



Průvodce pro Udržitelné stavebnictví a Požárně Inženýrský Přístup

zpracovaný ve spolupráci českých technických univerzit a předních společností podnikajících ve stavebnictví.



Fakulta stavební ČVUT v Praze
<https://www.fsv.cvut.cz/>

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
<https://www.uceeb.cz/>

Fakulta stavební VUT v Brně
<https://www.fce.vutbr.cz/>

Fakulta stavební VŠB – Technická univerzita Ostrava
<https://www.fast.vsb.cz/cs/>

Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
<https://www.ckait.cz/>

Kontakty

- **prof. Petr Konvalinka**
 - FSv ČVUT v Praze
 - petr.konvalinka@fsv.cvut.cz
- **prof. Radoslav Sovják**
 - CIIRC NCS 4.0
 - radoslav.sovjak@cvut.cz
- **Ing. Jakub Šejna**
 - FSv ČVUT v Praze
 - jakub.sejna@fsv.cvut.cz
- **Ing. arch. Bc. Petr Hejtmánek, Ph.D.**
 - UCEEB ČVUT v Praze
 - petr.hejtmánek@cvut.cz
- **Ing. Josef Král**
 - ČKAIT
 - josef_kral@seznam.cz



prof. Ing. Petr Konvalinka, CSc, FEng., je statik, materiálový inženýr a vysokoškolský pedagog, vedoucí Experimentálního centra Fakulty stavební ČVUT a v letech 2014 až 2018 rektor ČVUT v Praze. Od října 2018 je předsedou Technologické agentury ČR. V roce 2008 byl prezidentem republiky jmenován profesorem v oboru Teorie stavebních konstrukcí a materiálů. Je též autorizovaným inženýrem pro obor Statika a dynamika konstrukcí.

prof. Ing. Bc. Radoslav Sovják, Ph.D., LL.M., se zaměřuje na stavební materiály, mimořádná zatížení na stavební konstrukce, ochranné konstrukce z pokročilých kompozitních materiálů, automatizaci, robotizaci a udržitelnost ve stavebnictví. Působí v Experimentálním centru Fakulty stavební ČVUT v Praze, je profesorem pro obor teorie stavebních konstrukcí a materiálů a ředitelem Národního centra Stavebnictví 4.0.

Ing. Jakub Šejna je autorizovaným inženýrem požární bezpečnosti staveb (PBS). Specializuje se na pokročilé modelování dřevěných konstrukcí při požáru, numerické modely požáru a přestupu tepla do konstrukcí, vývoj pasivní ochrany oceli a na rizikové analýzy a hodnocení dopadů požáru. Působí na Katedře ocelových a dřevěných konstrukcí na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

Ing. arch. Bc. Petr Hejtmánek, Ph.D. absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Architektura a stavitelství. V roce 2019 získal titul Ph.D. s tématem Odstupové vzdálenosti požárně otevřených fasád. Od 2019 je odborným asistentem na katedře konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze, kde se specializuje na požární bezpečnost staveb. Členem FireLAB na Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT v Praze je od 2013. Je autorizovaným inženýrem pro pozemní stavby a pro požární bezpečnost staveb.

Ing. Josef Král v roce 2004 absolvoval na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava (VŠB-TUO), Fakultě stavební, obor Průmyslové a pozemní stavitelství a v roce 2007 navazující magisterské studium na VŠB-TUO, Fakultě bezpečnostního inženýrství, obor Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu. Od roku 2005 vykonává činnost projektanta požární bezpečnosti staveb (budovy pro bydlení a ubytování, komerční budovy, výrobní objekty, logistické objekty, technologické stavby atd.) Od roku 2012 je autorizovaným inženýrem pro požární bezpečnost staveb. Od 1. ledna 2023 je předsedou Profesního aktivu oboru Požární bezpečnost staveb ČKAIT. Je členem Technické normalizační komise č. 27 Požární bezpečnost staveb.



Setkání akademické sféry se zástupci státu a soukromého sektoru

9:30 - 10:30 Udržitelné stavebnictví - životnost, recyklace, náklady na provoz a údržbu

- P. Konvalinka, R. Sovják (NCS 4.0, FSv ČVUT): Pohled na udržitelnost, uhlíkovou stopu a cirkularitu ve stavebnictví
 - Dotazy

10:30 - 11:30 Požárně inženýrský přístup nejen pro dřevostavby

- D. Šejnová Pitelková, P. Hejtmánek, M. Pokorný (UCEEB, FSv ČVUT): Aktuální výzvy v PBS - dřevěné fasády, elektromobilita, specifické provozy
- J. Šejna, L. Velebil (FSv ČVUT): Výškové dřevostavby z hlediska PBS, aneb u nás a v zahraničí
- J. Král (ČKAIT): Pohled projektanta PBŘ na dřevostavby
- K. Cábová, J. Šejna (FSv ČVUT): Požárně inženýrský přístup, jak a kdy jej použít
 - Dotazy

11:30 - 12:30 Neformální diskuze a networking



Setkání akademické sféry se zástupci MPO, MMR, MŽP, MZ nad tématy udržitelnosti ve stavebnictví, životností, náklady na provoz a údržbu, recyklací i cirkularitou ve stavebnictví.

Dva bloky:

1. Udržitelné stavebnictví se zaměřením na životnost, náklady na provoz a údržbu a recyklaci
2. PIP nejen pro dřevostavby.



Ekologická stavba:

Jako termín se nevyužívá. Nepokrývá celou problematiku udržitelného stavebnictví.

Spíše budeme používat termín

Udržitelné stavebnictví a s tím spojené Udržitelné stavby.

Budoucnost

- Nedostatek lidí ohrožuje budoucnost stavebnictví
- Moderní materiály a recyklace jsou budoucnost stavebnictví!
- BIM je budoucnost stavebnictví
- Budoucnost stavebnictví je v 3D tisku
- Prefabrikace ve stavebnictví: budoucnost přichází
- Budoucnost stavebnictví spočívá v moderních technologiích
- Budoucnost stavebnictví je v udržitelnosti a nových technologiích.
- Dřevo je budoucnost stavebnictví ?
- Robotizace a modulární stavby jsou budoucností stavebnictví
- Budoucnost stavebnictví je v kombinovaných stavbách

ncs 4.0

Budoucnost je kombinace všech úseků a propojení všeho se vším.

Třeba najít optimální využití všech nástrojů a optimální napojení všech nástrojů mezi sebou navzájem.



Udržitelnost je základní filozofie ve stavebnictví a můžeme ji rozdělit na udržitelnost:

- lidskou,
- energetickou a materiální,
- ekonomickou,

ale vždy je nutné posuzovat z pohledu celého životního cyklu stavby.

Jednotlivé fáze celého životního cyklu stavby:

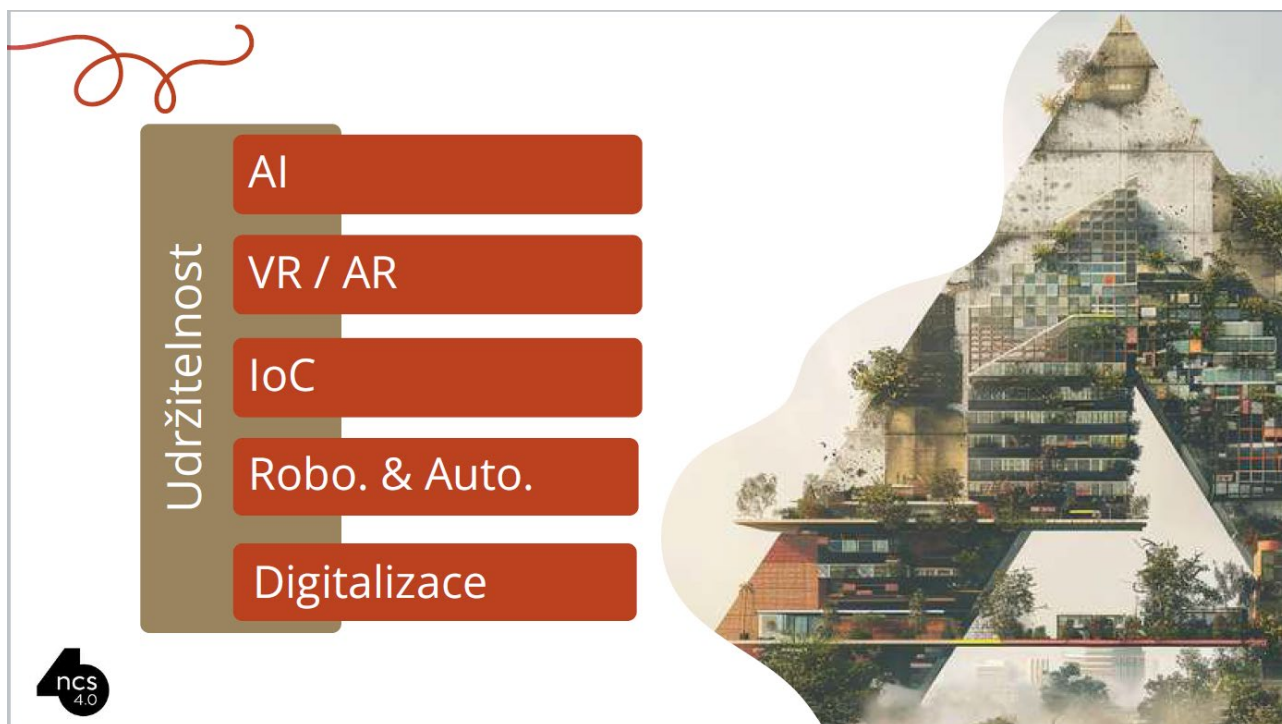
- -zadání
 - -plánování
 - -realizace
 - -provoz a údržba
 - -likvidace, RECYKLACE je zde velmi důležitá s důrazem na maximální znovu využití materiálů
- CÍRKULARITA a CÍRKULÁRNÍ EKONOMIKA.**



Důležité je posuzovat CELÝ ŽIVOTNÍ CYKLUS STAVBY a jednotlivé úseky s tím, že dominantní fáze je Provoz a údržba (a s tím spojené užívání stavby) každé stavby a s tím i spojená uhlíková stopa.

Zadání a Plánování hraje klíčovou roli při optimalizaci budoucích emisí uhlíku a takzvané uhlíkové stopy budovy.

Toto je důležité i při zvažování likvidace a maximálního využití materiálu na konci životního cyklu budovy pro další využití (tzv. recyklace a s tím spojená cirkularita).



Další část udržitelnosti je v technologiích:

Proč to děláme:

- nejsou lidé
- potřebujeme být udržitelní, hospodárnější, efektivnější,

a hlavně

konkurenceschopnější.

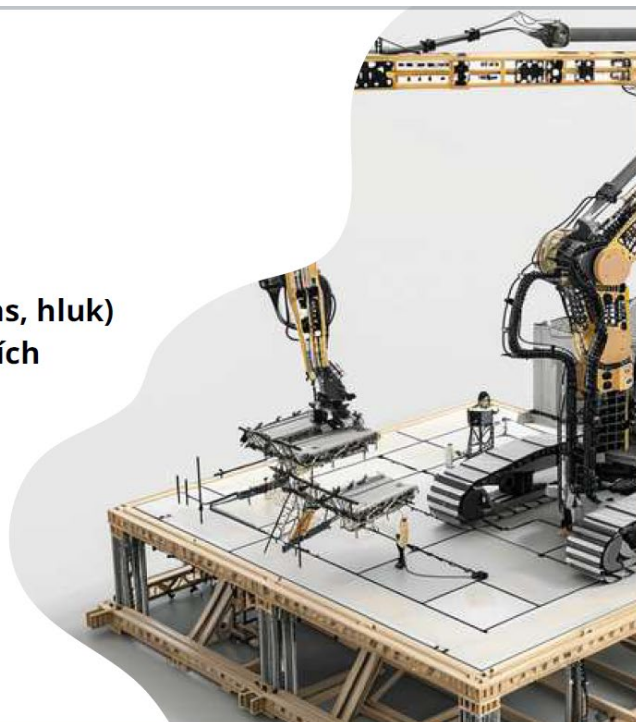
Zásadní je cirkularita a digitalizace.

Digitalizace je zásadní pro provoz budov a optimalizaci užívání budov. Čím větší budovy jsou, tím je to důležitější. Užívání budov během celého životního cyklu stavby je největším emitorem uhlíku!

Využitím umělé inteligence ve stavebnictví mohou být algoritmy pro optimalizaci plánování a logistiky na velkých projektech, jako je například výstavba letišť či jiných velkých inženýrských projektů.

Prefabrikace

- Vyšší rychlost výstavby na místě
- Menší zatížení místa staveniště (čas, hluk)
- Možné pro všechny druhy stavebních materiálů
 - Beton
 - Ocel
 - Dřevo
 - Sklo
 - Cihly
 - Kompozitní materiály



Prefabrikace je jedna z možností, jak stavět rychleji a šetrněji vzhledem k místu stavby.

Prefabrikace je před-výroba stavebních prvků v kontrolovaném továrním prostředí.

Je důležité zmínit, že prefabrikace je možná u VŠECH stavebních materiálů bez výjimky.

Kombinované, nebo tzv. hybridní stavby jsou stavby které kombinují jakékoli dva a více materiálů (nikoli pouze kombinace s dřevem).

Drtivá většina staveb v ČR i na světě je typu kombinovaná nebo tzv. hybridní stavba. Je naprosto přirozené využívat na jedné stavbě více typů stavebních materiálů.

Prefabrikace a modularita

Prefabrikace



Modulární výstavba



Na bázi železobetonu



Na bázi dřeva



Na bázi oceli



Na bázi cihel



Prefabrikace a modularita je možná pro všechny stavební materiály.

Prefabrikace může být 2D nebo 3D.

2D - jedná se o panely - stěnové nebo deskové (vertikální nebo horizontální).

3D - jedná se o prostorové buňky/moduly.

Vše (2D i 3D) je prefabrikace v rámci různých materiálů.

V rámci prefabrikace je urychlená výstavba možná pro všechny stavební materiály.

Udržitelné stavby

- Dopad stavby vč. jejího provozu, demolice a recyklace na životní prostředí (**uhlíková stopa**).
- Posuzování dopadu na životní prostředí musí být založeno na základě posouzení **celého životního cyklu stavby**.
- Minimální posouzení dle norem na 50 let
- **Udržitelné stavitelství = maximální životnost s minimálními zásahy.**



Termín Ekologické stavby nezahrnuje celou problematiku Udržitelného stavebnictví.

Základní definice by se dala vyjádřit jako následující tvrzení:

- Důležité je posuzovat **CELÝ ŽIVOTNÍ CYKLUS STAVBY**, od návrhu až po likvidaci a znovu použití materiálu na další stavbu.

Základní předpoklad udržitelnosti ve stavebnictví je stavět na co nejdelší dobu s minimálními náklady na provoz a údržbu s optimální energetickou náročností budovy po co nejdelší dobu, což je ideálně až 100 let.

Udržitelné stavby

- Významným faktorem udržitelnosti je předpokládaná životnost (trvanlivost) stavby, tedy doba, po kterou bude plně využitelná s **minimálními nároky na provoz a údržbu** a nebude nutno stavbu nahradit stavbou novou. Při současném ročním tempu obnovy bytového fondu na úrovni 1 % dává smysl stavět a renovovat budovy s minimální **životností 100 let**.
- Významným faktorem udržitelnosti je i materiálová skladba budov – dožité budovy musí být **recyklovatelné** v co nejvyšší míře a **znovu použitelné** ve výstavbě.



Evropský trend:

- -Na prvním místě jsou REKONSTRUKCE stávajících budov.
- -Dále v druhém kole je to NOVÁ VÝSTAVBA.
- -Poslední možnost je LIKVIDACE A NOVÁ VÝSTAVBA.

Důležitým faktem je, že při rekonstrukci je možné uspořit až 2/3 uhlíkových emisí v porovnání s novou výstavbou. Proto je REKONSTRUKCE preferovaným typem akcí v EU.

Zdroj: Projekt INDICATE (UCEEB ČVUT)

Udržitelné stavby

- Rychlost výstavby je třeba posuzovat od zahájení povolenacího řízení do kolaudace. V tomto směru může pomoci jak zjednodušení administrativy, tak vyšší využití **prefabrikací nebo modulárního stavění**. Moderní technologie umožňují srovnatelně rychlou výstavbu různých konstrukčních řešení na rozličné materiálové bázi.
- S ohledem jak na potřebu ochrany půdního fondu a maximálního využití zastavitelných ploch, tak i na samotnou ekonomiku výstavby, je smysluplné dostupné bydlení směřovat do **vícepodlažních budov** s nižší pořizovací cenou za m² obytné plochy.



Prefabrikace je možná z jakéhokoli materiálu bez výjimky.

Výhody:

- Snížení prachu a hluku v místě stavby,
- Menší znečišťování vozovek v místě staveb,
- -Zkrácení dopravních omezení v místě stavby.

Přenos výroby do kontrolovaného továrního prostředí umožňuje vyšší míru zapojení Robotizace a Automatizace.

Dále se snižuje vliv povětrnostních podmínek.

Udržitelné stavby

- Je nezbytné využít všechny stávající (prázdné) stavby a volné stavební pozemky, samozřejmě brownfieldy nebo stavby bez majitele apod. (záleží na stavu - buď rekonstrukce nebo náhrada stavbou novou).
- Ekologické nebo nízkoenergetické stavby nelze ztotožňovat výhradně s dřevostavbami.
- Pro dostupné bydlení je důležité zohlednit ekonomicko-sociální aspekty (byty vs. individuální stavby).
- Je třeba zvýšit angažovanost měst a obcí v proaktivním přístupu k rozvoji dostupného bydlení.



Preference využívání brownfieldů spíše než zemědělské půdy.

Důležitým faktem je, že při rekonstrukci je možné uspořit až 2/3 uhlíkových emisí v porovnání s novou výstavbou - proto je REKONSTRUKCE preferovaným typem akcí v EU.

Zdroj: Projekt INDICATE (UCEEB)

Udržitelné stavby

- Uhlíkovou stopu staveb je potřeba řešit a v rámci podpory dostupného bydlení je třeba usilovat o její snižování a být dobrým příkladem pro stavební praxi. Nelze si však dělat rovnítko mezi domy na bázi dřeva a jedinou cestou ekologické výstavby. V současné době a blízké budoucnosti je potřeba se zaměřit primárně na snižování energetické náročnosti budov a to jak novostaveb, tak i rekonstrukcí. Hlavním důvodem je fakt, že fáze užívání budovy je největším emitorem CO₂ v celém životním cyklu stavby. **Tato fáze se podílí na uhlíkové stopě stavby kolem 80 %. Výstavba a demolice (recyklace) staveb tvoří zhruba 20% uhlíkové stopy (při uvažované životnosti 100 let).** Proto doporučujeme soustředit se na podporu snižování energetické náročnosti budov, a nikoliv pouze na jejich materiálovou základnu. Naopak je žádoucí mít materiálovou základnu pestrou a tím podporovat přirozenou konkurenceschopnost vedoucí jak ke snižování uhlíkové stopy staveb, tak i ekonomické výhodnosti a technickým inovacím.



Uhlíková stopa budov



Při uvažování budovy při 50 letech jejího využívání vychází poměr uhlíkové stopy na provoz a materiály 50:50.

Při předpokládané životnosti 100 let předpokládáme poměr uhlíkové stopy na provoz a materiály až 80:20.

Čím více budeme prodlužovat životnost budovy v uživatelské fázi, tím méně jsou materiály uhlíkově významné.

Je proto důležité posuzovat celkovou životnost stavebních materiálů a neměnnost jejich vlastností v čase než jen samostatné vstupní hodnoty.

Důležité je také přemýšlet nad možnostmi separace a recyklace na konci životního cyklu pro využití materiály a stavební prvky.

Z tohoto pohledu jsou složité kompozitní panely nevhodné, neboť je jejich separace na konci životnosti velmi složitá.

Na konci životního cyklu musí být materiály jednoduše oddělitelné a recyklovatelné. Toto musí být řešeno na začátku cyklu ve fázi plánování. Musí to rovněž být součástí digitální informace v budově.

Je velmi důležité, aby si stavební materiály udržely po celou předpokládanou životnost stejné fyzikálně mechanické parametry (teplotní, vlhkostní, statické, akustické) ideálně na 100 let i více.

Graf (80:20) představuje krajní hodnotu rozdělení objemu uhlíkové stopy mezi provozem budovy a stavbou (realizací) za celý životní cyklus. Poměr mezi provozem a stavbou záleží na technickém stavu využitých materiálů po dobu životnosti celé stavby.

S přihlédnutím na životnost stavby, délku užívání, energetickou náročnost, objemu rekonstrukcí se uhlíková stopa na provoz budovy bude pohybovat mezi 50-80%.

Posouzení LCA projektu RD Zina Mikulčice

- Studie vypracována UCEEB (2024)
- Posouzení celého životního cyklu rodinného domu ve třech materiálových variantách při předpokládané životnosti všech variant **50 let**.
- Shodné stavebně technické a tepelně technické vlastnosti konstrukcí obálky budovy (třída energetické náročnosti budovy - B)



Modelový příklad stejného rodinného domu s různých materiálových variant.

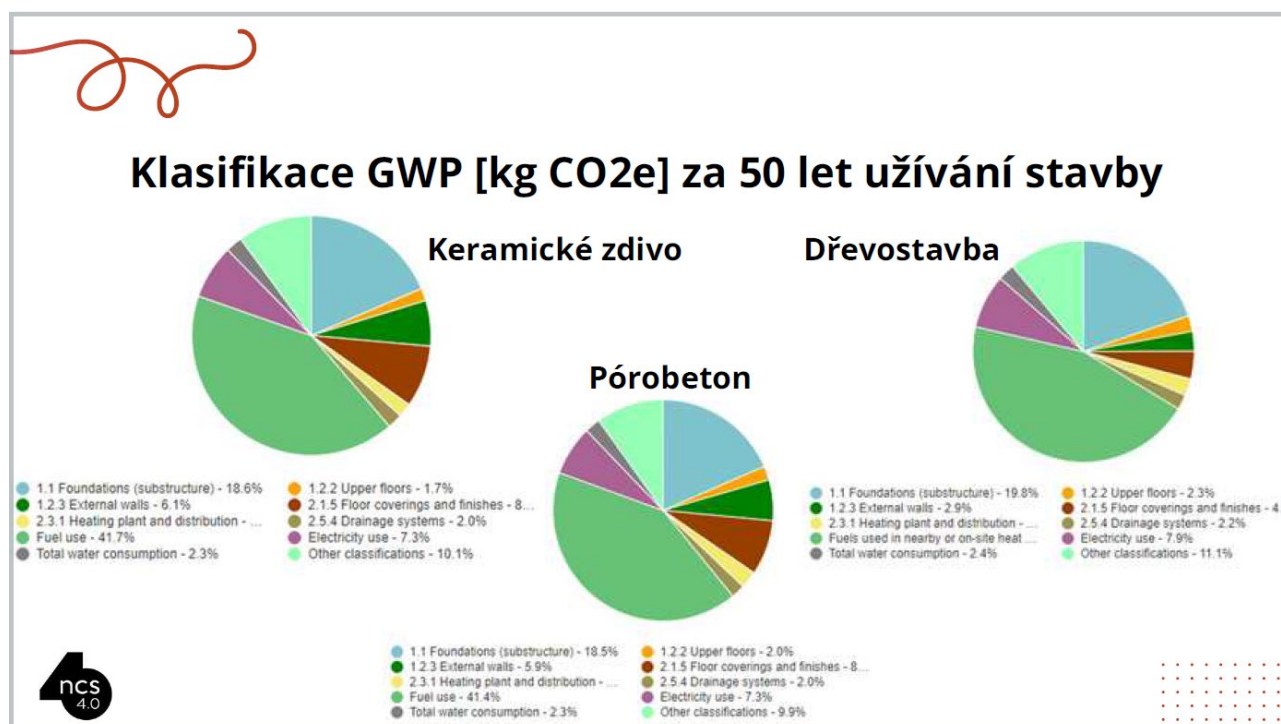
Jedná se o bungalov.

RD reálně stojí a je realizovaný pouze ve variantě cihlového zdiva.

Celá životnost je vázaná na životnost 50 let všech materiálových variant (dřevo, keramické zdivo, pórobetonové tvárnice).

Důležité je zmínit, že varianty byly adaptované na stejné tepelně technické vlastnosti (tzn. totožný koeficient prostupu tepla U). Všechny materiálové varianty jsou ve stejné energetické náročnosti B.

Jedná se výpočtový standard, který je daný pro 50 let. Nejde ale o reálnou životnost stavby, která může být u některých materiálových variant výrazně vyšší, ale v některých situacích i nižší.



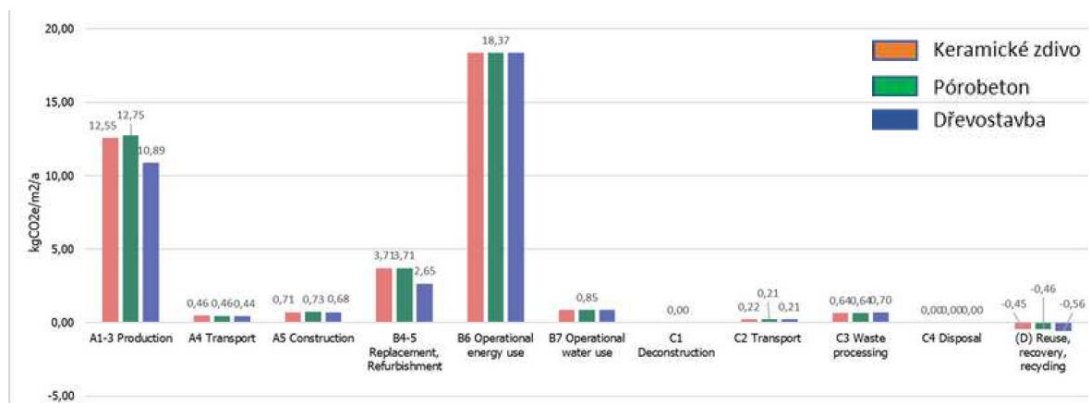
Největší podíl v grafech je světle zelená a fialová (Fuel Use, Electricity Use), které tvoří energie na provoz při uvažované životnosti 50 let. Tyto tvoří přibližně 50% uhlíkové stopy celé stavby nezávisle na použitém materiálu nosné konstrukce.

Rozdíl mezi různými materiály je při uvažovaných 50 letech z pohledu uhlíkové stopy celého životního cyklu celé stavby a všech jejích částí nevýrazný.

Čím delší je životnost stavby nad normových 50 let, tím menší je vliv použitých materiálů na výstavbu a tím důležitější je stálost (neměnnost či nedegradovatelnost) tepelně technických vlastností stavebních materiálů nosné konstrukce.

Přibližně 50 % z uhlíkové stopy za 50 let užívání stavby je vyprodukováno v rámci užívání stavby. Druhých 50 procent je vyprodukováno v rámci všech materiálů použitých na stavbu a její užívání (nosné konstrukce, nenosné konstrukce, vnitřní povrchy, zařízení RD) a jejich následná likvidace.

Porovnání celkových dopadů GWP budovy



Pohled na všechny materiálové varianty rozdělené do jednotlivých fází celého životního cyklu stavby v průběhu 50 let.

Části A1-3 zohledňuje výrobu všech stavebních materiálů zabudovaných do stavby od základů přes nosnou konstrukci až po střechu, včetně veškerého vnitřního vybavení jakými jsou podlahy, vzduchotechnika, nenosné příčky, povrchové úpravy, omítky, malby atd. Z této části připadá na nosný systém přibližně 1/3 uhlíkové stopy (tzv. GWP). Většina uhlíku je zastoupena v základech, vybavení, nenosných konstrukcích, malbách, TZB, omítkách a dalšího vybavení budovy.

Prodlužováním životnosti nad uvažovaných 50 let bude uhlíková stopa z A1-3 relativně méně významná v souvislosti s uživatelskou částí, která je znázorněna v B6.

Pro výstavbu je dále velmi důležité využívat materiály u kterých bude jednak zajištěna stálost tepelně technických parametrů v čase (až v řádu 100 let) a hlavně budou na konci svého životního cyklu jednoduše rozebitelné a recyklovatelné. Z tohoto pohledu je využívání složitých kompozitních konstrukcí nevhodné.

LCA dřevěného a cihlového RD

- Studie dvou staveb rodinných domů
- Dřevostavba je skutečně postavena
- Stavebně a technicky porovnatelné RD
- Posouzení životního cyklu na 50 let



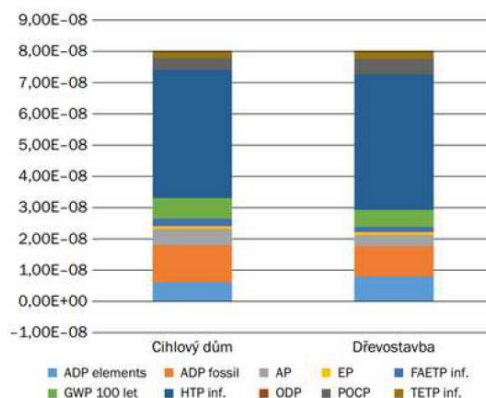
Studie srovnání dvou rodinných domů posuzovaných v rámci 50 letého životního cyklu.

Je realizována varianta RD v podobě dřevostavby a na základě stavebně technických parametrů byl vytvořený projekt stejného RD s variantou cihlového zdiva.

V této studii je srovnáván širší rozsah environmentálních dopadů ve formě nejdůležitějších indikátorů dopadů na ŽP. Nejde jen pouze o CO₂ (uhlíkovou stopu), ale i například o indikátory pro úbytek materiálových surovin, acidifikace, dopadu na lidské zdraví atd.

Byly vypracované modely provozů RD pro období 10, 20, 40 a 50 let, včetně konce životního cyklu, demolice a znovuvyužití materiálu.

Posouzení životního cyklu dřevostavby a cihlového domu



Svislá osa grafu reprezentuje nejvýznamnější indikátory dopadů na životní prostředí, vyjádřené jako ekvivalentní objem indikátoru na jednotku referenční dávky (RD), tj. v kg.

Tmavě modrá (HTP inf.) je dominantní část. Vysvětlivky pro jednotlivé indikátory jsou uvedeny níže.

Je nutno pohlížet na celý kontext budovy v rámci celého životního cyklu od začátku až na konec. Důležité je zmínit, že vedle uhlíkové stopy (GWP) zde je i další rozměr – viz jednotlivé indikátory níže.

Rozdíly v této studii, která byla nastavena na 50 let životnosti, nejsou zásadní. Některé indikátory jsou lepší pro dřevostavby, některé jsou lepší pro cihlovou stavbu.

Pokud bychom nastavili životní cyklus stavby na 100 let, což je běžná životnost cihlové stavby, výsledky této studie by byly nakloněné více k cihlové stavbě.

Jednotlivé indikátory uvažované v této studii:

GWP 100 let – globální oteplování a klimatické změny – zachytávání energie skleníkovými plyny, čímž se zesiluje skleníkový efekt, což vede ke zvýšení globální teploty a klimatickým změnám.

100 let nesouvisí s výpočtem životnosti budov, je to postup výpočtu, kde se, CO₂ a její dopady počítají na 100 let. Jde o to, jakým způsobem a do jaké míry bude vypuštěné CO₂ působit v atmosféře v následujících 100 letech.

ADP elements – úbytek materiálových surovin – vliv produktového systému na nevratné využívání neobnovitelných surovin a spotřebovávání obnovitelných zdrojů.

ADP fossil – úbytek fosilních surovin – vliv produktového systému na nevratné využívání neobnovitelných surovin a spotřebovávání obnovitelných zdrojů – v tomto případě těch fosilních.

AP – Acidifikace – proces okyselení půdního nebo vodního prostředí – způsobený vypouštěním kyselinotvorných látek do atmosféry, vody a půdy.

EP – Eutrofizace – proces obohacování prostředí živinami. Důsledkem je zarůstání povrchových sladkovodních a mořských vod řasami a vodním květem sinic, což způsobuje nedostatek kyslíku ve vodách a změnu druhového složení ekosystému.

FAETP inf. + TETP inf. – Ekotoxicita – charakterizuje dopady do jednotlivých složek prostředí uvolněných látek, které mají potenciál toxicky působit na ekosystém.

HTP inf. – Humánní toxicita – charakterizuje dopady uvolněných látek do jednotlivých složek prostředí, které mají potenciál působit toxicky na lidi.

ODP – úbytek stratosférického ozónu – popisuje míru vlivu emisí na vznik tzv. ozónové díry ve str atmosféře.

POCP – Vznik fotooxidantů – kategorie dopadu související s nepříznivým působením ozónu.



Závěry posouzení LCA projektu RD

- Největší environmentální dopady z hlediska uhlíkové stopy u všech materiálových variant jsou způsobeny:
 - Spotřebou elektrické energie
 - Betonem a výztuží v základové konstrukci
 - Izolací (hydroizolace a také tepelná izolace u dřevostavby)
- Nutno se zaměřit na stavbu, **jako celek a v celém jejím životním cyklu.**
- Snižovat energetickou náročnost budovy a **prodlužovat její životnost.**
- Hledat optimální propojení mezi fyzickou a morální životností stavby.
- Jednoduchost rekonstrukce, **maximální životnost nosného systému s minimalizací údržby/opravy.**
- Je důležité dbát na **neměnnost materiálových vlastností (tepelně technických)** při minimální údržbě obálky stavby.



Uhlíková stopa nosné konstrukce bez ohledu na materiálové řešení má svůj podíl, ale na prvním místě jsou energie a s tím spojená uhlíková stopa na využívání a provoz budovy.

Pro výstavbu je dále velmi důležité využívat materiály u kterých bude zajištěna stálost tepelně technických parametrů v čase (až v řádu 100 let) a hlavně budou na konci svého životního cyklu jednoduše rozebitelné a recyklovatelné. Z tohoto pohledu je využívání složitých kompozitních konstrukcí nevhodné.

Vedle uhlíkové stopy je nutné posuzovat i další indikátory dopadů na životní prostředí (jsou definované EN 15804+A2).



Objem dřeva v dřevostavbách

- Až 84,45 % tzv. dřevostaveb je podle údajů statistického úřadu ze skeletové konstrukce s malým podílem dřeva. Zde se dostáváme na množství „čistého“ dřeva v rozmezí **5-10 % dřeva ku celkovému objemu stěny**. Zde je většina objemu tvořena izolací.
- Konstrukce z celoplošných dřevěných panelů mají dřeva více, **ale max. 30 %** (varinata min. NZEB, při které je poměr dřeva nejvíce, protože stačí méně izolace).
- **Závěrem můžeme tedy říci, že se dřevostavby pohybují v rozmezí 5 – 30 %**
- **Celkově tvoří dřevo v mixu dřevostaveb (počty typů domů podle údajů statistického úřadu) v průměru okolo 15 %.**



Většina objemu konstrukce dřevostaveb je tvořena izolanty či dalším materiály.

S pohledu celého životního cyklu je využití složitých kompozitních konstrukcí nevhodné. Je důležité uvažovat celý životní cyklus, včetně jednoduché rozebíratelnosti na konci životnosti každé stavby a následné recyklaci a opětovného použití.





Co je třeba:

- Nutno posuzovat vždy **celý životní cyklus stavby**.
- Existují různé zdroje pro stanovení uhlíkové stopy. **Je třeba jednotná metodika** pro posuzování různých staveb.
- Potřeba adaptovat mezinárodní nebo vytvořit národní **databázi**. Národní databáze musí být kompatibilní s mezinárodní databází. Nutný mezinárodní přesah.



Jednotná databáze environmentálních dopadů stavebních výrobků.



„if you build, build to last“

Sustainability.



prof. Ing. Petr Konvalinka, CSc, FEng.

Statik, materiálový inženýr a vysokoškolský pedagog, vedoucí Experimentálního centra Fakulty stavební ČVUT a v letech 2014 až 2018 rektor ČVUT v Praze. Od října 2018 je předsedou Technologické agentury ČR. V roce 2008 byl prezidentem republiky jmenován profesorem v oboru Teorie stavebních konstrukcí a materiálů. Je též autorizovaným inženýrem pro obor Statika a dynamika konstrukcí.

prof. Ing. Bc. Radoslav Sovják, Ph.D., LL.M.

Se zaměřuje na stavební materiály, mimořádná zatížení na stavební konstrukce, ochranné konstrukce z pokročilých kompozitních materiálů, automatizaci, robotizaci a udržitelnost ve stavebnictví. Působí v Experimentálním centru Fakulty stavební ČVUT v Praze, je profesorem pro obor teorie stavebních konstrukcí a materiálů a ředitelem Národního centra Stavebnictví 4.0.

AKTUÁLNÍ VÝZVY V PBS

Petr Hejtmánek

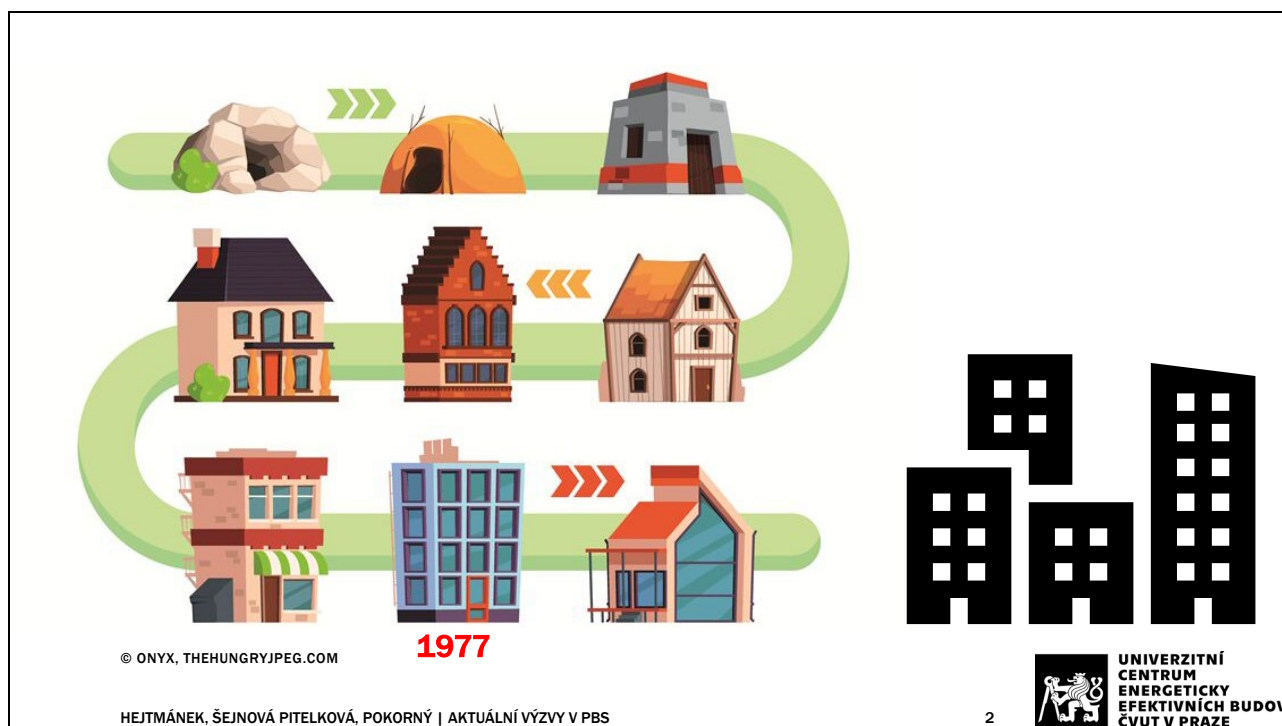
Daniela Šejnová Pitelková

Marek Pokorný

HEJTMÁNEK, ŠEJNOVÁ PITELKOVÁ, POKORNÝ | AKTUÁLNÍ VÝZVY V PBS

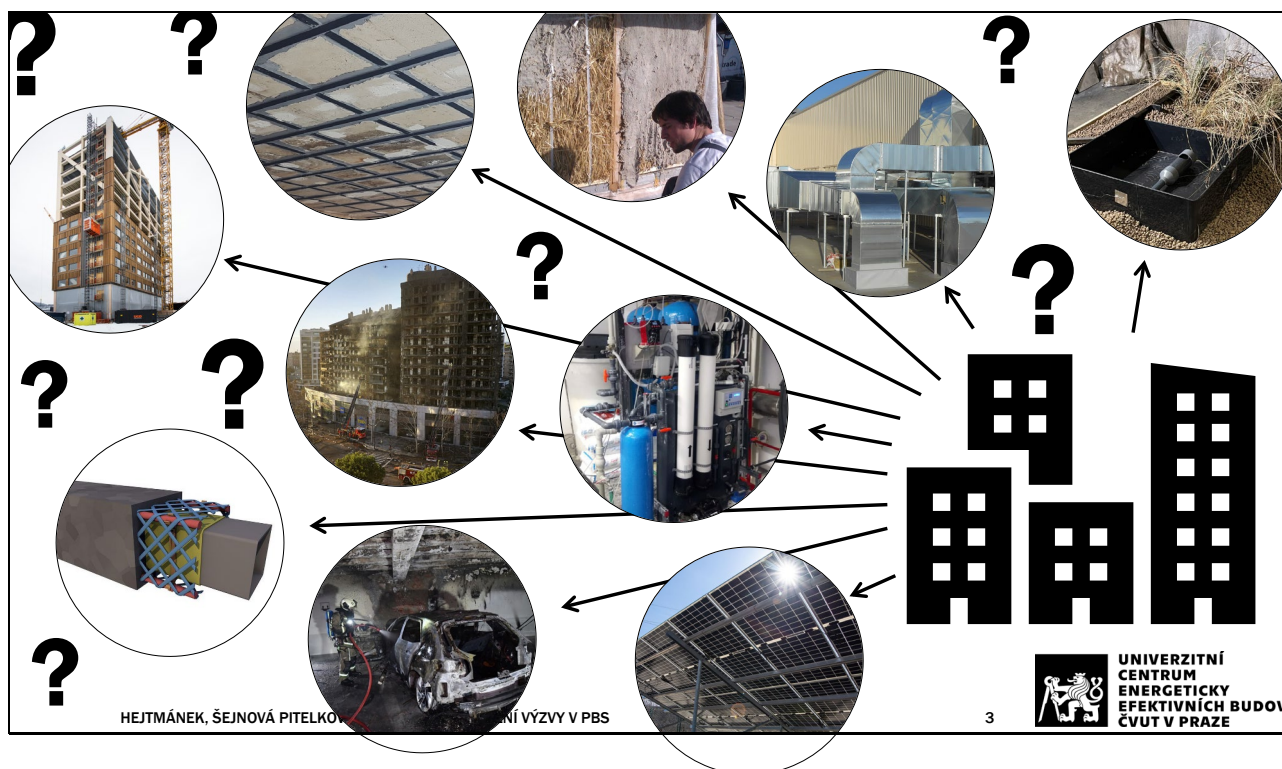
1

 UNIVERZITNÍ
CENTRUM
ENERGETICKY
EFEKTIVNÍCH BUDOV
ČVUT V PRAZE



Historické stavby mají jasnou dispozici, typologii i konstrukční provedení. Zprvu šlo o kamenné nebo cihelné domy, stropy byly buď klenebné, nebo dřevěné trámové. Ještě minimálně do poloviny 20. století tyto konstrukční zásady platily ve velkém množství staveb, výjimku tvořily komplexní a výjimečné stavby. V 50. letech se rozvíjí technologie i materiály ve stavebnictví, přichází masové užití železobetonu, oceli, skla, organických materiálů. Technologie se však rozvíjejí dále geometrickou řadou a stejně tak se zvyšuje počet budov, které jsou technologiemi vybavené. Pokud před 20 lety bylo chlazení, řízené větrání nebo fotovoltaika v rodinném domě extravagancí, dnes jsou běžnou součástí.

Co se týče požární bezpečnosti, už v roce 24 př. n l. vznikají první požární hlídky v antickém Římě (vigilové). Požární bezpečnost se vždy poučila z velkých neštěstí, velkých požárů. S ohledem na vývoj po 2. světové válce vznikla nutnost systematictějšího přístupu k požární bezpečnosti. První normy požární bezpečnosti vznikají v roce 1959 a reagují na společenskou poptávku vyřešit ty nejaktuálnější problémy (ČSN 73 0760 – Požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť a ČSN 73 0761 – Požární předpisy pro výstavbu zemědělských závodů a objektů). V 70. letech pak vzniká tzv. kodex požární bezpečnosti, tedy normy řady ČSN 73 08xx. Ty jsou s obměnami platné doposud – gros zůstává neměnné, je snaha aktualizovat s ohledem na novinky ve stavebnictví. Někdy je aktualizace rychlá, jindy ji to trvá déle. Ale normy vždy budou o krok za vývojem.



Co lze považovat za aktuální výzvy PBS?

- **vyšší dřevostavby;**
- **větší uplatnění přírodních materiálů a přírodě blízkých technologií ve stavebnictví;** nemusí jít pouze o dřevo, ale i slámu, ovčí vlnu, pazdery, apod.
- **kompozitní konstrukce;** od těch nejjednodušších, jakými jsou například zesilování stávajících konstrukcí uhlíkovými vlákny, až po velmi složité konstrukce betonů s nezeleznou výztuží, ať již rozptýlenou nebo liniovou (polymery, uhlíková vlákna obalená pryskyřicí, viskóza, rozvlákněný len apod.).
- **zelené střechy, zelené fasády;** nebo modrozelené střechy a fasády, které mohou pomocí zeleně nebo svých technických prvků šířit požár po svém povrchu.
- **větrané fasády;** sice nejde o novou technologii, ale v českých normách hodnocení takových prvků chybí.
- **elektromobilita a akumulace elektrické energie;** elektrotechnické součásti jsou vždy rizikové z hlediska vzniku požáru, některé baterie si dokáží při hoření tvořit kyslík i energii.
- **PV systémy;** další elektrické zařízení, stejnosměrné části jsou velice rizikové z hlediska úrazu elektrickým proudem
- **další technologie;** které mohou propojovat více požárních úseků a je třeba je z požárního hlediska řešit (VZT systémy). Popřípadě může jít o technologie vedené hořlavými potrubími nebo potrubími s hořlavými izolacemi nebo o technologie s hořlavými médii (např. chlazení).

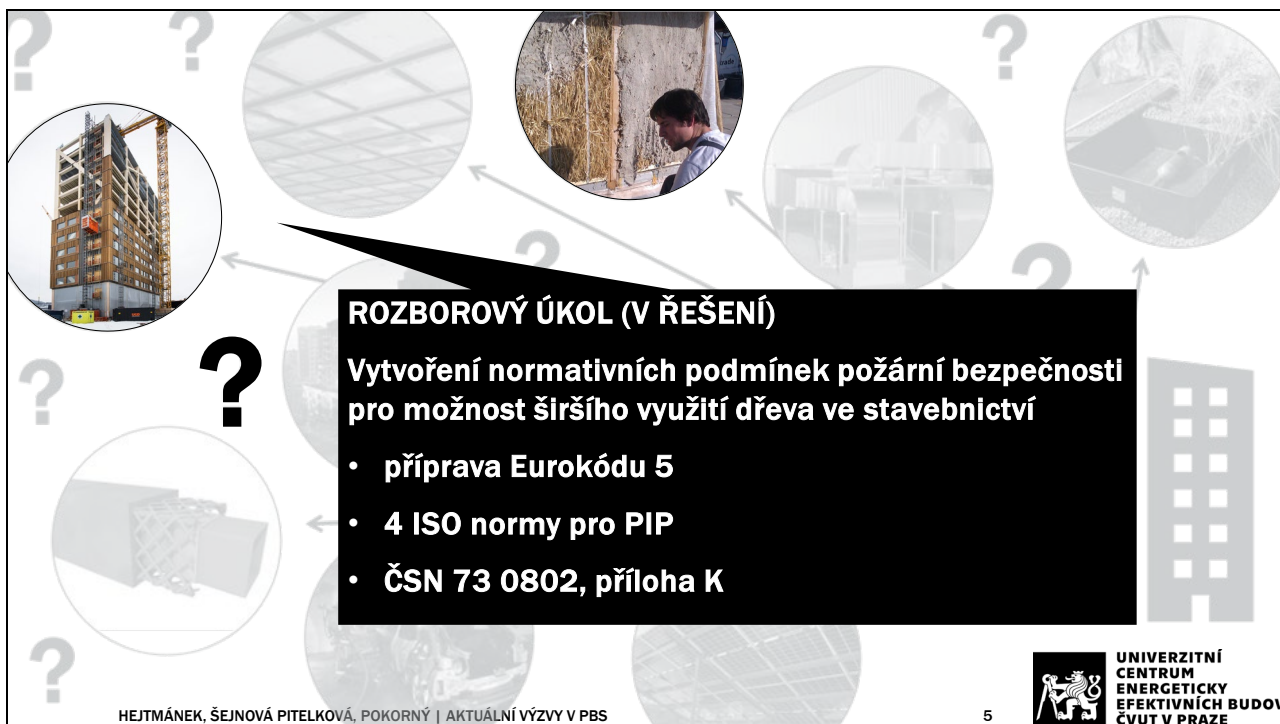


Požární bezpečnost musí zajistit základní požadavky na budovy. Je třeba po určenou dobu

- zachovat únosnost a stabilitu konstrukce
- omezit vznik a šíření požáru a kouře
- omezit šíření požáru na sousední stavby
- udržet kvalitu únikových cest
- zachovat úroveň bezpečnosti složek IZS

V případě složitých staveb nebo zcela nových (výjimečných) staveb není úplně dobré čekat na standardizaci a je možné využít požárněinženýrský přístup (PIP). Cílem PIP je odpovědět na tyto základní požadavky a jakýmkoliv doložitelným způsobem dokázat, že budova je dostatečně bezpečná.

Nicméně v případě standardních budov, kterých je velké množství, je úlohou normalizace, ideálně ve spolupráci s institucemi vědy a výzkumu, sledovat vývoj ve stavebnictví a snažit se novinky ve vývoji zapracovat do preskriptivního (normového) přístupu tak, aby nemusela být každá budova posuzována pomocí PIP.



ROZBOROVÝ ÚKOL (V ŘEŠENÍ)

Vytvoření normativních podmínek požární bezpečnosti pro možnost širšího využití dřeva ve stavebnictví

- příprava Eurokódu 5
- 4 ISO normy pro PIP
- ČSN 73 0802, příloha K

HEJTMÁNEK, ŠEJNOVÁ PITELKOVÁ, POKORNÝ | AKTUÁLNÍ VÝZVY V PBS

5

UNIVERZITNÍ
CENTRUM
ENERGETICKY
EFEKTIVNÍCH BUDOV
ČVUT V PRAZE

Je milou povinností sdělit, že Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, respektive Česká agentura pro standardizaci, uzavřela s UCEEB ČVUT rámcovou smlouvu na podporu technické normalizace – vědecká zjištění palčivých témat stávajících norem. Jsou zadány tzv. rozborové úkoly, mnohé se týkají požární bezpečnosti.

Rozborový úkol „Vytvoření normativních podmínek požární bezpečnosti pro možnost širšího využití dřeva ve stavebnictví“ má za úkol identifikovat nedostatky současných norem, co se týče použití dřeva ve stavebnictví. Součástí RÚ je spolupráce na nové verzi Eurokódu 5. Zaměřuje se na 3 výškové úrovně:

- **současné dřevostavby**; i v případě jednopodlažních RD lze spatřit určitá omezení, pokud jde o výstavbu dřevostaveb. Za hlavní problém lze považovat odstupové vzdálenosti.
- **mírně vyšší dřevostavby**; Nejnovějším výstupem je příloha K, která standardizuje požadavky na výstavbu dřevostaveb až do výše 18,0, respektive 22,5 m.
- **vysoké dřevostavby, které stále budou řešeny pomocí PIP**; v rámci tohoto RÚ byly také vydány (harmonizovány) 4 normy na PIP – to má usnadnit proces tvorby PIP.

ČSN P 73 0847 – PBS – Fotovoltaické (PV) systémy

ROZBOROVÝ ÚKOL (V ŘEŠENÍ) | Požární bezpečnost budov s ohledem na elektromobilitu, fotovoltaiku a bateriová úložiště

- **Elektromobilita** ► charakteristiky požárů EV a PHEV, možnosti hašení a vedení zásahu
- **Fotovoltaika** ► šíření požáru PV × obálka budovy, zdroje iniciace, zásah, integrovaná PV
- **Bateriová úložiště** ► požární riziko dle ČSN, požární úseky, přístup a vedení zásahu



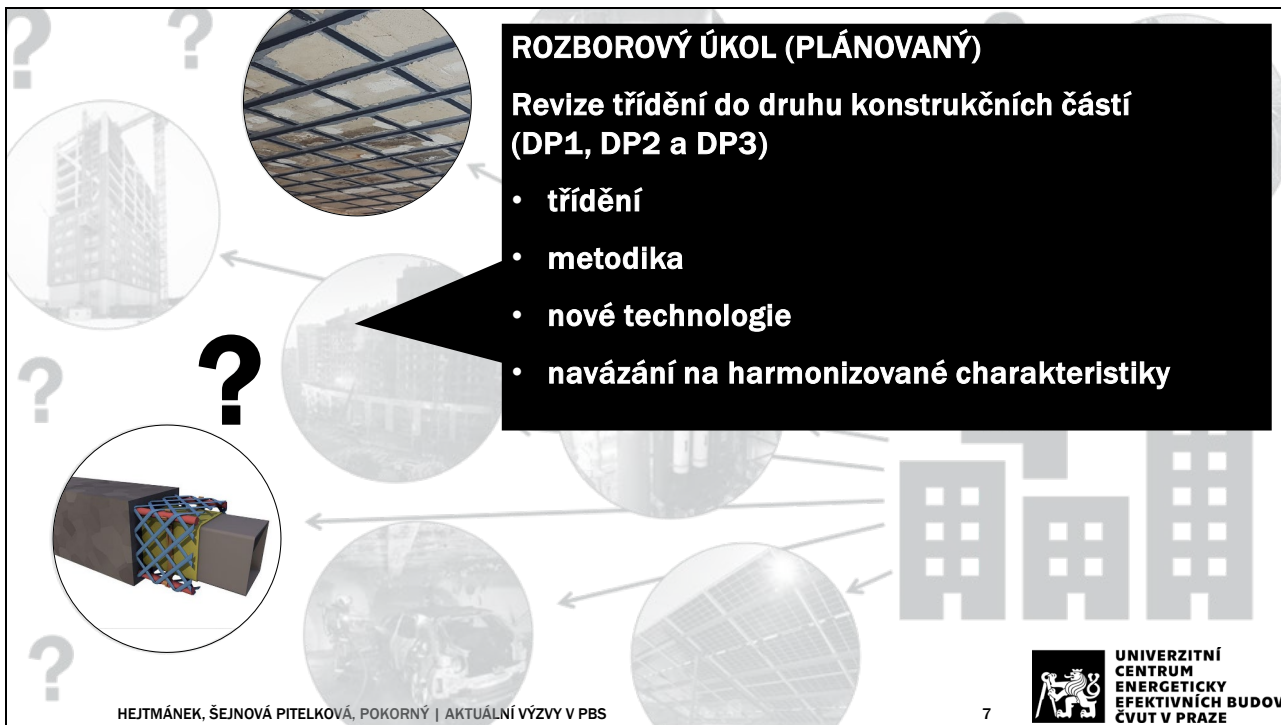



HEJTMÁNEK, ŠEJNOVÁ PITELKOVÁ

UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV ČVUT V PRAZE

V případě nových elektrotechnických systémů je nutné nejdříve upozornit na novou normu ČSN P 73 0847, která řeší požární bezpečnost fotovoltaických systémů mimo budovy, na střeše i na fasádě budovy. Jde o normu P (přípravnou): Je doporučeno podle ní projektovat, ale v současnosti není právně závazná. Autoři normy pak sbírají podněty od projektantů pro vylepšení a případnou opravu normy.

Druhým krokem je běžící rozborový úkol „**Požární bezpečnost budov s ohledem na elektromobilitu, fotovoltaiku a bateriová úložiště**“.



ROZBOROVÝ ÚKOL (PLÁNOVANÝ)

Revize třídění do druhu konstrukčních částí (DP1, DP2 a DP3)

- třídění
- metodika
- nové technologie
- navázání na harmonizované charakteristiky

HEJTMÁNEK, ŠEJNOVÁ PITELKOVÁ, POKORNÝ | AKTUÁLNÍ VÝZVY V PBS

7

**UNIVERZITNÍ
CENTRUM
ENERGETICKY
EFEKTIVNÍCH BUDOV
ČVUT V PRAZE**

Plánovaný je rozborový úkol „**Revize třídění do druhu konstrukčních částí (DP1, DP2 a DP3)**“. Kategorizace konstrukcí do konstrukčních částí DPx je českým potažmo slovenským specifikem, jiné země buď takové členění nemají, nebo mají podobné, ne však tak zakořeněné. Navíc české dělení do DPx je závislé na požárně technických charakteristikách, které nejsou v Evropě harmonizované a musejí se případně dozkoušet. Snahou je najít takový systém, který by dokázal DPX nahradit nebo adaptovat.

Navíc je třeba upozornit na to, že nové typy kompozitních konstrukcí jsou přísnou definicí většinou zařazeny do nejhorší kategorie a chovají se tedy jako „dřevostavby“, které je možné stavět pouze do výšky 12,0 m.

ROZBOROVÝ ÚKOL (PLÁNOVANÝ)
Požární bezpečnost skládaných fasádních systémů

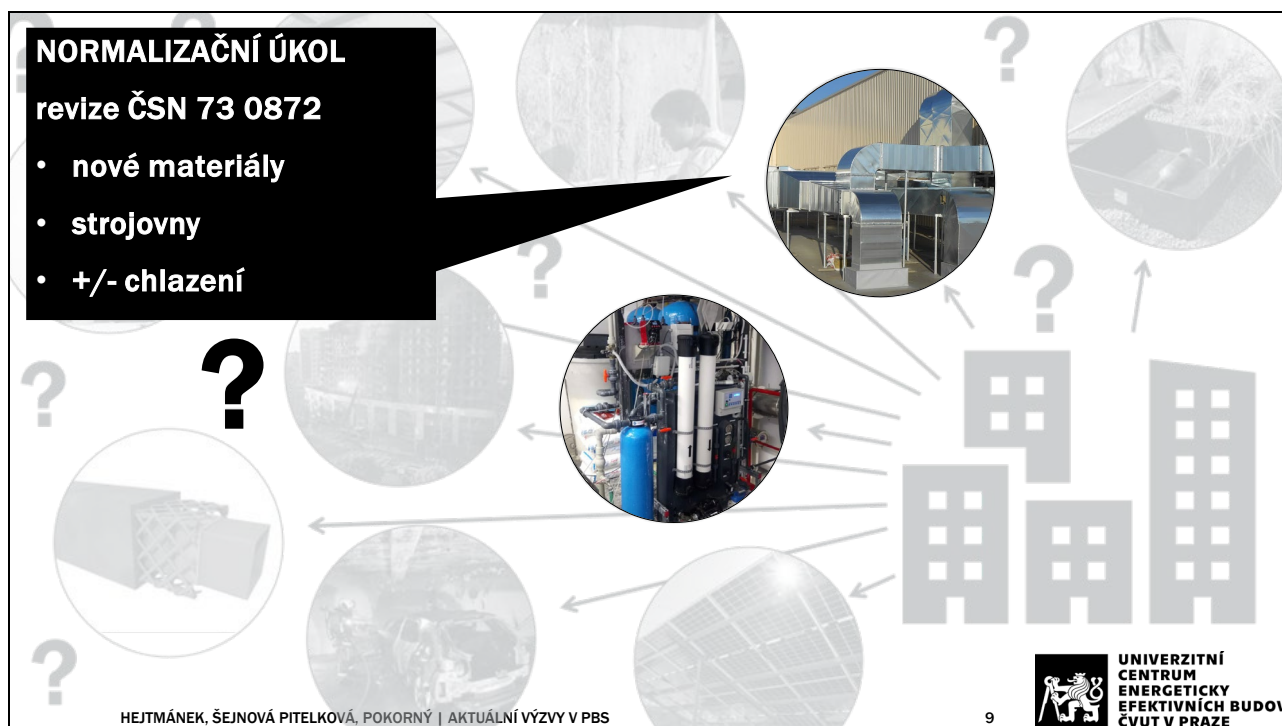
- větrané fasády,
- LOP,
- sendvičové panely

HEJTMÁNEK, ŠEJNOVÁ PITELKOVÁ, POKORNÝ | AKTUÁLNÍ VÝZVY V PBS

8 **UNIVERZITNÍ
CENTRUM
ENERGETICKY
EFEKTIVNÍCH BUDOV
ČVUT V PRAZE**

Plánovaný rozborový úkol „Požární bezpečnost skládaných fasádních systémů“ má za cíl vyřešit jednu z nejstarších neřešených oblastí požární bezpečnosti. Navíc jde o oblast, která dokáže výrazně ovlivnit šíření požáru (viz Grenfell Tower nebo požár ve Valencii).

Vlivem chybějící normotvorby jsou často požadovány výhradně nehořlavé výrobky, což v praxi nelze: tepelná izolace nebo plášť mohou být nehořlavé, ale méně podstatné složky (difuzní folie, těsnicí prvky) jsou vždy na organické bázi. Dalším problémem je chybějící unifikovaná metodika pro velkorozměrové zkoušení fasád (to je ovšem celoevropský problém).

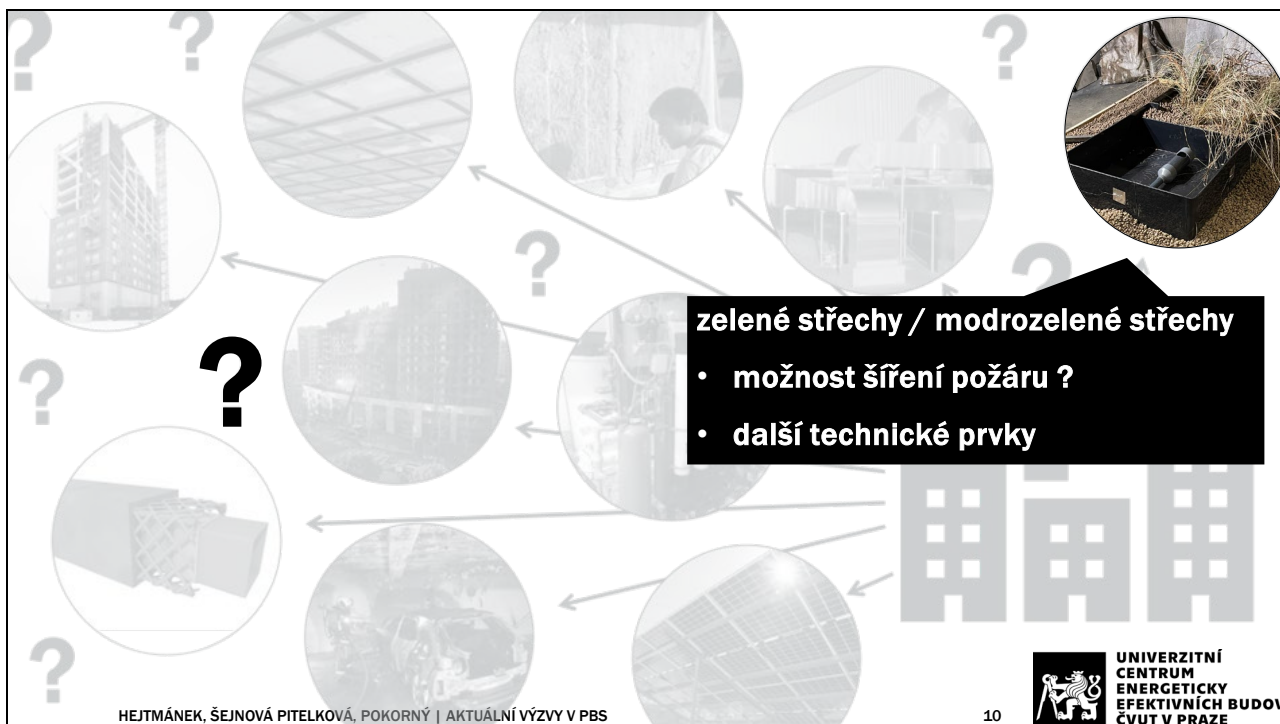


Snad největší rozpor mezi stávajícími požadavky norem a překotným technologickým vývojem lze spatřit v případě vzduchotechnických zařízení, protože současně platná norma na požární bezpečnost VZT je z roku 1996 (28 let). Problémy jsou v definicích, typech rozvodů apod.

Technická normalizační komise pro požární bezpečnost staveb (TNK27) proto nově zadala normalizační úkol na revizi současné normy (aktivita mimo rozborové úkoly).

Hlavními řešiteli jsou Ing. Daniel Adamovský, Ph.D. (ČVUT UCEEB) a Ing. Petr Boháč (autor většiny současných požárních norem).

Diskuse se vede nad tím, jak normalizovat chladicí systémy – zda je zakomponovat do této normy, nebo zda pro ně vytvořit normu zcela novou. Podstatné je však to, že médii v případě chladicích systémů mohou být voda (nehořlavá, nicméně nejméně účinná, používá se zejména u velkých systémů), etylenglykol (podobné, pokud je ředěný, tak je nehořlavý), propan (hořlavý), syntetická chladiva (např. R410A, R32, které jsou podle některých metodik vedené jako nehořlavé, resp. mírně hořlavé, podle jiných metodiky jde však o extrémně hořlavé plyny, které tvoří výbušné směsi).



Zelené střechy nebo modrozelené střechy, tedy zelené střechy s vlastními systémy akumulace vody, nejsou v současnosti vůbec řešeny.

Je potřeba zajistit/eliminovat:

1) Přenos požáru shora (z vyšších PÚ přes střešní plášť dovnitř)

- Co je problém? Pokud v podlaží, u jehož podlahy pokračuje níže položená horizontální konstrukce, začne hořet, je možné, že střešní plášť umožní šíření ohně po svém povrchu.
- Kde existuje nějaký legislativní požadavek? Požadavek může vyvstat v místě, kde požárně nebezpečný prostor (PNP) zasahuje na níže položenou horizontální konstrukci, viz čl. 10.2.2. ČSN 73 0802, respektive 8.15.2. ČSN 73 0802, který se odkazuje na čl. 8.3 a 8.4 ČSN 73 0810 (nyní je důležitý ten článek 8.3). Požaduje se, aby střešní plášť, na nějž zasahuje PNP, byl v klasifikaci BROOF(t3), respektive aby nešířil plamen po svém povrchu.

2) Přenos požáru z jednoho PÚ do jiného PÚ přes střešní plášť.

- Co je problém? Pokud začne hořet v jednom požárním úseku, je možné, že se požár dostane nad požární strop (ať již jeho prohřátím nebo jeho porušením v detailu, např. vpustí), střešní plášť začne hořet a rozšíří požár do jiného požárního úseku.
- Kde existuje nějaký legislativní požadavek? Článek 8.2.4 ČSN 73 0802 pro eliminaci tohoto rizika požaduje vytažení stěny nad úroveň střešního pláště o 300 mm, popřípadě jinou konstrukční úpravu.



Ing. arch. Bc. Petr Hejtmánek, Ph.D.

Petr Hejtmánek absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Architektura a stavitelství. V roce 2019 získal titul Ph.D. s tématem Odstupové vzdálenosti požárně otevřených fasád. Od 2019 je odborným asistentem na katedře konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze, kde se specializuje na požární bezpečnost staveb. Členem FireLAB na Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT v Praze je od 2013. Je autorizovaným inženýrem pro pozemní stavby a pro požární bezpečnost staveb.

VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PBS, ANEB U NÁS A V ZAHRANIČÍ

Ing. Jakub Šejna

Ing. Lukáš Velebil, Ph.D.

JAKUB Šejna: VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PBS



Při výběru stavebního materiálu z hlediska požární odolnosti je důležité zvážit, jak se konkrétní materiály chovají při vystavení vysokým teplotám. Beton, dřevo a ocel mají odlišné vlastnosti, které ovlivňují jejich reakci na požár. Zároveň je důležité vždy zhodnotit výběr materiálu pro danou konstrukci. Každý materiál se hodí na něco jiného a při správném návrhu se dá předejít mnoha případným rizikům.

1. Beton

Vlastnosti: Beton má dobrou odolnost vůči vysokým teplotám. Pokud je ochráněna nosná ocelová výztuž, tak požární odolnost je velmi vysoká.

Chování při požáru: Beton nehoří, ale při extrémně vysokých teplotách dochází k degradaci materiálu. Při cca 500 °C ztrácí pevnost. Problém nastává při vysokopevnostních betonech, které mohou při požáru odstřelovat krycí vrstvu ocelové výztuže. V případě požárního zásahu rozehřátý beton nemá rád rychlé zchlazení beton, kdy při prudkém zchlazení opět může dojít k odstřelení krycí vrstvy – z toho vyplívá nebezpečí například pro zasahující hasiče.

Výhody: Nehořlavost a tepelná setrvačnost jsou výhodou. Betonové konstrukce obvykle poskytují dostatek času pro evakuaci.

Nevýhody: Jeho nevýhodou je hmotnost. Druhou nevýhodou je jeho opravitelnost a recyklace po extrémních požárech. Otázka je z hlediska údržby betonu během jeho životnosti.

ZAMYŠLENÍ

KTERÝ MATERIÁL JE LEPŠÍ
Z POHLEDU POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI?

DŘEVO

JAKUB ŠEJNA: VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PBS

BETON

OCEL

2

**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

2. Dřevo

Vlastnosti: Dřevo je hořlavý materiál, ale při vystavení ohni vytváří uhlíkatou vrstvu, která může chránit jeho vnitřní část. Při hoření dochází k velkému vývoji kouře. Heterogenní materiál, trpící n mnoha typů možných poškození.

Chování při požáru: Rychlost hoření dřeva je předvídatelná. Když vznikne uhlíkatá vrstva, zpomaluje šíření plamene a tím poskytuje určitou ochranu. Výhodou dřeva při požáru je, že každý zná zvuk praskajícího dřeva při hoření, a tedy zpozorní, že se něco děje.

Výhody: Výhodou dřeva je, že jeho reakci na oheň lze předpovědět. Dřevo je dobrý izolant, hůře vede teplo. Snadno se chrání proti požáru. Problematické detaily spojů lze efektivně řešit.

Nevýhody: Hoří. Velký vývoj kouře, což může znesnadnit evakuaci.

3. Ocel

Vlastnosti: Ocel není hořlavá, ale při vysokých teplotách se její pevnost rychle snižuje. Lze stavět lehké a efektivní konstrukce. Ideální materiál pro možnou kombinaci s ostatními materiály a stavění hybridních konstrukcí.

Chování při požáru: Ocel při teplotách kolem 400 °C začíná ztrácet své mechanické vlastnosti (některé vlastnosti i dříve). Nechráněná ocel nemá takřka nulovou požární odolnost, případně v řádu jednotek minut.

Výhody: Velmi snadná a efektivní požární ochrana ocelových konstrukcí. Plná recyklovatelnost.

Nevýhody: Ocelová konstrukce musí být chráněna protipožárními nátěry nebo obložením, jinak hrozí její kolaps v důsledku vysoké teploty.

VE SVĚTĚ TO JDE

PROČ NE U NÁS?



Mjøstårnet, Brumunddal, Norsko
85 m

JAKUB ŠEJNA: VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PBS



HoHo Vienna, Vídeň, Rakousko
84 m

3



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Stavby jako Mjøstårnet v Norsku a HoHo Vienna v Rakousku jsou často zmiňovány jako průkopnické příklady výškových dřevostaveb z několika důvodů:

Inovace v konstrukci dřevěných budov: Tyto stavby využívají moderní dřevěné konstrukční systémy, jako jsou CLT (křížem lepené dřevo) a lepené lamelové dřevo, které umožňují dosažení větší pevnosti a stability než tradiční dřevěné materiály (dřevěné hranoly). Díky tomu mohou být stavby vyšší a pevnější, což otevírá nové možnosti pro dřevostavby.

Technologické pokroky: Stavby jako Mjøstårnet a HoHo Vienna využívají moderní technologie v oblasti stavebnictví, včetně prefabrikace a modulární výstavby, což přispívá k rychlejší a efektivnější výstavbě. Tyto projekty inspirují architekty a investory po celém světě a ukazují, že dřevostavby mohou být konkurenceschopné i v městském prostředí.

Bezpečnost a požární ochrana: Obě budovy představují pokrok i v oblasti bezpečnosti. Přestože dřevo hoří, inženýrské přístupy pro návrh těchto staveb a použití masivních dřevěných prvků umožňují splnit přísné požární normy. Tyto projekty tak pomáhají překonávat tradiční obavy spojené s požárem u dřevěných konstrukcí. Je ale nutné dodat, že takovýto přístup k návrhu může vést k vysokým nákladům na celkovou cenu objektu či délku přípravy projektu.

VE SVĚTĚ TO JDE

PROČ NE U NÁS?

Individuální posouzení



Mjøstårnet, Brumunddal, Norsko
85 m, 1 400 m³ GLT, 450 m³ CLT

JAKUB ŠEJNA: VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PBS

Požární odolnost

- 120 min - hlavní nosný systém
- 90 min - stropy

Dřevo v únikových cestách

- opatřeno protipožárním nátěrem
- stěny na únikovém schodišti opláštěny deskami z SDK

Celá budova vybavena sprinklery

- 2 nezávislé systémy

Požární zkoušky detailů

- pro ověření návrhu

4



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

V českém kontextu jsou Mjøstårnet a HoHo Vienna lze ale tyto stavby považovat za špatné příklady, jak lze stavět výškové budovy ze dřeva a to zejména, že prozatím požárně inženýrský přístup využívaný v těchto stavbách není v ČR pravidlem či zvykem. Požární normy omezují výšku dřevěných staveb kvůli obavám z rychlého šíření požáru a strukturální nestability při vysokých teplotách. Zároveň pro tyto stavby byl použit již zmíněný požárně inženýrský přístup pro posouzení částí konstrukce, například dřevěných spojů, nebo dokonce ověření návrhu konstrukce pomocí požárních experimentů. Takto bylo těmto stavbám věnován individuální přístup.

Celkově vzato, ačkoliv jsou Mjøstårnet a HoHo Vienna zajímavé jako příklady ekologických výškových staveb, kvůli rozdílnému přístupu k požárním předpisům nejsou pro Česko příliš relevantní, pokud jde o reálné stavební možnosti s ohledem na požární bezpečnost.

JAK JE TO U NÁS

Ale jak?

Normativní postup

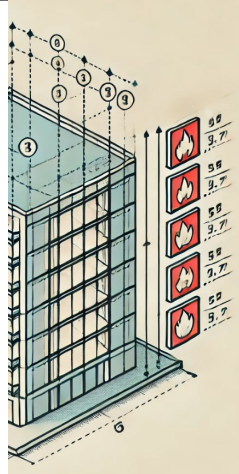
Hořlavý konstrukcí systém

9 m požární výšky

- bez chráněné únikové cesty

12 m požární výšky

- S chráněnou únikovou cestou



JAKUB ŠEJNA: VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PBS

Odlišný postup

Požárně inženýrský přístup

- „ověř, že tvůj návrh je bezpečný, a je to OK“
- existuje v zákoně
- i vyjádření UNMZ

5



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Požárně inženýrský přístup:

§ 99 zákona 133/1985 Sb., „Zákon o požární ochraně“

UNMZ:

Věstník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Odborné vyjádření, číslo 12, prosinec 2023

= „Výškový limit lze prolomit Požárně inženýrským přístupem“

V Česku existují striktní limity pro maximální výšku dřevěných staveb kvůli požární bezpečnosti a evakuačním normám. Mjøstårnet (85,4 metrů) a HoHo Vienna (84 metrů) výrazně přesahují české limity pro dřevěné konstrukce, které jsou v (současnosti omezeny na mnohem nižší výšky, většinou do 12 metrů přibližně 3–4 podlaží). Tyto projekty tak v Česku zatím nelze replikovat, aniž by došlo k navazujícím posouzení bezpečnosti stavby.

I když jsou v zahraničí vyvinuty pokročilé technologie a postupy, které mohou udělat dřevo takřka nehořlavé, tak tyto technologie nejsou vždy certifikovány pro český trh. Především i kvůli stavu, kdy české regule zavádí specifické požadavky na konstrukce, které nejsou při atestování v zahraničí zkoušeny. Nelze tedy často přímo převzít zahraniční výrobky na bázi dřeva, aniž by došlo k jejich dodatečnému zkoušení na specifické parametry, které požadují české normy. V Česku zároveň stále chybí příklady vysokých dřevostaveb, a v tomto případě nejsou myšleny stavby o 6 nadzemních podlaží, které by prošly českými normami v souvislosti s návrhem pomocí požárně inženýrského přístupu, což ztěžuje schvalování podobných projektů. Přestože se tyto projekty jinde osvědčily, v českém kontextu nejsou zatím prakticky ověřeny.

CO BYLO NAVRHOVÁNO

SVĚT Z 2014 - 2015

Jak lze uvažovat dřevěné prvky v budově:

Výška	Nízká	Střední	Vysoká	Velmi vysoká	Výšková
Podlažnost	1-2	3-5	6-8	9-15	> 15
Rychlost evakuace	Rychlá	Pomalejší	Asistovaný únik	Asistovaný únik	Obtížný únik
Bez sprinklerů	Lokální dřevěné prvky	Lokální dřevěné prvky	Není povoleno	Není povoleno	Není povoleno
Běžné sprinklery	Bez omezení	Bez omezení	Žádné odkryté dřevo	Zapouzdření s atestem	Zapouzdření s atestem
Speciální sprinklery	Bez omezení	Bez omezení	Bez omezení	Žádné odkryté dřevo	Zapouzdření s atestem

Zdroj navržené tabulky viz citace

JAKUB ŠEJNA: VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PBS

6



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

K určení vhodné požární bezpečnosti pro budovu z masivního dřeva lze použít přístup založený na výšce, požární ochraně a ploše odkrytého dřeva. Tento přístup poprvé navrhli Buchanan, Frangi a Östman [1] a dále ho rozpracoval Buchanan [2]. Metodologie je založena na zkoumání základních parametrů výšky budovy, jejího využití, plochy odkrytého masivního dřeva a na poskytnutí odpovídajících opatření požární ochrany (viz tabulka, zdroj [3]). To zahrnuje kombinaci aktivních opatření, hodnocení požární odolnosti a dodatečných opatření pro zvýšení spolehlivosti sprinklerové ochrany. Proces rozhodování se bude odvíjet od rozsahu odkrytého masivního dřeva a toho, zda dřevěný prvek má navrženou ochranu, která je třeba zkoušena s tímto prvkem.

[1] Buchanan, A., Östman, B., & Frangi, A. (2014). White Paper - Fire Resistance of Timber Structures: A Report for the National Institute of Standards and Technology. Draft report, 31 March 2014.

[2] Buchanan, A. (2015). Fire resistance of multi-storey timber buildings. Invited keynote lecture, The 10th Asia-Oceania Wood Technology Conference.

[3] Barber, D. (2019). Fire Safety of Exposed Mass Timber in High-Rise Buildings: Research Application, Challenges, and Solutions. In G. Hadjisophocleous & R. Johnson (Eds.), Proceedings of the 3rd International Fire Safety Symposium (IFireSS 2019) (pp. 17-27). Ottawa, Ontario, June 5-7, 2019.

NORMY

PŘÍPRAVA NORMATIVNÍCH POSTUPŮ

Rozborový úkol

**Možná nová příloha normy
pro dřevostavby**



JAKUB SEJNA: VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PES

»»»

Analýza dřevostaveb ve světě

**Analýza limitů dřevostaveb
ve světě**

»»»

Návrh na zvýšení limitu výšky
18 m – čistá dřevostavba
22,5 m – kombinovaná stavba

7


**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Na základě podnětů zadala Česká agentura pro standardizaci rozborový úkol zaměřený na vytvoření normativních podmínek pro větší využití dřeva ve stavebnictví s ohledem na požární bezpečnost. Cílem je provést komplexní analýzu a zjistit, zda současné normy pro dřevostavby nejsou nadhodnocené. Součástí úkolu je realizace a vyhodnocení velkorozměrových požárních zkoušek vybraných konstrukcí, které imitují podmínky skutečného požáru. Na základě těchto zkoušek bude navržena úprava stávajících českých technických norem, přičemž budou zohledněny reálné vlastnosti nových materiálů a dřevěných konstrukcí. Tento postup má umožnit širší využití dřeva ve stavebnictví při zachování požární bezpečnosti.

Doposud realizované kroky:

Provedena analýza zahraničních přístupů k požární bezpečnosti dřevostaveb, zejména vícepodlažních budov s požární výškou nad 12 m.

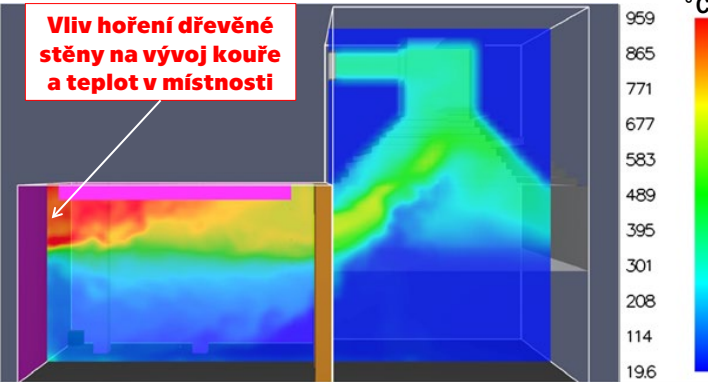
Identifikovány problematické oblasti českých technických norem pro požární bezpečnost staveb (normy řady ČSN 73 08xx) ve vztahu k dřevostavbám.

Provedeny požární zkoušky účinnosti obkladových materiálů, které mohou být využity u vícepodlažních dřevostaveb s výškou nad 12 m.

Cílem je umožnit širší využití dřeva ve stavebnictví při zachování úrovně požární bezpečnosti, a zároveň cílem rozborového úkolu není povolit výškové dřevostavby bez normových limitů na výšku.

JAK VYŘEŠIT LIMIT

PROSTĚ SE NEBÁT



Vliv hoření dřevěné stěny na vývoj kouře a teplot v místnosti

**Výšková stavba jenom ze dřeva
≠ standardní řešení
→ Využívat inženýrský přístup**

- Není pro každého
- Není pro návrh celé budovy

Numerický model pro výzkum hoření dřeva při přirozeném požáru

JAKUB ŠEJNA: VÝŠKOVÉ DŘEVOSTAVBY Z HLEDISKA PBS

8

**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Současné normy pro požární bezpečnost jsou často vnímány jako závazné bez ohledu na konkrétní kontext stavby, což může komplikovat práci s inovativními materiály, hybridními konstrukcemi nebo běžným materiálem jako je dřevo. Inženýrský přístup požaduje flexibilitu a individuální posouzení rizik, která standardní normy často nedokáží efektivně řešit, zejména u hybridních konstrukcí nebo při použití moderních numerických modelů může být ověřena bezpečnost návrhu atypické konstrukce. Požárním inženýrům a statikům tento přístup nabízí nástroje pro optimalizaci konstrukcí tak, aby byly bezpečné a efektivní i při použití dřeva, přičemž respektují specifické konstrukční požadavky.

Požárně inženýrský přístup umožňuje navrhovat flexibilní a efektivní řešení zejména u složitých staveb, které překračují normové limity, nejen výškové limity objektů. Tento přístup využívá pokročilé nástroje jako počítačové modelování, výsledky výzkumu a požárních zkoušek, a nenormové metody, což inženýrům umožňuje zajistit bezpečnost, životnost a použitelnost stavby. Mezi výhody toho přístupu patří volnost návrhu, snížení nákladů a možnost inovativních řešení, která by nebyla dosažitelná při striktním dodržování standardních norem.

Pro prokázání závěrů z PIP a pro bezpečnou stavbu lze sledovat například následující kritéria nezávisle na sobě: bezpečnost osob; stabilita konstrukce; požární odolnost nosných konstrukcí; omezení šíření požáru; kontrola šíření kouře a tepla; evakuace osob; spolehlivost a efektivita systémů odvodu kouře a tepla; ochrana majetku; omezení škod, ekologické a ekonomické dopady a další.

SHRNUTÍ

A CO TEDY S TÍM?



1. Chovejme se jako inženýři
2. PIP není pro každou stavbu
3. Normou nelze řešit vše
4. Výškové dřevostavby lze stavět
5. Budoucnost jsou hybridy
6. Někdy více peněz je i méně peněz
7. Inspirujme se zahraničními zkušenostmi a opírejme se o nejnovější vědecké poznatky

9



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Současný trend využívání dřeva jako hlavního konstrukčního materiálu pro výškové stavby je patrný zejména v zahraničí, přičemž v ČR se objevují první návrhy na bytové domy a infrastrukturu s dřevěnou konstrukcí. Překážkou pro širší využití dřeva v těchto stavbách je především požární bezpečnost a legislativní limity. Přestože certifikace a zkoušky vyžadují vysoké náklady, tzv. požárně inženýrský přístup nabízí efektivní řešení pro vyšší stavby z dřeva.

Ekonomická stránka výškových dřevostaveb zůstává výzvou, neboť počáteční náklady jsou vysoké. PIP vyžaduje odborné vzdělání, nové technologie a koordinaci mezi různými profesemi. Díky včasné komunikaci s regulačními orgány je však možné předejít komplikacím při schvalovacích procesech.

Závěrem je patrné, že dřevo má potenciál stát se životaschopnou alternativou pro výškové stavby, ale dosažení tohoto cíle vyžaduje trpělivost, financování a podporu výzkumu. Budoucí směr výzkumu bude zaměřen na inovace v materiálech (např. hybridní a recyklované materiály), stavební techniky a digitální technologie, což otevírá nové možnosti pro vyšší a udržitelnější dřevěné konstrukce.



Ing. Jakub Šejna

Problematikou požární ochrany se zabývá již od studií střední školy, vystudoval Střední odbornou školu požární ochrany ve Frýdku-Místku pod MV ČR. V roce 2014 nastoupil na Fakultu stavební ČVUT, kde se v bakalářském studiu věnoval požární bezpečnosti staveb a v navazujícím inženýrském studiu, které dokončil v roce 2020, integrální bezpečnosti staveb. V doktorandském studiu a jako vědecký pracovník na Katedře ocelových a dřevěných konstrukcí FSv ČVUT v Praze řeší možnosti pokročilého modelování hoření dřeva a modelování vývoje požáru v objektech s dřevěnými a ocelovými konstrukcemi, doplněno vývojem pasivní ochrany ocelových konstrukcí pomocí dřevěných deskových materiálů či na bázi hybridních cementů.

Ing. Lukáš Velebil, Ph.D.

Lukáš Velebil absolvoval v roce 2013 Fakultu stavební ČVUT v Praze a v roce 2020 zde obhájil disertační práci na téma Únosnost a tuhost výztužných stěn z mechanicky spojovaného křížem vrstveného dřeva. V letech 2011 a 2012 byl zaměstnán jako asistent projektanta a v letech 2013 a 2014 jako pracovník zkušebny ve výrobně lepených dřevěných konstrukcí. Od roku 2013 působí jako vědecko-výzkumný pracovník v Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT v Praze a od roku 2018 současně také jako odborný asistent na Katedře ocelových a dřevěných konstrukcí Fakulty stavební ČVUT v Praze.

Dřevostavby z pohledu projektanta PBŘ

Ing. Josef Král

předseda profesního aktivu ČKAIT oboru požární bezpečnost staveb
autorizovaný inženýr v oboru Požární bezpečnost staveb



ČKAIT vs udržitelná výstavba



- Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) rozhodně podporuje udržitelnou výstavbu



J. Král, PA PBS

20. 11. 2024

2

Výškové limity - historie

- ČSN 73 0760 Požární předpisy pro výstavbu průmyslových podniků a sídlišť (1954-77)
 - Obytné, veřejné budovy – hořlavé konstrukce max. 2 podlaží.
 - ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty (1977-2009)
 - Objekty s hořlavým KS – požární výška max. 9 m (cca 3-4 podlaží) – politické zadání pro levnou bytovou výstavbu.
 - ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty (2009 - ...)
 - Objekty s hořlavým KS – požární výška max. 12 m (cca 4-5 podlaží) – již vliv výškových dřevostaveb.
- ➔ výškové limity podléhaly vždy úrovni poznání a společensko/politické poptávce, které však nikdy **nesmí být na úkor bezpečnosti.**

Dřevostavby – rizika z pohledu PBS



- Šíření požáru uvnitř budovy – povrchové úpravy
- Šíření požáru po fasádě budovy – hořlavý povrch
- Omezení šíření požáru – instalace SHZ
- Evakuace osob – dva směry úniku
- Detekce požáru – včasná detekce požáru je klíčová
- Protipožární zásah
- Chování konstrukce při požáru i po jeho skončení
- Obnova budovy po požáru

Dřevostavba nikdy nebude mít stejné požadavky na PBS jako objekt s nehořlavými konstrukcemi – vyvažování rizik



J. Král, PA PBS

20. 11. 2024

4

Dřevostavby – výzvy



- **Nový standard ve stavebnictví.**
- **Dřevostavba jako celek je „výrobek“ vč. detailů atd.**
- **Vyšší požadavky na kvalitu výstavby (odbornost).**
- **Náročnější údržba po dobu životnosti stavby.**





Děkuji za pozornost!

Josef Král
josef_kral@seznam.cz

Ing. Josef Král

V roce 2004 absolvoval na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava (VŠB-TUO), Fakultě stavební, obor Průmyslové a pozemní stavitelství a v roce 2007 navazující magisterské studium na VŠB-TUO, Fakultě bezpečnostního inženýrství, obor Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu. Od roku 2005 vykonává činnost projektanta požární bezpečnosti staveb (budovy pro bydlení a ubytování, komerční budovy, výrobní objekty, logistické objekty, technologické stavby atd.) Od roku 2012 je autorizovaným inženýrem pro požární bezpečnost staveb. Od 1. ledna 2023 je předsedou Profesního aktivu oboru Požární bezpečnost staveb ČKAIT. Je členem Technické normalizační komise č. 27 Požární bezpečnost staveb.

POŽÁRNĚ INŽENÝRSKÝ PŘÍSTUP: JAK A KDY JEJ POUŽÍT

doc. Ing. Kamila Cábová, Ph.D.

Ing. Jakub Šejna

MOTIVACE

MODERNÍ A KOMPLEXNÍ VÝSTAVBA

- Neomezená geometrie, tvar, výška budov
- Nové materiály, nové technologie
- Hybridní konstrukce

NORMY

- Pravidlo, požadavek, zákonný předpis



Jak dlouho trvá napsat normu?



Dnes se oproti minulosti setkáváme s dříve nemyslitelnými technologiemi, které naprosto přepisují konvenční a zaběhlé přístupy – jak z pohledu materiálového (využití recyklovaných materiálů, plastových dílců, kompozitů, lehčených materiálů, izolantů), tak i tvarové rozmanitosti (3D tisk, organické struktury, subtilní konstrukce), provozu (multifunkční prostory, stavby s vysokou kapacitou – stadióny), výšky (výškové budovy), podzemní stavby (garáže, metro, obchodní centra) apod. Aktuálně se v projektech i realizacích setkáváme s různými spojeními těchto možností, které jsou posuzovány stále převážně klasickým normativním přístupem. Nabízí se otázka, jestli i v takto specifických případech je vhodné postupovat dle normativního přístupu; neměly by se tyto budovy vymykající se tradiční výstavbě posuzovat jinak?

V současné době se často vyskytuje názor, že normy jsou dogmatem, které je nutné splnit bez ohledu na okolnosti. Norma může obsahovat oprávněné požadavky, ale v některých případech mohou být v praxi neproveditelné (například instalace panikové kliky na památkově chráněné dveře nebo využití normových výpočtů pro dosažení požární odolnosti na moderní skladby materiálů). Normy jsou sice nezbytným krokem pro typizované stavby, ale často nejsou dostatečně flexibilní, aby postihly všechny možné varianty, zejména při využívání novodobých materiálů nebo při využívání neomezených geometrických tvarů konstrukčních prvků. Zatímco standardizované předpisy mohou účinně řešit tradiční stavební postupy, nové technologie a materiály, které přinášejí specifická rizika, vyžadují mnohem individuálnější přístup. Norma tedy nemusí plně reflektovat inovace a technologický pokrok, což může vést k tomu, že při využívání moderních udržitelných materiálů a technologií narazí projektanti a stavitelé na situace, kdy stávající normy nejsou zcela aplikovatelné nebo dokonce v praxi proveditelné.

Naštěstí existuje řešení v podobě požární inženýrského přístupu (PIP).

POŽÁRNĚ INŽENÝRSKÝ PŘÍSTUP

CO TO JE?

Postup odlišný od postupu, který stanoví česká technická norma nebo jiný technický dokument upravující podmínky požární ochrany.

Při použití PIP musí být dosaženo alespoň stejného výsledku jako podle prováděcího právního předpisu.

§99 v zákoně 133/1985 Sb.

CÍL

Efektivní a hospodárné zajištění požární bezpečnosti budov.



V současnosti je požárně bezpečnostní posouzení (PBŘ) podřízeno českým technickým normám, tzv. požárního kodexu ČSN 73 08xx vycházejícího z technických norem z 80. let, kde jsou předepsané obecné postupy a požadavky na požární bezpečnost staveb, které jsou stanovovány na základě přesně definovaných postupů – tabelárně či zjednodušenými výpočtovými metodami.

V rámci české legislativy, konkrétně dle § 99 zákona č. 133/1985 Sb. o požární ochraně [1], umožňuje autorizovaným osobám při návrhu PBŘ užívat postup odlišný od postupu, který stanoví česká technická norma nebo jiný technický dokument upravující podmínky požární ochrany. Tento postup se nazývá požárně inženýrský přístup.

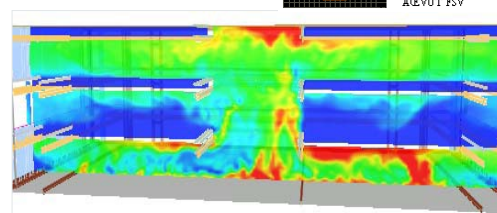
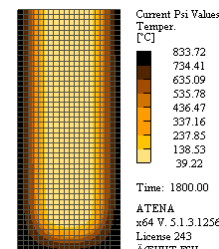
Hlavním cílem tohoto specifického přístupu je hospodárný návrh požárně bezpečnostních opatření, při zachování akceptovatelné úrovně požární bezpečnosti.

[1] Zákon č. 133/1985 Sb. Zákon České národní rady o požární ochraně.

POŽÁRNĚ INŽENÝRSKÝ PŘÍSTUP

PRINCIP

- využití zahraničních technických standardů (SFPE, NFPA)
- aplikace metodik akceptovaných v tuzemsku
- využití metod tzv. požárního inženýrství
 - nové analytické postupy
 - numerické modelování
 - poznatky z požárních zkoušek



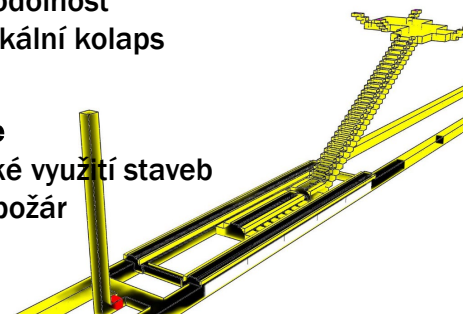
Požárně inženýrský přístup, jakožto odlišný přístup požárně bezpečnostního řešení je navrhován na základě zahraničních technických standardů, metodických postupů akceptovaných v tuzemsku anebo metod tzv. požárního inženýrství. Mezi tyto metody patří např. využití nejnovějších analytických postupů z výzkumu, numerického modelování (metody CFD - Computational Fluid Dynamics, FEM - Finite element modeling, behaviorální modely evakuace), či aplikace poznatků z požárních zkoušek.

Požárně inženýrský přístup (PIP) přináší možnost komplexního specifického posouzení u nestandardních a vysoce rizikových objektů, které se svými vlastnostmi (rozloha, počet osob, složitost či charakter provozu) zcela vymykají tradičním stavbám. V případech, kdy není možno tradičním způsobem dostatečně zohlednit specifické vlastnosti stavby nebo některých jejích částí, je možné pro stanovení požadavků nejen na PBŘ využít inženýrského přístupu. V těchto případech vede aplikace normativního přístupu ke složitým až neproveditelným řešením.

POŽÁRNĚ INŽENÝRSKÝ PŘÍSTUP

CO LZE ŘEŠIT

- **Ohrožení osob při evakuaci**
 - Vývoj kouře a tepla
 - Šíření toxických látek
- **Analýza vlivu na konstrukce**
 - Požární odolnost
 - Spoje, lokální kolaps
- **Ohrožení hasičů při zásahu**
 - Znovu rozhoření
 - Detaily konstrukcí
- **Požární scénáře**
 - Specifické využití staveb
 - Putující požár



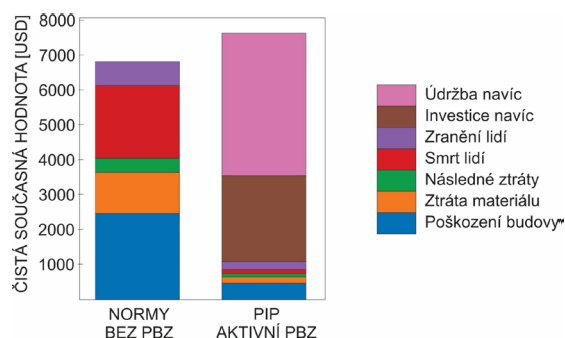
Využití požárně inženýrského přístupu (PIP) při zpracování požárně bezpečnostního řešení stavby a např. prolomení již zmíněných požárních limitů u dřevostaveb představuje značnou výzvu. Tento přístup často vyžaduje nestandardní řešení a specifický přístup k návrhu. U projektů zahrnujících PIP nelze očekávat, že budou dokončeny během několika týdnů.

Při řešení objektu pomocí PIP není nutné, aby byl celý objekt kompletně modelován pomocí pokročilých postupů a modelů, které by například simulovaly vývoj požáru ve všech požárních úsecích, ověřovaly bezpečnou evakuaci či navrhovaly požární odolnost konstrukcí pomocí numerických modelů. Každý projekt by měl být posuzován individuálně, s ohledem na jeho specifické potřeby a rizika.

Aplikace přesnějších výpočtových metod je možné využít pro simulaci zakouření a šíření toxických látek za účelem analýzy průběhu evakuace, analýzy vlivu požáru na konstrukce (přestup tepla do konstrukce, posouzení nestandardních skladeb či spojů konstrukce, posouzení požární odolnosti konstrukce např. při šíření požáru), posouzení podmínek pro zásah HZS a IZS, pro simulaci požárních scénářů v objektech se specifickým využitím nebo v objektech infrastruktury (dopravní tunely), kde se požár chová zcela odlišně od návrhových modelů uvedených v normě.

Na obrázku je uveden numerický model šíření kouře při požáru ve stanici metra Náměstí Míru.

PŘÍPADOVÁ STUDIE



**Nutné nastavení priorit
Stanovení kritérií přijatelnosti**

PNV breakdown for Case 1

Van Coile, Ruben, Andrea Lucherini, Ranjit Kumar Chaudhary, Shuna Ni, David Unobe, a Thomas Gernay.
Economic Impact of Fire: Cost and Impact of Fire Protection in Buildings. 2023.



**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**

Otázkou, kdy se finančně nebo časově vyplatí použít PIP, se zabýval tým vědců [2] v případové studii, která se zaměřila na ekonomický dopad požární ochrany v budovách a její efektivitu pomocí analýzy nákladů a přínosů (CBA). Výzkumníci navrhli metodologii založenou na výpočtu čisté současné hodnoty (PNV – Present Net Value), která kombinuje specializované stavební databáze, požární statistiky a numerické modelování k odhadu jednotlivých složek nákladů a přínosů. Tato metodologie byla aplikována na čtyři konkrétní případové studie, aby vědci mohli ukázat, jak lze systematicky sbírat data, analyzovat požární ztráty a hodnotit různá rozhodnutí v oblasti požární ochrany.

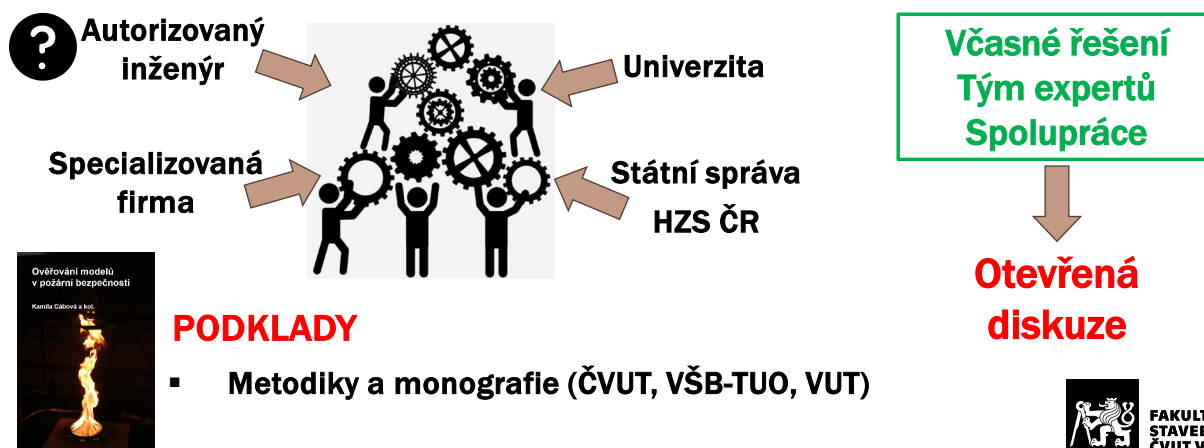
Případové studie zahrnovaly různé typy budov a opatření: instalaci sprinklerů v rodinném domě, nasazení detekčního systému a dodatečného schodiště ve vícepodlažní vládní budově, pasivní požární ochranu ocelových konstrukcí v kancelářské budově a kombinaci sprinklerů a vliv obkladů jako ochrany v dřevěné rezidenční budově. Výsledky ukázaly, že správně implementovaná požární ochrana může být nejen finančně výhodná, ale také zlepšuje bezpečnost obyvatel. Například ve studii rodinného domu se ukázalo, že za každým investovaným dolarem do sprinklerů se ušetří přibližně 1,06 dolaru. Vědci rovněž provedli citlivostní analýzy, které ukázaly, že výsledek investičních doporučení je robustní vůči změnám různých klíčových parametrů. Studie poskytuje cenné informace pro správní orgány, pojišťovny i majitele budov a zdůrazňuje, že správné investice do požární ochrany mohou výrazně snížit nejen materiální škody, ale také ochránit lidské životy a zdraví. Výsledky z jedné případové studie jsou ukázány na obrázku výše. Je ale nutné poznamenat, že v tomto hodnocení není zahrnuto například pojištění celé nemovitosti.

Nejdůležitější bodem rozhodovacího procesu v rané fázi projektu je nastavení priorit a stanovení kritérií přijatelnosti, která budou sledována, nebo jaká bude sledována kombinace těchto kritérií. Zároveň je důležité poznamenat, že správný výběr kritérií přijatelnosti závisí na zkušenostech projektanta a celého týmu podílejícího se na daném PIP.

[2] Van Coile, R., Lucherini, A., Chaudhary, R. K., Ni, S., Unobe, D., & Gernay, T. (2023). Economic impact of fire: Cost and impact of fire protection in buildings. *Fire Technology*, 59, 2023–2053. <https://doi.org/10.1007/s10694-023-01419-2>

ÚČASTNÍCI

KDO SE PODÍLÍ NA PIP



Využití moderních metod požárního inženýrství vedoucí k optimalizaci řešení, které zajistí dostatečnou bezpečnost osob v objektu, zasahujících hasičů či prodloužení doby životnosti objektu, může vykonávat autorizovaný inženýr. Avšak pozor, jedná se o vysoce pokročilé metody, které nemůže provádět nekvalifikovaná osoba, která nemá dostatečné znalosti a zkušenosti. V případě, že autorizovaný inženýr požárně bezpečnostního návrhu nedisponuje dostatečnými zkušenostmi, může se obrátit na specializované firmy zabývající se touto problematikou nebo oslovit univerzity (ČVUT, VŠB-TUO a VUT), které se touto problematikou dlouhodobě zabývají.

V komplikovaných případech je vhodné kontaktovat i státní správu a přizvat její zástupce na konzultační a koordinační jednání. Je důležité jim následně podrobně představit jednotlivé detaily a úvahy, které byly řešeny, a to z důvodu objasnění složitosti problému. Zatímco tým projektantů má na přípravu projektu měsíce, jednotliví zástupci státní správy mají na přezkoumání celého problému omezený čas. Diskuse o zohledněných rizicích a přijatých opatřeních je nezbytná k prokázání, že i při překročení závazných norem je objekt navržen správně.

Na počátku řešení projektu je nutné nastavit priority a řešit veškeré problémy včas. To je však běžné i při využití tradičních normových metod. Při využití PIP je však nutné spolupracovat v širším týmu odborníků, což zajistí kvalitu výsledného návrhu, jeho ověření a přijetí. Od počátku řešení projektu by měla probíhat diskuze mezi všemi zainteresovanými stranami projektu.

Pro potřeby všech zainteresovaných stran v řešení projektů využívajících pokročilé metody požárního inženýrství byly v roce 2019 připraveny dokumenty, které se aplikací PIP zabývají v konkrétních oblastech (čtyři metodiky z výzkumného projektu MV ČR VI20162019034 – Výzkum a vývoj ověřených modelů požáru a evakuace osob a jejich praktická aplikace při posuzování požární bezpečnosti staveb – pro oblasti modelování požáru, modelování mechanické odezvy konstrukcí, ověřování modelů, požárně bezpečnostního řešení vybraných typů staveb, modelování sprinklerů). Dále existuje mnoho monografií od autorů z ČVUT, VUT a VŠB-TUO, např. monografie Ověřování modelů v požární bezpečnosti, Cábou a kol.

VYVRÁCENÁ DOGMATA

PROČ NENÍ VYUŽÍVANÝ V PRAXI

- Finančně náročné
- Časově náročné ve fázi přípravy projektu
- Nedostatek odborníků
- Problémy se schvalováním státní správou



Kdo si troufne?
Kdo tomu rozumí?
Je nutné se toho bát?

Nemít strach z nových metod!
Naučit se je používat.



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

V praxi je možné často slyšet, že řešení pomocí požární inženýrského přístupu je příliš drahé a časově náročné. Z těchto důvodů se projektanti často uchylují k využití tradičních, normových přístupů, i za cenu nesmyslných a neefektivních návrhů. Finance je opravdu nutné vynaložit vyšší. Důvody jsou zřejmé – metody vyžadují zkušenosti odborníků, softwarové vybavení nebo provedení průkazných požárních zkoušek. Ze stejných důvodů je nutné věnovat návrhu s využitím PIP i více času (studium zahraničních podkladů, numerické simulace, i požární zkoušky vyžadují čas na přípravu a samotné provedení). V případové studii bylo možné vidět, že správně navržená požární ochrana i za cenu vyšších nákladů na pokrytí pokročilých metod v rámci PIP a na údržbu během života budovy může výrazně snížit nejen materiální škody, ale také ochránit lidské životy a zdraví.

Dalším faktem, který omezuje častější využití PIP v praxi je nedostatek odborníků. To lze však řešit konzultací s univerzitami nebo proškolením projektantů. Je však zřejmé, že do budoucna je nutné klást větší důraz na vzdělání v technických oborech.

Posledním dogmatem, který brání v širším využití PIP, je problematické schvalování projektů státní správou. I toto tvrzení je možné vyvrátit a to tím, že bude zajištěno včasné přizvání členů HZS do procesu návrhu.

Otázky jako „Kdo si na PIP troufne?“, „Kdo tomu rozumí?“ bychom do budoucna už neměli slyšet. Je nutné se nových metod nebát a naučit se s nimi zacházet.

ZÁVĚR

- PIP jako efektivní nástroj pro překonání normativních omezení
- PIP otevírá cestu k inovativnímu řešení nejen výškových dřevostaveb
- Potřebujeme normy na vše?
- Je nutné nyní používat PIP na vše?
- Je PIP pro každého?

KOMUNIKACE + SPOLUPRÁCE + POZNATKY Z VĚDY



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Požárně inženýrský přístup umožňuje překonat současné normativní omezení a otevírá cestu k inovativnímu řešení staveb včetně využití dřeva ve výstavbě. V rámci požárně bezpečnostního řešení staveb má uplatnění ve všech dílčích oblastech jako je modelování vývoje požáru, posuzování spolehlivosti konstrukcí, tak i při posuzování evakuace osob. Vzhledem k rozvoji stavebnictví, nových technologických postupů a materiálového řešení staveb bude využití požárně inženýrského přístupu stále častější. Je však nutné zmínit, že tyto pokročilé metody není nutné používat na posouzení všech částí projektu. PIP je možné dle potřeby kombinovat s normovými přístupy.

Důležitým bodem k zamyšlení je fakt, že v současné době není dostatek autorizovaných inženýrů schopných tyto pokročilé metody využívat. Dlouhodobou snahou univerzit (ČVUT, VŠB-TUO i VUT) je výchova a vzdělávání odborníků v požární bezpečnosti, univerzity se snaží podporovat implementaci metod PIP do praxe i skrze odborné publikace, metodiky a přednášky. Do budoucna je však potřeba podporovat vzdělávání v technických oborech, investovat do vzdělávání zaměstnanců firem, nových technologií a materiálů.

Obavy z aplikace PIP v praxi, rozporu názorů se schvalovacími správními orgány či dalších negativních názorů lze předejít včasnou komunikací, spoluprací napříč odbornostmi, a předáváním vědomostí z vědy do praxe.



DĚKUJI ZA POZORNOST

CÁBOVÁ Kamila, ŠEJNA Jakub

Doc. Ing. Kamila Cábová, Ph.D.

Vystudovala Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Pozemní stavby. Během doktorského studia se specializovala na požární návrh konstrukcí a modelování požáru. Disertační práci předložila na téma Modelování šíření požáru při navrhování konstrukcí. Na shodné fakultě, kde i v současné době působí jako vědec a vyučující, získala docenturu na téma Ověřování modelů v požární bezpečnosti konstrukcí. Od roku 2010 je stálým členem Katedry ocelových a dřevěných konstrukcí, kde se svým výzkumem a aplikací jeho výsledků v praxi snaží zajistit vyšší bezpečnost konstrukcí při požáru. Je autorkou mnoha odborných článků a monografií se zaměřením na ocelové a dřevěné konstrukce a na požární bezpečnost konstrukcí.

Ing. Jakub Šejna

Problematikou požární ochrany se zabývá již od studií střední školy, vystudoval Střední odbornou školu požární ochrany ve Frýdku-Místku pod MV ČR. V roce 2014 nastoupil na Fakultu stavební ČVUT, kde se v bakalářském studiu věnoval požární bezpečnosti staveb a v navazujícím inženýrském studiu, které dokončil v roce 2020, integrální bezpečnosti staveb. V doktorandském studiu a jako vědecký pracovník na Katedře ocelových a dřevěných konstrukcí FSv ČVUT v Praze řeší možnosti pokročilého modelování hoření dřeva a modelování vývoje požáru v objektech s dřevěnými a ocelovými konstrukcemi, doplněno vývojem pasivní ochrany ocelových konstrukcí pomocí dřevěných deskových materiálů či na bázi hybridních cementů.