

AKO PRINIESŤ VÝHODY DREVOSTAVIEB NA SLOVENSKO?



2023



Ako priniesť výhody drevostavieb na Slovensko?

Autori: Ing. Július Golej, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave (kapitola 1 až 5), IstroAnalytica Advisory, (kapitola 6), doc. Ing. Vladimír Mózer, PhD., ČVUT Praha, (kapitola 7)

Fotografia na obálke: HoHo Wien, Viedeň, Rakúsko, Zdroj: [96]

Fotografia na str. 3: YN Gemeinschaftswohnen im Wedding, Berlín, Nemecko, Zdroj: [84b]

Vydavateľ: Vydala Slovenská rada pre zelené budovy - občianske združenie (SKGBC) v máji 2023.

Rok vydania: 2023.

Prvé vydanie. Počet strán 70.

Všetky práva vyhradené.

Tento dokument je **Pozičným dokumentom** projektu Iniciatíva za moderné drevostavby, ktorý založila Slovenská rada pre zelené budovy spolu so svojimi členmi, ďalšími združeniami a odborníkmi z akademického prostredia v roku 2022. Slovenská rada pre zelené budovy je hlavný ambasádor udržateľnej výstavby na Slovensku. Neziskové občianske združenie bolo založené v novembri 2010 a zasadzuje sa o to, aby sa ekonomicky, ekologicky a esteticky navrhované budovy so zdravým vnútorným prostredím, v ktorých sa nemrhá energiou ani inými zdrojmi, stali na Slovensku štandardom.

OBSAH



01	Úvod	05
02	Stavebníctvo a jeho súčasné požiadavky	07
03	Stavebné materiály na báze dreva	13
04	Ekologické argumenty pre výstavbu z dreva	23
05	Argumenty efektívnosti pre výstavbu z dreva	29
06	Ekonomické argumenty pre výstavbu z dreva	33
07	Požiarne bezpečnosť drevostavieb	47
08	Príklady nadštandardných projektov výškových drevostavieb	61

Obytný dom Barnim Kante, Teutoburger Platz, Berlín, Nemecko (2009)



Zdroj: [1a]

Eisberg, Berlín, Nemecko (2019)



Zdroj: [1b]

ÚVOD

Slovenská rada pre zelené budovy (SKGBC) spolu s ďalšími združeniami a odborníkmi z akademického prostredia založili *Iniciatívu za moderné drevostavby* s cieľom podporiť drevo ako udržateľnú surovinu v modernom stavebníctve a **umožniť výstavbu drevostavieb do požiarnej výšky 22,5 m** pre všetky typy stavieb bez ohľadu na typ konštrukcie. Iniciatíva vznikla v septembri 2022 a v čase finalizácie tohto dokumentu v máji 2023 mala **11 partnerov a 18 podporovateľov**, ktorých počet neustále narastá.

Partneri iniciatívy: Corwin SK, Cresco Real Estate, ESET, Immocap, J&T Real Estate, Knauf Insulation, MiddleCap, Peikko Slovakia, Saint Gobain Slovensko, Woodrock, YIT Slovakia.

Podporovatelia iniciatívy: Budovy pre budúcnosť, Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene, Fakulta architektúry a dizajnu STU v Bratislave, Inštitút pre pasívne domy, Inštitút Slovenskej komory architektov, Kontrakting, Manifest 2020, Metropolitný inštitút Bratislavy, Pokorný architekti, Poláček & Partners, R.A.U. - QArtAll atelier, Siebert + Talaš, Stavebná fakulta STU v Bratislave, Stavebná fakulta Technickej univerzity v Košiciach, Stavíme z dreva, VÚB banka, Zelená stavba, Zväz spracovateľov dreva.

Využívanie dreva ako stavebného materiálu v modernom stavebníctve je v súčasnosti na Slovensku nedostatočné. Drevostavby vytvárajú potenciál pre využitie domácej suroviny s vyššou pridanou hodnotou. Na Slovensku už existuje základ ekosystému na realizáciu prefabrikovanej výstavby na báze dreva. Veľa spoločností je aktívnych v realizácii montovaných stavieb, i keď ide takmer výlučne o rodinné domy. Pritom práve otvorenie ďalšieho segmentu výškových drevostavieb môže odpoveďou na množstvo súčasných problémov slovenského stavebníctva, ako je nedostatok pracovnej sily, potreba výstavby veľkého množstva bytov v pomerne krátkom čase (plánované nájomné bývanie) alebo dekarbonizácia odvetvia.

Aktuálne predpisy na Slovensku dnes umožňujú stavby na báze dreva len do výšky 5 nadzemných podlaží a neumožňujú rozvoj vyšších drevostavieb, čo je v porovnaní s predpismi v iných krajinách podhodnotené. Táto výška je v súčasnosti nedostatočná vzhľadom na vysoké ceny pozemkov a efektivitu ich využitia, a to najmä v hlavnom meste a ostatných krajských mestách, čo odrádza investorov od realizácie drevostavieb. **Plnému využitiu dreva ako stavebného materiálu tak bránia niektoré bariéry, ktoré by sa dali eliminovať úpravou legislatívy.** Relatívne jednoduchá zmena vyhlášky pritom môže vytvoriť priestor pre uplatnenie moderného spôsobu výstavby drevostavieb na Slovensku a pomôže s plnením ambícií v Pláne obnovy, Európskych štrukturálnych a investičných fondov (EŠIF), ale i zmierňovaním dopadov na životné prostredie, prinesie zdravšie budovy a v neposlednej rade pomôže s celkovou modernizáciou krajiny.

Táto štúdia bola vypracovaná a slúži ako hlavný **argumentačný materiál**, prečo drevo ako stavebný materiál a drevostavby ako objekty vytvorené prevažne z týchto materiálov, sú súčasťou riešení aktuálnych celospoločenských problémov. **Drevostavby vo svojej podstate reflektujú všetky udržateľné aspekty: environmentálne, sociálne a ekonomické.** Neustále silnejšie dopady klimatickej krízy, neúmerná energetická spotreba pochádzajúca najmä z fosílnych palív a s ňou spojená významná uhlíková stopa utvárajú predpoklad, že udržateľný prístup k lesom a samotnej produkcii dreva môžu tvoriť významné prvky k zmierňovaniu nepriaznivých environmentálnych scenárov pre ľudstvo. Práve v dreve a výrobkoch z dreva vidíme východisko a obrovský potenciál udržateľného, obnoviteľného a zároveň v našich podmienkach dostupného stavebného materiálu, ktorý je cenou a svojimi vlastnosťami dosiaľ neprekonaný surovinový zdroj. **V súčasnosti sa dôraz kladie na znižovanie energetickej bilancie už v štádiu návrhu budov a do popredia sa dostávajú uhlíkovo neutrálne budovy a množstvo zabudovaného uhlíka v budovách.** Keď sa do toho zahrnú aj aktuálne skutočnosti, akými sú radikálny nárast cien energií a ich cenová nestabilita, neustály pokles v zásobách fosílnych palív, neustály nárast cien stavebných prác, sprísňovanie legislatívy v tepelnej ochrane budov a zvyšovanie štandardov na tepelnú ochranu, tlak na znižovanie spotreby energií a dopadov na životné prostredie a s týmto všetkým prepojené zvyšovanie investičnej náročnosti, potom práve stavby a konštrukcie na báze dreva sa ukazujú ako ideálne riešenie ako sa vysporiadať s týmito javmi.

Štúdia je rozdelená na šesť tematických oblastí:

- Prvá oblasť je zameraná na **odvetvie stavebníctva**, jeho špecifiká a súčasné požiadavky, akými sú rýchlosť výstavby, sebestačnosť vo výrobe materiálov a uhlíková neutralita. Zároveň ponúka riešenie v podobe dreva ako sebestačného a udržateľného zdroja.
- Druhá časť je venovaná **konštrukčným systémom** drevených stavieb a stavebným materiálom na báze dreva, ktoré sú najčastejšie využívané pri výstavbe moderných drevostavieb.
- Tretia oblasť je venovaná hlavným **ekologickým argumentom** pre výstavbu z dreva, ďalej rozoberá udržateľnosť a uhlíkovú stopu budov, podrobnejšie opisuje drevo ako obnoviteľný zdroj a analyzuje jeho životný cyklus.
- Štvrtá časť sumarizuje hlavné **argumenty efektívnosti** pre výstavbu z dreva a poukazuje na hlavné výhody drevostavieb.
- Piata kapitola analyzuje **ekonomické argumenty** pre výstavbu z dreva. Poskytuje zhodnotenie ekonomického potenciálu drevostavieb budov so 6 – 8 nadzemnými podlažiami v Slovenskej republike. Súčasná legislatíva v SR budovať drevostavby v uvedenej výške (t.j. až do 22,5 m) neumožňuje, preto je hlavným poslaním tejto analýzy ekonomicky odôvodniť zmenu legislatívy, o ktorú táto Iniciatíva v SR usiluje.
- Šiesta kapitola je venovaná **aspektom požiarnej bezpečnosti** drevostavieb a dreva ako konštrukčného materiálu. Opisuje historický prehľad vývoja požiarnej bezpečnosti, analyzuje súčasné požiadavky požiarnej bezpečnosti na drevostavby a drevo ako konštrukčný materiál, uvádza prehľad relevantných požiadaviek požiarnej bezpečnosti na drevostavby a drevo ako konštrukčný materiál v zahraničí a nakoniec rozoberá konkrétne možnosti úprav požiadaviek požiarnej bezpečnosti na drevostavby a drevo ako konštrukčný materiál.

V štúdii, medzi jednotlivými kapitolami uvádzame konkrétne 6 až 8 podlažné zahraničné projekty drevostavieb, predstavujúce úspešné príklady, o ktoré usiluje práve táto Iniciatíva. Naopak, posledná kapitola predstavuje nadštandardné **svetové projekty** výškových drevostavieb, ktorých realizácia v slovenských podmienkach však nie je ambíciou tejto Iniciatívy. Prostredníctvom týchto výnimočných príkladov skôr chceme ukázať to, že drevo je u nás pomerne podceňovaný a zďaleka nedostatočne využitý stavebný materiál. V efektívnejšom využití dreva v našich podmienkach vidíme obrovskú perspektívu, ktorú ilustrujeme na nasledujúcich stranách tejto štúdie a navrhujeme konkrétnu zmenu predpisov na základe overených postupov využívaných v zahraničí.

STAVEBNÍCTVO A JEHO SÚČASNÉ POŽIADAVKY

Stavebníctvo ako odvetvie býva často označované za barometer ekonomického vývoja, pretože veľmi citlivo reaguje na zmenu chovania investorov. Výkony stavebníctva sú jedným z indikátorov konjunktúrneho vývoja ekonomiky tým, že majú multiplikačné účinky na celý rad ostatných odvetví. V dôsledku toho sa stavebníctvo stáva motorom ekonomického rastu daného štátu a jeho vývoj je rozhodujúci pre priemyselný rast krajiny. Akceleračný princíp stavebníctva v hospodárstve má však aj protipól, a to v rýchlom útlme stavebníctva pri náznaku recesie.

Stavebníctvo ako odvetvie sa vyznačuje celým radom špecifik, ktoré ho do značnej miery odlišujú od ostatných priemyselných odvetví. Sú to predovšetkým:

- mobilnosť miesta výroby,
- rôznorodosť dĺžky výrobného cyklu a doby viazanosti finančných prostriedkov,
- závislosť na klimatických podmienkach,
- sezónnosť výroby,
- veľké objemy a hmotnosť spracovaných materiálov,
- vyzretosť technológií a dlhý inovačný cyklus,
- individuálnosť a dlhá životnosť každého výrobku,
- výroba je takmer vždy individuálna (spravidla pre dopredu známeho zákazníka),
- veľká fluktuácia pracovníkov,
- náročnosť na manuálnu prácu a z toho vyplývajúca absorpcia nekvalifikovanej pracovnej sily,
- vysoká citlivosť dopytu na konjunktúrne cykly v ekonomike. [2]

2.1 Požiadavky na rýchlosť výstavby

Priebeh a časová náročnosť každej stavby sú individuálne. Časovanie výstavby závisí od typu výstavby (druhu stavby), použitých materiálov a procesov. Rýchlosť postupu prác tradičnej výstavby môžu zásadne znížiť aj poveternostné podmienky, ktoré ovplyvňujú najmä mokré stavebné práce. Dnes síce existujú technológie a stavebné materiály, ktoré urýchľujú priebeh stavebných prác, často však najkritickejší bod celej výstavby je ľudský faktor. [3]

Súčasný vysoký dopyt po bývaní dnes naráža na **kapacity stavebného trhu**, ktorý je limitovaný najmä čo sa týka dostupnosti kvalitných služieb remeselníkov a problematickej koordinácii ich prác. Riešením je **automatizácia a digitálna prefabrikácia** v stavebníctve, ktorá dokáže významne zvýšiť produktivitu práce a naopak znížiť vysoký podiel rôznych druhov odbornej manuálnej práce pri výstavbe. Ako príklad môžeme uviesť moderné drevostavby, pri ktorých sa stavebné práce realizované priamo na stavenisku výrazne obmedzili na pomerne jednoduchú montáž z prefabrikovaných drevených panelov.

Prechodom na **prefabrikovaný spôsob výstavby** sa dosiahne aj významné skrátenie času výstavby. Tým sa výrazne znížia náklady nie len na samotnú stavbu, ale na minimum klesajú ostatné aj „sprievodné“ náklady investora, ktoré pri stavbách trvajúcich aj niekoľko rokov môžu narásť do obrovských finančných čiastok. Klient dostáva za svoje peniaze rýchlejšie konečný produkt a môže teda skôr začať s jeho využívaním, čo môže predstavovať množstvo ďalších úspor. **Rýchlosť výstavby** je veľmi dôležitá taktiež pri financovaní prostredníctvom bankových úverov, pretože rýchlejšie postavená stavba skôr začne zarábať - v prípade komerčne využiteľných stavieb ako sú obchody, reštaurácie, administratívne budovy, penzióny atď. [4]

2.2 Požiadavky na udržateľnosť a uhlíkovú neutralitu

Stavebníctvo ako jeden z podsektorov národného hospodárstva zanecháva spolu s priemyslom výraznú ekologickú stopu na životnom prostredí našej planéty. Je všeobecne uznávaným faktom, že budovy spotrebujú veľkú časť vody, dreva, energie a iných zdrojov využívaných vo svetovom hospodárstve. Podľa Programu OSN pre životné prostredie (UNEP 2015), **budovy využívajú okolo 40 % celosvetovej energie, 25% celosvetového objemu vody a 40% globálnych zdrojov a emitujú približne tretinu emisií skleníkových plynov.** [5] Reakciou na tento stav je ekologizácia stavebníctva a vnášanie udržateľných aspektov do všetkých stavebných procesov, materiálov a činností. Hlavným impulzom pre túto snahu zmeniť paradigmu v stavebníctve bolo zistenie, že prírodné bohatstvo Zeme sa znižuje. [5]

Udržateľná výstavba predstavuje vývoj stavebníctva smerom k dosiahnutiu trvale udržateľného rozvoja spoločnosti z hľadiska sociálneho a kultúrneho, environmentálneho a ekonomického. Táto koncepcia by mala byť v čo najväčšom súlade s miestnou kultúrou, klimatickými podmienkami, stavebnými tradíciami a úrovňou priemyselného vývoja. Optimalizáciou stavebných postupov je pritom možné znížiť zaťaženie prírody až o 50 – 80 %. [6]

Z hľadiska trendov v stavebníctve sa do popredia opäť dostáva návrat k prírode a prírodným materiálom, ktoré nielen že zabezpečujú zdravé prostredie v budovách, pomáhajú predchádzať rôznym ochoreniam, ale súčasne sa vyrábajú spôsobmi a technológiami, ktoré znižujú nepriaznivý dopad na životné prostredie. Globálny trend v stavebníctve, v posledných dekádach, smeruje k udržateľnej výstavbe, ku inováciám a modernizácii produktov a postupov smerom k úspore energií, uhlíkovej neutralite, ale i úsporám času a nákladov na výstavbu. Vznikajú inteligentné stavebné prvky a stavebné systémy, ktoré poskytujú množstvo výhod. K tým najzaujímavejším patrí šetrenie energie, ľudskej práce, nákladov na samotnú výstavbu alebo ich prepravu. Stavebné spoločnosti mohli vďaka týmto inováciám vylepšiť a zefektívniť svoje pracovné postupy a metódy.

Dôraz na trvalo udržateľnú výstavbu má čoraz zásadnejší vplyv a zvyšujúce sa ekologické povedomie stavebníkov sa prejavuje aj v dopyte po masívnejšom využití prírodných, recyklovateľných materiálov.

Ekologická stopa materiálov zohráva mimoriadne dôležitú úlohu v súčasnom stavebníctve. Ekologické zmyšľanie je úzko previazané na životný cyklus stavebných materiálov. Do popredia vystupuje záujem o každú jednu fázu životného cyklu: od ťažby surovín, výrobu, dopravu, technológiu stavania, údržbu a samotnú existenciu v objekte až po odstránenie opotrebovanej budovy či časti konštrukcie a opätovného použitia v ďalších produktoch (upcyklácia) alebo recyklácie jednotlivých použitých materiálov. Skutočne ekologické materiály sú získavané, vyrobené, dopravované a zabudované pri čo najnižšej spotrebe energie. V ideálnom prípade pochádzajú z miestnych obnoviteľných zdrojov alebo za svoj pôvod vďačia recyklácii a na konci životného cyklu sa samé stanú predmetom určeným na ďalšie použitie (upcykláciu/recykláciu).

Ďalším dôležitým parametrom z hľadiska udržateľnosti stavebného materiálu je dlhá životnosť. Čím dlhšia je životnosť, tým nižší je počiatočný dosah materiálu na životné prostredie. [7] Nemenej významnú úlohu zohráva prebiehajúca transformácia nielen priemyslu ale i stavebníctva.

Stavebníctvo 4.0 si vyžaduje významné zmeny vedomostí a schopností väčšiny remeselných profesií podieľajúcich sa na výstavbe nových energeticky úsporných budov, ale aj pri novom prístupe k obnove existujúcich. [8] Reagovanie a prispôsobenie sa tomuto transformačnému vývoju a požiadavkám na udržateľnosť si vyžaduje zvýšenú **potrebu legislatívnych zmien, revíziu a aktualizáciu predpisov a technických noriem**, ktoré umožnia rýchlejšiu a jednoduchšiu implementáciu do praxe.

2.3 Požiadavky na sebestačnosť vo výrobe materiálov pre drevostavby

Celková plocha lesných pozemkov v SR predstavuje viac ako 41% z celkovej výmery štátu. Dlhodobu sa však výmera lesných pozemkov i porastovej pôdy **zvyšuje**. Pozitívne možno hodnotiť skutočnosť, že výmera lesných pozemkov je na Slovensku v posledných rokoch stabilná. [9] V roku 2019 bola výmera lesov na Slovensku o veľkosti 2 023 051 ha, z toho hospodárske lesy tvoria 73 %, ochranné lesy 17 % a lesy osobitného určenia 10 %. Najzalesnenejší je Žilinský samosprávny kraj. Ihličnatých a prevažne ihličnatých lesov je u nás 26 %, zmiešaných lesov 20 %, listnatých a prevažne listnatých lesov 54 %.

Slovensko v súčasnosti viac dreva exportuje ako dováža. Priemerný objem exportu za posledných desať rokov dosiahol 2,5 milióna m³. [10] Treba dodať, že slovenský **export dreva** je tvorený surovinou s **minimálnou pridanou hodnotou** a práve moderné drevostavby vytvárajú potenciál pre využitie domácej suroviny s vyššou pridanou hodnotou.

Na Slovensku pritom už existuje základ ekosystému na realizáciu prefabrikovanej výstavby na báze dreva, i keď v súčasnosti ide predovšetkým o montované rodinné domy. [11] Navyše medzi výzvy Národného akčného plánu na rozvoj biohospodárstva v SR [12] s cieľom podporiť rozvoj "zelenej ekonomiky" v oblasti „Efektívneho lesníctva“ je **podpora domáceho spracovania a spracovateľov dreva; využitie dreva ako zdravého stavebného materiálu; tvorba vysokej pridanej hodnoty a zároveň zníženie vývozu guľatiny**.

2.4 Drevo ako odpoveď na aktuálne požiadavky stavebníctva

Moderné stavebníctvo dnes ponúka mimoriadne širokú paletu stavebných materiálov na zhotovenie nosných a výplňových konštrukcií, na vyhotovenie obvodových plášťov, izolácií, fasád či na kladenie strešnej krytiny. Vlákňové kompozity, ktoré sa donedávna využívali hlavne v leteckom a automobilovom priemysle, prenikajú aj medzi technológie výroby stavebných materiálov a konštrukcií.

Vlastnosti inteligentných stavebných materiálov sa menia v závislosti od vonkajších podmienok a pod. [7] Vhodným príkladom udržateľného stavebného materiálu je drevo. **Drevo** je udržateľný, obnoviteľný konštrukčný materiál, ktorý zodpovedá aktuálnym trendom vhodným pre stavebnú prax. V posledných rokoch výrazne vzrástli technické požiadavky na stavby. Do popredia vystupuje koncept udržateľnosti. **Princíp udržateľnosti** pri stavbe a užívaní budovy znamená spotrebovať iba toľko zdrojov (materiál, energia, voda, vzduch, životný priestor a pod.), koľko príroda môže opätovne vyprodukovať. Budovy úsporné na energiu a priaznivé pre životné prostredie majú však spĺňať vysoké nároky obyvateľov na komfort.

Drevené stavby urobili skok od čistej remeselnej výroby k racionálnym výrobným procesom v závode, k efektívnej industrializácii pomocou polotovarov a presnej a rýchlej montáži na stavenisku. Z tradičného tesárstva sa stal závod, ktorý spája procesy projektovania riadené počítačom s precíznymi nástrojmi riadenými robotom. Zo skôr remeselne vyrábaných jednotlivých častí sa stali konštrukčné prvky s vopred stanovenými požiadavkami a definovanou akosťou, ktoré je možné na stavenisku v najkratšom čase a rozmerovo presne spájať do celku. Nové poňatie stavieb a nová kultúra drevených stavieb tak zjednocujú konštrukciu s návrhom, ktorý je zameraný na jednoduché a súčasne efektívne riešenie a pomáha dnešným stavbám k novým dimenziám. [13]

Drevo patrí u nás medzi tradičné stavebné materiály a v porovnaní s ostatnými materiálmi vyniká predovšetkým svojou **dostupnosťou**. Stromy sa v slovenských podmienkach pestujú, ťažia a spracovávajú v blízkom dosahu domáceho trhu, preto sú prepravné vzdialenosti pomerne krátke. Drevo je veľmi dobre **recyklovateľný materiál**, ktorý sa po dožití nestane obyčajným stavebným odpadom, ale hmotou, ktorú možno opäť priamo použiť alebo pretvoriť do nového produktu a použiť ako náhradnú surovinu.

V skutočnosti má drevo **vysokú životnosť** porovnateľnú s inými materiálmi, pokiaľ sú zabezpečené správne podmienky proti jeho degradácii. Medzi ďalšie nesporné výhody dreva patria: **malá tepelná vodivosť** a **vysoká energetická účinnosť**, **odolnosť** voči agresívnemu prostrediu, **jednoduchá spracovateľnosť** a **materiálová obrobiteľnosť**, **nízka hmotnosť** a **menšia konštrukčná hrúbka**. Ďalšie významné výhody predstavujú **rýchlosť výstavby**, **jednoduchá manipulácia**, **vysoký stupeň prefabrikácie**, možnosť okamžitého užívania stavby a **suchá výstavba** (doba nutná pre vysychanie stavby sa tak zásadne eliminuje).

Na molekulárnej úrovni je pevnosť dreva extrémne vysoká v pozdĺžnom smere, pričom odhady presahujú 7000 MPa. Pevnosť dreva v tlaku a ťahu v smere vlákien je asi 15-krát väčšia ako pevnosť konštrukčnej ocele, ktorá má pevnosť 400–550 MPa. [14] Táto pevnosť dreva však výrazne klesá u reziva. S týmto problémom zápasili ďalšie rôzne výskumy. Výskum z roku 2018 [15] ale dokázal, že cez pomerne jednoduché a lacné metódy úpravy drevnej hmoty, získame zhutnené drevo s vlastnosťami,

ktoré sa v pevnosti vyrovnajú alebo dokonca prevýšia vlastnosti konštrukčnej ocele, či ľahkých zliatin titanu. Pevnosť dreva sa úpravou zvýšila dvanásťnásobne, odolnosť desaťnásobne, pričom sa zachovala jeho nízka hmotnosť a zhutnené drevo je zároveň vysoko stabilné pri pôsobení vlhkosti. Navyše bolo zistené, že takto je možné upraviť vlastnosti dreva z rôznych druhov stromov, vrátane mäkkých - rýchlo rastúcich, v čom spočívajú ďalšie nespočetné výhody.

Pre všetky tieto výhody je drevo považované za vysoko funkčný materiál. Výrobky z upraveného dreva sa vyrábajú laminovaním menších dosiek do väčších konštrukčných prvkov, ako sú **lepené laminované (glulam) trámy** alebo **krížom laminované drevené panely (CLT = cross-laminated timber)**, ktoré umožňujú predefinovanie veľkých konštrukčných drevených prvkov, ktoré riešia prirodzené nekonzistencie dreva a môže urobiť jeho štrukturálne a mechanické vlastnosti významne stabilnejšie. [16]

Najmä pri CLT paneloch sú minimálne tri vrstvy rezaného mäkkého dreva naskladané na seba v pravých uhloch a zlepené tak, aby vytvorili požadovanú hrúbku a možno ich použiť na podlahy, strechy a steny. [17] Vďaka mnohým štrukturálnym výhodám CLT, ako je jeho vysoký pomer pevnosti k hmotnosti a flexibilita dizajnu, má jeho použitie v stavebníctve veľmi široký rozsah. [18] Môže byť použitý nielen v rodinných domoch, ale aj v obytných, viacposchodových, priemyselných a komerčných budovách a dokonca sa používa aj pri výstavbe výškových budov. [19] Okrem toho majú CLT mimoriadne dobrú požiaru odolnosť, vďaka svojim jedinečným vlastnostiam zuhoľnatia, navyše horí pomaly a predvídateľne. [18] Na výrobu prvkov z lepeného lamelového dreva alebo iných materiálov na báze dreva je potrebný len zlomok energie, v porovnaní napríklad s výrobou oceľového nosníka rovnakej hmotnosti. Okrem toho je dokázané, že drevo a prírodné materiály pozitívne vplyvajú na fyzickú a duševnú pohodu človeka (viac štúdie: [20] a [21]).

Hoci používanie dreva v stavebníctve má mnoho priamych a nepriamych výhod, existujú aj potenciálne nevýhody. Je dôležité zvážiť otázku, či je k dispozícii dostatok pôdy na uspokojenie rýchlo rastúcich požiadaviek na využívanie dreva. Drevo je tiež citlivé na **vlhkosť**, pretože môže ovplyvniť mechanické vlastnosti a spôsobiť, že drevo bude náchylné na napadnutie hubami alebo hmyzom. Preto je potrebné starostlivo zvážiť dizajn, druh dreva a jeho ošetrovanie. [17] Ďalším veľmi významným faktorom je zodpovedný prístup k využívaniu zdrojov a trvalo udržateľné **obhospodarovanie lesov**.

Hoci sa drevo považuje za ekologický a environmentálne priaznivý materiál, treba mať na pamäti, že neudržateľné využívanie zásob dreva môžu viesť k zhoršeniu situácie s emisiami skleníkových plynov a prehĺbeniu klimatickej krízy. Hoci rozvinuté regióny (Európa, Oceánia a Severná Amerika) boli úspešné pri udržiavaní svojej stabilnej lesnej plochy od roku 1990 do roku 2010, rozvojové regióny (Ázia, Afrika a Južná Amerika) stratili v tomto období 135 Mha svojej lesnej plochy. [22] A práve problematika zmeny klímy a jej dopadov musí byť chápaná z globálneho kontextu.

Apartmánový dom Lilleby, Trondheim , Nórsko (2018)



Zdroj: [23 a]

Obytný dom na Wagramer Strasse, Viedeň (2013)



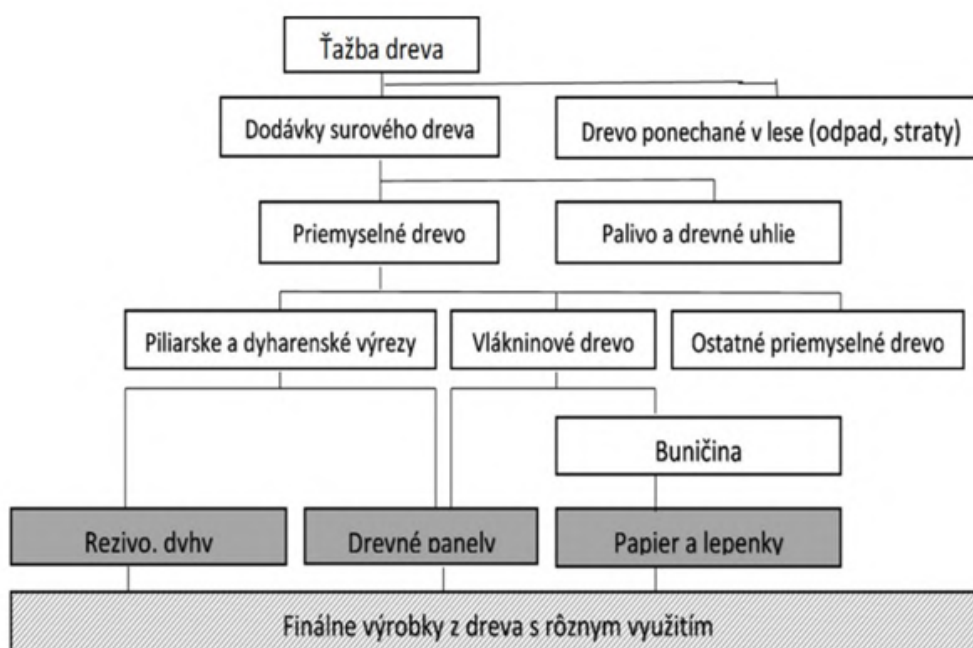
Zdroj: [23 b]

STAVEBNÉ MATERIÁLY NA BÁZE DREVA

Etapy produkcie výrobkov z dreva môžeme rozdeliť nasledovne:

- Ťažba dreva v lesoch (zabezpečuje lesné hospodárstvo).
- Produkcia a dodávky sortimentov surového dreva, najmä piliarske a dýharenské výrezy, vlákninové, palivové a ostatné priemyselné drevo (zabezpečuje lesné hospodárstvo).
- Primárne spracovanie dreva na polotovary, najmä: rezivo, drevné panely, papier a kartóny v drevospracujúcom priemysle.
- Produkcia finálnych výrobkov z dreva. [24]

Obr.: Zjednodušená klasifikácia výrobkov z dreva podľa definície FAO



Zdroj: [24]

Široko založený a prepojený globálny výskum a vývoj v posledných desaťročiach viedol k výraznému pokroku. Nové materiály na báze dreva, moderné spojovacie prostriedky, racionálne metódy spracovania a efektívne zdvíhacie a prepravné zariadenia umožňujú **nové formy výstavby s drevom**. Vďaka vzdelávacím programom na podporu dreva v rôznych európskych krajinách a spoľahlivým pomôckam pre projektantov a užívateľov vo forme informačných, projekčných a výpočtových podkladov výrazne vzrastá kvalita drevených konštrukcií. Koordinované aktivity drevárskeho priemyslu s ohľadom na vývoj požiarne bezpečnejších drevených stavieb viedli okrem toho k **zmenám pri vydaní nových predpisov protipožiarnej ochrany** vo viacerých krajinách.

Ešte asi pred desiatimi rokmi boli väčšie drevené stavby výnimkou. Dnes zaznamenávajú viacpodlažné alebo veľkoobjemové drevené stavby aj v husto osídlených mestských oblastiach trvalo vzostupný trend. Pri obytných domoch je drevo globálne už po desaťročia v úspešnom kurze. V oblasti nízkoenergetických a pasívnych domov drevené stavby udávajú smer.

Moderné obytné domy sú technicky vyzreté a úplne zodpovedajú takému obytnému štandardu, ktorý sa v budúcnosti očakáva. Technický vývoj drevených stavieb sa presadil aj pri viacpodlažných stavbách. Kancelárske a administratívne budovy, domy pre viac rodín alebo školy z dreva sa stali vážnou alternatívou k doteraz prevládajúcim štandardným materiálom. Početné realizácie v zahraničí to pôsobivo ukazujú. Racionálne možno typy drevených stavieb podľa normalizovaných predpisov a návrhov (podľa definovanej osobnej a vecnej ochrany) vykonávať ako viacpodlažné budovy. Pri viacpodlažných stavbách je okrem požiadaviek na protipožiarnu ochranu potrebné zvážiť aj technické aspekty ako nosnosť, stavebnú fyziku, zvukovú izoláciu a ochranu proti poveternosti, ale i vode [13].

Moderné drevostavby sú veľmi dobre dimenzované na bočné poryvy vetra, čím odolávajú aj veľmi silným vetrom v klasifikácii mohutnej víchrice, orkánu, či tornáda. Práve tieto prírodné javy postupne prináša klimatická zmena do našej geografickej oblasti, pričom ich výskyt bude čoraz častejší. Moderné drevostavby sú veľmi odolné aj pri zvýšenej seizmicite, pretože drevo okrem toho, že je pevný materiál, je v spojoch pružný a tým aj odolný proti určitej miere otrasov. Práve odolnosť voči extrémnym prírodným javom je preukázaná na viacerých príkladoch z Japonska či USA, kde sú moderné panelové technológie oficiálne schválené príslušnými úradmi na použitie v ohrozených oblastiach.

3.1 Konštrukčné systémy drevených stavieb

Medzi bežné konštrukčné systémy drevených stavieb patria:

- stavby z masívneho dreva,
- hrazdené stavby,
- balloon-frame a platform-frame systémy,
- rámové stavby,
- stavby z drevených panelov,
- skeletové stavby.

V súčasnej dobe sa pri drevostavbách najviac využívajú nasledujúce typy stavebných konštrukcií: rámové stavby, skeletové stavby, stavby z drevených panelov a stavby z masívneho dreva.

Stavby z masívneho dreva

Patria tu predovšetkým zrubové stavby a drevenice, ktoré sú najstarším typom konštrukcie drevostavieb. Konštrukcia je charakteristická tým, že zvislý obvodový plášť je zložený z jednej vrstvy, ktorá plnila všetky funkcie - nosnú, obkladovú a izolačnú.

Hrazdené stavby

Ide o historický systém, v ktorom sa kombinujú drevené nosné prvky s výmurovkami z tehál, ktoré konštrukciu spevňujú. Použitie tohto systému bolo rozšírené napr. vo Veľkej Británii, Nemecku, Švajčiarsku a Rakúsku.

Balloon-frame a platform-frame systémy

Ide o systémy využívané najmä v USA. V oboch prípadoch ide o konštrukčný systém pozostávajúci zo stĺpikov postavených v malých vzdialenostiach vystužených doskami upevnenými klincami.

Balloon-frame systém má nosnú konštrukciu s priebežnými stĺpikmi cez dve alebo viac podlaží, pričom stropné nosníky sú uložené na stojatej doske, ktorá je zapustená do zárezov stenových stĺpikov. Platform-frame systém pozostáva zo stĺpikovej nosnej konštrukcie na jedno podlažie. V prípade viacpodlažných budov, stĺpikový systém prebieha postupne po jednotlivých podlažiach. Oba konštrukčné systémy môžu byť vyhotovené kompletne z dreva, pričom na samotné spájanie dreva sa najčastejšie využívajú kovové platne (konzoly) a spojovacie prvky.

Rámové stavby

Nosná konštrukcia je tvorená kostrou z drevených profilov a z plášťa, ktorý je ku kostre pevne pripojený a stabilizuje ju tak proti účinkom vodorovných síl (vietor). Nosný obdĺžnikový rám je tvorený krajnými zvislými stĺpikmi a spodným a vrchným dreveným prahom. Výhodou tejto konštrukcie je možnosť vloženia tepelnej izolácie medzi nosné stĺpiky. Celý nosný systém je tvorený z profilov jednotných rozmerov (v Európe sa najčastejšie využívajú prierezy 60x120 a 60x180; v USA a Kanade je využívaný systém two-by-four, kde zvislé nosné stĺpiky sú rozmiestnené v pravidelných osových vzdialenostiach 400, 600 alebo 625 mm).

Stavby z drevených panelov

Nosná konštrukcia je tvorená masívnymi drevenými panelmi, ktoré sú dodávané na stavbu v presne požadovanom vyhotovení s dopredu vyrezanými spojmi, stavebnými otvormi a ďalšími požadovanými úpravami. Drevené panely sú tvorené buď vzájomne skrutkami spojenými vrstvami dosiek alebo krížom vrstveným masívnym drevom (CLT).

Skeletové stavby

Konštrukcia je tvorená prúťovými prvkami v určitom module. Táto nosná konštrukcia je doplnená plášťom, ktorý je závislý na nosnej konštrukcii a zaisťuje ostatné funkcie obvodového plášťa (tepelná izolácia, deň, akustická, atď.). Nosná konštrukcia je oproti rámovým stavbám tvorená masívnymi drevenými prvkami s väčšou osovou vzdialenosťou, ktoré prenášajú všetko zaťaženie až do základov. Spoje jednotlivých drevených prvkov sú väčšinou realizované pomocou oceľových prvkov, do ktorých sú drevené časti ukotvené. [25]

3.2 Moderné stavebné prvky na báze dreva

CLT panely: krížom vrstvené drevo (niekedy označované aj ako X-LAM). CLT panely sú stavebný materiál s výbornými vlastnosťami pre moderné drevostavby, vyrobený z kolmo na seba lepených vrstiev masívneho dreva. Medzi najväčšie výhody CLT panelov zaradujeme, že sú ekologické, zdravotne nezávadné, presné, rozmerovo stále, vzduchotesné, difúzne otvorené (dokážu regulovať vlhkosť v miestnostiach a vytvárajú tak príjemnú vnútornú klímu), majú nižšiu hmotnosť oproti betónu a tehlám.

Majú výbornú statickú nosnosť a konštrukcie z nich sú odolné voči zemetraseniu. Konštrukčný systém je veľmi jednoduchý, s krátkou dobou výstavby (ide o suchú výstavbu), ľahko realizovateľný, menej prácny s jednoduchými detailmi a s minimálnym počtom vrstiev a menšou hrúbkou konštrukcií, vďaka čomu sa získava až o 10% viac obytnej plochy. Dajú sa bez komplikácií kombinovať s inými stavebnými materiálmi. Sú **ideálnym stavebným prvkom pre pasívne a nízkoenergetické domy**. [26]

Konštrukčný systém z CLT panelov sa radí do skupiny masívnych drevostavieb. Nosný systém steny je tvorený v celej ploche dreveným materiálom a na rozdiel od systému zrubov, ktoré sú typickými zástupcami masívnych drevostavieb, vynikajú CLT panely vysokou tvarovou stálosťou a ďalšími prednosťami. **Tento konštrukčný systém je vhodný** nielen na výstavbu rodinných domov, ale **najmä na výstavbu viacpodlažných drevostavieb**. CLT panel je zložený spravidla z nepárneho počtu na seba kolmých vrstiev pričom každá jednotlivá vrstva je zložená z masívnych lamiel. Vrstvy tvorené z lamiel sú k sebe lepené a lisované alebo skrutkované, takže panel získava potrebné vlastnosti, aby mohol splniť hlavnú nosnú funkciu v stavbe. Väčšina spojov je vykonávaná suchou montážou, najčastejšie pomocou skrutiek a ocelových kotiev. Veľkou výhodou je možnosť prevedenia spojov skryto, kedy nie je narušený vzhľad CLT panelu.



Zdroj: [28]

Tieto skryté spoje môžu byť zvlášť prekryté kusom lamely, alebo je možné použiť špeciálne obojstranné skrutky, ktoré po spojení dvoch prvkov nie sú viditeľné. Aj napriek tomu, že sú CLT panely vyrábané v hale, v podstate stále sa opakujúcim technologickým postupom, ich záverečná fáza výroby je individuálna podľa projektu. Panel je vyrobený a narezaný presne podľa požiadaviek. Obmedzenie rozmerov vychádza len z možností výrobných liniek a dopravy. Maximálna výška panelu môže byť až 3,5 m, maximálna dĺžka 16 až 18 m. S tak veľkými panelmi však býva veľký problém pri preprave. [27]

Steny sú schopné plniť nosnú funkciu už pri hrúbke 60 mm. V závislosti na zvyšujúcom sa zaťažení sa zvyšuje aj hrúbka steny, maximálne však do hrúbky okolo 160 mm. Pri vyšších hrúbkach steny sa ako negatívny efekt prejavuje zbytočne vysoká spotreba materiálu a hmotnosť konštrukcie. [27] Stenové panely sú vzduchotesné, ale zároveň dostatočne paro-priepustné. Dokážu regulovať vlhkosť v miestnostiach a vytvárajú tak príjemnú vnútornú klímu. **Sú ideálnou voľbou pre pasívne a nízkoenergetické domy**. [26]

Stropné panely majú obdobné zloženie ako steny. Stropné panely sú ľahké, samonosné, okamžité únosné, rozmerovo presné. Montáž je rýchla a jednoduchá. [26] Majú vyššiu hrúbku s väčším počtom vrstiev a používajú sa na rozpätie okolo šiestich metrov. Pri väčších rozpätiach sa neefektívne navyšuje hrúbka stropného panelu a tým aj hmotnosť a spotreba dreva. Pri výstavbe však nie je podmienkou použiť výhradne CLT stropné panely. Zaujímavou alternatívou môžu byť aj viacvrstvové panelové systémy so stredovým nosným roštom. [27]

Strechy / strešné konštrukcie z CLT panelov sú vhodné pre akýkoľvek tvar strechy. Hneď po montáži získate z vonkajšej strany nepremokavý, celistvý panel a na vnútornej strane hotovú, pohľadovú plochu. Strešné konštrukcie z CLT panelov spĺňajú požiadavky statiky, požiarnej a protihlukovej ochrany. V lete sa významne podieľajú na ochrane pred nepríjemným prehrievaním budovy. [26]

Špecifikácia vrstiev CLT panelu: hrúbka lamiel v jednej vrstve sa pohybuje od 10 mm do 50 mm a počet vrstiev v paneli je vždy nepárny. Počet vrstiev sa obvykle pohybuje od troch po sedem. Celková hrúbka panela sa pohybuje okolo 60 až 240 mm. Vďaka vzájomnému kríženiu vrstiev je zaistená veľmi vysoká tvarová stálosť. Prenos zaťaženia prenáša predovšetkým zvislo orientované vrstvy. Kolmé zaistujú tvarovú stálosť a priestorovú tuhosť panelu.

Na výrobu sú používané predovšetkým polyuretánové lepidlá, ktoré neobsahujú formaldehyd. Lepidlá by mali mať garanciu zdravotnej nezávadnosti, ale ich zloženie aj výroba je u každého výrobcu odlišná. Je preto potrebné si túto informáciu overiť. Lepenie prebieha za studena pod vysokým tlakom a je možné ho vykonávať dvoma spôsobmi. Bez lepenia lamiel v rámci jednej vrstvy: lepené sú iba susediace vrstvy. Pri trojvrstvových paneloch nižšej hrúbky môžu mať nedostatočnú vzduchovú neprievzdušnosť. Lepenie jednotlivých lamiel aj vrstiev: tento variant zaisťuje dostatočnú vzduchovú neprievzdušnosť pre všetky typy a rozmery CLT panelu. [27]

Estetika masívnych panelov sa úplne odlišuje od ostatných systémov drevených konštrukcií. Pohľadová jednota bez škár a jemná prírodná štruktúra masívneho dreva vo veľkej ploche je skutočne jedinečná. Panely sú dodávané v rôznych pohľadových kvalitách. Konštrukčná (nepohľadová) kvalita: povrch CLT panelu je hoblovaný a môže obsahovať pohľadové vady ako napríklad vypadané hrče, zamodranie, trhliny a pod. Jedná sa iba o estetické vady, ktoré nijako neovplyvňujú jeho mechanické vlastnosti. Tento typ panelu sa používa v prípade obloženia panelu napríklad sadrokartónom alebo drevovláknitou doskou a pod.

Pohľadová kvalita panelu: už pri výrobe panelu sa používa výberové drevo a povrch panelu je brúsený bez škár a zvyškov lepidla. Ďalej je opatrený ochranným náterom, ktorý drevo chráni a po čase tak nedôjde k zmene farby. Tieto CLT panely sú ideálnou voľbou pre interiéry s pohľadovým masívnym drevom. CLT panel je možné použiť ako nosný prvok, nenosný prvok alebo iba ako pohľadový obklad.

Tepelnoizolačné schopnosti je drevo schopné plniť čiastočne a samotná drevená stena nesplní požadované hodnoty súčiniteľa prestupu tepla danej normou. Steny je preto vždy nutné doplniť o vrstvu tepelnej izolácie - vhodné všetky bežné zatepľovacie materiály (polystyrén, minerálne vlny). Najväčšou nevýhodou CLT panelov je ich cena. V porovnaní s tradičným rámovým systémom je treba počítať so zvýšením investičných nákladov o zhruba 20 %. [27]

Lepené laminované drevo (Glulam): skladá sa z vrstiev dreva zlepených do konštrukčných prvkov, ako sú nosníky a stĺpy. Dosky sa sušia v peci, hobľujú a lepia spojmi na lamelu. Lamely sa potom zhromaždia a spoja do technického dreva, ktoré možno tvarovať aj do ohýbaných tvarov. Na rozdiel od masívneho dreva má lepené drevo zníženú tendenciu krútenia a praskania.



Zdroj: [29]

Odstránením veľkých defektov lamiel je možné dosiahnuť **vyššiu pevnosť ako pri masívnom dreve**. Rôzne kvalitatívne a pevnostné triedy umožňujú zvoliť pre každú aplikáciu najvhodnejšie lepené drevo, a to aj v rozmeroch dĺžky a výšky, ktoré pri masívnom dreve nie sú možné. Typické aplikácie sú v konštrukciách s vyššími požiadavkami na pevnosť a vizuálnu kvalitu, ako sú veľké rozmery a zakrivené tvary

KVH drevo (Konstruktionsvollholz): masívne konštrukčné drevo KVH je stavebný materiál presne vyvinutý v súlade s vysokými požiadavkami moderných drevostavieb s presne definovanými vlastnosťami. Materiál KVH je technicky vysušaný z masívneho dreva ihličnanov, triedený podľa pevnosti a spravidla spájaný zubovým spojom a určený aj k použitiu v pasívnych a energeticky úsporných budovách. Vďaka svojmu vrúbkovaniu a nízkej vlhkosti materiálu má iba mierne sklony k vytváraniu trhlín, má stály tvar a preto je možné ho použiť bez preventívnej stavebnej ochrany dreva za predpokladu dodržania pravidiel bežnej stavebnej ochrany dreva.



Zdroj: [29]

Materiál je dostupný v rôznych rozmeroch a typoch drevín (smrek, jedľa, borovica...) a v presne definovanej kvalite povrchu. Požiadavky sa nezamierajú iba na spoľahlivú pevnosť, ale taktiež na definovaný vzhľad. Definícia akosti povrchu je prísnejšia a zahŕňa viac kritérií. KVH drevo je technicky vysušované na vlhkosť o hodnote $15 \pm 3\%$.

Pri výrobe zubových spojov je prevádzaná kontrola vlhkosti každého jednotlivého dreva. Ďalšou zvláštnosťou konštrukčného masívneho dreva je spôsob rezania. V závislosti na triede akosti povrchu sú hrany rezané polením alebo polením s vyrezaním stredu. V prípade polenia je kmeň stromu rezaný pozdĺž priebehu drene, tým sa minimalizuje sklon k vytváraniu trhlín. V prípade polenia s vyrezaným stredom je z prierezu vyrezaná jadrová fošňa, ktorá je obvykle veľmi náchylná k vytváraniu trhlín. Vďaka mimoriadnemu spôsobu rezania sú tieto materiály **tvarovo veľmi stále**, majú iba mierne sklony k deformácii krútením. Triedenie KVH dreva sa delí podľa pevnosti a podľa vzhľadu (využitie v pohľadových alebo v skrytých konštrukciách), v súlade s európskymi predpismi.

Konštrukčné masívne drevo KVH sa používa predovšetkým pre: **nosné a vystužené drevené konštrukcie** (napr. podpery a trámy, väzníky a krokvy, podpory a rámy prvkov stien, stropov a striech), viditeľné konštrukčné prvky s vysokými požiadavkami na estetiku, konštrukčné prvky, na ktorých nemá byť použitá chemická ochrana dreva a prvky, na ktoré sú kladené vysoké požiadavky z hľadiska stálosti rozmerov. Technicky vysušované drevo je dôležitým predpokladom pre zbavenie sa nutnosti použiť preventívne chemické ochrany dreva. Proces technického vysušovania znižuje riziko vzniku trhlín a odstraňuje lákadla pre hmyz, ktoré sa inak v dreve nachádzajú. Pri trvale nízkej vlhkosti dreva (15 ± 3 %) je možné pri dodržaní vhodnej stavebnej ochrany vylúčiť napádanie materiálu drevokaznými hubami a plesňami. Konštrukčné masívne drevo KVH má **vynikajúcu ekologickú bilanciu**, je vyrábané výhradne z európskych ihličnanov z trvale obhospodarovaných lesov. K vysušovaniu dreva sa používa značný podiel energie z obnoviteľných zdrojov. Z dôvodu dobrej spracovateľnosti je množstvo energie potrebnej na obrábanie veľmi nízke. [30]

BSH drevo (Brettschichtholz): známe i pod názvom lepené vrstvené lamelové drevo. Je vyrobené z technicky vysušovaných lamiel, triedených podľa pevnosti a spojovaných zubovou drážkou. Lamely majú také prierezy, ktoré sa dajú technicky spoľahlivo a hospodárne vysušovať. Lamely sú v niekoľkých vrstvách vzájomne plošne zlepené a celkový prierez je následne zhobľovaný.



Zdroj: [31]

Plošné lepenie ponúka spolu s veľmi nízkou vlhkosťou dreva ešte menšiu náchylnosť ku vzniku trhlín a skrútenia, než je tomu pri konštrukčnom masívnom dreve KVH. Medzi najväčšie výhody patria: nízka vlhkosť materiálu (15%), možnosť výberu z rôznych drevín (smrek, jedľa, borovica a douglaska), vysoká pevnosť a tuhosť materiálu, stálosť rozmerov, rôzne možnosti povrchovej úpravy, vhodné pre veľké prierezy alebo, keď sú kladené mimoriadne požiadavky na stálosť rozmerov alebo na zníženie rizika tvorby trhlín. BSH drevo sa dá využiť vo vzájomnej kombinácii s KVH drevom. [30]

Viacvrstvé masívne panely CLT BBS: sú konštrukčné veľkoformátové panely vykazujúce vynikajúce vlastnosti pre moderné drevostavby. CLT BBS je monolitický, to znamená, že je to v skutočnosti jeden kus dreva tvorený z 99,40% masívnym drevom a 0,60% lepidlom.



Zdroj: [33]

Pozdĺžne a priečne lepenie redukujepracovanie dreva do zanedbateľnej miery. Medzi hlavné výhody patria: dobrá tepelná a zvuková izolácia, požiarne bezpečnosť, vysoká statická nosnosť, rýchla a suchá výstavba. Garantuje definované stavebno-fyzikálne a mechanické vlastnosti, aby sa navrhnutá konštrukcia dala jednoducho realizovať a otestovať. [32]

Drevené rámové prvky: sú prefabrikované diely pre steny, stropy a strechy. Pozostávajú z konštrukčných rámov s dutinami vyplnenými izoláciou a sú obojstranne pokryté panelmi a povrchovou úpravou. Stupeň prefabrikácie je rôzny, od úplne základných, len vrátane rámu a panelu na jednej strane, až po kompletne steny s povrchovou úpravou a inštalovanými oknami. **Prefabrikácia zaručuje výrobný proces vysokej presnosti a kvality**, ktorý nie je ovplyvnený poveternostnými vplyvmi. Prvky umožňujú rýchly proces montáže, kedy je budova bezprostredne po montáži vodotesná. Drevené rámové prvky sa používajú v širokej škále typov budov a sú tiež vhodné pre viacpodlažné konštrukcie. Poskytujú štíhle steny, pretože izolácia je už integrovaná do rámov a sú ideálne pre stropy s rozpätím do 6 metrov. [34]

Izbové moduly: sú podobné prefabrikovaným stenovým a podlahovým prvkom, ale s tým rozdielom, že vytvárajú trojrozmerný priestor. Obvodné steny a stropy môžu byť konštrukcie rôznych typológií ako prvky z masívneho dreva alebo drevené rámové prvky. V porovnaní s dvojrozmernými prvkami sa priestorové moduly zvyčajne vyrábajú s vyšším stupňom prefabrikácie, často vrátane kompletnej povrchovej úpravy zvnútra aj zvonku. Izbové moduly sú potom transportované na miesto a inštalované vo veľmi krátkom čase jednoduchým vzájomným spojením.



Zdroj: [35]

Izbové moduly sú ideálne pre dočasné stavby, ako sú školy alebo obchody, ako efektívny spôsob výstavby kancelárií, hotelov alebo bytov. Sú **ideálne pre projekty s veľkým počtom opakovaní**. Možná je realizácia väčších miestností, ako sú učebne, ale aj viacposchodové konštrukcie a kreatívna architektúra. [34]

Kompozitný drevo-betón: hybridné podlahy na báze dreva sú spojením dreva a betónu so silnou väzbou medzi týmito dvoma vrstvami. Každý materiál sa používa vo svoj prospech, ako je vysoká pevnosť dreva v ťahu a pevnosť betónu v tlaku. Spoj je dosiahnutý šmykovými spojmi v dreve alebo oceli. Konštrukčným drevom môže byť vrstva z masívneho dreva, ako je CLT, drevené trámy alebo ako rámová konštrukcia. Podlahy môžu byť kompletne prefabrikované alebo betónová vrstva môže byť odlievaná na mieste v závislosti od zvoleného systému. Výhodou hybridných podláh na báze dreva je zväčšenie možného rozpätia a lepšia zvuková izolácia a požiarne bezpečnosť. Často sa používa pri viacpodlažných projektoch, kde platia dlhšie rozpätia a vyššie požiadavky. [35]

Krabicové prvky: existuje množstvo rôznych typov stropov a striech založených na rebrových a krabicových prvkoch. Spájajú mnohé funkcie stropu do jedného prvku, od konštrukčných kapacít po tepelnú izoláciu, od akustiky až po požiaru odolnosť. Vďaka tomu sú pomerne tenké a ľahké, pričom dokážu preklenúť široké rozpätia bez podpory. Môžu to byť konštrukcie ako strechy hál, stropy pri renováciách a pridanie ďalších poschodí v už existujúcich budovách. V závislosti od systému môžu stropy a strechy tejto typológie dosiahnuť dlhé rozpätia s viac ako 25 metrami. [35]

Ďalšie moderné stavebné prvky na báze dreva využívané v drevostavbách: drevovláknité dosky MDF (Medium Density Fibreboard - stredne tvrdá/hustá) a HDF (High Density Fibreboard - vysoko tvrdá), OSB dosky (oriented strand (structural) board), QSB dosky (Quality Strand Board), drevovláknité dosky, dosky DHF, fasádne, podlahové a terasové drevené profily, Comply panely (Plystran, Elcoboard, Plyboard), Waferboard, Parallam PSL (Parallel Strand Lumber), Microllam LVL (Laminated Veneer Lumber), Intrallam LSL (Laminated Strand Lumber), OSL (Oriented Strand Lumber), Scrimber, Triboard a Superspan



Zdroj: [36]

Novostavba na Müggelstraße - Obytný komplex z dreva, Berlín, Nemecko (2017)



Zdroj: [37 b]

Switi 3C, Amsterdam, Holandsko (2021)



Zdroj: [37 a]

Walden48, Berlín, Nemecko (2020)

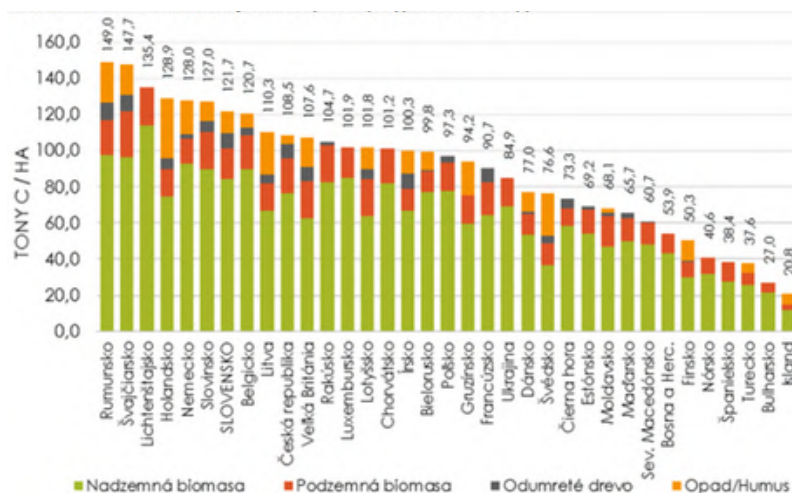


Zdroj: [69b]

EKOLOGICKÉ ARGUMENTY PRE VÝSTAVBU Z DREVA

Lesy pokrývajúce viac ako 41% [4] územia Slovenska a 43 % územia EÚ sú životným prostredím, výrobným prostriedkom, obnoviteľným prírodným zdrojom s množstvom celospoločenských funkcií – dávajú vzduch, drevo, vodu a sú národným bohatstvom. [38] Jeden človek za jeden rok spotrebuje 330 kg kyslíka, čo vyprodukujú dva stromy ročne. [10] Medzi ďalšiu významnú vlastnosť stromov patrí **schopnosť viazať uhlík z ovzdušia** (tzv. sekvestrácia uhlíka). Táto ich funkcia prispieva k znižovaniu emisií skleníkových plynov, najmä oxidu uhličitého (CO₂), nakoľko uhlík je na určitý čas viazaný v lesnej biomase, pôde a v produktoch z dreva. V posledných rokoch dochádza k postupnému zvyšovaniu zásob uhlíka v lesných ekosystémoch, čo je dôsledok rozširovania zalesnenej plochy a hlavne zvyšovania hektárových zásob drevnej hmoty. K roku 2020 dosiahla zásoba uhlíka viazaného v lesoch 507,8 mil. ton, čo predstavuje nárast oproti roku 2005 o 6,3 % a strednodobo od roku 2015 o 0,9 %. Najväčšie množstvá uhlíka sa viažu v pôde (53,3 %) a v nadzemnej stromovej biomase (32,4 %), ktorej zásoba sa v porovnaní s rokom 2005 zvýšila o 21,8 mil. ton (15,2 %). Podiel lesného hospodárstva na tvorbe oxidu uhličitého je zanedbateľný. Naopak, lesné porasty sa v značnej miere podieľajú na jeho záchytoch, pričom jeho množstvo je pomerne variabilné a v roku 2019 predstavoval záchyt CO₂ lesnými ekosystémami 4 655,09 Gg. [39]

Obr.: Medzinárodné porovnanie - Zásoba uhlíka viazaného v lesnej biomase (okrem pôdy) v štátoch Európy



Zdroj: [39]

Fixácia uhlíka v lesných ekosystémoch SR sa stanovuje na základe bilancie uhlíka v nadzemnej (stromy, bylinný kryt, nadložný humus) a podzemnej (korene, humus v pôde) časti lesa, vrátane zhodnotenia ťažby dreva a lesných požiarov. Význam má však aj **životnosť výrobkov z dreva**. Výrobky z najcennejších sortimentov viažu uhlík mnoho desiatok rokov, pričom v prípade využívania biomasy na energetické účely sa uhlík z dreva dostáva do atmosféry krátko po ťažbe. [39]

Obr.: Vývoj zásoby uhlíka v lesných ekosystémoch

Rok	Zásoba uhlíka v lesoch				v pôde
	v živej biomase		v mŕtvej biomase		
	nadzemnej	podzemnej	mŕtve drevo	humus	
	mil. ton				
2020	164,74	32,95	16,9	22,7	270,5
2019	164,21	32,84	16,9	22,7	270,5
2018	162,49	32,5	16,8	22,6	270,5
2015	161,24	32,25	16,7	22,5	270,5
2010	152,54	30,51	16,2	22,4	270,5
2005	142,96	28,59	15,3	20,4	270,5
2000	133,38	26,68	14,4	19,5	270,5
1990	111,87	22,37	12,2	16,7	270,5

Zdroj: [39]

Drevo pozostáva z 50-tich percent uhlíka (C). 1 kubický meter dreva váži v priemere okolo 500 kg, takže obsahuje 250 kg C. Keď sa C premení na CO₂ (zoxiduje), vzniká z 1 kg C približne 3,67 kg CO₂. 250 kg C teda poskytne 917 kg CO₂, t. j. **približne 1 tonu CO₂ z 1 metra kubického dreva**. [40]

Pri dlhodobo používaných výrobkoch z dreva (rezivo, dyhy, drevné panely, papier, lepenky) nedochádza k okamžitej oxidácii materiálu (drevnej hmoty). V tomto prípade sa emisie uhlíka uvoľňujú do atmosféry oneskorene. V prípade energetického využitia dreva (palivového dreva a drevného uhlia) dochádza k jeho okamžitej oxidácii, t. j. neuvažuje sa s oneskorením uvoľňovania emisií uhlíka do atmosféry. Objem uhlíka v dreve a vo výrobkoch z dreva sa stanovuje na základe priameho prepočtu množstva surového dreva a výrobkov z dreva na hmotnostnú jednotku „tony“ uhlíka prostredníctvom koeficientov pre jednotlivé druhy výrobkov na prepočet suchej biomasy. Pre výrobky z dreva, pri ktorých nedochádza k okamžitej oxidácii usmernenie IPCC 2013 [41], stanovuje polčasy rozpadu takto: papier 2 roky, drevné panely 25 rokov a rezivo 35 rokov. Uplatnenie týchto štandardných hodnôt je v SR nutné, pretože k dispozícii nie sú špecifické národné hodnoty polčasov rozpadu, ani metodiky na ich stanovenie. Polčas rozpadu je definovaný ako počet rokov potrebných na to, aby sa stratila polovica materiálu zo základného súboru. [42]

Súčasným problémom pre Slovensko teda predstavuje práve **neefektívne využitie drevnej hmoty** z pohľadu dopadov zmeny klímy a emisií skleníkových plynov. Keďže hlavným spôsobom využitia listnatého dreva na Slovensku je výroba celulózy a papiera, zhoršenie uhlíkovej bilancie vyplýva z krátkej životnosti týchto materiálov, a teda aj neschopnosti dlhodobejšie skladovať CO₂. [10] Zlepšenie využívania dostupných zdrojov na domácu spotrebu a obmedzenie vývozu suroviny v prospech jej domáceho spracovania však môže výrazne posilniť pozíciu drevospracujúceho priemyslu pri napĺňaní cieľov zelenej ekonomiky a bioekonomiky. Takéto zlepšenie uvažuje s vyšším podielom produktov s dlhšou životnosťou, t. j. s dlhším polčasom rozpadu CO₂ uskladneného vo výrobkoch z dreva. [43]

Medzi tieto produkty patria práve **stavebné materiály na báze dreva pre moderné drevostavby**. Životnosť drevostavieb (budov) sa odhaduje minimálne na **50 rokov**. Navyiac, pri správnej údržbe a obnove budov sa ich minimálna životnosť vie predĺžiť min. na dvojnásobok. Keď drevo v drevostavbách dosiahne koniec svojho prirodzeného využitia, za predpokladu, že je recyklované na ďalší produkt s dlhou životnosťou (napríklad drevená fasáda sa zmení na bioizoláciu alebo OSB dosky), uhlík zostane aj naďalej uložený v jeho štruktúre, na ktorú sa premenilo. Použitie recyklovaných materiálov v stavebníctve je nevyhnutným predpokladom pre udržateľný rozvoj výstavby a napredovanie stavebných činností. Stavebné odpady ako produkt predstavujú významný zdroj druhotných surovín. Ich recyklácia šetrí v konečnej miere nerastné zdroje a vytvára nové hodnoty. [44]

Zabezpečenie takéhoto optimálneho a efektívneho využívania domácich zdrojov dreva bude mať za následok okrem environmentálneho prínosu pri zmiernení dopadov klimatickej zmeny, aj ďalšie hospodárske a sociálne výhody, ktoré vyplývajú najmä z vytvárania pridanej hodnoty a tvorby nových pracovných miest v tuzemsku a investícií do rozšírenia spracovateľských kapacít s ohľadom na objem a štruktúru dostupných zdrojov dreva. [43] Navyše takéto efektívne využitie drevnej hmoty v drevostavbách, vie vytvoriť zvýšený dopyt po dreve z udržateľných a dobre obhospodarovovaných lesov, v ktorých sa znižuje pravdepodobnosť vzniku lesných požiarov a toto prostredie poskytuje zdravé biotopy pre ďalšie rastliny a voľne žijúce živočíchy.

4.1 Budovy, udržateľnosť a uhlíková stopa

Hoci **budovy produkujú až tretinu emisií skleníkových plynov**, bolo zmapované, že by mohli byť jedným z nákladovo najefektívnejších riešení na zmiernenie zmeny klímy. Pomerne veľa rôznych vedeckých štúdií sa venovalo problematike budov a emisií CO₂ a zároveň ich znižovaniu (viac: [45] až [50]).

Klimatické opatrenia v stavebnom sektore sa tradične sústreďujú na fázu užívania budov, keďže spotreba energie v tejto fáze dominuje emisiám počas životného cyklu budov. Tento dôraz na štádium užívania viedol k zvýšeniu hrúbky izolácií, zlepšeným tepelno-technickým vlastnostiam okien a efektívnejším systémom rekuperácie tepla. Tieto zmeny však spolu s pokračujúcou dekarbonizáciou výroby energie znamenajú, že emisie obsiahnuté v stavebných materiáloch použitých na výstavbu týchto nových energeticky účinných budov zohrávajú čoraz väčšiu úlohu v celkových emisiách počas **životného cyklu budov**. Napríklad budovy s takmer nulovou spotrebou energie majú dopad na životné prostredie ešte pred ich použitím, ktorý sa rovná približne 50 % ich celkového vplyvu na emisie skleníkových plynov. [51] V prípade nízkoenergetických budov sa odhaduje, že vložená energia počas 50-ročného životného cyklu predstavuje 46 % celkových emisií. [52] Toto číslo je takmer 70 % pre pasívne budovy. [53]

Významným zdrojom emisií CO₂ je v súčasnosti výstavba nových budov. Veľký podiel na tvorbe emisií je spôsobený spracovaním, **výrobou** a **prepravou** stavebných materiálov. Práve využitie dreva pochádzajúceho z udržateľne obhospodarovovaných lesov, z lokálnych zdrojov, ktoré by výrazne skrátili celý logistický proces dodávky na stavenisko, spolu s energeticky nenáročným spracovaním radia tento materiál do popredia pre dosiahnutie klimatických cieľov na roky 2030 a 2050.

Drevostavby by mohli prispieť k dlhodobému uskladneniu uhlíka, najmä ak sa nachádzajú v mestských oblastiach, kde neustále rastie dopyt po nehnuteľnostiach. Tu v porovnaní s vidiekom staršie drevené budovy namiesto toho, aby boli zbúrané alebo ponechané chátrať, sú neustále obnovované, čím sa predlžuje ich životnosť a tým pádom aj doba uskladnenia emisií CO₂.

Životnosť budovy vieme pravidelnou a kvalitnou obnovou **dvoj až stonásobiť**. Štúdia Cities as carbon sinks—classification of wooden buildings [51], zistila, že schopnosť budov ukladať CO₂ nie je významne ovplyvnená typom budovy, druhom dreva alebo veľkosťou budovy. Najdôležitejšími faktormi v štúdii boli počet a objem drevených prvkov použitých v konštrukčných i nekonštrukčných komponentoch budovy.

4.2 Drevo ako obnoviteľný zdroj a jeho životný cyklus

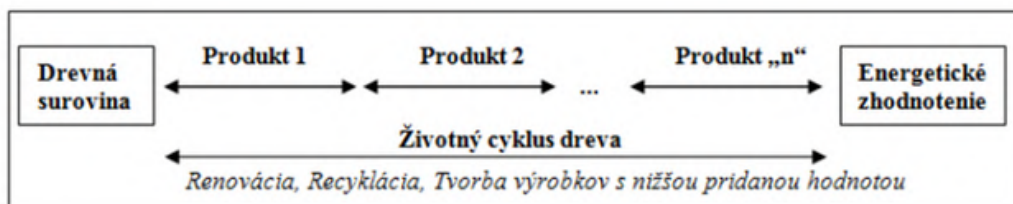
Drevo sa považuje za jeden z najuniverzálnejších obnoviteľných materiálov na celom svete. Jeho efektívnejšie využívanie a šetrenie je možné zabezpečiť prostredníctvom dodržiavania zásad tzv. **kaskádovania**. Ako uvádza Taskhiri et al. (2019) [54], kaskádové využitie ako metóda na efektívnejšie využívanie surovín má potenciál preklenúť priepasť medzi rastúcim dopytom po dreve a dostupnosťou čerstvého dreva. Potreba uprednostňovať medzi rôznymi potenciálnymi využitiami lesných produktov v hodnotovom reťazci je taktiež súčasťou konceptu „kaskád“.

Kaskádový princíp znamená, že v zmysle zásady uprednostnenia využitia drevného materiálu spôsobom, ktorý prináša vyššiu pridanú hodnotu, by drevná surovina z lesa mala byť prioritne použitá v stavebníctve, na výrobu nábytku alebo iných produktov s čo možno najdlhším životným cyklom, pričom energia by mala byť primárne generovaná z materiálu, ktorý je na to určený napr. drevný odpad, zvyšky alebo recyklované produkty, ktoré nie je možné znova využiť na tvorbu nových produktov. Využitie dreva na energetické účely (po tom ako sú vyčerpané ostatné možnosti zhodnotenia) je v takom zmysle pokladané za **najmenej** hodnotnú možnosť využitia dreva. [42]

Kaskádový reťazec je možné opísať ako teoretickú koncepciu, ktorá integruje koncepcie zdrojov ekonomiky a udržateľnosti do operačného rámca v snahe identifikovať mieru efektívnosti a primeranosti využívania zdrojov v danom kontexte. [55] Kaskádovanie možno charakterizovať aj z pohľadu obehovej ekonomiky ako recyklačný reťazec, v ktorom sa drevná biomasa opätovne použije a výrobok na konci svojho životného cyklu svojou kvalitnou zodpovedá materiálu, ktorý je vhodné využiť na tvorbu energie. [56], [42]

Kaskádové využívanie dreva so sebou prináša významné prínosy, ktorých účinnosť sa odráža na zmene klímy a znižovaní obsahu skleníkových plynov v atmosfére z dôvodu substitúcie a recyklácie obnoviteľného materiálu. **Kaskádovanie môže viesť k takmer 30 % zníženiu skleníkových plynov v Európe do roku 2030** v porovnaní s rokom 2010. Medzi najvýznamnejšie prínosy kaskádového využívania dreva patrí efektívne využívanie disponibilnej štruktúry surového dreva, ukladanie uhlíka vo výrobkoch z vyťaženej dreva, šetrenie uhlíka substitúciou za fosílné produkty vo fáze výroby, šetrenie uhlíka substitúciou za fosílné produkty vo fáze používania, šetrenie uhlíka opätovným použitím finálnych produktov, šetrenie uhlíka konečným spaľovaním namiesto fosílnych palív a predlžovanie životného cyklu výrobkov. [57], [42]

Obr.: Schéma stratégie kaskádového využívania dreva



Zdroj: [58]

Zámerom zo spoločenského pohľadu je v súčasnosti najmä zníženie tlaku na životné prostredie. O kaskádovom využívaní sa čoraz častejšie hovorí vo verejnej aj politickej rovine, avšak konsenzus o tom, kde a ako kaskádové použitie dreva by malo byť implementované stále chýba. Integrácia stratégie v jednotlivých krajinách EÚ sa značne líši. Tento stav vedie k nejasnostiam a nesprávnej interpretácii z pohľadu zainteresovaných strán. Žiadna z krajín EÚ neprijala politiku pre kaskádové použitie dreva, avšak množstvo politík a legislatívnych opatrení kaskádové využitie ovplyvňuje (napr. stratégie lesného hospodárstva, politík bioenergií, stavebných predpisov atď.). [58]

V SR je dnes kaskádový koeficient asi 1,78. To znamená, že predtým, ako sa drevo spáli, využije sa približne 1,8-krát. Do určitej miery trh v tomto smere deformuje aj politika podporujúca využívanie dreva na energetické účely, kde sa použitie odpadu zo spracovania dreva uprednostňuje pred jeho priemyselným využitím, napríklad na výrobu drevotrieskových dosiek. [59]

Životný cyklus dreva začína už počas rastu stromu. Počas tejto doby strom plní svoju najdôležitejšiu úlohu, kedy vytvára kyslík v rámci fotosyntézy a zároveň plní množstvo ľudstvu prospešných úloh (filtračných, prostredie zvlhčujúcich, protieróznych, atď.). Toto obdobie trvá okolo 90 rokov a viac, alebo aj menej, v závislosti od nastavenej rubnej doby. Od tohto obdobia sa už počíta životný cyklus dreva vo forme produktu/výrobku. Po ukončení životnosti dreveného výrobku z rôznych dôvodov (nefunkčnosť, morálna zastaranosť,...) zväčša nasledoval hneď proces jeho likvidácie (incinérácia, resp. biodegradácia). Životnosť výrobkov z dreva sa v minulom období dala rátať na desiatky rokov v závislosti od typu výrobku (stavebné drevo 50-100 rokov, nábytok 30-40 rokov). Priemyselný proces recyklácie priniesla až implementácia recyklátu do výroby drevotrieskových dosiek, čo bolo čiastočne ovplyvnené aj rozvojom mobilných štiepkovacích zariadení. Stratégia kaskádového využívania implementuje ako nosný proces - proces recyklácie, prostredníctvom ktorého je možné predĺžiť životnosť drevnej hmoty. Ak sa drevný materiál využije „materiálovo“ minimálne ešte raz, okrem svojho pôvodného určenia, hovoríme o jednostupňovom kaskádovom využívaní. Avšak oveľa preferovanejšie je viacstupňové kaskádové využívanie, kde sa drevo materiálovo zhodnotí hneď niekoľkokrát, pričom aj incinérácia zvyšku sa považuje za jeho zhodnotenie, tentokrát energetické. [58]

Ako príklad jednostupňového kaskádového využitia dreva môžeme uviesť konštrukčné stavebné drevo alebo drevené palety, z ktorých sa vyrobí nábytok. Viacstupňové kaskádové využitie dreva môžeme uviesť na nasledujúcom príklade: masívne konštrukčné stavebné drevo => nábytok z masívu => bioizolácia na báze dreva => DTD [5] dosky => energetické zhodnotenie.

WOOD CITY, Helsinky, Fínsko (2021)



Zdroj: [60a]

Limnologen, Växjö, Švédsko (2008)



Zdroj: [60b]

ARGUMENTY EFEKTÍVNOSTI PRE VÝSTAVBU Z DREVA

Okrem značných ekologických výhod, medzi najvýraznejšie a najčastejšie výhody drevostavieb sa z ekonomického, materiálového a časového pohľadu obstarania, prevádzky a komfortu uvádzajú nižšie spomínané argumenty.

5.1 Hlavné výhody drevostavieb

Rýchlosť výstavby - výrazné skrátenie času výstavby drevostavieb v porovnaní so štandardnými stavbami (do 6 – 12 týždňov podľa použitej technológie môže byť postavená drevostavba na kľúč [5]). Možnosť uplatniť **vysoký stupeň prefabrikácie** mnohých dielov, čo výrazne skráti čas strávený priamo na stavbe. Prefabrikácia prebieha v továrni a je nezávislá na vplyve počasia. [61] Takto vyrobené stavebné dielce zabezpečujú **vysokú presnosť a znižujú pravdepodobnosť možného poškodenia pri manipulácii**, čím opäť sa výrazne redukuje čas výstavby.

Ďalšiu významnú časovú výhodu drevostavieb poskytuje modulárna výstavba. **Modulárna výstavba** je realizovaná prostredníctvom modulov alebo modulárnych buniek. Modulárna výstavba využíva možnosti prefabrikácie modulárnych buniek vo výrobní. Následne sa jednotlivé moduly prevezú na miesto stavby a tam sú spojené v celok. Vďaka tomu dôjde k zníženiu doby výstavby a tým k celkovému zrýchleniu procesu stavby. Vo výrobní dochádza k **vyššej kontrole kvality**, preto sa na stavbu nedostanú nevyhovujúce moduly. To vedie k vyššiemu štandardu, než keby bola stavba zhotovovaná na mieste. Modul je vysoký podľa výšky podlažia, štandardne 3 metre. Spravidla má tvar kvádra, pôdorys zaujíma tvar obdĺžnika. Tvorbu modulov vo výrobní môžeme vnímať ako veľkú výhodu. Moduly sú na stavbu dodávané s už zabudovanými rozvodmi, rovnako ako s ostatným vybavením. V podlahe je vopred použité podlahové vykurovanie, v podhlade sú umiestnené napríklad vzduchotechnické potrubia. Na vedenie vodovodného a kanalizačného potrubia je viac než vhodné vytvoriť v bunke predstenu, v ktorej môže dôjsť k umiestneniu týchto prvkov. Veľmi **rýchla montáž** je jednou z predností modulárnych stavieb. Moduly sú vo väčšine prípadov už vo výrobní opatrené základnou vrstvou, ktorá ich chráni proti poveternostným podmienkam. To umožňuje montáž aj za menej priaznivého počasia.

Plánovanie montáže vyžaduje starostlivú koordináciu výroby, transportu a prípravných prác na stavenisku, aby nedošlo k zbytočným oneskoreniam, a aby sa dosiahla jedna z hlavných výhod modulárnych stavieb – rýchlej výstavby. Tvorba modulov nie je závislá na poveternostných podmienkach, ako sú výkyvy teplôt, vietor, sneženie a dážď, je teda možné ich vytvárať v ktorúkoľvek ročnú dobu. Bolo zistené, že ak pre stavbu šesťpodlažnej budovy využijeme výhody modulárnych stavieb, dosiahneme skrátenie doby výstavby o 50 %. Úspora času je v dnešnej dobe skutočne dôležitým faktorom, pretože je snaha stavať čo najrýchlejšie a čo najlacnejšie. [62] Práve úspora času výstavby, môže investorom projektov poskytnúť vyššiu mieru návratnosti. [63]

Suchý proces výstavby, ktorý nevyžaduje technologické prestávky na vyschnutie či vyzretie materiálov, a tým **umožní rýchlu výstavbu** bez čakania na začatie ďalších fáz stavebných prác. Súčasne drevostavba, ktorá nepoužíva mokré technológie výstavby, nemusí ani vysychať, a preto už od začiatku ponúka **zdravšie bývanie s ideálnou vlhkosťou vzduchu v interiéri a nižšiu spotrebu energie na vykurovanie** v prvých rokoch užívania stavby. Poslednou veľkou výhodou suchého procesu výstavby je predĺženie stavebnej sezóny aj do obdobia s nižšími vonkajšími teplotami, t.j. najmä v zime. [5]

Nižšia hmotnosť drevostavby umožňuje realizovať stavbu aj na menej únosnom podloží, či v dopravne ťažko dostupných miestach. To má za následok aj **zníženie finančných nákladov na zabezpečenie logistiky** a najmä na dimenziách zakladania stavby.

Certifikácia a kvalita - rada renomovaných výrobcov a dodávateľov používa certifikovaný a priebežne kontrolovaný stavebný systém kvality.

Prefabrikácia stavebných dielcov v továrni **zaručuje vysokú konzistentnosť v kvalite**. Riadenie a plánovanie je skvalitnené presným termínom doručenia modulov na stavbu a vysokou možnosťou uplatnenia v BIM (Building Information Modeling). Prostredie továrne a uzavretý priestor umožňuje vyššiu mieru kontroly výrobkov a pracovníkov. Opakujúce sa technológie a postupy redukovujú množstvo omylov a chýb a tým zaisťujú vyššiu presnosť a menej odpadu. Na prvý pohľad sa to nemusí zdať, ale opakujúce sa procesy, menej osôb na pracovisku a uzavreté prostredie vedie k nižšiemu výskytu zranení. Výrobňa tiež pôsobí negatívne na plesne, priame slnečné žiarenie a koróziu, ktoré by mohli poškodiť drevnú hmotu. [62]

Vysoká presnosť - súčasné moderné materiály pre drevostavby vďaka digitálnej prefabrikácii vykazujú vysokú presnosť, čo má významný **pozitívny vplyv na kvalitu stavieb, rýchlosť výstavby a zníženie nákladov** súvisiacich s vyrovnávaním nepresností, ako je tomu napr. pri tradičnej výstavbe.

Variabilita - niektoré konštrukcie drevostavieb umožňujú pomerne jednoduchú neskoršiu **zmenu dispozičného riešenia**, najmä realizáciu prístavieb, nadstavieb alebo napríklad doplnenie, vybratie či posunutie jednotlivých priečok a otvorov podľa požiadaviek užívateľov v jednotlivých časových etapách vývoja rodiny. [5] Podobne je to pri modulárnej výstavbe, kde jednotlivé plochy modulu môžu byť odobraté na zlepšenie vnútornej dispozície, napríklad spojenie dvoch buniek a odstránenie stien, ktoré sa dotýkajú. Táto funkcia umožňuje pomerne vysokú variabilitu výstavby. [62]

Energetická efektívnosť - drevostavby môžu byť a často sú realizované ako **nízkoenergetické a pasívne domy**. Ak sa drevostavba realizuje s dostatočnou tepelnou izoláciou, potom môžu byť náklady na vykurovanie domov tak nízke, že klasická murovaná stavba bez doplnenia fasádnyim zateplením nemá šancu týchto parametrov dosiahnuť. [5]

Zdravé prostredie - masívne drevo či rôzne dosky na báze dreva používané na steny, stropy a podlahy v interiéroch drevostavieb dokážu **regulovať vlhkosť vzduchu** v miestnostiach tak, že pri zvýšenej vlhkosti ju pohlcujú a pri zníženej zase uvoľňujú. To umožňuje udržiavať príjemnú klímu pre pobyt ľudí, najmä pre alergikov. [5] Drevo a prírodné materiály **pozitívne vplyvajú na fyzickú a duševnú pohodu človeka**, pozitívne ovplyvňuje efektivitu práce a kreativitu a **pomáha znižovať úroveň stresu**. [64]

Zmierňovanie dopadov klimatickej krízy - výrobky z dreva pre drevostavby dokážu **dlhodobo viazať uhlík** uložený v drevnej hmote. Použitie týchto výrobkov v drevostavbách zapríčiní oneskorenie uvoľňovania emisií uhlíka do atmosféry a to nielen počas samotnej životnosti drevostavby, ale i počas následného kaskádovitého využitia týchto drevených výrobkov.

Priestorová efektívnosť - vďaka nižšej hrúbke obvodového muriva oproti murovaným stavbám pri rovnakých parametroch má pri rovnakom obostavanom priestore drevostavba približne o cca **10 % viac podlahovej plochy**, čo robí približne jednu miestnosť strednej veľkosti v dome navyše v porovnaní so stavbami postavenými so štandardných materiálov. [5]

Nižšie vedľajšie náklady - drevostavby majú nižšie náklady na **likvidáciu** alebo **recykláciu** stavby, **dopravu** a **deponovanie** stavebného materiálu. V prípade využitia miestnych materiálov je ešte výraznejšia úspora v doprave. Výhodou prírodných materiálov ako drevo sú taktiež nižšie náklady na ich **spracovanie**, v dôsledku použitia menšieho množstva energie a štandardného strojového vybavenia a nástrojov. Vďaka zdravému prostrediu drevostavieb a vyššej kvalite vnútorného prostredia budov sa dosahuje aj zníženie nákladov spojených so zdravotnými komplikáciami človeka.

Ďalšie výhody počas výstavby - stavebné práce na drevostavbách, ktoré prebiehajú v obývaných lokalitách prinášajú ďalšie značné výhody, akými sú **nižšia prašnosť na stavenisku, menší hluk pri výstavbe**, dôsledku použitia menšieho množstva ťažkého i ľahkého strojového vybavenia, a celková menšia potreba pracovnej sily (robotníkov), s čím súvisí i „Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci“ - menšie riziko vzniku úrazov na pracovisku.

Pri výrobe modulov v továrni vzniká znateľne menej odpadu, čo pridáva na účinnosti využitie dreva. Vzhľadom na nízku objemovú hmotnosť dreva, u nás najbežnejšieho smrekového, sa rapídne znižuje veľkosť základových konštrukcií. Je nutné dodať, že možnosť znovu použitia modulov tiež zvyšuje efektivitu využitia materiálu. V oblasti znečisťovania sú modulárne stavby priaznivé hneď v dvoch faktoroch. Prvá sa týka zníženia hluku, prašnosti a uvoľňovania prchavých organických zlúčenín v prostredí staveniska. Prach a nežiaduce plyny sú zachytené v duchotechnikou priamo vo výrobní, hluk je redukovaný len do výroby, a nie na stavenisko. Druhým faktorom je možnosť doručovania materiálov do výroby vo veľkých objemoch, namiesto doručovania na stavenisko v malých objemoch. [62]

5.2 Automatizácia a digitalizácia

Súčasná moderná výstavba budov z dreva predstavuje pomerne veľkú výzvu pre priemysel a stavebníctvo 4.0. [6] **Stavebníctvo 4.0** predstavuje komplexný prístup k stavebníctvu založený na digitalizácii celého životného cyklu budovy, zahŕňajúci robotickú výstavbu, automatickú výrobu dielcov a komponentov stavieb, ale i automatizáciu celkových stavebných procesov a využívanie digitálnych technológií a systémov (napr. BIM, virtuálna alebo rozšírená realita, 3D skener a 3D tlač).

Práve modulárna výstavba drevostavieb nachádza potenciál využitia v oblasti technológie digitálnej fabrikácie. Vysoká rozmerová presnosť modulov a CLT panelov je dosiahnutá vďaka **CNC opracovaniu** (Computer Numeric Control - počítačové číselné riadenie). CNC sa používa na automatizáciu obrábacích strojov. Obsluhujú sa prostredníctvom programových príkazov zaznamenávaných na pamäťové médium. Zavedenie CNC systému prinieslo doslova revolúciu vo výrobných procesoch. Obrábacie stroje sú plne riadené počítačom a ovládacie funkcie sú riadené pomocou riadiaceho systému pomocou vytvoreného programu. Je určený na ovládanie výkonových prvkov stroja a zabezpečuje, aby sa vykonala požadovaná výroba komponentov. Na CNC obrábacích strojoch možno obrábať širokú škálu materiálov, akými sú kovy, drevo, sklo, plasty, a dokonca aj grafit či gumu a podobne. [65]

Technológie digitálnej fabrikácie a robotické technológie majú významný vplyv na **zvyšovanie produktivity práce**. Práve so stagnáciou produktivity práce pritom bojuje Slovensko už dlhodobo, tvrdí to prezident Zväzu stavebných podnikateľov Slovenska (ZSPS) Pavol Kováčik. "Zvýšenie výkonov stavebníctva extenzívne, teda nárastom počtu pracovníkov, nebude možné pre ich fyzický nedostatok. Jedinou cestou je zníženie podielu manuálnej práce na stavbách cestou zvýšenia modularity výstavby, spriemyslenenia postupov výstavby a robotizácie a, samozrejme, komplexná digitalizácia procesov investičnej výstavby," vymenoval Kováčik. [67]

Použitie dreva v stavebníctve môže priniesť aj nepriame výhody. Centralizáciou výroby a spracovania surového dreva môžu výrobné reťazce zvládnuť aj **malé a stredné firmy**, čím sa vytvoria nové obchodné príležitosti, ktoré by mohli pozdvihnúť miestnu a regionálnu ekonomiku. Táto centralizácia by ovplyvnila aj ďalšie odvetvia, ako je drevospracujúci priemysel a podnikanie v oblasti nehnuteľností, a vytvorila by štrukturálne zmeny v celkovej ekonomike, keďže **drevostavby sú odvetvím vznikajúcej bioekonomiky**. [68]

EKONOMICKÉ ARGUMENTY PRE VÝSTAVBU Z DREVA

Hlavným kalkulačným mechanizmom pre určenie ekonomických dopadov je odhad vývoja výmery drevostavieb pre bytové aj nebytové domy so **6 až 8 nadzemnými podlažiami**. Uvedené výmery sú následne násobené vypočítanými ukazovateľmi na m² pre hlavné ekonomické hodnotiace parametre. Tie sú určené:

1. pre sektory výstavby obytných a neobytných budov, ťažby dreva a spracovania dreva:
 - tržby;
 - EBITDA;
 - pridaná hodnota;
 - odvedená DPH;
2. zamestnanosť; a
3. zaplatené odvody zamestnanca a zamestnávateľa.

V procese analýzy boli zhodnotené potenciál zachovania sebestačnosti, exportný potenciál aj vplyvy EŠIF a Plánu obnovy a odolnosti (hospodárske vplyvy boli vyhodnotené ako zanedbateľné). Tak isto bola zohľadnená vyššia **rýchlosť výstavby drevostavieb**. Pri analýze sa vychádzalo predovšetkým z: údajov Štatistického úradu SR, informácií od Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, príkladov zo zahraničia (benchmarkov), verejných zdrojov v SR a zahraničí a vlastnej expertízy.

Hlavný metodický postup spočíval v: zistení historického vývoja trhu výstavby obytných a neobytných budov, trhu ťažby dreva, trhu spracovania dreva a vypracovanie odhadov ich budúceho vývoja; zistení historického vývoja štruktúry výstavby bytových a nebytových budov a modelovanie budúceho vývoja štruktúry výstavby; určení pomerových ukazovateľov pre odhad budúceho ekonomických ukazovateľov analýzy; a syntézy koncových ekonomických prognóz.

asovo bola analýza vymedzená pre roky **2027 až 2035** vzhľadom na **predpoklad ekonomického dopadu zmeny legislatívy povoľujúcej vyššie drevostavby** (6 – 8 nadzemných podlaží), ktorú nebude možné zachytiť skôr z dôvodu časového trvania zmeny legislatívy (na úrovni vyhlášok a noriem príslušných organizácií, napr. Hasičského a záchranného zboru resp. Ministerstva vnútra SR, t.j. za predpokladu, že nebude potrebné meniť zákony), pričom do úvahy bola braná aj súčasná politická situácia v SR (plánované predčasné voľby do NR SR v 9/2023); adaptácie projektantov na projektovanie vyšších drevostavieb; samotnej prípravy projektov pre územné a stavebné konanie

na základe novej legislatívy; schvaľovacích procesov, ktoré môžu, najmä v čase bezprostredne po zavedení legislatívy povoľujúcej vyššie drevostavby, trvať dlhšie ako obvykle (najmä vzhľadom na nedostatok skúseností a nedôveru schvaľovateľov); a samotného procesu výstavby.

Pre určenie budúceho vývoja bolo v analýze prihliadané aj k historickému vývoju, spravidla od roku 2017 a v niektorých prípadoch aj ďalej do minulosti.

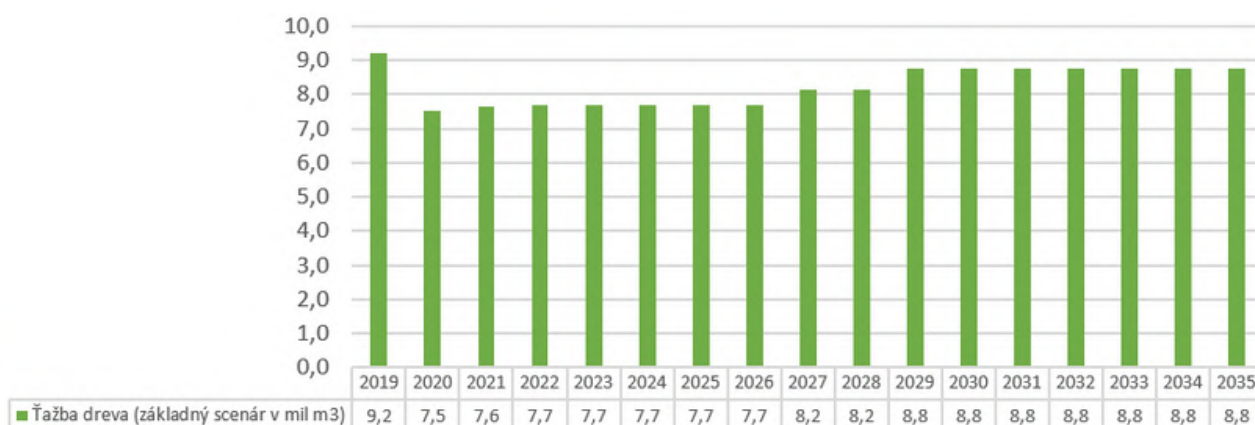
6.1 Spracovanie dreva v SR, príjem z DPH, export s vyššou pridanou hodnotou

Čo sa týka ťažby dreva, ako základnej vstupnej suroviny pre výstavbu drevostavieb, predpokladá sa po razantnom poklese ťažby medzi rokmi 2019 a 2020 od roka 2027 postupné zvyšovanie na dlhodobý priemer ťažby. Na základe vykonanej analýzy je možné skonštatovať, že **ťažbu dreva nie je potrebné z dôvodu zvyšovania podielu drevostavieb na celkovej výstavbe zvyšovať**. Väčšina vyťaženej drevnej hmoty totiž nie je s vyššou pridanou hodnotou spracúvaná na území SR, ale je exportovaná. Ak by dosiahol podiel drevostavieb na všetkých stavbách (bez ohľadu na počet podlaží) teoretickú úroveň 30 %, znamenalo by to potrebu približne 1,1 mil. m³ dreva, čo je približne 12,7% odhadovanej úrovne vyťažených m³ dreva v SR v roku 2035.

Rozvoj drevostavieb, ak bude spojený napr. aj s rozvojom spracovania dreva s vyššou pridanou hodnotou na území SR, by sa tak mohol viac prejaviť v **sektore spracovania dreva**, a nie v jeho ťažbe. Došlo by teda k odkloneniu časti exportu s nízkou pridanou hodnotou a jej spracovaniu doma s pridanou hodnotou vyššou.

Na tržby, zamestnanosť, pridanú hodnotu a ďalšie ekonomické parametre merané v tejto analýze nebude mať v sektore ťažby dreva teda zmena legislatívy v oblasti drevostavieb žiaden zásadný vplyv.

Graf: Historický a očakávaný vývoj ťažby dreva v SR



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka

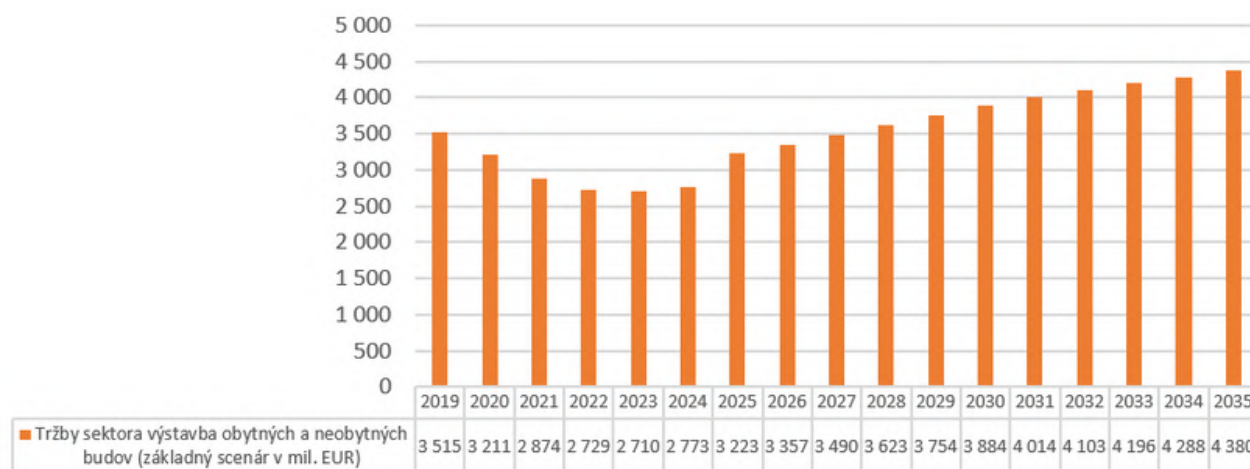
Priaznivé ekonomické dopady drevostavieb v sektore spracovania dreva budú spočívať predovšetkým vo **zvýšení tržieb a pridanej hodnoty**, menej však už v oblasti zamestnanosti, ktorá sa bude v sektore skôr znižovať z dôvodu zvyšovania automatizácie činností. Jedinou výnimkou môže byť **postavenie novej výroby** so zásadne vyššou pridanou hodnotou, napr. CLT panelov, pričom takéto výroby dnes už fungujú predovšetkým v Rakúsku ale už napr. aj v ČR [70] a pribúdajú ďalšie [71]. Priaznivé ekonomické vplyvy v sektore spracovania dreva budú vyhodnotené v samostatnej kapitole tejto analýzy neskôr.

6.2 Odhadovaný vývoj sektora bytových a nebytových budov

Pri základnom scenári vývoja sa vychádzalo z historických údajov Štatistického úradu SR a vlastného predikčného modelu vývoja trhu. Základný scenár nepočíta so zmenou legislatívy ohľadom drevostavieb.

Po prepade tržieb sektora spôsobeného poklesom ekonomického výkonu z dôvodu pandémie COVID-19, ktorý prejavil od roku 2020 je očakávané spomalenie sektora až do roka 2024 z dôvodu spomalenia ekonomiky kvôli vojnovému konfliktu na Ukrajine. Od roku 2024 je očakávané zlepšovanie situácie na trhu, pričom k opätovnému dosiahnutiu úrovne predkrízového roka 2019 dôjde v roku 2027. Následne je až do roka **2035 očakávaný razantný rast**, ako sa bude trh výkonom viac približovať k vyspelým trhom EÚ. Podmienkou tohto rastu je predpokladaná (pokrízová) dobrá dostupnosť kapitálu, dostupnosť zahraničnej pracovnej sily a všeobecne priaznivý ekonomický rozvoj (meraný rastom HDP na úrovni priemeru EÚ, udržaním zamestnanosti a návratu spotreby na predkrízovú úroveň). V prípade nenaplnenia týchto predpokladov by sa očakávaný rast znížil na úroveň predpokladov roka 2027, t.j. zásadne by do roka 2035 nerástol.

Graf: Tržby sektora výstavby obytných a neobytných budov pre základný scenár



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov zo Štatistického úradu SR

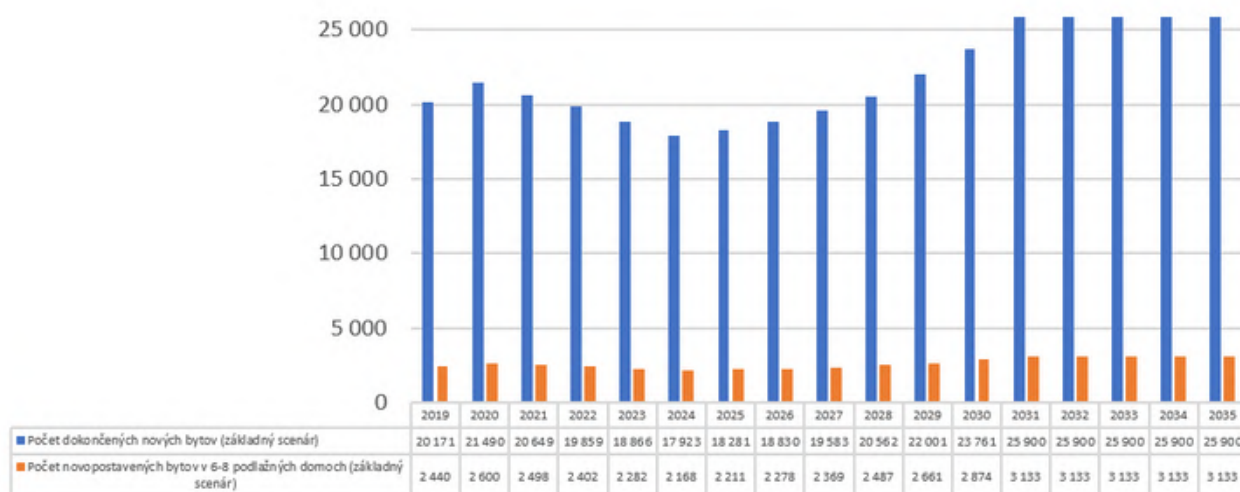
Profitabilita sektora, meraná maržou EBITDA, bude zo súčasnej úrovne 5,5% klesať na úroveň 3,5%. Zamestnanosť sektora by mala v roku 2023 predstavovať približne 11% z celkovej zamestnanosti v nadradenom sektore stavebníctva (ktorý by mal v tomto roku zamestnávať rádovo 147 tis. zamestnancov), pričom do budúcnosti je predpokladané zachovanie tohto pomeru. Korešpondujúco k rastu tržieb bude zamestnanosť do roka 2035 stúpať aj bez vplyvu zmeny legislatívy pri drevostavbách.

6.3 Štruktúra výstavby bytových domov a určenie podielu drevostavieb so 6-8 nadzemnými podlažiami

Pre určenie potenciálnej výmery m² bytových drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami do budúcnosti (dnešný stav, vzhľadom na legislatívu, je predpokladaný ako nulový) boli použité nasledovné zistenia:

Na základe dát zo Štatistického úradu SR – Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2021, rezidenčné budovy so 6 – 8 nadzemnými podlažiami predstavovali v roku 2021 SR agregovaný podiel len **1,3 %** zo všetkých budov. V absolútnom vyjadrení to znamená 16 294 budov. Pre určenie dynamiky ročnej výstavby boli použité sekundárne spracované dáta zo sčítaní a iných zdrojov. [72] Z týchto údajov bolo možné zostaviť pohľad na historický vývoj výstavby, kde masívna bytová výstavba 6 – 8 podlažných bytových domov prebiehala hlavne počas rokov 70. až 90. rokov minulého storočia, následne prudko poklesla. Pre účely budúceho odhadu počtu postavených 6 – 8 podlažných bytových domov je podstatný parameter počet postavených bytových domov za rok. Tento bol pre počiatočný bod analýzy najbližší k roku 2010 (časový rad pre rok 2017) stanovený ako aritmetický priemer posledných 2 analyzovaných období, t.j. 78,4 bytových domov so 6 – 8 nadzemnými podlažiami ročne. Pomer týchto domov bol voči celkovému odhadovanému počtu novopostavených bytových domov bol v základnom scenári pevne zachovaný, keďže počas analýzy neboli identifikované faktory, ktoré by zapríčiňovali jeho zásadné zmeny.

Graf: Historický a do budúcnosti odhadovaný vývoj počtu nových bytov



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát zo Štatistického úradu SR

Na základe referenčných projektov [73] a expertného odhadu bol stanovený priemerný počet bytov v 6 – 8 podlažných bytových domoch na 26,2, pričom priemerná výmera 1 bytu a príslušenstva bola stanovená na základe údajov zo Štatistického úradu SR na 70,3 m². Celkovo bol na základe analýzy vypočítaný podiel bytov v 6 – 8 podlažných bytových domoch na počte bytov vo všetkých novopostavených bytových domoch za každý kalendárny rok vo výške 12 %. Ročný vývoj výstavby nových bytov bol predikovaný na základe historických dát ŠÚ SR s prihliadnutím k celkovému vývoju v sektore výstavby.

Pre určenie budúceho podielu drevostavieb na výstavbe 6 – 8 podlažných bytových domov bol použitý nasledovný postup:

1 Na základe odhadu a medzinárodných benchmarkov ([74] až [76]) bola určená miera zrýchlenia výstavby (faktor akcelerácie) v porovnaní s výstavbou z tradičných materiálov. Hodnota toho faktora sa postupne zvyšuje od 15 % v roku 2028 do 30 % v roku 2035. Na základe uplatnenia akcelerácie bol vypočítaný počet novopostavených bytových domov so 6 – 8 podlažiami s využitím benefitov drevostavieb

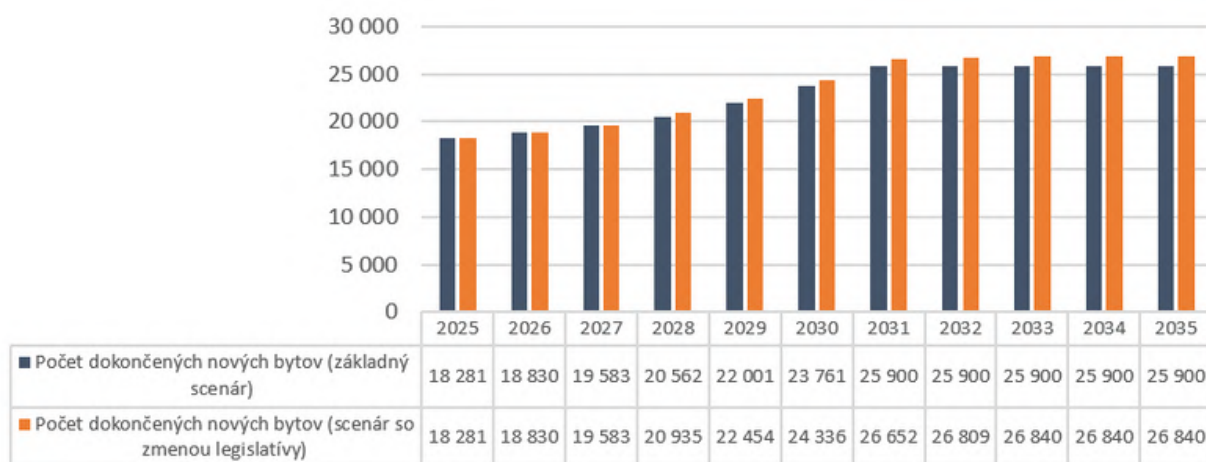
2 Na základe odhadu a medzinárodných benchmarkov ([74] až [76]) bola určená miera zrýchlenia výstavby (faktor akcelerácie) v porovnaní s výstavbou z tradičných materiálov. Hodnota toho faktora sa postupne zvyšuje od 15 % v roku 2028 do 30 % v roku 2035. Na základe uplatnenia akcelerácie bol vypočítaný počet novopostavených bytových domov so 6 – 8 podlažiami s využitím benefitov drevostavieb

3 Následne bol expertne odhadnutý (odvodené podľa [77] až [79]), faktor kanibalizácie tradičnej výstavby drevostavbami v 6 – 8 podlažných bytových domoch vo výške 10% v roku 2027 až 22% v roku 2035.

4 Aplikovaním vyššie uvedeného faktora a ostatných vstupných údajov zo základného scenára bola vypočítaná výmera bytov v 6 – 8 podlažných bytov.

Výsledky výpočtov prezentujú grafy nižšie.

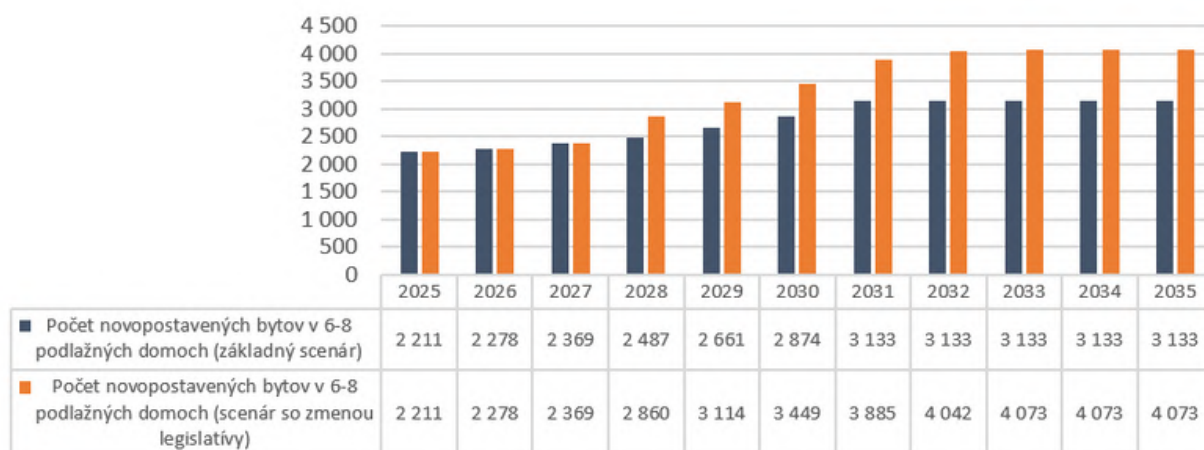
Graf: Porovnanie scenárov výstavby dokončených nových bytov celkom



Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

Rozdiel medzi scenármi sa začína prejavovať až v roku 2028, aj keď priaznivé dopady zmeny legislatívy na výstavbu drevostavieb v 6 – 8 poschodových bytových domoch sú predpokladané už v roku 2027. V roku 2027 bol započítaný len o kanibalizačný efekt: t.j. ako drevostavby sú postavené len také 6 – 8 podlažné bytové domy, ktoré by bez zmeny legislatívy boli postavené z tradičných materiálov.

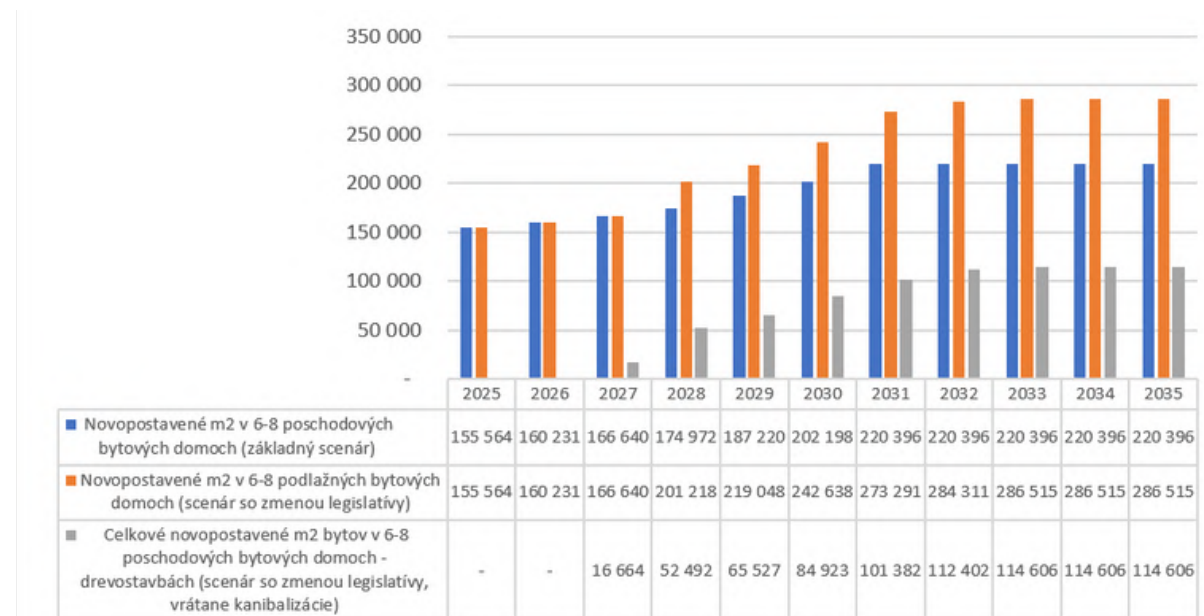
Graf: Porovnanie scenárov výstavby dokončených nových bytov v bytových domoch so 6 – 8 podlažiami



Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

Po prepočte na výmery v m² je možné očakávaný budúci vývoj vyjadriť v nasledujúcom grafe. Okrem porovnania celkovej výmery v m² v novopostavených 6 – 8 poschodových bytových domoch vyjadruje aj celkovú výmeru postavených drevostavieb v týchto objektoch, a to vrátane efektu kanibalizácie tradičnej výstavby. Celkovo je tak očakávané, že v roku 2027 bude v bytových drevostavbách so 6 – 8 podlažiami postavených približne 16,6 tis. m² plochy bytov (podiel 10 % z celkovej plochy v daných objektoch). Pre rok 2035 je predpokladané, že celková plocha dosiahne až 114 tis. m², čo predstavuje až 40 % zo všetkej podlahovej plochy bytov v týchto objektoch.

Graf: Porovnanie scenárov a vyčíslenie výmery bytových drevostavieb postavených v 6 – 8 podlažných bytových domoch



Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

6.4 Štruktúra výstavby nebytových budov a určenie podielu drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami

Pri určení výmery nebytových priestorov v drevostavbách so 6 – 8 nadzemnými podlažiami bol využitý obdobný postup, ako v prípade bytových domoch:

1 vyhodnotenie historického vývoja výstavby v m² podľa údajov ŠÚ SR a následná predikcia na ďalšie obdobie s využitím priemeru minulých období;

2 určenie podielu 6 – 8 poschodových stavieb na celkovej výmere – vzhľadom na absenciu benchmarkov bola táto miera stanovená na 25 % z rezidenčnej miery (12 %), t.j. 3 %;

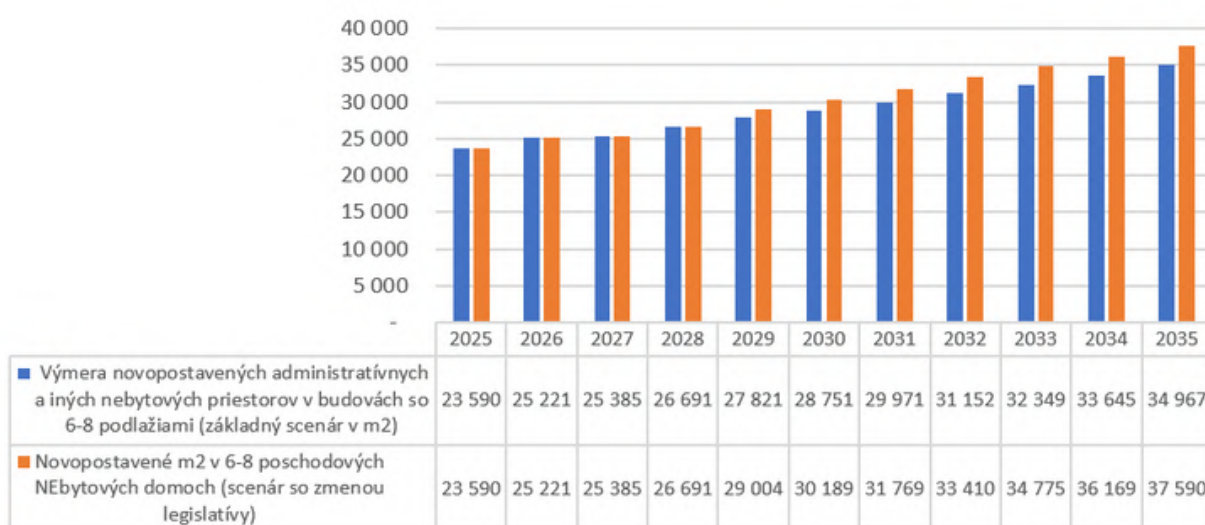
3 určenie faktora akcelerácie výstavby – vzhľadom na výrazne pomalší „nábeh“ drevených administratívnych a komerčných stavieb aj na vyspelejších trhoch (viď. [80], [81] alebo [82]) bola akcelerácia oproti predpokladom pre bytovú výstavbu znížená tak isto na 25 % hodnoty – v roku 2029 bol tento faktor určený na 4 %, pričom do roku 2035 je očakávané jeho zvýšenie na 8 %;

4 na 25 % hodnoty rezidenčného trhu bola tiež znížená miera substitúcie tradičnej výstavby – v roku 2026 je odhadovaná len na úroveň 2,5 %, pričom je očakávané, že do roku 2035 sa zvýši na 5,5 %.

5 Podiel drevostavieb na celkovej výmere nebytových priestorov v 6 – 8 podlažných budovách bude v roku 2026 predstavovať len 2,5 % a do roku 2035 stúpne až na 12,5 %.

Výsledok kalkulácií je možné vyjadriť v grafe nižšie.

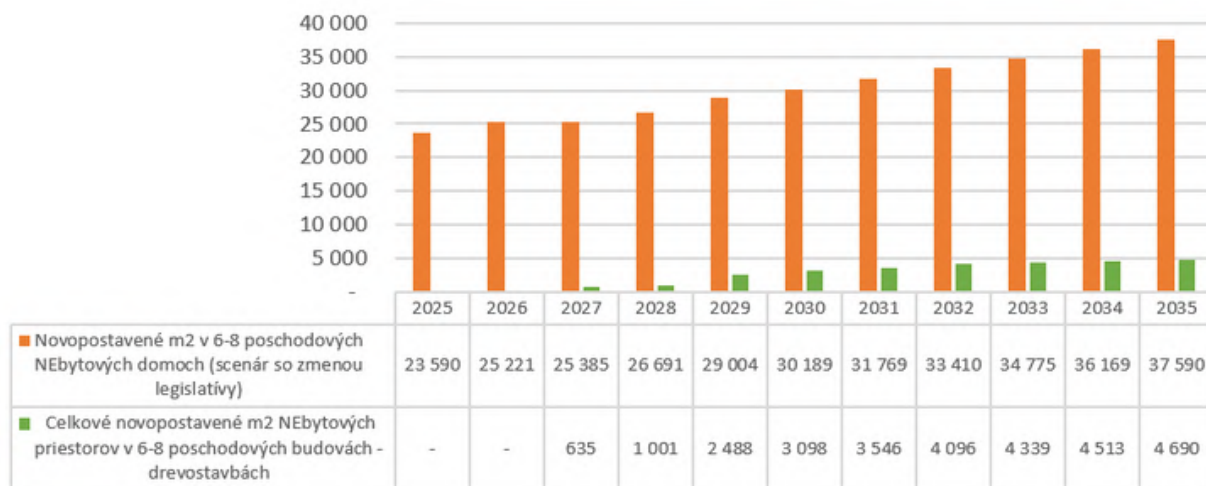
Graf: Porovnanie scenárov výstavby nebytových priestorov v budovách so 6 – 8 nadzemnými podlažiami



Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

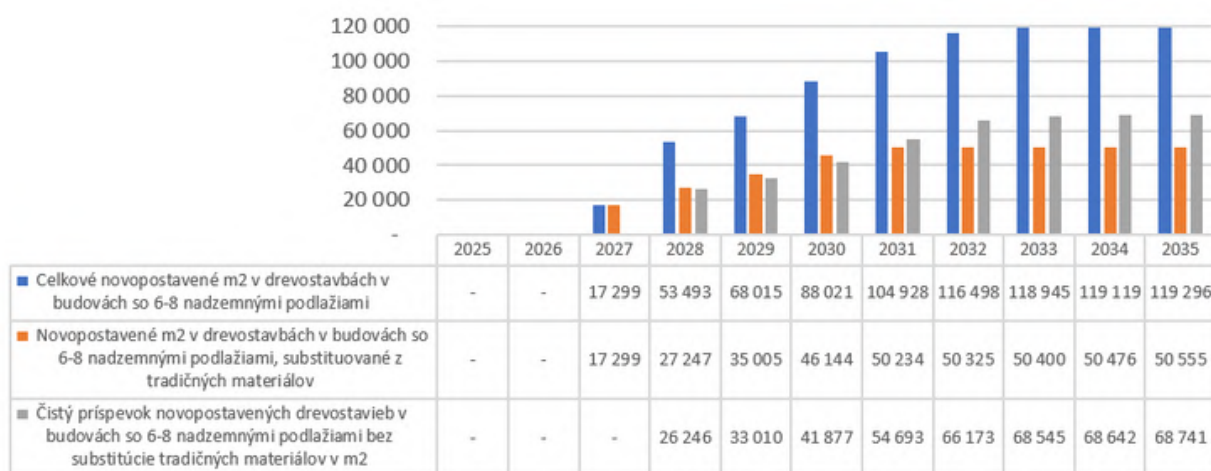
Po započítaní kanibalizácie vyjadruje finálny výpočet výmery drevostavieb graf nižšie.

Graf: Výsledok kalkulácie výmery drevostavieb v nebytových stavbách so 6 – 8 nadzemnými podlažiami



Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

Graf: Sumár m2 v drevostavbách so 6 – 8 nadzemnými podlažiami



Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

6.5 Kalkulácia benefitov

V zmysle metodiky určenej na začiatku tejto analýzy boli namodelované na základe dát z ŠÚ SR, medzinárodných benchmarkov a expertných odhadov nasledovné benefity na m2 drevostavieb:

- tržby sektora výstavby obytných a neobytných budov na m2 boli pre rok 2027 vypočítané na 2262 EUR bez DPH, pričom, z dôvodu vyššieho rozsahu a zvýšenia efektivity výstavby drevostavieb do roku 2035 mierne poklesnú na 1782 EUR bez DPH [7];
- prepočítaný príspevok na m2 pre sektor ťažby dreva predstavuje sumu 32 až 53 EUR bez DPH;
- v prípade sektoru spracovania dreva je príspevok k tržbám na m2 na úrovni 189 až 341 EUR bez DPH;
- v prípade ukazovateľa EBITDA sa agregovaný ukazovateľ za všetky 3 sektory pohybuje pre roky 2027 až 2035 v rozmedzí 105 až 153 EUR bez DPH na m2;
- agregovaná pridaná hodnota na m2 predstavuje pre uvedené obdobie sumu od 374 EUR do 400 EUR bez DPH;
- tvorba zamestnanosti dosahuje hodnoty 0,17 až 0,26 FTE na 100 m2 (bez zohľadnenia výstavby novej výroby CLT panelov [8]);
- ďalšie čiastkové benefity, ktoré boli samostatne vyčíslené, je možné nájsť v pracovných hárkoch analýzy v MS Excel.

Pri kalkulácii benefitov boli tiež zohľadnené nasledovné prístupy:

1 odpočet „kanibalizácie“ výstavby z tradičných stavebných materiálov drevostavbami – pri „očistení“ ekonomických prínosov o kanibalizáciu bol do finálnej hodnoty ekonomického parametre zarátaný len rozdiel v hodnote drevostavby vs. stavby z tradičných materiálov, pričom bola na základe medzinárodných benchmarkov [83] určená cenová nákladová drevostavieb pre rok 2026 vo výške 11,25 %, postupne sa znižujúca na úroveň 8,75 % v roku 2035;

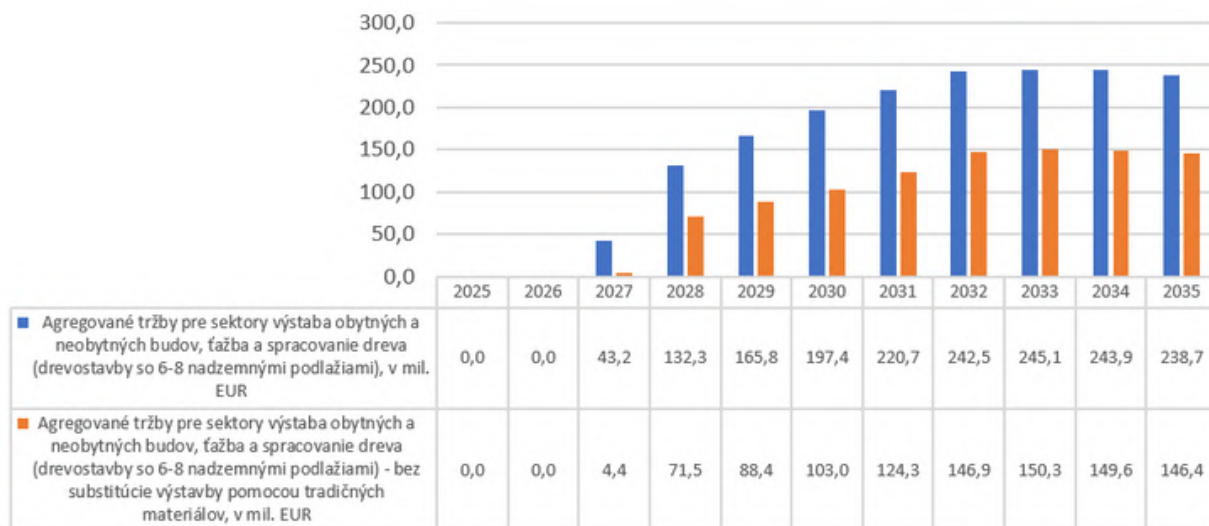
2 výpočet „akcelerácie“ výstavby drevostavieb v budovách do 5 podlaží vrátane, kde bol konzervatívne, vzhľadom na nedostupnosť benchmarkov, použitý pre rok 2026 akceleračný efekt 0,5% ročne, postupne sa zvyšujúci na úroveň 2,5 % v roku 2035.

[7] Zahraničné benchmarky, napr. <https://holzbauatlas.berlin/uebersicht-neubau/>, uvádzajú na m2 vyššiu cenu, tá však pravdepodobne obsahuje aj iné komponenty ako tržby sektora výstavby budov

[8] od roku 2029 je v modeli započítaná aj 1 nová výroba CLT panelov so zamestnanosťou 100 FTE.

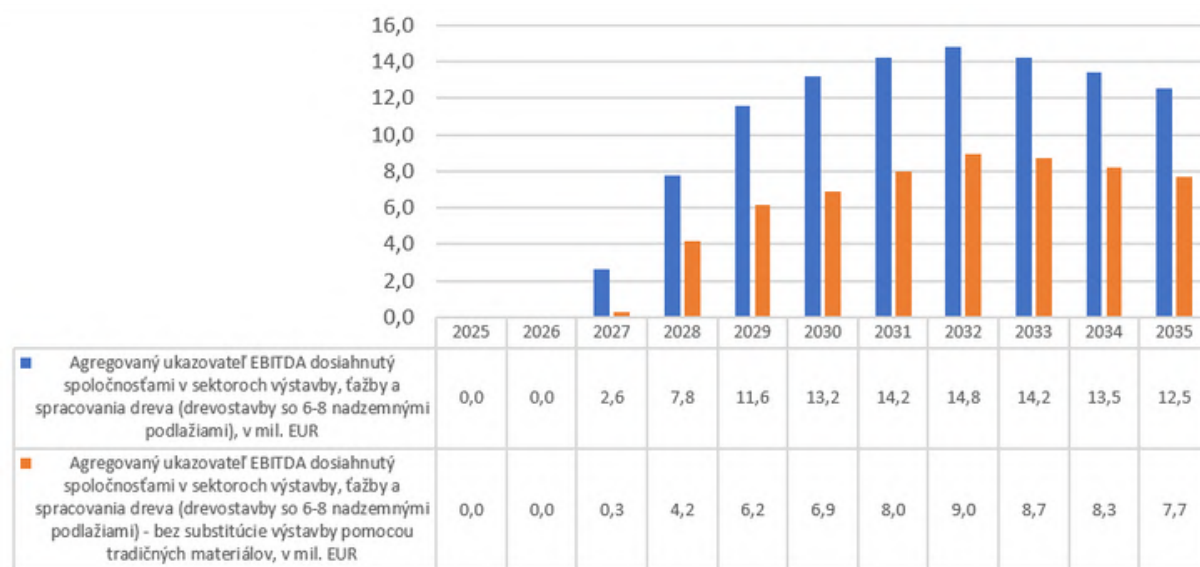
Výsledky kalkulácie benefitov vyjadrujú grafy nižšie

Graf: Odhad dodatočných tržieb z dôvodu povolenia drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami



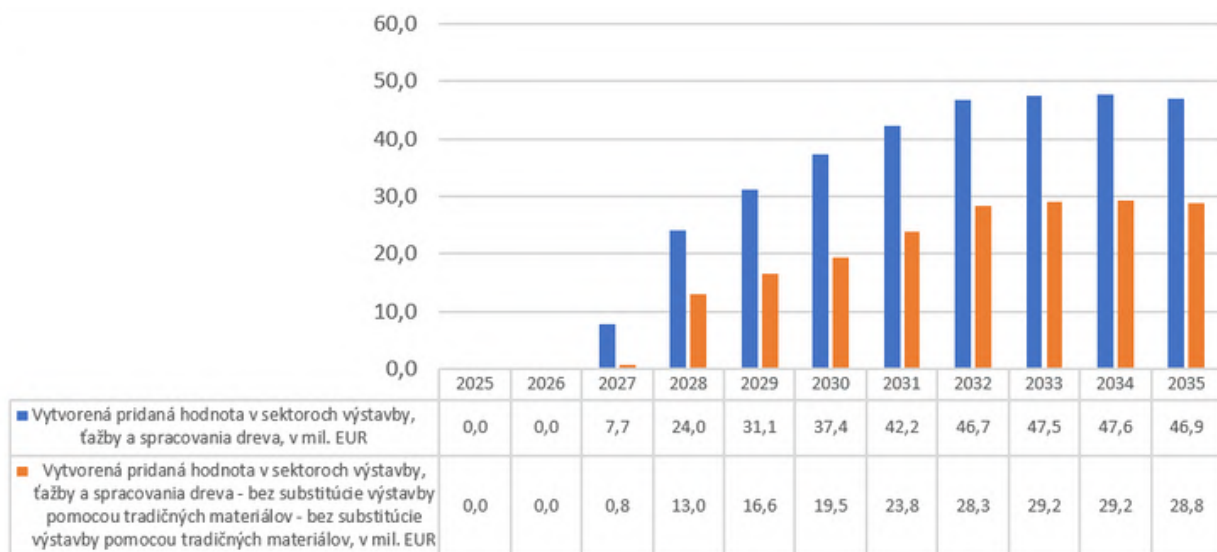
Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

Graf: Odhad dodatočnej EBITDA z dôvodu povolenia drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami



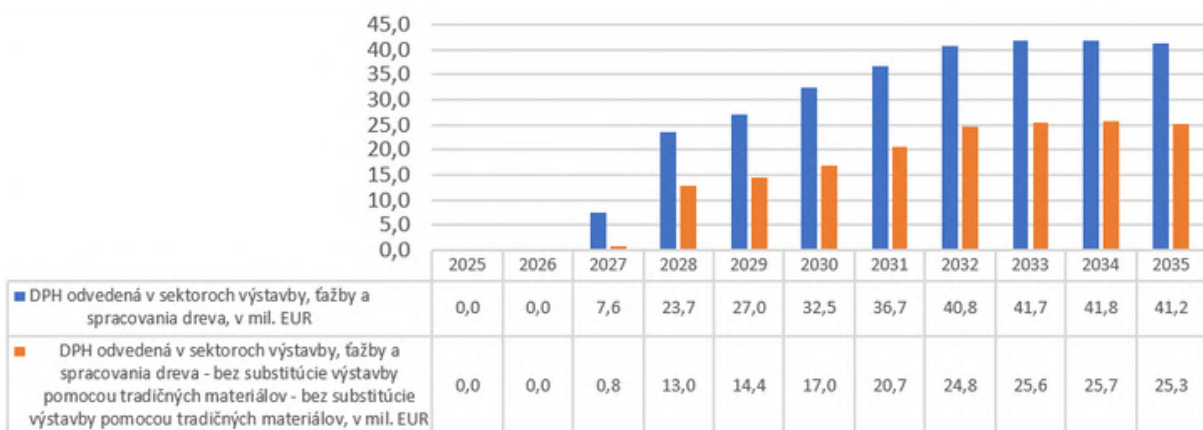
Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

Graf: Odhad dodatočne vytvorenej pridanej hodnoty z dôvodu povolenia drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami



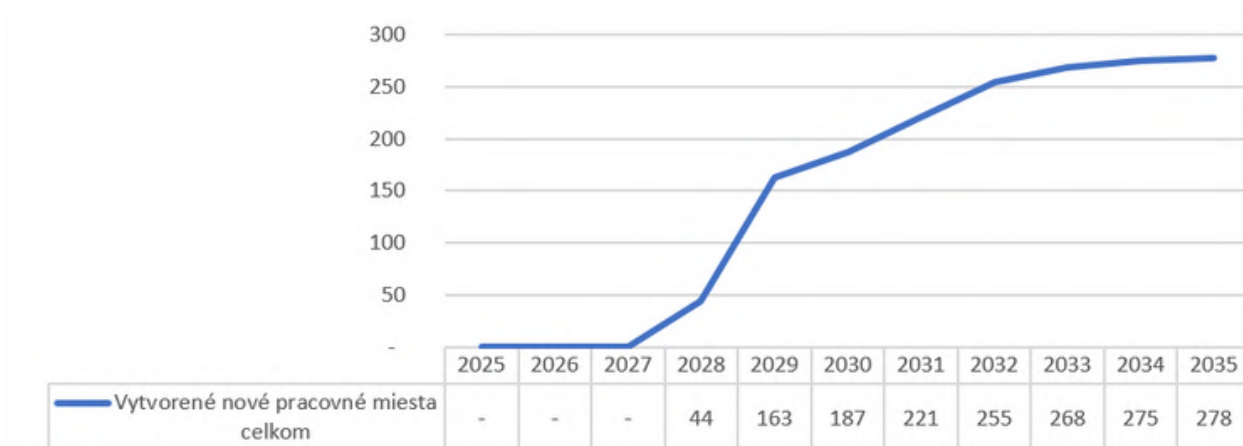
Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

Graf: Odhad odvedenej DPH z dôvodu povolenia drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami



Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

Graf: Vytvorené nové pracovné miesta



Zdroj: vlastné spracovanie na základe vstupných informácií z rôznych zdrojov prezentovaných v analýze

Pri hodnotení ekonomických dopadov boli vyhodnotené aj zaplatené odvody za vyššie uvedených zamestnancov, ktoré by kumulatívne za roky 2027 – 2035 dosiahli 12,8 mil. EUR a, pričom celková zaplatená daň z príjmov by za rovnaké obdobie dosiahla hodnotu takmer 9,3 mil. EUR.

Okrem vyššie uvedených hospodárskych efektov by sa povolenie drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami mohlo prejavovať aj už spomínaným „akceleračným“ efektom pre drevostavby s 5 a menej podlažiami. Vzhľadom na vysoké (cez 96%) zastúpenie týchto stavieb na všetkých bytových stavbách by tak kumulatívny príspevok za roky 2027 – 2035 v tejto oblasti mohol priniesť takmer 89 mil. EUR tržieb, 6,2 mil. EUR EBITDA a 3,9 mil. EUR odvedenej DPH; dopady na zamestnanosť by boli zanedbateľné.

6.6 Zhrnutie hlavných výstupov ekonomickej analýzy

Uvažovaná zmena legislatívy, vďaka ktorej bude možné v SR povoľovať a stavať drevostavby so 6 – 8 nadzemnými podlažiami (do výšky 22,5 m), by mohla byť v SR **ekonomicky účinná od konca roku 2026 a priniesla by do roku 2035 nasledovné prínosy:**

1 Celkovo by bolo v roku 2035 postavených takmer 115 tis. m² bytov v drevostavbách so 6 – 8 nadzemnými podlažiami, kumulatívne za roky 2027 až 2035 by bola novopostavená výmera takmer 777 tis. m²; z vyššie uvedeného efektu predstavuje kanibalizácia výstavby z tradičných materiálov drevostavbami viac ako 48 tis. m² v roku 2035 (kumulatív za roky 2026 až 2035 predstavuje viac ako 363 tis. m²) – **čistá navýšená výmera** by sa teda v roku 2035 zvýšila o 66 tis. m² (**kumulatívne o takmer 414 tis. m²**);

2 Celkový počet novopostavených bytov v bytových domoch so 6 – 8 podlažiami by sa v roku 2035 vďaka drevostavbám (bez kanibalizácie) zvýšil z 3 133 na 4073 bytov (rozdiel 940 bytov); kumulatívne by sa tak za roky 2027 až 2035 postavilo o takmer **5 900 bytov viac**;

3 Pri nebytových budovách (administratívne, komerčné a iné priestory) by efekt povolenia drevostavieb v 6 – 8 poschodových budovách priniesol v roku 2035 zvýšenie 2 623 m² výmery, za roky 2027 až 2035 by v kumulatívne tento rozdiel dosiahol 14 249 m²;

4 So započítaním kanibalizácie výstavby z tradičných materiálov by celková nová výmera drevostavieb v 6 – 8 podlažných budovách v roku 2035 dosiahla až 4 690 m² (kanibalizačný efekt 2 067 m²), v kumulatívne by za roky 2027 – 2035 bola postavená výmera 28 404 m² (kanibalizačný efekt 14 155 m²);

5 **Agregované tržby sektora** výstavby bytových a nebytových domov, ťažby a spracovania dreva by sa v dôsledku presadenia výstavby drevostavieb pri výstavbe 6 – 8 bytových a nebytových budov zvýšili o 238,7 mil. EUR v roku 2035, pričom kumulatívne tohto ukazovateľa by dosiahol **za roky 2027 až 2035** sumu takmer **1,73 mld. EUR**;

6 Vzhľadom na to, že významná časť vyššie uvedených tržieb by bola realizovaná vďaka „**kanibalizácii**“ výstavby z tradičných materiálov, by bol čistý prírastok (bez kanibalizácie) tržieb v roku 2035 na úrovni 146,4 mil. EUR (**približne 985 mil. EUR za obdobie 2027 až 2035**);

7 Agregovaný ukazovateľ EBITDA v uvedených sektoroch by dosiahol v roku 2035 hodnotu 12,5 mil. EUR, kumulatívne 104,4 mil. EUR za roky 2027 – 2035; po očistení o kanibalizáciu tradičnej výstavby by ukazovateľ v roku 2035 dosiahol hodnotu 7,7 mil. EUR (kumulatívne 59,2 mil. EUR);

8 Odvedená DPH v uvedených sektoroch by dosiahla v roku 2035 hodnotu 41,2 mil. EUR, kumulatívne za 2027 – 2035 by dosiahla hodnotu 293 mil. EUR, po odpočítaní kanibalizácie tradičnej výstavby by bola hodnota odvedenej DPH za rok 2035 takmer 25 mil. EUR a kumulatívne takmer 167 mil. EUR;

9 Povolenie drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami prispeje aj k tvorbe zamestnanosti – do konca roka 2035 by malo byť v SR vytvorených až 278 pracovných miest (z toho 100 pracovných miest od roka 2029 na výrobu CLT);

10 Okrem vyššie uvedených hospodárskych efektov by sa povolenie drevostavieb so 6 – 8 nadzemnými podlažiami mohlo prejavovať aj „akceleračným“ efektom pre drevostavby s 5 a menej podlažiami. Vzhľadom na vysoké (cez 96%) zastúpenie týchto stavieb na všetkých bytových stavbách by tak kumulatívny príspevok za roky 2026 – 2035 v tejto oblasti mohol priniesť takmer 89 mil. EUR tržieb, 6,2 mil. EUR EBITDA a 3,9 mil. EUR odvedenej DPH; dopady na zamestnanosť by boli zanedbateľné.

Moholt 50|50, Trondheim , Nórsko (2016)



Zdroj: [84a]

LYN Gemeinschaftswohnen im Wedding, Berlín, Nemecko (2018)



Zdroj: [84b]

POŽIARNA BEZPEČNOSŤ DREVOSTAVIEB

Táto kapitola [9] má za cieľ stručne priblížiť dôležité aspekty histórie a súčasnosti požiarnej bezpečnosti drevostavieb v Slovenskej republike, poskytnúť prehľad základných limitov drevostavieb vo vybraných zahraničných krajinách a priblížiť možný spôsob ďalšieho rozvoja danej oblasti.

7.1 Historický prehľad vývoja požiarnej bezpečnosti

Historický vývoj požiarnej bezpečnosti v období po 2. svetovej vojne na Slovensku, a vtedajšom Československu, je možné rozdeliť do dvoch základných etáp:

Obdobie pred rokom 1977 – toto obdobie je charakteristické postupným rozvojom právnych predpisov a technických noriem v oblasti požiarnej bezpečnosti a medzi najvýznamnejšie patria ČSN 73 0760 Požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť z roku 1954 a ČSN 73 0761 Požární předpisy pro výstavbu zemědělských závodů a objektů z roku 1959. ČSN 73 0760 kategorizovala stavby do stupňov požiarnej bezpečnosti aj na základe horľavosti stavebných hmôt (horľavé, neľahko horľavé a horľavé). Na základe týchto stupňov boli potom stanovované požiadavky, ako napr. obmedzenie počtu podlaží. Norma taktiež stanovovala explicitné požiadavky na horľavosť vybraných stavebných konštrukcií. V roku 1967 boli vydané aj Požární předpisy MV Hlavní inspekce požární ochrany, ktoré zahŕňujú Požární předpisy pro projektování výškových budov, Požární předpisy pro ochranu ocelových konstrukcí budov pro občanské vybavení a bydlení a Požární předpisy pro projektování a výstavbu mrazíren a chladíren. V tomto období bol základným právnym predpisom pre oblasť požiarnej bezpečnosti stavieb zákon č. 35/1953 Sb. o státním požární dozoru a požární ochraně.

Obdobie po roku 1977 – v ktorom vstúpila do platnosti nová generácia technických noriem požiarnej bezpečnosti stavieb tzv. „Kódex požiarnej bezpečnosti“, ktorý bol tvorený radou noriem ČSN 73 08xx (po rozdelení Československa potom STN 73 08xx). V tejto rade technických noriem, ktorá bola záväzná, bolo zavedené aj triedenie požiarne deliacich a nosných konštrukcií na základe podielu horľavých hmôt na nehorľavé, zmiešané a horľavé (ČSN 73 0802) a následne aj triedenie konštrukčných častí na D1, D2 a D3, na základe ktorých boli triedené konštrukčné systémy na nehorľavé, zmiešané a horľavé. Triedenie bolo založené na stupňoch horľavosti stavebných hmôt (A, B, C1 až C3), ktoré boli stanovované skúškou podľa ČSN 73 0862 Stanovení stupně hořlavosti stavebních hmot.

Uvedená klasifikácia a triedenie boli východiskom pre zavedenie druhov konštrukčných prvkov a systémov do súčasnej sústavy tvorenej právnymi predpismi, najmä Vyhláškou MV SR č. 94/2004 Z. z. (v znení neskorších predpisov) a rady noriem STN 92 0201 (vrátane zmien). Tieto predpisy sú, spoločne s ďalšími dôležitými aspektami požiarnej bezpečnosti drevostavieb popísané v nasledujúcich statiach. Jednotlivé požiarne technické charakteristiky stanovované podľa skúšobných noriem radu STN 73 08xx boli po vstupe do EÚ postupne nahradené skúškami a klasifikačnými kritériami na základe európskych noriem, napríklad stupne horľavosti boli nahradené triedou reakcie na oheň.

7.2 Súčasná požiadavka požiarnej bezpečnosti na drevostavby a drevo ako konštrukčný materiál

V nadväznosti na vyššie uvedený stručný historický prehľad, prináša táto podkapitola prehľad všeobecných požiadaviek, ktoré sa vzťahujú na drevo a materiály na báze dreva (ďalej len drevo) v oblasti požiarnej bezpečnosti stavieb. Ďalšie špecifické požiadavky sa môžu uplatňovať pre vybrané typy stavieb alebo druhov užívania priestorov; preto nie je možné považovať tento prehľad za vyčerpávajúci.

7.2.1 Horľavosť dreva – trieda reakcie na oheň

Pre zabudovanie stavebných výrobkov do stavby je jednou z najdôležitejších charakteristík trieda reakcie na oheň, ktorá vyjadruje ich horľavosť [10]. Trieda reakcie na oheň je zároveň aj východiskovou charakteristikou pre zatriedenie konštrukčných prvkov v zmysle platných právnych predpisov a technických noriem požiarnej bezpečnosti stavieb v SR.

[10] Horľavosť nie je technická charakteristika materiálu, ale možno ju interpretovať ako súbor vlastností, ktoré ovplyvňujú jeho schopnosť zapáliť sa a šíriť po svojom povrchu požiar. Je závislá hlavne od druhu a konfigurácie materiálu pri jeho použití. Drevo je organického pôvodu, a teda je to materiál, ktorý je horľavý. Z hľadiska vlastností, ktoré horľavosť dreva ovplyvňujú sú dôležité najmä tieto vlastnosti: druh dreva, jeho objemová hmotnosť, podiel povrchu k hmotnosti finálneho produktu (rezivo, obklad, plošný materiál atď.) a prípadné prímеси, resp. dodatočné povrchové úpravy.

V rámci európskej únie platí jednotná klasifikácia horľavosti stavebných výrobkov, ktorá sa vyjadruje práve triedou reakcie na oheň. Platnou klasifikačnou normou je STN EN 13501-1 [85] Klasifikácia požiarňových charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň z 11/2019.

Uvedená norma a tiež Rozhodnutie komisie (2000/147/ES) [86] uvádza normové skúšobné postupy a klasifikačné kritériá pre zatriedenie stavebných výrobkov do jednotlivých tried reakcie na oheň, ktoré sú pre:

- Stavebné výrobky okrem podlahových krytín a tepelnoizolačných výrobkov lineárnych potrubí A1, A2, B, C, D, E a F;
- Podlahové krytiny A_{fl}, A_{2fl}, B_{fl}, C_{fl}, D_{fl}, E_{fl} a F_{fl}
- Tepelnoizolačné výrobky lineárnych potrubí A_{1L}, A_{2L}, B_L, C_L, D_L, E_L a F_L

Pre stavebné výrobky z dreva sú relevantné prvé dve kategórie výrobkov, hlavne však stavebné výrobky okrem podlahových krytín a tepelnoizolačných výrobkov lineárnych potrubí, ktoré zahŕňajú prakticky všetky horizontálne a vertikálne konštrukcie, ich povrchové úpravy a obklady.

Vyššie uvedené triedy reakcie na oheň obecné vyjadrujú schopnosť stavebného výrobku zapáliť sa od referenčného iniciačného zdroja a šíriť plamene a požiar po svojom povrchu. Triedy A1, resp. A2 sa dajú charakterizovať ako nehorľavé stavebné výrobky a triedy B až F ako stavebné výrobky horľavé. Obecné sa ich vlastnosti z hľadiska požiarnej bezpečnosti zhoršujú od B (veľmi obmedzený príspevok k šíreniu požiaru) až po F (významný príspevok k šíreniu požiaru). Zároveň sa k triedam reakcie na oheň udávajú aj doplnkové klasifikácie s₁ až s₃ – tvorba dymu a d₀ až d₂ – tvorba horiacich kvapiek/častíc.

S ohľadom na vlastnosti dreva a vo vzťahu k EN normám (napr. rada EN 622, EN 300, EN 312, EN 13238), ktoré stanovujú ich požadované parametre a spôsob ich preukazovania, je možné na základe Rozhodnutia komisie (2003/43/ES) [87] stanoviť triedu reakcie na oheň aj bez vykonania skúšok. Platí to však len pre tie stavebné výrobky z dreva, ktoré sú v prílohe tohto Rozhodnutia explicitne uvedené a spĺňajú všetky uvedené vlastnosti podľa relevantných EN noriem, ako aj spôsob inštalácie. Pre stavebné výrobky z dreva je to v závislosti na hrúbke a spôsobe inštalácie trieda reakcie na oheň D až E s rôznymi hodnotami doplnkových klasifikácií s a d; prehľad klasifikácií pre jednotlivé druhy stavebných výrobkov z dreva je dostupný v prílohe Rozhodnutia komisie (2003/43/ES) [87], tabuľky 1 až 4.

Zároveň je nutné podotknúť, že triedu reakcie na oheň výrobkov iných ako uvedených v Rozhodnutí komisie (2003/43/ES) [87] alebo výrobkov z dreva, na ktoré bola dodatočne použitá povrchová úprava je možné stanoviť len na základe výsledkov skúšok a nie paušálne. To platí aj pre prípadnú aplikáciu povrchových úprav (napr. náterov), ktoré znižujú horľavosť stavebných výrobkov z dreva. V tomto prípade deklaruje výrobca povrchovej úpravy dosiahnuteľnú triedu reakcie na oheň prostredníctvom technického listu, kde zároveň stanovuje aj spôsob a podmienky aplikácie.

7.2.2 Triedenie konštrukčných prvkov

Konštrukčné prvky sa triedia na základe vplyvu horľavých komponentov konštrukcií stavby na intenzitu požiaru a nosnosť a stabilitu týchto prvkov. V tomto kontexte sa posudzuje každá konštrukcia, bez ohľadu na to či z hľadiska stavby alebo jej časti plní nosnú funkciu alebo nie, podľa kritérií uvedených v tabuľke nižšie.

Hľadisko pre triedenie konštrukcií	D1	D2	D3
Vplyv horľavých komponentov na intenzitu požiaru	Nie	Nie	Áno
Vplyv horľavých komponentov na nosnosť a stabilitu	Nie	Áno	Áno
		Drevostavby	

V zmysle §12 vyhlášky MV SR č. 94/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov (ďalej len vyhlášky MV SR č. 94/2004 Z. z.) sa konštrukčné prvky triedia nasledovne [88]:

Konštrukčné prvky druhu D1 počas požadovanej požiarnej odolnosti nezvyšujú intenzitu požiaru, pretože stavebné materiály alebo komponenty

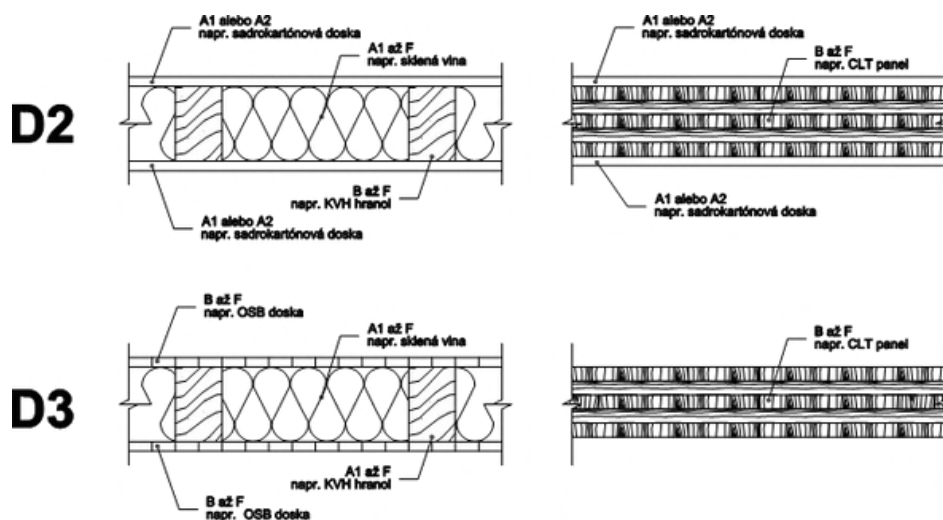
- z ktorých sú zhotovené, majú triedu reakcie na oheň A1 alebo A2, alebo
- s triedou reakcie na oheň inou ako A1 alebo A2, ktoré nezabezpečujú nosnosť a stabilitu konštrukčného prvku, sú uzavreté stavebnými materiálmi alebo komponentmi s triedou reakcie na oheň A1 alebo A2 tak, že v požadovanom čase požiarnej odolnosti sa nezapália a neuvolňuje sa z nich teplo.

Konštrukčné prvky druhu D2 počas požadovanej požiarnej odolnosti nezvyšujú intenzitu požiaru, pretože stavebné materiály alebo komponenty s triedou reakcie na oheň inou ako A1 alebo A2 sú uzavreté stavebnými materiálmi alebo komponentmi s triedou reakcie na oheň A1 alebo A2 tak, že v požadovanom čase požiarnej odolnosti sa nezapália a neuvolňuje sa z nich teplo.

Horľavé materiály a komponenty uzavreté vo vnútri konštrukčných prvkov druhu D1 a D2 nesmú počas požadovanej doby požiarnej odolnosti dosiahnuť teplotu vzplanutia; ak táto nie je jednoznačne určená, teplota vzplanutia je 180 °C. Čas potrebný na dosiahnutie teploty vzplanutia je možné preukázať experimentálne alebo výpočtom.

Konštrukčné prvky druhu D3 sa počas požadovanej požiarnej odolnosti môžu zapáliť a zvyšovať intenzitu požiaru a nemožno ich posudzovať ako konštrukčné prvky druhu D1 alebo druhu D2.

Schematické vyobrazenie možných skladieb stĺpkových a masívnych konštrukcií drevostavieb je na obrázku nižšie vrátane prípustných tried reakcie na oheň.



7.2.3 Triedenie konštrukčných celkov

Konštrukčný celok je kľúčovou charakteristikou stavby z hľadiska požiarnej bezpečnosti. Na základe konštrukčného celku sú stanovené základné výškové obmedzenia prakticky pre všetky typy stavieb. Pri posudzovaní konštrukčného celku sa musí zobrať do úvahy každá konštrukcia, ktorá plní nosnú alebo požiarne deliacu funkciu.

V zmysle §12 vyhlášky MV SR č. 94/2004 Z. z. sa konštrukčné celky triedia nasledovne [88]:

Nehorľavý konštrukčný celok má stavba, ak nosné konštrukcie zabezpečujúce stabilitu stavby a požiarne deliace konštrukcie stavby pozostávajú len z konštrukčných prvkov druhu D1.

Zmiešaný konštrukčný celok má stavba, ak

1 zvislé nosné konštrukcie zabezpečujúce stabilitu stavby a zvislé požiarne deliace konštrukcie stavby sú len druhu D1; ostatné nosné konštrukcie stavby a požiarne deliace konštrukcie stavby môžu byť druhu D2, alebo

2 nosné konštrukcie zabezpečujúce stabilitu stavby a požiarne deliace konštrukcie stavby sú len druhu D2, pričom súčasne platí, že

- nosné komponenty týchto konštrukčných prvkov majú triedu reakcie na oheň najmenej D-s2, d0,
- všetky dutiny v týchto konštrukčných prvkoch sú celkom vyplnené komponentmi triedy reakcie na oheň A1 alebo A2 s teplotou tavenia najmenej 1 000 °C,
- upevnenie komponentov v dutinách týchto konštrukčných prvkov vylúči ich pohyb a vypadnutie; to platí aj vtedy, ak vonkajší komponent konštrukčného prvku prestane plniť ochrannú funkciu.

Horľavý konštrukčný celok má stavba vtedy, ak nosné konštrukcie zabezpečujúce stabilitu stavby a požiariarne deliace konštrukcie stavby sú

1. len druhu D2 a tieto nespĺňajú podmienky uvedené písmena b) pre zmiešaný konštrukčný celok, alebo
2. druhu D1, druhu D2 alebo druhu D3; tento konštrukčný celok však nespĺňa požiadavky na nehorľavý konštrukčný celok stavby alebo zmiešaný konštrukčný celok stavby.

Schematické znázornenie skladieb možných druhov konštrukčných celkov pre drevostavby je na obrázku nižšie. Vyskytuje sa i niekoľko výnimiek, ktoré umožňujú použitie, resp. nezohľadnenie, konštrukčných prvkov druhu D3 v najvyššom podlaží alebo pri ich umiestnení nad požiarnym stropom (staticky nezávislým od konštrukčných prvkov druhu D3) posledného nadzemného podlažia. Zároveň je však potrebné doplniť, že týmto nie sú dotknuté iné požiadavky, napr. zriaďovanie požiarnych pásov atď, v častiach stavieb s konštrukčnými prvkami druhu D3.



Je potrebné zdôrazniť, že každá konštrukcia druhu D2 alebo D3, jej súčasť, povrchová úprava (> 2mm), obklady, podhľady a pod. triedy reakcie na oheň B až F musí byť zohľadnená v konštrukčnom celku alebo započítaná do stáleho požiarného zaťaženia.

7.2.4 Výškové limity drevostavieb

Ako bolo uvedené vyššie, konštrukčné prevedenie stavby je charakterizované druhmi použitých konštrukčných prvkov (pre drevostavby D2 a D3) a z nich vychádzajúcim druhom konštrukčného celku (pre drevostavby zmiešaný a horľavý). Konštrukčný celok je, spoločne s požiarnym rizikom, hlavným parametrom pre výškové limity stavieb. Tieto limity vychádzajú z technickej normy STN 92 0201-2: 2017 Požiarna bezpečnosť stavieb - Časť 2. Stavebné konštrukcie [89].

Pre nehorľavý konštrukčný celok nie sú výškové limity stanovené a predstavuje jedinou možnosť pre nevýrobné stavby s požiarnou výškou nad 22,5 m.

Nevýrobné stavby so zmiešaným konštrukčným celkom s vertikálnymi požiarne deliacimi a nosnými konštrukciami vo zvislom smere druhu D1 a horizontálnymi požiarne deliacimi a nosnými konštrukciami v horizontálnom smere druhu D2 je možné realizovať do požiarnej výšky najviac 22,5 m.

Prehľad výškových limitov nevýrobných stavieb s drevenými konštrukciami druhu D2 (chránené drevo) a D3 (nechránené drevo) je uvedený v tabuľke nižšie. .

Druh konštrukčného celku	Druh užívania stavby	
	Nevýrobné stavby	Stavby na bývanie a ubytovanie
Zmiešaný konštrukčné prvky D2 spĺňajúce špecifické požiadavky	12 m	5 podlaží
Horľavý ostatné konštrukčné prvky D2 alebo D3	12* (9) m	3 podlažia

* možné, ale v drevostavbách prakticky nevyužiteľné s ohľadom na prípustné požiarne riziko, požadovanú požiarnu odolnosť a druh konštrukčných prvkov.

Na špecifické druhy stavieb sa môžu vzťahovať dodatočné, resp. iné, požiadavky a limity. Napr. využitie konštrukčných prvkov druhu D2 a D3 je prípustné pre stavby zdravotníckych zariadení s najviac dvoma podlažiami.

7.2.5 Konštrukcie, v ktorých je použitie dreva vylúčené

Táto stať prináša základný prehľad konštrukcií, ktoré musia byť druhu D1, to znamená, že použitie dreva v nich je prakticky vylúčené. V zátvorke je uvedený paragraf vyhlášky MV SR č. 94/2004 Z.z., ktorý danú požiadavku stanovuje. Drevenou konštrukciou sa v kontexte tejto state myslí konštrukčný prvok druhu D2 alebo D3. Prehľad je zameraný na nevýrobné stavby a nie je vyčerpávajúci; právne predpisy a technické normy môžu stanovovať ďalšie požiadavky a obmedzenia na použitie drevených konštrukcií a materiálov.

Konštrukcie ohraničujúce časť požiarneho úseku bez požiarneho rizika (§36) – v drevostavbách nie je možné realizovať požiarne úseky alebo ich časti bez požiarneho rizika.

Požiarne pásy v obvodových stenách (§44) – v stavbách alebo ich častiach (napr. nadstavbách), kde sa požadujú požiarne pásy, nie je možné využiť drevené konštrukcie obvodových stien; obmedzenie sa explicitne vzťahuje na časti obvodových stien, kde sú požiarne pásy požadované, t.j. na hranici požiarneho úseku. Požiarne pásy sa paušálne bez ohľadu na podlažnosť alebo požiarnu výšku vyžadujú v stavbách zdravotníckych zariadení, zariadení sociálnych služieb a v stavbách, ktoré sú určené pre osoby neschopné samostatného pohybu a osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu.

Konštrukcie inštalačných šácht a kanálov (§47a) – pre konštrukcie inštalačných šácht a kanálov, ktoré tvoria samostatný požiarne úsek sa explicitne vyžaduje použitie nehorľavých materiálov triedy reakcie na oheň A1 alebo A2.

Konštrukcie chránených únikových ciest (§52) – Požiarne deliace konštrukcie, konštrukcie zabezpečujúce stabilitu chránenej únikovej cesty a obvodové konštrukcie chránenej únikovej cesty musia byť vyhotovené z konštrukčných prvkov druhu D1.

Troj- a viacpodlažné stavby zdravotníckych zariadení (§95) – prípustné sú len požiarne deliace konštrukcie a konštrukcie zabezpečujúce stabilitu stavby vyhotovené z konštrukčných prvkov druhu D1; uvedené sa vzťahuje aj na zariadenia sociálnych služieb, v ktorých sa nachádzajú osoby s ťažkým zdravotným postihnutím (§96). V stavbách zdravotníckych zariadení sa zároveň vždy vyžadujú požiarne, bez ohľadu na ich podlažnosť či požiarnu výšku.

Požiarne deliace a nosné konštrukcie (Tab. 5, STN 92 0201-2: 2017) – napr. nosné a požiarne deliace konštrukcie v podzemných podlažiach; požiarne deliace, nosné a ďalšie konštrukcie v IV. a V. stupni požiarnej bezpečnosti; požiarne deliace konštrukcie inštalčných šacht a kanálov a evakuačných výťahov; požiarne konštrukcie v staticky nezávislých jednopodlažných stavbách a ďalšie.

Povrchové úpravy a exteriérové obklady obvodových stien z vonkajšej strany (najmä čl. 5.14, STN 92 0201-2:2017) – napr. v požiarne nebezpečnom priestore, na obvodových stenách drevostavieb so zmiešaným konštrukčným celkom, na obvodových stenách na vonkajších schodiskách, pavlačiach a iných komunikáciách stavby, ktoré slúžia ako čiastočne chránené únikové cesty alebo chránené únikové cesty, prevetrávaných fasádach na stavbách, kde sa vyžadujú požiarne pásy a v ďalších prípadoch je možné použiť len nehorľavé materiály triedy reakcie na oheň A1 alebo A2, t.j. použitie drevených materiálov a konštrukcií je vylúčené.

7.3 Prehľad relevantných požiadaviek požiarnej bezpečnosti na drevostavby a drevo ako konštrukčný materiál v zahraničí

Táto stať poskytuje všeobecný prehľad základných požiadaviek požiarnej bezpečnosti na drevostavby v rôznych krajinách. Tieto prehľady sú čerpané z publikácie Fire Safe Use of Wood in Buildings: Global Design Guide [90]. Autori prehľadov upozorňujú, že priame porovnávanie požiadaviek nie je namieste, nakoľko sa mnohých prípadoch jedná o značné zjednodušenia. Zároveň uvádzajú, že nižšie požiadavky v niektorých krajinách neznamenaajú, že iné krajiny majú na požiarnu bezpečnosť drevostavieb príliš vysoké nároky. Práve naopak, opak môže byť pravdou a tieto nižšie požiadavky môžu byť neadekvátne alebo nereflektujú vyššie drevostavby. Z týchto dôvodov sú uvedené prehľady iba indikatívne.

Pre konkrétne druhy užívania stavieb alebo ich častí, prípadne vybrané konštrukčné prvky, sa môžu uplatňovať ďalšie požiadavky, analogicky k požiadavkám napr. na chránené únikové cesty, inštalčné šachty a kanály atď.

Prehľad výškových limitov a ďalších požiadaviek na drevostavby v rôznych krajinách pre budovy na bývanie a ubytovanie je uvedený v tabuľke nižšie.

Krajina	Max. počet podlaží		Max výška		Rovnaké pre všetky druhy materiálu	Dodatočné požiadavky pre drevené konštrukcie	Požiarne inžinierstvo povolené	Platné od	Požadovaná požiarňa odolnosť v minútach Budovy pre bývanie a ubytovanie			
	Nespr.	Spr.	Nespr.	Spr.					Max počet podlaží			
									1-2	3-4	5-8	> 8
Austrália	2-3	(8)	-	25	Áno	Áno	Áno	2019	30-60	60-90	90	-
Belgicko	NL ²⁾	NL	NL	NL	Áno	Nie	Áno	2020	30	30-60	60-120	120
Bielorusko	2	2	-	-	Nie	Nie	Nie	2018	-	-	-	-
Bulharsko	1-2	(4)	-	12	-	Nie	Nie	2010	-	30	60	120
Česká republika	(3-4)	(3-4)	9-12	9-12	Nie	Áno	Áno	1980+	15 ³⁾ /30	30 ³⁾ /60	45 ³⁾ /60	-
Čína	3	5	10	-	Áno/Nie	Áno	Áno	2017	30	60	120	-
Dánsko	(3-4) ²⁾	(3-4)	12 ²⁾	12	Nie	Áno	Áno	2020	60	60	-	-
Estónsko	4	8	-	-	Nie	Áno	Áno	2017	30	60-180	60 ⁴⁾ /120	-
Fínsko	2	8	9	28	Nie	Áno	Áno	2011	30	60 ³⁾	60 ³⁾	-
Francúzsko	(16)	(16)	50	50	Nie	Nie	Áno	1986	15-30	30-60	60	90-120
Grécko	NL	NL	NL	NL	Áno	Nie	Nie	2018	30	60	60-90	90-120
Holandsko	NL	NL	NL	NL	Áno/Nie	Nie	Áno/Nie	2012		60	90	120
Chorvátsko	(7)	(7)	22	22	Áno	Áno	Áno	2015	30	60	90	-
Írsko	3	4	10	10	Nie	Áno	Áno/Nie	2006	30	30-60	-	-
Island	8	NL	23	NL	Áno	Nie	Áno	2012	30/90 ⁴⁾	60 ⁴⁾ /90	60 ⁴⁾ /90	90 ⁴⁾ /120
Japonsko	3	3	16	16	Áno	Áno	Áno	2019	45/60	60	-	-
Kanada	3	12	-	42	Nie	Áno	Áno	2020	45	45-60	60 ³⁾ /120	120
Litva	(3)	(3)	10	10	Áno	Nie	Nie	2010	NL	45	60-120	60-120
Lotyšsko	(7) ²⁾	(7) ²⁾	21 ²⁾	21 ²⁾	Áno	Áno	(Áno)	2018	30	30 ³⁾ -60	60 ³⁾	60 ³⁾ -180
Maďarsko	3	3	14	14	Áno	Áno	Áno	2020	15	30		
Nemecko	(7-8)	(7-8)	22	22	Áno	Áno	Áno	2021	30	60	90	-
Nórsko	4	4	-	-	Áno	Nie	Áno	2007	30	60	-	-
Nový Zéland	20	20	25	-	Áno	Nie	Áno	2020	60/30 ⁴⁾	60/30 ⁴⁾	60/30 ⁴⁾	60/30 ⁴⁾
Poľsko	8	> 8	25	> 25	Áno	Nie	Nie	2017	30	30	30	120
Portugalsko	NL	NL	NL	NL	Áno/Nie	Nie	Nie	2009	30	30	60	90
Rakúsko	(7) ²⁾	(7)	22	-	Áno	Áno	Áno	2019	30-60	30-90	60-90	-
Rumunsko	3	4	-	-	Nie	Áno	Áno	1999	-	-	-	-
Rusko	NL	NL	75	75	Áno	Áno	Áno	2012	0-30 ²⁾	45	45	90 ⁴⁾ -120
S. Macedónsko	1-2	1-2	6-9	6-9	Áno	Nie	Nie	1984	120	120	120	120
Slovinsko	6	(7)	-	22	Nie	Áno	Áno	2019	-	-	-	-
Srbsko	1-2	1-2	6-9	6-9	Áno/Nie	Áno	Áno	2019	15-30	30-60	-	-
Španielsko	NL	NL	NL	-	Áno	Nie	Áno	2019	30	60	90	120
Švajčiarsko	(33)	(33)	100	100	Áno	Nie	Áno	2015	0 ⁴⁾ /30	0 ⁴⁾ /30	30 ⁴⁾ /60	60 ⁴⁾ /90
Švédsko	NL	NL	NL	NL	Áno	Nie	Áno	2012	60	60	60-90 ²⁾	90
Taliansko	NL	NL	NL	NL	Áno	Nie	Áno	2006			60	90-120
Turecko	10	NL	30,5	NL	Nie	Nie	Nie	2007	30 ²⁾ /60	60 ²⁾	60 ²⁾	90/120 ²⁾
UK	3-4	NL	11	NL	Áno	Nie	Áno	2020	30	60	60 ⁴⁾ /90	90 ⁴⁾ /120
Ukrajina	NL	NL	NL	NL	Áno	Áno	Áno	2016	30	30	60	120-180
US	0	(18)	0	83	Nie	Áno	Áno	2021	0	0 ⁴⁾ /30	60 ⁴⁾ /120	120 ⁴⁾ /180

* výška podlažia je odhadom stanovená na 3 m, v prípade ak bol špecifikovaný len prípustný výškový limit (výsledný počet podlaží je uvedený v zátvorkách)

NL = bez obmedzenia pre drevené konštrukcie

PBD = požiarne inžiniersky prístup

1) pre 5-6 podlaží

2) uplatňujú sa ďalšie požiadavky

3) v prípade rozličných podlaží a, v niektorých krajinách, rozličných požiarnych úsekoch

4) so sprinklerovým stabilným hasiacim zariadením

Krajina	Max. počet podlaží		Max výška		Rovnaké pre všetky druhy materiálu	Dodatočné požiadavky pre drevené konštrukcie	Požiarne inžinierstvo povolené	Platné od	Požadovaná požiarna odolnosť v minútach Administratívne budova			
	Nespr.	Spr.	Nespr.	Spr.					Max počet podlaží			
									1-2	3-4	5-8	> 8
Austrália	2	(8)		25	Áno	Áno	Áno	2019	60-90	90-120	90-120	90-120
Belgicko	NL ²⁾	NL	-	-	Áno	Nie	Áno	2020	30	30-60	60-120	120
Bielorusko	2	2	-	-	-	-	-	2018	-	-	-	-
Bulharsko	1-2	(4)	-	12	-	Nie	Nie	2010	-	30	60	120
Česká republika	(3-4)	(3-4)	9-12	9-12	Nie	Áno	Áno	1980+	15 ²⁾ /30	30 ²⁾ /60	45 ²⁾ /60	-
Čína	3	5	10	-	Áno/Nie	Áno	Áno	2017	30	90	120	
Dánsko	(3-4) ²⁾	(3-4)	12 ²⁾	12	Nie	Áno	Áno	2020	60	60	-	-
Estónsko	4	8	-	-	Nie	Áno	Áno	2017	30	60-180	120-240	-
Fínsko	2	8	9	28	Nie	Áno	Áno	2011	30	60 ²⁾	60 ²⁾	-
Francúzsko	(9)	(9)	28	28	Nie	Áno	Áno	1992	0	60	60	90
Grécko	NL	NL	NL	NL	Áno	Nie	Nie	2018	30	60	60-90	90-120
Holandsko	NL	NL	NL	NL	Áno/Nie	Nie	Áno/Nie	2012	-	60	90	-
Chorvátsko	(7)	(7)	22	22	Áno	Áno	Áno	2015	30	60	90	-
Írsko	3	4	10	10	Nie	Áno	Áno/Nie	2006	30	30/60	-	-
Island	8	NL	23	NL	Áno	Nie	Áno	2012	30/90 ³⁾	60 ²⁾ /90	60 ³⁾ /90	90 ²⁾ /120
Japonsko	3	3	16	16	Áno	Áno	Áno	2019	60/45	60	-	-
Kanada	3	12	-	42	Nie	Áno	Áno	2020	45	45-60	60 ⁴⁾ /120	120
Litva	(3)	(3)	10	10	Áno	Nie	Nie ⁴⁾	2010	NL	45	60-120	60-120
Lotyšsko	(7) ²⁾	(7) ²⁾	21 ²⁾	21 ²⁾	Áno	Áno	(Áno)	2018	30	30 ²⁾ -60	60 ³⁾	60 ³⁾ -180
Maďarsko	3	3	14	14	Áno	Áno	Áno	2020	15	30	-	-
Nemecko	(7-8)	(7-8)	22	22	Áno	Áno	Áno	2021	30 ²⁾	60 ²⁾	90	-
Nórsko	4	4	-	-	Áno	Nie	Áno	2007	30	60	-	-
Nový Zéland	8	20	25	60	Áno	Nie	Áno	2020	60/30 ⁴⁾	60/30 ⁴⁾	60/30 ⁴⁾	60/30 ⁴⁾
Poľsko	8	> 8	25	> 25	Áno	Nie	Nie	2017	30	30	30	120
Portugalsko	NL	NL	NL	NL	Áno/Nie	Nie	Nie	2009	30	30	60	90
Rakúsko	(7) ²⁾	(7)	22	-	Áno	Áno	Áno	2019	30-60	30-90	60-90	-
Rumunsko	3	4	-	-	Nie	Áno	Áno	1999	-	-	-	-
Rusko	16	NL	50	NL	Áno	Nie	Áno	2014	-	45	90	120
S. Macedónsko	1-2	1-2	6-9	6-9	Áno	Nie	Nie	1984	120	120	120	120
Slovinsko	6	7	-	-	Nie	Áno	Áno	2019	-	-	-	-
Srbsko	1-2	3	10	10	Nie	Áno	Áno	2019	30-60	60-90	-	-
Španielsko	NL	NL	NL	-	Áno	Nie	Áno	2019	30	60	90	120
Švajčiarsko	(33)	(33)	100	100	Áno	Nie	Áno	2015	0 ⁴⁾ /30	0 ⁴⁾ /30	30 ⁴⁾ /60	60 ⁴⁾ /90
Švédsko	NL	NL	NL	NL	Áno	Nie	Áno	2012	60	60	60-90 ²⁾	90
Taliansko	NL	NL	NL	NL	Áno	Nie	Áno	2006	30	30/60	60	90/120
Turecko	10	NL	30,5	NL	Nie	Nie	Nie	2007	30/30 ²⁾	60/30 ²⁾	60/30/90 ²⁾	90/120 ²⁾
UK	10	NL	30	NL	Áno	Nie	Áno	2020	30	30 ⁴⁾ /60	60 ⁴⁾ /90	90 ⁴⁾ /120
Ukrajina	NL	NL	NL	NL	-	Áno	Áno	2016	30	30	60	120-180
US	5	18	19,8	83	Nie	Áno	Áno	2021	0	04/60	60-120	120-180

* výška podlažia je odhadom stanovená na 3 m, v prípade ak bol špecifikovaný len prípustný výškový limit (výsledný počet podlaží je uvedený v zátvorkách)

NL = bez obmedzenia pre drevené konštrukcie

PBD = požiarne inžiniersky prístup

1) pre 5-6 podlaží

2) uplatňujú sa ďalšie požiadavky

3) v prípade rozličných podlaží a, v niektorých krajinách, rozličných požiarnych úsekoch

4) so sprinklerovým stabilným hasiacim zariadením

7.4 Možnosti úprav požiadaviek požiarnej bezpečnosti na drevostavby a drevo ako konštrukčný materiál

Cieľom tejto state je priblížiť základné oblasti, ktorými by sa bolo možné zaoberať v prípade revízie súčasne platných právnych predpisov a technických noriem, alebo pri vytváraní nových, s ohľadom na požiadavky požiarnej bezpečnosti drevostavieb v nevýrobných objektoch. Zároveň je potrebné upozorniť, že sa nejedná vyčerpávajúci zoznam a ani o konečné technické riešenia. Pre ich implementáciu je potrebné ich došpecifikovať, zhodnotiť ich účinnosť pri zaistovaní požiarnej bezpečnosti a analyzovať prípadné kolízie s existujúcimi ustanoveniami platných právnych predpisov a technických noriem. Zároveň je potrebné identifikovať a vyriešiť prípadné ďalšie dotknuté oblasti požiarnej bezpečnosti, napríklad pre špecifické druhy užívania stavieb a priestorov. Všetko uvedené je nevyhnutné realizovať v konzultácii so všetkými relevantnými zúčastnenými stranami, hlavne orgánom štátnej správy, do ktorého gescie oblasť požiarnej bezpečnosti stavieb spadá.

Základnými predpokladmi pre úpravu požiadaviek požiarnej bezpečnosti na drevostavby a drevo ako konštrukčný materiál sú:

- 1 Nezvyšiť možnosť šírenia požiaru interiérom alebo exteriérom stavby alebo vnútom konštrukcií samotných.
- 2 Zaisťovať bezpečné podmienky evakuácie osôb a vedenia protipožiarneho zásahu po dostatočne dlhú dobu.
- 3 Zachovať zohľadňovanie všetkých horľavých materiálov v konštrukciách, povrchoch, obkladoch, podhladoch a ďalších s konštrukciou stavby pevne spojených súčiastkach prostredníctvom konštrukčného celku stavby alebo stáleho požiarneho zaťaženia.
- 4 V prípade využitia kompenzačných opatrení, napr. stabilných hasiacich zariadení vhodného typu, preukázať ich účinnosť a schopnosť plnohodnotne kompenzovať poskytnutú úľavu alebo odchýlku.

Zároveň je potrebné zdôrazniť, že štandardné normové návrhové postupy by, s ohľadom na komplikovanosť problematiky, nemali prekročiť hranicu dosahu bežnej výškovej zásahovej a záchrannej techniky, t.j. 22,5 m, resp. 12 m pre drevo nechránené.

S ohľadom na, a za predpokladu preukázania vyššie uvedeného, môže byť východiskom zavedenie systému variantných spôsobov naplnenia súčasných požiadaviek požiarnej bezpečnosti. Tieto variantné riešenia by nemali ovplyvniť základné prvky navrhovania požiarnej bezpečnosti stavieb, a to hlavne definície konštrukčného prvku druhu D1 a nehorľavého konštrukčného celku stavby, požiadavky na vyhotovenie konštrukcií chránených únikových ciest a požiarnych pásov len z konštrukčných prvkov druhu D1.

V princípe je, s ohľadom na aktuálne výškové limity, možné rozdeliť úpravy na dve oblasti:

Zmiešaný konštrukčný celok – „chránené drevo“

Východiskom pre túto oblasť je ochrana všetkých súčastí drevených konštrukcií nehorľavými obkladmi zaistujúcimi ich požadovanú požiaru odolnosť; všetky požiarne deliace a nosné konštrukcie musia plniť požiadavky konštrukčného prvku druhu D2 v „prísnejšom“ prevedení podľa §13 (4), písm. b), body 1 až 3, tak ako je to možné v súčasnej dobe do požiarnej výšky najviac 12 m.

Uvedený limit bol pri revízii STN 92 0201-2 v roku 2017 stanovený aj s ohľadom na požiarne pásy (musia byť D1), ktorých realizácia je pre bežné stavby požadovaná, práve pri prekročení požiarnej výšky 12 m. Požiarne pásy obmedzujú šírenie požiaru exteriérom stavby. Pre navýšenie limitu 12 m požiarnej výšky drevostavieb v zmiešanom konštrukčnom celku teda musí byť prijaté adekvátne kompenzačné opatrenie, pretože požiarne pásy ako prvok pasívnej požiarnej bezpečnosti nie je možné realizovať z konštrukčných prvkov drevostavieb druhu D2.

Ako možné alternatívne riešenie prichádza do úvahy upustiť od požiadavky na požiarne pásy v stavbách s požiarou výškou najviac 22,5 m, v prípade, že sú všetky požiarne úseky vybavené vhodným automatickým stabilným hasiacim zariadením, najmä sprinklerového alebo hmlového typu. Pre tieto stabilné hasiace zariadenia sú k dispozícii aj európske technické normy, ako napr. STN EN 12845+A1 Stabilné hasiace zariadenia. Automatické sprinklerové systémy. Navrhovanie, inštalovanie a údržba, STN EN 16925: 2020 Stabilné hasiace zariadenia. Automatické sprinklerové zariadenia pre stavby na bývanie a ubytovanie. Projektovanie, inštalovanie a údržba, alebo rada STN EN 14972 Stabilné hasiace zariadenia. Systémy na vodnú hmlu.

Zároveň by sa mali aplikovať dodatočné podmienky uplatnenia alternatívneho riešenia, ako napr.:

1 Inštaláciu stabilného hasiaceho zariadenia nepožaduje právny predpis a / alebo technická norma z iných dôvodov.

2 Nejde o stavbu zdravotníckeho zariadenia, sociálne služby, domovy dôchodcov, sklady horľavých kvapalín a plynov, sklady v jednopodlažných stavbách, výroby a prevádzky skupiny 6 a 7, $a_n > 1,1$, stavby so zhromažďovacími priestormi, atď...

3 Na exteriérovej strane obvodovej steny je prípustná povrchová úprava, ETICS a exteriérový obklad len z materiálov triedy reakcie na oheň A1 alebo A2.

Kombinácia vyššie uvedeného vytvára základné predpoklady pre možné navýšenie limitu požiarnej výšky drevostavieb so zmiešaným konštrukčným celkom v špecifickom prevedení zo súčasných 12 m na 18 m, resp. 22,5 m. Zároveň je potrebné posúdiť vybavenie takýchto stavieb aj elektrickou požiarnou signalizáciou pre včasnú detekciu požiaru a varovanie osôb.

Horľavý konštrukčný celok – „nechránené drevo“

V súčasnej dobe je pre drevostavbu s horľavým konštrukčným celkom prípustná požiarne výška najviac 12 m, avšak len vo veľmi obmedzenom spektre využitia.

Pre tento konštrukčný systém sú tiež v Tab. 2 STN 92 0201-2: 2017 definované limity požiarnej výšky aj na úrovni 4 m, čo nie je násobok štandardnej výšky podlažia 3 m použitý vo všetkých ostatných prípadoch okrem limitu 22,5 m, ktorý má svoje zdôvodnenie dosahom štandardnej výškovej techniky [91].

Pre nízke a stredné hodnoty výpočtového požiarneho zaťaženia, najviac však 40 až 60 kg.m⁻² by sa dala zvážiť možnosť navýšenia limitu požiarnej výšky na 6 m (pre vyšší zo stupňov požiarnej bezpečnosti, v prípade ak sa vyskytujú dva pre hodnotu požiarnej výšky 4 m).

Pre požiarne výšky nad 6 m, najviac však do 12 m sa odporúča využitie stabilných hasiacich zariadení na redukcii požiarneho rizika. Spôsob jeho zohľadnenia bol však oproti pôvodnému systému, pozri rovnicu (1) v STN 73 0802: 2023 [92], zmenený a pôvodne dosahovaná redukcia požiarneho rizika prostredníctvom súčiniteľa c_3 35 až 50% (v závislosti na podlahovej ploche a podlažnosti požiarneho úseku) sa znížila na paušálnych 30 %, pozri článok 3.3.5 STN 92 0201-1: 2000 + Zmeny 1 až 3 a Oprava a [93]. Keďže nie je známy dôvod tohto zníženia, bolo by vhodné zhodnotiť možnosť prinavrátenia pôvodného systému zohľadňovania stabilných hasiacich zariadení, napr. modifikáciou článku 3.3.5 na redukcii súčiniteľov a_n a a_s prenásobením ich hodnoty hodnotou $1/c_{n2}$ z tab. 11 STN 92 0201.

Pre vyššie hodnoty výpočtového požiarneho zaťaženia, nad 40 až 60 kg.m⁻² sa teda odporúča pre horľavý konštrukčný celok, ktorý je charakteristický hlavne priznanými drevenými konštrukciami, použitie stabilných hasiacich zariadení v kombinácii s vhodným nastavením podlahovej plochy a podlažnosti požiarneho úseku. Tým je možné dosiahnutie redukcie výpočtového požiarneho zaťaženia a možnosti využiť nižší stupeň požiarnej bezpečnosti (redukcia požiarnej odolnosti) alebo vyšší limit požiarnej výšky; obdobný postup sa uvádza i v komentári k pôvodnému zneniu noriem [91].

Sumarizáciou vyššie uvedených návrhov sa prináša nasledujúce možné rozdelenie limitných požiarnych výšok:

Konštrukčný celok	Bez stabilného hasiaceho zariadenia	So stabilným hasiacim zariadením
Zmiešaný (chránené drevo) „prísnejšia“ definícia D2	12 m (súčasný stav) 5 podlaží	18 – 22,5 m 7 až 8 podlaží
Horľavý (nechránené drevo) max. p_v 40 až 60 kg.m ⁻²	6 m 3 podlažia	12 m 5 podlaží
Horľavý (nechránené drevo) vyššie p_v	0-6 m (podľa p_v) 1-3 podlažia	3-9 m (podľa p_v) 2-4 podlažia

Chránené únikové cesty

Od požiadaviek na vybavovanie stavieb chránenými únikovými cestami a ich konštrukčného prevedenia (len D1) sa neodporúča upúšťať v žiadnej z vyššie uvedených situácií. Rovnako sa neodporúča ani zavádzať ich modifikácie či kompenzačné opatrenia na ich náhradu. Únikové cesty slúžia nielen na únik, ale aj na vedenie protipožiarneho zásahu a musia teda poskytnúť dostatočnú ochranu po dlhšiu dobu.

Odstupové vzdialenosti

Úroveň odstupových vzdialeností závisí od štyroch faktorov – výpočtového požiarneho zaťaženia, konštrukčného celku stavby, rozmerov posudzovanej plochy obvodovej steny alebo strešného pláštia (hranice požiarneho úseku na obvodovej stene) a % požiarne otvorenej (sálajúcej) plochy. Pri zachovaní geometrických parametrov je jediná možnosť, ako redukovať odstupové vzdialenosti, znížiť výpočtové požiarne zaťaženie stabilným hasiacim zariadením.

V súčasnosti je možné využiť úľavu pre požiarne úseky vybavené stabilným hasiacim zariadením (čl. 4.1.5 c STN 92 0201-4), ktorá sa vzťahuje ja na zmiešané konštrukčné systémy, tj. aj na drevostavby, ktorých všetky konštrukčné prvky sú druhu D2, teda chránené drevo, bez horľavých povrchov a obkladov.

Pre horľavý konštrukčný systém a konštrukčné prvky druhu D3, t.j. nechránené drevo, a prípadné vnútorné horľavé povrchové úpravy a obklady, je v súčasnosti možné aplikovať len redukcii požiarneho rizika popísanú vyššie (prostredníctvom redukcie súčiniteľa α). V tejto súvislosti by bolo možné zvážiť zohľadnenie stabilného hasiaceho zariadenia aj pre úpravu hodnôt, o ktoré sa navyšuje výpočtové požiarne zaťaženie (čl. 4.4.1 STN 92 0201-4) pre potreby stanovenia odstupových vzdialeností. Tým by bolo možné dosiahnuť výraznejšiu redukcii odstupových vzdialeností na základe skutočnej redukcie požiarneho rizika.

Horľavé exteriérové povrchy a obklady a konštrukčné prvky D3 z vonkajšej strany sú riešené v nasledujúcom bode.

Horľavé exteriérové povrchy a obklady

Zo strany exteriéru je potreba vyriešiť dve zásadné otázky týkajúce sa použitia horľavých povrchov a obkladov. Prvou je ich príspevok k šíreniu požiaru medzi požiarnymi úsekmi tej istej stavby po samotnom povrchu alebo obklade (povrchom, vnútrom či dutinami). Druhou je šírenie požiaru medzi požiarnymi úsekmi tej istej stavby, napr. vo vnútorných rohoch, a taktiež šírenie požiaru na iné stavby sálaním tepla alebo odpadávajúcimi horiacimi časťami. V oboch prípadoch nie je vhodné paušálne aplikovať redukcie postavené iba na využití stabilného hasiaceho zariadenia, nakoľko požiar môže vzniknúť aj v exteriéri a šíriť sa po fasáde budovy.

V tom to ohľade je doporučenou možnosťou nastavenia podmienok využitia horľavých exteriérových povrchov a obkladov realizácia veľkorozmerových požiarnych skúšok, napr. podľa ISO 13785-2:2002. Je potrebné stanoviť najmä požiadavky na požiarne bariéry vo fasádnych systémoch, ktoré obmedzia šírenie požiaru po ich povrchu a v dutinách. Výkon skúšobného požiaru by v tomto prípade mal zodpovedať skutočnému požiaru, stanovenému na základe požiarneho rizika. V prípade posudzovania možnosti využitia stabilného hasiaceho zariadenia je potrebné preukázať jeho schopnosť zabrániť prieniku exteriérového požiaru do vnútra chráneného požiarneho úseku.

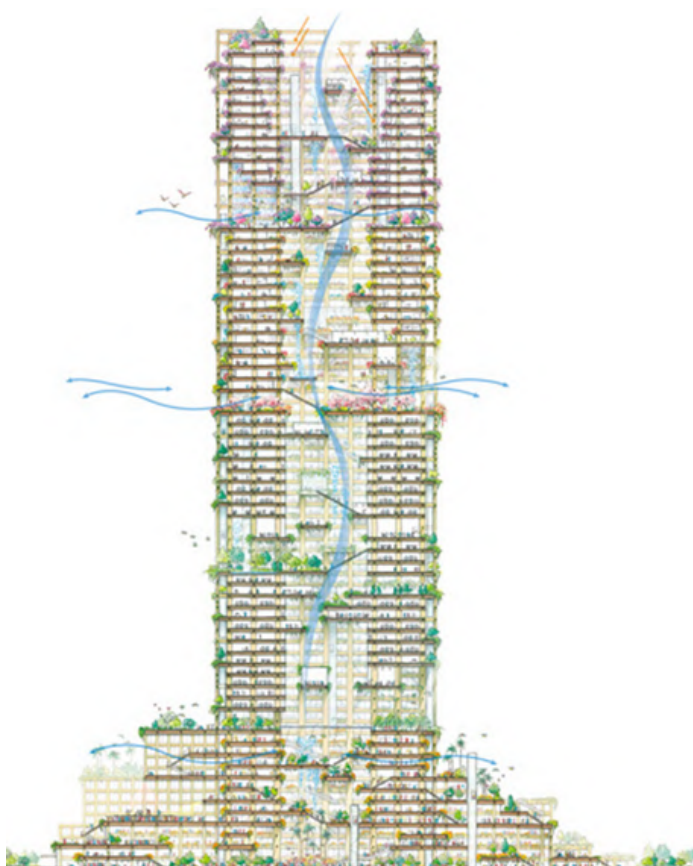
PRÍKLADY NADŠTANDARDNÝCH PROJEKTOV VÝŠKOVÝCH DREVOSTAVIEB

HoHo Wien (Viedeň, Rakúsko) - 24-podlažná drevená hybridná polyfunkčná budova s výškou 84 m.



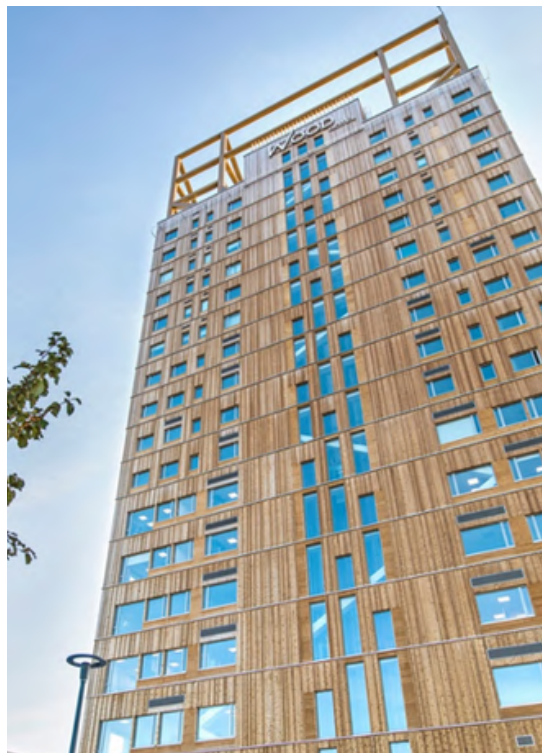
Zdroj: [96]

W350 (Tokio, Japonsko) - projekt 350 m vysokého a 70-poschodového dreveného mrakodrapu so zmiešaným využitím (predpokladané dokončenie v roku 2041).



Zdroj: [94]

Mjøstårnet (Brumunddal, Nórsko) – 18-poschodový bytový dom s výškou 85,4 m.



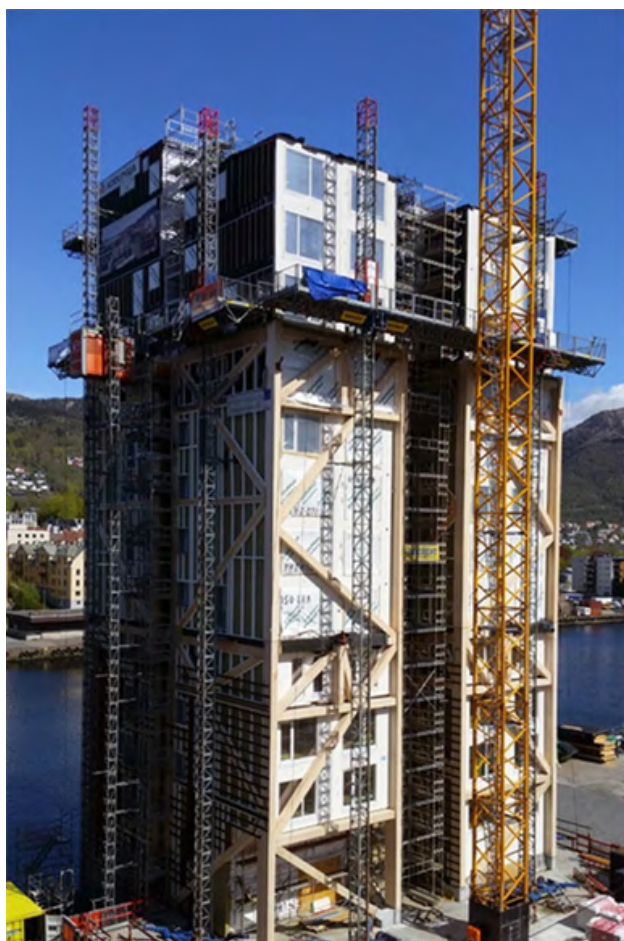
Zdroj: [95]

Brock Commons Tallwood House (Vancouver, Kanada) – 18-podlažná hybridná budova študentského internátu s výškou 53 m.



Zdroj: [97]

Treet (Bergen, Nórsko) – 14-podlažná rezidenční budova s výškou 52,8 m



Zdroj: [98]

POUŽITÉ ZDROJE

- [1a] <https://www.proholz.at/zuschnitt/82/holzarchitektur-in-berlin>
- [1b] https://holzbauatlas.berlin/eisberg_rundzwei-architekten/
- [2] Kopčková, M. 2006. Příležitosti a ohrožení pro české malé a střední podniky po vstupu české republiky do evropské unie. Masarykova univerzita, ČR.
- [3] <https://dobryzaklad.sk/kolko-trva-stavba-murovaneho-domu/>
- [4] <https://www.drevostavby-certiko.sk/stavebna-technologie/>
- [5] Lenocho, J., Hlaváčková, P. Ekonomický pohled problematiku dřevostaveb v České republice. Zborník z vedeckých prác katedry ekonómie a ekonomiky.
- [6] Hrubý, K. 2015. Seriál o ekologickom stavebníctve. Dostupné na: <https://www.kros.sk/blog/serial-o-ekologickom-stavebnictve-1-cast/>
- [7] Dobrý základ. 2021. Vývoj požiadaviek na stavebné materiály a smerovanie stavebníctva. Dostupné na: <https://dobryzaklad.sk/vyvoj-poziadaviek-na-stavebne-materialy/>
- [8] SEIA. 2021. Požiadavky na stavebné profesie pri realizácii stratégie bezuhlíkovej Európy. Dostupné na: <https://www.siea.sk/pozvanky/poziadavky-na-stavebne-profesie-pri-realizacii-strategie-bezuhlikovej-europy/>
- [9] Sario.sk. Lesy a drevospracujúci priemysel. Dostupné na: https://www.sario.sk/sites/default/files/content/files/woodprocessing_sk.pdf
- [10] Zemaník, P. 2020. Drevospracujúci sektor na Slovensku. Dostupné na: <https://drevmag.com/cs/2020/11/11/drevospracujuci-sektor-na-slovensku/>
- [11] <https://www.trend.sk/spravy/neistych-casoch-je-udrzatelnost-dolezita-pri-budovach-to-plati-dvojnaso-bne>
- [12] https://www.bic.sk/sites/default/files/uploaded/nap_final.pdf
- [13] Kolb, J. 2011. Dřevostavby. Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. Grada Publishing, 3. vydanie. 320 s. ISBN 978-80-247-4071-3
- [14] <https://www.intechopen.com/chapters/79485>
- [15] <https://www.nature.com/articles/nature25476>
- [16] Churkina, G., Organschi, A., Reyer, C. P. O., Ruff, A., Vinke, K., Liu, Z., Reck, B. K., Graedel, T. E., & Schellnhuber, H. J. 2020. Buildings as a global carbon sink. *Nature Sustainability*, 3(4), 269–276. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4>
- [17] Ramage, M. H., Burridge, H., Busse-Wicher, M., Fereday, G., Reynolds, T., Shah, D. U., Wu, G., Yu, L., Fleming, P., Densley-Tingley, D., Allwood, J., Dupree, P., Linden, P. F., & Scherman, O. 2017. The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 333–359. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.107>
- [18] Laguarda Mallo, M. F., & Espinoza, O. A. 2014. Outlook for Cross-Laminated Timber in the United States. *BioResources*, 9(4), 7427–7443. <https://doi.org/10.15376/biores.9.4.7427-7443>
- [19] Wieruszewski, M., & Mazela, B. 2017. Cross Laminated Timber (CLT) as an Alternative Form of Construction Wood. *Drvna Industrija*, 68(4), 359–367. <https://doi.org/10.5552/drind.2017.1728>
- [20] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6766028/>
- [21] <https://core.ac.uk/download/pdf/237018664.pdf>
- [22] AnonymousFAO 2015. FAOSTAT dataset.
- [23a] <https://www.build-in-wood.eu/trondheim?lightbox=datatitem-ke3y7qui>
- [23b] <https://www.binderholz.com/en-us/mass-timber-solutions/residential-building-in-wagramer-strasse-vienna-austria/>
- [24] http://www.ipoles.sk/testpesles/wpcontent/uploads/AOELP_12_2019_morav%C4%8D%C3%ADk.pdf
- [25] Hůlka, C. a kol. 2014. Dřevostavby rodinných domů. Střední průmyslová škola stavební, Opava, příspěvková organizace.

-
- [26] CLT panely: Vrstvené masivní panely, které voní dřevem. 2017. Dostupné na: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/clt-panely>
- [27] Stora Enso. 2017. CLT by Stora Enso – Technical brochure [online technický list]. Dostupné na: <https://www.storaenso.com/-/media/documents/download-center/documents/product-brochures/wood-products/clt-by-stora-enso-technical-brochure-en.pdf>
- [28] JAF. Materiál pre modernú drevostavbu. Dostupné na: https://www.jafholz.sk/cz/prospekty/materialy-pro-drevostavby/2019/41_CLT_panely_2_2019_SK.PDF
- [29] <https://nzwoodproducts.co.nz/products/details/hyne-beam-15c/1/>
- [30] KVH. 2013. Argumenty pre moderné stavebné materiály. Dostupné na: www.kvh.eu
- [31] <https://www.jafholz.cz/shop/materialy-pro-drevostavby/bsh-lepene-vrstvene-hranoly/bsh-lepeny-hranol-modrin-nepohledova-kvalita-nsi~p7882481>
- [32] JAF. Materiál pre modernú drevostavbu. Dostupné na: https://www.jafholz.sk/cz/prospekty/materialy-pro-drevostavby/2019/41_CLT_panely_2_2019_SK.PDF
- [33] <https://www.ppprojekt.sk/files/files/81/83/64/fe70ca4b65424eeca4a5e3f68244945/fe70ca4b65424eeca4a5e3f68244945.pdf>
- [34] Plant a Seed - Designing with Wood and Bio-based Materials. 2022. Henning Larsen. Dostupné na: <https://henninglarsen.com/media/10208/henning-larsen-plant-a-seed-2022.pdf>
- [35] <https://www.sipeurope.eu/stavebny-system-se-sip/pouzitie-systemu-se-sip/modularne-stavby/>
- [36] Čo je to osb doska? Zloženie, druhy, použitie... 2021. Dostupné na: <https://www.osb3.sk/co-je-to-osb-doska-zlozenie-druhy-pouzitie/>
- [37a] <https://www.nieuwbouw-switi.nl/woningen/appartementen-woningtype-a077R00001JHAqFQAX>
- [37b] https://holzbauatlas.berlin/neubau-mueggelstrasse_ckrs-architekten-archid/
- [38] Drevo alebo les? In: Dřevárský magazín. 21. ročník, číslo 11/2020. Dostupné na: <https://drevmag.com/> ISSN 1338-3701.
- [39] <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=944&print=yes>
- [40] Arno Frühwald, Univerzita Hamburg a <https://www.lesmedium.sk/casopis-letokruhy/2018/casopis-letokruhy-2018-02/lesy-drevo-a-vyrobky-z-dreva-ich-nenahradite-ny-prinos-k-zmiernovaniu-klimatickej-zmeny>
- [41] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2013: IPCC 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. Chapter 2: Methods for estimation, measurement, monitoring and reporting, p. 109-134.
- [42] https://www.researchgate.net/profile/Martin-Moravcik-2/publication/340539194_The_Use_of_Wood_as_Renewable_Material_in_the_Context_of_Bioeconomy/links/5e9821e84585150839e04f1e/The-Use-of-Wood-as-Renewable-Material-in-the-Context-of-Bioeconomy.pdf
- [43] SITA. 2020. Slovensko má lepšie ochránenu atmosféru, drevospracujúci priemysel uskladnil viac uhlíka. Dostupné na: <https://www.webnoviny.sk/nasvidiek/slovensko-ma-lepsie-ochranenu-atmosferu-drevospracujuci-priemysel-uskladnil-viac-uhlika/>
- [44] <https://www.enviroportal.sk/uploads/report/9202.pdf>
- [45] Börjesson, P., Gustavsson, L. 2000. Greenhouse gas balances in building construction: Wood versus concrete from lifecycle and forest land-use perspectives. *Energy Policy* 28(9), 575–588.
- [46] Perez-Garcia, et al. 2007. The environmental performance of renewable building materials in the context of residential construction. *Wood Fiber Sci.* 37 3–17
- [47] Lippke B, et al. 2004. CORRIM: life-cycle environmental performance of renewable building materials. *For. Prod. J.* 54 8–19.
- [48] Gustavsson, L., Pingoud, K., Sathre, R. 2006. Carbon dioxide balance of wood substitution: comparing concrete- and wood-framed buildings. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* (2006) 11: 667–691 C. Springer. DOI: 10.1007/s11027-006-7207-1
- [49] Lippke, B., Wilson, J., Perez-Garcia, J., Boyer, J. and Meil, J. 2004. CORRIM: Life-cycle environmental performance of renewable building materials. *Forest Products Journal* 54(6), 8–19

-
- [50] Scharai-Rad, M. and Welling, J.: 2002, Environmental and energy balances of wood products and substitutes. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Dostupné na: <http://www.fao.org/docrep/004/y3609e/y3609e00.htm>
- [51] Amiri, A., et al. 2020. Cities as carbon sinks—classification of wooden buildings. *Environmental Research Letters*, Volume 15, Number 9. DOI 10.1088/1748-9326/aba134
- [52] Takano, A., Hughes, M., Winter, S. 2014. A multidisciplinary approach to sustainable building material selection: a case study in a Finnish context. *Building and Environment*, Volume 82, December 2014, Pages 526-535.
- [53] Passer, A., Kreiner, H., Maydl, P. 2012. Assessment of the environmental performance of buildings: a critical evaluation of the influence of technical building equipment on residential buildings. *Int J Life Cycle Assess* 17, 1116–1130 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0435-6>
- [54] Taskhiri, M.S., Jeswani, H., Geldermann, J., Azapagic, A. 2019. Optimising cascaded utilisation of wood resources considering economic and environmental aspects. *Computers & Chemical Engineering* [online]. B.m.: Pergamon, 8.5., roč. 124, s. 302–316 [cit. 26. november 2019]. ISSN 0098-1354. Dostupné na: doi:10.1016/j.COMPHEMENG.2019.01.004
- [55] Mair, C., Stern, T. 2017. Cascading Utilization of Wood: a Matter of Circular Economy? *Current Forestry Reports* [online]. B.m.: Current Forestry Reports, roč. 3, č. 4, s. 281–295. ISSN 21986436. Dostupné na: doi:10.1007/s40725-017-0067-y.
- [56] Brunet-Navarro, P., Jochheim, H., Kroiher, F., Muys, B. 2018. Effect of cascade use on the carbon balance of the German and European wood sectors. *Journal of Cleaner Production* [online]. B.m.: Elsevier, 1.1., roč. 170, s. 137–146 [cit. 2. december 2019]. ISSN 0959-6526. Dostupné na: doi:10.1016/j.JCLEPRO.2017.09.135.
- [57] European Parliament, 2015: European Parliament resolution of 28 April 2015 on 'A new EU Forest Strategy for forests and the forest-based sector'. [2014/2223(INI).
- [58] http://www.vupc.sk/images/uploaded/files/Zbornik2021_str.48-56.pdf
- [59] <https://vedanadosah.cvtisr.sk/priroda/zivotne-prostredie/rozumnym-vyuzivanim-dreva-mozeme-zmiernit-dopady-klimatickej-krizy/>
- [60a] <https://www.accsysplc.com/projects/project-2/>
- [61] YIM.BA. 2022. Za hranicami Slovenska horí iný oheň. Vznik dominanty Aspernu je u nás nemožný. Dostupné na: <https://www.yimba.sk/clanky/za-hranicami-slovenska-hori-iny-ohen-vznik-dominanty-aspernu-je-u-nas-nemozny>
- [62] Bendová, Š. 2021. Modulární vícepodlažní dřevostavby. ČVUT, Praha.
- [63] Scouse, A., Kelley, S. S., Liang, S., & Bergman, R. 2020. Regional and net economic impacts of high-rise mass timber construction in Oregon. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102154. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102154>
- [64] <https://www.greenbiz.com/article/5-reasons-why-sustainable-timber-must-become-core-global-building-material>
- [65] Fanuc s.r.o. CNC – 7 základných informácií, ktoré musíte vedieť! Dostupné na: <https://www.dailyautomation.sk/cnc-7-informacii/>
- [66] <https://www.sap.com/sk/insights/what-is-industry-4-0.html>
- [67] Teraz.sk. 2021. Potenciál robotizácie vidia stavebníci vo výstavbe konštrukcií. Dostupné na: <https://www.teraz.sk/najnovsie/prieskumnajvacsi-potencial-robotiz/559145-clanok.html>
- [68] Hynynen, A. 2016. Future in Wood? Timber Construction in Boosting Local Development. *European Spatial Research and Policy*, 23(1), 127–139. <https://doi.org/10.1515/esrp-2016-0007>
- [69a] https://holzbauatlas.berlin/studentenwohnheim-berlinovo_brueninghoff/
- [69b] https://holzbauatlas.berlin/walden48_scharabi-architekten/
- [70] <https://www.timber-online.net/blog/biggest-clt-producers.html>
- [71] https://www.timber-online.net/wood_products/2021/07/eight-new-clt-production-sites-by-2023.html
-

-
- [72] Szekeres, K. 2011. Potenciál nadstavby bytových domov na území Slovenskej republiky, in *Nehnutelnosti a Bývanie*, ISSN 1336-944X
- [73] Napr. podľa www.pristudnicke.sk, s preferenciou 7 – 8 podlažných domov
- [74] <https://structurecraft.com/blog/building-fast-with-mass-timber>
- [75] <https://www.steico.com/en/news-events/newsroom/the-advantages-of-timber-construction-method>
- [76] <https://www.vox.com/energy-and-environment/2020/1/15/21058051/climate-change-building-materials-mass-timber-cross-laminated-clt>
- [77] <https://admagazin.sk/architecture/fordom-drevostavby-kvalitne-a-kompetentne/>
- [78] <https://www.lesmedium.sk/o-com-sa-pise/zsd-sr-podiel-modernych-drevostavieb-stupa-spajaju-sa-v-nich-inovacie-s-tradicnym-remeslom>
- [79] <https://www.sustavapovolani.sk/sektorove-rady/sektorova-rada-pre-lesne-hospodarstvo-a-drevospracujuci-priemysel/o-sektore/sektorovo-specificke-ukazovatele-5/>
- [80] Svatoš-Ražnjevíc, H., Orozco, L., Menges, A. 2022. Advanced Timber Construction Industry: A Review of 350 Multi-Storey Timber Projects from 2000–2021. *Buildings*. 2022; 12(4):404. <https://doi.org/10.3390/buildings12040404>
- [81] <https://www.dezeen.com/2021/11/14/nodi-white-arkitekter-first-wooden-office-building-gothenburg/>, <https://www.divercitymag.be/en/dusseldorf-the-first-wooden-office-complex/>
- [82] <https://constructionmarketexperts.com/en/news/budownictwo-drewniane-coraz-bardziej-popularne-nawet-15-tys-budynkow-drewnianych-kazdego-roku/>
- [83] Concrete Reinforcing Steel Institute – CRSI. 2018. "Cost Comparison of Cross Laminated Timber (CLT) and Cast-in-place Reinforced Concrete Structures", CRSI Technical Note ETND-5-18, Schaumburg, Illinois, 4 pp.
- [84a] <https://www.architectmagazine.com/project-gallery/moholt-50-50>
- [84b] https://holzbauatlas.berlin/lynarstrasse38-39_swpgeneralplaner/
- [85] STN EN 13501-1: 2019. Klasifikácia požiarňých charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň.
- [86] Rozhodnutie komisie. z 8. februára 2000, ktorým sa vykonáva smernica Rady 89/106/EHS, pokiaľ ide o klasifikáciu reakcie stavebných výrobkov na oheň (oznámené pod číslom dokumentu C(2000) 133) (Text s významom pre EHP) (2000/147/ES) (UL L 50, 23.2.2000, str. 14) v platnom znení. 2000.
- [87] Rozhodnutie komisie. zo 17. januára 2003, ktorým sa ustanovujú triedy reakcie na oheň pre určité stavebné výrobky [oznámené pod číslom dokumentu C(2002) 4807] (Text s významom pre EHP) (2003/43/ES) (Ú. v. ES L 013, 18.1.2003, p.35) v platnom znení. 2003.
- [88] Vyhláška MV SR č. 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších predpisov.
- [89] STN 92 0201-2. Požiarňa bezpečnosť stavieb - Časť 2. Stavebné konštrukcie. B.m.: SÚTN. 2017.
- [90] Buchanan, A., Östman, B. 2022. Fire Safe Use of Wood in Buildings: Global Design Guide [online]. 1. vyd. Boca Raton: CRC Press. [vid. 2022-08-10]. ISBN 978-1-00-319031-8. Dostupné z: doi:10.1201/9781003190318
- [91] Reichel, V. 1978. Navrhování požární bezpečnosti staveb I. Praha: Česká státní pojišťovna. Zabraňujeme škodám, 11.
- [92] STN 73 0802:2023 Požiarňa bezpečnosť stavieb. Spoločné ustanovenia.
- [93] STN 92 0201-1. Požiarňa bezpečnosť stavieb - Časť 1. Požiarne riziko, Veľkosť požiarneho úseku + Zmeny 1 až 3 a Oprava a. B.m.: SÚTN. 2000.
- [94] <https://www.nikken.co.jp/en/projects/highrise/w350.html>
- [95] <https://www.archdaily.com/934374/mjostarnet-the-tower-of-lake-mjosa-voll-arkitekter>
- [96] <https://www.hoho-wien.at>
- [97] <https://www.archdaily.com/879625/inside-vancouvers-brock-commons-the-worlds-tallest-timber-structured-building>
- [98] <https://urbannext.net/treet/>
-

PARTNERI INICIATÍVY:



PODPOROVATELIA:

Budovy pre budúcnosť
Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene
Fakulta architektúry a dizajnu STU v Bratislave
Inštitút pre pasívne domy
Inštitút Slovenskej komory architektov
Kontrakting
Manifest 2020
Metropolitný inštitút Bratislavy
Pokorný architekti

Poláček & Partners
R.A.U. - QArtAll atelier
Siebert + Talaš
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Stavebná fakulta Technickej univerzity v Košiciach
Staviame z dreva
VÚB banka
ZELENÁ STAVBA
Zväz spracovateľov dreva



Ako priniesť výhody drevostavieb na Slovensko?

Autori: Ing. Július Golej, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave (kapitola 1 až 5), IstroAnalytica Advisory, (kapitola 6),
doc. Ing. Vladimír Mózer, PhD., ČVUT Praha, (kapitola 7)

Vydavateľ: Slovenská rada pre zelené budovy - občianske združenie (SKGBC)

Rok vydania: 2023.

Prvé vydanie. Počet strán 70

Všetky práva vyhradené.