddeliť ich od vzoriek s nižšou pevnosťou. Získali by sme tak aj vyšší 5 % kvantil hodnoty pevnosti pre vzorky bez nedokonalostí a efektívnejšie využitie materiálu.

- 5 % kvantil hodnoty pevnosti dreva v ohybe stanovený zo 16 vzoriek je $f_m = 25,459$ MPa.
- Priemerná hodnota pevnosti dreva v ohybe stanovená zo 16 vzoriek je $f_{m,priem} = 35,787$ MPa.
- Zatriedenie skúšaného reziva do triedy pevnosti podľa STN EN 338
- Podľa pevnosti v ohybe stanovenej zo 16 vzoriek je možné skúšané

rezivo veľkých vzoriek (A) – rezivo s nedokonalosťami – zatriediť podľa STN EN 338 do triedy pevnosti C 22.

Skúška na malých smrekových vzorkách (B)

Veľkosť vzorky bola: výška 20 mm, šírka 20 mm, dĺžka 300 mm. Vzorky boli bezchybné, triedené tak, aby neobsahovali nijaké nedokonalosti. Otočenie vzorky bolo náhodné. Sklon vlákien bol zaznamenaný, no takmer všetky vzorky boli odklonené približne 45° od hrany prierezu (počet vzoriek bol 38).

Rozmery zaťažovacej schémy skúšky spĺňajú požiadavky ČSN 49 0116. Na tieto rozmery je usporodovaný aj zaťažovací lis v laboratóriu.

Štatistická analýza údajov a určenie celkového výsledku skúšky:

- Priemerná (charakteristická) hodnota modulu pružnosti v ohybe $E_{0,mean}$ a 5 % kvantil modulu pružnosti v ohybe $E_{0,05}$
- 5 % kvantil je určený na základe aritmetického priemeru a smerodajnej odchýlky, ktoré boli vypočítané zo súboru 38 vzoriek pri predpoklade normálneho rozdelenia súboru.
- Charakteristická hodnota modulu pružnosti v ohybe stanovená z 38 vzoriek je $E_{0,mean} = 15 904,5$ MPa.
- 5 % kvantil modulu pružnosti v ohybe stanovený zo 38 vzoriek je $E_{0,05} = 12 715,6$ MPa.
- 5 % kvantil pevnosti v ohybe $f_{m,0,05}$ a priemerná hodnota pevnosti v ohybe $f_{m,priem}$

Kvôli malému počtu vzoriek sa pri vyhodnotení postupovalo podobne, ako v predošlom prípade.

- Hodnoty zistených pevností sa pohybovali od 48,330 do 104,369 MPa, priemerná hodnota bola 82,248 MPa.
- 5 % kvantil hodnoty pevnosti dreva

v ohybe stanovený z 38 vzoriek je $f_m = 62,956$ MPa.

- Priemerná hodnota pevnosti dreva v ohybe stanovená z 38 vzoriek je $f_{m,priem} = 82,248$ MPa.
- Zatriedenie skúšaného reziva do triedy pevnosti podľa STN EN 338
- Podľa pevnosti v ohybe stanovenej z 38 vzoriek je možné skúšané rezivo malých smrekových vzoriek (B) – drevo bez nedokonalostí zatriediť podľa STN EN 338 do triedy pevnosti C 40.

Záver

Skúškami dreva boli zistené niektoré mechanické vlastnosti skúšaného dreva. Interpretácia nameraných údajov bola urobená so zavedením zjednodušujúcich predpokladov. Vyhodnotením skúšok možno konštatovať:

- Aby bolo možné využívať rezivo v konštrukcii hospodárne, je potrebné aspoň vizuálne triedenie drevených prvkov. Presnejšie výsledky sa dosiahnu priamo mechanickou skúškou – strojovým triedením.

- Moduly pružnosti dreva v ohybe zistené z veľkých smrekových vzoriek (A) nezodpovedajú modulom pružnosti tej pevnostnej triedy, do ktorej boli podľa pevnosti v ohybe vzorky (A) zaradené. Namerané charakteristické hodnoty modulu pružnosti sú asi o 15 % nižšie ako normové.

Je potrebné konštatovať, že meraný súbor v prípade (A) a tiež v prípade (B) bol pomerne malý, takže výsledky nie je možné zovšeobecniť, avšak na potvrdenie resp. predbežné overenie mechanických vlastností konkrétneho dreva možno považovať predstavené merania za veľmi prínosné.

Výrobcovia dreva na Slovensku venujú, podľa nášho názoru, triedeniu dreva veľmi malú pozornosť. Je to na škodu veci, pretože takýmto postupom sa dobré vlastnosti dreva dajú zúžitkovať ešte lepšie a vyrobené rezivo prípadne zaradiť do vyššej triedy pevnosti, čím by stúpila aj jeho cena. Nameraná pevnosť v ohybe 104 MPa potvrdzuje, že drevo je materiál, ktorý nielen dobre vyzerá, pekne vonia a na dotyk je príjemné, ale je to aj materiál s výbornými pevnostnými vlastnosťami.

*Ing. Ján Michálik,
doc. Ing. Jaroslav Sandanus, PhD.,
Ing. Kristián Sógel, PhD.,
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Foto: archív autorov*

Graf – Pevnosti vzoriek a charakter ich porušenia

