Nosné konštrukcie z krížom lepeného dreva – príklady realizácií

Príspevok nadväzuje na článok „Nosné konštrukcie z krížom lepeného dreva" uverejnený v minulom čísle časopisu Materiály pro stavbu 3/2012. Krížom lepené drevo (čes. křížem lepené dřevo, nem. BSP – BrettSPerrholz, angl. CLT – Cross Laminated Timber, obchodný názov v niektorých krajinách X-LAM) je materiál, ktorý sa pomerne rýchlo presadil v masívnych drevených konštrukciách, v bytovej výstavbe a viacpodlažnej výstavbe nielen v Európe, ale aj v USA a Kanade. Konštrukcie z neho sú ekologické, ekonomické a atraktívne riešenie (aj) viacpodlažných stavieb.

Aquapark Podhájska (Obr. 1, 2)
Tento projekt bol v rokoch 2009–2010 prvým projektom na Slovensku, kde boli použité CLT-elementy ako nosné stropné prvky. V kombinácii s lepeným lamelovým drevom, ktoré je použité ako nosná konštrukcia strechy vodopádu a tiež ako prievlaky stropu, bola vytvorená veľmi pôsobivá konštrukcia. Drevo použité v tomto projekte je nielen atraktívne z architektonického hľadiska, ale zároveň sú tu využité aj jeho ďalšie pozitívne vlastnosti: rýchla montáž predpripravených dielcov, výborné stavebno-fyzikálne vlastnosti, možnosť vytvorenia zakrivených prvkov z lepeného lamelového dreva, energetická nenáročnosť pri výrobe.

Bytové domy L'Aquila, Taliansko (Obr. 3–7)
Po ničivom zemetrasení v meste L'Aquila v apríli 2009 sa bez strechy nad hlavou ocitlo niekoľko tisíc ľudí. Situácia si vyžadovala rýchle a zároveň trvalé riešenie, provizórium pre také množstvo ľudí nepripadalo do úvahy. Už v máji 2009 bola vypísaná súťaž na stavbu bytov pre 4000 osôb, 18. júna boli podpisované zmluvy s dodávateľmi, 11. júla sa začalo stavať, 4. septembra boli odovzdané prvé domy a 30. októbra 2009 **(t.j. za 4,5 mesiaca od podpísania zmlúv!!!)** boli odovzdané všetky domy.

Tender bol vypísaný na 150 bytových domov s maximálne tromi nadzemnými podlažiami, v ktorých bolo celkovo 4000 bytov. Boli zadané veľkosti pôdorysu na každý dom a tiež horná hranica nákladov na jednotkovú plochu bytu. Zaujímavosťou boli kritériá výberu ponúk, kde zo 100 maximálne možných získaných bodov bolo iba 25 pridelených nákladom na stavbu. Ostatné kritériá sú nasledovné:
25 bodov – náklady,
15 – architektonický vzhľad,
10 – energetická efektívnosť,
10 – obnoviteľnosť materiálov,
10 – doba realizácie,
5 – hustota obyvateľstva,
5 – využitie plochy,
5 – možnosť prístavby,
5 – využitie priestoru,

spolu 100 bodov.

V tomto tendri dostali firmy, ponúkajúce domy postavené z dreva, **viac ako 50 % zákaziek**! Popri porovnateľných nákladoch s ostatnými materiálmi bolo veľkým plusom pre domy z dreva najmä vysoké hodnotenie energetickej efektívnosti a použitia obnoviteľných materiálov, kde „klasické" materiály získali oveľa menej bodov...

Z technologického hľadiska boli zvolené dva spôsoby montáže tepelnej izolácie na steny z krížom lepeného dreva – montáž v dielni a montáž na stavbe.

Fasády domov boli ponúknuté v dvoch alternatívach – prevetrávaná fasáda s vonkajšou cementotrieskovou doskou alebo kontaktný zateplovací systém s omietkou. Skladby obvodových stien sú uvedené v predchádzajúcom čísle časopisu.

V projekte bol použitý pozdĺžny nosný systém (obvodové steny a steny vnútornej chodby), ktorý umožňoval hromadnú výrobu rovnakých stenových a stropných dielcov. Tieto boli na stavbu privážané a vzápätí montované bez skladovania.

Zaujímavosťou je tiež, že aj nosná konštrukcia schodísk a únikových východov je zhotovená z krížom lepeného dreva. V Taliansku, Nemecku, Rakúsku, Švajčiarsku a mnohých iných krajinách sú totiž **podmienky a predpisy týkajúce sa posudzovania a najmä používania dreva z hľadiska požiaru** na celkom inej úrovni, ako je tomu na Slovensku. Je možné, že „rakúske" alebo „nemecké" drevo horí inak ako „slovenské" drevo? Problém je určite niekde inde ako v materiáli...

Obr. 1: Promenáda, kruhové otvory sú vynechané pre stromy, foto: František Lužica, Tectum Novum

Obr. 2: Nosná konštrukcia stropu – prievlaky z LLD, stropná doska z krížom lepeného dreva, foto: František Lužica, Tectum Novum

Obr. 3: Základová konštrukcia a prvé podlažie zo ŽB, pripravené sú oceľové kotevné prvky a nosná konštrukcia schodiska, foto: Proholz

Obr. 4: Osadenie prvého elementu, foto: Proholz

Obr. 5: Montáž posledného podlažia, foto: Proholz

Obr. 6: Schodisko ako výstužný prvok, tepelná izolácie bola namontovaná vo výrobe, foto: Proholz

Obr. 7: Hotová fasáda (cem. triesková doska) v 2. NP, montáž fasádnych vrstiev v 3. NP a 4. NP, foto: Proholz

V roku 2009 bola stavba bytových domov v L'Aquila najrozsiahlejšou stavbou s drevenou nosnou konštrukciou. Na jeden dom, v ktorom bolo 23 bytov, bolo spotrebovaných cca 620 m^3 krížom lepeného dreva. Náklady na domy predstavovali 1160 eur/m^2 obytnej plochy [1].

Rýchlejšie ako plánované – strešná konštrukcia nákupného centra G3 Gerasdorf (Obr. 8–11)
Najnovší projekt nákupného centra pre Viedeň a okolie je investícia spoločnosti Bauträger Austria Immobilien AG (BAI) za 200 miliónov eur. Pre túto spoločnosť je využívanie obnoviteľných surovín a „ekologizácia" projektov jedným z najdôležitejších parametrov.

Drevená strešná konštrukcia, ktorá má dĺžku takmer 800 metrov, je veľmi pôsobivou časťou tohoto rozsiahleho komplexu. Výstavba strechy prebiehala rýchlešie, než bolo v pláne. Aj vďaka tomu, že všetky drevené prvky boli na stavbu privážané hotové bez ďalších nutných úprav. Na streche je použitých 8500 m^3 krížom lepeného dreva a 3500 m^3 lepeného lamelového dreva. Prevažná časť stropných elementov mala pôdorysné rozmery 3x16 metrov, takže osadením jedného elementu bolo zhotovených 48 m^2 stropnej nosnej konštrukcie.

Drevo bodovalo pri „ekocertifikácii". Celý komplex budov bol certifikovaný podľa medzinárodného LEED-systému, kde drevené časti konštrukcie prinášali bonusové body, čo bolo pre investora veľkým prínosom.

Podľa vyjadrení investora neboli pri schvaľovaní projektu žiadne problémy z hľadiska použitia dreva a „požiarnej problematiky".

Najvyšší dom s drevenou nosnou konštrukciou (Obr. 12)
Najvyšší bytový dom s drevenou nosnou konštrukciou v Európe (v roku 2009) stojí v Londýne. Dom je vysoký 29,75 m, má štvorcový pôdorys, 9 podlaží, z toho prvé je zhotovené ako ŽB konštrukcia.

Je to stavba, ktorá bola projektovaná s myšlienkou ochrany životného prostredia. V konkurencii so železobetónovou konštrukciou zvíťazilo drevo vďaka schopnosti viazania CO_2 počas plánovanej životnosti objektu. Konštrukčným prvkom sú predpripravené panely z krížom lepeného dreva.

Obmedzenia počtu podlaží vo Veľkej Británii nemajú – bez ohľadu na to, z akého materiálu sa stavia. Objekt musí spĺňať predpísanú požiarnu odolnosť a tým je všetko dané. Predpisy týkajúce sa požiarnej odolnosti stavby sú teda v jednotlivých krajinách veľmi rôzne. V Rakúsku, Nemecku a Švajčiarsku sú 4 podlažia z dreva štandardne povolené, väčší počet podlaží si vyžaduje individuálne riešenie.

V roku 2008 bol „porušený" predpis v Berlíne – stavbou 7podlažného bytového domu s drevenou nosnou konštrukciou.

Panely z krížom lepeného dreva sú použité jednak na stenové prvky a jednak na stropné prvky. V prípade stropov sú hrubé 146 mm, spájané sú na pero a drážku diagonálnymi skrutkami, čím sa dosiahla vodorovná tuhosť horizontálnej roviny a schopnosť preberania vodorovných síl. Objekt je naviac vystužený výťahovými šachtami – ich steny sú tiaktiež zhotovené z CLT-elementov výšky 11,5 m. Spoje jednotlivých stien sú výškovo odsadené, aby sa dosiahla rovnomernejšia a vyššia tuhosť výťahovej šachty. Steny a schodiskové podesty sú takisto z CLT.

Predsadená fasáda z cementotrieskových dosiek pozostáva zo 70 percent z recyklovaného dreva.

Podľa požiarnych predpisov vo Veľkej Británii musí každá nosná časť konštrukcii vykazovať príslušnú požiarnu odolnosť, čo však **nie je podmienené nehorľavosťou materiálu**, z ktorého je prvok zhotovený. Podmienkou bolo, aby schodiská mali 120-minútovú požiarnu odolnosť. Nosné prvky boli navrhované na F90, ostatné elementy na F60.

Podrobnejšie bola tematika viacpodlažných budov z dreva prezentovaná v časopise ASB špeciál 2010 [2].

Obr. 8: Polovica objektu vo výstavbe, strešná konštrukcia je kombináciou CLT a LLD

Obr. 9: Promenáda

Obr. 10: Prípoj hlavného nosníka na oceľový stĺp

Obr. 11: Montáž nosníkov z LLD, na ktorých budú uložné stropné elementy

Budúcnosť dreva – realita alebo vízia?

Vyššie vymenované výhody dreva v nosných konštrukciách a všeobecne v stavebníctve otvárajú tomuto materiálu aj v oblasti viacpodlažných stavieb doslovne „cestu do výšin".

Štúdia 20podlažného objektu s drevenou nosnou konštrukciou vo Viedni a najnovšia štúdia 30podlažného objektu vo Vancouveri dokazujú, že vyspelé krajiny zaraďujú drevo skutočne ako „materiál budúcnosti".

Výstavba (a najmä prekonanie administratívnych prekážok a konzervatívnych predpisov v oboch krajinách...) viac ako dvojpodlažných objektov s drevenou nosnou konštrukciou na Slovensku a v Českej republike môže byť jedným z dôkazov, že aj naše krajiny to myslia s ekologizáciou hospodárstva a znížením produkcie CO_2 naozaj vážne.

Obe krajiny majú v tejto oblasti veľmi dobré predpoklady – Slovensko je v rámci Európy štvrtá krajina (po Fínsku, Švédsku a Rakúsku) s najväčším percentom lesných plôch a Česká republika je piata v poradí.

MANFRED AUGUSTIN,
JAROSLAV SANDANUS

foto (ak nie uvedené) archív autorov

Literatúra:

1) Sandanus, J.: Nové produkty a ich využitie v drevených konštrukciách, Seminár Prolignum, Nitra 2010.
2) Sandanus, J.: Drevená nosná konštrukcia pre viacpodlažné domy, ASB špeciál 2010, vydáva: JAGA Group Bratislava.
3) http://edition.cnn.com/2012/03/15/tech/eco-wood-skyscrapers/index.html?hpt=hp_c3.

*Dipl.-Ing. Dr. techn. Manfred Augustin (*1970) je absolventem Technické univerzity v Grazu, pracuje jako výzkumník v Inštitutu dřevostaveb a technologie dřeva TU Graz (Institut für Holzbau und Holztechnologie, Technische Universität Graz, Rakousko)*

*Doc. Ing. Jaroslav Sandanus, Ph.D., (*1965) je absolventem Stavební fakulty Slovenské technické univerzity v Bratislavě (SvF STU), kde v současné době působí jako docent na katedře kovových a dřevěných konstrukcí. Zabývá se pedagogickou a vědecko-výzkumnou činností, rovněž spolupracuje s praxí v oboru dřevěných a ocelových konstrukcí. Je autorizovaným stavebním inženýrem pro statiku nosných konstrukcí.*

Obr. 12: Bytový dom Murray Grove v Londýne, 1 podlažie zo ŽB + 8 podlaží z dreva, foto: Proholz