



VÝZKUMNÝ PROJEKT LČR

Studie zaměřená na zhodnocení stávajícího stavu požadavků na požární bezpečnost dřevostaveb v ČR a v zahraničí.

PŘÍLOHY

Objednatel

Lesy České republiky, s.p.

Přemyslova 1106/19, Nový Hradec Králové, 500 08 Hradec Králové
zastoupen: Ing. Tomášem Pospíšilem

Koordinátor projektu a odpovědný řešitel

Nadace dřevo pro život

U Uranie 18, 170 00 Praha 7 – Holešovice
zastoupena: Ing. Stanislavem Polákem

Odborní řešitelé

České vysoké učení technické v Praze

Zikova 1903/4, 166 36 Praha
zastoupeno: doc. Ing. Petrem Kuklíkem, CSc.

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Lumírova 630/13, 700 30 Ostrava – Výškovice
zastoupena: doc. Ing. Petrem Kučerou, Ph.D.

Zpracovala:

Ing. Eliška Morcinková
Nadace dřevo pro život

e.morcinkova@drevoprozivot.cz
+420 774 528 432

Dřevo je naše budoucnost.

Obsah

PŘÍLOHA Č. 1 AKTUÁLNÍ STAV PRÁVNÍCH A TECHNICKÝCH (NORMOVÝCH) POŽADAVKŮ ČR Z POHLEDU POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI DŘEVOSTAVEB	7
1. POPIS HISTORICKÉHO VÝVOJE PŘEDPISŮ POŽÁRNÍ OCHRANY S DŮRAZEM NA NAVRHOVÁNÍ DŘEVOSTAVEB ..	9
2. ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA STAVBY A POŽÁRNÍ BEZPEČNOST	10
3. VÝPIS PŘEDPISŮ A VYHLÁŠEK ČR SOUVISEJÍCÍCH S NAVRHOVÁNÍM DŘEVOSTAVEB Z POHLEDU POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI	11
4. OBECNÝ POSTUP PŘI ZPRACOVÁVÁNÍ PŘÍPRAVNÉ A PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE A PŘI PROVÁDĚNÍ STAVBY 12	
5. OPRÁVNĚNÍ ZPRACOVÁVAT POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ STAVBY A PŮSOBNOST HZS	13
6. VYTYČENÍ BARIÉR V SOUČASNÉ LEGISLATIVĚ OMEZUJÍCÍ VĚTŠÍ VYUŽITÍ DŘEVOSTAVEB	14
6.1 KONSTRUKČNÍ ČÁSTI DP1, DP2, DP3	14
6.2 KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY	15
6.3 ODSTUPOVÉ VZDÁLENOSTI	17
6.4 POŽÁRNÍ VÝŠKA OBJEKTU	18
6.5 HODNOCENÍ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI OBJEKTU DŘEVOSTAVBY	21
6.5.1. Rozdělení objektu na požární úseky	21
6.5.2. Hodnocení požární odolnosti stavebních konstrukcí	23
6.5.3. Hodnocení únikových cest	25
6.5.4. Odstupové vzdálenosti	25
6.5.5. Požárně bezpečnostní zařízení objektu	27
6.6 OMEZENÍ POUŽITÍ DŘEVOSTAVEB	28
7. POŽÁRNÍ INŽENÝRSTVÍ PRO POTŘEBY NAVRHOVÁNÍ DŘEVOSTAVEB	32
8. SHRNUTÍ	33
9. LITERATURA	34
PŘÍLOHA Č. 2 PŘÍSTUPY K ŘEŠENÍ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI V EVROPĚ	35
1 ÚVOD	37
2 EVROPSKÝ SYSTÉM POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI	38
2.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY VE SMĚRNICÍCH PRO KONSTRUKČNÍ VÝROBKY	39
2.2 EVROPSKÁ HARMONIZACE KONSTRUKČNÍHO NÁVRHU	39
2.3 EVROPSKÁ HARMONIZACE SYSTÉMU POŽÁRNÍ KLASIFIKACE	41
2.3.1 Reakce na oheň – stavební výrobky	41
2.3.2 Požární odolnost – Chování konstrukcí při požáru	42
2.3.3 Schopnost požární ochrany	43
2.3.4 Užité vlastnosti za požáru vnějších povrchů – střechy	44
2.4 LITERATURA	45
3 ODSTUPOVÉ VZDÁLENOSTI DŘEVOSTAVEB V EVROPĚ	46
3.1 ANGLIE A WALES	46
3.1.1 Popis důležitých pojmů	47
3.1.2 Metody výpočtu	49
3.1.3 Shrnutí	51
3.2 ŠVÉDSKO	52

3.2.1 Cíle z hlediska odstupových vzdáleností	52
3.2.2 Požadavky na oddělení budov	52
3.2.3 Návrh pomoci požárního inženýrství	52
3.2.4 Shrnutí	52
3.3 PRINCIP POŽÁRNĚ INŽENÝRSKÉHO PŘÍSTUPU	53
3.4 LITERATURA	53
4 VÝŠKY DŘEVOSTAVEB V EVROPĚ A VE SVĚTĚ.....	54
5 DOBY DOJEZDU HASIČŮ	56
PŘÍLOHA Č. 3 PŘÍSTUPY K ŘEŠENÍ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI DŘEVOSTAVEB VE VYBRANÝCH ZAHRANIČNÍCH ZEMÍCH	58
1 ÚVOD	60
1.1 RAKOUSKO	60
1.2 NĚMECKO.....	61
1.3 ŠVÝCARSKO.....	63
1.4 ITÁLIE	63
1.5 VELKÁ BRITÁNIE.....	65
1.6 ŠVÉDSKO	66
1.7 FINSKO	67
1.8 NORSKO.....	68
1.9 KANADA	68
1.10 USA.....	70
2 ZÁVĚR	73
PŘÍLOHA Č. 4 ZÁKLADNÍ KATEGORIZACE DŘEVOSTAVEB Z HLEDISKA POŽÁRNÍ ODOLNOSTI.....	74
1 KATEGORIZACE DŘEVOSTAVEB.....	76
2 POPIS KONSTRUKČNÍCH SYSTÉMŮ DŘEVOSTAVEB	77
PŘÍLOHA Č. 5 POŽÁRNÍ INŽENÝRSTVÍ –SROVNÁVACÍ METODA	79
1 PŘEDMLUVA.....	81
2 ÚVOD	82
3 POŽÁRNÍ INŽENÝRSTVÍ – SROVNÁVACÍ METODA PRO OVĚŘENÍ NÁVRHU POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI STAVEB	83
3.1 ROZSAH	83
3.2 NORMATIVNÍ ODKAZY	83
3.3 TERMÍNY A DEFINICE	84
3.3.1 Mezní doba pro bezpečný únik.....	84
3.3.2 Srovnávací analýza	84
3.3.3 Scénář návrhového požáru	84
3.3.4 Návrhový požár	84
3.3.5 Deterministická analýza	85
3.3.6 Doba evakuace	85
3.3.7 Hodnotící kritéria	85
3.3.8 Požární inženýrství.....	85
3.3.9 Požární scénář	85
3.3.10 Identifikace nebezpečí	85
3.3.11 Počáteční kontrola návrhu.....	85
3.3.12 Návrh založený na užitných vlastnostech	85
3.3.13 Předpis založený na užitných vlastnostech (norma).....	85

3.3.14 Předem přijatá řešení	86
3.3.15 Kvantitativní analýza rizik.....	86
3.3.16 Referenční budova.....	86
3.3.17 Robustnost.....	86
3.3.18 Požadovaná doba pro bezpečný únik	86
3.3.19 Míra bezpečnosti	86
3.3.20 Citlivost	86
3.3.21 Analýza citlivosti.....	86
3.3.22 Zkušební návrh požární bezpečnosti.....	86
3.3.23 Nejistota	86
3.3.24 Ověřovací metody.....	87
4 POSTUP	87
4.1 VŠEOBECNĚ.....	87
4.2 DEFINICE A ROZSAH PROBLÉMU	88
4.3 IDENTIFIKACE RIZIK A CÍLŮ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI.....	89
4.3.1 Identifikace rizik.....	89
4.3.2 Identifikace cílů požární bezpečnosti	89
4.3.2.1 Metoda 1 – Cíle spojené s předem přijatými řešeními	89
4.3.2.2 Metoda 2 – Odvozování cílů	90
4.4 POČÁTEČNÍ KONTROLA NÁVRHU: KONCEPT POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI A ZKUŠEBNÍ NÁVRHY POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI.....	91
4.5 VOLBA METODY OVĚŘENÍ	91
4.6 SROVNÁVACÍ PŘÍSTUP	91
4.6.1 Všeobecně.....	91
4.6.2 Ekvivalentní referenční budova	91
4.6.3 Kritéria přijatelnosti.....	91
4.7 VÝBĚR ANALYTICKÉ METODY	92
4.7.1 Kvalitativní analýza	92
4.7.2 Deterministická analýza	92
4.7.3 Pravděpodobnostní analýza	92
4.8 OVĚŘENÍ	93
4.8.1 Všeobecně.....	93
4.8.3.1 Scénáře návrhového požáru	93
4.8.3.2 Návrhový požár	93
4.8.2 Kvalitativní analýza	94
4.8.3 Deterministická analýza	94
4.8.4 Pravděpodobnostní analýza	94
4.9 ŘÍZENÍ NEJISTOT	94
4.10 DOKUMENTACE	95
5 ÚNIK OSOB	95
5.1 VŠEOBECNĚ.....	95
5.2 MEZNÍ DOBA PRO BEZPEČNÝ ÚNIK (ASET)	96
5.2.1 Návrhové požáry (před celkovým vzplanutím)	96
5.2.1.1 Modelování míry uvolňování tepla	96
5.2.1.2 Maximální rychlost uvolňování tepla (HRR)	97
5.2.1.3 Charakteristiky návrhového požáru	97
5.2.1.4 Potlačené návrhové požáry.....	98
5.2.2 Udržitelné podmínky.....	98
6 POŽADOVANÁ DOBA PRO BEZPEČNÝ ÚNIK (RSET)	99
6.1 DOBA DETEKCE	99

6.2 DOBA DO POPLACHU	99
6.3 DOBA PŘED PŘESUNEM.....	99
6.4 DOBA TRVÁNÍ CESTY	100
6.4.1 Rychlost chůze	101
6.4.2 Průtočnost dveřmi, chodbami, schodišti.....	101
6.4.3 Zatížení obyvateli.....	102
6.4.4 Charakteristiky obsazenosti.....	102
7 OCHRANA PROTI VZNIKU A ŠÍŘENÍ POŽÁRU A KOUŘE.....	103
7.1 VŠEOBECNĚ.....	103
8 ZAMEZENÍ ŠÍŘENÍ KOUŘE A OHNĚ V POŽÁRNÍM ÚSEKU	103
8.1 VŠEOBECNĚ.....	103
9 ZAMEZENÍ ŠÍŘENÍ KOUŘE A OHNĚ MEZI POŽÁRNÍMI ÚSEKY.....	103
9.1 VŠEOBECNĚ.....	103
9.2 ODDĚLENÍ POŽÁRNÍCH ÚSEKŮ.....	103
9.3 NÁVRHOVÉ POŽÁRY (PLNĚ ROZVINUTÝ POŽÁR).....	104
9.3.1 Metoda 1 – Maximální rychlost uvolňování tepla	104
9.3.2 Metoda 2– Rychlost teploty.....	104
9.4 ROZDĚLENÍ POŽÁRNÍCH ÚSEKŮ.....	105
10 STABILITA A ÚNOSNOST V PŘÍPADĚ POŽÁRU	105
10.1 VŠEOBECNĚ.....	105
11 ŠÍŘENÍ OHNĚ MEZI BUDOVAMI	106
11.1 VŠEOBECNĚ.....	106
11.2 OVĚŘENÍ	106
11.2.1 Vyzařovaná radiace	106
11.2.2 Účinky potlačovacích systémů.....	107
12 BEZPEČNOST A SERVIS PRO ZÁCHRANNÉ TÝMY.....	107
12.1 VŠEOBECNĚ.....	107
13 ŘÍZENÍ NEJISTOT A CITLIVOSTI	107
13.1 VŠEOBECNĚ.....	107
13.2 ANALÝZA CITLIVOSTI.....	108
13.3 ANALÝZA NEJISTOT	108
13.4 ANALÝZA ROBUSTNOSTI	108
13.4.1 Scénáře robustnosti	109
14 DOKUMENTACE	110
DALŠÍ VÝKLADOVÉ MATERIÁLY	115
PŘÍLOHA Č. 6 PROBLEMATIKA POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI VÍCEPDLAŽNÍCH STAVEB A MOŽNOSTI ZLEPŠOVÁNÍ JEJICH UŽITNÝCH VLASTNOSTÍ NA ÚČINKY POŽÁRU	116
1 ÚVOD	118
2 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ.....	118
3 POUŽITÍ DŘEVA VE VÍCEPDLAŽNÍCH BUDOVÁCH.....	119
4 POŽADAVKY NA VYSOKÉ BUDOVY ZE DŘEVA	120

5 ZLEPŠOVÁNÍ UŽITNÝCH VLASTNOSTÍ VYSOKÝCH BUDOV ZE DŘEVA	120
5.1 SPRINKLERY	121
5.2 ZAPOUZDŘENÍ	121
5.3 POŽÁRNÍ UŽITNÉ VLASTNOSTI A ČAS ODPADU OCHRANNÝCH SYSTÉMŮ	121
5.4 VENKOVNÍ ŠÍŘENÍ OHNĚ	122
5.5 DETAILS PRO ZABRÁNĚNÍ VNITŘNÍHO ŠÍŘENÍ OHNĚ	122
5.6 POŽÁRNÍ CHARAKTERISTIKY SPOJŮ MEZI KONSTRUKČNÍMI DŘEVĚNÝMI PRVKY	123
6 ZÁVĚR.....	123
7 LITERATURA	123
PŘÍLOHA Č. 7 PŘÍKLADY ZAJÍMAVÝCH REALIZACÍ VÍCEPDLAŽNÍCH DŘEVOSTAVEB	125
1 ÚVOD	127
2 NAVRHOVÁNÍ CLT	128
METODY NAVRHOVÁNÍ	128
3 VÍCEPDLAŽNÍ DŘEVOSTAVBY Z CLT	130
KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	133
SPOJE CLT PANELŮ.....	134
POŽÁRNÍ ODOLNOST CLT.....	136
4 ZÁVĚR.....	137
5 LITERATURA	138
PŘÍLOHA Č. 8 ZPRACOVÁNÍ SCHÉMATU MOŽNÝCH ZMĚN PRO ROZŠÍŘENÍ VYUŽITELNOSTI DŘEVA VE STAVBÁCH A VYTYČENÍ PROBLEMATICKÝCH OBLASTÍ S NÁVRHEM NA DALŠÍ POSTUP ŘEŠENÍ	139
1 ÚVOD	141
2 NÁVRH ZMĚN PRO ROZŠÍŘENÍ DŘEVOSTAVEB Z POHLEDU POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI STAVEB	142
2.1 ROZŠÍŘENÍ UŽITÍ HOŘLAVÝCH A SMÍŠENÝCH KONSTRUKČNÍCH SYSTÉMŮ U VYBRANÝCH NEVÝROBNÍCH OBJEKTŮ.....	142
2.2 ZMĚNY V POSUZOVÁNÍ ODSUPOVÝCH VZDÁLENOSTECH.....	143
2.3 ZMĚNY V ZOHLEDNĚNÍ POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍCH ZAŘÍZENÍ OBJEKTU.....	143
2.4 VÝZNAM TECHNICKÉHO PROVEDENÍ DŘEVOSTAVEB NA JEJICH POŽÁRNÍ BEZPEČNOST.....	143
2.5 ZMĚNY SYSTÉMU TŘÍDĚNÍ KONSTRUKČNÍCH ČÁSTÍ	144
3 SHRUTÍ.....	145
4 LITERATURA	146
PŘÍLOHA Č. 9 NÁVRH ZMĚN V ČESKÝCH NORMÁCH POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI A MEZERY V POZNATCÍCH O NAVRHOVÁNÍ VÍCEPDLAŽNÍCH DŘEVOSTAVEB	147
1 NÁVRH ZMĚN V ČESKÝCH NORMÁCH POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI.....	149
2 MEZERY V POZNATCÍCH O NAVRHOVÁNÍ VÍCEPDLAŽNÍCH DŘEVOSTAVEB	152
3 DALŠÍ POSTUP ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY VÍCEPDLAŽNÍCH DŘEVOSTAVEB	153



PŘÍLOHA č. 1

Aktuální stav právních a technických (normových) požadavků ČR
z pohledu požární bezpečnosti dřevostaveb



Dřevo je naše budoucnost.

- Projekt:** Výzkumný projekt Lesů ČR
- Název tématu:** Vyhodnocení současné situace v oblasti dřevěného stavitelství v ČR s důrazem na požární problematiku včetně návrhu řešení pro zvýšení spotřeby dřeva v této oblasti
- Název projektu:** Studie zaměřená na zhodnocení stávajícího stavu požadavků na požární bezpečnost dřevostaveb v ČR a v zahraničí

Úkol č. 1 (studie):

Aktuální stav právních a technických (normových) požadavků ČR z pohledu požární bezpečnosti dřevostaveb

- Koordinátor projektu:** Nadace dřevo pro život
U Uranie 18, 170 00 Praha 7 – Holešovice
- Odborný řešitel:** VŠB – TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 13, 700 30 Ostrava – Výškovice
- Zpracovatel:** doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D. (garant)
Ing. Isabela Bradáčová, CSc.
Ing. Tereza Česelská, Ph.D.
doc. Ing. Jiří Pokorný, Ph.D., MPA

1. Popis historického vývoje předpisů požární ochrany s důrazem na navrhování dřevostaveb

Boj s požáry provází člověka od nepaměti. V minulosti byl závažným nebezpečím přenos požáru z hořícího na další objekty díky způsobu stavění a použitým stavebním materiálům. Tradiční stavební materiály jako cihly a kámen poskytovaly sice přirozenou ochranu proti šíření požáru v objektu, avšak dřevěné konstrukce stropů a střech podporovaly přenos ohně na další budovy, často s tragickými následky.

Předpisy z druhé poloviny 20. století řešily požadavky požární ochrany zákonem č. 35/1953 o státním požárním dozoru a požární ochraně. Projektování budov z pohledu požární bezpečnosti však bylo regulováno stavebními předpisy, např. vyhláškou Ministerstva stavebního průmyslu č. 709/1950 Ú. I. V této vyhlášce byly omezovány především dřevěné stavby. Dřevěné domky mohly být jedno nebo dvoupodlažní, nejvýše jako trojdomky chráněné vápennou omítkou nebo ohnivzdornými nátěry. Dřevěné konstrukce krovů se zavěšeným podhledem byly povolovány jen u přízemních a jednopatrových domů. Jako ochrana proti šíření požáru v horizontálním směru se budovaly požární zdi mezi sousedícími budovami a při budovách delších než 40 m i uvnitř budov. Požární zdi musely být o minimální tloušťce 15 cm s oboustrannou omítkou. Prostor schodiště musel být ohnivzdorný. Dřevěné stropy musely být izolovány proti ohni z obou stran. Půdní prostor s nehořlavou dlažbou nebo mazaninou byl od ostatních částí domu oddělen ohnivzdornými dveřmi. Požadavky na komíny a různé druhy vytápění byly upraveny dalšími předpisy.

V roce 1954 byla vydána samostatná technická norma ČSN 73 0760 Požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť. Objekty byly zařazovány do tzv. stupňů požární bezpečnosti taxativně, např. podle kategorie výroby a počtu podlaží. Ze stupně požární bezpečnosti byly odvozeny požadavky na odolnost jednotlivých konstrukcí (požární zdi, příčky, stropy, střechy, požární dveře apod.) a stupeň hořlavosti použitých stavebních hmot (rozlišovaly se 3 stupně hořlavosti). Požadavky se týkaly únikových cest, vytápění, zásobování požární vodou aj. Norma řešila specifické požadavky průmyslových, obytných, veřejných a pomocných budov. Norma byla revidována v roce 1959.

Závažným nedostatkem uvedené normy bylo, že byla koncipována pro nižší a středně vysoké budovy. Avšak v 70. letech se začaly stavět četné výškové budovy, jejichž specifickým normou neodpovídala, především z pohledu evakuace osob.

V roce 1967 byly proto vydány Požární předpisy pro projektování výškových budov, jejichž výška od nástupní plochy ke stropu posledního podlaží je větší než 30m. Byly zpřísněny požadavky na únikové cesty, vnější pláště, výtahy aj.

Výškové budovy nebyly jedinou změnou ve výstavbě objektů, změny technologií vedly k velkokapacitním skladům, velkochovům zemědělských zvířat a ve výstavbě se rozšířila kovoplastická základna.

Rozpor mezi prudce se rozvíjejícím stavebnictvím a zastaralými požárními předpisy byl posléze řešen zcela novou koncepcí požárních předpisů a norem. Od roku 1977 byl uveden do praxe otevřený soubor norem požární bezpečnosti staveb, tzv. požární kodex. Tento kodex norem s postupnými čtenými změnami a úpravami je v oboru požární bezpečnosti staveb používán dodnes.

2. Základní požadavky na stavby a požární bezpečnost

Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 305/2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh, uvádí základní požadavky na výrobky a stavby, kterými jsou:

- mechanická odolnost a stabilita
- požární bezpečnost,
- hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí
- bezpečnost a přístupnost při užívání, ochrana proti hluku
- úspora energie a ochrana tepla
- udržitelné využívání přírodních zdrojů

Požární bezpečnost stavby je jedním ze základních požadavků na stavby. Platí pro navrhování, výstavbu a užívání stavby.

Spočívá ve:

- omezení rozvoje a šíření ohně a kouře ve stavbě,
- omezení šíření požáru na sousední stavby,
- zajištění evakuace osob a zvířat v případě ohrožení stavby požárem nebo při požáru,
- umožnění účinného a bezpečného zásahu jednotek požární ochrany.

Všechny uvedené požadavky je možno splnit pouze za předpokladu, že po určitou nutnou dobu bude *zaručena únosnost a stabilita nosných a celistvost a izolace* požárně dělících konstrukcí.

Pro splnění základních požadavků požární bezpečnosti na stavbu je třeba provést souhrn opatření:

- zajistit bezpečný únik osob, popř. evakuaci zvířat a majetku. Tomuto požadavku je třeba přizpůsobit dispoziční řešení především vhodným návrhem *únikových komunikací* v objektu;
 - zamezit šíření požáru uvnitř objektu. Opatření spočívají v dělení objektu na menší požárně oddělené celky – *požární úseky*, popř. v jejich vybavování požárně bezpečnostními zařízeními požární ochrany;
 - zabránit přenesení požáru z hořícího objektu na *sousední* (protilehlý nebo přilehlý) *objekt*. Pro splnění tohoto požadavku se mezi objekty vkládají dostatečné *odstupy* a vymezují se *požárně nebezpečné prostory*. Zohlednění požadavku se odráží v urbanistickém a situačním řešení;
 - umožnit zasahujícím jednotkám požární ochrany účinný protipožární zásah. Požadavky směřují především k návrhu *přístupových komunikací a nástupních ploch, budování vnitřních a vnějších zásahových cest, zajištění požární vody pro hasební účely, zabezpečení stavby nebo území jednotkami požární ochrany aj.*

Zajištění požární bezpečnosti stavebního objektu se děje jednak pasivní požární ochranou, tj. situačním umístěním, dispozičním řešením a materiálovým provedením, jednak tzv. aktivními prostředky požární ochrany, jimiž se rozumí zařízení elektrické požární signalizace, stabilní hasicí zařízení a zařízení pro odvod kouře a tepla. Rovněž lze zohlednit blízkost profesionální záchranné a zásahové jednotky.

3. Výpis předpisů a vyhlášek ČR souvisejících s navrhováním dřevostaveb z pohledu požární bezpečnosti

Požární bezpečnost staveb je jedním ze základních požadavků Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 305/2011, které se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh. Základní požadavky na stavby jsou uvedeny ve stavebním zákoně č. 183/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Oblast požární ochrany a požární bezpečnosti staveb je dále legislativně upravena v zákoně č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů a navazující vyhlášce č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) ve znění pozdějších předpisů.

Konkrétní omezení použití dřeva ve výstavbě uvádí vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany ve znění vyhlášky 268/2011 Sb. Konkrétně:

- § 20 Stavba vyhlídkové věže,
- § 22 Stavba čerpací stanice pohonných hmot, servisu a opravy,
- § 23 Stavba užívaná k činnosti školy a školského zařízení,
- § 24 Zemědělská stavba,
- § 25 Stavba pro výrobu a skladování.

Na závazné požadavky uváděné v zákonech a vyhláškách navazují ustanovení českých technických norem, které je podrobněji rozpracovávají. Požadavky a omezení v rámci projektování dřevostaveb obsahují zejména neharmonizované národní projektové normy kodexu ČSN 73 08xx. Konkrétně se jedná zejména o níže uvedené normy:

- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty,
- ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb. Výrobní objekty,
- ČSN 73 0831 Požární bezpečnost staveb. Shromažďovací prostory,
- ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb. Budovy pro bydlení a ubytování,
- ČSN 73 0835 Požární bezpečnost staveb. Budovy zdravotnických zařízení a sociální péče,
- ČSN 73 0842 Požární bezpečnost staveb. Objekty pro zemědělskou výrobu.

Třída reakce na oheň je ukazatel toho, jak stavební materiály při své konečné aplikaci ve stavbě přispívají svou hořlavostí k rozvoji a intenzitě vznikajícího požáru. Výrobek je nejčastěji na základě kombinace několika malorozměrových laboratorních zkoušek zatříděn do jedné ze sedmi tříd s označením A1, A2, B, C, D, E nebo F podle ČSN EN 13501-1.

Na základě určení třídy reakce na oheň materiálů na oheň jsou dále specifikovány jednotlivé konstrukční dílce – typ DP1, DP2, DP3. Určení typu konstrukčních dílců je popsáno v normě ČSN 73 0810.

Hodnocení požární odolnosti dřevěných stavebních konstrukcí je uvedena jednak v hodnotové normě ČSN 73 0821 ed. 2, kde jsou uvedeny konkrétní hodnoty požárních odolností např. dřevěného trámového stropu, případně roubené stěny. Další metodika hodnocení požární odolnosti stavebních konstrukcí je popsána v Eurokódu 5 – ČSN EN 1995 -1-2. Uvedená norma obsahuje metodiku hodnocení požární odolnosti výpočtem, ale také tabulkové hodnoty požárních odolností jednotlivých stavebních prvků.

4. Obecný postup při zpracování přípravné a projektové dokumentace a při provádění stavby

V návaznosti na členění projektové dokumentace podle stavebního zákona a jeho prováděcích vyhlášek, ustanovení zákona o požární ochraně a prováděcích předpisů je nutno zajistit akceptování požadavků požární bezpečnosti ve všech fázích zpracování přípravné a projektové dokumentace a při provádění stavby. Zpracovatelem požární části těchto prací je *autorizovaná osoba v oboru požární bezpečnosti staveb (PBS)*.

Autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby nebo autorizovaný architekt spolupracuje již na úrovni konceptu dokumentace (studie, situace, dispozice apod.) s autorizovanou osobou v oboru PBS a oba partneři hledají shodu při návrhu stavby. Situování, dispoziční a konstrukční řešení staveb je zásadně ovlivněno požadavky požární bezpečnosti, ať se jedná např. o odstupy mezi stavbami, o počet, typ a umístění únikových cest, potřebu vybavit stavbu požárně bezpečnostními zařízeními, či o řadu dalších náležitostí. Na akceptování požadavků požární bezpečnosti se lze mezi profesemi poměrně dobře dohodnout, pokud je spolupráce navázána již na začátku přípravných a projektových prací. Úspěch díla závisí na včasné předávání úplných podkladů a vzájemné komunikaci mezi všemi zúčastněnými stranami. Pozdější úpravy stavební a technologické části již přinášejí řadu komplikací a ohrožují i časové termíny prací.

Zavedenou praxí je, že *autorizovaná osoba v oboru požární bezpečnosti staveb* projednává část týkající se požární ochrany s dotčeným orgánem státní správy, tj. s územně příslušným Hasičským záchranným sborem MV ČR a po dohodě s autorizovanou osobou ostatních profesí zapracuje odůvodněné připomínky Hasičského záchranného sboru do své části dokumentace.

Povinností autorizovaného inženýra v oboru pozemní stavby nebo autorizovaného architekta, popř. jiného profesního specialisty po převzetí dokumentace zpracované autorizovanou osobou v oboru požární bezpečnosti staveb je přenesení zásad a požadavků požární části dokumentace do stavební, popř. i technologické části dokumentace.

Na dokumentaci pro provádění stavby nebo na dodavatelské dokumentaci se podílí řada projektantů jednotlivých profesí (ústřední vytápění, elektroinstalace, zdravotní technika, vzduchotechnika, elektrická požární signalizace, samočinná hasicí zařízení, zařízení pro odvod kouře a tepla, elektronická zabezpečovací zařízení aj.) a je nutné zajistit koordinaci všech profesí nejen při zpracování dokumentace, ale i při provádění stavby. Koordinaci ve vztahu k funkčnosti a návaznosti jednotlivých systémů a zařízení zajišťujících požární bezpečnost ve stavbě zajišťuje autorizovaná osoba v oboru PBS - zpracovatel požárně bezpečnostního řešení stavby pro stavební povolení, nebo jiná autorizovaná osoba v oboru PBS.

5. Oprávnění zpracovávat požárně bezpečnostní řešení stavby a působnost HZS

Zpracovávat požárně bezpečnostní řešení stavby je oprávněna fyzická osoba, která získala oprávnění k výkonu projektové činnosti podle zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů. Konkrétně se jedná o *autorizované osoby*:

- *autorizovaní architekti pro obor pozemní stavby*, popř. bez specifického oboru a autorizovaní inženýři pro obory pozemní stavby, dopravní stavby, stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství stavby, mosty, technologická zařízení staveb a inženýrské konstrukce a stavby pro plnění funkce lesa (tyto autorizované osoby jsou oprávněny zpracovávat projektovou dokumentaci stavby v celém rozsahu, včetně oborově vydělené části této dokumentace, tedy včetně požárně bezpečnostního řešení stavby),
- *autorizovaní inženýři a autorizovaní technici pro obor požární bezpečnost staveb*.

Podle § 12 zákona č. 360/1992 Sb. autorizovaná osoba odpovídá za odbornou úroveň výkonu vybraných činností a dalších odborných činností, pro které jí byla udělena autorizace.

Odpovědnost za správnost, celistvost a úplnost projektové dokumentace nese projektant a to podle § 159 zákona č. 183/2006 Sb., zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), tedy odpovědnost za správnost požárně bezpečnostního řešení stavby nese projektant s příslušnou autorizací.

Rozsah zpracování a obsah projektové dokumentace musí být vždy dostatečným podkladem pro posouzení navrhované stavby. V jednotlivých případech může být v závislosti na rozsahu a velikosti stavby přiměřeně omezen nebo rozšířen. Vždy musí být technické podmínky posouzeny v souladu s vyhláškou č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb., a dle ustanovení § 41 vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) ve znění vyhl. č. 221/2014 Sb.

Hasičský záchranný sbor (HZS) je dotčeným orgánem státní správy na úseku požární ochrany podle § 26 odst. 2 písm. b) zákona o požární ochraně. V rámci výkonu státního požárního dozoru HZS posuzuje přeloženou projektovou dokumentaci (požárně bezpečnostní řešení stavby) a vydává stanovisko, které je podkladem k dalšímu řízení podle stavebního zákona. Vlastní rozsah výkonu státního požárního dozoru je dále konkrétněji vymezen v § 31 odst. 1 písm. b) a c) zákona o požární ochraně. HZS nepůsobí pouze v rovině hodnocení projektové dokumentace stavby, ale také po realizaci stavby následně ověřuje, zda byly splněny všechny podmínky dané požárně bezpečnostním řešením stavby. Tímto není dotčena odpovědnost za správnost projektové dokumentace, tedy i požárně bezpečnostního řešení stavby, kterou nese projektant.

6. Vytyčení bariér v současné legislativě omezující větší využití dřevostaveb

Restrikce širšího použití dřevostaveb vyplývá z dlouhodobého vnímání dřevěně stavební konstrukce jako hořlavého materiálu, která je-li nosným stavebním prvkem sice, může vykazat požadovanou stabilitu a únosnost, ale jako nosná i nenosná konstrukce svou výhřevností přispívá k intenzitě požáru, což ji znevýhodňuje oproti nehořlavým stavebním konstrukcím

V této části jsou proto nejprve popsány vybrané základní pojmy a charakteristiky, které se využívají pro potřeby projektování staveb a mají významný vliv na návrh dřevostaveb, poté je popsán výčet omezení použití dřevostaveb z pohledu požární bezpečnosti staveb.

Důvody nízkého počtu realizací dřevostaveb vůči jiným způsobům výstavby lze nalézt v historii stavitelství, v psychologii stavebníků a následně v právních a technických předpisech.

Historicky se dřevostavby používaly především v podhorských a horských oblastech, v lidovém stavitelství a také v příhraničí, kde se pod vlivem Německa a Rakouska ve větší míře realizovaly hrázděné stavby. Tradiční výstavba v Čechách, na Moravě a ve Slezsku upřednostňovala zděné stavby, dřevěné konstrukce byly uplatňovány především u sklonitých střech a ve formě dřevěných stropů s podbíjením a omítkou jako ochranou před požárem. Od konce 60. let do r. 1989 se v bytové výstavbě pod politickým tlakem překotně rozšířila výstavba typových bytových domů (panelových domů) s řadou závad, které jsou dodnes odstraňovány. V občanské a průmyslové výstavbě byly zavedeny typové montované železobetonové skelety. Svou pozici zaujaly i skelety ocelové. Pro zastřešení nejen v bytové a občanské výstavbě se navrhovaly především ploché střechy, což opět snížilo používání dřevěných konstrukcí.

Psychologické důvody pro upřednostňování zděných staveb před dřevostavbami v období před rokem 1989 lze vnímat v souvislostech se životním stylem. Změna zaměstnání nebyla běžná a často byla považována za fluktuaci. Lidé proto značnou část produktivního věku trávili v jednom zaměstnání, takže neuvažovali o změně bydliště a o stěhování za zaměstnáním do větších vzdáleností. Nebyla proto doceněna jedna z předností dřevostaveb, a to rychlost výstavby. Předpokládalo se také, že domy budou sloužit po dobu více generací. Současně převládal neopodstatněný názor, že dřevěné hořlavé objekty nejsou bezpečné a mohou být také napadeny hnilobou a dřevokaznými škůdci.

6.1 Konstrukční části DP1, DP2, DP3

Třídění konstrukčních částí a dílců vzniklo z potřeby vyjádřit hořlavost sendvičových konstrukcí.

Československá státní norma (později česká technická norma) pro stanovení hořlavosti stavebních hmot zkouškou umožňovala hodnotit pouze stejnorodé hořlavé materiály (např. dřevo, polystyrén, lepenku aj.). Stavební materiály (hmoty) se na základě ČSN zkoušely a zatřídily do *stupňů hořlavosti* takto: A – nehořlavé; B – nesnadno hořlavé, C1 – těžce hořlavé, C2 – středně hořlavé, C1 – lehce hořlavé.

Obdobná situace panovala v dalších evropských zemích, různé státy používaly pro určení hořlavosti materiálů různé zkušební metodiky a jiné třídy hořlavosti. Důsledkem bylo - při putování stavebních materiálů evropským trhem - povinné zkoušení hořlavosti podle předpisů té země, do níž byl výrobek dovezen. Za tohoto stavu se vývoz výrobků do jiných států značně prodražoval a byl brzdou vzájemného obchodu.

Pro sendvičové konstrukce nebylo proto možno vyjádřit jednou zkouškou hořlavost nestejnorodé konstrukce ze stavebních hmot různého stupně hořlavosti. Vliv dřeva jako hořlavého materiálu v konstrukci z hlediska stability konstrukce a příspěvku k intenzitě požáru byl proto zahrnut do třídění konstrukčních částí a dílců na druhy DP2 a DP3 (jak je podrobně popsáno níže v textu). Z kombinace konstrukčních částí druhu DP1, DP2 a DP3 v nosných a požárně dělicích konstrukcích se dosud odvozuje požární zatřídění konstrukčních systémů staveb na systémy nehořlavé, smíšené a hořlavé.

Konstrukční části nyní dělíme podle požadavků uvedených v ČSN 73 0810 na tři druhy DP1, DP2 a DP3. Zatřídování do jednotlivých druhů zohledňuje teplo uvolňované z konstrukční části při požáru, vliv na stabilitu a únosnost konstrukčních částí.

Dle konstrukčních dílců použitých ve stavebních prvcích se konstrukční části dále z pohledu požární bezpečnosti dělí na konstrukce druhu DP1, DP2 a DP3.

Konstrukční části druhu DP1 nezvyšují v požadované době intenzitu požáru. Za konstrukce druhu DP1 se považují takové, které jsou pouze z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2 nebo z výrobků třídy reakce na oheň B až F, které jsou umístěny uvnitř konstrukční části mezi výrobky třídy reakce na oheň A1 nebo A2 a v požadované době nedojde ke vzplanutí těchto výrobků, přičemž na těchto hořlavých částech není závislá stabilita (příklad je například umístění hořlavé izolace uvnitř nehořlavého materiálu).

Konstrukce druhu DP2 nezvyšují v požadované době intenzitu požáru, což znamená, že v požadované době požární odolnosti není dosažena teplota vzplanutí u žádného z použitých prvků. Konstrukce druhu DP2 sestávají z výrobků A1 nebo A2, které tvoří povrchové vrstvy konstrukčních částí, výrobků B až D umístěných uvnitř konstrukční části a je na nich závislá stabilita. Případně může být také z výrobků B až F umístěných uvnitř konstrukční části, pokud na nich není závislá stabilita (např. tepelná izolace). Příklad je například sendvičový panel závislý na dřevěných sloupech.

Konstrukční části DP3 zvyšují v požadované době intenzitu požáru. Za konstrukce druhu DP3 se považují takové prvky, které nesplňují zatřídění dle výše uvedené do kategorie DP1 ani DP2. Na tyto prvky nejsou kladeny žádné požadavky dle třídy reakce na oheň. Jako příklad si můžeme uvést stěny roubené konstrukce či srubu. Jak je patrné, v případě, že hovoříme o dřevostavbách, bude se vždy jednat o konstrukce druhu DP2 či DP3.

6.2 Konstrukční systémy

Konstrukční systém objektu nebo jeho části se určí podle druhů konstrukčních částí, které jsou použity v požárně dělicích a nosných konstrukcích zajišťujících stabilitu objektu nebo jeho části (viz Obr. 1). Dle ČSN 73 0802 PBS – Nevýrobní objekty a ČSN 73 0804 PBS – Výrobní objekty rozeznáváme tři konstrukční systémy:

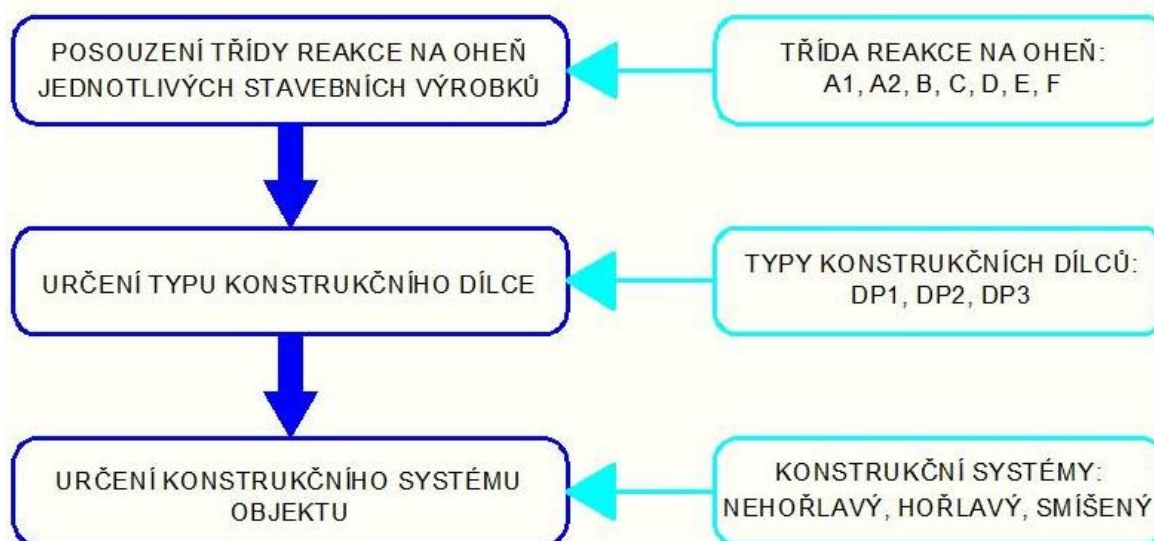
- nehořlavý,
- smíšený,
- hořlavý.

Zjednodušeně definováno - *nehořlavý konstrukční systém* mají objekty, jejichž svislé i vodorovné nosné a požárně dělicí konstrukce jsou konstrukční části druhu DP1. Do *smíšeného konstrukčního systému* jsou zařazeny objekty, které mají svislé nosné a požárně dělicí konstrukce druhu DP1 a ostatní požárně dělicí a nosné konstrukce druhu DP2 (u jednopodlažních objektů může být střešní nosná konstrukce druhu DP3). *Hořlavý konstrukční systém* mají objekty, které mají konstrukce druhu DP2 nebo DP3, popř. nesplňují požadavky na smíšené a nehořlavé konstrukční systémy.

Všechny dřevostavby jsou z pohledu českých norem hodnoceny jako objekty s hořlavým konstrukčním systémem.

Při hodnocení konstrukčních systémů objektů se nebere zřetel na:

- konstrukce, které se nacházejí nad požárním stropem posledního užitného nadzemního podlaží, pokud strop není staticky závislý na těchto konstrukcích,
- konstrukce z hořlavých hmot v posledním užitném nadzemním podlaží u objektu s více než dvěma nadzemními podlažími, jedná-li se o objekt s konstrukcemi hořlavými,
- konstrukce vestaveb (tvořících i samostatné požární úseky) umístěné ve větších požárních úsecích, pokud konstrukce vestaveb nezajišťují stabilitu objektu a ani neohraničují požární úsek, ve kterém jsou umístěny,
- konstrukce obvodových stěn, které nezajišťují stabilitu objektu nebo jeho části.



Obr. 1 Posouzení konstrukčního systému objektu

6.3 Odstupové vzdálenosti

Odstupové vzdálenosti se vymezují z důvodu zamezení přenosu požáru na sousední objekty, případně volné sklady. Hoří-li objekt, vzniká kolem něj požárně nebezpečný prostor, ve kterém je nebezpečí přenesení požáru sáláním tepla nebo padajícími hořícími částmi konstrukcí. Pomocí odstupových vzdáleností od požárně otevřených ploch objektu se vymezuje požárně nebezpečný prostor. V požárně nebezpečném prostoru mohou být umístěny jiné objekty pouze v případě, že:

- jejich obvodové stěny, které jsou v požárně nebezpečném prostoru, nemají požárně otevřené plochy a jsou druhu DP1 nebo mají povrchové úpravy z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2; je-li obvodová stěna zateplena, pak povrchová úprava musí vykazovat index šíření plamene $i_s = 0 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$;
- jejich střešní pláště, nacházející se v požárně nebezpečném prostoru, nemá požárně otevřené plochy a má klasifikaci BROOF (t3) pro požadovaný sklon a je členěn požárními pásy do ploch menších než $1\,500 \text{ m}^2$, není-li druhu DP1.

Z výše uvedených omezení vyplývá, že dřevěné konstrukce jakožto hořlavý konstrukční systém se v požárně nebezpečném prostoru nesmí vyskytovat.

Odstupová vzdálenost od posuzovaného objektu či požárního úseku je měřena jako kolmá vzdálenost mezi požárně otevřenou plochou objektu či požárního úseku a hranicí požárně nebezpečného prostoru. Odstupová vzdálenost od objektu se určuje samostatně pro každý požární úsek. Rozhodující pro určení odstupové vzdálenosti od objektu je:

- velikost požárně otevřených ploch posuzovaného požárního úseku,
- hustota tepelného toku z posuzovaného požárního úseku.

Velikost požárně otevřených ploch obvodových stěn se započítává:

- skutečnou plochou u zcela požárně otevřených ploch,
- skutečnou plochou u částečně požárně otevřených ploch, má-li posuzovaný požární úsek pouze částečně požárně otevřené plochy, nebo úměrnou částí, pokud se vyskytují kombinace ploch s různou hustotou tepelného toku.

Zcela požárně otevřená plocha je taková plocha, která nevykazuje požadovanou požární odolnost (např. zasklené otvory, dveře bez požární odolnosti atd.). *Dále se za požárně otevřenou plochu považují konstrukce druhu DP3, pokud se neprokáže, že při jejich hoření vzniká nižší hustota tepelného toku než $60 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$.* Za zcela požárně otevřené plochy jsou považovány stěny druhu DP1 a DP2, které mají z vnější strany obklady třídy reakce na oheň E nebo F pokud množství uvolněného tepla je větší než $350 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$.

Částečně požárně otevřená plocha je taková plocha, která vykazuje z vnější strany při požáru hustotu tepelného toku v rozmezí $15 - 60 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$. Dále se za požárně otevřenou plochu považují stěny druhu DP1 a DP2, které mají na vnější straně obklad z třídy reakce na oheň B až D pokud množství uvolněného tepla je v rozmezí $150 - 350 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$.

Odstupové vzdálenosti se stanovují:

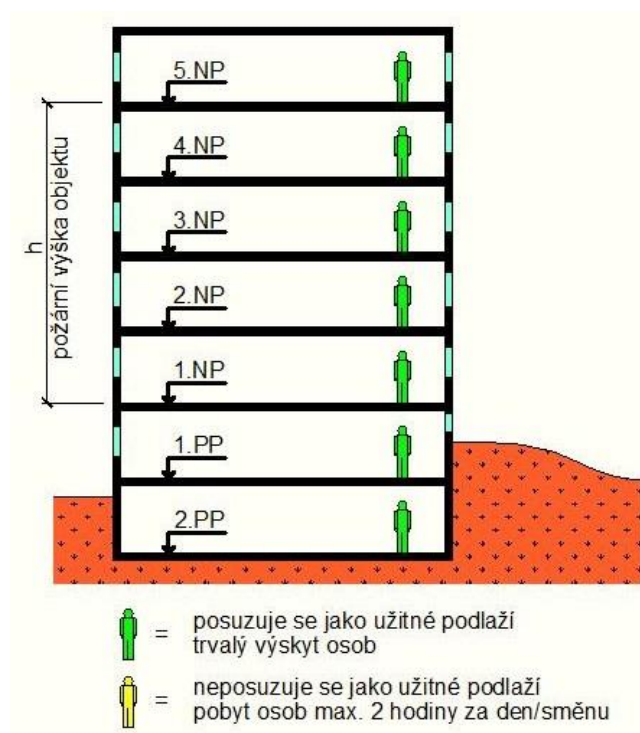
- tabulkovou metodou (pro nevýrobní objekty v příloze F ČSN 73 0802), nebo
- podrobným výpočtem hustoty tepelného toku a vymezením požárně nebezpečného prostoru.

Tab. 1 Požárně otevřené plochy

	Zcela požárně otevřená plocha	Částečně požárně otevřená plocha
Hustota tepelného toku v rovině vnějšího líce obvodové stěny	$> 60 \text{ kW/m}^2$	$> 15 \text{ kW/m}^2$ až 60 kW/m^2
Časový interval požadované požární odolnosti	ČSN 73 0802, tabulka 12, položka 3	ČSN 73 0802, tabulka 12, položka 3
Odpovídající výpočtové požární zatížení	$p_v > 15 \text{ kg/m}^2$	$2 < p_v \leq 15 \text{ kg/m}^2$
Doba trvání normového požáru	> 15 minut	2 až 15 minut
Poznámky	-	v daném časovém intervalu vykazuje celistvost E

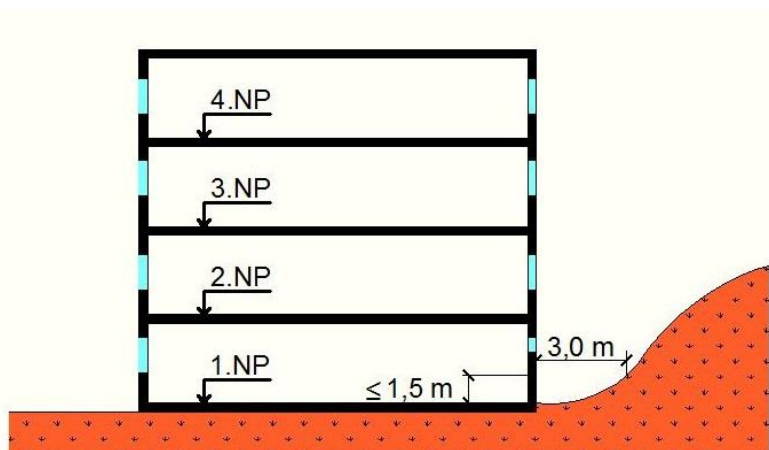
6.4 Požární výška objektu

Výška objektu (požární výška objektu) se pro potřeby požární bezpečnosti staveb určuje od podlahy prvního nadzemního podlaží k podlaze posledního užitného nadzemního, popř. podzemního podlaží objektu (viz. Obr. 2). Objekt o jednom nadzemním podlaží má výšku 0,00 m.



Obr. 2 Požární výška objektu

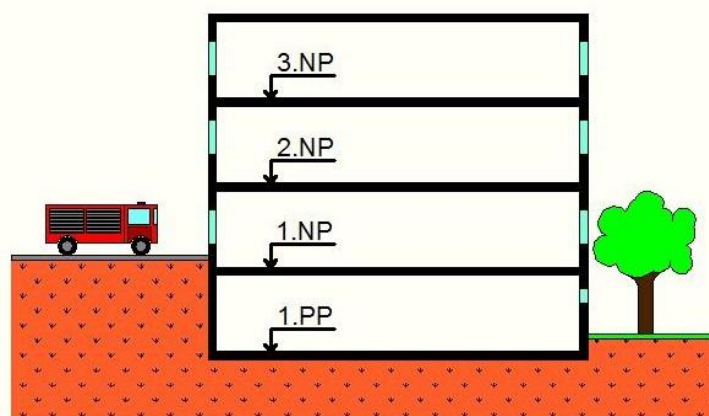
Z hlediska požární bezpečnosti se za nadzemní podlaží považuje každé podlaží, které nemá povrch podlahy níže než 1,5 m pod nejvyšším bodem přilehlého terénu, ležícím ve vzdálenosti 3,0 m od objektu (viz. Obr. 3).



Obr. 3 Určení polohy 1.NP s ohledem na přilehlý terén

Není – li možné jednoznačně určit polohu prvního nadzemního podlaží, vychází se z následujících zásad:

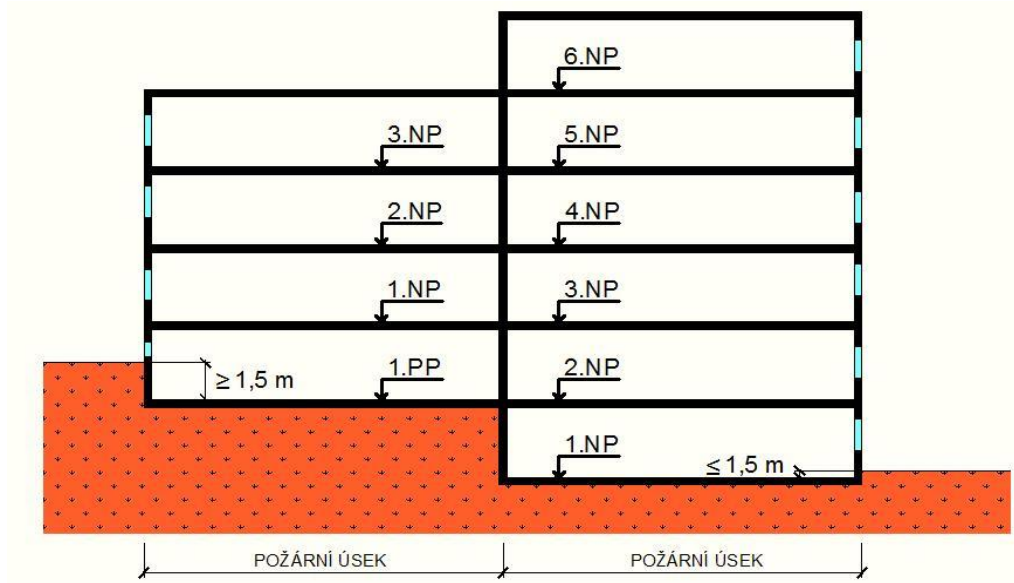
- poloha prvního nadzemního podlaží se určí podle vstupu do budovy, kam směřuje příjezdová komunikace pro požární vozidla (Obr. 4), nebo



Obr. 4 Určení polohy 1.NP s ohledem na příjezdovou komunikaci

Určení polohy prvního nadzemního podlaží

- určí se několik poloh prvního nadzemního podlaží, pokud se dané rozlišení vztahuje pro jednotlivé požární úseky, nebo pro staticky nezávislé objekty (stavebně dilatované části). V případě, kdy požární úseky procházejí částí objektu s několika polohami prvního nadzemního podlaží, posuzují se podle nejméně příznivých podmínek (Obr. 5),



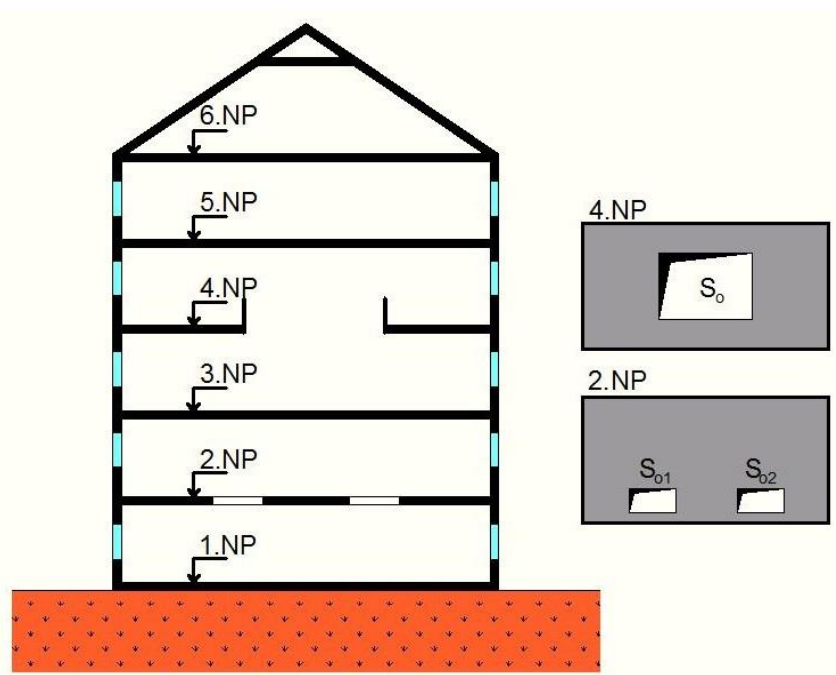
Obr. 5 Určení polohy prvního nadzemního podlaží

- za rozhodující se považuje nejnižší položená úroveň prvního nadzemního podlaží, která nemá povrch podlahy níže než 1,5 m pod nejvyšším bodem přilehlého terénu, ležícím ve vzdálenosti 3,0 m od objektu.

Užitné podlaží je každé podlaží v objektu, které leží na stropní konstrukci s nosnou funkcí. Tato stropní konstrukce může mít otvory (požárně neuzavíratelné otvory) o celkové ploše max.:

- 20 % půdorysné plochy posuzovaného podlaží, přičemž žádný otvor nesmí být větší než 10 % plochy posuzované stropní konstrukce, nejvýše však 35 m²,
- 50 % půdorysné plochy posuzovaného podlaží, v případě, kdy slouží jako nechráněná úniková cesta z posuzovaného nebo jiného podlaží pro více než 10 osob, nebo po této ploše může být veden protipožární zásah.

Za užitné podlaží se nepovažuje technické podlaží (např. strojovna výtahů, strojovna vzduchotechniky) umístěné jako poslední nadzemní podlaží, pokud tam není trvalé nebo dočasné pracovní místo a dále půdní prostory, které nejsou určeny pro trvalý pobyt osob a současně hodnota nahodilého požárního zatížení $p_n \leq 5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$.



Obr. 6 Užitnost podlaží

V uvedeném objektu na Obr. 6 není 6.NP považováno za užité podlaží, za předpokladu, kdy se v prostoru nebudou trvale vyskytovat osoby a nahodilé požární zatížení bude nižší než $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, respektive, půdní prostor je bez využití, případně je v posledním nadzemním podlaží umístěno technické podlaží (strojovny). Čtvrté nadzemní podlaží je hodnoceno jako užité podlaží. Plocha otvoru S_o v stropní konstrukci je větší než 35 m^2 , ale není větší než 50 % celkové plochy podlaží a současně prostor slouží jako nechráněná úniková cesta pro více než 10 osob. Druhé nadzemní podlaží uvedeného objektu je posuzováno jako užité podlaží za předpokladu, kdy otvory ve stropní konstrukci nemají v součtu plochu větší než 20 % celkové plochy posuzovaného podlaží a větší než 35 m^2 ($0,2 \cdot S_{\text{podlaží}} \geq S_{o1} + S_{o2} \leq 35 \text{ m}^2$), dále žádný z otvorů nemá plochu větší než 10 % celkové plochy posuzovaného podlaží ($S_{o1}, S_{o2} \leq 0,1 \cdot S_{\text{podlaží}}$).

6.5 Hodnocení požární bezpečnosti objektu dřevostavby

V dané části dokumentu jsou popsány principy návrhu dřevostavby z pohledu požární bezpečnosti podle současně platného kodexu norem požární bezpečnosti staveb.

6.5.1. Rozdělení objektu na požární úseky

Rozdělení objektu na jednotlivé požární úseky vychází z několika hodnocených kritérií. Jedná se zpravidla o provozní podmínky objektu, využití jednotlivých prostor a dispozice objektu. Kodex norem požární bezpečnosti udává limity mezní šířky, mezní délky, případně plocha a výšky požárních úseků, které nesmí být překročeny.

Mezní rozměry požárních úseků, mezní délka a šířka, vychází ze součinitele a (součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska charakteru hořlavých látek), z konstrukčního systému objektu (nehořlavý, smíšený, hořlavý – viz část 6.2) a z počtu podlaží v objektu. Pro názornost je níže tabulka mezních rozměrů požárního úseku, který má hodnotu součinitele $a = 1,0$ (hodnota součinitele odpovídající administrativním prostorům), rozměry jsou uvedeny pro jednotlivé konstrukční systémy, pro výšku objektu do 12 m.

Tab. 2 Mezní rozměry požárního úseku podle konstrukčního systému objektu

Konstrukční systém	Mezní délka požárního úseku	Mezní šířka požárního úseku
Nehořlavý	62,5 m	40 m
Smíšený	50 m	35 m
Hořlavý	45 m	27,5 m

Maximální počet podlaží v požárním úseku se stanovuje na základě výpočtu:

$$z = \frac{180 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}}{p_v} \geq 1,0 \quad \text{pro konstrukční systém nehořlavý}$$
$$z = \frac{140 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}}{p_v} \geq 1,0 \quad \text{pro konstrukční systém smíšený}$$
$$z = \frac{100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}}{p_v} \geq 1,0 \quad \text{pro konstrukční systém hořlavý}$$

kde, z je max. počet podlaží v rámci požárního úseku
 p_v je výpočtové požární zatížení (míra požárního rizika) v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$

Pro názornost je stanoven mezní počet podlaží pro hodnotu výpočtového požárního zatížení $p_v = 45 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, což odpovídá administrativnímu využití prostor pro jednotlivé konstrukční systémy objektu.

$$z = \frac{180}{45} = 4 \quad \text{konstrukční systém nehořlavý}$$
$$z = \frac{140}{45} = 3 \quad \text{konstrukční systém smíšený}$$
$$z = \frac{100}{45} = 2 \quad \text{konstrukční systém hořlavý}$$

Konstrukční systém objektu, respektive přítomnost hořlavých konstrukcí, ovlivňuje maximální přípustnou velikost požárních úseků.

6.5.2. Hodnocení požární odolnosti stavebních konstrukcí

Požární odolnost stavebních konstrukcí je doba, po kterou jsou schopny odolávat účinkům požáru, a je charakterizována mezními stavy. Standardně posuzovanými *mezními stavy* (charakteristickými vlastnostmi) jsou:

- R – nosnost konstrukce,
- E – celistvost konstrukce,
- I – tepelná izolace konstrukce,
- W – hustota tepelného toku či radiace z povrchu konstrukce,
- M – mechanická odolnost,
- S – kouřotěsnost konstrukce,
- C – samouzavírací zařízení požárních uzávěrů.

Na základě požární odolnosti se stavební konstrukce zařazují do stupnice požární odolnosti: 15, 30, 45, 60, 90, 120 a 180 minut. Výsledný zápis požární odolnosti stavební konstrukce se sestává z jednoho či více mezních stavů, doby (ve které je splněna charakteristická vlastnost požární odolnosti) a druh konstrukční části. Např.: R 15 DP1, EW 15 DP3, REI 180 DP1.

Z hlediska využití konstrukčních dílců typu DP3 a DP2 jsou dány limity požární výšky objektu, současně však nesmí být použity nosné a požárně dělící konstrukce typu DP2 a DP3 v konstrukcích podzemních podlaží, v požárně dělících stěnách mezi objekty a v místech požárních pásů bez ohledu na výšku objektu. Jako další omezení využití dřevěných konstrukcí je nutné zmínit povrchové úpravy interiérů. V rámci prostor, ve kterých se vyskytuje větší počet osob a které jsou podle znění ČSN 73 0831 klasifikovány jako shromažďovací prostory, je limitováno použití dřevěných obkladů v konstrukci stropů a stěn.

Požární odolnost se stanovuje pro klasifikaci konstrukcí nebo pro individuální posouzení konstrukcí podle požárních scénářů, zejména pro normový průběh požáru.

Určení *skutečné požární odolnosti dřevěných konstrukcí* lze provést:

- klasifikací podle výsledků zkoušek dle příslušných zkušebních norem specifikovaných pro konkrétní druh konstrukční části v ČSN EN 13501-2 a ČSN 13501-3;
- stanovením normové hodnoty (tabulka ČSN 73 0821 ed.2), podle Eurokódu ČSN EN 1995-1-2;
- zkouškou a výpočtem v případech, kdy zkouškou nelze postihnout všechny činitele ovlivňující požární odolnost nebo kdy výsledky zkoušek vyžadují pro konkrétní aplikaci další posouzení.

Zkoušení požární odolnosti stavebních konstrukcí se provádí v akreditovaných zkušebních laboratořích podle normami stanovených postupů. Klasifikační postup pro požární odolnost dle ČSN EN 13501-2 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení:

- zadavatel zkoušky navrhne předpokládanou oblast použití klasifikace po zohlednění podmínek expozice, rozměrů prvku, okrajových podmínek a způsobu podepření, úrovně zatížení, varianty konstrukčních detailů, předpokládané třídy;
- odvodí se počet zkoušek při normové teplotní křivce (přímá aplikace zkušebních výsledků podle specifikace v příslušné zkušební metodě; výsledky rozšířené aplikace);
- jednotlivé části v konstrukčním prvku a druh prvku určují potřebu zkoušek podle jiné křivky než je normová teplotní křivka (např. křivka působení vnějšího požáru pro vnější povrchy nenosných stěn);
- provedení požární zkoušky, vyjádření doby v minutách, po níž zkušební vzorek průběžně vyhověl různým aspektům kritérií vlastností;
- vykonává-li se více než jedna zkouška, klasifikaci určuje nejhorší výsledek;
- zpracuje se protokol o klasifikaci podle přílohy A ČSN EN 13501-2.

Stavební konstrukce poté, co vyhoví zkoušce, je certifikována a může být uvedena na trh. Výsledky získané pomocí zkoušek jsou nejpřesnější a nejméně konzervativní, ale dosti nákladné a platnost výsledku je omezena pouze pro zkoušené prvky a dílce.

Na základě poznatků ze zkoušky požární odolnosti lze stanovit možnosti rozšířené aplikace výsledků zkoušek, což umožňuje širší využití výsledků zkoušek. Týká se to možnosti rozšíření klasifikace na další změny parametrů výrobků nebo rozšíření klasifikace na celé skupiny výrobků. Rozšířená aplikace výsledků zkoušek vychází z rozboru prováděného notifikovanou osobou. Pravidla pro rozšířenou aplikaci umožňují dvě možnosti stanovení:

- ***pomocí výsledků doplňkových zkoušek, které spolu s výsledky původních zkoušek umožňují zvážení většího rozsahu jednoho nebo více parametrů výrobku a jeho koncové aplikace,***
- ***pomocí výsledků zkoušek a výpočtů, posuzující parametry výrobku s ohledem na jeho koncové aplikace a vlastnosti za požáru.***

V daném kontextu je nutné zmínit vlastnosti, které je nutné zohlednit při úvaze rozšířené aplikace. Jedná se o obecné tepelné parametry – tepelné namáhání konstrukce a počet exponovaných stran, dále mechanické parametry prvků (mechanické zatížení, upevnění) a obecné konstrukční parametry (rozměry konstrukce, tvar, rozpětí apod.). Současně je nutné zohlednit specifické vlastnosti konstrukčního prvku s ohledem na materiál, což je v případě dřevěných prvků např. druh dřeva, třída pevnosti, objemová hmotnost, typ lepidla (v případě LVL).

Jako pomůcka pro projektanty a státní správu na úseku požární ochrany byla vydána příručka *Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů*. Tato příručka uvádí tabelárně hodnoty odhadu požární odolnosti konstrukcí (betonových, ocelových, ocelobetonových spřažených, dřevěných a zděných). Hodnoty v tabulkách stanovené na základě výpočetních postupů příslušných Eurokódů jsou konzervativní, na straně bezpečnosti. Přesnější hodnoty požární odolnosti lze stanovit výpočtem podle Eurokódů, zkouškou podle příslušných ČSN nebo kombinací obou možností.

V normě ČSN 73 0821 ed. 2 jsou uvedeny hodnoty požární odolnosti některých stavebních konstrukcí, jejich klasifikační zatřídění a hodnocení druhu konstrukčních částí. Rovněž jsou zde stanoveny požární odolnosti konstrukcí, na které nelze použít Eurokódy a pro něž nejsou zpracované harmonizované evropské normy. Hodnoty, klasifikace a zatřídění konstrukcí vychází z výsledků zkoušek požární odolnosti nebo z podrobných výpočtů sdílení tepla. V ČSN 73 0821 ed. 2 v tabulkách 1 a 2 jsou uvedeny nejmenší rozměry prvků odpovídající příslušné době požární odolnosti, klasifikační třídy, hodnocení druhu konstrukční části a aplikační podmínky stavebních konstrukcí. Z dřevěných konstrukcí jsou zde dřevěné hrázděné stěny a dřevěné stropy. Navíc jsou v této normě uvedeny příklady a detaily spojování a napojování stěn, stropů a podhledů, což může být použito obecně pro provádění a zajištění požární odolnosti stavebních konstrukcí.

6.5.3. Hodnocení únikových cest

Parametry únikových cest jsou z pohledu požární bezpečnosti hodnoceny bez ohledu na konstrukční systém objektu.

V rámci hodnocení únikových cest jsou dány limity na využití konstrukčních dílců typu DP3 a DP2 v případě požadavku na provedení chráněných únikových cest. Chráněné únikové cesty jsou tvořeny trvale volným komunikačním prostorem vedoucím k východu na volné prostranství, který tvoří samostatný požární úsek a je chráněný proti účinkům požáru (zplodinám hoření, vysokým teplotám apod.). Požárně dělící konstrukce tohoto úseku musí být tvořeny konstrukcemi DP1 (v některých případech rekonstrukcí stávajících objektů mohou být typu DP2), požární uzávěry otvorů v těchto konstrukcích musí, vyjma specifických případů, bránit šíření požáru a musí být vybaveny samouzavíracím zařízením. V chráněné únikové cestě nesmí být žádné požární zatížení, hořlavé materiály a rozvody technických zařízení, kromě případů, které splňují přesně stanovené podmínky.

6.5.4. Odstupové vzdálenosti

Často diskutovaným pojmem v souvislosti s požární bezpečností dřevostaveb jsou *odstupové vzdálenosti* (viz část 6.3). Požárně nebezpečný prostor vzniká při požáru okolo hořícího objektu. Tento prostor je nebezpečný z hlediska možného přenesení požáru sálajícím teplem ven z objektu pomocí požárně otevřených ploch nebo odpadávajícími částmi hořících konstrukcí. PNP je stanoven odstupovou vzdáleností d (m), která se měří kolmo od požárně otevřené plochy příslušného požárního úseku k hranici PNP, kde již nehrozí nebezpečí

přenesení požáru a hodnota tepelného toku je menší než $18,5 \text{ kW/m}^2$ (hodnota platná pro území ČR). Řada zemí má tuto hodnotu stanovenou přísněji, např. Anglie $12,5 \text{ kW/m}^2$, Švédsko 15 kW/m^2 a odstupové vzdálenosti pak vycházejí větší.

Od stavebního objektu se odstupová vzdálenost stanovuje pro každý požární úsek samostatně. Pro stanovení odstupové vzdálenosti od řešeného objektu je rozhodující:

- velikost požárně otevřených ploch posuzovaného požárního úseku,
- hustota tepelného toku z posuzovaného požárního úseku.

Požárně otevřené plochy obvodových stěn a jejich velikost se započítává následovně:

- u zcela požárně otevřených ploch skutečnou plochou,
- u částečně požárně otevřených ploch skutečnou plochou, jestliže má posuzovaný požární úsek pouze částečně požárně otevřené plochy, nebo úměrnou částí, v případě, že se vyskytují kombinace ploch s odlišnou hustotou tepelného toku.

Při stanovování odstupových vzdáleností se zároveň posuzuje, jestli v případě požáru nedojde k odpadávání hořících částí stavebních konstrukcí, především druhu DP3. Uvažuje se, že části mohou odpadávat pod úhlem 20° od svislé roviny, tomu odpovídá vzdálenost 0,36 násobku výšky pádu hořlavé části stavební konstrukce. Za výslednou odstupovou vzdálenost se vždy bere větší z posuzovaných hodnot (buďto odstupová vzdálenost od požárně otevřené plochy nebo od padajících hořících částí stavebních konstrukcí).

Posuzování odstupových vzdáleností střešních pláštů se neprovádí při sklonu střechy menším než 45° , kde se předpokládá, že nedochází k padání hořících částí, i když jsou střešní pláště druhu DP3. Jestliže přesah střechy od líce obvodové stěny je větší než 1 m, posuzují se obklady říms apod. z výrobků třídy reakce na oheň C až F jako padající části stavebních konstrukcí.

Pro hodnocení odstupových vzdáleností se navyšuje hodnota výpočtového požárního zatížení a to u konstrukčního systému smíšeného o $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, u hořlavého konstrukčního systému s prvky alespoň DP2 se navýší o $10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ a u hořlavého konstrukčního systému s prvky DP3 o $15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$.

Pro názornost je uveden výpočet odstupové vzdálenosti pro obvodovou stěnu, průčelí, délky 10 m a výšky 4,5 m, ve které je umístěn jeden otvor, okno $2 \times 2 \text{ m}$. Výpočet odstupových vzdáleností je proveden pro výpočtové požární zatížení $p_v = 45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, pro jednotlivé varianty konstrukčních dílců obvodové stěny DP1, DP1 s dřevěným obkladem lící fasády, DP2 a DP3.

- 1) Obvodová stěna je typu DP1, vyhovuje požadavku požární odolnosti. Za zcela požárně otevřenou plochu je považováno okno $2,0 \times 2,0 \text{ m}$. Odstupová vzdálenost je **$d = 2,48 \text{ m}$** .
- 2) Obvodová stěna je typu DP1, vyhovuje požadavku požární odolnosti. Na fasádě objektu je dřevěný obklad (např. modřínové dřevo v tl. 15 mm), obklad je hodnocen jako částečně požárně otevřená plocha. Za zcela požárně otevřenou plochu je považováno okno $2,0 \times 2,0 \text{ m}$. Odstupová vzdálenost je **$d = 5,65 \text{ m}$** .

- 3) Obvodová stěna je typu DP2, vyhovuje požadavku požární odolnosti. Za zcela požárně otevřenou plochu je považováno okno 2,0 x 2,0 m. Výpočtové požární zatížení bylo navýšeno o 10 kg.m⁻² (jedná se o hořlavý konstrukční systém). Odstupová vzdálenost je **d = 2,63 m**.
- 4) Obvodová stěna je typu DP3, vyhovuje požadavku požární odolnosti. Za zcela požárně otevřenou plochu je považována celá obvodová stěna rozměru 10 x 4,5 m. Výpočtové požární zatížení bylo navýšeno o 15 kg.m⁻² (jedná se o hořlavý konstrukční systém). Odstupová vzdálenost je **d = 8,58 m**.

Hořlavý konstrukční systém objektu výrazně ovlivňuje velikost požárně nebezpečného prostoru vymezeného kolem objektu.

6.5.5. Požárně bezpečnostní zařízení objektu

Požárně bezpečnostní zařízení mají vliv na omezení šíření požáru uvnitř objektu nebo požárního úseku tím, že identifikují vznikající požár a ohlašují je na místo s trvalou obsluhou (zařízení elektrické požární signalizace, zařízení dálkového přenosu, autonomní požární signalizace, zařízení pro detekci plynů a par), vzniklý požár automaticky likvidují (samočinné stabilní hasicí zařízení), omezují účinky požáru – vzniklé teplo a zplodiny hoření (samočinné odvětrávací zařízení, požární klapky, zařízení přetlakové ventilace), napomáhají včasné a bezpečné evakuaci osob z objektu (nouzové osvětlení, nouzové sdělovací zařízení). Všechny tyto funkce požárně bezpečnostních zařízení mají velký vliv na požární bezpečnost stavebních objektů, snižují finanční ztráty v případě požárů a zejména ochraňují životy a zdraví osob nacházející se v objektech. U nevýrobních objektů vliv požárně bezpečnostních zařízení, mimo jiné výrazně prodlužuje mezní délku nechráněných únikových cest.

Návrh instalace systémů požárně bezpečnostních zařízení, zejména aktivních systémů, se provádí bez ohledu na konstrukční systém objektu. V rámci hodnocení požární bezpečnosti objektu lze požárně bezpečnostní zařízení, konkrétně systémy elektrické požární signalizace (EPS), samočinného odvětrávacího zařízení (SOZ) a samočinného stabilního hasicího zařízení (SSHZ) využít pro:

- snížení požárního rizika (vyjma EPS),
- prodloužení mezních rozměrů požárních úseků,
- prodloužení mezních rozměrů nechráněných únikových cest.

Podle ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804 se nestanovují odstupové vzdálenosti, pokud je v celé půdorysné ploše instalováno sprinklerové stabilní hasicí zařízení a obvodové konstrukce jsou druhu DP1. Podmínkou instalace systému SSHZ je současně instalace systému EPS. Podle současně platných norem požární bezpečnosti staveb však nelze daný požadavek aplikovat pro konstrukce typu DP2 a DP3.

Systémy požárně bezpečnostních zařízení, instalované v rámci objektu dřevostavby, nemají vliv na hodnocení konstrukčního systému objektu. Objekt dřevostavby, ve které se nachází systém SSHZ, je stále hodnocen jako hořlavý konstrukční systém a podle současně platných norem je zahrnut vliv systému na hodnocení požárního rizika, případně únikových cest

objektu a vliv na hodnocení odstupových vzdáleností objektu. Podle současně platných předpisů je však obvodová konstrukce typu DP3 posuzována jako zcela požárně otevřená plocha i v případě instalace systému SSHZ.

6.6 Omezení použití dřevostaveb

Do dubna 2009 byla podle normy ČSN 73 0802 pro dřevostavby povolena výška $h \leq 9$ m, což umožňovalo při konstrukční výšce podlaží 3 m realizovat nejvýše čtyřpodlažní budovy. Zároveň platila další omezení používání dřevostaveb pro některé druhy stavebních objektů.

Poslední platné znění ČSN 73 0802 z května 2009 reagovalo na požadavek praxe žádající zvýšení výšky dřevostaveb. Hořlavé konstrukční systémy jsou podle uvedené ČSN 73 0802 možno realizovat až do výšky 12 m a zároveň při maximálním požárním riziku (výpočtovém požárním zatížení) $40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. To umožňuje při konstrukční výšce podlaží 3 m navrhovat až 5-ti podlažní dřevostavby, ovšem s chráněnými únikovými cestami (prostory schodišť musí být ohraničeny konstrukcemi DP1). Požadovaná požární odolnost konstrukcí v nadzemních podlažích 5-ti podlažní budovy se pak pohybuje od 60 do 120 minut. Smíšené konstrukční systémy je možno navrhovat do výšky $h \leq 22,5$ m.

Pro některé druhy staveb platí opět omezení pro použití dřevostavby. Použití dřevostaveb u nevýrobních objektů podle účelu, konstrukčního systému a výšky budovy je shrnuto v tabulkách 3 a 4.

Vymezení oblastí použití staveb s dřevěnými nosnými a požárně dělicími konstrukcemi je v požárních předpisech dáno:

- konstrukčním systémem stavby (smíšený, hořlavý),
- výškou budovy h [m].

Dřevěné konstrukce lze bez větších omezení použít pro výstavbu níže uvedených objektů. Jako největší omezení je považována velikost odstupových vzdáleností objektu, která limituje umístění objektu v okolní zástavbě, respektive i velikost stavebního pozemku. Současně je nutné dodržet limit mezní výšky objektu.

Dřevěné konstrukce lze v současné době využít pro výstavbu:

- **rodinných domů (objekt max. 3 nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží)**
- **bytových domů (objekt. max. 5 nadzemní podlaží, za předpokladu výpočtového požárního zatížení $40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$)**
- **budovy pro ubytování (objekt. max. 4 nadzemní podlaží)**
- **budovy administrativní (objekt. max. 4 nadzemní podlaží)**
- **multifunkční objekty (služby, obchod apod. s max. 4 nadzemní podlaží), vyjma zdravotnických objektů a shromažďovacích prostor**
- **školy (max. 4.NP, vyjma mateřské školy)**
- **objekty určené pro sport a kulturu (max. 4 nadzemní podlaží, vyjma shromažďovacích prostor)**
- **zemědělské objekty (max. 2 nadzemní podlaží)**
- **skladovací objekty (jednopodlažní do plochy 1000 m^2 , vyjma skladů hořlavých kapalin, pyrotechniky, výbušnin)**

Tab. 3 Limity požární výšky a požárního zatížení u hořlavého konstrukčního systému podle ČSN 73 0802

Konstrukční systém hořlavý					
Požární výška					
4 m		9 m		12 m	
p_v [kg.m ⁻²]	SPB.	p_v [kg.m ⁻²]	SPB.	p_v [kg.m ⁻²]	SPB.
10	I.	10	II.	10	III.
20-30	II.	20-30	III.	20-30	IV.
40-60	III.	40-60	IV.	40	V.
60-80	IV.	60-80	V.		
nad 80	V.				

V tabulce značí:
 p_v – výpočtové požární zatížení
 SPB – stupeň požární bezpečnosti

Tab. 4 Limity požární výšky a požárního zatížení u smíšeného konstrukčního systému podle ČSN 73 0802

Konstrukční systém smíšený							
Požární výška							
6 m		12 m		18 m		22,5 m	
p_v [kg.m ⁻²]	SPB.	p_v [kg.m ⁻²]	SPB.	p_v [kg.m ⁻²]	SPB.	p_v [kg.m ⁻²]	SPB.
10	I.	10	II.	10	IV.	10-75	V.
25-35	II.	25-35	III.	25-50	IV.		
50-75	III.	50-75	IV.				
75-100	III.	75-100	V.				
nad 100	IV.	nad 100	V.				

V tabulce značí:
 p_v – výpočtové požární zatížení
 SPB – stupeň požární bezpečnosti

Pro některé druhy staveb platí opět omezení pro použití dřevostavby. Použití dřevostaveb u nevýrobních objektů podle účelu, konstrukčního systému a výšky budovy je sumarizováno v tabulce 5.

Konstrukce typu DP2 a DP3 nesmí být použity v prostorách chráněných únikových cest a kabelových kanálů. Konkrétně, je-li řešena dřevostavba (objekt s hořlavým konstrukčním systémem) s požadavkem na zřízení chráněné únikové cesty, prostor CHÚC a šachty evakuačních a požárních výtahů musí být proveden z nehořlavých konstrukcí.

Tab. 5 Použití hořlavých a smíšených konstrukčních systémů v nevýrobních objektech, skladech a zemědělských stavbách

Druh objektu	Konstrukční systém	
	hořlavý	smíšený
obecně	$h \leq 9$ m event. $h \leq 12$ m	$h \leq 22,5$ m
výjimky:		
AZ 2 Ambulantní zařízení	novostavba - zákaz	novostavba - max.1NP
	změna stavby - max. 1NP	změna stavby – max. $h_p \leq 22,5$ m
LZ 1 Lůžkové zařízení	novostavba - zákaz	novostavba max. 1NP
	změna stavby - zákaz	změna stávající stavby objekt LZ 1 max. $h_p \leq 22,5$ m
LZ 2 Lůžkové zařízení	novostavba - zákaz	novostavba max. 1NP
	změna stavby - zákaz	změna stávající stavby objekt LZ 2 max. 7NP
Zařízení sociální péče Domy s pečovatelskou službou - byty	novostavba - zákaz změna stavby -zákaz	byty max. $h_p \leq 12$ m
Zařízení sociální péče Ústavy sociální péče Lůžková část, jednotka pro ubytování	novostavba – zákaz	novostavba max. 1NP event. 2NP
	změna stavby - zákaz	změna stávající stavby max. 7NP
Kojenecké ústavy a dětské domovy	novostavba - zákaz	novostavba max. 1NP
	změna stavby - zákaz	změna stávající stavby max. 7NP
Jesle	novostavba - zákaz	novostavba – zákaz
	změna stavby - zákaz	změna stavby max. $h_p \leq 2$ NP
Mateřská škola	novostavba – max. 2NP, v jiné budově $h_p \leq 2$ NP, nosné a požárně dělicí konstrukce DP1 nebo DP2	změna stavby do 12 dětí a 2NP nosné a požárně dělicí konstrukce DP1 nebo DP2
	změna stavby přes 12 dětí nebo výše než 2NP - zákaz	změna stavby přes 12 dětí nebo výše než 2NP - zákaz
Vnitřní shromažďovací prostory VP2, VP3 a 4SP/ VP1 ($p_v \geq 45$ kg.m⁻²)	novostavba a změna stavby zákaz	novostavba a změna stavby zákaz
Požární úseky pod venkovními shromažďovacími prostory s počtem osob větším než 1000	zákaz	zákaz
OB 4	max. 5NP, >5NP + SHZ, DHZ	max. 8NP >8NP + SHZ, DHZ
Dřevěná vyhlídková věž bez prostor jiného účelu	a) bez obvodových stěn výška max. 30m b) s obvodovými stěnami výška max. 15 m	

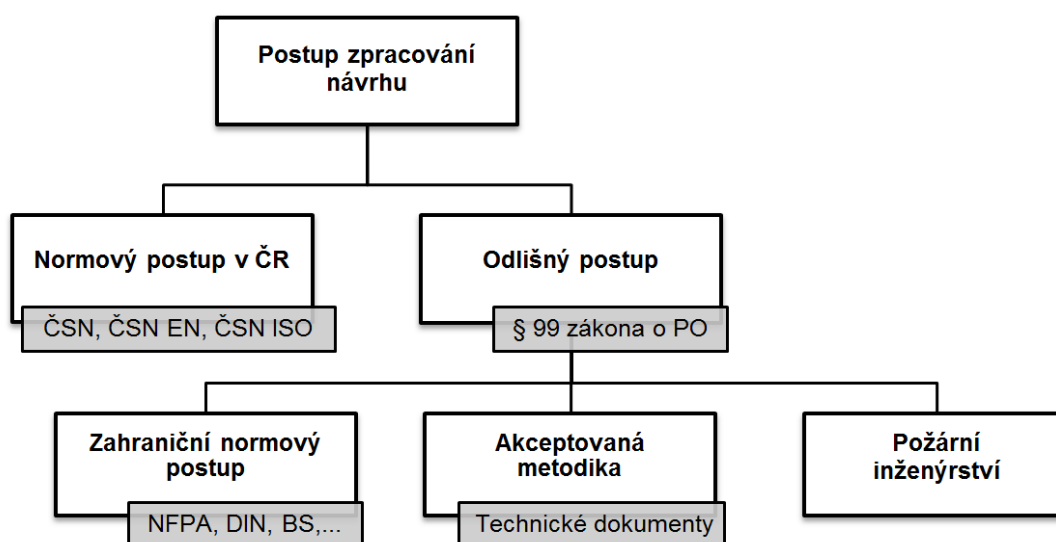
Stáje	novostavba více než 2NP - zákaz	
Silové hospodářství	zákaz	zákaz
Větší sklady a sklady pyrotechnických výrobků	zákaz	zákaz

V tabulce značí:
Výška h (m) – požární výška. Je omezena požárním rizikem p_v (kg/m²) podle Tab. 2 a Tab. 3.
AZ 2 – objekty, kde se poskytuje ambulantní péče s více než 3 lékařskými pracovišti (ČSN 73 0835).
LZ 1 – objekty s nejvíce 15 lůžky pro dospělé nebo 10 lůžky pro děti (ČSN 73 0835).
LZ 2 – objekty s lůžkovými jednotkami s více než 15 lůžky pro dospělé nebo 10 lůžky pro děti (ČSN 73 0835).
Zařízení sociální péče - Domy s pečovatelskou službou:
 Domy, kde počet osob, kterým je poskytována pečovatelská služba, je větší než 12.
 Zpravidla se vytvoří jednotky, které odpovídají formě ústavní péče.
 Nejde o pečovatelskou službu v jednotlivých domácnostech (ČSN 73 0835).
Zařízení sociální péče - Ústavy sociální péče (ÚSP):
 ÚSP pro více než 15 lůžek pro dospělé nebo 10 lůžek pro děti nebo více než 10 lůžek při současném výskytu dětí i dospělých, rovněž domovy důchodců (ČSN 73 0835).
Kojenecké ústavy a dětské domovy – pro děti do 3 let s více než 10 lůžky (ČSN 73 0835).
Jesle – zvláštní zdravotnické zařízení pro děti (ČSN 73 0835).
Mateřská škola – vyhláška č. 23/2008 Sb. ve znění vyhlášky 268/2011 Sb. a (ČSN 73 0834).
VP2,VP3 a 4SP/VP1 ($p_v \geq 45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) – vnitřní shromažďovací prostory v daném výškovém pásmu, popř. dané velikosti (ČSN 73 0831).
OB 4 – objekt pro ubytování s více než 60 lůžky do 3. NP anebo s více než 40 lůžky při více podlažích (ČSN 73 0833).
Vyhlídková věž – vyhláška č. 23/2008 Sb. ve znění vyhlášky 268/2011 Sb. a (ČSN 73 0802).
Zemědělské stavby - vyhláška č. 23/2008 Sb. ve znění vyhlášky 268/2011 Sb. a (ČSN 73 0842).
Větší sklady – definice (ČSN 73 0845).
Sklad pyrotechnických výrobků - vyhláška č. 23/2008 Sb. ve znění vyhlášky 268/2011 Sb.
CHÚC – chráněná úniková cesta (ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804).
Kabelové rozvody – kabelové kanály, šachty, mosty a kabelové prostory (ČSN 730848).
SHZ – sprinklerové stabilní hasicí zařízení (ČSN 73 0810).
DHZ – sprinklerové doplňkové stabilní hasicí zařízení (ČSN 73 0810).

7. Požární inženýrství pro potřeby navrhování dřevostaveb

V ustanovení § 99 zákona o požární ochraně se uvádí, že autorizovaný inženýr nebo technik, kterému byla udělena autorizace pro požární bezpečnost staveb, je při realizaci technických podmínek požární ochrany staveb *oprávněn použít postup odlišný od postupu*, který stanoví česká technická norma nebo jiný technický dokument upravující podmínky požární ochrany. Při použití takového postupu však musí autorizovaná osoba dosáhnout alespoň stejného výsledku, kterého by dosáhla při postupu podle vyhlášky č. 23/2008 Sb., ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb.

Požární inženýrství, které se postupně etabluje při navrhování u stavebních objektů, je souborem zásad a postupů určených k posouzení požární bezpečnosti zvláště rizikových nebo jinak specifických staveb nebo technologií, s cílem nalezení efektivního řešení z hlediska požární ochrany při zajištění přijatelné míry rizika. Požární inženýrství je však třeba chápat jako dílčí kategorii postupu odlišného jak od české technické normy, tak jiného technického dokumentu upravujícího podmínky požární ochrany (Obr. 7).



Obr. 7 Vztah mezi noremním a odlišným postupem

V České republice se dlouhodobě projevuje potřeba učinit rozbor stávajícího kodexu norem požární bezpečnosti staveb a norem souvisejících v návaznosti na mezinárodní trend posuzování stavebních objektů včetně dřevostaveb a ustanovit inovativní systém navrhování požární bezpečnosti staveb se zahrnutím metod požárního inženýrství.

8. Shrnutí

Cílové požadavky na dřevostavby a výrobky pro ně jsou v České republice – stejně jako pro ostatní stavby - zakotveny v závazných právních předpisech shodně s předpisy Evropské unie. Ověřování vlastností výrobků a konstrukcí pro stavby a jejich klasifikace se provádí přednostně podle platných evropských norem, které jsou v plném rozsahu přejímány do systému českých technických norem (harmonizované normy). Úroveň požadavků požární bezpečnosti staveb je však dána jednak některými českými právními předpisy a především neharmonizovanými národními českými technickými normami (ČSN) kodexu požárních norem. Vyplývá z nich řada omezení pro použití dřevostaveb podle účelu a/nebo výšky stavby. Česká republika umožňuje prokazovat požární bezpečnost stavby buď konzervativním způsobem s použitím českých technických norem anebo novodobým odlišným tzv. inženýrským (nenormovým) postupem - vždy při splnění cílových požadavků požární bezpečnosti. Odstranění bariér v používání dřevostaveb v České republice předpokládá zásah do právních a technických předpisů České republiky a další rozvoj a následné širší použití inženýrských metod v projektové praxi při zohlednění zkušeností dalších zemí.

9. Literatura

- nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 305/2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS.
- zákon č. 35/1953 Sb., o státním požárním dozoru a požární ochraně.
- zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.
- vyhláška č. 709/1950 Ú. l., o podrobnějších předpisech pro pozemní stavby.
- vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů.
- vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů.
- ČSN 73 0760 Požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť, 1954 (revize 1959).
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty, 5/2009 + Z1:2/2013 + Z2:7/2015.
- ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb. Výrobní objekty, 2/2010 + Z1:2/2013 + Z2:5/2015.
- ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb. Společná ustanovení, 7/2016.
- ČSN 73 0821 ed. 2 Požární bezpečnost staveb - Požární odolnost stavebních konstrukcí, 5/2007.
- ČSN 73 0831 Požární bezpečnost staveb. Shromažďovací prostory, 6/2011 + Z1:2/2013.
- ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb. Budovy pro bydlení a ubytování, 9/2010 + Z1:2/2013.
- ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb. Změny staveb, 3/2011 + Z1:7/2011 + Z2:2/2013.
- ČSN 73 0835 Požární bezpečnost staveb. Budovy zdravotnických zařízení a sociální péče, 4/2006 + Z1:2/2013.
- ČSN 73 0842 Požární bezpečnost staveb. Objekty pro zemědělskou výrobu, 3/2014 + Z1:8/2018.
- ČSN 73 0845 Požární bezpečnost staveb. Sklady, 5/2012.
- ČSN 73 0848 Požární bezpečnost staveb. Kabelové rozvody, 4/2009 + Z1:2/2013 + Z2:6/2017.
- ČSN EN 13501-1+A1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň, 2/2010.
- ČSN EN 13501-2 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení, 12/2016.
- ČSN EN 1995-1-2 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru, 12/2006 + OPR.1:9/2010.



PŘÍLOHA č. 2

Přístupy k řešení požární bezpečnosti v Evropě

Dřevo je naše budoucnost.



Přístupy k řešení klíčových otázek požární bezpečnosti dřevostaveb v Evropě

Autoři:

**doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.
Ing. Anna Kuklíková, PhD.
Ing. arch. Anna Gregorová
Bc. Alena Macasová**

Kontaktní osoba:
Petr Kuklík
tel.: 775 280 949
e-mail: kuklik@fsv.cvut.cz

Praha 8. 12. 2018

1 Úvod

V současné době jsou na stavební konstrukce kladeny stále rostoucí ekonomické, technologické a energetické požadavky, které je však potřeba vnímat i z pohledu environmentálně udržitelného rozvoje. Proto si Evropská komise v současnosti klade za cíl více podporovat výzkum nových materiálů a konstrukčních systémů pro stavebnictví se specifickým zaměřením na udržitelnou výstavbu.

Z tohoto pohledu je využití dřeva a materiálů na bázi dřeva velmi žádoucí, protože jen dostupné a snadno recyklovatelné materiály mají budoucnost v trvale udržitelném rozvoji. Dřevo je přitom velice unikátním stavebním materiálem. Pochází z obnovitelného surovinového zdroje - lesa a na jeho zpracování není potřeba vynaložit tolik energie jako na výrobu oceli, betonu a zdiva. Na druhou stranu je z něho možné vyrábět špičkové inženýrské výrobky a v neposlední řadě ho i různě chemicky modifikovat.

V rámci současných trendů tak vzniká obrovská šance pro dřevostavby, zejména různě prefabrikované, pro jejichž uplatnění jsou i tyto důvody:

- ekonomicko energetické (na vytápění je oproti běžným silikátovým stavbám potřeba polovina až třetina energií),
- rychlost výstavby,
- pohoda vnitřního prostředí,
- více vyhovují změnám způsobu života v čase (úpravy, rekonstrukce apod.),
- vysoká kvalita a přesnost provedení,
- nízké náklady na založení stavby vzhledem k nižší tíze dřevostavby (možnost stavět i tam, kde jsou složitější základové poměry),
- větší užitný prostor ve vztahu k zastavěné ploše než u staveb provedených klasickou technologií cca o 10%,
- dřevostavba je tzv. suchá výstavba, kterou lze realizovat celoročně bez dopadu na kvalitu provedení.

Protože se však dřevostavby po druhé světové válce tolik nepoužívaly, nikomu nevadilo, že v technických normách setrvala či vznikla určitá omezení, která měla často kořeny v dávné minulosti, kdy v domech byla otevřená ohniště. Například Spojené království má stále v paměti obrovský požár v Londýně v roce 1666, kdy během 5-ti dnů bylo zničeno požárem 13 200 domů a 87 kostelů. V souvislosti s nástupem většího využití dřeva ve stavebnictví proto provedlo velmi nákladné zkoušky požární odolnosti dřevěné konstrukce vícepodlažní budovy. V důsledku provedených zkoušek byly pak změněny technické normy a ve Spojeném království je možné, mimo jiné, realizovat dřevostavby až do výšky 18 m. Podíl dřevostaveb na bytové výstavbě v Anglii a Walesu je cca 25% a ve Skotsku dokonce cca 75%. Paradoxní přitom je, že zalesnění Spojeného království je cca 12%.

Česká republika se zalesněním cca 34% má přitom společně se Švýcarskem, Slovinskem, Německem a Rakouskem nejvyšší průměrné zásoby dříví na hektar v Evropě.

Různá omezení v národních technických normách jednotlivých zemí Evropy se postupně odstraňují a to i v rámci procesu sjednocování norem v Evropě. Je to samozřejmě dlouhodobější a také citlivá záležitost, protože lidé mají zafixováno, že dřevo hnije a hoří, což se negativně podepisuje na jejich pocitu bezpečí.

Málokdo si však uvědomuje, že dřevo hnije a požáry vznikají až když jsou pro to vytvořeny podmínky, především v podobě špatné údržby staveb. Ve sdělovacích prostředcích je problematika údržby staveb stále více prezentována i na příkladech staveb z jiných stavebních

materiálů. Lidé si tak najednou uvědomují, že i jiné konstrukce v případě špatné údržby mohou mít problémy. Postupně tak dřevo nevnímají jako tak rizikový materiál. Dalším důkazem toho jsou existující historické stavby ze dřeva.

Za hlavní předpoklad pro zvýšení používaná dřeva v budovách tak můžeme považovat nastavení přiměřených požadavků na požární bezpečnost staveb ze dřeva v národních normách požární bezpečnosti.

Významné změny v národních normách by logicky měly nastat i v rámci v současnosti nastartovaného procesu tzv. 2. generace Eurokódů. Normy pro navrhování stavebních konstrukcí na účinky požáru by měly být postupně přepracovány, rozšířeny a zdokonaleny na základě nových vědeckých poznatků. S ohledem na požární bezpečnost by tak mělo být možné provést velmi sofistikované analýzy dokladující objektivní požární odolnost staveb ze dřeva a tak přispět k jejich většímu využití ve stavební praxi.

Po celém světě bylo realizováno během posledních dvou desetiletí mnoho výzkumných projektů zaměřených na chování dřevěných konstrukcí při požáru. Tyto výzkumné práce byly zaměřeny hlavně na zjištění základních dat a informací o bezpečném použití dřeva. Na základě rozsáhlého testování byly vyvinuty nové koncepty a modely požárního návrhu. Zdokonalené znalosti v oblasti požárního návrhu dřevěných konstrukcí v kombinaci s technickými opatřeními, zejména sprinklery a kouřovými detektory spolu s dobře vybavenými hasičskými stanicemi v současné době dovolují bezpečné použití dřeva v mnoha různých aplikacích. Díky tomuto procesu mnoho států začalo s revizí svých požárních předpisů, tak aby byly vytvořeny podmínky pro větší použití dřeva.

Požární zkoušky a klasifikační metody byly nedávno harmonizovány po celé Evropě, ale regulační požadavky použitelné pro různé typy budov a koncové uživatele stále zůstávají v pravomocích každého státu. Ačkoliv tedy evropské předpisy na technické úrovni existují, požární bezpečnost je řízena národní legislativou a je tedy na politické úrovni. Národní požární předpisy sice zatím zůstaly, ale nová evropská harmonizace norem by měla poskytnout prostředky pro postupné dosažení společných národních předpisů.

Hlavní rozdíly jsou mezi počty povolených podlaží v dřevěných konstrukcích a také typy a/nebo množství viditelného dřevěného povrchu jak v interiéru, tak i v exteriéru v různých státech Evropy. Mnoho států nemá žádné konkrétní předpisy nebo nijak nelimituje počet podlaží ve dřevěných konstrukcích. Avšak, maximálně osm podlaží je často bráno jako praktický a ekonomický limit pro použití dřevěných konstrukcí. Tento limit může být vyšší v případě dřevěných fasád, obkladů a podlah, jelikož tyto prvky mohou být použity v konstrukcích z různých materiálů, například v železobetonových konstrukcích.

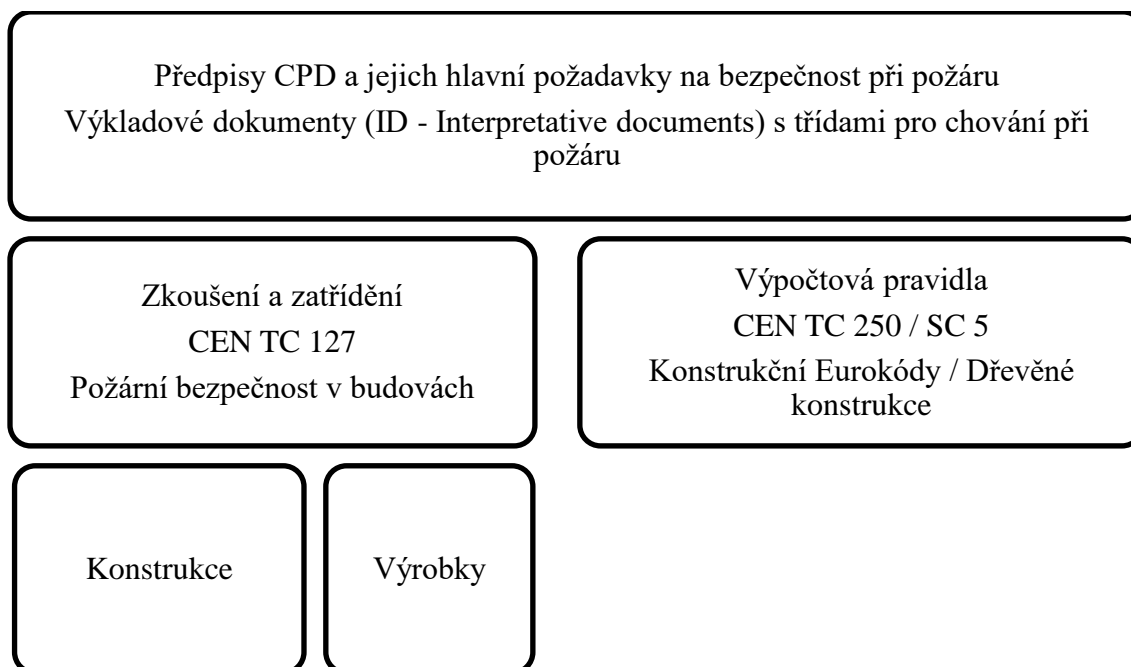
2 Evropský systém požární bezpečnosti

Evropský systém zahrnuje výrokové normy, třídy reakce na oheň, předpisy pro zkoušky, výpočty při požáru a byl vytvořen pro zabezpečení požární bezpečnosti v budovách. Evropské předpisy pro požární bezpečnost budov jsou dotčené hlavně harmonizovanými metodami pro ověření jejich chování při požáru.

2.1 Základní požadavky ve směrnících pro konstrukční výrobky

Stavební předpisy jsou v poslední době měněny tak, aby byly zaměřeny spíše na funkční a užitná kritéria, než aby byly nařizující. Tento vývoj byl urychlen vydáním stavební výrobní směrnice (CPD) [1] v roce 1988. Směrnice přinesla šest základních požadavků na výrobek, z nichž jeden je zaměřen na bezpečnost při požáru. Aby byly CPD požadavky na požární bezpečnost splněny, konstrukce musí být navržena a postavena tak, aby splňovala následující kritéria:

- Nosnost prvků musí být zachována po předepsaný čas.
- Vznik, šíření požáru a kouře musí být omezeno.
- Šíření požáru do sousedních konstrukcí musí být omezeno.
- Obyvatelé mohou bezpečně opustit budovu nebo být zachráněni jinými prostředky.
- Bezpečnost záchranných týmu se musí vzít v úvahu.



Obr. 1 Systém evropských požárních norem pro stavební výrobky

Předpisy CPD jsou nyní již nahrazeny stavebním výrobním nařízením (CPR – Construction Products Regulation). Toto nařízení požaduje brát v úvahu i udržitelnost výstavby, což je pro dřevostavby velice dobré.

Vedle různých nařízeních a norem je v současné době také možné pro různé nové materiály, spoje atd. použít evropské technické certifikáty vydávané EOTA (European Organisation for Technical Approvals – Evropská organizace pro technické certifikáty).

2.2 Evropská harmonizace konstrukčního návrhu

Jako součást cíle EU odstranit technické překážky pro obchodování v Evropě byl vydán soubor evropských předpisů pro obor stavebního inženýrství. Tyto evropské předpisy pro návrh částí

a celých konstrukcí budov, známé jako Eurokódy by měly pomoci normalizovat pravidla pro návrh konstrukcí po celé Evropě. Eurokódy se zaměřují na splnění následujících cílů:

- Poskytovat běžné kritéria pro návrh a výpočetní metody za účelem sloučení nezbytných požadavků pro mechanickou odolnost, stabilitu a požární odolnost. Též berou v úvahu i aspekty trvanlivosti a hospodárnosti.
- Nastolit základní chápání návrhu konstrukcí mezi vlastníky, provozovateli, uživateli, projektanty a výrobci stavebních prvků.
- Umožnit výměnu služeb v oblasti stavebnictví mezi členskými státy EU a usnadnit použití a marketing stavebních produktů, materiálů a prefabrikovaných konstrukcí nebo dílců pomocí použití porovnatelných návrhových charakteristik při výpočtu a posuzování.
- Poskytnout společný základ pro výzkum a vývoj v oblasti stavebnictví.
- Zvýšit konkurenceschopnost evropských stavebních inženýrů, architektů, výrobců v celosvětové působnosti.
- Významně přispět k jednotlivým aktivitám na trhu v EU.

Eurokódy byly přijaty národními normalizačními výbory ve všech evropských zemích. Národní normalizační výbory k nim vytvořily národní přílohy s konkrétními pravidly a hodnotami, tak aby se udržel stupeň spolehlivosti požadovaný v příslušných zemích. Národní přílohy jsou základním dokumentem, který umožňuje použití Eurokódů. Mají též zahrnovat další informace:

- Postup, který má být použit, je-li v Eurokódu uvedena alternativní metoda.
- Rozhodnutí o používání informativních příloh.

Všechny Eurokódy, které přísluší k různým materiálům, mají část 1-1 (např. EN 1995-1-1 [2]), která pokrývá návrh inženýrských staveb a budov za běžné teploty, a část 1-2 (např. EN 1995-1-2 [3]), která řeší konstrukční návrh při požáru. Zatížení konstrukcí vystaveným účinkům požáru řeší EN 1991-1-2 “Zatížení konstrukcí, část 1–2: Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru”.

Požární zatížení je základní veličinou pro určování požárního rizika, neboť za požární riziko se obecně považuje to co může způsobit požár.

Požární riziko je definované jako míra rozsahu případného požáru v posuzovaném stavebním objektu nebo jeho části, a je určeno výpočtovým požárním zatížením. Je určeno též charakterem objektu, jeho funkcí, technickým a technologickým zařízením, konstrukčním, dispozičním a případně urbanistickým řešením, požárně bezpečnostními opatřeními apod.

Požární zatížení je chápáno jako pomyslné množství dřeva (kg) na jednotce plochy (m^2), jehož normová výhřevnost je ekvivalentní normové výhřevnosti všech hořlavých látek, které se nacházejí na stejné posuzované ploše (např. na ploše požárního úseku).

Hustoty požárního zatížení (MJ/m^2) pro různé provozy jsou uvedeny ve zmíněné evropské evropské normě EN 1991-1-2. Například pro byty je toto zatížení dáno průměrnou hodnotou 780 (MJ/m^2) a 80 % kvatilem 948 (MJ/m^2).

Eurokódy povolují výpočet a posouzení únosnosti prvků a konstrukcí pro různé materiály, který je založený na polo-pravděpodobnostním konceptu se součiniteli spolehlivosti (Metoda mezních stavů). Proto je také možné navrhovat konstrukce a prvky na jejich chování při běžné teplotě a za požáru.

Aplikace částí Eurokódu, týkajících se požáru, umožňuje integraci parametrických křivek teplota/čas, normové teplotní křivky a křivek přirozeného požáru, které reprezentují reálné požáry jako alternativu k normové křivce požáru při hodnocení požární odolnosti prvků a spojů. Toto hodnocení může být velmi užitečné i při hodnocení již existujících konstrukcí.

Eurokódy progresivně nahradily národní předpisy ve všech evropských zemích a národní normy řešící požární odolnost konstrukcí musely být zrušeny či z nich musely být odstraněny pasáže, které řešily stejnou problematiku jako řeší Eurokódy. Část 1-2 Eurokódu 5 [3] poskytuje jako rozšíření návrhu odolnosti konstrukcí při požáru alternativní řešení zahrnující určení požární odolnosti s ohledem na celistvost a izolaci oddělujících konstrukcí jako jsou stěny a stropy. Klasifikace stavebních prvků používá užitná kritéria z EN 13501-2 [11].

2.3 Evropská harmonizace systému požární klasifikace

2.3.1 Reakce na oheň – stavební výrobky

Evropský systém klasifikace reakce na oheň pro stavební výrobky byl včleněn do CPD [1]. Tento systém je často nazýván systém eurotříd (Euroclass system). Skládá se ze dvou subsystémů, jeden je pro stavební výrobky kromě materiálů pro podlahy, to znamená hlavně stěny, obložení stropu, viz tab. 1, druhý je pro podlahové materiály. Oba subsystémy mají třídy reakce na oheň A až F, kde třídy A1 a A2 zahrnují nehořlavé výrobky. Evropský systém nahradil národní klasifikační systémy, které vytvářely překážky pro obchod mezi státy. Evropský systém klasifikace reakce na oheň je založen na souboru EN předpisů pro zkušební metody, EN 13823 [5], EN ISO 11925-2 [6] a EN ISO 9239-1 [7] a pro systém klasifikace EN 13501-1 [10]. Pro určení tříd hořlavosti stavebních výrobků jsou definovány tři metody, viz tab. 2.

Tab. 1 Přehled evropského zatřídění podle reakce na oheň výrobků kromě podlahových krytin

Euro třída	Třída kouře	Třída plamenně hořících částic	Požadavky podle FIGRA				Příklad výrobku
			nehořlavé	SB I	malý plamen	[W/s]	
A1	-	-	x	-	-	-	Kámen, sklo
A2	s1, s2 nebo s3	d0, d1 nebo d2	x	x	-	≤ 120	Sádrové desky (tenký papír), minerální vlna
B	s1, s2 nebo s3	d0, d1 nebo d2	-	x	x	≤ 120	Sádrové desky (tlustý papír), dřevo ošetřené zpomalovači hoření
C	s1, s2 nebo s3	d0, d1 nebo d2	-	x	x	≤ 250	Povrch sádrových desek, dřevo ošetřené zpomalovači hoření
D	s1, s2 nebo s3	d0, d1 nebo d2	-	x	x	≤ 750	Dřevo, materiály na bázi dřeva
E	-	- nebo d2	-	-	x	-	Některé syntetické materiály
F	-	-	-	-	-	-	Žádný ukazatel není stanoven

SBI – Single Burning Item (jednotlivý hořící bod), EN 13823, hlavní test pro určení třídy reakce na oheň stavebních výrobků

FIGRA – Fire Growth Rate (hodnocení rozvoje požáru), hlavní parametr požárního zatřídění podle SBI testu

Tab. 2 Evropské metody testování, které jsou použity pro určení třídy reakce na oheň hořlavých výrobků

Metoda testování	Stavební výrobky s výjimkou podlah	Podlahy	Hlavní měřená reakce na oheň použitá pro zatřídění
Test malého plamene EN ISO 11925-2 [6]	x	x	Rozšíření plamene po 60 nebo 20 s
SBI test SBI EN 13823 [5]	x	-	- FIGRA - SMOGRA (Smoke Growth Rate = hodnocení rozvoje kouře)
Sálavý panelový test EN ISO 9239-1 [7]	-	x	- CHF (Critical Heat Flux = kritický tepelný tok) - kouř

2.3.2 Požární odolnost – Chování konstrukcí při požáru

Požaduje-li se stanovení požární odolnosti z hlediska stavební mechaniky, musí být konstrukce navrženy a provedeny takovým způsobem, aby si zachovaly svou nosnou funkci během příslušného požárního namáhání, tj. kritérium únosnosti R. Požadavky na přetvoření se uplatňují pouze tam, kde technické podmínky pro požárně dělicí prvky nebo pro ochranné prostředky vyžadují uvážit přetvoření nosné konstrukce.

Při rozdělení objektu dřevěnou konstrukcí na požární úseky musí být odpovídající prvky navrženy a provedeny takovým způsobem, aby si zachovaly svou požárně dělicí funkci během příslušného požárního namáhání. Za prvé nesmí dojít k porušení celistvosti následkem trhlin, děr nebo jiných otvorů, dostatečně velkých na to, aby způsobily pronikání požáru prostřednictvím horkých plynů nebo plamenů, tj. kritérium celistvosti E. Za druhé nesmí dojít k porušení izolace následkem teplot ohni nevystaveného povrchu, přesahujících přípustné meze, tj. kritérium tepelné izolace I. Přípustný vzestup průměrných teplot na ohni nevystaveném povrchu je omezen na 140 K a maximální vzestup teploty v kterémkoliv bodě je omezen na 180 K. Prvky musí podle své povahy vyhovovat kritériím R, E a I. Rozlišují se prvky s funkcí pouze požárně dělicí E a I, pouze nosnou R a požárně dělicí a nosnou R, E a I.

Požární odolnost stavebních prvků může být ověřena zkoušením nebo použitím výpočetních metod. V posledních letech bylo vyvinuto několik evropských zkušebních norem, tyto normy jsou ve většině podrobnější než předchozí. Norma EN 1363-1 [13] představuje obecné požadavky pro zkoušky požární odolnosti a požadavky příslušné ke každému prvku, např. stěna, strop atd. jsou uvedeny v příslušné zkušební metodě. Norma EN 1363-2 [14] zahrnuje pět dalších vystavení požáru, jiných než normová teplotní křivka [15 - 24].

Třídy požární odolnosti stavebních výrobků a částí budov jsou definovány v klasifikační normě EN 13501-2 [11] a přísluší k normové teplotní křivce. Přehled užitečných tříd je dán v EN 13501-2, viz tab. 3. Dřevěné konstrukce mohou dosáhnout většiny tříd.

Tab. 3 Přehled užitečných tříd požární odolnosti stavebních prvků podle EN 13501-2 [11]

Stavební prvek	Nosnost R	Celistvost E	Izolace I	Čas [min]	Metoda testování
Stěnové prvky	x	x	x	15 - 360	EN 1363-1 [13], EN 1364-1 [15] nebo EN 1365-1 [19]
Stropní prvky	x	x	x	15 - 360	EN 1363-1 [13], EN 1364-2 [16] nebo EN 1365-2 [20]
Nosníky	x	-	-	15 - 360	EN 1363-1 [13], EN 1365-3 [21]
Sloupy	x	-	-	15 - 360	EN 1363-1 [13], EN 1365-4 [22]
Balkóny a chodníky	x	-	-	15 - 360	EN 1363-1 [13], EN 1365-5 [23]
Schodiště	x	-	-	15 - 360	EN 1363-1 [13], EN 1365-6 [24]
Dveře a uzávěrové dílce	-	x	x	15 - 240	EN 1634-1 [25], EN 1634-3 [26]

Existují dílčí charakteristiky užitečných vlastností (I_1 a I_2) pro dveře a uzávěry [25, 26]. Další charakteristiky také existují pro mechanické působení (M), radiaci (W), samo zavírání (C) a únik kouře (S), viz EN 13501-2 [11].

Požární odolnost schodišť je testovaná podle [24].

2.3.3 Schopnost požární ochrany

Evropský systém s K třídami, viz tab 4, pro schopnost požární ochrany konstrukčních panelů je definován v EN 13501-2 [11].

Tab. 4 Přehled evropských užitečných tříd pro K třídy podle EN 13501-2

Třída	Stav při testování, výplň	Teplota za [C°]	Užitečná kritéria		Čas [min]	Metoda testování
			Bez kolapsu	Žádné hoření výplně		
K ₁ 10	Standartní dřevotříska nebo podklad $\leq 300 \text{ kg/m}^3$	< 250	x	x	10	EN 14135
K ₂ 10	Standartní dřevotříska	< 250	x	x	10	EN 14135
K ₂ 30	Standartní dřevotříska	< 250	x	x	30	EN 14135
K ₂ 60	Standartní dřevotříska	< 250	x	x	60	EN 14135

K třídy jsou založeny na zkouškách požární odolnosti ve vodorovné poloze podle EN 14135 [9]. Hlavním parametrem testování je teplota za panelem pro různé časové intervaly (10, 30 nebo 60 minut). Nejsou požadovány žádné padající části nebo celkový kolaps panelu.

Hlavním cílem K tříd je poskytnutí požární ochrany skrytým částím konstrukcí, např. izolaci ve stěně nebo v podlaze.

Podle výplně prvku jsou definovány dvě K třídy. Třída K₁ 10 obsahuje podklad s hustotou menší než 300 kg/m³, zatímco třídy K₂ 10 – K₂ 60 zahrnují všechny podkladové materiály. V praxi by třída K₂ měla být dostatečná pro všechny výrobky na bázi dřeva.

K třídy byly vyvinuty v severovýchodních zemích, kde byly použity hlavně pro sádko-kartonové desky. Nicméně, v evropském systému převažují požadavky pouze na požární odolnost.

2.3.4 Užité vlastnosti za požáru vnějších povrchů – střechy

V evropském pojetí se používají různé alternativy pro zkoušení a ověřování vnějšího chování střech za požáru, např. podle ENV 1187 [8] – pomocí hořících značek; nebo hořících značek a větru; nebo hořících značek, větru a dodatečného radiačního tepla.

Pocházejí z různých evropských zemí a do současnosti nebylo možné je nijak harmonizovat. Jsou uvažovány jedna nebo obě z následujících podmínek nebezpečí:

- Rozšíření požáru na povrchu a/nebo okamžitě pod střešní krytinou.
- Proniknutí požáru střechou.

Klasifikace vnějšího chování za požáru na střeše je specifikována v EN 13501-5 [12]. Přehled je ukázán v tab. 5.

Při použití dřevěných výrobků pro střechy je hlavní otázkou možnost použití dřeva jako podkladu pro plášť střechy. Dřevěné prvky se obecně příliš jako střešní krytina nepoužívají.

Tabulka 5 - Přehled užitečných tříd a požadavků na střešní prvky v souladu s EN 13501-5 [12]

Třídy	Kritéria chování podle ENV 1187				Metoda testování
	Rozšíření požáru, hoření, záření	Délka poškození	Rozšíření požáru a jeho proniknutí	Proniknutí požáru, rozšíření plamenů atd.	
B _{střecha} (t1)	x	-	-	-	ENV 1187-1
F _{střecha} (t1)	-	-	-	-	ENV 1187-1
B _{střecha} (t2)	-	x	-	-	ENV 1187-2
F _{střecha} (t2)	-	-	-	-	ENV 1187-2
B _{střecha} (t3)	-	-	x	-	ENV 1187-3
C _{střecha} (t3)	-	-	x	-	ENV 1187-3
D _{střecha} (t3)	-	-	x	-	ENV 1187-3
F _{střecha} (t3)	-	-	-	-	ENV 1187-3
B _{střecha} (t4)	-	-	-	x	ENV 1187-4
C _{střecha} (t4)	-	-	-	x	ENV 1187-4
D _{střecha} (t4)	-	-	-	x	ENV 1187-4
E _{střecha} (t4)	-	-	-	x	ENV 1187-4
F _{střecha} (t4)	-	-	-	-	ENV 1187-4

2.4 Literatura

1. Official Journal OJ L40 of 11.2.1989, p 12, as amended by Council Directive 93/68/EEC, OJ L220 of 30.8.1993, p 1.
2. EN 1995-1-1:2004 Eurocode 5. *Design of timber structures – Part 1-1 – General – Common rules and rules for building*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels, 2004.
3. EN 1995-1-2:2004 Eurocode 5. *Design of timber structures – Part 1-2 – General – Structural fire design*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels, 2004.
4. COMMISSION DECISION of 8 February 2000 implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the reaction-to-fire performance of construction products. Official Journal of the European Communities 23.2.2000
5. EN 13823:2002. *Reaction-to-fire tests for building products – Building products excluding floorings – exposed to the thermal attack by a single burning item, SBI test*. European Committee for Standardization, Brussels, 2002.
6. EN ISO 11925-1:2002: *Reaction-to-fire tests for building products – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2002.
7. EN ISO 9239-1:2002. *Reaction-to-fire tests for floor coverings – Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2002.
8. ENV 1187:2005. *Test methods for external fire exposure to roofs*, 2002. Amendment A1. European Committee for Standardization, Brussels. 2002 (nyní nahrazena CEN/TC 1187).
9. EN 14135:2005. *Coverings – Determination of fire protection ability*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2005.
10. EN 13501-1:2009. *Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using test data from reaction-to-fire tests*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2009.
11. EN 13501-2:2009. *Fire classification of construction products and building elements – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2009.
12. EN 13501-5:2009. *Fire classification of construction products and building elements – Part 5: Classification using data from external fire exposure roof tests*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2009.
13. EN 1363-1:1999. *Fire tests – Part 1: General requirements*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 1999.
14. EN 1363-1:1999. *Fire tests – Part 2: Alternative and additional procedures*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 1999.
15. EN 1364-1:1999. *Fire resistance tests non-load bearing elements – Part 1: Walls*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 1999.
16. EN 1364-1:1999. *Fire resistance tests non-load bearing elements – Part 2: Ceilings*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 1999.
17. EN 1364-3:2006. *Fire resistance tests non-load bearing elements – Part 3: Curtain walling – Full configuration*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2006.
18. EN 1364-3:2006. *Fire resistance tests non-load bearing elements – Part 3: Curtain walling – Part configuration*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2007.

19. EN 1365-1:1999. *Fire resistance tests for load bearing elements – Part 1: Walls*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 1999.
20. EN 1365-2:2000. *Fire resistance tests for load bearing elements – Part 2: Floors and roofs*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2000.
21. EN 1365-3:1999. *Fire resistance tests for load bearing elements – Part 3: Beams*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 1999.
22. EN 1365-4:1999. *Fire resistance tests for load bearing elements – Part 4: Columns*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 1999.
23. EN 1365-5:2007. *Fire resistance tests for load bearing elements – Part 5: Balconies and walkways*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2007.
24. EN 1365-5:2007. *Fire resistance tests for load bearing elements – Part 5: Stairs*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2007.
25. EN 1634-1:2008. *Fire resistance and smoke control tests for door, shutter and openable window. assemblies and elements of building hardware – Part 1: Fire resistance tests for doors, shutters and openable windows*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2008.
26. EN 1634-3:2008. *Fire resistance and smoke control tests for door, shutter and openable window. assemblies and elements of building hardware – Part 3: Smoke control test for door and shutter assemblies*. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels. 2008.
27. ISO 834-1:1999. *Fire resistance tests – Elements of building construction – Part 1: General requirements*. International Standards Organization, 1999.

3 Odstupové vzdálenosti dřevostaveb v Evropě

Velkým handicapem pro dřevostavby v ČR jsou požadované odstupové vzdálenosti. V době kdy se velikosti parcel z cenových důvodů snižují, je to pro dřevostavby velmi omezující.

Tato část studie prezentuje jak k problematice odstupových vzdáleností mezi budovami přistupují stavební předpisy v některých zemích Evropy. Konkrétně ve Spojeném království (v Anglii a ve Walesu) a dále ve Švédsku. Tyto země byly vybrány především z důvodu velkého zastoupení staveb s konstrukcemi druhu DP3.

3.1 Anglie a Wales

Oproti České republice se odstupové vzdálenosti v Anglii a Walesu posuzují jednodušeji. Nezávisí na velikosti požárního zatížení ani na procentu POP (požárně otevřená plocha), ale závisí na tzv. účelové skupině budovy a na velikosti nechráněné plochy. Způsob stanovení odstupových vzdáleností je podrobněji popsán dále v textu.

Odstupové vzdálenosti jsou v Anglii a ve Walesu určeny ve stavebních předpisech, konkrétně podle stavebních předpisů požární ochrany: Schválený dokument B v části B4 (Approved document B) [1]. V této části jsou stanoveny 2 základní požadavky, které se týkají vnějšího šíření požáru:

1) Obvodové stěny budovy musí odolávat šíření požáru přes stěny a z jedné budovy do druhé s ohledem na výšku, využití a umístění budovy,

2) Střecha budovy musí odolávat šíření požáru přes střechy a z jedné budovy do druhé s ohledem na využití a umístění budovy.

Tyto požadavky se dle Schváleného dokumentu B [1] považují za splněné v případě, že jsou splněna tato opatření:

a) Riziko vznícení obvodových stěn způsobené vnějším zdrojem požáru a šíření požáru na povrchu stěny musí být omezené. Toho se dosáhne vytvořením vnějších stěn z materiálu s nízkou rychlostí uvolňování tepla.

b) Množství sálavého tepelného toku, který je schopen projít stěnou s požární odolností, musí být omezeno. Toho se dosáhne omezením množství nechráněných oblastí ve zdi a zohledněním vzdálenosti k příslušné hranici.

c) Riziko rozšíření plamene a proniknutí střechou způsobené vnějším zdrojem požáru musí být omezené. Toho se dosáhne použitím vhodné střešní konstrukce.

Míra, do které musí být tato opatření přijata, závisí na několika faktorech, jako je využití budovy, vzdálenost od příslušné hranice a v některých případech výška budovy, viz [1, 2].

3.1.1 Popis důležitých pojmů

Prostorové oddělení - podle Schváleného dokumentu B je prostorové oddělení založeno na pěti hlavních předpokladech:

1) Velikost požáru závisí na rozdělení budovy na požární úseky.

2) Intenzita požáru závisí na využití budovy, tzv. účelových skupinách. Intenzita požáru se může snížit použitím automatického sprinklerového systému.

3) Obytné, shromažďovací a rekreační účelové skupiny jsou spojeny s větším rizikem pro život než jiné účelové skupiny.

4) Budova s podobnou výškou posuzované budovy nacházející se na druhé straně příslušné hranice je umístěna ve stejné vzdálenosti od společné hranice.

5) Sálavý tepelný tok, který prochází stěnou s požární odolností, je zanedbatelný a může být ignorován.

Pokud se požaduje menší odstupová vzdálenost, je doporučeno rozdělení budovy do menších požárních úseků, viz [1, 2].

Hranice - ve Schváleném dokumentu B [1] je určena odstupová vzdálenost k příslušné hranici, což je skutečná nebo fiktivní hranice, která by měla být použita při určování odstupových vzdáleností. Skutečná hranice je hranice pozemku oddělující dva pozemky podle jejich vlastníků, popřípadě oddělených pomocí oplocení. V případě potřeby lze jako příslušnou hranici, ke které se stanovují odstupové vzdálenosti, uvažovat tzv. fiktivní hranici, což je pomyslná hranice umístěná v prostoru, kde se nepředpokládá další výstavba, například v ose silnice. Díky tomu lze vypočítat celkové množství obvodové stěny bez požární odolnosti, při kterém se nemusí brát ohled na jakoukoliv budovu umístěnou na druhé straně hranice. Obvodová stěna se uvažuje jako obrácená k příslušné hranici za předpokladu splnění některého ze tří případů na obr. 1.

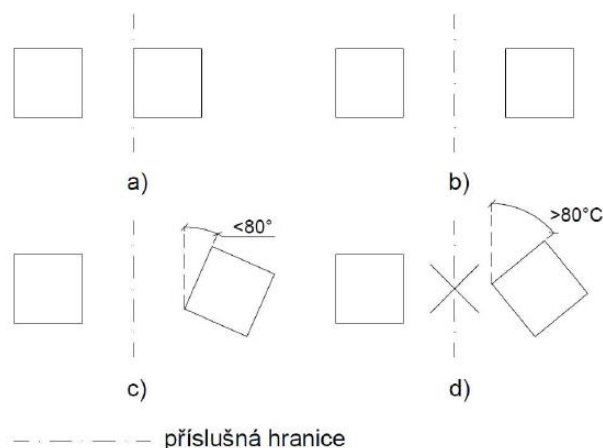
Aby byla hranice považována za příslušnou hranici, měla by:

a) se shodovat s obvodovou stěnou budovy,

b) být rovnoběžná s obvodovou stěnou budovy,

c) nesmí vytvářet úhel větší než 80° s obvodovou stěnou budovy.

V případě, že ani jeden ze tří případů není splněn, tak se k dané hranici nestanovují odstupové vzdálenosti a je nutné stanovit hranici jinou, viz [1, 2].



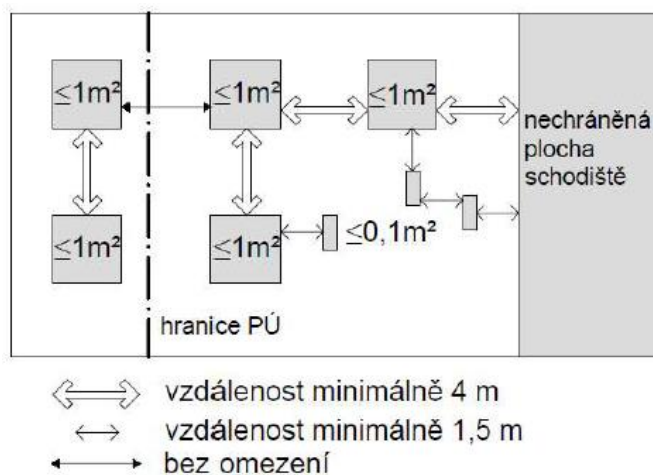
Obr. 1 Poloha obvodové stěny obrácené k příslušné hranici: a) obvodová stěna se shoduje s příslušnou hranicí; b) obvodová stěna je rovnoběžná s příslušnou hranicí; c) obvodová stěna nevytváří s příslušnou hranicí úhel větší než 80° ; d) obvodová stěna vytváří s hranicí úhel větší než 80° - nejedná se o příslušnou hranici

Odstupová vzdálenost mezi budovami, které se nachází na stejném pozemku, se může v mnoha případech snížit, pokud se nejedná o obytnou, shromažďovací nebo rekreační účelovou skupinu. V případě zařazení budovy do jedné z těchto účelových skupin se předpokládá umístění fiktivní hranice v prostoru mezi budovami. Tato fiktivní hranice by se měla umístit mezi budovy tak, aby splňovala požadavky na oddělení prostorů pro jednu ze sousedních budov. Zpravidla se fiktivní hranice stanovuje pro budovu s rizikovější účelovou skupinou. Od takto umístěné fiktivní hranice se následně musí ověřit, že umístění fiktivní hranice vyhovuje také požadavkům pro druhou z posuzovaných budov, viz [1, 2].

Obvodové stěny - konstrukce obvodových stěn a oddělení budov, aby se zabránilo rozšíření požáru, jsou úzce spojeny. Obvodové stěny, které jsou vzdálené více než 1,0 m od příslušné hranice, nemusí splňovat požadovanou požární odolnost. Naopak obvodové stěny, které jsou umístěné ve vzdálenosti menší než 1,0 m, musí splňovat požadovanou požární odolnost, která závisí na využití, výšce a velikosti budovy. Ve Schváleném dokumentu B jsou také uvedena opatření k omezení hořlavosti obvodové stěny, omezení schopnosti vznícení obvodových stěn od vnějšího zdroje požáru a následné šíření plamenů nahoru. Tato opatření platí rovněž pro obvodové stěny, které jsou umístěné ve vzdálenosti menší než 1,0 m k příslušné hranici a také pro budovy účelové skupiny pro shromažďování a rekreaci, viz [1, 2].

Nechráněné oblasti - pojem nechráněná oblast je stejný jako pojem požárně otevřená plocha, který se používá v ČR. Jako nechráněná oblast se klasifikuje obvodová stěna, která nesplňuje požadovanou požární odolnost. Stěna, která splňuje požadovanou požární odolnost, ale je pokryta hořlavým materiálem o tloušťce větší než 1 mm, se také klasifikuje jako nechráněná plocha s celkovou plochou poloviny skutečné plochy hořlavého materiálu, což je podobné klasifikaci částečně požárně otevřené plochy používané v ČR. Malé nechráněné oblasti, do $1,0 \text{ m}^2$, se mohou při určování odstupových vzdáleností zanedbávat, protože riziko šíření požáru po těchto malých plochách je velmi malé. Tento předpoklad platí v případech odstupových vzdáleností nechráněných ploch v obvodové stěně, kdy:

- nechráněná plocha, která tvoří plochu nejvýše 1 m^2 , je od ostatních nechráněných ploch stejné velikosti vzdálena minimálně $4,0 \text{ m}$,
- nechráněné plochy o velikosti nejvýše $0,1 \text{ m}^2$ jsou od ostatních nechráněných ploch vzdáleny minimálně $1,5 \text{ m}$,
- nechráněné plochy umístěné v různých požárních úsecích jsou bez omezení na umístění,
- nechráněné vnější plochy schodiště, které tvoří chráněnou únikovou cestu, jsou bez omezení na umístění.



Obr. 2 Nechráněné oblasti v obvodové stěně, od kterých se nemusí stanovovat odstupové vzdálenosti

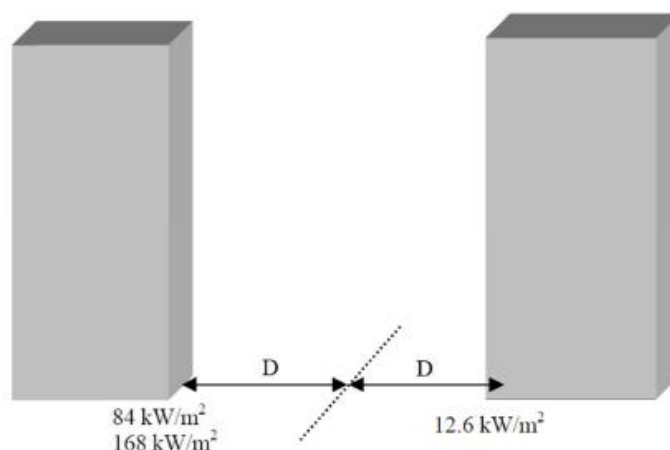
Nechráněné plochy budovy, která není součástí většího celku, mohou být zanedbávány, pokud se nachází více než 30 m nad úroveň terénu s ohledem na vzdálenost mezi nimi. Obvodové stěny, které jsou umístěné do $1,0 \text{ m}$ od příslušné hranice, nesmí mít nechráněné plochy nad rámec toho, co je popsáno výše, a obvodové zdi musí splňovat požadovanou požární odolnost z obou stran, viz [1,2].

3.1.2 Metody výpočtu

Ve Schváleném dokumentu B jsou uvedeny dvě metody pro stanovení odstupové vzdálenosti a pro výpočet přijatelné nechráněné plochy v obvodové stěně, které byly získány z požárního výzkumu. Tyto metody se dají použít pro budovy, které leží více než $1,0 \text{ m}$ od příslušné hranice. Jejich cílem je oddělení budovy od příslušné hranice alespoň poloviční vzdáleností, při které je celkový tepelný tok získaný ze všech nechráněných ploch v obvodové stěně $12,6 \text{ kW/m}^2$. To je založeno na předpokladu, že emitované záření z nechráněných oblastí je:

- 1) 84 kW/m^2 pro budovy obytných, kancelářských, montážních a rekreačních účelových skupin.
- 2) 168 kW/m^2 pro budovy obchodních, průmyslových, skladovacích nebo jiných nebytových účelových skupin.

Tato metoda se také nazývá „zrcadlový obraz“ a její princip je znázorněn na obr. 3.



Obr. 3 Metoda „zrcadlového obrazu“

Při návrhu stabilního hasicího zařízení v budově se může odstupová vzdálenost D od příslušné hranice snížit na polovinu, ale zároveň však odstupová vzdálenost k příslušné hranici nesmí být menší než 1,0 m. Tento přístup zohlednění instalace stabilního hasicího zařízení je oproti ČR odlišný, kdy dle norem řady ČSN 73 08xx se odstupová vzdálenost, při instalaci stabilního hasicího zařízení, vůbec nestanovuje. Pro stanovení odstupových vzdáleností v Anglii a Walesu se mohou kromě metody 1 a 2 použít i přesnější výpočetní metody, viz [1, 2].

Metoda 1 - se používá pro bytové domy a jiné obytné budovy. Aby bylo možné tuto metodu použít, nesmí být délka obvodové stěny posuzované budovy delší než 24 m, nezávisle na orientaci budovy k příslušné hranici, a budova nesmí mít více než 3 nadzemní podlaží. Při splnění těchto kritérií jsou v tab. 1 uvedeny minimální odstupové vzdálenosti od příslušné hranice v závislosti na maximální velikosti nechráněné plochy obvodové stěny. V případě, že velikost nechráněné plochy v obvodové stěně překročí maximální hodnotu z tab. 1, musí obvodová stěna nebo popřípadě jiné požárně otevřené plochy (např. okenní otvory) splňovat požadovanou požární odolnost. To může být problém především v případě velkých prosklených ploch v obvodových stěnách, kdy takovéto prosklené plochy musí splňovat požadovanou požární odolnost, a to v takové míře, aby byly části tohoto prosklení bez požární odolnosti menší, než hodnoty maximálních nechráněných ploch uvedených v tab. 1, viz [1, 2].

Tab. 1 Odstupová vzdálenost a maximální velikost nechráněné plochy pro Metodu 1

Odstupová vzdálenost D od obvodové stěny k příslušné hranici [m]	Maximální velikost nechráněné plochy [m ²]
1	5,6
2	12
3	18
4	24
5	30
6	Bez omezení

Metoda 2 - se používá pro jakoukoli budovu bez ohledu na její účelovou skupinu. Pro tyto budovy se musí splnit kritérium, že budovy nebo vymezené požární úseky nesmí být vyšší než 10 m, s výjimkou otevřených parkovišť. Stejně jako u metody 1 jsou v tab. 2 uvedeny odstupové

vzdálenosti a množství přijatelných nechráněných ploch. Stejně jako u metody 1 musí, v případě překročení maximální velikosti nechráněné plochy v obvodové stěně uvedené v tab. 2, obvodová stěna nebo popřípadě jiné požárně otevřené plochy (např. okenní otvory) splňovat požadovanou požární odolnost. Jak je popsáno výše u metody 1, může nastat problém v případě velkých prosklených ploch v obvodových stěnách, kdy, jak již bylo zmíněno, prosklené plochy musí splňovat požadovanou požární odolnost v takové míře, aby byly části prosklené plochy bez požární odolnosti menší, než hodnoty maximálních nechráněných ploch uvedených v tab. 2, viz [1, 2].

Tab. 2 Odstupová vzdálenost a maximální velikost nechráněné plochy pro Metodu 2

Odstupová vzdálenost D od obvodové stěny k příslušné hranici [m]		Maximální nechráněná plocha jako procento z celkové plochy [%]
Účelové skupiny		
Bydlení, kanceláře, shromáždění a rekreace	Obchody, průmyslové, skladovací a jiné nebytové	
—	1	4
1,0	2	8
2,5	5	20
5,0	10	40
7,5	15	60
10,0	20	80
12,5	25	100

U budov, které nesplní rozměrové požadavky metod 1 a 2, se musí použít jiné výpočetní metody, které jsou uvedeny ve zprávě BRE External fire spread: Building separation and boundary distances, viz [1, 2].

3.1.3 Shrnutí

V Anglii a ve Walesu se pro stanovení odstupových vzdáleností používá stavební nařízení pro požární bezpečnost, tzv. Schválený dokument B, který používá kritickou hodnotu intenzity záření, při které může dojít ke vznícení $12,6 \text{ kW/m}^2$. Oproti České republice nezávisí odstupové vzdálenosti na velikosti požárního zatížení. Předpokládá se vyzařované záření buď 84 nebo 168 kW/m^2 , v závislosti na účelové skupině budovy a použité metodě výpočtu. V porovnání s ČR se v Anglii a Walesu uvažuje menší kritická hodnota intenzity záření (kritická hodnota tepelného toku v ČR je $18,5 \text{ kW/m}^2$). V případě, kdy si postavíme dům například na pozemku, kde v okolí nejsou dosud žádné objekty a dodržíme odstupové vzdálenosti od skutečných hranic pozemku, tak nás nemusí zajímat případná okolní zástavba – neovlivňujeme umístění okolních objektů. V případě, kdy nedodržíme odstupové vzdálenosti od skutečných hranic a ty zasahují na sousední pozemek, tak při umístování sousedního objektu musí být odstupová vzdálenost tohoto objektu posouzena k fiktivní hranici, která je dána koncem odstupové vzdálenosti dříve postaveného objektu.

3.2 Švédsko

Ve Švédsku se odstupové vzdálenosti řeší pomocí tzv. Švédského návrhářského průvodce (Swedish design guide) [3]. V tomto průvodci jsou uvedena nařízení pro dodržení stavebního procesu v souladu se stavebním kodexem a dalšími nezbytnými směry.

Nařízení jsou dále doplněna obecnými radami a pokyny pro splnění požadovaných nařízení. Kromě těchto rad je v návrhářském průvodci také uvedeno, jak by měl projektant postupovat, aby se ujistil, že jsou požadované předpisy dodržovány, viz [2]

3.2.1 Cíle z hlediska odstupových vzdáleností

Švédský návod pro projektování říká, že šíření požáru mezi budovami by mělo být zabráněno omezením sálavého tepelného toku vyzařovaného z hořící budovy. V návodu je uvedeno několik způsobů, jak toho docílit:

- zajištění dostatečné odstupové vzdálenosti mezi budovami,
- omezení velikosti nechráněných ploch budov,
- omezení zdroje tepla ve fasádních materiálech,
- omezení rozsahu požáru a tím omezení sálavého tepelného toku pomocí zařízení pro odvod kouře a tepla nebo pomocí stabilního hasicího zařízení, viz [2].

3.2.2 Požadavky na oddělení budov

Podle Švédského návodu pro projektování odstupové vzdálenosti nezávisí na požárním zatížení, ani na jiných požárních údajích budovy. Hlavní požadavek na oddělení budov je ten, že budova by měla být umístěna od hranice pozemku minimálně 4,0 m. V případě, že bude budova umístěna méně než 4,0 m od hranice, musí být sousední budova umístěna tak, aby byl mezi budovami zajištěn odstup minimálně 8,0 m. Pokud celková vzdálenost mezi budovami nebude 8,0 m, musí být budova konstruována tak, aby bylo omezeno nebezpečí šíření požáru na přilehlé budovy.

Dále je v návodu uvedeno, že šíření požáru je obtížnější v případě, že se omezí sálavý tepelný tok a zabrání se přenosu plamenů na sousední budovy. Tato kritéria se splní při dodržení bezpečné odstupové vzdálenosti, viz výše, použitím stěny s požární odolností nebo jejich kombinací. Když je budova umístěna přímo na hranici pozemku, tak musí obvodová stěna splňovat požadovanou požární odolnost, která závisí na klasifikaci budovy. Sálavý tepelný tok, který dopadá na sousední budovy, by neměl během 30 minut přesáhnout 15 kW/m². Budovy, které mají více než dvě nadzemní podlaží, mají mít obvodové stěny, které směřují k hranici, s požadovanou požární odolností, viz [2].

3.2.3 Návrh pomocí požárního inženýrství

Požární bezpečnost může být posouzena i jiným způsobem než pomocí švédského návodu pro projektování. Prokázání založené na inženýrských metodách, které jsou založené na výkonu, musí ovšem dokázat, že návrh je stejně dobrý, jako kdyby byly splněny všechny požadavky uvedené ve švédském návodu. [2]

3.2.4 Shrnutí

Ve Švédsku se odstupové vzdálenosti řeší pomocí švédského návodu pro projektování. Budovy musí být umístěny minimálně 4,0 m od hranice nebo popřípadě minimálně 8,0 m od ostatních

budov na sousedních pozemcích. V případě, že nejsou odstupové vzdálenosti dodrženy, musí být prokázáno, že se mezi budovami případný požár nerozšíří. Kritický sálavý tepelný tok, který by budova měla vydržet, je 15 kW/m² po dobu 30 minut.

3.3 Princip požárně inženýrského přístupu

Ve většině evropských zemí je kromě normových postupů umožněno také použití požárně inženýrského přístupu. Tento způsob posouzení požární bezpečnosti se používá především pro rozsáhlé nebo specifické stavby. Obecně lze říci, že využitím požárně inženýrského přístupu můžeme, oproti normovým přístupům, dostat méně nákladné řešení. Ovšem v případě objektu z hořlavých stavebních konstrukcí (konstrukce druhu DP3) nespočívá využití požárně inženýrského přístupu ve snaze dostat méně nákladné řešení, ale v prokázání možného použití hořlavých stavebních výrobků. Posouzení pomocí požárně inženýrských metod musí být ovšem přinejmenším stejně bezpečné jako při použití normových postupů.

Postup požárně inženýrského přístupu je v České republice uveden v příloze I normy ČSN 73 0802 [4].

Podle této přílohy by měl požárně inženýrský přístup obsahovat 4 kroky:

- a) kvalitativní analýzu,
- b) kvantitativní analýzu,
- c) posouzení výsledků analýzy podle kritérií přijatelnosti,
- d) zaznamenání a prezentace výsledků.

Kvalitativní analýza tvoří základ pro kvantitativní analýzu a je tvořena několika body.

V první řadě je nutné určit obecné cíle požární bezpečnosti a pro ně příslušná kritéria přijatelnosti, se kterými se porovnávají výsledky získané v kvantitativní analýze a určí se podle nich úspěšnost návrhu. Dále musí být v kvalitativní analýze uvedeny předepsané návrhové parametry jako jsou například popis objektu a jeho technické vybavení, provoz objektu, vybavení požárně bezpečnostními zařízeními, charakteristika osob vyskytujících se v objektu a podobně. Dalšími kroky jsou vytvoření zkušebního návrhu požární bezpečnosti a volba návrhového požárního scénáře. Posledním bodem kvalitativní analýzy je výběr vhodné metody analýzy.

3.4 Literatura

[1] GREAT BRITAIN. The Building Regulations 2010. Approved document B, Approved document B,. Newcastle-Upon-Tyne: NBS, 2011. ISBN 978-1-85946-488-5.

[2] CARLSSON, Emil. EXTERNAL FIRE SPREAD TO ADJOINING BUILDINGS - A review of fire safety design guidance and related research. 5051. Lund, Sweden: Department of Fire Safety Engineering, Lund University.

[3] Boverket's building regulations - mandatory provisions and general recommendations, BBR. 2011.

[4] ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty. Praha: ÚNMZ, 2009.

4 Výšky dřevostaveb v Evropě a ve světě

Výška budov ze dřeva je v Evropě i ve světě příslušnými předpisy limitována, viz tab. 1. Pro nízkopodlažní budovy může být bezpečnost lidí dosažena zaručením toho, že všichni obyvatelé mají čas na útěk z budovy. Jakmile všichni opustí budovu, může být přípustné, aby budova do základů shořela, to záleží na velikosti a hodnotě budovy a jejího obsahu.

Tab.1 Výšky budov ze dřeva v Evropě a ve světě

Země	Podlaží		Výška (m)	
	bez sprinklerů	se sprinklery	bez sprinklerů	se sprinklery
Rakousko	6	6		
Belgie	neomezena	neomezena	neomezena	neomezena
Česko	4	5	9	12
Dánsko	4	4		
Finsko	4	8		
Francie	15	15	50	50
Německo	5	5		
Řecko	neomezena	neomezena	neomezena	neomezena
Maďarsko	2	2		
Island	1	neomezena		
Irsko	neomezena	neomezena	neomezena	neomezena
Itálie	5	5		
Nizozemí	neomezena	neomezena	neomezena	neomezena
Norsko	neomezena	neomezena	neomezena	neomezena
Polsko	4	4		
Portugalsko	2	2		
Rumunsko	3	3		
Slovensko	4	5	9	12
Slovinsko	8	8	22	22
Španělsko	neomezena	neomezena	neomezena	neomezena
Švédsko	neomezena	neomezena	neomezena	neomezena
Švýcarsko	6	6		
UK	6	6	18	18
Austrálie	3	3		
Nový Zéland	neomezena	neomezena	neomezena	neomezena
Kanada	3	6		
USA	5	6	19,8	25,9
Japonsko	3	3	13	13

Poznámka: Tabulka zatím není v konečném znění

Na útěk se nemůžeme spoléhat v případě vysokých budov s hodně lidmi žijícími nebo pracujícími nad požárním stropem. Pro budovy do 8 pater (výška hasičského žebříku) je tu možnost protipožárního zásahu a záchrany pomocí žebříků, ale obojí se stává velmi složité jakmile výška budovy přesáhne 3 až 4 patra.

Čím je budova vyšší, tím se zvyšuje možnost výskytu ohně na vrchních podlažích a uvěznění lidí nad požárním stropem – potenciálně katastrofální kombinace. Vysoké budovy vyžadují dlouhou dobu úniku a mají pomalý vnitřní přístup pro hasiče. Je možné, že v budoucnu bude požadováno celkové zapouzdření budovy z důvodu dosažení požadavků na výkonnost pro dřevěné budovy vyšší než 8 pater.

Pokud mají lidé být v bezpečí ve vysokých budovách, je nezbytné zadržet požár a předejít kolapsu budovy. Pokud je oheň nad výškou hasičských žebříků, musí být absolutní spolehnutí na požární odolnost pro kompletní vyhoření. Je tu také nebezpečí rozšíření vertikálního požáru.

Řešení této problematiky se proto v Evropě stává prioritou výzkumu.

S ohledem k uvedenému se dá předpokládat, že se výkonnostní požadavky se budou zvyšovat s výškou budovy. Obecně by to mohlo být založeno na hierarchii, viz tab. 2:

Tab.2 Hierarchie požadavků na budovy s rostoucí výškou

	Možná úroveň předepsané výkonnosti	Možná strategie návrhu pro dřevěné prvky
Nízké budovy	Únik obyvatel bez asistence Žádná ochrana majetku	Bez zapouzdření
Střední budovy	Únik obyvatel bez asistence Částečná ochrana majetku	Bez zapouzdření
Vysoké budovy	Únik s asistencí hasičů. Vyhoření s částečným hasičským zákrokem	Omezené zapouzdření
Velmi vysoké budovy	Ochrana obyvatel vevnitř. Kompletní vyhoření bez zásahu	Úplné zapouzdření

Úplné zapouzdření se zajišťuje dostatečnou tloušťkou sádrokartonových desek nebo jiných podobných materiálů pro zabránění zuhelnatění dřeva. Tím se zajišťuje stejná úroveň požární odolnosti jako pro úplně nehořlavé materiály. Bylo ověřeno, že dvě vrstvy sádrových desek posunou významně počátek zuhelnatění při vystavení normovému požáru. Velmi ale záleží na jejich tloušťce, detailech upevnění a typu sádrové desky.

Omezené zapouzdření je ekonomičtější řešení, které má hlavně zabránit přispění konstrukčního dřeva rozvoji požáru.

Existuje též vrstvené zapouzdření, které se týká konstrukčních dřevěných prvků tvořených vrstvami dřeva a nehořlavých materiálů. V některých případech to může být dřevěný prvek s omezeným zapouzdřením pokrytý přidanou dřevěnou vrstvou pro zlepšení vzhledu a požární odolnosti. Je mnoho vhodných odlišných kombinací materiálů, všechny však vyžadují další výzkum a testování.

Závěrem lze konstatovat, že problematika výška budovy z hlediska její spolehlivosti je komplikovaná záležitost. V každém případě aktivní protipožární opatření, jako sprinklery, pomáhají redukovat závažné poškození budovy.

Pro velmi vysoké budovy lze přijmout i přístup:

“Velmi vysoké budovy mohou být navrhovány tak, aby byla velmi nízká pravděpodobnost šíření ohně do vyšších pater a velmi nízká pravděpodobnost kolapsu stavby, kdykoliv během trvání požáru nezávisle na tom, jestli může být požár kontrolován protipožárními službami a/nebo hasičími soupravami ”

Tomu potom může být přizpůsoben návrh budovy formou splnění kritérií REI. Kdy u vysokých budov je požadována požární odolnost konstrukce až 200 minut.

5 Doby dojezdu hasičů

Původně byl systém jednotek požární ochrany vybudován pro hašení požárů. S technickým rozvojem společnosti ovšem vyvstala potřeba zasahovat nejen u požárů, ale i u dalších událostí - dopravních nehod, havárií s únikem nebezpečných látek a ropných látek, živelních pohrom, apod. V tomto trendu se systém požární ochrany profiluje i nyní.

Země	Doba reakce na požár v městských či venkovských oblastech
Belgie	Výjezd v rámci minut pro profesionály. Doba odezvy 8 až 15 minut pro profesionály a 13 až 20 pro dobrovolníky.
Chorvatsko	15 minut
Dánsko	Výjezd musí být v okamžiku přijetí hovoru. Čas odezvy je 15 minut.
Estonsko	5 minut v městských oblastech
Finsko	Podle regionu: mezi 6 a 20 minutami.
Francie	Záleží na oblasti. Příklady: Ain: 20 minut; Nord: 15 minut.
Německo	8 minut
Itálie	Závisí na územní oblasti, ale nikdy nesmí překročit 20 minut. V minulosti činila doba odezvy v průměru 15 minut ve střední Itálii a 13 minut na severu a jihu.
Nizozemsko	8 až 10 minut
Norsko	Výjezd musí být v okamžiku přijetí hovoru. Doba odezvy by měla být nejvýše 10 minut ve vysoce rizikových městských oblastech; 20 minut v městských oblastech s nízkým rizikem; a 30 minut ve venkovských oblastech.
Slovensko	8 minut
Španělsko	Liší se v každém regionu.
Švédsko	11 ½ minut
Rakousko	Výjezd do 1 minuty u profesinálních a 2-5 minut u dobrovolných jednotek hasičů. Doba do zásahu 8 minut ve městech a 10 minut na venkově.

Svým účelem je tedy systém jednotek požární ochrany vybudován jako represivní nástroj proti vzniklým požárům, živelním pohromám a jiným mimořádným událostem. Jednotky požární ochrany mají za úkol provést likvidaci požáru ovšem nemají za úkol učinit veškerá opatření vedoucí k likvidaci živelních pohrom a jiných mimořádných událostí, ale pouze opatření nutná k odstranění bezprostřední hrozby ohrožení života, zdraví, majetku a životního prostředí. Zajímavé jsou údaje, které získal FBU (Odborový svaz hasičů Velké Británie). Podle těchto údajů jsou dnes dojezdové časy k některým požárům bytů ve Velké Británii o plné dvě minuty pomalejší než byly před deseti lety:

Požáry obydlí	7,3 minut,
Jiné požáry objektů	8,0 minut.

FBU nicméně konstatoval, že příčinou pomalejších dojezdů není hustá doprava, ale méně hasičských automobilů a méně hasičů.



PŘÍLOHA č. 3

Přístupy k řešení požární bezpečnosti dřevostaveb ve vybraných zahraničních zemích



Dřevo je naše budoucnost.



Přístupy k řešení požární bezpečnosti dřevostaveb ve vybraných zahraničních zemích

Zpracovali:

**doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.
Ing. Anna Kuklíková, PhD.
Ing. arch. Anna Gregorová
Bc. Alena Macasová**

Kontaktní osoba:
Petr Kuklík
tel.: 775 280 949
e-mail: kuklik@fsv.cvut.cz

Praha 8. 12. 2018

1 Úvod

V Evropské Unii platí soubor společných technických norem pro všechny členské státy. Tyto technické normy popisují, jak navrhovat a používat dané materiály a konstrukce. Každý stát si ale sám reguluje požadavky na konstrukce a celé stavby. Mezi tyto požadavky patří i požadavky na jejich požární bezpečnost. V následujícím textu jsou prezentovány informace o tom, jak se požární bezpečnost staveb ze dřeva řeší ve vybraných Evropě a též v Kanadě a USA. Skladba zemí byla vybrána tak, aby v ní byly zahrnuty země se stejnou stavební kulturou jako má naše země a dále severské země, které v Evropě nejvíce staví vícepodlažní budovy ze dřeva a již pro jejich realizaci vytvořily podpůrné dokumenty. Tímto dokumentem je i specifikace INSTA/TS 950 „Požární inženýrství - Srovnávací metoda pro ověření návrhu požární bezpečnosti staveb“ jejíž modifikovaná česká verze je zpracována v samostatném dokumentu projektu GS LČR č. 6/2018. Pro srovnání s přístupy v Evropě jsou v tomto dokumentu popsány i předpisy požární, které platí v Kanadě a USA.

1.1 Rakousko

Ve směrnicích OIB Directive 2 (příručka pro návrh), ve spojení se směrnicemi Directive 2.1, 2.2 a 2.3, vypracoval Rakouský Institut pro pozemní stavitelství (OIB) požadavky na požární ochranu jako základ pro harmonizaci. Spolkové země Burgenland, Korutany, Dolní Rakousy, Horní Rakousy, Tyrolsko, Vorarlbersko a Vídeň zahrnuly tyto požadavky do svých příslušných zemských stavebních předpisů. V zásadě OIB Directive umožňuje až čtyřpodlažní dřevěnou konstrukci, obecně s minimální požární odolností 60 minut (R60) všech dílců. Konstrukce, které rozdělují požární úseky, musí mít požární odolnost minimálně R90, konstrukce v nejvyšším patře musí mít minimálně R30.

Pro efektivní omezení požáru a kouře v konstrukci, směrnice OIB Directive 2 definuje maximální plochu požárního úseku jako 1200 m² pro obytnou plochu a 1600 m² pro komerční účely pro nadzemní podlaží, při maximální šířce požárního úseku 60 m. Požární úseky nesmí zasahovat přes více jak 4 patra. Až do budov třídy 4 (maximální úroveň úniku 11 m, maximálně 4 nadzemní podlaží), prvky oddělující požární úseky mohou být ze dřeva s požární odolností 90 minut (R90).

Otvory v obvodových stěnách, které jsou připojeny ke stěnám oddělujícím požární úseky, musí být minimálně 0,5 m od osy stěn požárních úseků. Jestliže není použito srovnatelné opatření proti šíření požáru, otvory ve střeše (střešní okna a vikýře u šikmých střech) musí být vzdáleny minimálně 1 m (vodorovná vzdálenost) od osy stěny oddělující požární úseky.

Jestliže není použito srovnatelné opatření proti šíření požáru, stěny oddělující požární úseky musí přesahovat nejméně 15 cm nad střechu.

Pro stropní konstrukce, které oddělují požární úseky, musí být proveden pruh výšky minimálně 1,2 m na obvodové stěně s požární odolností EI 90 nebo stropní konstrukce musí být prodloužena prvkem minimálně o 0,8 m s požární odolností EI 90.

V některých případech může dojít k odchýlení se od požadavků zveřejněných v OIB směrnicích. Jestliže je dané řešení ověřeno pomocí koncepce požární odolnosti, která ukazuje splnění všech cílů ochrany na stejné úrovni, jaká je uvedena v OIB Directive, lze ho použít. Koncepce požární odolnosti musí být vypracována podle OIB příručky. Je doporučeno v předstihu objasnit kompenzační opatření příslušnému orgánu. Koncepce požární ochrany může

být vypracována pouze specialisty s odbornými znalostmi a zkušenostmi s požární ochranou. Kompenzační opatření můžou zahrnout zmenšení požárního úseku, konstrukční opatření (např. zapouzdržení dřevěných konstrukcí) a další ochranná opatření (systém detekce požáru, hasicí zařízení).

Zrevidované směrnice Directive byly publikovány na začátku dubna 2015. Cílem této revize bylo snížit náklady na stavbu obytných budov a zredukovat určitou diskriminaci některých stavebních materiálů. Se změnou směrnice byl navýšen počet podlaží v dřevěné konstrukci na 6 podlaží a byl zvětšen požární úsek pro obytné budovy.

1.2 Německo

Použití přírodních materiálů, jako je dřevo, sláma, ovčí vlna nebo rákos má v Německu dlouho tradici. Tyto materiály byly používány pro konstrukční prvky, izolace nebo zastřešení po staletí, ale byly nahrazeny průmyslově vyráběnými materiály na minerální bázi. V porovnání se zeměmi v Severní Evropě je v Německu použití přírodních materiálů celkem nízké. V průměru je v Německu pouze 15 % ze všech obytných budov a 20 % administrativních budov postaveno ze dřeva, pro vícepodlažní stavby je to méně než 1%. Takto malý počet dřevěných staveb je způsoben mnoha existujícími předsudky a obavami stavebních úřadů, společně s omezením ve stavebních normách a předpisech pro použití přírodních materiálů, z většiny týkajících se požární bezpečnosti.

Německo je federální země skládající se z 16 států, které si udržují omezenou suverenitu. Každý je odpovědný za stavební předpisy pro dané území, proto nejsou jednotné. Pro harmonizaci požadavků je dána modelová stavební norma sestavená na konferenci všech ministrů zastřešujících stavebnictví, která slouží jako průvodní dokument. Samotné stavební regulace jednotlivých států se významně liší.

Existující modelová stavební norma (MBO), která byla představena v roce 2002, uvažuje 5 tříd obytných či administrativních budov a budov pro speciální účely (montážní budovy, nemocnice, hotely, průmyslové budovy, sklady aj.), norma také definuje požadavky na požární bezpečnost pro dané třídy. Tyto požadavky jsou na bázi nařízení a jsou rozšířena o informace týkající se obecných požadavků na požární bezpečnost a také pro povolení pokročilého konstruování návrhem založeným na užitných vlastnostech. Souhrn požadavků pro stavební prvky a materiály uvedené v modelové stavební normě zaměřené na přírodní stavební prvky je ukázán v následující tabulce.

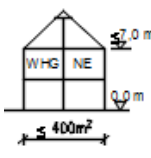
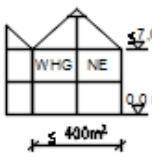
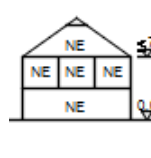
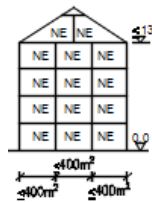

Jak je z tabulky vidět, použití konstrukčního dřeva je omezeno, dřevo je možné použít pouze v budově do 4 podlaží bez speciálního povolení stavební dozorové kanceláře. Díky nehořlavému opláštění (K₂60) ve třídě 4 se tyto budovy chovají v požadované době stejně jako konstrukce z materiálu na minerální bázi. Pro budovy s hranou podlahy nejvyššího patra výše než 13 m (do 5 podlaží), nosná konstrukce musí být z nehořlavých stavebních materiálů.

Navíc regulace a příručky, týkající se budov pro speciální účely, obsahují další omezení pro použití výrobků a prvků z materiálů na přírodní bázi.

Nicméně v jednotlivých případech je možné obdržet schválení pro budovu, která se odlišuje od předepsaných požadavků, skrz návrh založený na užitných vlastnostech. Povolení je možné obdržet pouze v případě, že míra bezpečnosti je dosažena použitím jiných opatření, jako je návrh sprinklerů nebo přidáním další únikové cesty.

Je potřeba zmínit skutečnost, že návrh založený na užitných vlastnostech vyžaduje vysokou úroveň vzdělanosti společně se znalostmi chování materiálů na bázi přírodních látek při požáru. Požadované znalosti bohužel nejsou v současnosti v Německu plně poskytovány.

Tabulka - Požadavky na požární bezpečnost v Německu

Třída/ požadavky	1	2	3	4	5
					
Hrana podlahy nejvyššího patra	≤ 7 m	≤ 7 m	≤ 7 m	≤ 13 m	≤ 22 m
Celková plocha	≤ 400 m ²	≤ 400 m ²	-	-	-
Maximální velikost bytové jednotky	-	-	-	≤ 400 m ²	-
Maximální počet bytových jednotek	≤ 2	≤ 2	-	-	-
Záchranné vybavení pro hasiče	skládací žebřík			Otočný žebřík na hasicím autě	
Nosné prvky	-	R 30	R 30	R 60/K ₂ 60 ^a	R 90 ^b
Oddělovací prvky	-	EI 30	EI 30	EI 60/K ₂ 60 ^{a,d}	EI 90 ^b
Stěny okolo schodiště	-	-	EI 30	EI 60 M/K ₂ 60 ^a	REI 90 M ^b
Požární stěny	-	REI 60/K ₂ 60 ^a nebo REI 90 _{0→1} /REI 30 _{1→0}		REI 60 M/K ₂ /60 ^a	REI 90 M ^b
Obvodové stěny (nenosné)	-	-	-	Nehořlavý materiál nebo EI30	
Fasáda	-	-	-	Obtížně hořlavý materiál ^c	
Úniková cesta	EI 30 + nehořlavé obložení				

^a – uzavřít nehořlavým opláštěním

^b – nehořlavý materiál

^c – podle klasifikace normy DIN 4102-1 a E DIN 4102-20

^d – nehořlavá izolace dutin

1.3 Švýcarsko

Prvního ledna 2015 se ve Švýcarsku změnila předpisy požární bezpečnosti. Nové předpisy přinesly výrazné změny pro dřevostavby v mnoha oblastech. Například nyní je možné použít konstrukční dřevo i pro výškové budovy při návrhu podle speciálních pravidel. Další změny zahrnují zjednodušení zatřídění budov (nizkopodlažní budova, vícepodlažní budova a výšková budova) a použití, které jasně přiděluje požadavky na požární bezpečnost. Předpisy požární bezpečnosti chrání osoby a majetek proti nebezpečí vzniku požáru. Cílí na majitele a uživatele budov, zařízení a vybavení, plus na všechny osoby, které se zabývají plánováním, stavbou, obsluhou nebo údržbou daných prostor. Dřevo jako konstrukční materiál může být použito ve všech kategoriích budov. Pokud jde o požadavky na požární bezpečnost, není žádný rozdíl mezi hořlavými a nehořlavými konstrukčními prvky. Obytné, administrativní budovy a školy, stejně jako průmyslové a komerční budovy mohou být navrženy jako dřevěné konstrukce až do výšky 30 m (nizkopodlažní a vícepodlažní budovy).

Pro výškové budovy je použití dřevěné konstrukce možné za určitých podmínek (zapouzdření).

Pro požární návrh dřevěných budov Lignum (švýcarský dřevozpracující průmysl) publikoval rozsáhlou dokumentaci, která je považována požárními autoritami jako současný stav poznání. Tato dokumentace o požární bezpečnosti dřevěných budov reprezentuje důležitý nástroj plánování, návrhu, provedení projektů pro architekty, inženýry, požární autority a dodavatele. Požární návrh konstrukčních prvků ze dřeva může být proveden podle následujících možností:

- Použitím produktů nebo dílů, které jsou dány v registru švýcarské požární bezpečnosti (Swiss Fire Safety Register).
- Použitím standardizovaných dílů, například podle Lignum dokumentace požární bezpečnosti, publikace díly ze dřeva – desky, stěny a obložení s požární odolností.
- Ověřením pomocí výpočtů za použití uznaných výpočetních metod, například podle Lignum dokumentace požární bezpečnosti „Požární návrh konstrukčních prvků a spojů“.

Stupeň zaručení kvality požární bezpečnosti je definován pro každou budovu v jednom ze čtyř stupňů kvality, které definují odpovídající požadavky a odpovědnost osob zapojených v procesu. Dřevěné budovy, které jsou zařazeny do kategorie nizkopodlažních budov, patří do systému zaručení kvality 1 (QSS 1), budovy z kategorie vícepodlažních budov patří do systému zaručení kvality 2 (QSS 2). Dřevěné budovy spadající do kategorie QSS 2 vyžadují účast experta, který je zodpovědný za zaručení kvality návrhu požární bezpečnosti.

Chování dřevěných konstrukcí za požáru je zkoumáno ve Švýcarsku hlavně v Institutu pozemního stavitelství (IBK) na ETH v Curychu.

Nové výpočetní modely pro dřevěné desky, stěny a spoje jsou ve Švýcarsku tvořeny především na základě experimentálních a numerických analýz. Tyto studie významně přispěly k revizi švýcarských požárních předpisů z roku 2005, které dovolovaly obytné budovy ze dřeva do výšky 6 podlaží.

1.4 Itálie

V Itálii jsou požární předpisy tradičně založeny na normativním přístupu. Nařízení zvažuje 80 aktivit, které podléhají přímé kontrole hasičských sborů s cílem omezit nebezpečí požáru. Pro každou činnost se zvažují tři kategorie nebezpečnosti A, B a C, které závisí na jejich složitosti a úrovni nebezpečí, pro příklad viz tabulka .

V prosinci roku 2014 byl Evropské komisi předložen návrh nového “Předpisu pro prevenci požáru”. Tento předpis je založený na užitečných vlastnostech a na analýze rizik. Nové italské horizontální technické nařízení zvažuje tři cíle: (i) R_{life} – ochrana životů; (ii) R_{cont} – ochrana majetku; a (iii) R_{env} – ochrana životního prostředí před účinky požáru.

Tabulka - Příklad činností podléhajících kontrole požární bezpečnosti ze strany úřadu hasičského sboru

Aktivita	Popis	Kategorie nebezpečí		
		A	B	C
66	Hotely, motely, turistická střediska, studentské bydlení, ubytovny pro mladé, nocleh se snídaní, letní rezidence s více než 25 postelemi, kempování pro více než 400 lidí	Do 50 postelí	Od 50 postelí do 100 postelí; kempování	Nad 100 postelí
67	Školy každého typu, univerzity, akademie pro více než 100 lidí; školky s více než 30 dětmi	Do 150 lidí	Od 150 do 300 lidí; školky	Nad 300 lidí

R_{life} je přiřazen každému oddělení aktivit, zatímco R_{cont} a R_{env} se vztahují k celé činnosti. R_{life} závisí na δ_{occ} , vlastnostech obyvatel v požárním úseku (např. obyvatelé žijící v budově nebo naopak obyvatelé žijící zde přechodně) a na δ_{α} , charakteristická rychlost rozvoje požáru s odkazem na čas t_{α} v sekundách nezbytný pro tepelný výkon pro dosažení hodnoty 1000 kW. R_{cont} závisí na historické hodnotě (např. budova a/nebo obsah chráněný výkonným výtvarným úřadem) a na strategickém charakteru budovy (např. budova užívaná pro krizové řízení oddělením civilní ochrany). Riziko škody na životním prostředí v důsledku požáru R_{fire} musí být posouzeno projektantem pro činnosti uvedené v nařízení. Projektant snižuje riziko požáru tím, že uplatňuje strategii požární bezpečnosti založenou na prevenci požáru, požární ochraně a řízení požáru. Návrh požární bezpečnosti může být proveden pomocí (i) běžného nebo (ii) pokročilého přístupu. V prvním případě se provádí odkazy na zásady praxe a předpisů, zatímco ve druhém přístupu se používá požárně inženýrský přístup a experimentální testy dohodnuté s hasičskými sbory.

Nová italská horizontální technická regulace poskytuje postup pro výpočet požárního zatížení dřevěných konstrukcí, který se provádí v souladu s následujícím: (i) určením třídy úseku tím, že se nezohlední přítomnost dřevěných konstrukcí, za předpokladu, že v každém případě je minimální třída 15 minut; (ii) výpočet odpovídající tloušťky zuhelnatění dřevěných prvků s využitím hodnot míry zuhelnatění podle EC5-1-2; a (iii) zvýšení třídy úseku, aby se zohlednilo přídavné požární zatížení odpovídající zuhelnatěnému dřevu.

Materiály používané ve výstupních systémech a uvnitř různých požárních úseků jsou klasifikovány z hlediska reakce na oheň v závislosti na úrovni užitečných vlastností od GM0 (nehořlavé) do GM4 (velmi hořlavé) – GM3/GM2/GM1 odpovídají příslušnému stupni užitečných vlastností II/III/IV. Každý stupeň užitečných vlastností je přiřazen určité třídě rizika R_{life} , která závisí například na schopnostech obyvatel. V každém případě, užití GM4 materiálů jako obkladů, podlah a stropů, je povoleno až do výše 5% celkové vnitřní plochy (součet ploch podlah, stropů a stěn) výstupního systému a úseku.

Fasády musí být zkonstruovány z materiálů tak, aby pravděpodobnost vznícení byla redukována a šíření externího a interního požáru bylo omezené. Reakce na oheň může být také vyžadována pro jiné prvky (např. dveře, světlíky, fotovoltaické panely) v závislosti na posouzení požárního rizika (např. výstupní systém s mnoha dveřmi, meziprostory a mnoha elektrickými kabely, výstupové systémy s mnoha světlíky, hořlavé střechy pod fotovoltaickými panely, atd.).

1.5 Velká Británie

Dřevěné konstrukce a použití materiálů na přírodní bázi zažívají ve Velké Británii něco jako renesanci. Použití lehkého dřevěného skeletu a masivních dřevěných konstrukcí pro vícepodlažní budovy se znásobilo v posledních letech hlavně díky změnám v předpisech a výsledkům výzkumných prací a projektů financovaných vládou a dřevařským průmyslem. Mezi další důvody patří i udržitelnost výstavby (tj. větší používání materiálů z obnovitelných zdrojů) a snaha o snížení emisí oxidu uhličitého spolu s ekonomickými výhodami a též snahou o podporu prefabrikované výstavby s omezením požadavků na zařízení stavenišť.

Velký požár Londýna v roce 1666 vedl k přísným stavebním předpisům ve Velké Británii, které vážně omezily široké použití dřeva jako konstrukčního materiálu. Odstranění „stavebního zákona“ (Building Act) posunulo Velkou Británii směrem k funkčním předpisům, teoreticky povolilo budovy ze dřeva, i když jenom nízkopodlažní budovy (maximálně 4 podlaží).

Současné změny ve stavebních předpisech ve Velké Británii kombinované s vysoko orientovanými výzkumnými projekty vedly na přelomu tisíciletí k uvolnění, které znovu podpořilo použití lehkých a těžkých skeletů i dřevěných konstrukcí z rostlého dřeva pro vícepodlažní dřevěné stavby. Toto vedlo ke dvěma výzvám, které jsou v současnosti často citovány v britském stavebním průmyslu:

- Zvýšení koncentrace vysokopodlažních obytných budov v městských centrech.
- Rostoucí trend budov z dřevěných skeletových konstrukcí, lepených lamelových prvků a prvků z křížem vrstveného dřeva (CLT).

Stavba budov v Anglii a Walesu je řízena stavebními předpisy (Building Regulation), které jsou podpořeny sadou „schválených dokumentů“ (Approved Documents). Tyto dokumenty nabízejí praktické příručky, jak vyhovět mnoha funkčním požadavkům a stanovují minimální požární odolnost po různé části budovy. Mají poskytnout návody pro obvyklé konstrukční situace. Poskytují také návody pro použití různých typů obkladů a obložení, které se mohou použít podle účelu budovy, výšky budovy atd. Nicméně alternativní způsoby k dosažení dodržení předpisů jsou povoleny a neexistuje žádná výslovná povinnost přijmout konkrétní řešení. Toto povzbuzuje inovace v návrhu a konstrukcích v porovnání s více nařizujícím systémem.

Navzdory vzkvétajícímu použití dřeva ve stavebním sektoru, z jistého pohledu již schválené dokumenty (Approved Documents) nedejří tempo s inovacemi ve stavebním sektoru. Je to

ovlivněno počtem významných požárů u dřevěných rámových konstrukcí a konstrukcí z lepeného lamelového dřeva, ať už v hotových budovách nebo v budovách ve výstavbě. Tyto požáry vyústily ve značné nasazení ve výzkumu, které zahrnuje i projekt TF2000 v 90. letech 20. století a produkce celé řady pokynů pro dřevěné rámové konstrukce i masivní dřevěné konstrukce ve výstavbě.

Avšak značné neshody zůstávají mezi stavebnictvím a pojišťovacím sektorem ohledně rizik a výhod dřevěných konstrukcí různých typů.

1.6 Švédsko

Vícepodlažní budovy ze dřeva byly poprvé představeny ve Švédsku v roce 1994, kdy byl přijat nový národní předpis založený na návrhu uvažujícím užité vlastnosti konstrukce. Do té doby byly více jak dvoupodlažní budovy ve Švédsku zakázány, tento zákaz trval více než 100 let. Vývoj daného předpisu byl urychlen přijetím Evropské Směrnice o stavebních výrobcích (CPD – European Construction Products Directive, nyní CPR – Construction Products Regulation) v roce 1988. Konstrukční pravidla ohledně hořlavých produktů byla shromážděna ve švédské příručce Brandsäkra Trähus, která definuje standard kvality pro mnoho stavebních projektů. Byla zpracována a vydána příručka Požární bezpečnost ve dřevěných budovách založená na evropském projektu „Požár ve dřevu“ (Fire in Timber).

Bylo vyvinuto mnoho nových možností pro pokročilejší návrhy dřevěných konstrukcí. Modely pro nosné a nenosné konstrukce jsou nyní k dispozici. Správné řešení detailů v konstrukci je též velmi důležité.

V roce 2012 vstoupily v platnost nové švédské předpisy požární bezpečnosti s nejobsáhlejšími změnami od devadesátých let 20. století. Hlavním cílem této změny bylo vytvořit objektivní požadavky na požární bezpečnost.

Struktura švédských stavebních předpisů je vytvořena pomocí několika úrovní. Na nejvyšší úrovni je to parlament a vláda, kteří specifikují povinné funkční požadavky. Pod nimi je národní rada pro bydlení, budovy a plánování, která specifikuje závazná ustanovení a přijatelnou úroveň bezpečnosti/užitných vlastností. Na nejnižší úrovni jsou příručky pro návrh od třetích stran. Návrh založený na užitných vlastnostech (PBD - performance based design) musí být aplikován všude tam, kde se vyskytnou odchylky od definovaných přijatelných řešení. PBD může být použit a zpracován dvěma způsoby, za prvé jako analytický návrh podle předepsaných nařízení nebo za druhé jako 100% analytický návrh.

PBD by měl obsahovat následující kroky.

- Nosné konstrukce

Dřevěné vícepodlažní budovy mají typickou výšku do 8 podlaží. Zatímco jednotlivé domy (1 až 2 podlaží) musí dosáhnout požární odolnosti R30, budovy do 4 podlaží musí dosáhnout požární odolnosti R60 a 5 až 8 podlažní budovy musí dosáhnout požární odolnosti R60 pro vodorovné a R90 pro svislé nosné prvky. Budovy, které mají více jak 16 pater musí být navrženy analyticky, tento návrh může obsahovat sprinklery. Severská technická specifikace (Nordic Technical Specification) pro ověření návrhu na požární bezpečnost již byla vydána.

- Detaily

Správné vyřešení detailů je základní předpoklad pro návrh budovy, který neohrožuje pasivní ochranu konstrukčních prvků proti požáru. Zvláštní pozornost musí být věnována požárním zábránám, střešním ventilacím (typické švédské domy mají větranou atiku), požární oddělení v atice (nepovinné pro budovy < 400 m²). Nejdůležitější je použití požárních zábran pro vyhnutí

se plíživým požárům v konstrukci. Tento typ požáru se objevil v mnoha starších dřevěných budovách a v současnosti i v moderních, modulových typech dřevěných vícepodlažních dřevěných budov.

- Dřevěné fasády

Ve Švédsku, stejně jako v dalších státech, existují omezení pro použití dřeva jako venkovního obkladu na fasádu. Tato omezení jsou zavedena hlavně kvůli nebezpečí vzestupného šíření plamene, proto je požadován ověřovací test v plném měřítku (SP Fire 105). Jestliže dřevo ošetřené zpomalovači hoření splní test, potom je požadovaný doplňkový dlouhodobý test užitných vlastností. Vícepodlažní budovy (více než 2 podlaží) se dřevěnou fasádou, bez ohledu na konstrukci, většinou vyžadují sprinklery uvnitř budovy, aby se zabránilo nebezpečí svislého šíření plamene.

- Izolace a obložení z hořlavých materiálů

Hořlavé izolační materiály se stávají čím dál více populární. Nicméně nedávno navržené omezení amonné soli v celé Evropě kvůli snížení doutnání znamená velkou výzvu pro budoucnost těchto izolačních produktů. Ve švédských stavebních předpisech musí být materiály s Evropskou třídou nižší než D-s2 chráněny tak, aby dosáhly alespoň této třídy. Materiál, který je třeba chránit, je například hořlavá izolace. V závislosti na třídě budovy by obložení mělo splnit požadavky K₂10/B-s1. To znamená, že neošetřený dřevěný povrch má omezené použití ve vyšších a větších budovách, jestliže nejsou instalovány sprinklery.

1.7 Finsko

Požární předpisy jsou založeny na funkčních (základních) požadavcích požární bezpečnosti ve vztahu k nosným prvkům, vzniku a rozšíření požáru a kouře, bezpečnosti obyvatel a záchraných týmů. Požadavky uvedené v předpisech jsou povinné a nemohou být zpochybněny bez schválení místního stavebního úřadu.

Existují dva způsoby, kterými je možné ověřit dodržení požadavků na požární bezpečnost:

- Požadavky na požární bezpečnost jsou považované za vyhovující, když je budova navržena a postavena v souladu s požární třídou a numerickým kritériem specifikovaným v předpisech a příručkách.

- Požadavky na požární bezpečnost jsou považovány za vyhovující, jestliže je budova navržena a postavena v souladu s požárními scénáři, které musí pokrýt podmínky, jenž by mohly nastat v dané budově. Splnění požadavků se řeší případ od případu a berou se v úvahu vlastnosti a účel budovy.

Funkční principy regulací nelimitují použití konkrétních stavebních materiálů, ani materiálů na přírodní bázi. Nicméně regulace založené na užitných vlastnostech týkající se únosnosti uvádějí, že když je návrh nosných konstrukcí založený na požárním konceptu, budova je považována za dostatečně požárně bezpečnou, když splňuje následující body:

- Budovy o více než dvou podlažích se obecně nezhroutí během požáru nebo chladnutí.

- Budovy o maximálně 2 podlažích se nezhroutí během času potřebného k zajištění evakuace, záchranné akce a k ovládnutí požáru.

V části předpisů, které jsou považovány za vyhovující, tyto požadavky odpovídají například následujícím požadavkům:

- Použití nosných prvků, které nesplňují minimální třídu A2-s1 je dovoleno maximálně v 8 podlažní budově s použitím sprinklerů, nebo ve 2 podlažní budově bez použití sprinklerů.

Podle hrubého návrhu (deemed to satisfy) povrch vnitřních stěn a stropu může být z výrobků, které splňují třídu D-2s,d2 (jako jsou výrobky na bázi dřeva) v následujících budovách nebo jejich částech:

- Byty a kanceláře (kromě východů), montážní a obchodní prostory s požárním zatížením menším než 600 MJ/m² a plochou menší než 300 m².

Podlahy třídy D_{FL}- s₁ (dřevo) mohou být použity skoro ve všech typech budov nebo jejich částech.

Vnější použití výrobků, které splňují požární třídu D-s2, d2 jsou považována za vyhovující v následujících případech:

- Rezidenčních a administrativních budov do 8 podlaží při použití sprinklerů, nebo do 2 až 4 podlaží bez použití sprinklerů, v závislosti na třídě dané budovy.

Požárně bezpečnostní inženýrství se pravidelně využívá pro návrh vícepodlažních budov s dřevěnou rámovou konstrukcí. Hlavními důvody jsou, že skoro vždy se některé detaily liší od předepsaných pravidel nebo koncept přesahuje limity specifikované požárními třídami nebo numerickými analýzami.

1.8 Norsko

Poslední verze Norského územního a stavebního zákona byla vydána v roce 2010 ministerstvem místní samosprávy a regionálního rozvoje. Technické předpisy podle tohoto zákona jsou rozvíjeny a udržovány norskými stavebními autoritami (DiBK). Tyto technické předpisy, pojmenované TEK10, jsou založené na užitečných vlastnostech a popisují stupeň bezpečnosti, ale specifické požadavky poskytují jenom v omezené míře. Pokyny k technickým předpisům (TEK10) poskytují několik postupů, které splňují požadavky technických předpisů (TEK10). Konkrétní řešení, která jsou považována jako východiska a plní požadavky, mohou být nalezeny v mnoha uznávaných zdrojích. Některé ze zdrojů jsou uvedeny v technických předpisech. Jedním ze zdrojů je například SINTEF Budovy a Infrastruktury, který publikoval sérii stavebně výzkumných příruček pro návrhování, které patří mezi jeden ze zdrojů takzvaných před dokumentačních řešení detailů (pre-documented detail solutions). Jedna z kapitol v technických předpisech pokrývá bezpečnost v případě požáru a je, jako v mnoha dalších zemích, jedna z nejvíce obsáhlých kapitol předpisů.

Návrh požární bezpečnosti budov může být zdokumentován dvěma způsoby:

- Podle pokynů k technickým předpisům.
- Analýzou a požárně inženýrským návrhem.

Předpisy nejsou použitelné pro složitější budovy, je požadován návrh založený na analýze. Severské země mají dlouhou tradici spolupráce na předpisech požární bezpečnosti budov. Proto filozofie požárních předpisů v různých severských zemích je podobná, detaily a nařízení jsou v některých případech identické, v jiných případech se mohou lišit. Národní technické osvědčení může splňovat požadavky v jedné severské zemi, ale nemusí být platné v další zemi.

1.9 Kanada

Národní požární předpis Kanady 2015 (NFC), zveřejněný NRC a vypracovaný kanadskou Komisí pro stavební a požární předpisy, stanovuje technická opatření upravující činnosti

související s výstavbou, užíváním nebo demolicí budov a zařízení, stavem konkrétních prvků budov a zařízení a návrh nebo konstrukci konkrétních prvků zařízení souvisejících s určitým nebezpečím, jakož i ochranná opatření pro současné nebo zamýšlené využití budov.

V NFC je 77 technických změn. Nejvýznamnější změny se týkají výstavby šestipodlažních budov s využitím hořlavé konstrukce. V důsledku toho bylo přidáno osm dodatečných ochranných opatření k řešení požárních rizik během výstavby, kdy funkce požární ochrany ještě není zavedena.

Následkem hořlavé středně podlažní výstavby je druhou nejvýznamnější změnou v NFC 2015 zavedení klasifikačního systému používaného Informačním systémem nebezpečných materiálů na pracovišti (WHMIS) pro definování nebezpečných produktů. Tyto změny odrážejí soulad klasifikačního systému nebezpečných produktů s globálním harmonizovaným systémem (GHS), který byl nedávno přijat v Kanadě.

Norma NFC 2015 byla přeorganizována za účelem sjednocení důležitých informací. Každá část nyní obsahuje předepsané požadavky, následované přiřazovací tabulkou a souvisejícími poznámkami.

NFC 2015 doplňuje Národní stavební normu Kanady 2015. Oba dokumenty je třeba vzít v úvahu při stavbě, rekonstrukci nebo údržbě budov.

První vydání Technické příručky pro návrh a konstrukci vysokých budov ze dřeva v Kanadě nahrazuje z "90% Návrh", který byl vydán v srpnu 2013. Příručka je vědní víceoborový, revidovaný dokument, který byl původně určen pro použití projekčními týmy účastnicími se na "2013 Demonstračních projektech vysokých konstrukcí ze dřeva" Vyjádření zájmu (EOI) vedené Kanadskou radou pro dřevo (CWC). Budoucí vydání příručky zohlední zkušenosti projektových týmů Demonstračního projektu a dalších, využívající koncepty nalezené v prvním vydání.

Vysoké dřevostavby, které pokrývá příručka, jsou za hranicí výšky a plochy, které se v současné době nachází v Národní stavební normě Kanady (NBCC). S využitím moderních masivních výrobků ze dřeva, jako je lepené lamelové dřevo, křížem vrstvené dřevo a konstrukční kompozitní dřevo jsou "Vysoké dřevostavby" cílem, který řeší tým sestavený ze zkušených architektů, inženýrů, specialistů na ekonomii, dodavatelů a výzkumných pracovníků a věří, že je dosažitelný.

Tato příručka je určena pro zkušené projekční a konstrukční týmy; poskytuje těmto týmům představu a zázemí, aby jim odpovídala na otázky, které nevyhnutelně vznikají, pokud se navrhnou stavby nad hranice výšky a plochy předepsané NBCC.

Obavy o požární bezpečnost jsou často považovány za překážky v používání dřevěných prvků v budovách. Proto jedna kapitola příručky poskytuje pokyny pro vývoj alternativního řešení, které demonstruje, že vysoká budova z masivního dřeva může splnit – nebo dokonce převýšit – úroveň požární odolnosti, která je v současné době stanovena v přijatelných řešeních NBCC pro vysoké budovy s nehořlavou konstrukcí. Předpokládá se, že vývoj vhodných alternativních řešení pro vysoké dřevostavby je proveditelný i praktický vzhledem k současným znalostem o konstrukcích z masivního dřeva a stavebních prvků, stejně jako inženýrství požární bezpečnosti.

V posledních desetiletích omezila Národní stavební norma Kanady použití hořlavých konstrukcí na čtyři podlaží částečně z důvodu požární bezpečnosti. Tato ustanovení tradičně předpokládají konstrukci s nejnižší úrovní požární odolnosti v rámci jedné kategorie hořlavosti konstrukce; v důsledku toho současné přijatelné normativní řešení pro konstrukce ze dřeva plně

neodráží stav návrhové metodiky požárního inženýrství a mnoha konstrukčních dřevěných výrobků, které jsou dnes k dispozici. V důsledku toho jsou současná technická opatření často konzervativní.

Přijatelné řešení požární bezpečnosti pro vysoké budovy může být poměrně složité. Předpokládá se, že navrhovaná vysoká dřevostavba obecně vyhovuje normativním ustanovením obsaženým v sekci B NBCC. Nejvýznamnější alternativou je, že konstrukční prvky budou z masivní dřevěné konstrukce na rozdíl od nehořlavé konstrukce s podobnou požární odolností. U vysokých budov je pro konstrukční prvky předepsána 2 hodinová požární odolnost.

Byly podrobně popsány způsoby výpočtu konstrukční požární odolnosti prvků z masivního dřeva včetně spojů. Kromě toho je věnována velká pozornost požární odolnosti a celistvosti požárních dělicích konstrukcí. Toto zahrnuje diskuzi o metodách ochrany prostupů a spojů mezi masivními dřevěnými panely.

Aby bylo možné omezit závažnost požáru, lze prokázat, že úplné zapouzdření všech masivních dřevěných prvků může mít za následek stejnou nebo lepší úroveň požární odolnosti než u budov z nehořlavé konstrukce. Může být prokázáno, že nižší stupeň zapouzdření a použití některých masivních dřevěných prvků poskytuje srovnatelnou úroveň bezpečnosti ve srovnání s nehořlavou konstrukcí. Zohledňují se výhody a nevýhody tří stupňů zapouzdření: úplné, omezené a žádné (plné vystavení požáru).

Je také zkoumána možnost využití vylepšených systémů požární ochrany – včetně vylepšených sprinklerových systémů a systémů kontroly kouře, které kompenzují dodatečné riziko dřeva vystaveného požáru.

1.10 USA

Ve Spojených státech federální vláda v průběhu posledních sto let zaváděla rozsáhlé právní předpisy týkající se požární bezpečnosti a prevenci požárů. USA jsou však svou povahou, zejména federální republikou složenou z padesáti států, velmi roztržité, pokud jde o vytvoření jednotné nebo vše zahrnující legislativy. Každý stát, distrikt a samosprávná obec vytvářejí a aplikují legislativu přizpůsobenou svým konkrétním požadavkům, potřebám a občasným rozmarům, často kolidujícím s okolní komunitou. V mnoha státech můžete překročit jejich předpisy na lokální úrovni. Také normy a předpisy nevznikají v Capitol Hill ve Washingtonu, ale především v Americkém národním normalizačním institutu (ANSI), který koordinuje tvorbu a šíření norem a předpisů vztahujících se k téměř každé aktivitě v zemi, včetně požární bezpečnosti. Představuje to více než 80 subjektů ve Spojených státech a dalších zemích. Mnoho norem ANSI je uvedeno ve stavebních normách (např. Mezinárodní stavební norma (IBC), odkazy mnoha norem ANSI jsou připraveny pro konkrétní odvětví, jako jsou výrobci výtahů).

Hlavním zdrojem norem pro požární bezpečnost je Národní asociace požární ochrany (NFTA), která vydává a neustále aktualizuje většinu norem, které tvoří základ pro národní, státní a místní legislativu. Přestože směrnice a normy NFPA nejsou legislativou, ale spíše dokumenty doporučených správných postupů, tvoří základ, na kterém jsou založeny téměř všechny zákony o požární bezpečnosti v USA. Ve Spojených státech existuje řada dalších subjektů, které také přispívají k vytváření právních předpisů o požární bezpečnosti, a to buď prostřednictvím dokumentů, nebo slouží jako schvalovací orgány pro materiály, zařízení, systémy atd. Patří mezi ně mimo jiné Národní institut směrnic a technologií (NIST), federální technologická agentura, která vyvíjí a prosazuje zákony, opatření a technologie; Americká společnost pro testování a materiály (ASTM), která rovněž vyvíjí a zhotovuje směrnice pro legislativu;

certifikační agentury pro systémy a komponenty (obě pocházející z oblasti pojišťovnictví); a Národní asociace požárních sprinklerů (NFSA).

Všechny slouží jako zdroje pro konkrétní požadavky požární ochrany tvořené místními orgány veřejné správy, včetně stavebních předpisů, obecních nařízení atd. Mnoho z těchto požadavků se však setkává tváří v tvář realitě, což je příliš často v rozporu se zájmy jiných odvětví. Jedná se zejména o případy, kdy jsou přísné stavební předpisy v rozporu se zákonnými zájmy stavebníků nebo developerů. Existuje příliš mnoho budov navržených a postavených údajně v souladu s obecnými předpisy, které lze považovat za nevyhovující. Například někdy během vyšetřování příčin následkem tragického požáru nebo rutinní prohlídky se zjistí, že požárně odolné materiály jsou snadno hořlavé, detektory se nacházejí pouze přilepené ke stropu a tedy nefunkční, sprinklerové hlavy jsou pouze přišroubovány ke stropu jako ozdoby a stanice požárních hadic jsou namontovány na stěnách bez připojení na potrubí.

IBC je hlavní modelovou stavební normou v USA, která byla přijata většinou států s nebo bez dodatků. kapitoly 16, 17 a 23 pokrývají konstrukční návrh dřeva a výstavbu. Nekonstrukční nařízení, jako jsou výšky a plochy, jsou pokryty jinde. IBC dělí budovy na pět typů konstrukcí. Konstrukce typu I a II je obecně omezena na nehořlavé materiály jako je beton a ocel, ačkoliv dřevo může být použito ve všech typech konstrukcí v různé míře. Typ III dovoluje sloučení nehořlavých a hořlavých materiálů, zatímco konstrukční typy IV a V mohou mít hořlavé stavební materiály.

Vícepodlažní dřevěná výstavba obecně spadá do typu III a V. Ačkoliv vícepodlažní konstrukce typu IV, známá jako masivní dřevo, je předmětem rostoucího zájmu. Každý konstrukční typ je dále dělen na A a B, kde jsou odlišné požadavky na hodnocení požární odolnosti, kdy A je přísnější. Typ I je realističtější pro vyšší budovy. Typ III pro dřevěné konstrukce pomáhá zaplnit rozdíly mezi nízkými a vyššími budovami.

Přípustné zvýšení plochy a výšky

Tabulka 503 IBC uvádí přípustné výšky budov a podlahové plochy pro různé typy konstrukcí; existují však rezervy pro navýšení. Pro typ IIIA by například povolená podlahová plocha 24 000 čtverečních stop (7 315,2 čtverečních metrů), stanovená v tabulce 503 pro skupinu R-2 obsazenosti, mohla být zvýšena na 90 000 čtverečních stop (27 432 čtverečních metrů) na patro. Taková opatření zahrnují:

Otevřené přední plochy. Část IBC 506.2 umožňuje zvýšení plochy až o 75% pro budovy s otevřenými prostory kolem jejich obvodů, jako jsou dvorky, nádvoří, parkoviště a ulice, které umožňují přístup hasičů.

Sprinklerové systémy. Pro většinu skupin obsazenosti je dovoleno zvýšení přípustné výšky (a počtu pater) a podlahové plochy podle IBC části 504.2 s použitím schváleného automatického sprinklerového systému v souladu s Národní asociací požární ochrany (NFPA) 13 standard.

Typ IIIA konstrukce pro skupinu obydlí R povoluje čtyři patra a 65 stop (19,812 metrů), zatímco typ VA budovy má povoleno mít tři patra a 50 stop (15,24 metrů). Avšak pokud jsou chráněny automatickými sprinklery, budovy typu IIIA a typu VA mohou mít pět a čtyři podlaží, podle uvedeného pořadí. Typ IIIA má povoleno navýšení na 85 stop (25,908 metrů) a typ VA navýšení na 70 stop (21,336 metrů), viz tabulka IBC povolených výšek a ploch pro obytnou výstavbu.

V Pacific Northwest (Washington, Oregon a Idaho) byl modelový zákon změněn, aby povoloval obytným budovám typu V mít až pět podlaží s konstrukcí z dřevěného skeletu s dodatečnými omezeními.

Užití požárních stěn pro oddělení budov

Zatímco norma výslovně nevyžaduje požární stěny, mohou být v mnoha případech využity k rozšíření předepsané velikosti budovy. IBC část 706.4 požaduje tříhodinové hodnocení pro R-2 (dlouhodobě obydleno) obydlenost na typ konstrukce IIIA.

IBC část 706 povoluje, aby části budov, které jsou odděleny jednou nebo více požárními stěnami, byly považovány za oddělené. Takto může být dřevěný skelet navržen jako oddělený. Toto oddělení dovoluje dřevostavbám, aby byly velikostně neomezeny.

Konstrukční prvky dřevěných rámců, které musí mít požární odolnost, vyžadují, aby byla stanovena požární odolnost podle zkušebních postupů stanovených v ASMT E119, Normové zkušební metody pro zkoušky požáru stavebních konstrukčních materiálů. Norma také poskytuje alternativní metody pro stanovení požární odolnosti podle IBC část 703.3, který zahrnuje předpisové tabulky v 720 nebo výpočty pro požární odolnost v 721.

Tabulka - IBC povolené výšky a plochy pro obytnou výstavbu ze dřeva

Obytné budovy Dlouhodobý pobyt, zařízení pro více rodin (R-2) a krátkodobý pobyt (R-1) (např. byty, kláštery, studentské koleje, bratrstva a sesterstva pro R-2; hotely a motely pro R-1) NFPA 13 Sprinklery 100% otevřený obvod				
	Typ IIIA	Typ IIIB	Typ VA	Typ VB
Maximální počet podlaží	5	5	4	3
Maximální výška budovy ft (m)	85 (25,908)	75 (22,86)	70 (21,366)	60 (18,288)
Celková plocha budovy (pro maximální povolený počet podlaží ft ² (m ²))	270 000 (82 296)	180 000 (54 864)	135 000 (41 148)	78 750 (24 003)
Samostatná plocha podlahy ft ² (m ²))	90 000 (27 432)	60 000 (18 288)	45 000 (13 716)	26 250 (8 001)
Celková plocha budovy, jednopodlažní budova ft ² (m ²))	114 000 (34 747)	76 000 (23 165)	57 000 (17 374)	33 250 (10 135)

Celková plocha budovy, dvoupodlažní budova ft ² (m ²)	180 000 (54 864)	120 000 (36 576)	90 000 (27 432)	52 500 (16 002)
--	---------------------	---------------------	--------------------	--------------------

Zdroj: Americká dřevařská rada (American Wood Council)

Tabulka - Požadavky na požární odolnost pro typ IIIA a typ VA konstrukce

	Vnější nosné stěny*	Vnitřní nosné stěny*	Podlahové konstrukce*	Střešní konstrukce*	Požární stěny**
Typ IIIA	2 hodiny	1 hodina	1 hodina	1 hodina	3 hodiny
Typ VA	1 hodina	1 hodina	1 hodina	1 hodina	2 hodiny

Zdroj: IBC Tabulka 601 a IBC Tabulka 706.4

Sestavy pro požární odolnost

Jednohodinové nebo dvouhodinové požadavky na požární odolnost jsou obecně zajištěny požárními sestavami, které zahrnují sádrokartonové opláštění.

Seznam schválených sestav dřevěných podlah a stěn je k dispozici od Americké rady dřeva (DCA 3: protipožární dřevěné skeletové soustavy stěn a podlah/stropů, www.awc.org) a APA (formulář W305, www.apawood.org).

Další zdroje jsou Požárně odolné systémy a výrobky UL (soupis požární odolnosti) a Příručka pro návrh požární odolnosti sádrokartonů.

2 Závěr

Z uvedeného přehledu přístupů k řešení požární bezpečnosti dřevostaveb ve vybraných zemích Evropy, Kanady a USA vyplývá, že jsou až na výjimky více méně podobné a v zásadě konzervativní. Podstatné ale je, že připouští požárně inženýrský přístup, který lze aplikovat pro řešení dřevostaveb nad rámec těchto přístupů. Současným cílem v Evropě je zpracovat jednotný požárně inženýrský přístup, založený na kritériích požární bezpečnosti/spolehlivosti staveb bez ohledu na hořlavost či nehořlavost použitých stavebních materiálů. Tj. například odstranění diskriminace dřeva a výrobků na bázi dřeva. Pro plnohodnotné uplatnění tohoto přístupu je však potřeba pokračovat v přípravě co nejdokonalejších podkladových materiálů pro projektanty a orgány státní správy.

Pro navrhování vícepodlažních budov ze dřeva se v severských zemích používá srovnávací metoda, jejíž modifikovaná česká verze je zpracována v samostatném dokumentu projektu GS LČR č. 6/2018. V Kanadě je pro navrhování vícepodlažních budov ze dřeva zpracována Technická příručka pro návrh a výstavbu vysokých budov ze dřeva v Kanadě, jejíž nevýhodou pro nás je, že je vztažena k národním normám Kanady.



PŘÍLOHA č. 4

Základní kategorizace dřevostaveb z hlediska požární odolnosti



Dřevo je naše budoucnost.



Základní kategorizace dřevostaveb z hlediska požární odolnosti

Zpracovali:

**doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.
Ing. Anna Kuklíková, PhD.
Ing. arch. Anna Gregorová**

Kontaktní osoba:
Petr Kuklík
tel.: 775 280 949
e-mail: kuklik@fsv.cvut.cz

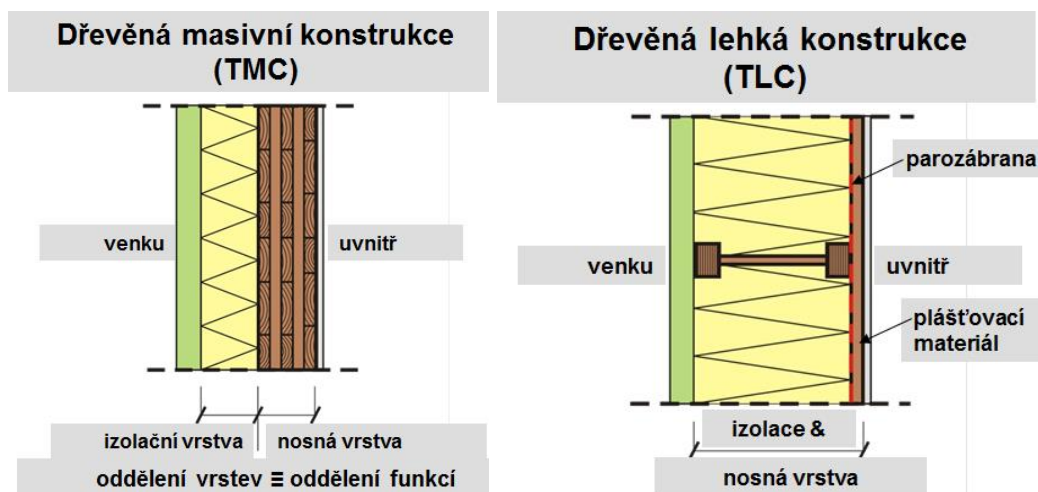
Praha 25. 11. 2018

1 Kategorizace dřevostaveb

Dřevostavby z hlediska požární kategorizace můžeme dělit na dva typy:

- Dřevostavby s masivní dřevěnou konstrukcí (těžký skelet či masivní desková konstrukce).
- Dřevostavby s lehkou/rámovou dřevěnou konstrukcí (lehký skelet).

Možné provedení obou typů dřevostaveb je znázorněno na obr. 1.



Obr. 1 Možné provedení stěn dřevostaveb

Masivní dřevěné konstrukce zahrnují všechna použití velkorozměrných dřevěných prvků v budovách.

Těžká dřevěná konstrukce je tvořena samostatnými nosnými prvky (trámy, sloupy, deskami nebo vazníky).

Lehké dřevěné konstrukce používají řezivo menších rozměrů (sloupky ve stěnách, nosníky ve stropěch a desky na bázi dřeva či sádky a izolace).

Požární odolnost těžkých dřevěných konstrukcí je dána rychlostí zuhelnatění dřeva použitých velkorozměrných dřevěných prvků, které mají vysokou požární odolnost.



Obr. 2 Masivní dřevěné prvky po požáru (stěna z CLT a dřevěný nosník)

Podstatně komplikovaněji jsou na tom lehké dřevěné konstrukce, kde jejich požární odolnost je dána požární odolností použitých plášťů a dále pak požární odolností vnitřního nosného rámu z řeziva či desek menších rozměrů.



Obr. 3 Stěna lehkého skeletu po požáru

2 Popis konstrukčních systémů dřevostaveb

Těžký skelet je prostorový nosný konstrukční systém vytvořený ze svislých a vodorovných nosných prvků z hraněného řeziva, lepeného lamelového dřeva, vrstveného dřeva, Parallamu či Intrallamu. Kompletuje se nenosnými obvodovými pláštěmi a dělicími konstrukcemi příček.

Pro těžké dřevěné skelety jsou typické především tyto modulové rozměry 1,20 x 1,20 m; 1,25 x 1,25 m; 3,60 x 3,60 m a 4,80 x 4,80 m.

Novodobé konstrukce těžkých dřevěných skeletů mohou mít několik variant, které se liší provedením styků vodorovných a svislých prvků:

skelet s jednodílnými průvlaky a sloupy; skelet s dvojdílnými průvlaky a jednodílnými sloupy; skelet s jednodílnými průvlaky a dvojdílnými sloupy.

Těžké skeletové konstrukční systémy se vyznačují velkou půdorysnou dispoziční volností a jsou vhodné především pro administrativní budovy. Jejich určitou nevýhodou je to, že se většinou zhotovují z lepených lamelových prvků a náročnější je i provedení konstrukčních detailů. Požární odolnost těžkých dřevěných skeletů je však velmi dobrá, a protože jsou provedeny z masivních tyčových prvků ze dřeva je u nich též jednoduché stanovit požární odolnost metodou účinného průřezu, která je zpracována v Eurokódu 5.

Lehké skelety tvoří rám převážně z dřevěných fošen a prken, mezi které je vložena tepelná izolace a rám je opláštěván deskami na bázi dřeva a sádry. Sloupky a stropní nosníky tohoto systému jsou poměrně hustě vedle sebe, na vzdálenost většinou 625 mm.

Rozlišujeme tři základní typy lehkých skeletů:

Balloon frame; modifikovaný Balloon frame; Plattform frame.

Plattform frame má podlaží z dílů posazených vzájemně na sebe a je dnes nejpoužívanějším typem lehkého dřevěného skeletu při stavbě jednopodlažních a vícepodlažních budov.

Pokud jde o vícepodlažní dřevostavby na bázi lehkého dřevěného skeletu, ukazuje se, že s ohledem na jejich požární odolnost a tuhost jsou vhodné do maximálně pěti podlaží. Na omezení počtu podlaží má totiž vedle požáru vliv i ta skutečnost, že velkým problémem dřeva

je jeho deformovatelnost v tlaku kolmo k vláknům, která se projevuje zatlačováním sloupků lehkého skeletu do horizontálních prahů a následně trhlinami na fasádě.

Masivní deskové konstrukce se vyznačují různými způsoby provedení stěn a stropů, především z křížem vrstveného dřeva (CLT).

Rozdílem mezi masivními dřevěnými (MTC) a lehkými dřevěnými (LTC) konstrukčními systémy je též skutečnost, že u MTC systému z CLT je jasné rozdělení nosné a izolační funkce jednotlivých vrstev. Zatím co u LTC se využívají prutové prvky s opláštěním, u MTC jsou to především velkoplošné deskové prvky.

Další výhodou MTC systému je skutečnost, že nepotřebuje žádné parozábrany a v porovnání s LTC systémy vykazuje lepší tepelnou kapacitu. Pro oba systémy existují i různé způsoby provedení fasády. U systému MTC se používají masivní, velké, nosné prvky, čímž se dá při dodržení pravidel spojování dosáhnout vysoké tuhosti konstrukce. To je velmi důležité pro využití tohoto systému v budovách s velkým dynamickým zatížením.

S ohledem na tyto skutečnosti jsou masivní deskové systémy především z křížem vrstveného dřeva (CLT) v současnosti nejvíce používány na vícepodlažní budovy.

Na obr. 4 jsou uvedeny příklady použití zmíněných konstrukčních systémů na vícepodlažní budovy.



Obr. 4 Příklady použití konstrukčních systémů dřevostaveb na vícepodlažní budovy



PŘÍLOHA č. 5

Požární inženýrství –srovnávací metoda



Dřevo je naše budoucnost.



Požární inženýrství

Srovnávací metoda pro ověření návrhu požární bezpečnosti staveb

Zpracovali:

**doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.
Ing. Anna Kuklíková, PhD.
Ing. arch. Anna Gregorová
Bc. Alena Macasová**

Kontaktní osoba:
Petr Kuklík
tel.: 775 280 949
e-mail: kuklik@fsv.cvut.cz

Praha 25. 11. 2018

1 Předmluva

Tato technická specifikace je modifikovanou českou verzí technické specifikace INSTA/TS 950 „Požární inženýrství – Srovnávací metoda pro ověření návrhu požární bezpečnosti staveb“, která se používá v Dánsku, Finsku, Islandu, Norsku a Švédsku.

Tato technická specifikace obsahuje doporučení a možnosti, které mohou být zavedeny národními předpisy. Uživatel by se měl vždy ujistit, že jsou splněny důležité národní požadavky.

Tato specifikace udává alternativní postupy, hodnoty a doporučení pro třídy požární bezpečnosti s poznámkami uvádějícími, kde může být provedena národní volba. Národní specifikace (například v České republice Národní technická informace) zavádějící tuto specifikaci proto musí mít národní přílohu obsahující všechny určené národní parametry, které budou používány pro návrh budov a stavebně inženýrské práce v České republice.

Možnosti národní volby, povolené ve specifikaci, jsou uvedeny v příloze A, která zároveň slouží jako šablona pro národní přílohu.

2 Úvod

V normě založené na užitných vlastnostech může být dodržování předpisů požární bezpečnosti prokázáno dvěma způsoby: stavbou budovy v souladu s předem přijatými řešeními (definovanými národními stavebními úřady) nebo inženýrskými metodami požární bezpečnosti, které dokládají, že požární bezpečnost je uspokojivá. Metody požárního inženýrství lze aplikovat buď přístupem definovaným pomocí absolutních kritérií nebo srovnávacím přístupem. Tato specifikace je zaměřena na srovnávací přístup. Tento přístup je založen na procesu porovnávání oproti předem přijatému řešení, tj. na prokázání toho, že alternativní návrh požární bezpečnosti je alespoň tak bezpečný, jako návrh s předem přijatým řešením. Může být také možné použít nesrovnávací analýzu, pokud jsou kritéria pro užitné vlastnosti jsou definována jinými způsoby. Taková kritéria však mohou být obtížně definovatelná a/nebo neslučitelná s existujícími předem přijatými řešeními. Proto má srovnávací analýza pro určité návrhové situace výhodu, neboť předem přijaté řešení je definováno pro mnoho požárních aspektů budov.

Ačkoliv většina budov je navržena pomocí předem přijatých řešení, odchylka od jednoho nebo více těchto řešení může být někdy v zájmu stavitele. Tato alternativa, kdy je jedno předem přijaté řešení nahrazeno řešením, které není definováno v normativních předpisech, se obecně považuje za alternativu návrhu. Všechny alternativy návrhu je třeba ověřit, aby bylo prokázáno, že dosažená úroveň bezpečnosti je v souladu s regulačními požadavky.

Ověření je ústředním prvkem požárního inženýrství. Když jsou zavedena předem přijatá řešení, projektant ověří, že budova byla skutečně postavena podle specifikací předem přijatých řešení. Projektant musí používat nástroje, které dokazují, že zamýšlený návrh, nazývaný také zkušební návrh požární bezpečnosti, splňuje bezpečnostní úroveň, která je v souladu s tím, co je pro společnost přijatelné. Tento proces prokazování dostatečné bezpečnosti se běžně označuje jako ověření a lze jej provést řadou různých metod, od kvalitativních screeningových technik, až po rozšířené kvantitativní analýzy. Pokud jsou použity alternativní ověřovací metody, stane se ověřování nesmírně důležité.

Tato technická specifikace poskytuje návod, jak ověřit alternativy požárního návrhu budov.

3 Požární inženýrství – Srovnávací metoda pro ověření návrhu požární bezpečnosti staveb

3.1 Rozsah

Tato specifikace poskytuje vodítko pro srovnávací přístup požárního inženýrství poskytnutím základů pro provedení srovnávací analýzy požární bezpečnosti staveb. Jsou v ní uvedeny informace o tom, jak určit cíle požární bezpečnosti z předem přijatých řešení a jak ověřit alternativy návrhu použitím kvalitativních a kvantitativních hodnotících metod požárního inženýrství. Tyto cíle mohou zahrnovat bezpečí životů obyvatel, majetku a ekologické ztráty. Cílem je vytvořit konzistentnější a jednotnější návrhový přístup založený na užitečných vlastnostech a poskytnout vodítko pro využití srovnávacího přístupu.

Tato specifikace je určena k použití jako referenční dokument pro stavební úřady a pro použití v souvislosti s předpisy od konzultantů, místních orgánů a dalších osob ve stavebnictví.

- (1) POZNÁMKA: Omezení týkající se použití této specifikace mohou být stanovena v Národní příloze. Doporučuje se, aby tato specifikace byla použita pouze pro analýzu, kde existují předem přijatá řešení pro referenční budovu. Doporučuje se, aby se tyto metody používaly pro ověření jednoho cíle požární bezpečnosti najednou.

Uživatel této technické specifikace musí ověřit, že modely jsou platné pro příslušnou návrhovou situaci a že jsou splněny národní požadavky.

3.2 Normativní odkazy

Následující citované dokumenty jsou vyžadovány pro použití tohoto dokumentu. Pro datované odkazy platí pouze citovaná verze. Pro nedatované odkazy platí nejnovější verze odkazovaného dokumentu včetně všech změn.

EN 1990, Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí

EN 1991-1-2, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru

EN 12845, Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba

EN 13501-1, Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň

EN 13501-2, Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení

EN-ISO 13943, Požární bezpečnost – Slovník

ISO/TR 13387-1, Požární inženýrství – Část 1: Aplikace koncepce průběhu požáru v projektování

ISO/TR 13387-2, Požární inženýrství – Část 2: Návrhové požární scénáře a návrhové požáry

ISO/TR 13387-3, Požární inženýrství – Část 3: Posuzování a ověřování matematických modelů požáru

ISO/TR 13387-4, Požární inženýrství – Část 4: Vznik a rozvoj požáru a tvorba zplodin

ISO/TR 13387-5, Požární inženýrství – Část 5: Pohyb zplodin požáru

ISO/TR 13387-6, Požární inženýrství – Část 6: Chování konstrukcí a šíření požáru mimo místo vzniku požáru

ISO/TR 13387-7, Požární inženýrství – Část 7: Detekce, aktivace a potlačení požáru

ISO/TR 13387-8, Požární inženýrství – Část 8: Bezpečnost osob – Chování, rozmístění a kondice obyvatel

ISO 13571, Život ohrožující složky požáru – Pokyny pro odhad času na ohrožení odolnosti při požárech ISO 16730, Inženýrství požární bezpečnosti – Posuzování, ověřování a validace metod výpočtu

ISO 16732-1, Inženýrství požární bezpečnosti – Hodnocení požárního rizika – Část 1: Všeobecně

ISO/TS 16733, Inženýrství požární bezpečnosti – Výběr návrhových požárních scénářů a návrhových požárů

ISO/TR 16738, Inženýrství požární bezpečnosti – Technické informace o metodách pro hodnocení chování a pohybu osob

ISO 19706, Pokyny pro posuzování požárního nebezpečí pro lidi

ISO 23932, Inženýrství požární bezpečnosti – Všeobecně

3.3 Termíny a definice

Pro účel tohoto dokumentu jsou použity následující termíny a definice.

3.3.1 Mezní doba pro bezpečný únik

ASET

Doba možná pro únik jednotlivého obyvatele, vypočtený časový interval mezi okamžikem vznícení a časem, ve kterém se podmínky stávají takovými, že obyvateli je znemožněn únik, tj. není schopen účinného jednání za účelem úniku do útočiště nebo na bezpečné místo

[ZDROJ: EN-ISO 13943]

3.3.2 Srovnávací analýza

Porovnání úrovně požární bezpečnosti v mezích zkušebnímu návrhu požární bezpečnosti a referenční budovy, která je navržena v souladu s předem přijatým řešením

3.3.3 Scénář návrhového požáru

Konkrétní požární scénář, který je analyzovaný pomocí metod požárního inženýrství

3.3.4 Návrhový požár

Kvantitativní popis předpokládaných charakteristik požáru v rámci scénáře návrhového požáru

- (2) POZNÁMKA: Toto je většinou idealizovaný popis pěti důležitých proměnných požáru v čase jako jsou: úroveň uvolňování tepla, úroveň šíření plamenů, úroveň produkce kouře, toxických plynů a teploty.

3.3.5 Deterministická analýza

Analýza konkrétního scénáře nebo několika scénářů, které jsou považovány za reprezentativní pro případy, které se mohou vyskytnout v budově. Výsledky těchto scénářů jsou vyčísleny na základě následků. Reprezentativní scénáře mohou být vybrány jako nejhorší případ, spolehlivě nejhorší nebo nejlepší odhady, což záleží na tom, jak jsou řízeny nejistoty.

3.3.6 Doba evakuace

Časový interval mezi okamžikem předání varování o požáru obyvatelům a časem, kdy obyvatelé z určité části budovy nebo z celé budovy jsou schopni dosáhnout bezpečného místa

[ZDROJ: EN-ISO 13943]

3.3.7 Hodnotící kritéria

Kritéria, která jsou využívána, převážně ve srovnávací analýze, pro zhodnocení provedení různých návrhů požární bezpečnosti, tj. kritéria pro zhodnocení toho, jestli jsou lidé vystaveni neudržitelným okolnostem, nebo kritéria sálání pro zhodnocení rizika vznícení hořlavého materiálu

3.3.8 Požární inženýrství

Používání inženýrských metod, založených na vědeckých zásadách, pro tvorbu nebo hodnocení návrhů v zastavěném území, analýzou určitých požárních scénářů nebo kvantifikováním rizika pro skupinu požárních scénářů

[ZDROJ: EN-ISO 13943]

3.3.9 Požární scénář

Kvalitativní popis časového průběhu požáru, identifikující klíčové události, které charakterizují zkoumaný požár a odlišují ho od ostatních možných požárů

- (1) POZNÁMKA: Tento scénář obvykle definuje procesy vznícení a rozvoje požáru, fázi plně rozvinutého požáru, fázi dohořívání, prostředí a systémy, které mají vliv na průběh požáru.

[ZDROJ: EN-ISO 13943]

3.3.10 Identifikace nebezpečí

Postup pro určení úrovně dopadu zjištěných rizik a nebezpečí na úroveň požární bezpečnosti a pro vymezení toho, na které cíle v předem přijatých řešeních by se měla analýza soustředit

3.3.11 Počáteční kontrola návrhu

Kvalitativní proces pro identifikaci možných způsobů vzniku požárního rizika v rámci cílů požární bezpečnosti, které nejsou splněny předem přijatým řešením a stanovit jeden nebo více zkušebních návrhů požární bezpečnosti pro udržení rizika na přijatelné úrovni

3.3.12 Návrh založený na užitných vlastnostech

Použití inženýrských metod za účelem návrhu požární bezpečnosti (nebo jiných cílů) budov. Návrh založený na užitných vlastnostech může zahrnovat jednoduché ověřovací kvalitativní metody nebo komplexnější metody jako jsou ověřovací metody deterministické nebo metody založené na rizicích. Návrh požární bezpečnosti založený na užitných vlastnostech je označován jako požární inženýrství

3.3.13 Předpis založený na užitných vlastnostech (norma)

Dokument, který vyjadřuje požadavky na budovu nebo stavební systém, pokud jde o společenské cíle, funkční cíle a požadavky na užitné vlastnosti, aniž by upřesňoval jednotlivé způsoby splnění požadavků. Předem přijatá řešení a ověřovací metody pro prokázání shody s normovými požadavky se musí odkazovat na normu.

[ZDROJ: IRCC – Mezinárodní komise regulátorů stavebního práva]

3.3.14 Předem přijatá řešení

Řešení, které bylo určeno příslušným právním orgánem (AHJ) k dosažení cílů stanovených v požadavcích na požární bezpečnost

- (1) POZNÁMKA: Definice se může lišit v různých zemích. Jiné pojmy zahrnují například vyhovující řešení, přijatelná řešení, předepsaná řešení.

3.3.15 Kvantitativní analýza rizik

Analýza určitých scénářů, kde pravděpodobnosti a důsledky jsou vyčísleny pro každý scénář. Pokročilá pravděpodobnostní analýza může zahrnovat pravděpodobnostní rozdělení proměnných.

3.3.16 Referenční budova

Budova navržená podle předem schválených řešení, tj. splňující národní požadavky. Referenční budova může být využita ve srovnávací analýze, kde je úroveň rizika nebo užitné vlastnosti zkušebního návrhu požární bezpečnosti srovnáván s referenční budovou.

3.3.17 Robustnost

Schopnost konstrukce vyrovnat se selháním požárních bezpečnostních systémů nebo změnou předpokladů v důsledku událostí, ke kterým může dojít v budově

3.3.18 Požadovaná doba pro bezpečný únik

RSET

Doba požadovaná pro únik, vypočtená doba, kterou potřebuje každý obyvatel, aby se dostal pryč z místa, kde se nachází v době vznícení (do útočiště nebo do bezpečného místa)

[ZDROJ: EN-ISO 13943]

3.3.19 Míra bezpečnosti

Rozdíl mezi skutečnou hodnotou a hodnotou představující přijatelnou úroveň bezpečnosti

3.3.20 Citlivost

Citlivost je měřítkem toho, kolik proměnná ovlivňuje konečný výstup nebo výsledky modelu

- (1) POZNÁMKA: proměnné, které mohou být v analýze citlivé zahrnují: tempo růstu požáru, umístění požáru při výpočtu šíření požáru a kouře, směr větru při simulaci kouřového větrání nebo pohybových vzorců obyvatel při výpočtu doby úniku

3.3.21 Analýza citlivosti

Analýza provedená k určení míry, v jaké se předpokládaný výstup bude měnit s ohledem na specifikovanou změnu vstupního parametru, obvykle ve vztahu k modelům

[ZDROJ: NFPA 101]

3.3.22 Zkušební návrh požární bezpečnosti

Konstrukční řešení požární bezpečnosti, které je navrženo pro budovu a které je ověřeno metodami založenými na užitných vlastnostech

3.3.23 Nejistota

Neschopnost přesně předpovědět budoucí výsledek událostí. Nejistoty se týkají především nedostatku znalostí nebo náhodnosti.

- (1) POZNÁMKA: Nejistoty mohou souviset se spolehlivostí a platností modelu, přesností při odhadování účinku expozice, náhodností v attributech populace nebo náhodností v možných událostech, které se mohou vyskytnout

3.3.24 Ověřovací metody

Různé metody, které předepisují jeden způsob splnění požadavků na stavbu

- (1) POZNÁMKA: Ověřovací metody mohou zahrnovat: výpočetní metody s využitím uznávaných analytických metod a matematických modelů; laboratorní testy využívající tetování (někdy destrukci) na prototypových součástech a systémech; testy in-situ, které mohou zahrnovat přezkoumání plánů a ověření zkouškou, pokud je požadována shoda se stanovenými čísly, rozměry nebo místy (jsou zahrnuty také nedestruktivní zkoušky, jako jsou tlakové zkoušky potrubí)

[ZDROJ: IRCC – Mezinárodní komise regulátorů stavebního práva]

4 Postup

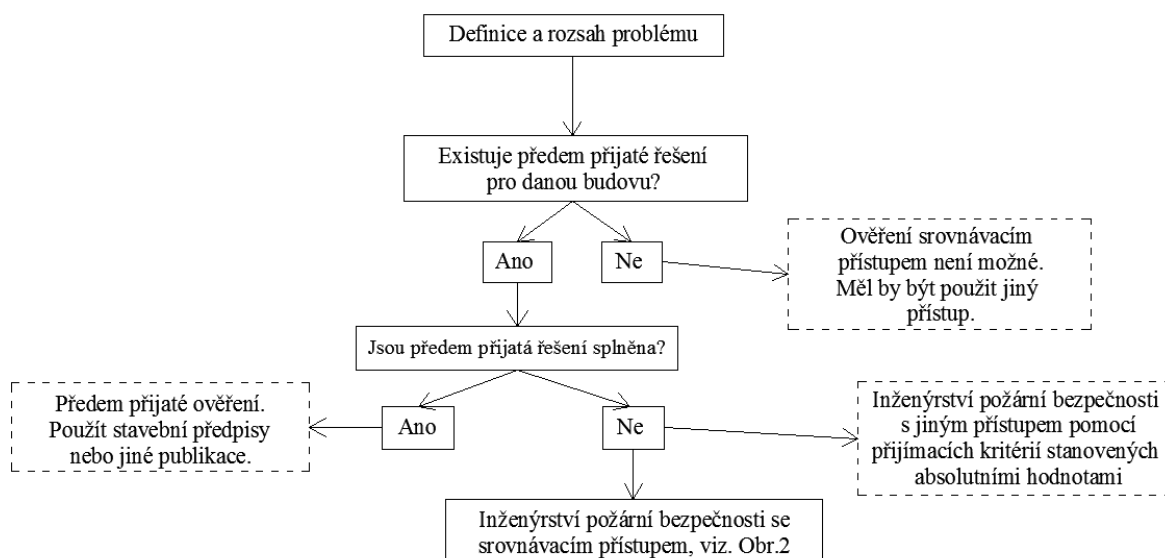
4.1 Všeobecně

Ověřování požární bezpečnosti v budovách může být provedeno pomocí různých metod. Zatímco tato specifikace je zaměřena na srovnávací přístup, tato kapitola se bude zabývat prostředky, které lze obecně použít při ověřování požární bezpečnosti. Tato kapitola zároveň udává konkrétní pokyny k použití srovnávacího přístupu v požárním inženýrství.

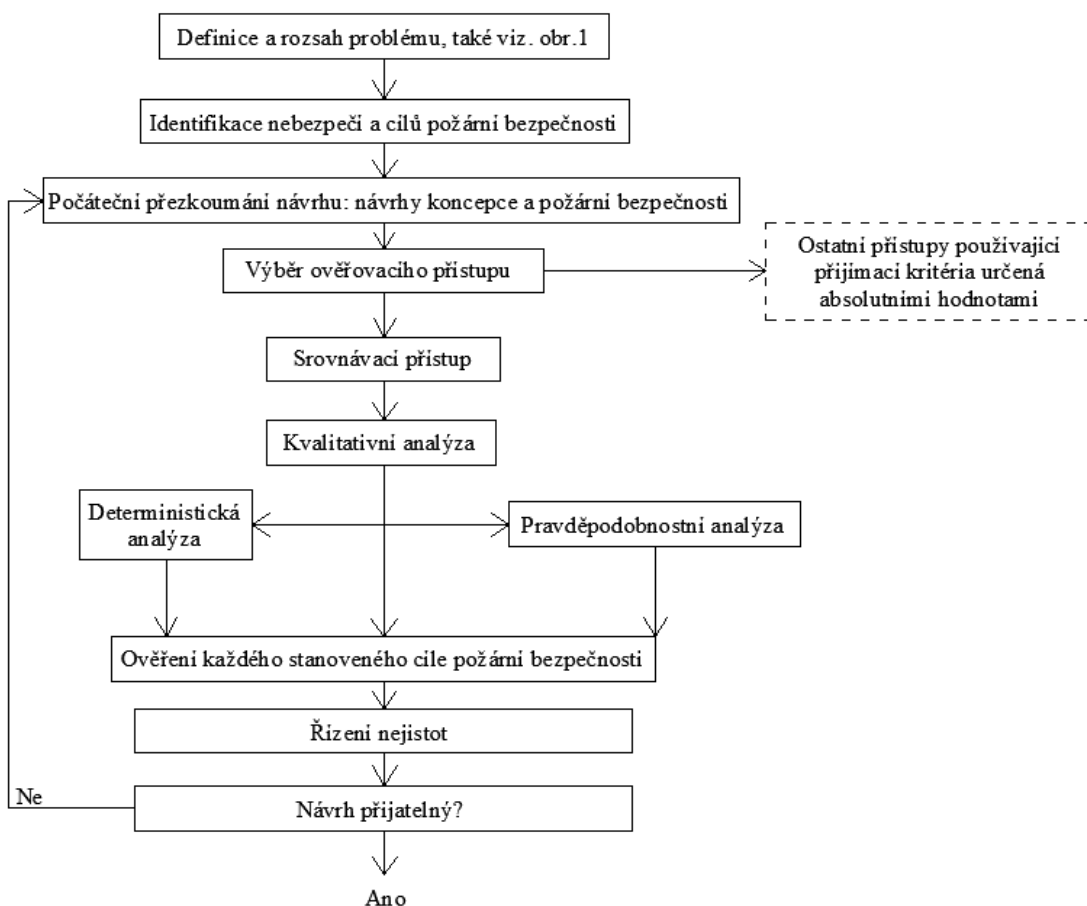
Nejprve se rozhodne, jaká hlavní ověřovací metoda se má použít, viz obr. 1, podle definovaného problému a rozsahu. Pro většinu budov bude možné použít předem přijaté řešení. Metody požárního inženýrství v tomto případě nebude potřeba. Pokud se jedná o odchylky od předem přijatých řešení, obvykle je zapotřebí prověřování metodami požárního inženýrství, jak je uvedeno v národních stavebních předpisech.

Jeden způsob, jak to provést, jsou-li předem přijatá řešení platná, je použití srovnávacího přístupu. Jiné přístupy, jako například použití kritérií přijatelnosti stanovených absolutními hodnotami, lze také použít, ale v této technické specifikaci nejsou dále rozpracovány.

Obecně požárně inženýrský proces přijatý při použití srovnávacího přístupu je popsán na obr. 2. Tento proces je určen k použití jako návod od definice problému, přes požárně inženýrský proces, až po závěrečný krok ověření, že požárně bezpečnostní návrh je přijatelný. Každý krok tohoto procesu bude podrobně popsán v následujících částech. Ačkoli proces je popsán jako postup krok za krokem, může být proces ve skutečnosti iterativní.



Obrázek 1 — Vývojový diagram popisující, jak lze rozhodnout o volbě ověřovací metody



Obrázek 2 — Proces požárního inženýrství se zaměřením na srovnávací přístup

4.2 Definice a rozsah problému

Jedná se o počáteční krok v inženýrském procesu požární bezpečnosti, kde je problém definován a řešen. Krátkým zjištěním jakýchkoliv odchylek od předem přijatého řešení, bude definován rozsah problému.

Obvykle mohou být analyzovány předběžné architektonické výkresy nebo konstrukční koncepce. Mohou být zváženy možné ověřovací metody, viz. obr.1 výše. Důležité je také omezit rozsah požární bezpečnosti jako součást návrhu budovy.

Změny provedené v rozsahu problému během procesu mohou vyžadovat restart inženýrského procesu požární bezpečnosti.

4.3 Identifikace rizik a cílů požární bezpečnosti

Tento krok je úzce spojen s předchozím krokem a je založen na definovaném problému. Nebezpečí musí být identifikováno a musí být stanoveny odpovídající cíle požární bezpečnosti. Často zde hrají významnou úlohu stavební předpisy, neboť mohou stanovit funkční požadavky a/nebo cíle požární bezpečnosti, které musí být splněny.

4.3.1 Identifikace rizik

Identifikace nebezpečí má za cíl identifikovat ohrožení cílů požární bezpečnosti, představované odchylkou od předem přijatých řešení. Na základě zjištěných rizik by měly být popsány různé scénáře, které popisují příslušný dopad na cíle požární bezpečnosti. Tato informace může být použita v pozdějších fázích procesu při definování scénářů požárního návrhu.

4.3.2 Identifikace cílů požární bezpečnosti

Cíle požární bezpečnosti je třeba stanovit pomocí identifikace rizika. Tato část poskytuje návod, jak stanovit, které cíle požární bezpečnosti jsou ovlivněny definovanými odchylkami od předem přijatých řešení. V tomto smyslu ověření požární bezpečnosti zajišťuje splnění určitých cílů, čímž je zajištěna přiměřená úroveň bezpečnosti. Ověření může být provedeno na různých úrovních, tj. jako jednotlivé cíle, soubor cílů nebo dokonce pro všechny cíle požární bezpečnosti.

- (1) POZNÁMKA: Specifikace cílů požární bezpečnosti a jejich ověření mohou být stanoveny v Národní příloze. Doporučuje se použít metodu 1, pokud předem přijatá řešení jsou v nařízeních přímo spjata s cíli požární bezpečnosti. Jinak se doporučuje metoda 2.

4.3.2.1 Metoda 1 – Cíle spojené s předem přijatými řešeními

Tato metoda je použitelná, pokud jsou předem přijatá řešení jasně spojena s konkrétními cíli požární bezpečnosti. To může být případ, kdy regulační systém založený na užitečných vlastnostech konkrétně poukazuje na cíle požární bezpečnosti s předem přijatým řešením připojeným ke každému z těchto cílů. Odchytky od předem přijatých řešení mohou být jasně spjaty s těmito cíli a odhalit, které cíle je třeba ověřit, viz. tabulka 1.

Tabulka 1 – Příklad nástroje k identifikaci přidaných a odstraněných protipožárních opatření pro různé cíle požární bezpečnosti

Cíle požární bezpečnosti (tato tabulka může být rozdělena na dílčí cíle)	Odchytky od předem přijatých řešení							
	Přidané opatření				Odstraněné opatření			
Prostředky opuštění budovy								
Stabilita a nosnost v případě požáru								
Ochrana proti šíření požáru a kouře uvnitř budovy								
Ochrana proti šíření požáru mezi budovami								
Služby a bezpečnost pro záchranné operace								

Tabulka 1 sama o sobě nestačí k ověření odchylek. Ověření musí být provedeno v souladu s příslušnou ověřovací metodou.

4.3.2.2 Metoda 2 – Odvozování cílů

Pokud národní požadavky nestanoví cíle požární bezpečnosti, protože předem přijatá řešení jsou považována za vyhovující, musí být stanoveny dotčené cíle. Odchytky od jednoho předem přijatého řešení mohou mít vliv na další cíle požární bezpečnosti. Toto ověření musí být zdůrazněno v případech, kdy dochází k více odchylkám.

Tabulka 2 uvádí příklad interakce mezi různými aspekty požární bezpečnosti. Při použití odchylek od předem přijatých řešení musí být určeno, zda je ovlivněn jeden nebo více cílů požární bezpečnosti. Při odchýlení se od předem přijatých řešení s ohledem na prostředky opuštění budovy, ověření dosažení cíle opuštění budovy je zřejmé, zatímco ověření cílů zaměřených na stabilitu a únosnost je méně kritické (za předpokladu předem přijatých řešení pro požární odolnost). Pokud návrh umožňuje úzké schody nebo větší vzdálenosti od východů, ověření musí obsahovat posouzení toho, jak může předložený návrh ovlivnit požární zásah. Každý z dotčených cílů požární bezpečnosti je třeba řešit.

Tabulka 2 – Interakce mezi odchylkami od předem přijatých řešení a ovlivněných cílů požární bezpečnosti

Odchytky od	Zkontrolovat na →								Komentáře
	Stability a nosnosti konstrukce	Šíření ohně mezi budovami	Požárních úseků (buňky)	Požárních úseků (oblasti)	Obložení / konečných úprav	Technických zařízení	Možnosti úniku	Usnadnění výkonů požární bezpečnosti	
Stability a nosnosti konstrukce	■							■	
Šíření ohně mezi budovami		■						■	
Požárních úseků (buňky)			■					■	
Požárních úseků (oblasti)				■				■	
Obložení / konečných úprav					■			■	Společenská rizika
Technických zařízení						■		■	
Možnosti úniku							■	■	
Usnadnění výkonů požární bezpečnosti								■	

- Primární zaměření ověření
- ▨ Sekundární zaměření ověření
- Terciální zaměření ověření

4.4 Počáteční kontrola návrhu: koncept požární bezpečnosti a zkušební návrhy požární bezpečnosti

Počáteční přezkoumání návrhu je kvalitativní postup pro zjištění odchylek od předem přijatých řešení a možných způsobů, jak by mohla vzniknout nebezpečí požáru v souvislosti s cíli požární bezpečnosti, které nejsou splněny předem přijatými řešeními. Aby bylo možné provádět další studie, musí být definován jeden nebo více zkušebních návrhů požární bezpečnosti (strategie požární ochrany). Dále jsou shromážděny klíčové informace umožňující hodnocení návrhových řešení v další analýze.

Zkušební návrh požární bezpečnosti potom může být hodnocen podle příslušných cílů požární bezpečnosti a musí být proveden systematickým způsobem, aby se zajistilo, že nebudou vynechána žádná rizika nebo cíle, identifikované v předchozím kroku.

4.5 Volba metody ověření

Hodnocení zkušebního návrhu požární bezpečnosti může být provedeno buď pomocí absolutního nebo srovnávacího přístupu. Ověření pomocí absolutního přístupu je možné pouze tehdy, pokud existují kvantifikovatelná kritéria přijatelnosti. V ostatních případech může být srovnávací přístup jedinou alternativou.

Mohou se objevit situace ve stavebních předpisech, kde se ani jeden z přístupů nezdá být použitelný. Uživatel musí zajistit použitelnost v každém jednotlivém případě.

Tato technická specifikace se zaměřuje na srovnávací přístup a je použitelná pouze pro cíle požární bezpečnosti, kde jsou platná předem přijatá řešení, tj. může být definována ekvivalentní referenční budova (nebo její část).

4.6 Srovnávací přístup

4.6.1 Všeobecně

Srovnávací přístup je srovnání úrovně požární bezpečnosti zkušebního návrhu požární bezpečnosti a ekvivalentní referenční budovy, která je navržena tak, aby splňovala všechny požadavky pro předem přijaté řešení.

Srovnávací přístup může být prováděn na různých úrovních, tj. na jednotlivých cílech, souborech cílů nebo celé budově. Vzhledem k tomu, že zkušební návrh požární bezpečnosti a ekvivalentní referenční budova mají stejné obsazenosti a třídu budovy/třídu rizika, nebudou normálně žádné rozdíly týkající se příčiny a pravděpodobnosti požáru. Podle toho se přístup zaměřuje především na důsledky požáru.

U některých budov nemusí být srovnávací přístup možný. To může být případ budov, kde není možné definovat referenční budovu vzhledem k tomu, že předem přijaté řešení není platné.

4.6.2 Ekvivalentní referenční budova

Pro provedení srovnávací analýzy je třeba definovat referenční budovu nebo její část.

Referenční budova musí být odpovídající zkušebnímu návrhu požární bezpečnosti budovy, aby bylo zajištěno vhodné srovnání. Základem je, že referenční budova je navržena v souladu s předem přijatým řešením, což znamená, že odpovídá přijatelné úrovni bezpečnosti.

Referenční budova by měla být odpovídající zkušební budově s ohledem na předpoklady požární bezpečnosti s výjimkou odchylek a dodatečných opatření, která jsou předmětem analýzy, např. budovy musí mít stejnou třídu rizika/třídu budovy a stejný typ využití. Referenční budova musí být navržena tak, aby šla skutečně postavit. Všechny podmínky, předpoklady a zjednodušení musí být popsány a měřeny, aby bylo zajištěno, že jsou rozumné a realistické.

4.6.3 Kritéria přijatelnosti

Úroveň požární bezpečnosti pro srovnávací přístup není popsána v absolutních hodnotách, ale místo toho jako relativní úroveň bezpečnosti a cílem je zajistit, aby skutečná budova měla alespoň stejnou úroveň bezpečnosti jako zvolená ekvivalentní referenční budova. Je důležité mít na paměti, že úroveň požární bezpečnosti zohledňuje pouze analyzované srovnávané cíle. Úroveň požární bezpečnosti neovlivněných cílů je přirozeně definována jako přijatelná.

V některých oblastech požárního inženýrství jsou hodnotící kritéria definována jako absolutní hodnoty. Zatímco se tyto hodnoty normálně používají jako prahové hodnoty v analýze nesrovnávací, např. kritéria vyhoví/nevyhoví, mohou být také použita ve srovnávací analýze. Tato kritéria mohou pak být použita jako referenční meze pro příbuzná srovnání.

4.7 Výběr analytické metody

Srovnání úrovně požární bezpečnosti pro zkušební návrh požární bezpečnosti budovy a vybranou referenční budovou lze provést různými metodami analýzy v závislosti na složitosti cíle, který má být splněn. Níže popsané ověřovací metody mohou být také použity v kombinaci nebo pro samostatné části budov.

Zavedení jednoho nebo více zkušebních návrhů a definování významných požárních scénářů určí hloubku a rozsah vhodných metod analýzy.

4.7.1 Kvalitativní analýza

Nejjednodušší metodou ověření je kvalitativní posouzení, což znamená, že zkušební požární návrh může být jednoduše ověřen pomocí logického uvažování nebo jiného důkazu. Důkazy se mohou například sestávat ze statistik, testování nebo dokumentace, dokazujících, že řešení v průběhu příslušných požárních scénářů dobře fungovalo. Veškerá analýza, nezávislá na problému a rozsahu, by měla začít s počáteční stručnou kvalitativní analýzou, která by objasnila úroveň analýzy, kterou je třeba provést.

- (1) Použití kvalitativní analýzy může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby kvalitativní analýza byla použita pouze v případě, že jsou provedeny omezené odchylky od předem přijatých řešení. Omezené odchylky znamenají, že dopad na úroveň požární bezpečnosti je malý a že nejistoty spojené s vybraným zkušebním požárním návrhem jsou malé. Pokud jsou odchylky velké, je zapotřebí podrobnějšího ověření, kdy lze použít deterministickou nebo pravděpodobnostní analýzu.

4.7.2 Deterministická analýza

Deterministická analýza používá modely založené na fyzikálních, chemických, termodynamických a lidských behaviorálních vztazích, odvozených z vědeckých teorií a empirických výpočtů. Deterministická analýza je zaměřena především na důsledky a hodnocení zkušebního návrhu požární bezpečnosti měří její schopnost prokázat dostatečnou bezpečnost pro jeden nebo několik scénářů požárního návrhu.

Deterministické analýzy mají určitá omezení, např. propojení efektů, když se některé požární bezpečnostní systémy stanou nedostupnými v těchto scénářích, kde vše funguje tak, jak bylo zamýšleno. To však může být řízeno zavedením scénářů robustnosti.

- (2) POZNÁMKA: Použití deterministické analýzy může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby použití deterministické analýzy bylo povoleno.

4.7.3 Pravděpodobnostní analýza

Pravděpodobnostní analýza se zaměřuje na pravděpodobnost vzniku určité nežádoucí události. Toho lze dosáhnout použitím statistických údajů o četnosti vznícení požáru a spolehlivosti systémů požární ochrany v kombinaci s deterministickým hodnocením důsledků rozsahu možných požárních scénářů.

Pravděpodobnostní analýza vnímá oheň jako sérii náhodných událostí a odhaduje možný výsledek pravděpodobnostním způsobem, aby odhadl pravděpodobnost vzniku určité nežádoucí události.

Použití pravděpodobnostních metod, jako je analýza stromu událostí, dává projektantovi užitečné informace o závažnosti,

pravděpodobnosti a důsledcích různých scénářů.

Při použití pravděpodobnostní analýzy by měla být srovnána úroveň rizika. Další pokyny pro pravděpodobnostní metody jsou uvedeny v normě ISO 16732-1.

- (3) POZNÁMKA: Použití pravděpodobnostní analýzy může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby použití deterministické analýzy bylo povoleno.

4.8 Ověření

4.8.1 Všeobecně

Výběr vhodné ověřovací metody je ovlivněn především počtem alternativ zkušebního požárního návrhu, cíli požární bezpečnosti a složitostí, stejně jako robustnost řešení zkušebního návrhu požární bezpečnosti. Výběr ověřovací metody se vztahuje také na potřebu specifické úpravy požárních bezpečnostních prvků vzhledem k architektonickým a funkčním potřebám budovy, tj. dostupné nástroje nebo údaje by mohly ovlivnit volbu metody.

Při ověřování zkušebního požárního návrhu jsou požární scénáře a návrhové požáry zásadními koncepty pro několik cílů požární bezpečnosti a je třeba je považovat za nezávislé na metodě ověřování.

Kapitoly 5 až 12 poskytují pokyny pro ověření jednoho nebo několika hlavních cílů požární bezpečnosti pomocí srovnávacího přístupu. Záměrem je se především deterministickou analýzu.

4.8.3.1 Scénáře návrhového požáru

Určení scénářů návrhového požáru je založeno na systematickém přístupu a každý scénář musí být náročný a realistický, aby představoval požáry a scénáře, které by se mohly v budově reálně vyskytnout. To znamená, že návrh musí vzít v úvahu poměrně závažné požáry představující možné scénáře, které by mohly nastat.

To zajistí, že návrh založený na tomto požáru bude poměrně necitlivý vůči věrohodným změnám v budoucí obsazenosti, požárním zatížení apod. To je zásadní pro poskytnutí konzistentního přístupu nezávisle na vykonavateli a pro umožnění kontroly třetí stranou.

Složitě budovy a vícenásobné odchylky od předem přijatého řešení zvyšují počet scénářů, které je potřeba posoudit.

Scénáře návrhového požáru mohou být zjištěny postupem hodnocení rizik, uvedeným v normě ISO/TS 16733.

Návrhové scénáře a postup jejich vymezení musí být zdokumentovány a zdůvodněny kvalitativně a podporovány příslušnými odkazy.

4.8.3.2 Návrhový požár

Pro hodnocení účinků požáru je obvykle definován jeden nebo více návrhových požárů. Návrhové požáry se mohou lišit pro různé cíle požární bezpečnosti.

Návrhový požár může být charakterizován různými způsoby v závislosti na tom, jaký cíl požární bezpečnosti je analyzován a na odpovídající fázi požáru. V počáteční fázi (fáze růstu) mohou být návrhové požáry popsány na základě míry uvolňování tepla, rozvoji požáru, míře tvorby toxických zplodin, míře tvorby kouře a/nebo spalném teple. Návrhové požáry v plně rozvinuté fázi mohou být popsány z hlediska hustoty požárního zatížení, podmínek větrání a/nebo teploty.

Například při analýze cílů požární bezpečnosti v souvislosti s dostupným časem pro únik jsou návrhové požáry typicky reprezentovány rychlou mírou růstu, vysokou mírou uvolňování tepla (HRR) a mírou produkce kouře. Návrhové požáry v souvislosti s cíli požární bezpečnosti, týkající se stability a únosnosti, jsou typicky popsány z hlediska hustoty požárního zatížení, rychlosti vývoje teploty a maximální teploty.

Relevantní statistiky, zkušenosti nebo analýzy konkrétních budov a souvisejících činností mohou diktovat specifika návrhového požáru.

Umístění návrhového požáru musí být ideálně předpokládáno tam, kde důsledky takového požáru jsou nejzávažnější, aby se vyhodnotil věrohodný nejhorší požární scénář. To se bude lišit v závislosti na tom, co je cílem požární bezpečnosti. Musí se přezkoumat několik míst požáru nebo alespoň kvalifikované prohlášení uživatele o tom, proč jsou vyloučena jiná místa.

Pokyny pro posuzování a ověřování matematických modelů požáru jsou uvedeny v ISO/TR 13387-3.

Pokyny pro určování návrhových požárů, vytváření požárních odpadů a jejich pohybu jsou uvedeny v ISO/TR 13387-4 a ISO/TR 13387-5.

4.8.2 Kvalitativní analýza

Základem pro kvalitativní analýzu musí být identifikace nebezpečí, které tvoří základ pro zvolený přístup. Při výběru požárních scénářů pro hodnocení musí být základem pro hodnocení několik nejhorších věrohodných scénářů.

Počáteční studie posudku návrhu může odstranit potřebu pro další podrobnější analýzy, kde kvalitativní studie prokázala úroveň bezpečnosti, která je rovnocenná těm v předem přijatém řešení.

4.8.3 Deterministická analýza

Deterministická analýza zahrnuje hodnocení souboru okolností, které poskytnou jediný výsledek. Při srovnávacím přístupu se musí porovnat tento jediný výsledek pro zkušební požární návrh budovy a ekvivalentní referenční budovy.

Hodnotící kritéria mohou být definována pro každý cíl požární bezpečnosti analyzovaný deterministickými modely.

Při deterministické analýze tvoří jeden požární scénář nebo soubor různých požárních scénářů základ návrhu pro zkušební požární návrh. Scénáře, které se musí vyhodnotit, se musí přinejmenším sestávat z nejhoršího věrohodného možného scénáře a, v závislosti na nejistotách, scénáře robustnosti, viz. kapitola 13.

Nejhorší možný spolehlivý scénář musí představovat typické vážné návrhové požáry, které se mohou objevit v konkrétní kategorii budov. Pro identifikaci nejhoršího možného důvěryhodného návrhového scénáře se může zkoumat několik návrhových scénářů.

Všeobecné pokyny týkající se robustnosti scénářů a robustnosti posouzení jsou uvedeny v kapitole 13.

- (1) POZNÁMKA: Požadavky na návrhový požár a scénáře robustnosti mohou být stanoveny v Národní příloze.

Každý scénář návrhového požáru, použitý ve zkušebním návrhu požární bezpečnosti, může být přenesen do specifikací vstupních dat, které jsou vhodné pro danou metodu nebo model.

4.8.4 Pravděpodobnostní analýza

Pravděpodobnostní analýza musí být založena na rozložení vstupních proměnných. Rozložení proměnných musí odrážet podmínky, které lze očekávat během životnosti budovy. Požadovaná úroveň bezpečnosti bude určena srovnávacími posouzeními s použitím úrovně rizika pro srovnatelnou referenční budovu jako referenční mez.

V pravděpodobnostní analýze musí řada různých požárních scénářů a návrhových požárů s různými pravděpodobnostmi vytvořit návrhový základ, kde návrh musí odpovídat řadě scénářů, které se mohou reálně objevit. Musí být zohledněny nejistoty možných scénářů a poruch bezpečnostních systémů.

Ověření se zhodnocením pravděpodobnosti musí zahrnovat analýzu zhodnocení citlivosti a nejistot, viz kapitola 13. Výsledky zhodnocení nejistot musí být zahrnuty v posouzení, aby bylo možné určit, zda je zkušební požární návrh přijatelný.

4.9 Řízení nejistot

Při analýze se musí vzít v úvahu nejistoty v metodách, vstupních datech, kritériích a dalších proměnných, které jsou

relevantní pro návrh požární bezpečnosti.

Strategie pro řízení nejistot v návrhu požární bezpečnosti mohou zahrnovat konzervativní vstupní data nebo kritéria. Kromě toho může být strategicky použita robustnost návrhu, tj. snížení závislosti úrovně požární bezpečnosti na poruchách jednotlivých systémů.

- (1) POZNÁMKA: Jak a kdy provádět řízení nejistot lze stanovit v Národní příloze.

Další podrobnosti o řízení nejistot jsou uvedeny v kapitole 13.

4.10 Dokumentace

Konečná analýza musí být zdokumentována, aby byla zajištěna průhlednost a umožněno provádění přezkoumání a kontrolních postupů, viz kapitola 14.

5 Únik osob

5.1 Všeobecně

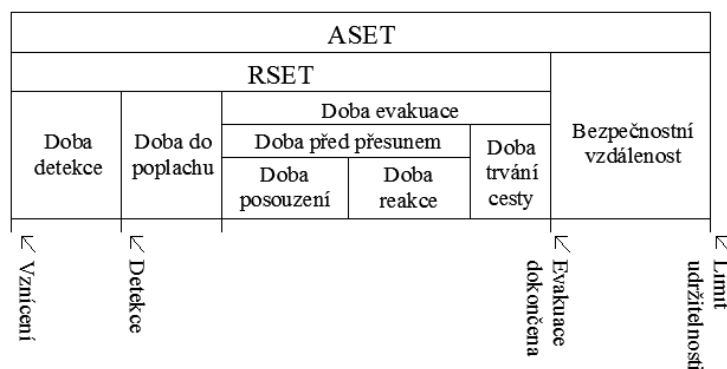
Tato kapitola popisuje, jak lze ověřit cíl požární bezpečnosti a to zajištění bezpečného úniku osob.

Hlavní cíl požární bezpečnosti je v Nařízení o stavebních výrobcích (č. 305/2011) vyjádřen takto “Stavební práce musí být navrženy a zhotoveny tak, aby v případě vzniku požáru: /.../ (d) obyvatelé mohli opustit stavbu nebo být zachráněni jinými prostředky;”. Metody popsané v této kapitole mohou být použity k ověření tohoto cíle nebo jeho dílčích cílů.

- (1) POZNÁMKA: Jak lze použít metody k ověření tohoto cíle požární bezpečnosti nebo dílčích cílů, může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby metoda byla použita při srovnávací analýze, která prokazuje, že RSET zkušebního návrhu požární bezpečnosti je stejná nebo menší než RSET referenční budovy; nebo že ASET zkušebního návrhu požární bezpečnosti je stejná nebo vyšší než ASET referenční budovy.
- (2) POZNÁMKA: Volba metody analýzy může být stanovena v Národní příloze. Doporučuje se, aby malé odchylky od předem přijatých řešení byly ověřeny kvalitativními posouzeními, zatímco v případech, kdy jsou odchylky významné, musí být použita srovnávací deterministická analýza nebo analýza rizik.

Technické informace o metodách hodnocení pohybu a chování lidí lze nalézt v ISO/TR 16738.

ASET popisuje dostupnou dobu pro únik, zatímco RSET popisuje požadovaný čas pro únik, viz. obr.3. V nesrovnávací analýze může být důležité použití bezpečnostního rozpětí.



Obrázek 3 – Schematický popis ASET a RSET

5.2 Mezní doba pro bezpečný únik (ASET)

Mezní doba pro bezpečný únik (ASET) je doba od vznícení do doby, kdy dojde k neudržitelným okolnostem. Stanovení ASET vyžaduje výběr vhodných scénářů požárního návrhu pro posouzení zkušebnímu návrhu požární bezpečnosti.

5.2.1 Návrhové požáry (před celkovým vzplanutím)

5.2.1.1 Modelování míry uvolňování tepla

Rovnice at^2 je model, který popisuje míru uvolňování tepla před celkovým vzplanutím návrhového požáru. Předpokládá se, že rychlost uvolňování energie požáru se zvyšuje úměrně s druhou mocninou času, jak je uvedeno níže:

$$Q = at^2$$

kde:

Q je rychlost uvolňování tepla
(kW)

a je rychlost rozvoje požáru
(kW/s²)

t je čas
(s)

Parametr t^2 představuje rozvoj požáru počínaje poměrně velkým plamenným zdrojem vznícení. S menším zdrojem je zde doba inkubace předtím, než se objeví plamen (BS 7974). Doba inkubace nebo doba rozhořívání se mění v závislosti na tom, co je vzníceno. Vlákenný materiál zapálený cigaretou má poměrně dlouhý čas rozhořívání ve srovnání se zapálením hořlavé kapaliny, u níž může být doba rozhořívání nulová.

Tabulka 3 – Rychlost růstu požáru

Rychlost růstu požáru	α-hodnota (kW/s²) (NFPA 1985)	t_a (s) (EN 1991-1-2)
Pomalá	0,003	600
Střední	0,012	300
Rychlá	0,047	150
Ultra-rychlá	0,19	75
t_a je definováno jako doba dosažení HRR 1MW		

- (1) POZNÁMKA: Návrhový požár pro dobu před celkovým vzplanutím a příslušná rychlost růstu požáru mohou být stanoveny v Národní příloze. Doporučuje se, aby požár před úplným vzplanutím byl modelován rovnicí αt^2 , viz tabulka 3.

5.2.1.2 Maximální rychlost uvolňování tepla (HRR)

Maximální HRR pro nepotlačené návrhové požáry může být stanovena na základě toho, kdy dojde k podmínkám kontrolovaného větrání nebo jako před-definovaná maximální HRR. Tuto hodnotu lze vybrat na základě literatury, experimentů nebo jiných spolehlivých zdrojů. Projektant musí zvolit návrhový požár na základě kvalitativních analýz, které zahrnují podmínky větrání, uspořádání budovy a obsazenosti ve výhledu životního cyklu.

- (2) POZNÁMKA: Určení maximální HRR pro nepotlačované návrhové požáry může být stanoveno v Národní příloze.

5.2.1.3 Charakteristiky návrhového požáru

Tepelné výnosy spalování a sazí jsou důležitými parametry, které je třeba vzít v úvahu při analýze.

Spalné teplo je důležitým parametrem pro stanovení příspěvku vedlejších produktů, protože většina modelů předpokládá daný hmotnostní tok, k zajištění specifikované rychlosti uvolňování tepla.

- (3) POZNÁMKA: Návrhové hodnoty pro spalné teplo, příspěvek sazí a další charakteristiky návrhového požáru mohou být stanoveny v Národní příloze. Doporučuje se použít návrhové hodnoty v tabulce 4. Kompozitní materiál lze modelovat jako zlomek hodnot v tabulce.

Tabulka 4 – Charakteristiky návrhových požárů

Materiál	Příspěvek sazí (g/g)	Spalné teplo ΔH_c (kJ/g)
Dřevo	0,01	19
Polyuretan	0,10	23

Další pokyny pro charakteristiky návrhového požáru relevantní pro návrhové požáry jsou v normách ISO 13387-2 a ISO/TS 16733.

5.2.1.4 Potlačené návrhové požáry

Pokud je budova vybavena systémem pro potlačení požáru, mohl by projektant použít potlačený návrhový požár, který odráží účinek systému potlačení na návrhový požár.

Doporučuje se, aby výkonnost potlačovacího systému odpovídala normě EN 12845 (konvenční sprinklerové systémy).

Může se vzít v úvahu účinek vybraného potlačovacího systému.

- (4) POZNÁMKA: Účinky potlačovacího systému mohou být stanoveny v Národní příloze. Doporučuje se, aby se účinky potlačovacích systémů zohlednily následujícím způsobem:

Návrhový požár, když se potlačovací systém aktivuje při rychlosti uvolňování tepla menší než 5 MW:

- Rychlost uvolňování tepla zůstává konstantní po 1 (jednu) minutu.
- Během následující jedné minuty se rychlost uvolňování tepla lineárně sníží na jednu třetinu rychlosti uvolňování tepla v době aktivace potlačovacího systému.
- Rychlost uvolňování tepla je na této úrovni udržována konstantní, aby odrážela skutečnost, že systém může kontrolovat, ale nemůže uhasit požár.

Návrhový požár, když se potlačovací systém aktivuje při rychlosti uvolňování tepla větší než 5 MW:

- Rychlost uvolňování tepla musí zůstat konstantní v době aktivace potlačovacího systému.

- (5) POZNÁMKA: Modelování doby aktivace potlačovacího systému může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby doba působení potlačovacího systému byla posouzena s nárůstem požáru, jak je uvedeno v tabulce 3.

5.2.2 Udržitelné podmínky

Pro výpočet mezní doby pro bezpečný únik (ASET) je nutné modelovat návrhový požár a použít kritéria pro udržitelné podmínky. Musí být vymezeny udržitelné podmínky, z nichž lze vyhodnotit bezpečnost osob. Udržitelné podmínky mohou sestávat z parametrů jako je viditelnost, tepelné namáhání, teplota a toxicita.

- (1) POZNÁMKA: Návrhové hodnoty pro udržitelné podmínky mohou být stanoveny v Národní příloze. Doporučené hodnoty jsou shrnuty v tabulce 5.

Tabulka 5 – Udržitelné podmínky při vyhodnocování mezní doby pro bezpečný únik

Parametr	Kritéria
Viditelnost	Viditelnost nejméně 3 m v primárním požárním úseku o výměře ≤ 100 m ² . Viditelnost nejméně 10 m ve výšce 2 m v únikových cestách a úsecích o výměře > 100 m ² . Jako alternativu ke stanovení viditelnosti je výška bez kouře 1,6 m + 0,1
Tepelné namáhání ^a	Kontinuální intenzita záření maximálně 2,5 kW/m ² a krátkodobá intenzita záření maximálně 10kW/m ² , je-li maximální dávka sálání nižší než 60
Teplota	Teplota plynu není vyšší než 80°C.

Toxicita ^b	CO	< 2 000 ppm
	CO 2 O ₂	< 5 % > 15 %
^a Navíc k energii ze záření na pozadí.		
^b Toxicita nemusí být počítána, pokud viditelnost překračuje 5 m.		

Další pokyny týkající se ASET a kritérií lze nalézt v ISO 13571, ISO 19706 a ISO/TR 13387-8.

6 Požadovaná doba pro bezpečný únik (RSET)

RSET je čas potřebný k tomu, aby osoby mohly bezpečně uniknout z místa nebezpečí do místa bezpečného. Hodnota RSET může být dále rozdělena podle obrázku 3.

(1) POZNÁMKA: Podmínky pro použití srovnávací analýzy RSET mohou být stanoveny v Národní příloze.

Zatímco RSET popisuje únik osob, je stále důležité vzít v úvahu scénář návrhového požáru a především jeho umístění. Při výpočtu RSET se průběh úniku musí spojit s plánovaným scénářem návrhového požáru, a to nejen pro situaci, kdy východy budou neprůchodné z důvodu požáru nebo kouře, ale také s ohledem na změny v průběhu evakuace.

6.1 Doba detekce

Doba detekce je doba od vznícení do doby zjištění požáru, například systémem detekce požáru nebo osobami v budově.

(3) POZNÁMKA: Návrhová doba detekce může být stanovena v Národní příloze. Doporučuje se, aby doba detekce byla alespoň 30 sekund.

6.2 Doba do poplachu

Doba do poplachu je čas od detekce až po dobu, kdy je alarm aktivován.

(4) POZNÁMKA: Návrhová doba do poplachu může být stanovena v Národní příloze. Doporučuje se, aby doba do detekce byla zanedbána, pokud alarmový systém není závislý na organizačních nebo jiných faktorech, které zpožďují čas alarmu.

6.3 Doba před přesunem

Doba před přesunem se skládá z:

- Doby posouzení, což je časové období po předání poplachu nebo znamení a před tím, než si to obyvatelé uvědomí
- Doby reakce, tedy doby, po níž si lidé uvědomili poplachový signál, dokud neporozumí jeho důležitosti, rozhodnout se opustit svou současnou činnost a začít se evakuovat

Doba před přesunem může být stanovena na základě dostupných výpočetních nástrojů, literatury nebo inženýrského úsudku. Doba před přesunem je ovlivněna sociálními, individuálními a technickými faktory.

(5) POZNÁMKA: Doba před přesunem může být stanovena v Národní příloze. Doporučená doba před přesunem je uvedena v tabulce 6.

Tabulka 6 – Doporučená doba před přesunem (Frantzich, 2001)

Typ obsazenosti	Typ alarmu	Obyvatelé vidí oheň	Doba před přesunem
Veřejné, tj. škola, kancelář, nákupní centrum, obchod atd.	-	Ano	1 minuta
Komerční nákupní centrum	Bez alarmu	Ne	4 minuty
	Standardní poplachový signál (zvonkový typ)	Ne	3,5 minuty
	Jednoduchá hlasová zpráva	Ne	2 minuty
	Informační hlasová zpráva	Ne	1 minuta
Menší prostor, tj. malé divadlo, obchod, kostel	Standardní poplachový signál (zvonek) v úseku	Ne	1 minuta
Nemocnice (jedna chodba), personál k dispozici	Standardní poplachový signál (zvonek)	Ne	2 minuty
	Jednoduchá hlasová zpráva	Ne	1 minuta
Noční klub, personál	V závislosti na typu/organizaci poplachu	Ne	1-1,5 minuty
Noční klub, hosté	V závislosti na typu/organizaci poplachu	Ne	3-5 minut

6.4 Doba trvání cesty

Doba trvání cesty se skládá z pohybu a čekání osob na dosažení bezpečného místa.

Musí být známy alespoň tyto parametry:

- Geometrie budovy včetně chodeb, dveří, zešíkmení a schodů
- Typ, počet, umístění, rozložení a charakteristiky obyvatel
- Scénáře návrhového požáru, které mají vliv na únik osob.

Pro výpočet doby trvání cesty jednotlivců lze použít následující rovnici:

$$t_{\text{movement}} = t_{\text{move}} + t_{\text{que}} = \frac{l}{v} + \frac{n}{b \cdot f}$$

kde t_{move} je doba pohybu k dosažení otvoru nebo fronty

kde t_{que} je čas čekání před průchodem

Pro výpočet doby cesty pro skupinu lidí lze použít následující výraz:

Pokud $t_{\text{move}} > t_{\text{que}}$, tak se doba trvání cesty vypočítá jako:

$$t_{movement} = t_{move} = \frac{l}{v}$$

Pokud $t_{que} > t_{move}$, tak se doba trvání cesty vypočítá jako:

$$t_{movement} = t_{que} = \frac{n}{b * f}$$

kde:

l je nejdelší vzdálenost k východu (m)

v je rychlost chůze (m/s)

n je počet osob procházejících východem (-)

b je šířka východu (m)

f je proudění osob východem (p/sm)

6.4.1 Rychlost chůze

Rychlost chůze člověka závisí na mnoha faktorech, jako je vzdálenost mezi lidmi, věk, tělesné a duševní postižení, prostor obsazený každou osobou, interakcí mezi osobami atd.

Pro zjednodušené posouzení rychlostí chůze mohou být použity následující příklady.

(1) POZNÁMKA: Určení rychlosti chůze může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se:

- a. U standardní populace schopných dospělých s hustotou obyvatel menší než 0,5 osoba/m² může být horizontální chůze pro chodby, dveřní rampy apod. nastavena na 1,2 m/s a rychlost sestupu po schodišti může být nastavena na 0,95 m/s
- b. Pro vyšší hustoty obyvatel, kde je hustota mezi 0,5 osoba/m² a 3,8 osoba/m², lze rychlost chůze vypočítat pomocí rovnice

$$S = k - s * k * D$$

kde:

S je rychlost chůze (m/s)

D je hustota obyvatel (osoba/m²)

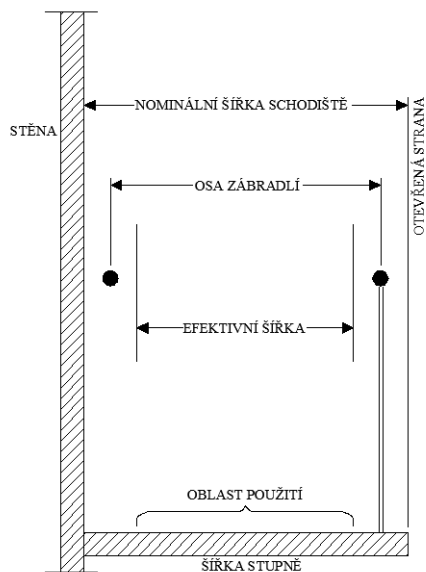
a a k jsou konstanty, které lze získat z tabulky 7

Tabulka 7 Konstanty pro výše uvedenou rovnici

	a	k
Horizontálně	0,266	1,40
Sestup po schodech	0,266	1,08

6.4.2 Průtočnost dveřmi, chodbami, schodišti

Kapacita toku vyjádřená jako počet osob za sekundu procházející určitým bodem (dveře, schodiště) na únikové trase, je obecně závislá na rychlosti chůze a volné šířce konkrétního objektu. Při posuzování šířky chodby nebo dveří by měla být použita efektivní šířka W_e , protože lidé obecně udržují odstupy vůči stěnám a překážkám, viz obrázek 4.



Obrázek 4 Ilustrace efektivní šířky pro schodiště

Odstup od stěny nebo od dveří může být nastavena na 150 mm a 90 mm od středu zábradlí nebo zárubně.

Průtoková kapacita F_c může být stanovena pomocí rovnice

$$F_c = (1 - a * D)k * D * W_e$$

kde a a k lze najít v tabulce 7.

- (1) POZNÁMKA: Požadavky na minimální přijatelnou šířku dveří a chodeb mohou být stanoveny v Národní příloze.

6.4.3 Zatížení obyvateli

Zatížení obyvateli je celkový počet osob v daném prostoru, který má být evakuován. Zatížení obyvateli má významný dopad na požadovaný čas bezpečného úniku a při navrhování je třeba mu věnovat zvláštní pozornost.

- (2) POZNÁMKA: Návrhové zatížení obyvateli může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby návrhové zatížení obyvateli bylo založeno na maximálním počtu osob, které by měly být v budově ve stejný čas pro zamýšlené použití. Zatížení obyvateli lze vypočítat vynásobením očekávané hustoty obyvatel pro typ obsazenosti danou oblastí obsazenosti. Očekávaná hustota obyvatelstva může být odvozena pomocí statistiky pro konkrétní typ obsazenosti.

6.4.4 Charakteristiky obsazenosti

Doporučení ohledně rychlosti chůze, průtokových kapacit a dalších RSET parametrů jsou omezena na standardní populace tělesně schopných dospělých. Pokud obyvatelstvo v budově překročí toto omezení, musí být učiněny další úvahy. Například malé děti, starší osoby a osoby s tělesným nebo duševním postižením mohou chodit nižší rychlostí. Navíc někteří lidé, jako nevidomý člověk se slepeckou holí nebo osoba s berlemi, zaujímají více místa než dospělí bez postižení, což může ovlivnit průchodnost. Navíc interakce mezi dospělými bez postižení a jinými skupinami, např. pomáhání si vzájemně během evakuace, může proces evakuace zpomalit.

- (3) POZNÁMKA: Posouzení charakteristik obyvatel může být stanoveno v Národní příloze.

U srovnávacích přístupů může být vliv rozdílů mezi obyvateli zanedbán, pokud je populace stejná ve zkušebním návrhovém požáru budovy a ekvivalentní referenční budově. Pokud se však v populaci vyskytnou změny, jako například rozšíření užívání školy o mateřské centrum, musí být zohledněny rozdíly v době přesunu.

7 Ochrana proti vzniku a šíření požáru a kouře

7.1 Všeobecně

Tato kapitola popisuje, jak lze ověřit cíle požární bezpečnosti zamezením vzniku a šíření požáru a kouře v budově.

Odezva konstrukčních prvků je rovněž zahrnuta. Třídy reakce na oheň a požární odolnost, které mohou být důležité pro tuto kapitolu, jsou definovány v EN 13501 části 1 a 2.

Cíl požární bezpečnosti je vyjádřen v Nařízení o stavebních výrobcích (č.305/2011) jako “Stavební práce musí být navrženy a zhotoveny tak, aby v případě vzniku požáru: /.../ (b) vznik a šíření ohně a kouře během stavebních prací byly omezené”.

- (6) POZNÁMKA: Metody a vstupní hodnoty, které lze použít k ověření tohoto cíle požární bezpečnosti nebo jeho dílčích cílů, mohou být stanoveny v Národní příloze.

Další pokyny týkající se konstrukční odezvy a šíření požáru jsou uvedeny v ISO/TR 13387-6.

8 Zamezení šíření kouře a ohně v požárním úseku

8.1 Všeobecně

Tato kapitola popisuje, jak lze ověřit požární charakteristiky materiálů a povrchů. Typickými charakteristikami jsou čas potřebný k úplnému vzplanutí, uvolňování tepla, produkce kouře a vývoj toxických plynů.

- (7) POZNÁMKA: Vhodné metody analýzy mohou být stanoveny v Národní příloze. Doporučuje se, aby byla provedena kvalitativní analýza, pokud se povolí nižší třída reakce na oheň, než je uvedena v předem přijatých řešeních.

Doporučuje se, aby analýza byla podpořena testováním a posouzením toho, jak moc jsou kritické obklady pro daný koncept požární bezpečnosti. Doporučuje se, aby obkladové materiály odpovídaly alespoň třídě reakce na oheň D-s2,d1. Pro každý dílčí požadavek musí být hlavní třída, třída kouře a třída odkapávání odpovídajícím způsobem splněny.

- (8) POZNÁMKA: Význam účinků potlačovacích systémů může být stanoven v Národní příloze.

9 Zamezení šíření kouře a ohně mezi požárními úseky

9.1 Všeobecně

Tato kapitola popisuje, jak může být ověřena velikost požárního úseku a požární odolnost.

9.2 Oddělení požárních úseků

Ověření je nejdůležitější pro oddělení požárních úseků, se zvláštním zaměřením na analýzu požárně dělicích konstrukcí a stavebních prvků. Aby bylo možné analyzovat šíření kouře a ohně, je zapotřebí návrhový požár

popisovaný jako plně rozvinutý požár a použití hodnotících kritérií definovaných zvýšením teploty na straně, která není vystavená ohni.

- (1) POZNÁMKA: Povolení snížení požární odolnosti může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby byla provedena deterministická analýza, jestliže je požární odolnost nižší, než je uvedeno v předem přijatých řešeních.
- (2) POZNÁMKA: Kritéria hodnocení mohou být stanovena v Národní příloze. Doporučuje se, aby maximální teplota na straně nevystavené požáru nepřekročila hodnotící kritéria pro všechny důležité scénáře.

Různé metody pro analýzu cílů požární bezpečnosti jsou uvedeny v EN 1991-1-2.

9.3 Návrhové požáry (plně rozvinutý požár)

Při analýze prevence šíření kouře a požáru mezi požárními úseky je důležitý plně rozvinutý požár, kdy je rychlost spalování omezena buď množstvím paliva nebo dostupným větráním, závisí na hustotě požárního zatížení a podmínkách větrání. Mez rychlosti uvolňování tepla může být považována za nižší u rychlosti uvolňování tepla řízených ventilací a palivem.

- (3) POZNÁMKA: Charakteristiky návrhového požáru a vstupní údaje, jako je hustota požárního zatížení, mohou být stanoveny v Národní příloze. Při analýze plně rozvinutého požáru se doporučuje požár řízený ventilací.

Návrhový požár může být popsán jako funkce maximální rychlosti uvolňování tepla nebo funkce rychlosti teploty.

V kapitolách 9.3.1 a 9.3.2 jsou popsány dvě různé metody.

9.3.1 Metoda 1 – Maximální rychlost uvolňování tepla

Rychlost uvolňování tepla řízená ventilací lze odhadnout podle následujícího vzorce (viz také EN 1991-1-2,

příloha E). Pokud je oheň řízený ventilací, musí být tato plošná úroveň snížena podle dostupného obsahu

kyslíku, buď automaticky

v případě použití počítačového programu založeného na jednom zónovém modelu nebo zjednodušeným vztahem:

$$Q_{max} = 0,10 * m * H_u * A_v * \sqrt{h_{eq}}$$

kde:

A_v je odvětrávaná plocha (m²)

h_{eq} je hlavní výška otvorů (m)

H_u je čistá výhřevnost dřeva $H_u = 17,5$ MJ/kg

m je součinitel spalování s $m = 0,8$

Metoda 1 je omezena na úseky s malými otvory pro podvětrávané požáry, kde se požární zatížení skládá převážně z celulóзовého materiálu. Doporučuje se, aby byla provedena analýza citlivosti.

9.3.2 Metoda 2– Rychlost teploty

Rychlost teploty (rozvoj teploty v čase) v požárním úseku lze odhadnout parametrickou nebo na časově ekvivalentní rovnici, jak je popsáno v EN 1991-1-2, příloha A. Doporučuje se, aby hodnota pro součinitel otvorů byla alespoň 0,02 (m^{1/2}) a byla provedena analýza citlivosti.

(1) POZNÁMKA: Posouzení účinků potlačovacích systémů může být stanoveno v Národní příloze.

9.4 Rozdělení požárních úseků

Ověření je nejdůležitější pro cíle požární bezpečnosti většího rozdělení požárních úseků a kritéria hodnocení jsou založena na ztrátě majetku.

Předem přijaté řešení má tendenci spojovat bezpečnost majetku na hrubou plochu požárního úseku. Očekává se, že projektant posuzuje stavbu, která je předmětem zájmu, aby se zajistilo, že se návrh vyrovná s tím, co je v daném konkrétním případě zvláštní. Následující předměty řešení musí být vzaty v úvahu:

- Využití budovy (zařízení pro výrobu, zpracovatelské a komerční služby)
- Důsledky požáru, které mohou zahrnovat ohroženou pověst, ztrátu důležitých klientů nebo jiné důležité aspekty
- Některé budovy a infrastruktura, jako jsou terminálové budovy, elektrárny, budovy centrální poštovní služby apod., musí být navrženy podle společenských důsledků požáru.

Ztráta prosté budovy by mohla mít značné důsledky pro komunitu, např. když je pracovištěm pro velké množství obyvatel nebo je důležitou turistickou atrakcí atd.

(1) POZNÁMKA: Povolení snížení počtu a velikosti požárních úseků může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby byla provedena pravděpodobnostní analýza, pokud se povolí jiné rozdělení požárních úseků, než je uvedeno v předem přijatých řešeních.

(2) POZNÁMKA: Posouzení účinků potlačovacích systémů může být stanoveno v Národní příloze.

10 Stabilita a únosnost v případě požáru

10.1 Všeobecně

Tato kapitola popisuje, jak lze dosáhnout cíle požární bezpečnosti při zajištění stability nosných konstrukcí vystavených požáru.

Cíle požární bezpečnosti jsou vyjádřena v Nařízení o stavebních výrobcích (č. 305/2011) takto: "Stavební práce musí být navrženy a zhotoveny tak, aby v případě vypuknutí požáru: (a) šlo předpokládat únosnost konstrukce po specifikované době".

(1) POZNÁMKA: Metody a vstupní hodnoty, které lze použít k ověření tohoto cíle požární bezpečnosti nebo jeho dílčích cílů, mohou být stanoveny v Národní příloze. Doporučuje se, aby byl dodržen návrhový postup stanovený v normách EN 1990, 5.1.4, a 1991-1-2, oddíl 2.

Doporučuje se, aby hodnocená oblast byla buď (a) teplotní oblast nebo (b) pravděpodobnost selhání konstrukce. Doporučuje se deterministická nebo pravděpodobnostní analýza. Doporučuje se, aby v analýze byly zkoumány rozdíly v požárním zatížení a podmínkách větrání.

Stabilita nosných konstrukcí vyžaduje výběr vhodných scénářů návrhového požáru pro posouzení zkušebního návrhu požární bezpečnosti. Pro vyhodnocení může být vybrán plně rozvinutý návrhový požár, jak je popsán v kapitole 9.3.

11 Šíření ohně mezi budovami

11.1 Všeobecně

Tato kapitola popisuje, jak zajistit cíl požární bezpečnosti zamezení šíření požáru mezi budovami.

Hlavní cíl požární bezpečnosti je vyjádřen v Nařízení o stavebních výrobcích (č. 305/2011) jako “Stavební práce musí být navrženy a postaveny tak, aby v případě propuknutí požáru: /.../ (d) obyvatelé mohli opustit stavbu nebo být zachráněni jinými prostředky;”. Metody popsané v této kapitole mohou být použity k ověření tohoto cíle nebo jeho dílčích cílů.

- (2) POZNÁMKA: Jak lze použít metody k ověření tohoto cíle požární bezpečnosti nebo dílčích cílů, lze stanovit v Národní příloze. Doporučuje se, aby srovnávací analýza prokázala, že riziko šíření požáru pro zkušební návrh je menší než u referenčního případu, kde jsou použity předem akceptované minimální vzdálenosti. Doporučuje se použití deterministické analýzy nebo kvalitativní analýzy rizik. Musí se vzít v úvahu velikost požárních úseků, otvory a umístění přilehlých budov.

Při deterministické analýze projektant musí posoudit zkušební návrh pomocí věrohodného nejhoršího případu.

Při kvantitativní analýze rizik musí projektant prokázat, že riziko šíření požáru pro zkušební návrh je ekvivalentní nebo nižší než u referenční budovy. Při kvantitativní analýze rizik může být pro hodnocení rizika šíření požáru použito pevně stanovené kritérium hodnocení.

- (3) POZNÁMKA: Pevně daná hodnotící kritéria pro vyhodnocení rizika šíření požáru mezi budovami mohou být stanovena v Národní příloze. Doporučuje se, aby hodnotící kritéria pro materiál s třídou reakce na oheň horší než A2-s1,d0 byla nastavena na 15 kW/m^2 na přijímacím povrchu po dobu 30 minut. Radiace se musí vypočítat jako 30 s průměrné hodnoty. Další hodnotící kritéria mohou být použita, pokud jsou podporovány spolehlivými údaji z výzkumu.

11.2 Ověření

11.2.1 Vyzařovaná radiace

Pro scénář návrhového požáru v deterministické analýze se musí vypočítat vyzařovaná radiace pro plně rozvinutý požár v požárním úseku, který má největší riziko šíření požáru do okolních budov. Scénář návrhového požáru musí být omezen na prostor vzniku požáru. Předpokládá se, že v úseku došlo k celkovému vzplanutí a požární zatížení musí být reprezentativní pro typ obsazenosti. Zasklení a podpůrná konstrukce se předpokládá, že selhaly z hlediska celistvosti.

- (1) POZNÁMKA: Určení vyzařované radiace pro scénář návrhového požáru může být stanoven v Národní příloze. Doporučuje se, aby vyzařovaná radiace návrhového požáru byla nastavena buď (a) fixní radiací nebo (b) výpočtem:
 - a. Fixní radiace z nechráněných oblastí, tj. 84 kW/m^2 u obytných, kancelářských, montážních a rekreačních prostorů a 168 kW/m^2 u obchodů, komerčních, průmyslových, skladovacích a jiných nebytových prostor. Předpokládá se, že všechny nechráněné oblasti vyzařují stejnou intenzitou.
 - b. Lze použít EN 1991-1-2 Přílohu B pro určení vývoje požáru a charakteristiky plamenů, které vystupují z oken.

K určení vyzařované radiace se musí vážít, zda je možné předpokládat, že fasáda zůstane během vývoje požáru neporušená. Do analýzy musí být zařazeny nechráněné oblasti. Příklady nechráněných oblastí jsou fasádní materiály nesplňující alespoň třídu reakce na oheň A2-s1,d0, nechráněné zasklení a jiné povrchy, u kterých lze očekávat, že vyzařují radiaci. Další konstrukce a parkovací místa mezi budovami musí být rovněž vzaty v úvahu, s ohledem na riziko šíření požáru.

11.2.2 Účinky potlačovacích systémů

Systémy potlačení požáru mohou být při analýze zohledněny, ale musí být brány v úvahu pouze pokud jde o šíření požáru z budovy, kde požár vznikl.

- (2) POZNÁMKA: Účinek potlačovacích systémů na vyzařované záření ze scénáře návrhového požáru může být stanoven v Národní příloze. Doporučuje se, aby účinek potlačovacích systémů mohl být zohledněn snížením vyzařované radiace pro scénář návrhového požáru o 50 % při provedení deterministické analýzy.
Viz také BS 9999.

Může být zapotřebí uzavřít dohodu mezi majiteli dotčených budov, která stanoví ustanovení týkající se údržby, změn a jiných aspektů strategie požární bezpečnosti.

12 Bezpečnost a servis pro záchranné týmy

12.1 Všeobecně

Hlavní cíl požární bezpečnosti je vyjádřen v Nařízení o stavebních výrobcích (č. 305/2011) jako “Stavební práce musí být navrženy a zhotoveny tak, aby v případě výskytu požáru: /.../ (e) byla brána v úvahu bezpečnost záchranných týmů”. Metody popsané v této kapitole mohou být použity k ověření tohoto cíle nebo jeho dílčích cílů.

- (4) POZNÁMKA: Jak lze využít metody pro ověření cílů požární bezpečnosti může být stanoveno v Národní příloze. Doporučuje se, aby odchylky od předem přijatých řešení spojených s těmito cíli byly prováděny po konzultaci s požární a záchrannou službou.

Je třeba se zabývat bezpečností personálu požární a záchranné služby. Budova musí být vybavena technickými zařízeními/servisem pro hasičský sbor pro usnadnění hasení a záchranných operací. Tento servis může zahrnovat:

- Bezpečné přístupové cesty do budovy a uvnitř budovy, které se používají k záchranným a hasičským účelům, tj. k využití stávajících únikových cest nebo jiných prostředků
- Zařízení pro lokalizaci požáru, tj. požární signalizace s lokátory
- Zařízení pro hašení požáru, tzn. stoupačky, hydranty
- Zařízení pro komunikaci v budově, tj. zesilovače rádiové komunikace
- Zařízení pro odvádění kouře z budovy, tj. systémy kouřové ventilace
- Zabránit šíření kouře a ohně v budově (viz kapitoly 7-9)
- Zachování konstrukční celistvosti (viz kapitola 10)

13 Řízení nejistot a citlivosti

13.1 Všeobecně

Je nezbytné řídit nejistoty v procesu návrhu požární bezpečnosti, aby bylo zajištěno, že jsou splněny požadované úrovně požární bezpečnosti.

Při srovnávacím přístupu je důležité řídit nejistoty v modelech a konstrukčních parametrech, které se liší mezi zkušebním návrhem požární bezpečnosti budovy a ekvivalentní referenční budovou. Také je třeba vyhodnotit, že zvolená kritéria pro metody analýzy jsou zvolena tak, aby adekvátně představovala identifikaci nebezpečí.

Jako součást posouzení citlivosti, nejistoty a odolnosti mohou existovat scénáře, které nesplní kritéria přijatelnosti. Projektant bude muset vyhodnotit potřebu změny návrhu na základě následujících skutečností:

- Jsou změny provedené v analýze citlivosti nepřiměřené?
- Jsou změny provedené v analýze nejistot nepřiměřené nebo nad hranici chyb poskytnutých vývojáři použitého nástroje/metodiky?
- Jsou protipožární opatření, systémy nebo předpoklady spolehlivější, než se předpokládalo v analýze?

Z tohoto důvodu může být selhání v hodnocení popsanych v této kapitole přijatelné, jestliže je selhání způsobeno změnami, které jsou prokázány jako nerealistické nebo nepravděpodobné.

13.2 Analýza citlivosti

Analýza citlivosti je nezbytná pro stanovení priorit pro analýzu nejistot tím, že se zaměřuje pozornost na proměnné a parametry, které mají největší dopad na výsledky. Pokud lze analýzu citlivosti kombinovat s informacemi o pravděpodobných závažnostech chyb v hodnotách komponent, pak je možný komplexní výpočet stochastické nejistoty.

Analýzy citlivosti se musí provádět při provádění deterministické nebo pravděpodobnostní analýzy za účelem osvětlení robustnosti kkušebního návrhu požární bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že zkušební návrh požární bezpečnosti se musí vyrovnat s řadou faktorů, které se mohou během životního cyklu budovy měnit, je zapotřebí určitá robustnost. Bez ohledu na to, který zkušební návrh požární bezpečnosti je analyzován, musí být tato robustnost popsána a zhodnocena.

- (5) POZNÁMKA: Jak provést analýzu citlivosti lze stanovit v Národní příloze. Doporučuje se, aby do analýzy citlivosti byly zahrnuty pouze předpoklady a vstupní parametry, které nejsou uvedené v národních předpisech.

13.3 Analýza nejistot

Analýzu citlivosti lze doplnit analýzou nejistot, která konkrétně kvantifikuje nejistoty v proměnných, kritériích a výsledcích. Může být také možné vyčíslit nejistoty, které souvisí s nedostatkem znalostí, např. chybějící jevy, nesprávné použití dat nebo platnosti a spolehlivosti metod.

S přesnými údaji o distribuci proměnných může být možné provést přesnější odhady. Pokud data nejsou dostatečná, doporučuje se použít konzervativní předpoklady pro citlivé parametry.

- (6) POZNÁMKA: Jak provést analýzu nejistot může být stanoveno v

Národní příloze. Více informací o analýze nejistot lze nalézt v ISO 16730 a ISO

16732-1.

13.4 Analýza robustnosti

Účelem analýzy robustnosti je ověřit, že zkušební návrh požární odolnosti alespoň stejně robustní jako ekvivalentní referenční budova. Analýza robustnosti může být kvalitativní nebo kvantitativní.

Při odchýlení se od předem přijatých řešení musí výkon kompenzačního opatření poskytnout vyšší nebo rovnocennou úroveň bezpečnosti, než jaká je odvozena z předem přijatých řešení. Spolehlivost ovlivní také celkovou úroveň bezpečnosti, takže robustnost zkušební návrhu požární bezpečnosti vyžaduje posouzení při ověřování návrhu požární bezpečnosti.

Nižší spolehlivost a/nebo vysoký počet odchylek kompenzovaných jedním opatřením naznačují potřebu komplexnějšího posouzení robustnosti.

(7) POZNÁMKA: Jak provést analýzu robustnosti může být stanoveno v Národní příloze.

13.4.1 Scénáře robustnosti

Scénáře pro posouzení robustnosti musí napadnout zkušební návrh požární bezpečnosti tím, že se zablokují aktivní a pasivní systémy požární bezpečnosti nebo společné zdroje jeden po druhém. Účinky nepřístupných východů a neúspěšných postupů nebo předpokladů mohou být předmětem hodnocení robustnosti. Nevyhovující předpoklady mohou vést k jinému umístění požáru nebo k vyšší rychlosti uvolňování tepla atd. Scénáře pro posouzení robustnosti představují scénáře, u nichž se předpokládá, že jeden nebo více systémů požární bezpečnosti selže.

Potřeba použití scénáře robustnosti se může zvýšit, pokud je přítomen jeden nebo několik následujících faktorů:

- Dostupné nástroje pro předpovídání účinnosti navržených systémů požární bezpečnosti nebyly dostatečně validovány
- Výkon navrhovaných systémů požární bezpečnosti není dostatečně popsán ve spolehlivé literatuře
- Jediný systém požární bezpečnosti ovlivňuje několik cílů požární bezpečnosti, tj. dopad selhání systému požární bezpečnosti je významný
- Spolehlivost zmíněného systému požární bezpečnosti je nízká
- Několik systémů požární bezpečnosti je závislých na tomtéž zdroji, tj. selhání systému detekce požáru, který se používá pro aktivaci několika jiných systémů požární bezpečnosti nebo poruchy funkce napájení, na které závisí několik systémů

14 Dokumentace

Návrh požární bezpečnosti a strategie požární bezpečnosti musí být zdokumentovány, aby byla zajištěna průhlednost pro přezkoumání a kontrolní postupy. Je důležité, aby rozhodující vstupní parametry a předpoklady byly zdokumentovány v rozsahu, který činí výpočty reprodukovatelné.

Musí být předkládány veškeré výsledky, které podporují nebo tvoří základ pro závěry. Musí být rovněž předložena analýza citlivosti a případně analýza nejistot. Musí být také zahrnuto řízení nejistot.

Všechny předpoklady a zjednodušení musí být popsány a odůvodněny a musí být ověřeno, že tyto faktory nemění závěry analýz.

- (1) POZNÁMKA: Požadavky na dokumentaci mohou být stanoveny v Národní příloze. Doporučuje se, aby dokumentace minimálně obsahovala následující.

Formát dokumentace musí obsahovat následující informace v závislosti na povaze a rozsahu použitých metod požárního inženýrství:

- Cíle použitých metod požárního inženýrství
- Popis budovy
- Identifikace rizik a kvalitativní analýza:
 - o Výsledky identifikace rizik
 - o Zkušební návrh požární bezpečnosti
 - o Zjištěné, ovlivněné cíle požární bezpečnosti
 - o Hodnotící kritéria
 - o Požární scénáře pro analýzu
- Kvantitativní analýza:
 - o Předpoklady
 - o Inženýrské odhady o Výpočtové postupy o Validace metodik
 - o Analýzy citlivosti o Analýzy nejistot
- Výsledky analýzy
- Závěry:
 - o Požadavky na ochranu proti požáru o Požadavky na management
 - o Jakékoliv omezení budoucího použití
- Odkazy:
 - o Výkresy
 - o Návrhová dokumentace o Odborná literatura

Dokumentace musí být průhledná a musí jasně rozlišovat mezi povinnými a dobrovolnými cíli požární bezpečnosti. Toto rozlišení může zdůraznit, jakým způsobem se řídí bezpečnost životů, ochrany majetku a ochrany životního prostředí tak, aby vlastníci budovy, řídicí a schvalovací orgán jasně pochopili účel navrhovaných opatření.

Příloha A
(Informativní)

Národně určené parametry

Tabulka A1 Šablona pro výběr národně určených parametrů, o nichž rozhodne normalizační orgán

Článek	Národně určený parametr
1 (1)	Použije se doporučení.
4.3.2 (1)	Použije se doporučení.
4.7.1 (1)	Použije se doporučení.
4.7.2 (1)	Použije se doporučení.
4.7.3 (1)	Použije se doporučení.
4.8.3 (1)	
4.9 (1)	
5.1 (1)	Použije se doporučení.
5.1 (2)	Použije se doporučení.
5.2.1.1 (1)	Použije se doporučení.
5.2.1.2 (1)	
5.2.1.3 (1)	Použije se doporučení.
5.2.1.4 (1)	Použije se doporučení.
5.2.1.4 (2)	Použije se doporučení.
5.2.2 (1)	Použije se doporučení.
6 (1)	Žádné další podmínky nejsou stanoveny.
6.1 (1)	Použije se doporučení.
6.2 (1)	Použije se doporučení.
6.3 (1)	Použije se doporučení.
6.4.1 (1)	Použije se doporučení.
6.4.2 (1)	
6.4.3 (1)	Použije se doporučení.
Článek	Národně určený parametr
6.4.4 (1)	
7 (1)	Použije se doporučení.
8.1 (1)	Použije se doporučení.
8.1 (2)	

9.2 (1)	Použije se doporučení.
9.2 (2)	Použije se doporučení.
9.3 (1)	Použije se doporučení.
9.3.2 (1)	
9.4 (1)	Použije se doporučení.
9.4 (2)	
10.1 (1)	Použije se doporučení.
11.1 (1)	Použije se doporučení.
11.1 (2)	Použije se doporučení.
11.2.1 (1)	Použije se doporučení.
11.2.2 (1)	Použije se doporučení.
12.1 (1)	Použije se doporučení.
13.2 (1)	Použije se doporučení.
13.3 (1)	
13.4 (1)	
14 (1)	Použije se doporučení.

Tabulka A2 – Příklad, jak mohou být vyjádřeny národně určené parametry

Článek	Národně určený parametr
4.2.2 (1)	Cíle požární bezpečnosti jsou určeny tím, že se zkontroluje, jaký požadavek na užité vlastnosti je spojen s příslušnými předem přijatými řešeními. Například odchylky od vzdálenosti 30 m od únikových cest (podle předem přijatého řešení XYZ) se vztahují pouze na cíle požární bezpečnosti spojené s evakuací. Cíle požární bezpečnosti, jako je prevence šíření požáru a kouře nebo zásahu hasičského sboru, se v tomto případě nepovažují za ovlivněné a mohou být z analýzy vynechány.

Bibliografie

The European Parliament and of the Council (2011). Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC, CPR. EU, the European Parliament and of the Council.

Teknisk specification SIS-TS 24833:2014/INSTA 950 : Fire safety Engineering – Comparative method to verify fire safety design buildings.

BS 7974. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Code of practice. British Standards Institution, 2001.

BS 9999. Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings: British Standards Institution, 2008.

Frantzich H. Time for escape. Tid för utrymning vid brand [in Swedish] Statens räddningsverk, 2001.

Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee (IRCC) (2010). Performance-Based Building Regulatory Systems - Principles and Experiences. B. Meacham, Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee (IRCC).

Law M. Heat radiation from fires and building separation, Fire Research Station, UK,

1963. NFPA 101. Life safety code, National Fire Protection Association, US, 2012.

NFPA 204M . Guide for Smoke and Heat Venting, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1985.

NKB 1994:07. Funktionsbestemte brandkrav og teknisk vejledning for beregningsmæssig eftervisning. Del 1 og 2 [in Norwegian]. Nordiska kommittén för byggbestämmelser, NKB. Brandutskottet. 1994.

Nystedt F. Verifying Fire Safety Design in Sprinkled Buildings, Report 3150, Department of Fire Safety engineering, Lund University, 2011.

Nystedt F. Case Studies on the Verification of Fire Safety Design in Sprinklered Buildings, Report 7035, Lund University, 2012.

Nystedt F. Östman B., Tekniska byten i sprinklade byggnader – Fallstudier [in Swedish]. SP Rapport 2012:33, SP Technical Research Institute of Sweden, 2012.

Další výkladové materiály

Bryan J L. Behavioural Response to Fire and Smoke, Chapter 3-11, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 4th edition, Society of Fire Protection Engineers, US, 2008.

BRE. Design Fires Database, v. 1.2, Building Research Establishment, 2002.

Fire Code Reform Centre. Fire performance of wall and ceiling lining materials, CRC Project 2 – Stage A, Fire Performance of Materials, Project Report FCRC – PR 98-02, Fire Code Reform Research Program, FCRC, Sydney, 1998.

Hietaniemi J., Mikkola E. Design fires for fire safety engineering, VTT Working papers 139, 2010.

Lundin, J. (2005). Safety in Case of Fire – The Effect of Changing Regulations. Department of Fire Safety Engineering. Lund, Lund University.

NS 3901. Requirements for risk assessment of fire in construction works. Krav til risikovurdering av brann i byggverk (in Norwegian). Norwegian Standard, 2012.

NFPA 130. Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems. National Fire Protection Association, US, 2010.

SFPE Engineering Guide to Human Behavior in Fire, Society of Fire Protection Engineers, US, 2003.

SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection, 2nd edition, Society of Fire Protection Engineers, US, 2007.

SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 4th edition, Society of Fire Protection Engineers, US, 2008.

Statens Bygningstekniske Etat. Prosjektering – brannsikkerhetsstrategi. Rettleiing for tilsyn i byggjesaker [in Norwegian], HO-3, 2007.



PŘÍLOHA č. 6

Problematika požární bezpečnosti vícepodlažních staveb a možnosti zlepšování jejich užitných vlastností na účinky požáru



Dřevo je naše budoucnost.



Problematika požární bezpečnosti vícepodlažních dřevostaveb a možnosti zlepšování jejich užitných vlastností na účinky požáru

Autoři:

doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.

Ing. Anna Kuklíková, PhD.

Ing. arch. Anna Gregorová

Kontaktní osoba:

Petr Kuklík

tel.: 775 280 949

e-mail: kuklik@fsv.cvut.cz

Praha 12. 1. 2019

1 Úvod

Dřevěné konstrukce zaznamenaly v posledních několika desetiletích renesanci díky svým environmentálním přednostem a společenským cílům usilujícím se o udržitelný rozvoj s nižšími nároky na spotřebu energie a snížení znečištění ve všech odvětvích průmyslu včetně stavebnictví.

Hořlavost dřeva však stále limituje jeho použití jako stavebního materiálu omezeními ve stavebních předpisech ve většině zemí, zejména pro vyšší a větší budovy. Mállokdo si uvědomuje, že dřevo, které je sice zápalné a hořlavé má na druhou stranu velmi dobrou požární odolnost. Tepelně ovlivněná vrstva dřeva, která je pod úrovní jeho zuhelnatění je obecně velmi tenká (~20-40 mm), takže vlastnosti dřeva pod touto vrstvou jsou v podstatě stejné jako pro dřevo za běžné teploty. Tohoto chování dřeva za požáru bylo např. využito při návrhu ochrany kaple sv. Kříže na Karlštejně, která je proti požáru chráněna dřevěným povalovým stropem. V současnosti začínají požární odolnost využívat i oceláři, kteří řeší ochranu oceli proti účinkům požáru dřevěnými obklady.

2 Současný stav poznání

V porovnání s konstrukcemi z tradičních stavebních materiálů byla do současnosti výzkumu a rozšiřování poznatků o chování dřevěných konstrukcí za požáru věnována velmi malá pozornost. Je to dáno tím, že ve srovnání s tradičními stavebními konstrukcemi nebyly velké dřevěné konstrukce tolik používány. Z tohoto důvodu jsou pokročilé návrhové koncepty a modely většinou omezeny na standardní expozici čas-teplota podle ISO 834-1. Potřeba dalších studií chování dřevěných konstrukcí za požáru je proto velká, zejména s ohledem na celkové chování reálných budov vystavených přirozeným požárům.

Existuje celá řada vynikajících mezinárodních publikací o požární bezpečnosti dřevostaveb. Komplexní evropská zpráva (Östman, 2010) popisuje práci nadnárodního výboru, který vypracoval *“Požární bezpečnost dřevostaveb – technická směrnice pro Evropu”*. Tento komplexní dokument poskytuje podklad a návrhové metody pro navrhování dřevostaveb, které mají podobnou požární bezpečnost jako budovy z jiných materiálů. Zpráva se především týká splnění požadavků podle nového evropského systému pro požární bezpečnost staveb.

Nedávno Nadace pro výzkum požární ochrany (Gerard et al. 2013) vytvořila dokument *“Výzvy požární bezpečnosti vysokých budov ze dřeva”*, který obsahuje rozsáhlý seznam literatury a případové studie moderních dřevostaveb po celém světě.

Dokument také poskytuje komplexní analýzu mezer v poznání a doporučení pro budoucí výzkum a testování, které jsou mimo jiné:

- Požární testování nových a inovativních dřevěných a hybridních konstrukcí;
- Požární testování a modelování vysokých dřevěných konstrukcí a dřevostaveb;
- Testování přirozeného požáru na vysokých dřevěných konstrukcích a dřevostavbách;
- Ekonomická analýza pro kvantifikování výstavby, provozu a nákladů na vysoké dřevostavby;
- Důraz na efektivní komunikaci a vzdělávání v oblasti rizik.

3 Použití dřeva ve vícepodlažních budovách

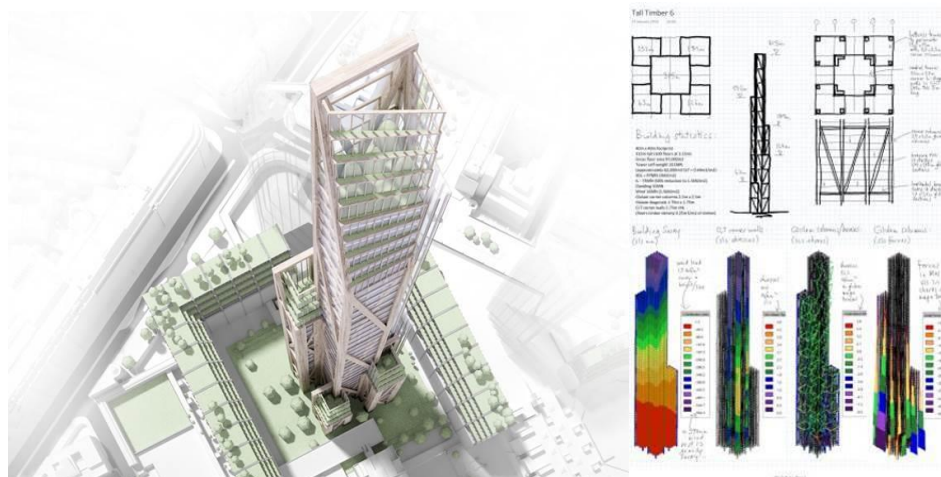
Na obr. 2 je schematicky znázorněn vývoj vícepodlažních dřevostaveb ve světě v posledních letech.



Obr. 2 Schematický vývoj tvaru a počtu podlaží realizovaných dřevostaveb

Murray Grove v Londýně (8 podlaží v roce 2009), Forté v Melbourne (10 podlaží v roce 2012), TREET v Bergenu (14 podlaží v roce 2015), Brock Commons ve Vancouveru (18 podlaží v roce 2017), HoHo ve Vídni (24 podlaží, bude dokončena v tomto roce).

Vedle toho existuje několik vizí extrémně vysokých dřevostaveb u kterých není zcela transparentní jak budou ve skutečnosti provedeny. Jednou z těchto vizí je návrh mrakodrapu Oakwood Tower v Londýně (80 podlaží a výška 300 m). Konstrukce je navržena z mega-příhradových vazníků, jejichž sloupové prvky ze dřeva by měly mít rozměry 2,5 m x 2,5 m. Vnitřní stěny by potom měly mít tloušťku 1,75 m, viz obr. 3.



Obr. 3 Vize Oakwood Tower v Londýně

Mezinárodní asociace pro mosty a stavební inženýrství (IABSE) nedávno zveřejnila Dokument o stavebním inženýrství (SED) o používání dřeva ve vysokých vícepodlažních budovách (Smith a Frangi 2014). Dokument se zabývá obnovením zájmu o dřevo a výrobky na bázi dřeva jako

primární stavební materiály pro relativně vysoké, vícepodlažní budovy. Celkový důraz je kladen na ucelené adresování různých otázek souvisejících s návrhem na základě užitných vlastností dokončených systémů, což odráží skutečnost, že hlavní mezery v know-how se týkají spíše návrhových konceptů než technických informací o dřevu jako materiálu. Zvláštní pozornost je věnována konstrukčnímu systému a otázkám trvanlivosti pro dosažení požadovaných užitných vlastností budovy po dobu její životnosti, která může trvat staletí. Kapitola 3 popisuje koncept požární bezpečnosti pro vysoké budovy na základě scénáře, že obyvatelé nacházející se v horních částech budov nemohou odejít v průběhu požáru a požár nemůže být uhašen a bude pokračovat, dokud neshoří veškerý hořlavý materiál v požárních úsecích zasažených požárem. Na základě tohoto scénáře jsou požární požadavky na stavební prvky formulovány následovně:

- Dělicí prvky musí být navrženy způsobem, který podporuje úplné vyhoření, a tím zabraňuje nekontrolovanému šíření ohně do jiných částí budov po celou dobu trvání požáru.
- Nosné stavební prvky musí být navrženy tak, aby se zabránilo jejich konstrukčnímu kolapsu během úplného vyhoření bez zásahu hasičů.

Pro vysoké vícepodlažní dřevostavby proto kladou autoři důraz na koncept “zapouzdření” dřevěné konstrukce a/nebo použití hybridních konstrukčních prvků (např. dřevo-betonových kompozitních desek).

V této souvislosti stojí za zmínku, že v minulém roce již byla připravena další část Eurokódu 5 zaměřená na navrhování dřevo-betonových kompozitních stropů, která má 57 stran a komplexně řeší jejich problematiku včetně provádění, konstrukčních detailů, trvanlivosti a zkoušení.

4 Požadavky na vysoké budovy ze dřeva

Současný zájem o vysoké budovy ze dřeva vedl k prvním studiím jejich proveditelnosti. Vancouverský architekt Michael Green (2012) vytvořil možné návrhy pro deseti, dvaceti a třiceti podlažní dřevostavby ve studii *“Úlohy vysokých budov ze dřeva – Jak masivní dřevo nabízí bezpečnou, ekonomickou a ekologickou alternativu pro vysoké stavební konstrukce”*.

Hlavním úkolem návrhu požární bezpečnosti je vytvořit takový návrh, aby dřevěná konstrukce mohla být ekvivalentní k nehořlavé konstrukci; to znamená dosáhnout “stejně úrovně užitných vlastností jako je uvedeno v přijatelných řešeních stavebních technických norem”. Toho lze dosáhnout v závislosti na sprinklerových systémech spolu s předvídatelnou rychlostí zuhelnatění masivního dřeva a zapouzdření, pokud je nezbytné.

Zpráva nedoporučuje návrh na kompletní vyhoření požárního úseku. Pokrývá možnost poruchy sprinklerů tím, že požaduje dvouhodinovou požární odolnost pro kritické konstrukční prvky. V extrémním případě se očekává, že “hasiči budou schopni potlačit požár předtím, než je dosaženo dvouhodinového trvání požáru.”

5 Zlepšování užitných vlastností vysokých budov ze dřeva

Existuje několik způsobů, jak zlepšovat užitné vlastnosti vysokých budov ze dřeva na účinky požáru.

5.1 Sprinklery

Automatické hasicí sprinklerové systémy jsou nejefektivnějším způsobem, jak zlepšit požární bezpečnost ve všech budovách. Jsou obzvlášť doporučovány pro užití ve vysokých dřevěných budovách.

Některé stavební normy (např. Švýcarsko) dovolují redukci požárního zatížení, pokud jsou nainstalované hasicí sprinklerové systémy. Redukce požární odolnosti až 60% z běžné hodnoty je zahrnuta v Eurokódu 1 pro budovy se sprinklerovým zařízením. Pro jednotlivé vlastníky budov může být tohle důležité, ale potenciální výhoda sprinklerů vyžaduje zohlednění kvantitativního posouzení požárního rizika, také zahrnutí rizik zemětřesení, údržby a zavalení vodního systému. Za určitých podmínek stavební předpis na Novém Zélandu dovoluje pro budovy se sprinklery 50% redukci požární odolnosti.

Je třeba poznamenat, že spolehlivost sprinklerových systémů je většinou mnohem vyšší, než u mnoha systémů pasivní požární ochrany, požární dveře jsou pravděpodobně nejzřetelnější příklad s úrovní spolehlivosti směrem dolů k 70% (BSI PD, 2013).

Sprinklerová zařízení mohou také dovolovat širší využití viditelného dřeva na interiérových a exteriérových površích. Toto bylo ověřeno analýzou spolehlivosti (Nystedt 2011 a 2012).

5.2 Zapouzdření

FT Innovation zpráva (2013) a IABSE SED (Smith a Frangi, 2014) kladou velký důraz na zapouzdření ve dvou kategoriích, buď celkové zapouzdření nebo omezené zapouzdření.

Celkové zapouzdření

Celkové zapouzdření zajišťuje dostatečnou tloušťku sádrokartonových desek nebo jiných podobných materiálů pro zabránění zuhelnatění dřeva během kompletního vyhoření, čímž zajišťuje stejnou úroveň požární odolnosti jako pro nehořlavé materiály. V FP Innovation (2013) je navrhováno, že dvě vrstvy sádrových desek typu X posunou začátek zuhelnatění o 120 minut při vystavení normovému požáru, což v mnoha případech znamená dosažení požární odolnosti po dobu čtyř hodin. Toto tvrzení musí být ověřeno, protože závisí na tloušťce, upevňovacích detailech a typu sádrové desky.

Omezené zapouzdření

Omezené zapouzdření je ekonomičtější řešení, které zabrání zapojení konstrukčního dřeva do rozvoje požáru až do pokročilého stádia hoření, ale nemusí garantovat kompletní vyhoření bez počátku zuhelnatění.

Vrstvené zapouzdření

Vrstvené zapouzdření se týká konstrukčních dřevěných prvků tvořených vrstvami dřeva a nehořlavých materiálů. V některých případech to může být dřevěný prvek s omezeným zapouzdřením pokrytý přidanou dřevěnou vrstvou pro zlepšení vzhledu a požární odolnosti. Je mnoho vhodných odlišných kombinací materiálů, všechny však vyžadují další výzkum a testování.

5.3 Požární užitné vlastnosti a čas odpadu ochranných systémů

Ochranné vrstvy, jako jsou sádrokartonové desky, jsou často užívány pro ochranu dřevěných konstrukcí před požárem. Pro ověření požární odolnosti může být použito testování v plném

měřítka a výpočet za použití návrhového modelu. Ten druhý vyžaduje vstupní hodnoty, které popisují příspěvek obložení (povrchové vrstvy) pro celkovou požární odolnost konstrukce. Čas odpadu obložení je jeden z potřebných parametrů, ale je to zřídka vhodně monitorováno v požárních testech v plném měřítku, ačkoliv to má veliký dopad na požární odolnost (Just a spol. 2010). Dále čas odpadu obložení, založený na standardním vystavení čas-teplota (např. ISO 834-1), nemusí odrážet chování požáru pro nestandardní vystavení požáru (Frangi a spol. 2008). Souvisejícím problémem je proměnlivost mezi rozdílnými typy sádrokartonových desek od odlišných výrobců v různých zemích. Příspěvek sádrokartonových desek pro požární odolnost není specifikovaný ve směrnících jako je evropská výrobní norma pro sádrokartonové desky (EN 520) nebo pro sádrové dřevovláknité desky (EN 15283), ani v návrhové normě pro dřevostavby, Eurokód 5, část 1-2, (EN 1995-1-2). Odtud plyne, že důležité vlastnosti chybí jako vstup pro návrhové modely.

Metodika (běžný postup) musí být vyvinuta pro vyjádření vstupních hodnot pro návrhové modely dané v návrhových normách, jako je část pro požár v Eurokódu 5, založená na testech v plném měřítku. Vyvinutá metodika by měla být uvedena v úředním dokumentu (např. normě) a užívána informovanými stranami pro ověření materiálových charakteristik, které nejsou zahrnuty v jiných předpisech. Momentálně je evropská norma (EN 13381-7), poskytující metody testování pro určení příspěvku požární odolnosti aplikovaných ochranných (např. sádrokartonových desek) pro konstrukční prvky ze dřeva podrobena schvalování..

5.4 Venkovní šíření ohně

Hlavním rizikem pro venkovní šíření ohně jsou velké plameny vycházející ven okny během plně rozvinutého požáru v požárním úseku a šíření směrem vzhůru po fasádě. Takové plameny většinou dosáhnou patra nad, nezávisle na stavebním materiálu, a toto je akceptováno ve většině stavebních předpisů. Není tu však shodný názor nebo postup pro to, jak stanovit riziko toho, že venkovní plameny dosáhnou dvě patra nad požární úsek. S tímto tématem je zacházeno odlišně a jen ve vnitrostátním měřítku. Pro dřevostavby je hlavním bodem zájmu ověření, že dřevěná fasáda může být použita v bezpečné požární podobě, stejně jako fasádní obložení na např. betonové budově.

Je zde také riziko šíření ohně mezi sousedními budovami. Tato rizika jsou považována za nezávislá na použitých konstrukčních systémech.

5.5 Detaily pro zabránění vnitřního šíření ohně

Zahájení stavebních prací je rozhodující pro správné provedení budovy; nevhodné praktiky mohou vést ke kritickému poškození stavby, což může být obecně napraveno jen za použití značných finančních nákladů.

Aby se dosáhlo požadované úrovně požární bezpečnosti, chování ohně ve stavbě budovy, musí být přezkoumány a zajištěny technické rozvody a další bezpečnostní opatření. Konstrukční rozhraní (uspořádání stěnových nebo stropních sestav) musí být kvantitativně určeno se souvisejícími požadavky na požární odolnost.

Šíření ohně může být minimalizováno zábranami pro vnitřní požár stejně jako pro konstrukční rozhraní, například utěsněním prostupů pro rozvody elektřiny nebo topení, nebo dodatečné bezpečnostními opatřeními jako jsou preventivní konstrukční opatření, také ale aplikace určitých systémů požární ochrany jako jsou sprinklery nebo detektory kouře.

Spoje stěn, stropů a střešních prvků mají významný vliv na chování požáru, nebezpečím je nekontrolované šíření kouře, horkých plynů a ohně. Špatně navržené spoje ovlivňují evakuaci, životy a bezpečnost nemovitosti (např. šíření CO do sousedních místností).

Průchody ohnivzdornými stěnami a podlahami pro větrání, potrubí a ostatní technická zařízení, mohou poskytovat cestu pro šíření ohně a kouře. Je vyžadována pečlivá pozornost pro detaily a kontrolu kvality.

5.6 Požární charakteristiky spojů mezi konstrukčními dřevěnými prvky

Před devadesátými léty byla znalost požárních charakteristik dřevěných spojů omezená. Nebyly metody pro hodnocení chování dřevěných spojů vystavených požáru, ani pro výpočet nosné kapacity během požáru (Carling, 1989). V posledních dvou desetiletích se této oblasti věnuje mnoho pozornosti. Výzkumné úsilí bylo věnováno analýze požárních charakteristik dřevěných spojů. Experimentální a pokročilé výpočetní studie již byly provedeny (Noren, 1996; Moos a spol., 2009; Cachim a Franssen, 2009; Erchinger a spol., 2010; Frangi a spol., 2010; Peng a spol., 2010, Audebert a spol., 2013); avšak jednoduché modely pro požární návrh jsou stále omezené.

6 Závěr

Současným cílem v Evropě je zpracovat jednotný požárně inženýrský přístup, založený na kritériích požární bezpečnosti/spolehlivosti staveb bez ohledu na hořlavost či nehořlavost použitých stavebních materiálů. To znamená odstranit diskriminaci dřeva a výrobků na bázi dřeva. Pro plnohodnotné uplatnění tohoto přístupu je však potřeba pokračovat v přípravě co nejdokonalejších podkladových materiálů pro projektanty a orgány státní správy.

Různá omezení v národních technických normách jednotlivých zemí Evropy se postupně odstraňují a to i v rámci procesu sjednocování norem v Evropě. Je to samozřejmě dlouhodobější a také citlivá záležitost, protože lidé mají zafixováno, že dřevo hoří, což se negativně podepisuje na jejich pocitu bezpečí.

Málokdo si však uvědomuje, že požáry vznikají když jsou pro to vytvořeny podmínky, především v podobě špatné údržby staveb. Ve sdělovacích prostředcích je problematika údržby staveb stále více prezentována i na příkladech staveb z jiných stavebních materiálů. Lidé si tak najednou uvědomují, že i jiné konstrukce v případě špatné údržby mohou mít problémy. Postupně tak dřevo nevnímají jako tak rizikový materiál. Dalším důkazem toho jsou existující historické stavby ze dřeva.

Za hlavní předpoklad pro zvýšení používání dřeva v budovách tak můžeme považovat nastavení přiměřených požadavků na požární bezpečnost staveb ze dřeva v národních normách požární bezpečnosti.

7 Literatura

- Gerard, R., Barber, D. and Wolski, A., 2013. *Fire Safety Challenges of Tall Wood Buildings*. Arup North America Ltd. San Francisco, CA, and Fire Protection Research Foundation Quincy, MA, U.S.A. 162pp.
- Green, M., 2012. *The Case for Tall Wood Buildings -How Mass Timber Offers a Safe, Economical, and Environmentally Friendly Alternative for Tall Building Structures*. mgb ARCHITECTURE + DESIGN, Vancouver, Canada.
- Östman, B. et al, 2010. *Fire Safety in Timber Buildings -Technical Guideline for Europe*. SP Report 2010:19. Stockholm, Sweden.

Smith, I. and Frangi, A. 2014. *Use of Timber in Tall Multi-Story Buildings*, Structural Engineering Document SED 13, International Association for Bridge and Structural Engineering IABSE, 2014.

ISO 834-1:1999. *Fire resistance tests – Elements of building construction – Part 1: General requirements*. International Standards Organization, 1999.

ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. Praha: ÚNMZ, 2009.

EN 1995-1-2: Eurocode 5. *Design of timber structures – Part 1-2 – General – Structural fire design*.



PŘÍLOHA č. 7

Příklady zajímavých realizací vícepodlažních dřevostaveb

Dřevo je naše budoucnost.



Příklady zajímavých realizací vícepodlažních dřevostaveb

Autoři:

doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.

Ing. Anna Kuklíková, PhD.

Ing. arch. Anna Gregorová

Kontaktní osoba:

Petr Kuklík

tel.: 775 280 949

e-mail: kuklik@fsv.cvut.cz

Praha 7. 1. 2019

1 Úvod

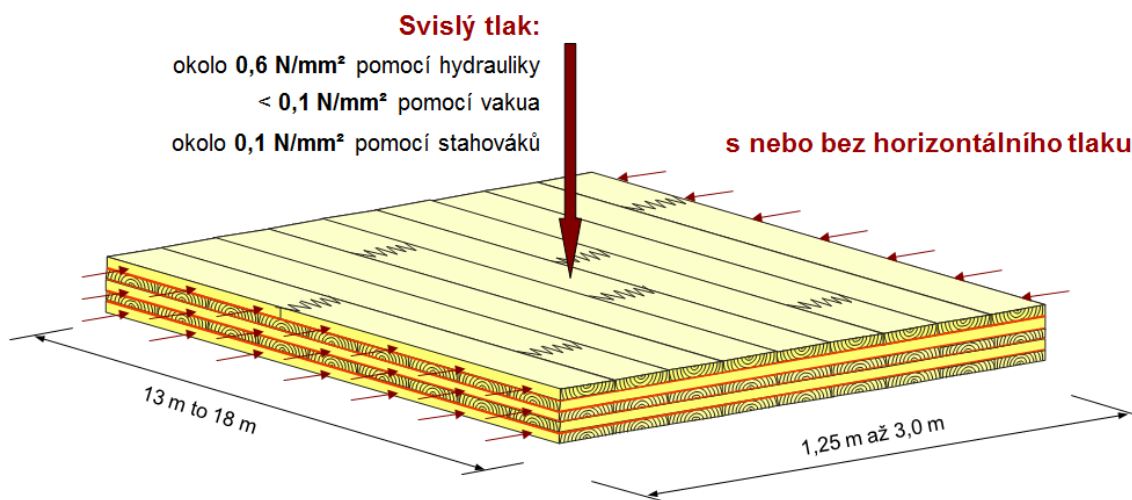
Vícepodlažní dřevostavby se v současnosti realizují převážně z křížem vrstveného dřeva (CLT). Často se použije kombinace CLT s lepeným lamelovým dřevem (GLT) či betonem. Vícepodlažní dřevostavby z křížem vrstveného dřeva (CLT) mají mnoho výhod a proto lze očekávat, že se tento materiál/výrobek bude v budoucnosti používat čím dál více. Vícepodlažní dřevostavby z CLT jsou mnohem lehčí, než budovy stejné výšky a dispozice postavené například ze železobetonu. Tyto budovy jsou proto vhodné do oblastí se špatnými základovými podmínkami, kde ušetří hodně nákladů jen na základech objektu.

Používané CLT panely mají velmi dobré tepelně technické vlastnosti a hodí se pro nízkoenergetické stavby. Panely se vyrábí s velkou přesností a na stavbě je hlavně potřeba správně provést spoje panelů. Výstavba je rychlá a na stavbě je potřeba menší počet pracovníků. Pro instalaci panelů není potřeba těžká technika a výstavba je také méně hlučná. Panely z křížem vrstveného dřeva mají velmi dobrou tuhost a ve většině případů je možné z nich provést i ztužující jádro pro umístění schodiště a výtahu místo jádra železobetonového.

Pro výrobu křížem vrstveného dřeva sice již existuje evropská výrobková norma, která u nás byla zavedena jako ČSN EN 16351 [1], ale neexistují zatím technické normy, které by dávaly projektantům podklady pro navrhování konstrukcí z tohoto materiálu/výrobku za běžné teploty a za požáru. Tyto normy se v současnosti připravují pro 2. generaci jednotlivých částí Eurokódu 5 [2], [3].

Křížem vrstvené dřevo bylo patentováno ve Francii v polovině 80. let 20. století, ale větší vývoj tohoto materiálu nastal až v 90. letech 20. století v Německu a v Rakousku. Prvotním impulsem k vývoji křížem vrstveného dřeva bylo zmenšení odpadu z pil.

CLT panely se skládají z několika vrstev lamel (lichého počtu). Lamely jsou na sebe skládány křížem, to znamená, že každá vrstva je pootočena o 90 stupňů oproti předchozí vrstvě, viz obr. 1.



Obr. 1 Výroba křížem vrstveného dřeva

Z tohoto důvodu se křížem vrstvené dřevo hodí se i na obousměrně pnuté stropní desky a na stěny (jak nosné tak i ztužující). Průřez je většinou symetrický. Vlastnosti CLT jsou ovlivněny jak kvalitou použitého dřeva, tak i konstrukční anizotropií (různé vlastnosti panelů v různých směrech).

Při vodorovném použití (desky) by vnější vrstvy měly být orientovány ve směru většího rozpětí. Při svislém použití (stěny) by vnější vrstvy měly být orientovány svisle. Křížem vrstvené dřevo se běžně skládá z lamel o tloušťce 12 až 45 mm. Doporučená tloušťka vrstev je však především 20, 30 nebo 40 mm.

Minimální šířka lamely w_b se rovná: $w_b \geq 4t_b$, kde t_b - tloušťka lamely.

Maximální šířka lamely není nijak limitovaná. Jako materiál se pro výrobu CLT používá většinou dřevo jehličnanů (smrk ztepilý, jedle, modřín, douglaska). Používání listnatých dřevin (bříza bělokorá, topol, jasan) je také možné. Listnaté dřeviny se hodí hlavně na pohledové panely, avšak také vylepší některé mechanické vlastnosti panelu (zvýší ohybovou a smykovou pevnost).

Ve většině se používají stejná lepidla, která se používají i na výrobu lepeného lamelového dřeva.

Mezi nejpoužívanější lepidla patří fenolické typy jako Fenol-resorcinol formaldehyd (PRF), emulzní polymer isokyanát (EPI) a také jednosložkový polyurethan (PUR).

Lamely, ze kterých se vyrábí CLT jsou sušeny na vlhkost přibližně $12 \pm 2\%$.

2 Navrhování CLT

Metody navrhování

Pro navrhování stropních panelů z CLT výrobci zatím používají různé metody, které jsou stručně popsány v následujícím textu.

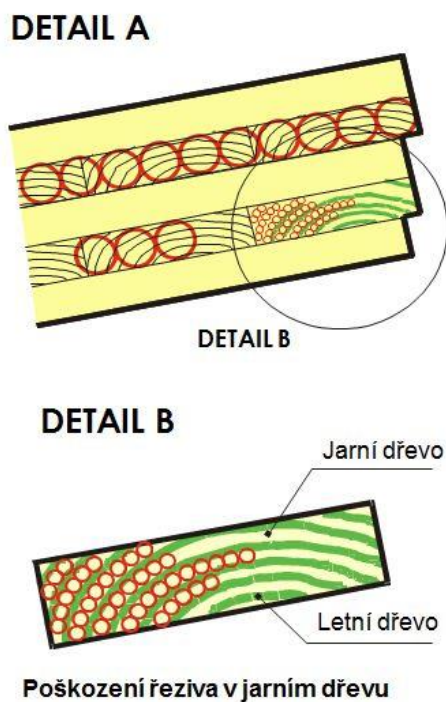
Teorie mechanicky spojovaných nosníků (γ -metoda). Tato návrhová metoda je uvedena v příloze B Eurokódu 5 [2]. Metoda je založena na teorii lineární pružnosti. Tato metoda byla zpracována prof. Karlem Möhlerem pro navrhování mechanicky spojovaných nosníků, spojených mechanickými spojovacími prostředky s modulem prokluzu K a s roztečí s . Podle této metody je ohybová tuhost nosníku definovaná jako účinná ohybová tuhost $(EI)_{ef}$, která závisí na průřezových charakteristikách nosníku a účinnosti spojení jednotlivých částí nosníku, kterou vyjadřujeme součinitelem poddajnosti spojení γ ($\gamma = 1$ pro tuhé spojení).

Tato metoda musela být pro účely výpočtu CLT modifikována. Hlavním předpokladem je, že jenom podélné vrstvy CLT nesou zatížení a příčné vrstvy uvažujeme jako smykově poddajné ve své rovině, tedy jako jisté poddajné spojení podélných vrstev, viz obr. 2. Příčnou vrstvu si tak můžeme představovat jako imaginární spojovací prostředky spojující podélné vrstvy CLT dohromady. Součinitel γ se přitom většinou uvažuje v rozmezí hodnot 0,85 a 0,99.

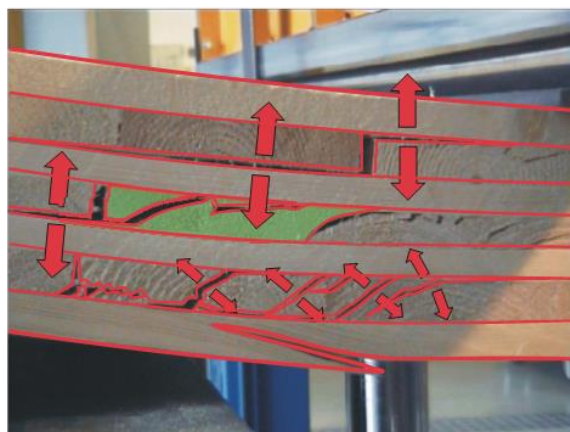
Kompozitní teorie (k -metoda). Tuto návrhovou metodu používají hlavně výrobci překližek. Metoda úplně zanedbává při výpočtu vlastností překližek vrstvy namáhané kolmo k vláknům. Pro výpočet účinné ohybové tuhosti $(EI)_{ef}$ křížem vrstveného dřeva CLT se používá modifikovaná k -metoda, která je založena na následujících předpokladech:

- Platí lineární závislost mezi napětím a přetvořením a Bernoulliho hypotéza,
- Uvažovány jsou pevnostní a tuhostní vlastnosti všech vrstev (tuhost příčně položené vrstvy se počítá jako $E_{90} = \frac{E_0}{30}$),

- Smyková deformace se nebere v úvahu, proto se tato metoda hodí hlavně pro panely s velkým poměrem rozpětí k výšce průřezu ($\frac{l}{h} \geq 30$),
- V závislosti na orientaci povrchových lamel v panelech CLT, při různých aplikacích ve vodorovných či svislých konstrukcích jsou stanoveny hodnoty součinitele skladby k , kterými se stanovují příslušné účinné pevnostní a tuhostní vlastnosti v ohybu, v tlaku a v tahu (např. $f_{ef} = f \cdot k$).



Obr. 2 Modelace chování křížem vrstveného dřeva



Obr. 3 Možné tvary porušení křížem vrstveného dřeva

Na obr. 2 a 3 je možné si vysvětlit možné tvary porušení CLT při ohybovém namáhání. S ohledem na to, že příčné vrstvy CLT mají menší modul pružnosti než podélné může docházet

k odtrhávání těchto vrstev od sebe. S ohledem na namáhání příčných vrstev smykem může potom docházet k porušení příčných lamel na rozhraní jarního a letního dřeva.

Smyková analogie. Tato návrhová metoda je nejpřesnější. Metoda byla zpracována prof. Heinrichem Kreuzingerem pro kompozitní prvky. Tato metoda bere v úvahu smykové deformace příčných vrstev. Metoda uvažuje rozdílné moduly pružnosti v ohybu a ve smyku pro každou vrstvu a je vhodná pro skoro všechny typy CLT panelů (z hlediska počtu vrstev a rozpětí).

Touto metodou bylo zjištěno, že při poměru rozpětí a panelu $l/h = 20$ je deformace způsobená smykem 22 % z celkové deformace, pro poměr $l/h = 30$ je smyková deformace pouze 11 %.

CLT designer. Analytické návrhové metody popsané v předchozí části textu jsou časově náročné a proto byl na universitě v Grazu, která se vývoji a výzkumu CLT nejvíce věnuje, vyvinut příslušný software - CLT designer. Software byl vyvinut tak, aby byl jednoduchý, snadno použitelný a jasný.

Program obsahuje tři základní moduly výpočtu pro stropní desky a jeden modul pro výpočet stěn. Lze navrhnout jakýkoliv CLT panel, který si uživatel sám definuje. Navíc program obsahuje CLT panely od některých konkrétních výrobců, protože se liší tloušťkou i počtem vrstev lamel. Program počítá CLT panely za běžné teploty i za požáru.

3 Vícepodlažní dřevostavby z CLT

Historie

Dlouho byla nejvyšší budovou z CLT budova Forté v Melbourne (obr. 4), která má 10 podlaží (výšku 32,2 m) a byla postavena v roce 2013. „Předlohou“ jí byla budova Graphite apartments v Londýně, která má 9 podlaží (výšku 29,75 m).



Obr. 4 Budova Forté v Melbourne

Budova Forté se nachází v centru Melbourne v části Docklands, kde v minulosti bylo „brownfield“, nevyužívané přístaviště. V posledních letech dochází v této lokalitě k velké výstavbě, jedná se hlavně o rezidenční a komerční budovy.

Jedna z největších firem v Austrálii, LendLease, plánuje v této oblasti výstavbu několika obytných budov a Forté byl jejich pilotní projekt. V této oblasti je velmi špatná základová půda, a proto bylo vybráno dřevo jako hlavní konstrukční materiál. Forté je první z řady plánovaných budov vyrobených z CLT v této oblasti, jedná se též o první CLT projekt v Austrálii.

V době návrhu nebylo možné postavit tak vysokou dřevěnou budovu bez podrobné analýzy. Předmětem zájmu firmy bylo také zjistit, zda jsou lidé ochotni vůbec bydlet ve „dřevěném“ domě. Některé vnitřní stěny v bytech zůstaly odhaleny, bez sádkartonového obkladu, aby bylo na první pohled zřejmé, že jde o dřevěnou konstrukci. Prodej bytových jednotek začal neobvykle až po dokončení stavby a po týdnu byly vyprodány.

V současnosti je nejvyšší budovou z CLT na světě budova Brock-Commons na Universitě ve Vancouveru (obr. 5), která slouží jako ubytovací zařízení pro studenty. Budova má 18 podlaží (výšku 53 m). Na stropní konstrukce bylo použito CLT, sloupy jsou z lepeného lamelového dřeva, viz obr. 6. Ze železobetonu jsou první dvě podlaží a dvě ztužující jádra, ve kterých jsou výtahy a schodiště.



Obr. 5 Budova Brock-Commons ve Vancouveru



Obr. 6 Detail styku stěnové a stropní konstrukce

Materiálové řešení

Zamysleme se nad co je pro vícepodlažní dřevostavby omezující. Předně je to samozřejmě jejich požární bezpečnost a požární odolnost. Dalšími faktory ovlivňujícími maximální možnou výšku budovy z panelů CLT je smršťování dřeva kolmo k vláknům a tlak kolmo k vláknům. Velkou roli též hraje provedení stropního systému, který zajišťuje prostorovou tuhost budovy včetně spojů všech konstrukčních prvků.

Obecně je snaha navrhovat celodřevěné konstrukce, ale v odůvodněných případech je nutné začlenit i jiný materiál do nosné konstrukce budovy. Většinou se jedná o železobeton.

V této souvislosti začínají být velmi zajímavé kompozitní dřevobetonové stropní konstrukce a to především prefabrikované.

V některých případech je vhodné navrhnout první nadzemní podlaží ze železobetonu. Jestliže se jedná o vyšší konstrukci, která se navíc nachází v oblasti s vysokým zatížením větrem (Forté, Austrálie), je vhodné konstrukci přitížit a řádně zakotvit proti ztrátě stability.

Železobetonové první podlaží také dělá konstrukci méně náchylnou k tzv. disproportionálnímu kolapsu, například v případě nárazu vozidla do prvního patra budovy (Graphite Apartments, Velká Británie).

V případě hotelu Alpen Ammerwald (Rakousko) jsou první dvě patra železobetonová, na nich jsou usazena tři patra modulových jednotek z CLT. Železobetonová patra jsou navržena hlavně kvůli sněhu, který v zimě může v této oblasti dosahovat výšky až 2 metry.

Železobetonová jádra se používají jako ztužení proti účinkům větru a také jako požární úniková cesta.

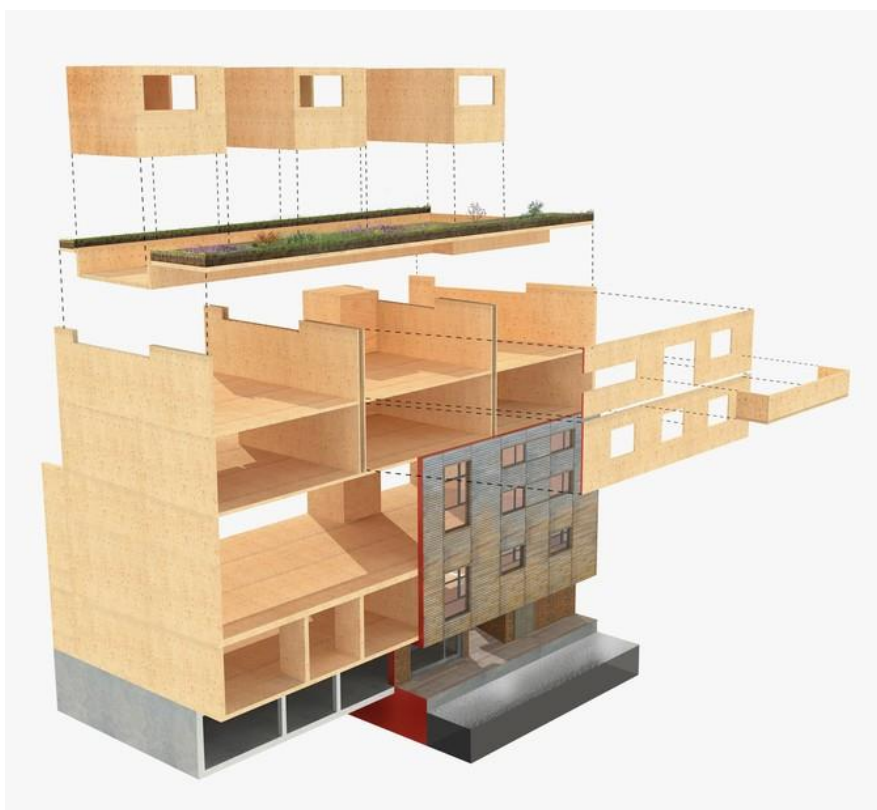
Všeobecně je ale snaha nenavrhovat železobetonová jádra ve dřevěné konstrukci z CLT. Hlavní důvod je smršťování dřeva se změnou vlhkosti. Někdy je železobetonové jádro požadováno stavebním úřadem. V případě budovy H8 v Německu bylo nutné do projektu zapracovat železobetonové jádro, které slouží jako požární úniková cesta. Jádro je umístěno mimo budovu, je otevřené a přístupné z každého bytu balkonem.

Konstrukční řešení

Koncepce budovy může být jak stěnová, tak i sloupová. U stěnové koncepce jsou použity CLT panely na stropy i stěny. U sloupové koncepce jsou použity CLT panely na stropy a sloupy jsou z lepeného lamelového dřeva.

Systém „honeycomb“ (plástev medu) se skládá pouze z nosných stěn. Hlavním svislým nosným prvkem jsou vnitřní stěny, konstrukce není zavěšená do vnitřního jádra. Svislé stěny se chovají též jako ztužující stěny. Další výhodou je možnost změny dispozice v průběhu životnosti budovy. Konstrukce je navržena tak, aby ji přesunutí nebo odstranění vnitřní nosné stěny nijak neohrozilo. Panely jsou předimenzovány a mají dostatečnou únosnost a tuhost, aby vydržely dvojnásobné rozpětí nebo vykonzolování. V případě odstranění jedné stěny se stěna nad ní začne chovat jako stěnový nosník a vynáší zatížení od stropní desky. Tento typ konstrukce je také velmi výhodný vzhledem k „dispropočnímu kolapsu“. Tento systém je použit též u Graphite Apartments (Velká Británie) a Forté (Austrálie).

Systém stropních konzol a stěnových nosníků byl použit u jedné z nejvíce staticky inovativní budov s ohledem na nosné vlastnosti CLT. Jedná se o obytnou budovu Whitmore Road (Velká Británie) o šesti podlažích (třetí podlaží má přitom zdvojenou výšku) a prvním nadzemním podlažím ze železobetonu. Stropní panely z CLT mají maximální rozpětí 9,5 m a na jedné straně jsou vykonzolované 2 m do boku budovy, viz obr. 7.



Obr. 7 Atypické použití panelů CLT na stropy a stěny

Stěny v místě vykonzolování stropu jsou v tomto případě aplikovány zcela atypickým způsobem, což se promítlo do jejich připojení ke stropní konstrukci, viz obr. 11.

Konstrukční systém „cross-wall construction“ je oblíbený systém pro budovy z CLT. V tomto případě jsou nosné stěny umístěny v příčném směru. Tento nosný systém se často používá u

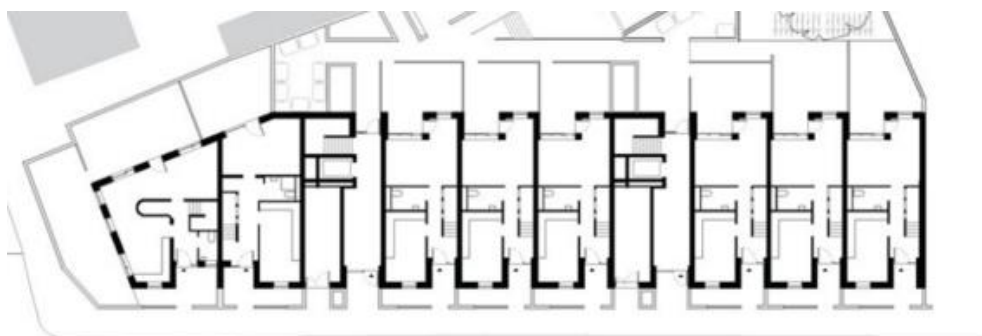
obytných budov, jako jsou hotely, koleje pro studenty i rezidenční budovy. Systém je typický pro železobetonové prefabrikované konstrukce.

Příkladem použití je Bridport House (Velká Británie).

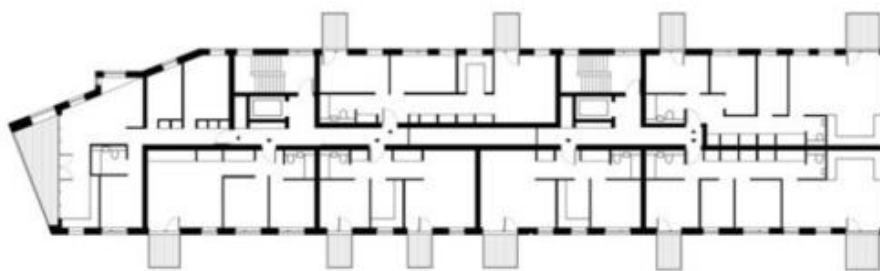
Tato budova je velmi zajímavá nestejným provedením konstrukčního systému po výšce budovy. První dvě patra jsou navržena jako typická „cross-wall construction“ a nachází se zde „mezonety“ obr. 8. Horizontální síly jsou přenášeny do stěn pomocí stropních desek a stěny pak přenáší vnitřní síly do základů.

V horních patrech kde se nacházejí bytové jednotky, se konstrukční systém mění na podélný systém. Nosné stěny jsou v těchto patrech hlavně vnější a „chodbové“. Tento systém umožňuje určitou variabilitu bytových jednotek, dispozice bytu záleží na potřebách a přáních obyvatelů a není limitována nosnými (nepřemístitelnými) stěnami uvnitř bytových jednotek, viz obr. 9.

Stěny ve třetím patře (kde je provedena změna konstrukčního systému) se chovají jako nosníky, které jsou podepřeny stěnami v prvním a druhém patře. K bezproblémovému přenosu zatížení jsou v místech jejich podepření umístěny ocelové podložky, které pomáhají roznášet zatížení do příčných stěn a zabraňují drcení CLT panelů.



Obr. 8 Bridport House - první a druhé patro



Obr. 9 Bridport House - vyšší patra

Spoje CLT panelů

Velmi často se používají samořezné vruty do dřeva. Jejich instalace je velmi jednoduchá a mají vysokou únosnost na vytažení. Jsou dostupné v mnoha velikostech, s průměrem od 4 do 12 mm a délkou až 600 mm. Není pro ně nutné předvrtání. Na jejich únosnost mají vliv mezery v CLT a vady dřeva.

Kroužkové a závitové hřebíky se běžně moc nepoužívají, a když tak s perforovanými ocelovými deskami, které jsou instalovány na povrch CLT panelů.

Svorníky a kolíky se používají především u těžkých skeletových konstrukcích. Mohou být použity i k osazení CLT panelů v případě přenosu příčných zatížení.

V některých případech se pro zachycení smykových sil používají ozubené a kroužkové hmoždíky.

Vlepané tyče a trubky se používají ke spojení úzkých stran panelů a k přenosu velkých podélných a příčných sil, protože navíc redukuje možnost rozštěpení CLT panelů. Tyče jsou většinou profilované (závitové). Vlepané trubky jsou v panelu zabudovány už z výroby.

Většina realizovaných staveb používá spojení CLT panelů ocelových úhelníků, umístěných po určitých vzdálenostech, viz obr. 10.



Obr. 10 Typický spoj CLT panelů

V případě většího namáhání spojů lze použít spojení pomocí ocelových úhelníků po celé délce spoje (Whitmore Road), viz obr. 11. Jak bylo zmíněno v předchozím textu vnitřní stěny se zde chovají jako podpěrné trámy a proto bylo nutné zajistit jejich spojitě připojení ke stropní konstrukci.



Obrázek 1 Připojení stěn po celé jejich délce

Pro snížení otlacení dřeva kolmo k vláknům ve stycích stěna – strop – stěna byl vyvinut systém profilovaných panelů (Bridport House), viz obr. 12. V této budově je každá nosná stěna navržena jako profilovaná, tak aby se stěna dotýkala nosné stěny pod ní. Tento systém zvyšuje únosnost panelu, minimalizuje možnost otlacení panelu a snižuje svislou deformaci konstrukce až o 40 %.

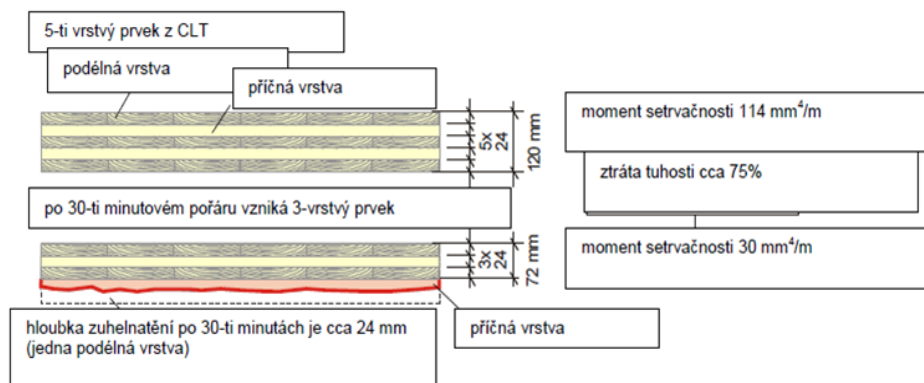


Obr. 12 Použití profilovaných CLT panelů

Požární odolnost CLT

CLT samo o sobě je schopné odolávat požáru a není nutné ho obkládat. Když je dřevo příznané, bez jakéhokoli obkladu, stačí přidat vrstvu (vrstvy) navíc a panel může dosáhnout požadované požární odolnosti.

V počátcích používání CLT bylo hodnocení jeho požární odolnosti velmi přísné. Předpokládalo se, že když u stěny odhoří první svislá vrstva, druhá vodorovná vrstva odpadá a nijak únosnosti nepřispívá. U pětivrstvé stěny, tak zatížení přenáší jen tři vrstvy, viz obr. 13.



Obr. 13 Pětivrstvý panel po vystavení požáru třicet minut

Požární zkoušky, které byly v posledním období provedeny ale ukázaly, že to není v žádném případě pravda.

Některé firmy uvádí ve svých technických listech k CLT panelům rychlost zuhelnatění pro první vrstvu 0,65 mm/min a pro další vrstvy rychlost zuhelnatění 0,8 mm/min.

Pro výpočet únosnosti konstrukčního CLT panelu za požáru se potom dá použít metoda redukovaného průřezu uvedená v Eurokódu 5 [3].

Předmětem diskusí je však jak by se měla uvažovat tloušťka vrstvy nulové pevnosti. Zatím se doporučuje ji uvažovat 10 mm, když je požárem zasažena tažená část CLT (stropní panely) a

16 mm, když je zasažena tlačena část CLT (stěnové panely). Předmětem diskusí též je zda uvažovat příčnou vrstvu stěny, když do ní zasahuje hloubka zuhelnatění, stanovená podle Eurokódu 5 [3].

Pro zajímavost v případě Graphite Apartments (Londýn) 35 % hmotnosti křížem vrstveného dřeva slouží jenom jako požární ochrana. Pro dosažení požární odolnosti 120 minut byly stěny obloženy sádkartonovými deskami (požadovaná tloušťka panelu by byla cenově nevýhodná). Při návrhu budovy Forté (Melbourne) byl pro dosažení požární odolnosti 120 minut použit speciální CLT panel, který se skládal ze dvou CLT panelů a ze vzduchové dutiny mezi nimi.

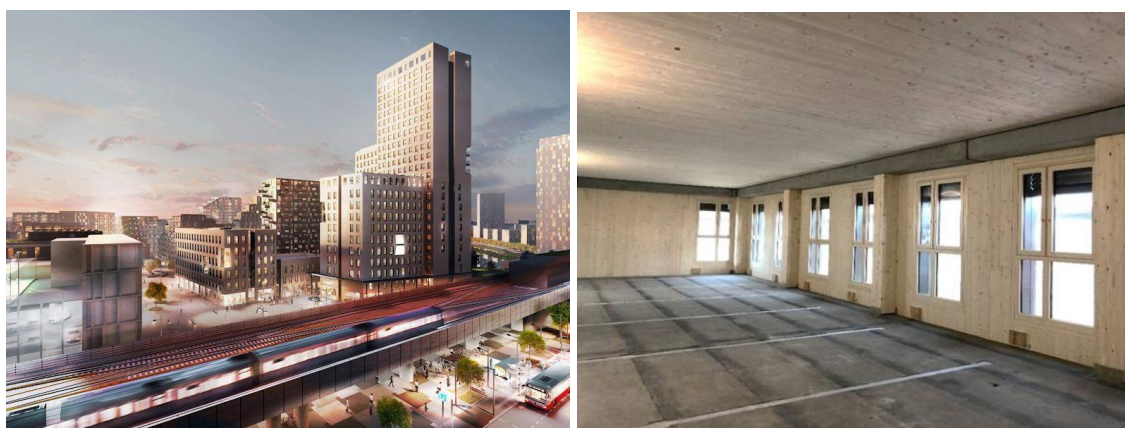
4 Závěr

Je možné konstatovat, že křížem vrstvené dřevo má při výstavbě vícepodlažních budov velkou budoucnost. Panely z CLT mají velmi dobré vlastnosti jak za běžné teploty, tak za požáru. Poslední zkoušky prokázaly požární odolnost 120 minut.

Pro výrobu křížem vrstveného dřeva již existuje evropská výrobová norma, která u nás byla zavedena jako ČSN EN 16351 [1], ale je třeba zpracovat technické normy, které by dávaly projektantům podklady pro navrhování konstrukcí z tohoto materiálu/výrobku za běžné teploty a za požáru. Tyto normy se v současnosti připravují pro 2. generaci Eurokódů 5 [2], [3].

V současnosti je ve výstavbě budova HoHo ve Vídni, která by měla mít 24 podlaží a výšku 84 m. Stala by se tak nejvyšší dřevostavbou na světě, viz obr. 14. Tato budova by měla být dostavěna v roce 2019.

Plánování výstavby zajišťuje architektonická kancelář Rüdiger Lainer + Partner ZT GmbH z Vídně. Zajištěním únosnosti stavby včetně stavební fyziky a techniky výškových budov byla pověřena projektová skupina RWT+ZT z Vídně. Ochranu proti požáru bude garantovat Kancelář Maria Kunze z Enzersdorfu. Podíl dřeva jako stavebního materiálu přesáhne 75 %. Fasáda stavby má připomínat kůru stromu. Také interiéry bytů a kanceláří budou mít dřevěné povrchy. Stropy jsou dřevobetonové.



Obr. 14 Budova HoHo ve Vídni

Norové staví další výškovou budovu ze dřeva Mjøstårnet, viz obr. 15, která má být dokončena v tomto roce. Tato budova má 18 podlaží a výšku 81 m.



Obr. 15 Budova Mjøstårnet v Norsku

Budova má nosnou konstrukci na bázi těžkého dřevěného skeletu (sloupy, nosníky a diagonály jsou z lepeného lamelového dřeva), viz obr. 15. Jádro pro výtahy a schodiště je z vrstveného dřeva CLT. Důvodem je snaha nekombinovat dřevěnou konstrukci se železobetonovým jádrem s ohledem na rozdílné chování obou materiálů.

Fasáda je z dřevěných prefabrikátů. Prvních 10 podlaží má stropní konstrukci z nosníků z lepeného lamelového dřeva a desek z vrstveného dřeva CLT. U zbývajících podlaží jsou použity nosníky z lepeného lamelového dřeva a železobetonové stropní desky. Při návrhu této budovy Norové použili parametrickou křivku teplota-čas a parametrickou rychlost zuhelnatění. Rychlost zuhelnatění lepeného lamelového dřeva též ověřovali požárními zkouškami. Výpočet požární odolnosti dřevěné konstrukce provedli podle EN 1995-1-2.

V budově navržený systém sprinklerů má zdvojené zásobování vodou.

5 Literatura

- [1] ČSN EN 16351 *Dřevěné konstrukce - Křížem vrstvené dřevo - Požadavky*, ÚNMZ, Praha, 2016.
- [2] ČSN EN 1995-1-1 *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, ČNI, Praha, 2006.
- [3] ČSN EN 1995-1-2 *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru*, ČNI, Praha, 2006.
- [4] FPInnovations. *CLT Handbook*. Québec : FPInnovations, 2011.
- [5] Kuklík, P.; Jírů, M.; Velebil, L.: *Analýza možností použití křížem vrstveného dřeva (CLT) na vícepodlažní dřevostavby*, dílčí zpráva projektu GS LČR č. 5/2016, Praha, 2016.



PŘÍLOHA č. 8

Zpracování schématu možných změn pro rozšíření využitelnosti dřeva ve stavbách a vytyčení problematických oblastí s návrhem na další postup řešení

- Projekt:** Výzkumný projekt Lesů ČR
- Název tématu:** Vyhodnocení současné situace v oblasti dřevěného stavitelství v ČR s důrazem na požární problematiku včetně návrhu řešení pro zvýšení spotřeby dřeva v této oblasti
- Název projektu:** Studie zaměřená na zhodnocení stávajícího stavu požadavků na požární bezpečnost dřevostaveb v ČR a v zahraničí

Úkol č. 3 (studie):

Zpracování schématu možných změn pro rozšíření
využitelnosti dřeva ve stavbách a vytyčení problematických
oblastí s návrhem na další postup řešení

- Koordinátor projektu:** Nadace dřevo pro život
U Uranie 18, 170 00 Praha 7 – Holešovice
- Odborný řešitel:** VŠB – TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 13, 700 30 Ostrava – Výškovice
- Zpracovatel:** doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D. (garant)
Ing. Isabela Bradáčová, CSc.
Ing. Tereza Česelská, Ph.D.
doc. Ing. Jiří Pokorný, Ph.D., MPA

Ostrava, 24. 1. 2019

1 Úvod

Třetí část „Zpracování schématu možných změn pro rozšíření využitelnosti dřeva ve stavbách a vytyčení problematických oblastí s návrhem na další postup řešení“ navazuje na předchozí analytické části 1 (situace v ČR) a 2 (situace v zahraničí) a vymezuje problematická místa v oblasti dřevěných konstrukcí a dřevostaveb v ČR a zároveň předkládá návrhy na jejich další řešení. Jsou zde uvedeny rámcové možnosti podání návrhů na revizi, změnu nebo úpravu současných českých právních a technických předpisů z oblasti požární ochrany.

V oblasti navrhování dřevostaveb předkládá tato část studie směry úprav v hodnocení požární bezpečnosti. Návrh vychází z uvážení možných rizik a bariér spojených se specifikem dřevěných konstrukcí a směřuje k možnému doporučení změn pro zvýšení objemu výstavby dřevostaveb v České republice.

2 Návrh změn pro rozšíření dřevostaveb z pohledu požární bezpečnosti staveb

2.1 Rozšíření užití hořlavých a smíšených konstrukčních systémů u vybraných nevýrobních objektů

V tabulce 1 je uveden návrh na rozšíření použití hořlavých (resp. smíšených) konstrukčních systémů u vybraných typů nevýrobních objektů. V této tabulce je uveden návrh na rozšíření použití hořlavých (resp. smíšených) konstrukčních systémů u vybraných typů nevýrobních objektů. Jsou uvedeny stavby, u kterých je v současné době použití dřeva v konstrukcích objektů zakázáno a dle názoru zpracovatele lze požární bezpečnost zajistit i v případě, pokud bude použito. Případně se jedná o stavby, u kterých by mohla být navýšena požární výška objektu. Objekt pro ubytování je uveden z důvodu koncepčního řešení požárních úseků v rámci tohoto typu objektu, kdy samostatný požární úsek musí tvořit jednotlivá ubytovací jednotka. Tím nedochází k rozsáhlému rozšíření požáru. Tabulka vychází z předpokladu, kdy je nutné hodnotit obvodovou konstrukci typu DP3 jako zcela požárně otevřenou plochu. Pokud by došlo ke změně daného požadavku lze předpokládat další možné rozšíření v oblasti použití dřeva. Tabulka tedy uvádí konkrétní možnost rozšíření použití dřeva oproti stávajícím limitům. Je však nutné zmínit, že rozšíření použití dřeva nebude možné v rámci objektů zdravotnických zařízení a to ovšem nejen z důvodů požární bezpečnosti, ale také s ohledem na hygienické požadavky kladené na tyto stavby.

Tab. 6 Návrh pro rozšíření použití hořlavých a smíšených konstrukčních systémů v nevýrobních objektech

Druh objektu	Konstrukční systém	
	hořlavý	smíšený
Mateřská škola	novostavba jednopodlažní, bez omezení počtu dětí, nosné konstrukce DP3 + EPS dvoupodlažní nebo v jiné budově $h_p \leq 2$ NP, nosné a požárně dělicí konstrukce DP1 nebo DP2 + EPS	změna stavby do 12 dětí a 2 NP nosné a požárně dělicí konstrukce DP1 nebo DP2
	změna stavby přes 12 dětí, $h_p \leq 2$ NP, konstrukce DP2 + EPS výše než 2 NP - zákaz	změna stavby přes 12 dětí $h_p \leq 2$ NP + EPS výše než 2 NP - zákaz
Vnitřní shromažďovací prostory VP2, VP3 a 4SP/ VP1 ($\rho_v \geq 45 \text{ kg.m}^{-2}$)	novostavba a změna stavby průkaz odlišným (inženýrským) postupem, vyjma prostor CHÚC	novostavba a změna stavby průkaz odlišným (inženýrským) postupem, vyjma prostor CHÚC
OB 4	do 5 NP+ SHZ, DHZ + EPS vyjma prostor garáží a CHÚC	do 8 NP + SHZ, DHZ + EPS vyjma prostor garáží a CHÚC

Komentář k tabulce 1:

V rámci rozšíření použití dřevěných konstrukcí bylo navrženo použití v objektu mateřských škol, za předpokladu jednopodlažního objektu s podmínkou instalace systému elektrické požární signalizace. V případě dvoupodlažních objektů mateřských škol by bylo možné využití konstrukcí typu DP2, opět s podmínkou instalace systému elektrické požární signalizace.

V případě vnitřních shromažďovacích prostor, respektive prostor klasifikovaných podle požadavků české technické normy ČSN 73 0831, by bylo možné využití dřevěných konstrukcí DP2 při průkazu požadavků požární bezpečnosti odlišných (inženýrským) postupem. Daný požadavek však nelze aplikovat na prostor chráněných únikových cest, kde musí být vždy použity konstrukce pouze nehořlavé.

V případě objektů pro ubytování by dále mohlo být rozšířeno využití konstrukcí hořlavých za podmínek instalace systémů požárně bezpečnostních zařízení, a to systému stabilního hasicího zařízení, případně doplňkového hasicího zařízení s podmínkou instalace systému elektrické požární signalizace. Danou skutečnost nelze aplikovat na prostory hromadných garáží, chráněných únikových cest a popř. dalších prostor (pokud budou součástí objektu pro ubytování např. prostory zdravotnických zařízení – ambulance apod.).

2.2 Změny v posuzování odstupových vzdálenostech

V části hodnocení odstupových vzdáleností od průčelí typu DP3 je vhodné se zaměřit na případnou změnu znění čl. 8.4.4 ČSN 73 0802 písm. c), kdy se konstrukce typu DP3 považují za zcela požárně otevřenou plochu, pokud se neprokáže, že jejich ochranou či úpravou vzniká při hoření nižší hustota tepelného toku než je $60 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$.

2.3 Změny v zohlednění požárně bezpečnostních zařízení objektu

V současné době nejsou zohledňovány systémy požárně bezpečnostních zařízení, které mohou ovlivnit chování dřevěné konstrukce při požáru, zejména systém samočinného stabilního hasicího zařízení.

Zohlednění systém PBZ v případě hořlavých konstrukcí by mohlo zjednodušit hodnocení odstupových vzdáleností s ohledem na instalaci systému SHZ a posuzování požární otevřenosti ploch na fasádách objektu.

2.4 Význam technického provedení dřevostaveb na jejich požární bezpečnost

Při návrhu nového posouzení dřevostaveb je nutné zdůraznit velkou důležitost kvality technického provedení dřevostaveb. Při realizaci dřevostaveb je důležité dbát na technické detaily – zejména v částech spojů konstrukcí, provedení komínových těles, realizace elektroinstalace apod. Nekvalitní realizace dřevostavby a nedodržení předepsaných materiálů a dimenzí jednotlivých konstrukcí může mít fatální důsledky a může vést ke vzniku požáru v objektu.

2.5 Změny systému třídění konstrukčních částí

Dělení konstrukčních částí na typy DP1, DP2 a DP3 není zcela přehledné a v některých případech je určení správného typu konstrukčního dílce v případě sendvičových konstrukcí komplikované. V jiných zemích Evropy dané členění není. Je vhodné zvážit, zda od rozdělení konstrukčních částí na jednotlivé typy neupustit. **Zrušení typu konstrukčních dílců však znamená rozsáhlý zásah do kodexu norem požární bezpečnosti staveb a současně také do legislativy (změna vyhlášky č. 23/2008 Sb.).**

Doporučení: Nahrazení typů konstrukčních částí pouze dvěma typy – **konstrukce hořlavá a konstrukce nehořlavá**. Respektive konstrukce, která při požáru přispívá rozvoji a nepřispívá. Hořlavé konstrukce, které budou zakryty materiály nehořlavými a vyhovujícími požadavkům požární odolnosti by bylo možné hodnotit jako konstrukce nehořlavé.

3 Shrnutí

Důvody historické, psychologické a posléze právní a technické pro dosud nízký podíl realizovaných dřevostaveb v České republice ve srovnání s dalšími evropskými zeměmi – především severskými – byly rozebrány v části 1 (studie *Aktuálního stavu právních a technických (normových) požadavků ČR z pohledu požární bezpečnosti dřevostaveb*). V této studii je rovněž zpracován výčet druhů nevýrobních staveb podle jejich účelu, u nichž v současnosti platné předpisy zakazují anebo částečně omezují použití dřevostaveb.

Vyjdeme-li ze současného stavu českých právních a technických předpisů je možno přijatelným zásahem do stávajících předpisů uvolnit prostor pro častější navrhování určitých druhů nevýrobních staveb s dřevěnými konstrukcemi. Návrhy na změny projektových ČSN je třeba řešit prostřednictvím Technické normalizační komise pro Požární bezpečnost staveb (TNK 27) ustavené při Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Jedná se o české národní normy, které nepodléhají harmonizaci s evropskými normami.

V této fázi by bylo možno přijmout změny norem řady ČSN 73 08xx a umožnit proti současnému stavu novostavby jednopodlažních školek s viditelnými nosnými konstrukcemi (bez protipožárních ochrany – druh DP3) a vybavených elektrickou požární signalizací při zachování pravidla 2 únikových cest vedoucích různým směrem z každého prostoru, kde se pohybují děti. Možnost dalších realizací jednopodlažních školek při změnách staveb anebo v nejvýše dvoupodlažních budovách se smíšeným konstrukčním systémem (nosné dřevěné konstrukce jsou použity pouze ve stropěch) a vybavených opět elektrickou požární signalizací objasňuje tabulka 1.

Významnou roli při požáru mají požárně bezpečnostní systémy reagující velmi rychle na vznik požáru a zahajující evakuaci, lokalizaci, popř. i likvidaci požáru již před příjezdem záchranných jednotek. Jejich vliv je uvažován při přípustnosti dřevěných konstrukcí (dnes pravděpodobně DP2) v objektech pro ubytování OB4.

Další možnosti pro použití dřevostaveb větších prostorů skýtá inženýrský přístup k řešení požární bezpečnosti stavby. Zde na základě požárního scénáře, modelování šíření ohně a kouře, podmínek evakuace za konkrétních podmínek a zohlednění funkce požárně bezpečnostních zařízení lze povolit použití dřevěných konstrukcí, pokud se prokáže splnění hlavních cílů požární bezpečnosti.

V budoucnu lze využít možnosti zrušení současné klasifikace stavebních konstrukcí na druhy DP2 a DP3. Třídění konstrukcí bylo ve své době progresivní, i když bylo poplatné možnostem provádění zkoušek hořlavosti (viz analýza situace v ČR). Tento krok si vyžádá změnu závazných právních předpisů i celého kodexu norem požární bezpečnosti staveb a tedy delší časový prostor. Přejít k třídění pouze na konstrukce, které přispívají k intenzitě požáru a konstrukce, které palivem nejsou, je cestou, kterou se již vydaly některé evropské země.

Závěrem je třeba zdůraznit propagaci dřevostaveb jejich výhod (rychlost výstavby, ekologická a zdravotní nezávadnost, jejich obnovitelný zdroj aj.) a rozšířit jejich informovanost do oblastí potencionálních investorů a tvůrců projektových řešení. Je také vhodné zmínit, že výstavba dřevostaveb není limitována pouze požadavky požární bezpečnosti, ale také např. hygienickými požadavky na vnitřní prostředí staveb nebo statickým zatížením konstrukce.

4 Literatura

- zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů.
- vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů.
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty, 5/2009 + Z1:2/2013 + Z2:7/2015.
- ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb. Výrobní objekty, 2/2010 + Z1:2/2013 + Z2:5/2015.
- ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb. Společná ustanovení, 7/2016.
- ČSN 73 0821 ed. 2 Požární bezpečnost staveb - Požární odolnost stavebních konstrukcí, 5/2007.
- ČSN 73 0831 Požární bezpečnost staveb. Shromažďovací prostory, 6/2011 + Z1:2/2013.
- ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb. Budovy pro bydlení a ubytování, 9/2010 + Z1:2/2013.
- ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb. Změny staveb, 3/2011 + Z1:7/2011 + Z2:2/2013.
- ČSN 73 0835 Požární bezpečnost staveb. Budovy zdravotnických zařízení a sociální péče, 4/2006 + Z1:2/2013.
- ČSN 73 0842 Požární bezpečnost staveb. Objekty pro zemědělskou výrobu, 3/2014 + Z1:8/2018.
- ČSN 73 0845 Požární bezpečnost staveb. Sklady, 5/2012.
- ČSN 73 0848 Požární bezpečnost staveb. Kabelové rozvody, 4/2009 + Z1:2/2013 + Z2:6/2017.
- ČSN EN 13501-1+A1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň, 2/2010.
- ČSN EN 1995-1-2 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru, 12/2006 + OPR.1:9/2010.



PŘÍLOHA č. 9

Návrh změn v českých normách požární bezpečnosti a mezery
v poznatcích o navrhování vícepodlažních dřevostaveb



Dřevo je naše budoucnost.



**Návrh změn v českých normách požární
bezpečnosti,
mezery v poznatcích o navrhování
vícepodlažních dřevostaveb
a návrh dalšího postupu řešení**

Zpracovali:

**doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.
Ing. Anna Kuklíková, PhD.
Ing. arch. Anna Gregorová**

Kontaktní osoba:
Petr Kuklík
tel.: 775 280 949
e-mail: kuklik@fsv.cvut.cz

Praha 22. 1. 2019

1 Návrh změn v českých normách požární bezpečnosti

Vypustit z norem pojem požárně otevřená/uzavřená plocha. Kritéria R E a I popisují chování konstrukce při požáru a po požáru dostatečně.

Přehodnotit odstupové vzdálenosti s ohledem na velikost otvorů (okna a dveře), které jsou vždy nejslabším článkem stavby a představují z hlediska odstupových vzdáleností mnohem větší problém než dřevěný obklad na fasádě. **Dále též přehodnotit vliv požárně bezpečnostních zařízení.**

Přehodnotit kategorizaci druhů konstrukčních částí DP1, DP2 a DP3.

Tato kategorizace platí jen u nás a na Slovensku. Ostatní země EU tuto kategorizaci nemají a v komunikaci s nimi to způsobuje různé komplikace včetně obchodních.

Vhodné by bylo přejít na evropský model s kategorizací K₁ a K₂.

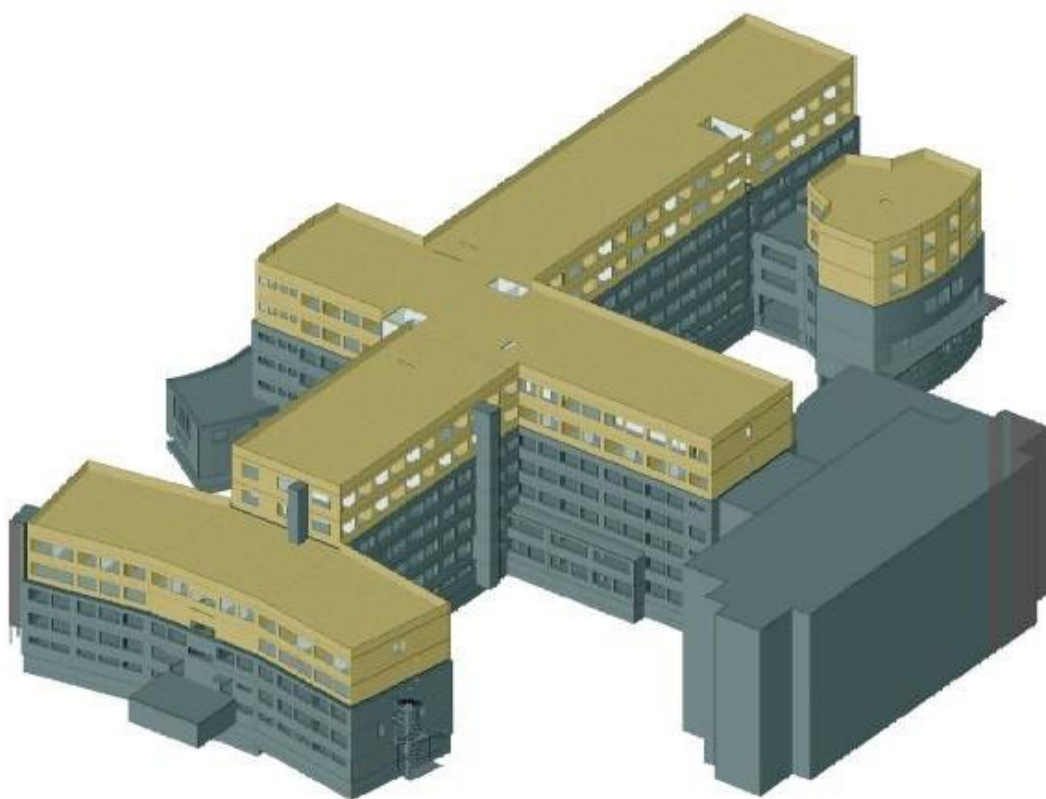
Je to něco obdobného jako, když jsme opustili naši kategorizaci tříd stupně hořlavosti a nahradili ji evropskou kategorizací tříd reakce na oheň.

Podpořit uplatnění tzv. požárně inženýrského přístupu PBD pro realizaci zejména vícepodlažních dřevostaveb. Sofistikovaný požárně inženýrský přístup je v současnosti postupně uplatňován ve většině západoevropských zemí. Pro jeho uplatnění v praxi je však třeba zpracovat postupy a případové studie pro projektanty a orgány státní správy.

Vyjasnit použití obkladových materiálů třídy B. Dle aktuální ČSN 730810:2016 nejsou obkladové materiály na fasády ve třídě reakce na oheň B vůbec zohledněny a v tuto chvíli není prakticky možné tyto materiály na fasády použít. Aktuální norma tak vede k všeobecnému omezení možností použití materiálů třídy B na provětrávané fasády a eliminuje tak prakticky jednu celou produktovou kategorii. V případě provětrávaných fasád u výškových budov je použití materiálu v třídě reakce na oheň A1 nebo A2 potřebné.

Naopak pro budovy nižší, do 22,5 m, je aktuální znění příliš tvrdé a vylučuje použití moderních materiálů (jako HPL, nebo kompaktních desek), které se standardně používají pro provětrávané fasády jak ve státech Evropské Unie, tak mimo ni. V České Republice jsou takto od 90 let aplikovány desetitisíce m² bez jakýchkoliv problémů s požární bezpečností staveb.

Přehodnotit použití hořlavých a smíšených konstrukčních systémů v nevýrobních objektech, skladech a zemědělských stavbách. Jedním z případů, kdy se lišíme od zahraničních zemí v použití konstrukčního systému ze dřeva, jsou ambulantní zařízení. V našich podmínkách nelze provést nástavbu např. na polikliniku z CLT panelů, viz obr. 1. Přitom použití CLT panelů (byť hořlavého konstrukčního systému) má mnoho předností oproti jiným konstrukčním systémům, především ze silikátových materiálů: přetížení stávající stavby, suchý proces výstavby, menší požadavky na zařízení staveniště a na realizaci za provozu. S ohledem na požární bezpečnost je nosný konstrukční systém z CLT bez problémů a má dokonce požární odolnost 120 minut.



Obr. 1 Nástavba na polikliniku z CLT panelů

V zahraničí se též staví ze dřeva mateřské školy (nyní mimo jiné i v souvislosti s migračním problémem) a další stavby, které jsou u nás zakázány. Zákaz použití hořlavých a smíšených konstrukčních systémů v nevýrobních objektech, skladech a zemědělských stavbách v ČR je diskutabilní i proto, že se v praxi nedodrhuje, viz následující příklady.



Obr. 2 Mateřské školy v Chýni a ve Velkých Přílepech



Obr. 3 Mateřské škola v Líšnici



Obr. 4 Dermatologická klinika ve středních Čechách

2 Mezery v poznacích o navrhování vícepodlažních dřevostaveb

Experimenty ve velkém měřítku (Full scale tests)

Pro poskytnutí informací o závažnosti požáru je potřeba mnohem více experimentů ve velkém měřítku. Protože musí být ve velkém měřítku, budou tudíž drahé. Vzhledem k trendu vícepodlažních dřevostaveb je důležité pečlivě řešit vliv hořlavých materiálů, zejména pokud není k dispozici zapouzdření nebo sprinklery. Některé příklady jsou uvedeny:

- Stanovit příspěvek masivních dřevěných prvků (např. CLT) k rozvoji požáru při nestandardním vystavení požáru (zajímavé také pro standardní vystavení požáru).
- Stanovit dobu odpadávání obložení pro nestandardní vystavení požáru (také vyžadováno pro standardní vystavení požáru).
- Stanovit příslušné podmínky vystavení požáru pro různé typy požárních zábran v dutinách dřevěných konstrukcí.
- Stanovit vliv dřevěných fasádních obkladů na vnější šíření požáru ve vícepodlažních budovách s plameny vystupujícími rozbitými okny po celkovém vzplanutí v bytě.
- Stanovit vliv aktivní (např. sprinklery) požární ochrany na konstrukční požární účinnost a vnější šíření plamenů v budově.

Experimenty v malém měřítku (Small scale tests)

Experimenty v malém měřítku jsou potřeba pro:

- Stanovení míry zuhelnatění různých druhů dřeva a výrobků na bázi dřeva pod různými úrovněmi tepelné radiace.
- Stanovení samozhášivých vlastností různých typů dřeva a výrobků na bázi dřeva při různých úrovních vystavení požáru.
- Stanovení účinnosti různých typů požárních zábran podle podmínek vystavení požáru a postupů, které je třeba stanovit, viz výše.
- Stanovení výkonu různých typů spojů podle podmínek vystavení požáru a postupů, které je třeba stanovit, viz výše.
- Zkoumání účinnosti konstrukčních lepidel v požárních podmínkách, zejména v konstrukčních dřevěných výrobcích jako jsou GLT, CLT, LVL a hybridní produkty.

Hodnocení stávajících zkušeností

Japonsko má požadavky na prodloužení doby po zkoušce požární odolnosti hořlavých konstrukcí za účelem vyhodnocení možného pokračujícího zuhelnatění a ztráty únosnosti. Jejich zkušenosti by měly být vzaty v úvahu a shrnuty před zahájením dalších studií na toto téma.

Modelování

Jednoduché modely

Jednoduché modelování konstrukčních vlastností těžkých dřevěných konstrukcí není velkým problémem a může být použito pro návrh velkých dřevěných konstrukcí za předpokladu, že míra zuhelnatění je známa při různých tepelných expozicích. Míra zuhelnatění je dobře známá při standardním vystavení požáru, ale je důležité znát změnu rychlosti zuhelnatění při vystavení přirozenému požáru.

Pokusy ve velkém měřítku a pokročilé modelování jsou požadovány pro poskytnutí rychlostí zuhelnatění potřebných pro jednoduché výpočetní modely.

Pokročilé modely

Pokročilé výpočetní modely jsou k dispozici za použití metody konečných prvků (MKP). Tyto pokročilé modely jsou důležité pro vývoj jednoduchých modelů zuhelnatění, ale pro navrhování obvykle nejsou požadovány. Pro pokročilé výpočetní modely je problémem získání přesných tepelných a mechanických vlastností paliv a materiálů z hlediska dostatečného počtu dat pro modely závislé na teplotě a času.

Kompletní modelování konstrukcí za požáru je založeno na MKP a vyžaduje spojenou tepelnou a mechanickou analýzu, což je obtížné kvůli velkému počtu neznámých vstupních hodnot. Pro standardní vystavení ISO požáru bylo dosaženo obrovských zlepšení. Je však třeba ještě hodně udělat, aby bylo možné poskytnout přesná vstupní data, než bude možné přesně předpovědět užitečné vlastnosti dřevěných konstrukcí vystavených přirozeným požárům.

Požárně inženýrský přístup (PBD)

Je potřeba mezinárodní dohoda o celkovém přístupu k návrhu založenému na užitečných vlastnostech (PBD) pro požární bezpečnost (a požární odolnost), jednotná pro všechny materiály. Měla by být založena na návrhových požárech pro různé typy a velikosti budov a jejich obsazenosti.

3 Další postup řešení problematiky vícepodlažních dřevostaveb

Řešení projektu jasně ukázalo, že řešení zvýšení spotřeby dřeva je třeba hledat v realizaci většího počtu vícepodlažních obytných a administrativních budov s masivní dřevěnou konstrukcí. Dále pak rodinných domů s masivní a lehkou dřevěnou konstrukcí. Požární zkoušky, klasifikační a návrhové metody požární odolnosti byly nedávno harmonizovány po celé Evropě, ale regulační požadavky použitelné pro různé typy budov a koncové uživatele stále zůstávají v pravomocích každého státu. Ačkoliv tedy evropské předpisy na technické úrovni existují, požární bezpečnost je řízena národními právními předpisy a je tedy na politické úrovni.

V následujícím období proto bude třeba přehodnotit naše národní normy požární bezpečnosti, k čemuž již existují projekty/granty Ministerstva vnitra ČR:

- Analýza bezpečnostních přístupů v oblasti navrhování požární bezpečnosti staveb a návrh na řešení pro ČR. Doba řešení 06/2018 - 05/ 2020. Řešitel FBI VŠB a UCEEB ČVUT.
- Výzkum a vývoj ověřených modelů požáru a evakuace osob a jejich praktické aplikace při posuzování požární bezpečnosti staveb. Doba řešení 01/2016 - 12/2019. Řešitel FSv ČVUT, MV ČR-TÚPO, FBI VŠB, FSv VUT.

Pokud jde o technické podmínky pro realizaci vícepodlažních dřevostaveb, probíhá příprava nové verze části 1-2 Eurokódu 5 a existuje projekt/grant TAČR:

- Centrum pokročilých materiálů a efektivních budov, které bude mimo jiné, zaměřeno na vícepodlažní dřevostavby. Doba řešení 01/2019 - 12/2020. Řešitel UCEEB ČVUT, FSv ČVUT, ADMAS VUT, FSv VUT.

Propagaci vícepodlažních/velkoobjemových dřevostaveb se zaměřením na cílovou skupinu - investory, architekty, finanční instituce a pojišťovny by mohla řešit Nadace dřevo pro život za podpory dřevařského průmyslu a jiných organizací.