

Analýza potenciálních úspor energií, nákladů životního cyklu budov a environmentálních dopadů při využívání dřeva ve stavebnictví

Autoři: Ing. Jitka Beránková, Ph.D., Ing. Luboš Drahňovský, Ing. Antonín Novotný, MBA, Výzkumný a vývojový ústav dřevařský, Praha, s.p., www.drevarskyustav.cz

V letech 2021–2022 realizoval tým odborníků z Dřevařského ústavu analýzu pro Ministerstvo průmyslu a obchodu, která zjišťovala možnosti úspor energií, omezení negativních environmentálních dopadů, uhlíkové stopy a nákladů životního cyklu budov při využívání dřeva ve stavebnictví. Bylo provedeno porovnání emisí CO₂ při výrobě posuzovaných stavebních materiálů vůči dalším tradičním stavebním materiálům. Výstupy byly zpracovány za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie na období 2017-2021, Program EFEKT II.

Cílem bylo vytvoření znalostní báze, která bude aplikována **formou katalogizace případových studií konstrukčních systémů dřevostaveb**. Tyto, pro stavební praxi přímo uchopitelné a využitelné výstupy, budou usnadňovat využití v ČR dostupných obnovitelných a druhotných surovin, zejména dřeva při výstavbě budov.

Finálním výstupem je **Katalog stavebních konstrukčních materiálů z obnovitelných zdrojů**, tj. vybraných konstrukčních systému staveb na bázi obnovitelných surovin – dřeva – se stanovenými parametry potřebnými pro výpočet energetické náročnosti budov a umožňující dosažení snížení až minimalizace energetické náročnosti budov.

Energetické hledisko bylo vsazeno do rámce stanovení environmentálních dopadů (LCA), úspor energií v jednotlivých fázích životního cyklu, s přihlédnutím k výpočtům nákladů životního cyklu budov (LCC).

Přínos analýzy spočíval také v návrhu způsobu **zohlednění LCA a LCC do výpočtu energetické náročnosti budov**.

Analýza poskytla souborné a ověřené informace využitelné pro další směřování oboru stavebnictví – zejména dřevostaveb – při přípravě koncepčních změn při realizaci přechodu na hospodářství s nízkou uhlíkovou stopou. Kládla si za cíl podpořit tento přechod v obou jeho pilířích, tedy jak při snižování emisí skleníkových plynů, tak při snižování energetické náročnosti.

Vedlejší aspekty přinesly katalogizaci takových typů konstrukcí na bázi dřeva, které umožní výrazně snazší adaptaci na důsledky změny klimatu a napomohou při vytváření udržitelného zastavěného prostředí.

Výzkum byl prováděn ve vazbě na soudobé strategie v oblasti stavebnictví při zvyšování energetické účinnosti a snižování energetické náročnosti budov.

Výsledkem jsou návrhy rámcových strategických, technických a legislativních opatření ke snížení negativních environmentálních dopadů ve stavebnictví.

Materiály používané ve stavebnictví

Materiálové vlastnosti

V rámci realizace práce byly identifikovány oblasti s nedostatečně nebo nejednoznačně kvantifikovanými materiálovými vlastnostmi. Tyto oblasti neleží jen v nových polích výzkumu (LCA, LCC, uhlíková stopa, ...), ale i v oblasti stanovení tepelně technických parametrů. Rozdíly hodnot, které jsou na první pohled marginální, jsou při jejich aplikaci zcela zásadní a ovlivňují nejen přesnost stanovení energetických náročností budov, ale také realizovatelnost výstavby.

Například z environmentálního hlediska nejvýhodnější konstrukce mohou mít problém s naplněním technických normativních požadavků jen proto, že rozptýl hodnot teplotní vodivosti napříč odbornou literaturou a normami je natolik výrazný. U některých progresivních přírodních izolačních materiálů je potřebné prověřit výpočtové hodnoty v praxi blízkých podmínkách, aby bylo zajištěno spolehlivé konstrukční řešení staveb.

Příklad rozptylu zásadního parametru stavebního materiálu:

Tabulka: Porovnání hodnot součinitele tepelné vodivosti dřeva, udávaného technickým normami

Technická norma	Upřesnění materiálu technickou normou	Hustota [kg/m ³]	Tepelná vodivost [W/(m.K)]	
ČSN 73 0540-3	Dřevo rostlé měkké, tepelný tok – kolmo k vláknům	400	0,18	
	Dřevo rostlé měkké, tepelný tok – rovnoběžně s vlákny	400	0,41	
	Dřevo rostlé tvrdé, tepelný tok – kolmo k vláknům	600	0,22	
	Dřevo rostlé tvrdé, tepelný tok – rovnoběžně s vlákny	600	0,49	
ČSN EN ISO 10456	Dřevo	450	0,12	
	Dřevo	500	0,13	
	Dřevo	700	0,18	
Převzato z normy ČSN ISO 10456	Měkké dřevo	450	0,12	
	Měkké dřevo	500	0,13	
	Tvrdé dřevo	700	0,18	
ČSN EN ISO 10077-1 ČSN EN ISO 10077-2	Druh dřeva (kód druhu dřeviny)	ABAL, PCAB, PCST, PNCN, THPL	Různá	0,11
		KHXX, LADC, LAER, LAGM, LAOC, LAXX, PCGL, RHWS, PNSY, PSMN, SHLR, SWMC, TMIV, TSHT	Různá	0,13
		ENCY, ENUT, EUXX, HEXM, HEXN, MIXX, OCRB, SHDR, TEGR, TGHC	Různá	0,16
		AFXX, CLXX, EUGL, EUGR, EUSL, EUUG, EUUP, INXX, PHMG, PMPN, QCXA, QCXE, ROPS	Různá	0,18

Legislativní prostředí

Výrazná oblast s možnostmi pro zlepšení je v oblasti legislativní a na ni navázané regulace technických parametrů. Do aktuální legislativy a návazných technických předpisů a norem se nové poznatky promítají s obrovským zpožděním, a to nejen ve srovnání s úrovní poznání vědeckého, ale bohužel i prakticky ověřeného a v sousedních zemích dávno aplikovaného poznání. Důsledkem toho je pak až paradoxní situace, kdy například v Rakousku nebo Švédsku běžně stavěné objekty v ČR nesmí být postaveny. Mnohé z postulátů pro regulaci výstavby (zejména protipožární opatření) neodpovídají současnému stupni poznání a odkazují na poznatky z dob již dříve uplynulých.

Legislativní opatření lze podobně jako v jiných oborech použít ke kultivaci trhu a plnění obecných a nezbytných požadavků. Proto by bylo možné úpravou dokumentů v gesci státu upravit nastavení posuzování energetické náročnosti, a to nejen z hlediska úspor energií na vytápění, ale z hledisek komplexních a dnes zásadních. Zohledněním dopadů celkových by došlo k nápravě dnes pokřivených vah argumentů, kdy pro posuzování staveb upřednostňujeme jediné kritérium (navíc stanovené z nepřesných teoretických konstant) před celkovým dopadem na životní prostředí a stav prostředí.

Návrhy na další postup v tematice práce – podněty pro další činnosti

Z výstupů této rozsáhlé práce a z poznatků shromážděných při jejich tvorbě vyplývají tři oblasti, které nutně potřebují impulsy k rozvoji a ke změnám:

- 1) Odstranění zastaralých legislativních a technických překážek;
- 2) Podpora koncepčních a systémových řešení s minimalizovanými environmentálními dopady;
- 3) Aktivní šíření znalostí, poznatků, konstrukčních řešení a vzájemná komunikace mezi všemi odvětvími stavebnictví a architektury.

Ad 1) Odstranění zastaralých legislativních a technických překážek

Současný systém předpisů, vyhlášek a regulace stavebnictví obecně neumožňuje aplikaci soudobých požadavků, byť dlouhodobě známých a v okolních zemích využívaných. Tím vlastně v přeneseném významu legislativa nařizuje využívání technologií a materiálů, které mají negativní dopady na environmentální aspekty. Na druhé straně, používání progresivních a inovativních stavebních hmot taktáž legislativa účinně brání.

Ad 2) Podpora koncepčních a systémových řešení s minimalizovanými environmentálními dopady

V zahraničí se výrazně podporují hledání cest k snižování dopadů výstavby, a to často prostřednictvím katalogizovaných řešení. Tento trend v proklamacích sleduje i ČR, ale reálná podpora hledání technicky a ekologicky řešených staveb není citelná. Přitom cesta, kterou zvolilo Rakousko, se jeví jako velmi přijatelná i u nás. Prostřednictvím ověřených konstrukčních řešení staveb na bázi dřeva, katalogizovaných v databázi DataHolz se mohou firmy ihned zapojit do zlepšování konstrukcí staveb a minimalizace negativních dopadů. U nás takový koncept zatím velmi citelně chybí. Přitom tato cesta je v podstatě nezbytná i pro využívání principů filozofie Průmysl 4.0 a BIM ve stavebnictví.

Ad 3) Aktivní šíření znalostí, poznatků, konstrukčních řešení a vzájemná komunikace mezi všemi odvětvími stavebnictví a architektury.

Současný systém vzdělávání, a především šíření poznatků mimo školský systém, je přinejmenším roztříštěný a neefektivní. Nelze rozlišit komerční propagaci, rozdílnou odbornou úroveň informací

neexistují garantované zdroje ověřených informací. To vede k tomu, že i při návrhu dotačních pobídek státu s účelem minimalizace škodlivých dopadů na prostředí, jsou upřednostňována řešení s účinnou propagací na úkor alternativ, které skutečně fungují.

Chybí řetězce školení pro projektanty, architekty, legislativce, výrobce a celou odbornou veřejnost. Důsledkem toho je, že mnoho soudobých projektů nese chyby, které vznikají aplikací zastaralých a překonaných zásad. Takové vzdělávání (na příkladu rakouského sdružení ProHolz) může Výzkumný a vývojový ústav dřevařský, Praha, s.p. připravit a realizovat.

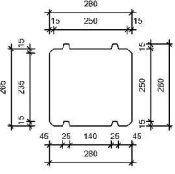
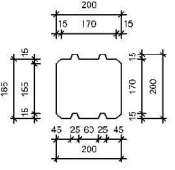
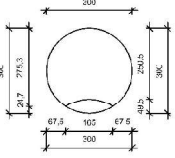
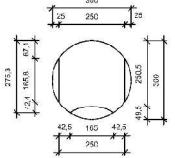
Využívání obnovitelných surovin, změna koncepce přístupu ke stavebnictví i vnímání dopadů na prostředí jako zásadního aspektu výstavby přináší nejen potřebu výrazných posunů v myšlení i v legislativě, ale také možnost výrazného kroku vpřed – k lepším a udržitelným stavbám.

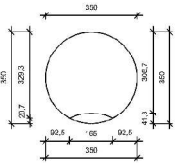
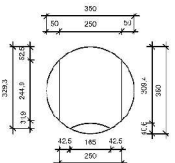
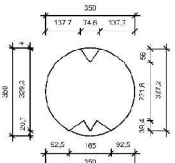
Posunout nás k tomuto vytyčenému cíli má za úkol také tato výzkumná práce.

Katalog stavebních konstrukčních materiálů z obnovitelných zdrojů

Příklad vlivu rozptylu zásadního parametru stavebního materiálu na konstrukční materiál je uveden dále a vychází z provedené analýzy.

Tabulka: Součinitele prostupu tepla masivních dřevěných konstrukcí

Ozn.	Grafické zobrazení řezu hranolu	Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce U [W/(m ² .K)] dle součinitele tepelné vodivosti dřeva λ [W/(m.K)]		
			0,095 ¹⁾	0,12 ²⁾	0,18 ³⁾
1		Roubená stěna b = 280 mm, h = 265 mm	0,324	0,403	0,585
2		Roubená stěna b = 200 mm, h = 185 mm	0,450	0,557	0,799
3		Srubová stěna, b = 300 mm, h = 275 mm	0,380	0,472	0,682
4		Srubová stěna 300 mm se zkosenou hranou (prizmy) b = 250 mm, h = 275 mm	0,397	0,492	0,710

5		Srubová stěna b = 350 mm, h = 329 mm	0,349	0,434	0,628
6		Srubová stěna 350 mm se zkosenou hranou (prizmy) b = 250 mm, h = 329 mm	0,387	0,481	0,694
7		Srubová stěna b = 350 mm, h = 329 mm s izolací ovčí vlny v drážce ($\lambda = 0,045 \text{ W/(m.K)}$)	0,337	0,415	0,593

Pozn.: Hodnota součinitele tepelné vodivosti dřeva byla zjištěna základě:

- 1) průměrná hodnota měření v laboratoři pro dřevinu smrku při hustotě 451 kg/m^3
- 2) normy ČSN EN ISO 10456 pro dřevo při hustotě 450 kg/m^3
- 3) normy ČSN 73 0540-3 pro dřevo rostlé měkké (tepelný tok kolmo k vláknům) při hustotě 400 kg/m^3

Zhodnocení dosažených výsledků na základě předpokládaných výstupů

Práce na studii byla rozdělena do dílčích etap, které přinesly níže uvedené klíčové poznatky a výstupy. Každá z etap má formulovány zásadní poznatky a informace. Značným a pozitivním vedlejším efektem zpracování výzkumného úkolu je identifikace oblastí, které nejsou v přímém záběru zprávy, ale mají na stavebnictví (zejména na bázi obnovitelných surovin) značný dopad, ať už v kladném nebo záporném smyslu. Práce identifikovala oblasti, které je potřebné v následujícím období zahrnout do záměrů pro zvýšení obecné udržitelnosti výstavby.

Etapa 1: Rešeršní systemizace dostupných poznatků a dat.

Tato část práce shrnula stav poznání v dané problematice a přinesla přehledně zpracovaný analytický materiál, který byl v rámci předávání dílčích výsledků etap přijat.

Etapa 2: Analýza potenciálně výhodných konstrukčních systémů a výběr reprezentantů pro případové studie.

Etapa 2 předložila konstrukční systémy s převahou stavební hmoty z udržitelných a obnovitelných surovin. Přinesla také poznatky o aspektech pozitivních, urychlujících vývoj v této oblasti. Současně se zabývala i limitujícími a omezujícími podmínkami a identifikovala místa, kde může větší zapojení orgánů státu pomoci odstraňovat tyto bariéry.

Etapa 3: Analýzy LCA a LCC – stanovení environmentálních dopadů životního cyklu vybraných konstrukčních systémů

V rámci studie byly z hlediska stanovení environmentálních dopadů posuzovány 4 stěny na bázi dřeva a 2 stěny na bázi nedřevěného materiálu.

Na bázi dřeva:

- dřevěná roubená stěna bez zateplení,
- stěna s tepelnou izolací ze slaměných balíků,
- stěna s foukanou celulózovou izolací,
- stěna s tepelnou izolací z hoblin,

Na bázi nedřevěného materiálu

- stěna z broušených cihel,
- stěna z pórobetonových tvárnic.

Výstupy kombinace analýz ukazují přínos obnovitelných surovin, jejich pozitivní dopady na emise skleníkových plynů i LCC. Výsledky komplexně a přehledně demonstrují správnost přístupu s podporou obnovitelných surovin.

Etapa 4: Katalogizace a vyhodnocení dosažitelných parametrů

Ve formě katalogových listů je předložen návrh konstrukcí, u nichž jsou stanoveny a výpočtovými metodami ověřeny jejich atributy. Uvedené katalogové listy představují zjednodušenou a v praxi snadněji aplikovatelnou metodu komunikace o environmentálních aspektech konstrukčních stavebních systémů.

Etapa 5: Návrh rámcových strategických, technických či legislativních opatření ke snížení negativních environmentálních dopadů ve stavebnictví.

Ve výstupech této etapy byla formulována doporučení, která při své realizaci povedou ke snížení environmentálních dopadů. Tato doporučení reflektují všechna získaná fakta. Nejsou tedy jen zkratkovitým postulátem k využívání obnovitelných surovin (především dřeva a slámy), ale na základě poznatků z předešlých etap odrážejí také různorodost řešení a jejich efektivitu v rámci stavebnictví.

Zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie na období 2017-2021 Program EFEKT II., výzva č. 11/2021, Číslo dotace: 122D22200 1801

O autorech:

Ing. Jitka Beránková, Ph.D. (*1971)

V roce 2001 ukončila doktorské studium na Dřevařské fakultě Technické univerzity Zvolen. Od roku 1995 působila jako konzultantka a lektorka ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském, Praha, s.p. (Dřevařský ústav), následně jako Vedoucí střediska certifikace. V současné době působí jako ředitelka Dřevařského ústavu, který je Notifikovanou osobou č. 1393 (stavební výrobky ze dřeva a na bázi dřeva), certifikačním orgánem na výrobky dřevozpracujícího průmyslu. Je členkou technické normalizační komise TNK 34 Dřevěné konstrukce, mezinárodní komise Notifikovaných osob SG 20, členkou dozorčí rady ČKLOP, Rady pro akreditaci ČIA, dozorčí rady SZDP, prezídia AAAO, auditorem dřevostaveb RAL pro

BMF Bundes-Gütegemeinschaft Montagebau und Fertighäuser e.V. V současné době je vedoucí OTO týmu pro BIM za dřevostavby. Dlouhodobě se věnuje výzkumné, pedagogické, přednáškové a publikační činnosti.

Ing. Antonín Novotný, MBA (*1988)

V roce 2015 zakončil manažerské studium Czech Management Institute Praha, pod záštitou CESMA Business School Madrid. Od začátku studií se specializuje na energetiku staveb z pohledu úspor a hospodaření s energiemi, a způsobech hodnocení energetické náročnosti stávajících, ale i nově navrhovaných, staveb. Současně se dlouhodobě věnuje zjišťování a ověřování stavebně fyzikálních vlastností stavebních materiálů a konstrukcí, zejména jejich tepelně technických parametrů. Orientuje se na kontrolu kvality systému managementu a výroby u výrobců stavebních materiálů a výrobků.

Od roku 2020 pracuje jako technický expert ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském, Praha, s.p., se zaměřením na posuzování a certifikaci stavebních materiálů a výrobků v dřevařském průmyslu v rámci trhu ČR a EU.

Ing. Luboš Drahňovský (*1963)

V roce 1986 úspěšně zakončil Dřevařskou fakultu Technické univerzity Zvolen. Svou profesní kariéru začal jako projektant. Od roku 1991 se zaměřoval na problematiku výroby lepeného lamelového dřeva, od návrh přes podmínky a technologii výroby, až po montáž. Dohlížel na realizace moderních staveb, ale i rekonstrukce historických objektů. Od roku 2016 pracuje jako auditor ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském, Praha, s.p.

Více než 20 let se profiluje jako specialista na dřevo pro použití stavebních konstrukcí v interiéru i exteriéru. Dlouhodobě se věnuje výzkumné, pedagogické, přednáškové a publikační činnosti.