

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

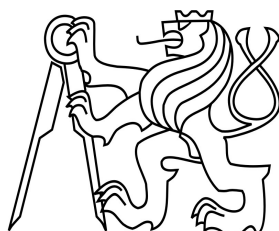
2022

**ELIŠKA
VORLÍČKOVÁ**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

Diplomová práce

**POŽÁRNÍ RIZIKA PŘI VÝSTAVBĚ
DŘEVOSTAVBY**

FIRE RISKS OF TIMBER BUILDINGS

Bc. Eliška Vorlíčková

vedoucí práce: Ing. arch. Bc. Petr Hejtmánek, Ph.D.

2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

| | | |
|--|---------------|----------------------|
| Příjmení: Vorlíčková | Jméno: Eliška | Osobní číslo: 468585 |
| Zadávací katedra: K124 - Konstrukce pozemních staveb | | |
| Studijní program: Stavební inženýrství | | |
| Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb | | |

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

| | |
|---|---|
| Název diplomové práce: Požární rizika při výstavbě dřevostavby | |
| Název diplomové práce anglicky: Fire Risks of Timber Buildings | |
| Pokyny pro vypracování: - literární rešerše požadavků na požární bezpečnost dřevostavby v ČR a v zahraničí; - případová studie s vyhodnocením náročnosti jednotlivých národních postupů při výstavbě dřevostavby na referenční budově. | |
| Seznam doporučené literatury: - zahraniční odborné články, - normy řady ČSN, - zahraniční legislativní požadavky, - KUKLÍK, Petr a Lukáš, VELEBIL. Novinky v oblasti navrhování vícepodlažních dřevostavby z křížem vrstveného dřeva. In: tzb-info.cz [online]. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, UCEED, 17.09.2018 [cit. 23.03.2021]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/17914-novinky-v-oblasti-navrhovani-vicepodlaznich-drevostaveb-z-krizem-vrstveneho-dreva | |
| Jméno vedoucího diplomové práce: Petr Hejtmánek | |
| Datum zadání diplomové práce: 20.9.2021 | Termín odevzdání diplomové práce: 2.1.2022 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i> |
| Podpis vedoucího práce | Podpis vedoucího katedry |

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

| | |
|-----------------------|---------------------|
| Datum převzetí zadání | Podpis studenta(ky) |
|-----------------------|---------------------|

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Eliška Vorlíčková

Název diplomové práce: Požární rizika při výstavbě dřevostavby

Základní část: podíl: 100 %

Formulace úkolů:

- literární rešerše požadavků na požární bezpečnost dřevostaveb v ČR a v zahraničí;
- případová studie s vyhodnocením náročnosti jednotlivých národních postupů při výstavbě dřevostaveb na referenční budově.

Podpis vedoucího DP: Datum:

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

Obsah

| | |
|--|------------|
| Prohlášení | IV |
| Poděkování | V |
| Abstrakt | VI |
| Abstract | VI |
| Seznam použitých symbolů a zkratk | VII |
| 1 Úvod | 1 |
| 1.1 Motivace | 1 |
| 1.2 Stanovení výzkumné otázky | 1 |
| 1.3 Cíle práce | 2 |
| 2 Nejvyšší dřevostavby | 3 |
| 2.1 Japonsko – W350 Project | 3 |
| 2.1.1 Obecné informace | 3 |
| 2.1.2 Požární bezpečnost | 3 |
| 2.2 Norsko – Mjøstårnet | 5 |
| 2.2.1 Obecné informace | 5 |
| 2.2.2 Požární bezpečnost | 5 |
| 2.3 Rakousko – HoHo Wien | 6 |
| 2.3.1 Obecné informace | 6 |
| 2.3.2 Požární bezpečnost | 7 |
| 2.4 Velká Británie – Dalston Works | 8 |
| 2.4.1 Obecné informace | 8 |
| 2.4.2 Požární bezpečnost | 9 |
| 2.5 Kanada – Brock Commons Tallwood House | 11 |
| 2.5.1 Obecné informace | 11 |
| 2.5.2 Požární bezpečnost | 11 |
| 2.6 USA – Carbon12 | 13 |
| 2.6.1 Obecné informace | 13 |
| 2.6.2 Požární bezpečnost | 13 |
| 2.7 Shrnutí | 15 |
| 3 Současný stav poznání | 16 |
| 3.1 Požární návrh – Česká republika | 17 |
| 3.1.1 Druh konstrukčního systému | 17 |
| 3.1.2 Vyšší stálé požární zatížení | 18 |
| 3.1.3 Vyšší stupeň požární bezpečnosti | 20 |
| 3.1.4 Omezené požární riziko | 20 |
| 3.1.5 Požární odolnost stavebních konstrukcí | 20 |
| 3.1.6 Požární otevřenost | 21 |
| 3.1.7 Odpadávání hořících částí | 23 |
| 3.2 Požární návrh – Velká Británie | 24 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.2.1 | Skupiny staveb | 25 |
| 3.2.2 | Vlastnosti materiálů, výrobků a konstrukcí | 25 |
| 3.2.3 | Odstupové vzdálenosti | 26 |
| 3.2.4 | Další požadavky na stavby | 26 |
| 3.3 | Požární návrh – Kanada | 29 |
| 3.3.1 | Dělení staveb | 29 |
| 3.3.2 | Hořlavé konstrukce | 31 |
| 3.3.3 | Hodnocení šíření plamene a rozvoje kouře (<i>flame-spread rating a smoke developed classification</i>) | 31 |
| 3.3.4 | Požární bezpečnost staveb | 37 |
| 3.3.5 | Odstupové vzdálenosti | 37 |
| 3.3.6 | Další požadavky na stavby | 37 |
| 3.4 | Požární návrh – USA | 37 |
| 3.4.1 | Dělení staveb | 38 |
| 3.4.2 | Kategorie materiálů | 39 |
| 3.4.3 | Konstrukční systém | 40 |
| 3.4.4 | Požární odolnost konstrukcí | 41 |
| 3.4.5 | Výška stavby a počet podlaží | 42 |
| 3.4.6 | Rozloha stavby | 44 |
| 3.4.7 | Obsazenost a únikové cesty | 45 |
| 3.4.8 | Bezpečné vzdálenosti | 46 |
| 3.5 | Požární návrh – Rakousko | 48 |
| 3.5.1 | Klasifikace budov | 48 |
| 3.5.2 | Požární úseky | 49 |
| 3.5.3 | Třída reakce na oheň | 50 |
| 3.5.4 | Požární odolnost konstrukcí | 50 |
| 3.5.5 | Odstupové vzdálenosti | 50 |
| 3.5.6 | Ostatní požadavky | 50 |
| 4 | Řešený příklad | 52 |
| 4.1 | Návrh řešeného příkladu | 52 |
| 4.2 | Česká republika | 52 |
| 4.2.1 | Původní návrh | 52 |
| 4.2.2 | Nový návrh | 54 |
| 4.3 | Velká Británie | 60 |
| 4.3.1 | Chráněné konstrukce a bez změny dispozice (1 ÚC) | 60 |
| 4.3.2 | Chráněné konstrukce, více únikových cest | 61 |
| 4.3.3 | Nechráněné konstrukce | 62 |
| 4.3.4 | Porovnání s ČR | 63 |
| 4.4 | Kanada | 65 |
| 4.4.1 | Porovnání s ČR | 68 |
| 4.5 | USA | 70 |
| 4.5.1 | Neoddělené prostory | 71 |

| | | |
|----------|--------------------------------|-----------|
| 4.5.2 | Oddělené prostory | 76 |
| 4.5.3 | Porovnání s ČR | 76 |
| 4.6 | Rakousko | 78 |
| 4.6.1 | Nechráněné konstrukce..... | 78 |
| 4.6.2 | Chráněné konstrukce..... | 78 |
| 4.6.3 | Porovnání s ČR..... | 85 |
| 4.7 | Porovnání všech výsledků | 86 |
| 5 | Závěr | 89 |
| | Seznam obrázků..... | 90 |
| | Seznam tabulek..... | 92 |
| | Literatura | 94 |

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Ing. arch. Bc. Petra Hejtmánka, Ph.D. s použitím literatury uvedené na konci této práce.

Nemám námitek proti použití této práce ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb. o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Ústí nad Orlicí dne 2. 1. 2022

Bc. Eliška Vorlíčková

Poděkování

Ráda bych poděkovala především Ing. Markovi Pokornému, Ph.D., Ing. arch. Petrovi Hejtmánkovi, Ph.D. a doc. Ing. Vladimírovi Mózerovi, Ph.D. za vynikající přístup k výuce oboru Integrální bezpečnost staveb a výborné vedení výuky během pandemie.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. arch. Petrovi Hejtmánkovi, Ph.D. za skvělý přístup při vedení této diplomové práce, odborné rady a připomínky.

V neposlední řadě bych také chtěla poděkovat rodině a kamarádům za podporu při studiu.

Děkuji.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zaměřuje na požární rizika při výstavbě dřevostaveb. Postupně jsou popsány požadavky a způsob určení jednotlivých kritérií. Z pohledu české požární legislativy mezi tato kritéria patří druh konstrukčního systému, požární zatížení, stupeň požární bezpečnosti, požární odolnost stavebních konstrukcí, požární otevřenost a odpadávání hořících částí. V dalších částech práce jsou popsány odlišnosti požadavků na dřevostavby v zahraničí (Velká Británie, USA, Kanada, Rakousko). Jednotlivé požadavky jsou následně implementovány na případové studii (administrativní budova) a výsledky jsou porovnány.

Klíčová slova

Požární bezpečnost; dřevostavby; výškové budovy; dřevo; vícepodlažní budovy; předpisy

Abstract

This diploma thesis focuses on fire risks of timber buildings. Related requirements and methods of determination are described step by step. From the point of view of Czech fire legislation, these criteria include type of construction system, fire load, degree of fire safety, fire resistance of building structures, separation distances evaluation and falling out of burning parts. Other parts of the thesis refer to design of wood structures in foreign countries (Great Britain, USA, Canada, Austria). Requirements of each state are implemented on a case study (office building) and the results are compared.

Keywords

Fire safety; wood buildings; high-rise buildings; timber; multi-storey buildings; regulations

Seznam použitých symbolů a zkratek

Symbole

| | | |
|----------------|--|-------------------|
| a | Součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska stavebních podmínek | – |
| A _a | Povolená rozloha | ft ² |
| A _t | Faktor tabulkově povolené rozlohy | – |
| b | Součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska přístupu vzduchu zohledňující přístup vzduchu | – |
| c | Součinitel vyjadřující vliv PBZ | – |
| d | Odstupová vzdálenost | m |
| F | Obvod stěn líčujících s chodníkem nebo stojících oproti stěně jiného objektu s otevřenými plochami | ft |
| FSR/FSI | flame-spread rating/index (hodnocení šíření plamene) | – |
| h | Požární výška | m |
| I | Hustota tepelného toku | kW/m ² |
| I _f | Zvýšení plošného faktoru v závislosti na obvodu konstrukce, stěn líčujících s chodníkem a šířce chodníku | % |
| K _i | Součinitel ekvivalentního množství dřeva i-tého druhu hořlavých látek | – |
| M _i | Hmotnost i-tého druhu hořlavých látek | kg |
| NS | Faktor tabulkově povolené rozlohy pro budovy bez sprinklerového systému | – |
| P | Obvod celé budovy | ft |
| p | Požární zatížení | kg/m ² |
| p _n | Nahodilé požární zatížení | kg/m ² |
| p _s | Stálé požární zatížení | kg/m ² |
| p _v | Výpočtové požární zatížení | kg/m ² |
| Q | Množství uvolněného tepla | MJ/m ² |
| S | Plocha PÚ | m ² |
| S _a | Skutečný počet nadzemních podlaží ne větší než 3, v případě použití sprinklerového systému max. 4 | – |

| | | |
|---------|---|----|
| SDC/SDI | Smoke developed classification/index (hodnocení rozvoje kouře) | – |
| W | Šířka chodníku nebo otevřené plochy | ft |

Zkratky

| | | | |
|------|---|-----|-------------------------------|
| DSP | Dokumentace pro stavební povolení | PBZ | Požárně bezpečnostní zařízení |
| FUSM | Funkčně ucelená skupina místností | PDK | Požárně dělicí konstrukce |
| HZS | Hasičský záchranný sbor | PNP | Požárně nebezpečný prostor |
| CHÚC | Chráněná úniková cesta | PO | Požární odolnost |
| NP | Nadzemní podlaží | POP | Požárně otevřená plocha |
| NÚC | Nechráněná úniková cesta | PP | Podzemní podlaží |
| OSB | Deska z dřevěných třísek (oriented strand board) | PÚ | Požární úsek |
| PBŘ | Požárně bezpečnostní řešení | PUP | Požárně uzavřená plocha |
| | | SPB | Stupeň požární bezpečnosti |

1 Úvod

1.1 Motivace

Dřevostavby už několik let nejsou záležitostí pouze budov sloužících k rekreaci, naopak se stále častěji objevují i v městské zástavbě. Jedním z faktorů, který toto způsobuje, může být stále větší zájem o ekologii a přírodní materiály. Výraznou roli jistě hraje i estetika a rychlost výstavby.

Světové trendy také ukazují, že dřevostavby mohou díky novým technologiím dosahovat výšky až několika desítek metrů. Současná nejvyšší dřevostavba se nachází u největšího norského jezera Mjøsa a je vysoká 85,4 m. Taková stavba by na území České republiky kvůli požadavkům naší požární legislativy nemohla být postavena. Nemyslím si, že bychom se u nás měli pouštět do takto vysokých cílů, na druhou stranu omezení, která plynou z již zmíněné požární legislativy, nás na první pohled drží hodně při zemi.

Není to však pouze výška, která může být omezujícím kritériem pro návrh dřevostaveb. V porovnání například s betonovou konstrukcí mají dřevostavby z požárního hlediska limitovanou požární výšku, zpravidla vyšší stálé požární zatížení, stupeň požární bezpečnosti, požadavky na požární odolnost a zásadní je také požární otevřenost. To vyplývá hlavně ze zkušeností, kdy se používaly tradiční dřevěné materiály. Nástupem nových technologií by se však tento přístup mohl upravit tak, aby se i české dřevostavby mohly stavět za ne tak omezujících podmínek.

V rámci této práce bych se chtěla zaměřit na rozdíly při návrhu dřevostaveb a nehořlavých staveb v České republice. Obdobně bude zkoumáno i zahraničí, konkrétně Velká Británie, USA, Kanada a Rakousko, a následně budou porovnány návrhy dřevostaveb mezi sebou. Aby bylo porovnání objektivní, bude vytvořena případová studie, která se posoudí podle požadavků a podmínek, za kterých se mohou v České republice a v zahraničí stavět dřevostavby. Posuzovat se bude administrativní budova s kanceláři a prodejní plochou, aby se nejednalo o specifický prostor, který by musel být řešen podle samostatné normy.

1.2 Stanovení výzkumné otázky

V České republice zaznávají názory, že jsou požadavky požární legislativy příliš přísné, pokud chceme navrhovat dřevostavbu. Tato diplomová práce tedy pojednává o kritériích, které mohou návrh dřevostaveb ovlivnit. V dalších částech práce jsou probrány i požadavky na dřevostavbu v zahraničí. Následně jsou požadavky všech zemí implementovány na příkladu, který by měl ukázat, zda je návrh v České republice opravdu příliš přísný, či nikoli.

1.3 Cíle práce

Hlavními cíli práce jsou:

- 1) Identifikace rozdílných požadavků na výstavbu dřevostaveb a budov s nehořlavým konstrukčním systémem v ČR
- 2) Výpis zahraničních požadavků na výstavbu dřevostaveb (*pozn.: pokud jsou požadavky stejné pro hořlavé i nehořlavé budovy, jsou požadavky vynechány*)
- 3) Případová studie, na níž budou porovnány požadavky na výstavbu dřevostaveb v ČR a ve vybraných státech

2 Nejvyšší dřevostavby

V této kapitole jsou popsány nejvyšší postavená a plánovaná dřevostavba a dále nejvyšší dřevostavby v zemích, které jsou zpracované v této DP. Stavby (kapitoly) jsou seřazeny sestupně podle výšky.

2.1 Japonsko – W350 Project

V hlavním městě Japonska, Tokiu, by měl být do roku 2041 postaven nejvyšší dřevěný mrakodrap na světě. Na stavbu bude kromě dřeva použita i ocel, ovšem z 90 % celkového objemu stavby by mělo být právě dřevo základním stavebním materiálem [1]. Další podkapitoly jsou vypracovány především díky článku pro CTBUH¹ týkající se W350 [2].

2.1.1 Obecné informace

W350 Project bude sedmdesátipodlažní mrakodrap výšky 350 m s půdorysnými rozměry 80 x 80 m. V budově se budou nacházet obchody, kanceláře, hotely a byty.

Jak můžeme vidět na vizualizaci (obr. 1) a půdorysu (obr. 2), centrální část budovy je nezastavěná. To umožňuje mít v této části čerstvý vzduch a přirozené světlo, což vytváří pohodlný obytný prostor.

Rastr užitý v návrhu budovy je 10 m. Vnitřní rám bude vyroben pouze ze dřeva, vnější rám bude vyroben z kombinace dřeva a oceli, aby se využily vlastnosti těchto materiálů. Dřevo odolává tlakové síle, ocel tahové i tlakové. Ocelové trubkové konstrukce s výztuhami jsou navíc výhodné pro řízení vibrací.

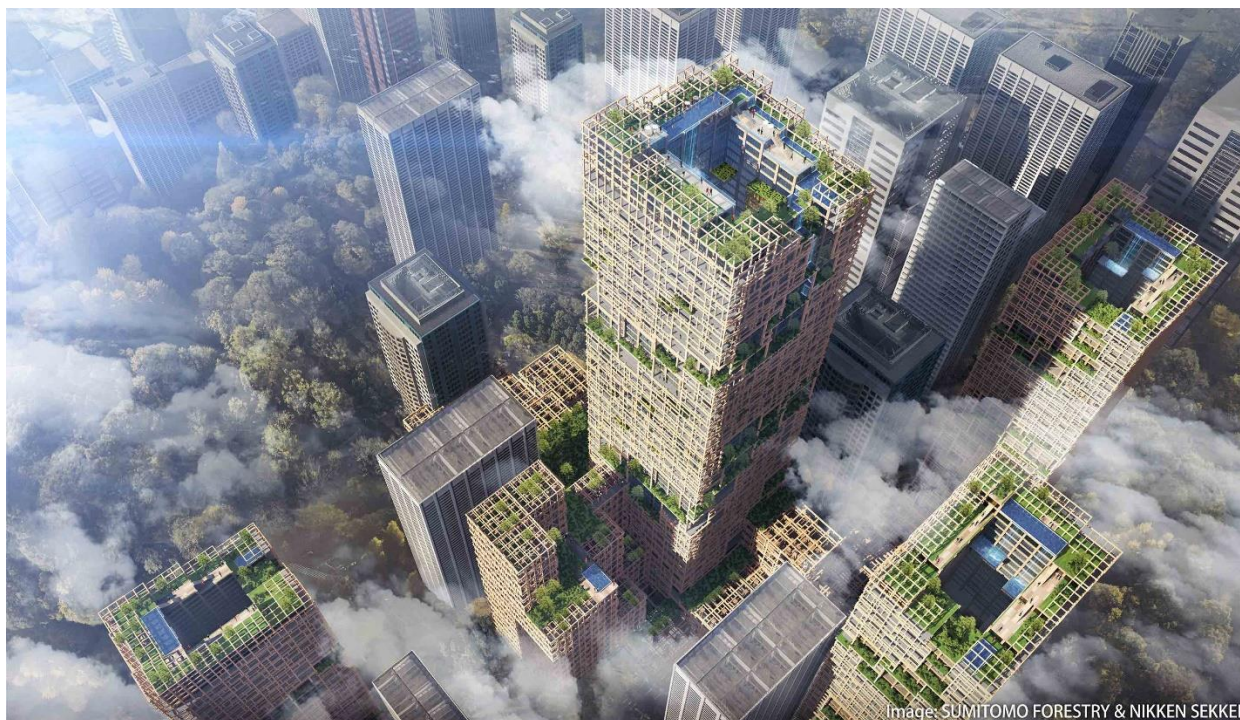
2.1.2 Požární bezpečnost

Únikové cesty se uvažují oproti běžným stavbám, kde je centrální (únikové) schodiště většinou ve středu budovy, v krajních částech budovy. K bezpečnému úniku osob se využijí Sky Lobby², které budou požárně oddělené od ostatních částí budovy a zároveň budou sloužit jako shromaždiště osob.

Sumitomo Forestry, společnost, která se angažuje v návrhu tohoto projektu, pracuje na vývoji lepených dřevěných konstrukcí, které by měly mít PO 180 minut. Jelikož je celý projekt koncipovaný na souznění s přírodou, zahrnuje se využití rostlin i v případě požární ochrany – závlahový systém se může použít i v případě požáru.

¹ Council on Tall Buildings and Urban Habitat

² Specifické podlaží v mrakodrapech využívané ke změně výtahu



obr. 1 W350 Project – vizualizace (Zdroj: © Nikken Sekkei Ltd)



obr. 2 W350 Project – půdorys (Zdroj: © Nikken Sekkei Ltd)

2.2 Norsko – Mjøstårnet

Nejvyšší dosud postavená dřevostavba s názvem Mjøstårnet (jezerní věž) se nachází v norském Brumunddal u jezera Mjøsa. Pro vypracování této kapitoly byl využit článek Mjøstårnet publikovaný pro IHF³ [3] a video Mjøstårnet Fire Engineering [4].

2.2.1 Obecné informace

Mjøstårnet je osmnáctipodlažní budova výšky 85,4 m. Tato výška je však jen díky pergole v nejvyšším podlaží. Výšková poloha posledního NP je 68 m. Půdorysné rozměry stavby jsou 17 x 37 m. Stavba slouží jako kanceláře, hotel, byty a restaurace. Součástí areálu je také krytý plavecký bazén. Reálná fotografie stavby viz obr. 3.

Budova je založena na betonové desce na pilotách. Nosnou konstrukci tvoří lepené vazníky podél fasád, které ztužují konstrukci, sloupy a nosníky. Největší osová zatížení (11,5 MN tah, 5,5 MN tlak) vznikají v rohových sloupech a tyto sloupy jsou o průřezu 1485 x 625 mm, vnitřní sloupy jsou o průřezu 725 x 810 mm a 625 x 630 mm. Stěny jsou z CLT panelů. Konstrukce podlahy ve 2.–11. NP je tvořena prefabrikovanými dřevěnými palubkami a ve 12.–18. NP jsou betonové podlahy o tloušťce 300 mm.

2.2.2 Požární bezpečnost

Návrh budovy z pohledu požární bezpečnosti může být v Norsku 2 způsoby – perspektivní řešení („jednoduchá metoda“) a analytický návrh. Při použití perspektivního řešení se postupuje dle norských stavebních zákonů, které umožňují stavět budovy z hořlavých konstrukcí pouze do 4 NP. Analytický návrh umožňuje stavby o více podlažích, musí se však prokázat, že si stavba v případě požáru zachová svou stabilitu a bude bezpečná pro únik osob.

Hlavní nosný systém je navržen na PO 120 min, vedlejší konstrukce, jako např. podlahy, jsou navrženy na PO 90 min. Šachty jsou v každém podlaží požárně odděleny (EI 60). Konstrukce mezi jednotlivými provozy (byty, hotelové pokoje, technické místnosti, ...) jsou z nehořlavých materiálů. Stěny na únikových cestách z CLT panelů jsou opatřeny SDK deskami. Obvodová stěna je tvořena obklady třídy reakce na oheň B-s1,d0 a izolací A2-s1,d0. Ochrana budovy vůči vnějšímu požáru je zabezpečena sprinklery v 1.–2. NP a na balkónech. Dále je fasáda chráněna dalšími prvky, jako např. požární pásy (*fire stop*), aby nedošlo k šíření plamene mezi podlažími.

Konstrukční prvky jsou navrženy výpočtem podle Eurokódu. Na některých prvcích byla navíc provedena požární zkouška v SP Firetech v Trondheimu. Po vystavení prvku

³ Internationales Holzbau-Forum (mezinárodní konference dřevostaveb pořádaná v Norsku)

požáru (ISO 834) po požadovanou dobu se prvek vyndal z pece a dále sledoval, jelikož inženýři chtěli zjistit, co se s konstrukcí stane hlavně po požáru – razili teorii, že prvky zůstanou stabilní, jako je tomu po požáru lesa, kde stromy zůstanou stát. Došlo ke zuhelnatění, po několika hodinách teplota klesala a hoření přestalo, což bylo důkazem toho, že mohutné lepené sloupy samy zhasnou a zabrání se tak kolapsu budovy. Obdobně se zkoušely i spoje v konstrukcích. Zkoušené byly ocelové i dřevěné spoje a bylo dokázáno, že i přes rozdílné vlastnosti materiálů bylo ve spojích dosaženo téměř stejných hodnot.

V budově se nachází 2 úniková schodiště s přetlakovým větráním a požární výtah. Dále je budova vybavena požárními hlásiči a sprinklerovým systémem.



obr. 3 Mjøstårnet (Zdroj: © Voll Arkitekter)

2.3 Rakousko – HoHo Wien

Hoho Wien je nejvyšší dřevostavba postavená v Rakousku, která se nachází, jak název napovídá, v hlavním městě – Vídni. Do roku 2019 se jednalo o nejvyšší dřevostavbu na světě. Pro vypracování této kapitoly sloužily především prezentace o HoHo Wien formou videa [5], webové stránky HoHo Wien [6], kde se mimo jiné popisuje i požární bezpečnost, a prezentace architektonické kanceláře RLP [7] a projekční kanceláře Woschitz Group [8].

2.3.1 Obecné informace

Jedná se o budovu výšky 84 m se 24 NP. Půdorysná plocha je 25000 m². V budově se nachází obchody, restaurace, wellness centra, kanceláře a hotel. Fotografie stavby viz obr. 4.

Výstavba byla velice rychlá, jelikož 1 podlaží se postavilo za 1 týden. Zajímavostí také je, že vedle HoHo Wien je postavena menší budova ze stejných materiálů za použití stejných technologií, která sloužila k testování konstrukčního systému, zvýšení efektivity a pochopení metodiky při stavbě samotné HoHo Wien.

Materiál využitý na stavbu byly převážně dřevo a beton. Na budovu bylo použito 4350 m³ dřeva, což je 75 % z celkového množství stavebního materiálu. Ztužující jádro je ze železobetonu, sloupy jsou z lepeného lamelového dřeva (0,4 x 0,4 – 0,4 x 1,08 m), stěny jsou z CLT panelů (4,8 x 3,5 m), podlahy jsou z kombinace CLT a betonu (2,4 x 0,7 m) a okrajové nosníky jsou z betonových prefabrikátů (0,4 x 0,6 m).

2.3.2 Požární bezpečnost

Návrh takovéto stavby by dle rakouských předpisů nebyl možný (dřevěné konstrukce mohou být max. do 6 NP). Pro návrh byl tedy využit požárně inženýrský přístup.

Díky mohutnosti dřevěných konstrukcí odolávají konstrukce PO více než 90 minut, což bylo prokázáno požárními zkouškami. Únikové cesty (schodiště) jsou umístěny do ŽB jádra, stejně tak i výtahy a šachty. Pro větší bezpečnost se žádné šachty nevyskytují v blízkosti dřevěných konstrukcí. Obklad na obvodových stěnách je z materiálu třídy reakce na oheň A2, aby nedocházelo k šíření požáru po fasádě.

Požární úseky jsou děleny do menších částí (do 400 m² místo povolených 800 m²). Únikové cesty a přístupové cesty pro zásah hasičů se navrhovaly tak, aby byly co nejkratší. V budově se nachází požární poplachový systém a sprinklerový systém. Půdorys NP s požárně bezpečnostním řešením viz obr. 5.



obr. 4 HoHo Wien (Zdroj: © SIGA Swiss)



obr. 5 HoHo Wien – půdorys NP, PBŘ [8]

2.4 Velká Británie – Dalston Works

Dalston Works je nejvyšší dřevostavba Velké Británie a zároveň se jedná o celosvětově největší stavbu, která má nosnou konstrukci pouze z CLT panelů. Stavba se nachází v Londýně. K vypracování kapitoly byly využity především webová stránka ateliéru Waugh Thistleton Architects [9] a články na webech Architect Magazine [10] a Building [11] shrnující nejdůležitější informace.

2.4.1 Obecné informace

Jedná se o desetipodlažní stavbu výšky 33 m s půdorysnou plochou 14000 m². V budově se nachází byty, kanceláře, restaurace a obchodní plochy. Fotografie stavby viz obr. 6.

Budova je založena na betonové základové konstrukci. Ostatní nosné konstrukce, včetně výtahových šachet, jsou z CLT panelů (podlahové panely tl. 100–200 mm a stěnové panely tl. 100–140 mm). Povrch obvodových stěn tvoří obklad z cihel, takže na první pohled není zřejmé, že se jedná o dřevostavbu. Stavba však váží zhruba pětinu stavby, která by byla

postavena z betonu, což umožnilo navýšit počet bytových jednotek až o 25 %. Další výhodou, kterou přinesla stavba z CLT panelů, je rychlost výstavby, jelikož stavba byla dokončena za pouhých 18 měsíců.

2.4.2 Požární bezpečnost

Vzhledem k benevolentním požadavkům Velké Británie, kde může mít bytová stavba vybavená sprinklerovým systémem s konstrukcemi s PO 90 min požární výšku 30 m a s PO 120 min i nad 30 m (The Building Regulations [12], tab. B4), se návrh takovéto stavby nezdá nemožný.

Požární ochranu vnitřních konstrukcí zajišťuje obklad z SDK desek – např. cesty určené pro protipožární zásah jsou z CLT panelů tl. 160 mm a obložené z obou stran dvojitou vrstvou SDK a konstrukce tak splňuje PO 120 min. PO samotných CLT panelů by pravděpodobně vystačila, ale jejich tloušťka by se musela zvýšit, což by zapříčinilo také zvýšení hmotnosti stavby. Vnější povrch obvodových konstrukcí je chráněn obkladem z cihel.

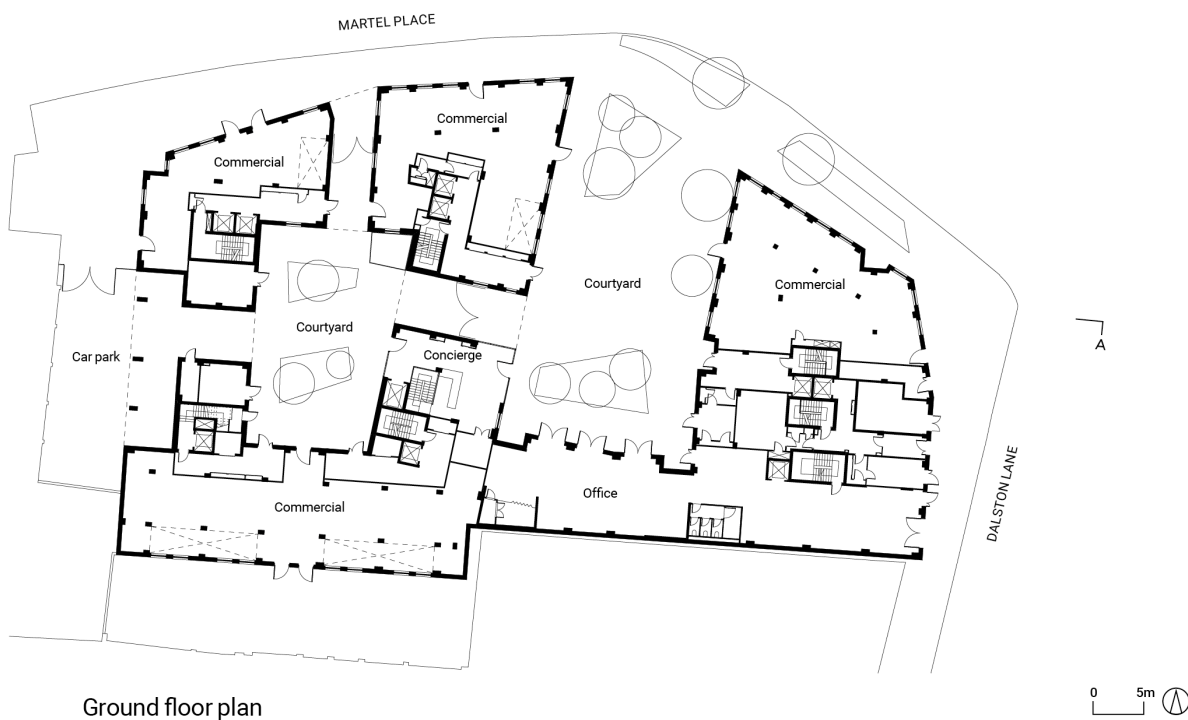
Z půdorysů (obr. 7) lze odvodit, že se v budově nachází hned několik únikových nebo zásahových cest. Dále lze předpokládat, že stavba bude vzhledem k účelu budovy vybavena automatickými požárními hlásiči a sprinklerovým systémem.



obr. 6 Dalston Works [9]



Typical floor plan



Ground floor plan

obr. 7 Dalston Works – půdorys typického podlaží a 1. NP (Zdroj: © Architects' Journal)

2.5 Kanada – Brock Commons Tallwood House

Brock Commons Tallwood House se nachází ve Vancouveru a do roku 2017 se jednalo o nejvyšší dřevostavbu na světě. Pro vypracování této kapitoly sloužila především případová studie od Wood *WORKS!* [13].

2.5.1 Obecné informace

Jedná se o osmnáctipodlažní budovu výšky 54 m s půdorysnými rozměry 15 x 56 m. Budova se nachází v kampusu UBC⁴ a slouží jako koleje pro studenty – pokoje jsou od 2. NP, v 1. NP jsou shromažďovací prostory a studovny. Dle kanadských předpisů je budova posuzována jako skupiny A-2 a C. Fotografie stavby viz obr. 8.

Budova je založena na železobetonových patkách, smykových stěnách a sloupech a žebrové desce. 1. NP je betonové, ostatní podlaží jsou z dřevěných prvků (CLT panely, lepené lamelové dřevo, řezivo s paralelními vlákny⁵) spojených ocelovými prvky. V budově se také nachází 2 železobetonová jádra, kde jsou schodiště a výtahy. Střecha budovy je z oceli. Model konstrukce viz obr. 9.

2.5.2 Požární bezpečnost

Budova by se při použití kanadských předpisů, National Building Code [14] (toho času vydání z r. 2015), nemohla postavit hlavně kvůli limitujícímu počtu podlaží (6 NP). Britská Kolumbie má navíc svoje vlastní předpisy (The British Columbia Building Code [15]), podle kterých by byl návrh také nemožný. V roce 2015 však vyšel jako součást NBC [14] tzv. Building Act, který umožňuje návrh budovy z materiálů, které nesplňují požadavky klasických předpisů, ovšem materiály a stavba samotná musí být opatřeny tak, aby poskytovaly stejnou nebo lepší úroveň jako materiály splňující předpisy. UBC si tak přizvala na projekt několik odborníků, kteří společně hledali řešení, jak stavbu postavit. Z časových důvodů nebylo možné provést požadovaný počet požárních zkoušek, takže se muselo hledat jiné řešení (viz následující odstavce). Výsledkem bylo vyhodnocení, že z požárního hlediska je stavba stejná, ne-li lepší, jako stavba z nehořlavých materiálů.

Pasivní požární ochrana uvažovala s filozofií, aby byl návrh co nejjednodušší. Toho bylo dosaženo užitím nehořlavých konstrukcí v 1. NP, jádrech budovy (schodiště, výtahy) a obkladem hořlavých konstrukcí (neobložené konstrukce se nachází pouze v posledním NP, kde je studovna). Hořlavé konstrukce jsou obloženy min. 3 vrstvami SDK a výsledná PO konstrukcí je 120 min, i když by dle kanadských předpisů stačila PO pouze 60 min. Konstrukce jsou požárně odděleny v horizontálním i vertikálním směru. Požární zkouška

⁴ University of British Columbia

⁵ Dřevo uměle vyrobené z paralelních dřevěných vláken spojených lepidlem

prostupy CLT panely (měděné, litinové a PEX potrubí) prokázala, že i po 2 hodinách téměř nedochází k porušení – minimální ztráta SDK a zuhelnatění na spodní straně CLT panelu pouze 0,25 inch (6,4 mm). Obložení konstrukcí SDK deskami mělo pozitivní vliv i na konstrukce samotné, jelikož nemusely být tak mohutné jako v případě, kdy by nebyly chráněny vůbec. Pozitivní je i fakt, že úředníci spíše důvěřovali SDK deskám než obnaženým dřevěným konstrukcím, takže proces schvalování stavby měl mnohem hladší průběh.

Z pohledu aktivní požární ochrany je budova také dobře zabezpečena. V budově se nachází sprinklerový systém ve všech podlažích a jednostupňový adresovatelný požární systém požární signalizace (EPS), který zahrnuje zvuková i vizuální zařízení. Tento systém je monitorován, kontrolován a je napojen na hasičský sbor ve Vancouveru.

Sprinklerový systém a hydrantový systém jsou napojeny na městský obvod. Navíc je v podzemním podlaží umístěno čerpadlo se záložní nádrží na vodu o objemu 20000 l. Tento systém je poháněn nezávislým zdrojem energie a poskytuje přístup k vodě po dobu 30 min.

Sprinklerový systém je instalován také pod přístřeškem z CLT v přízemí budovy. Dále jsou v otvorech bez požární odolnosti na obvodových stěnách v 1. NP užitý vodní clony. Na každém podlaží se také nachází hasicí přístroje.



obr. 8 Brock Commons Tallwood House
(Zdroj: © Michael Elkan)



obr. 9 Brock Commons Tallwood House
– Model konstrukce [13]

2.6 USA – Carbon12

Carbon12 se nachází v Portlandu (stát Oregon) a je to nejvyšší stavba USA. Pro vypracování této kapitoly byly použity především webová stránka Carbon12 [16], koncept požární ochrany [17] a požární zpráva objektu [18]. Fotografie stavby viz obr. 10.

2.6.1 Obecné informace

Jedná se o osmipodlažní budovu výšky 84 ft (25,6 m). Poslední NP má výškovou polohu 74 ft (22,6 m). Budova slouží především pro bydlení (od 2. NP), dále jsou zde obchodní plochy (1. NP) a podzemní podlaží je určeno pro parkování a sklady nájemníků.

Konstrukce podzemního podlaží je z betonu a oceli včetně základové desky. Nadzemní podlaží jsou z dřevěných konstrukcí (lepené dřevěné prvky a CLT panely), jádro budovy je ocelové.

2.6.2 Požární bezpečnost

Návrh požární bezpečnosti tohoto objektu vychází z International Building Code [19] (platný v r. 2014) a 2014 Oregon Structural Specialty Code [20]. Dle těchto předpisů však nemohla být budova postavena kvůli limitujícím 5 NP. Bylo tak využito požárně inženýrského přístupu – postup dle dřevostaveb postavených v jiných státech, které také překračovaly tamní limity, literatury SFPE Engineering Guide to Performance-Based Design [21] a International Fire Engineering Guidelines [22] a vytvoření modelu v CFAST⁶.

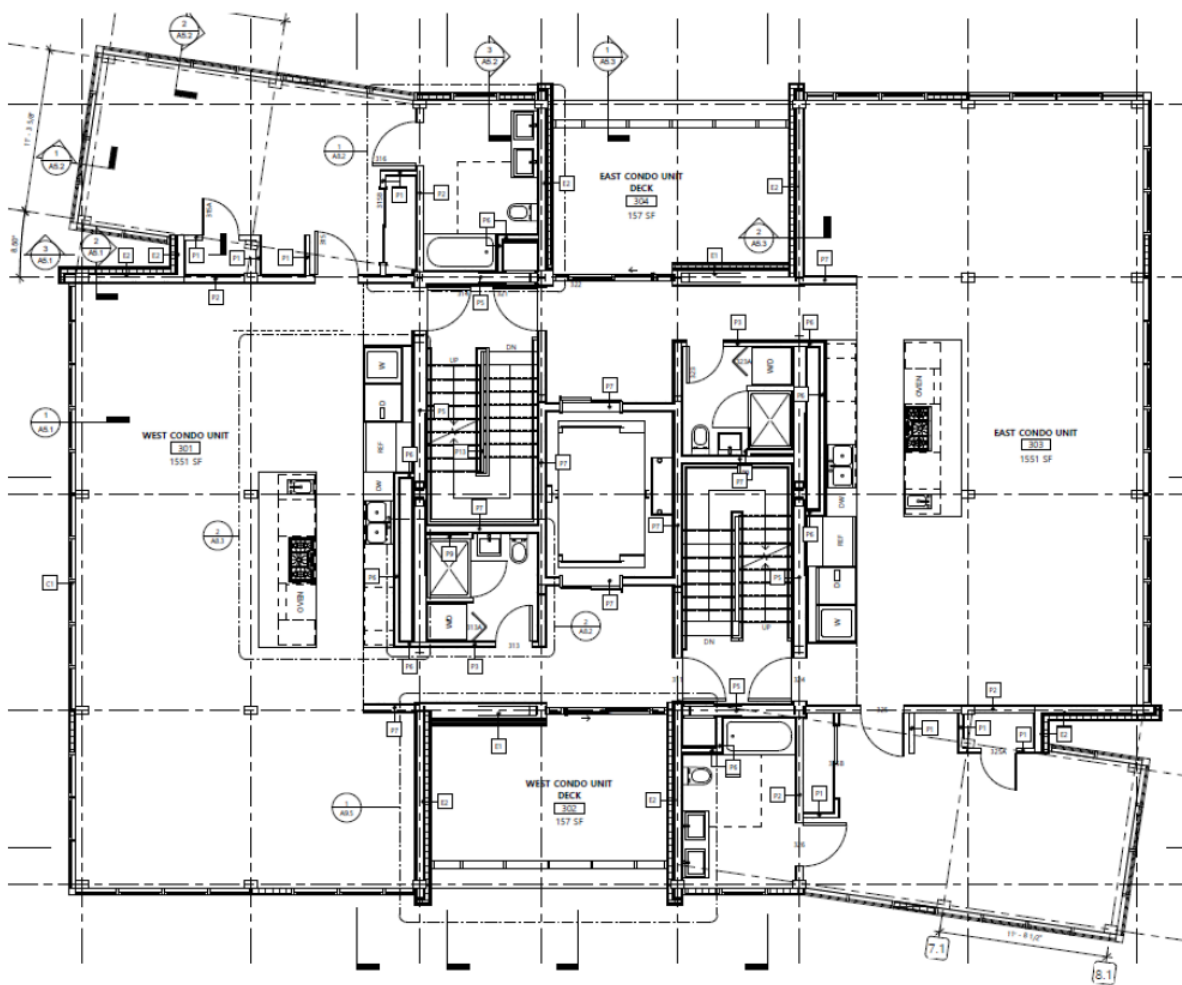
Konstrukce budovy je posuzována jako typ III-A díky těžkému dřevěnému skeletu a materiálům užitých v podzemním podlaží. Většina konstrukcí má PO 60 min. Konstrukce únikových cest mají PO 120 min. Povrchy konstrukcí na únikových cestách jsou do třídy reakce na oheň C.

Z každého bytu je možno využít 2 únikových cest (schodišť), viz půdorys typického podlaží (obr. 11), ačkoliv je požadován pouze 1 směr úniku. V každé bytové jednotce se nachází kouřové hlásiče a hasicí přístroje. V celé budově je instalovaný sprinklerový systém. Na každém podlaží jsou požární hlásiče.

⁶ Consolidated Model of Fire and Smoke Transport, dvouzónový model



obr. 10 Carbon12 (Zdroj: © RDH Building Science)



obr. 11 Carbon12 – půdorys typického podlaží [17]

2.7 Shrnutí

Většina těchto staveb, výjimku tvoří Dalston Works ve Velké Británii, by nemohla být postavena preskriptivním přístupem, tedy podle legislativy příslušných států. Na budovy byl tedy použit požárně inženýrský přístup, který se stát od státu lišil. Některé státy se řídily primárně zkouškami a modely, jiné využily znalostí z již postavených výškových dřevostaveb. V případě Kanady je také zajímavé, že stavba byla podnětem pro vytvoření nových doplňujících dokumentů, které by umožňovaly větší úlevy pro dřevostavby.

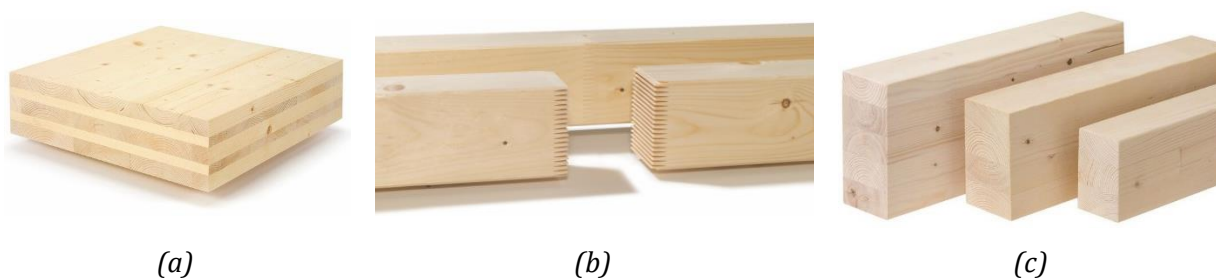
Z těchto příkladů je tedy zřejmé, že ani v zahraničí není návrh dřevostaveb tak jednoduchý, jak by mohl někdo předpokládat. V následujících kapitolách jsou probrány požadavky na návrh dřevostaveb v jednotlivých státech a následně jsou požadavky aplikovány na řešený příklad – je zde vyzkoušen preskriptivní přístup.

3 Současný stav poznání

Stále častěji se mluví o environmentálních problémech. Je tedy vhodné zamyslet se nad těmito tématy i ve stavebnictví a navrhovat stavby ohleduplné k životnímu prostředí – studie prokazují, že dřevostavby mají mnohem menší dopad na životní prostředí než stavby z jiných běžných (beton, ocel) materiálů [23], [24], [25]. Vzhledem k rostoucí populaci je pak výhodné stavět vyšší budovy.

Když se řekne dřevostavba, mnoho lidí si pravděpodobně vybaví tradiční roubenku či srub, jejichž obvodové stěny tvoří masivní dřevěné prvky kladené na sebe. Tyto stavby jsou vhodné pro individuální bydlení, ale jen stěží bychom si je představili v podobě vícepodlažního bytového domu, případně administrativní budovy. Na řadu tak přichází nové technologie, díky kterým můžeme stavět stavby větších rozměrů za použití menšího množství materiálu. Příkladem jsou:

- **CLT (Cross-Laminated Timber) panely** – masivní křížem vrstvené dřevěné lamely (obr. 12 a)
- **KVH (Konstruktionsvollholz) hranoly** – hoblovaný vysušený dřevěný hranol, který se napojuje délkově (obr. 12 b)
- **BSH (Brettschichtholz) hranoly (lepené lamelové dřevo – LLD)** – hoblovaný vysušený dřevěný hranol lepený z lamel (obr. 12 c)



obr. 12 Příklady stavebních materiálů: (a) CLT; (b) KVH; (c) BSH
(Zdroj: © JAF HOLZ, © Časopis KONSTRUKCE, © KAISER HOLZ)

Požární legislativa se v různých státech liší. V evropských státech se můžeme setkat s určitou podobností, jelikož se v rámci EU pro určování skutečné požární odolnosti konstrukčních prvků používají tzv. Eurokódy⁷. Každý stát si však reguluje požadavky na konstrukce a stavby, takže se i požadavky z požárního hlediska liší stát od státu. Může se zdát, že Česká republika je v mnoha ohledech striktní, a naopak zahraniční požadavky jsou benevolentnější – zda tomu tak opravdu je, bychom se měli alespoň částečně dozvědět v závěru této práce. Faktem však zůstává, že v zahraničí se, zejména pokud jde o výškové

⁷ Soustava evropských technických norem zabývající se navrhováním a posuzováním stavebních konstrukcí

dřevostavby, často užívá požárně inženýrský přístup, který však může stavbu prodražit (požární zkoušky, použití více materiálu, lepší PBZ, ...). Můžeme se také setkat se státy, které neřeší použití (ne)hořlavých materiálů, ale návrh z požárního hlediska je na základě jiných vlastností stavby, například účel užití, a materiály se řeší dodatečně.

V následujících kapitolách je popsáno, jak je řešen požární návrh v České republice a ve vybraných státech.

3.1 Požární návrh – Česká republika

Nejen odborná veřejnost, ale i laik tuší, že pokud se staví z hořlavých materiálů, v tomto případě primárně ze dřeva, budou na stavbu z požárního hlediska vyšší požadavky. Některé požadavky jsou však možná až příliš přísné. V této kapitole jsou postupně rozebrány požadavky, které se zásadně liší na základě toho, z čeho je stavba postavena. Při návrhu dřevostaveb patří z požárního hlediska mezi omezující kritéria především:

- Druh konstrukčního systému
- Vyšší stálé požární zatížení
- Stupeň požární bezpečnosti
- Požární odolnost stavebních konstrukcí
- Požární otevřenost
- Odpadávání hořících částí

Jelikož se zde jedná vesměs o popisování obecných informací, byla k vytvoření této kapitoly použita především norma ČSN 73 0802 [26] a tento zdroj, pokud se v kapitole neodkazuje přímo na určitý článek, tak není dále v textu uveden. V následujících kapitolách se také neuvádí požadavky, které jsou totožné pro návrh dřevostaveb a nehořlavých konstrukcí.

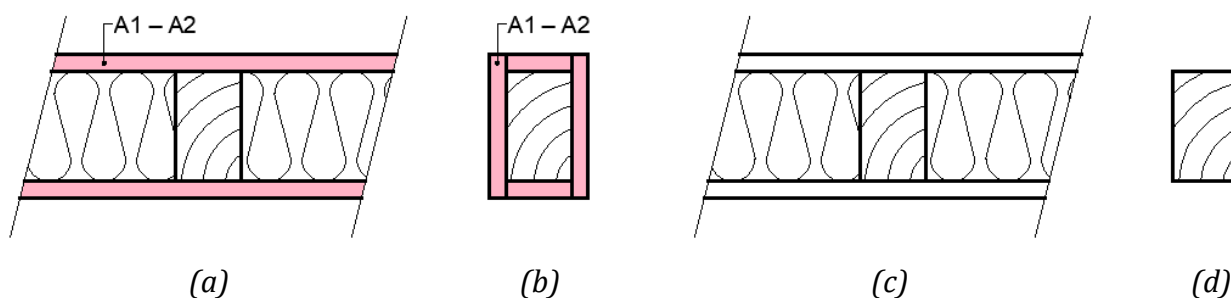
3.1.1 Druh konstrukčního systému

Z požárního hlediska se rozlišují 3 druhy konstrukčních systémů – hořlavý, smíšený a nehořlavý. Toto rozřídění závisí na druhu konstrukcí. Nehořlavý konstrukční systém má nosné a požárně dělicí konstrukce druhu DP1, smíšený systém má svislé konstrukce druhu DP1 a vodorovné konstrukce DP2 a je omezen požární výškou $h \leq 22,5$ m a hořlavý konstrukční systém má konstrukce druhu DP2 nebo DP3 a je omezen požární výškou $h \leq 12$ m. Do hořlavého konstrukčního systému by byla zařazena i budova s byt' jen jednou požárně dělicí nebo nosnou konstrukcí druhu DP3. Jako budovu s hořlavým konstrukčním systémem bychom tedy určili např. budovu s exponovaným trémovým stropem (vodorovná nosná konstrukce, DP3), mezibytovou příčkou z CLT panelů (svislá nosná i požárně dělicí

konstrukce, DP3) nebo SDK desek na dřevěné konstrukci (svislá požárně dělicí konstrukce, max. DP2). Konstrukce se dle druhu dělí následovně:

- **Konstrukce druhu DP1** musí být pouze z nehořlavých výrobků (třída reakce na oheň A1–A2), případně může obsahovat hořlavé výrobky (B–F), tyto výrobky však musí být umístěné uvnitř skladby konstrukce, po dobu požadované PO nesmí dojít k jejich vzplanutí a nesmí na nich být závislá stabilita a únosnost konstrukce.
- **Konstrukce druhu DP2** (obr. 13 a, b) mohou obsahovat i hořlavé nosné prvky, tyto prvky však musí být uvnitř konstrukce, povrchové části konstrukce musí být nehořlavé (A1–A2). Stejně jako u DP1 nesmí po dobu požadované PO dojít ke vzplanutí vnitřních hořlavých prvků.
- **Konstrukce druhu DP3** (obr. 13 c, d) jsou všechny ostatní konstrukce.

Pokud se zaměříme pouze na dřevostavby, u kterých nechceme zakrývat nosné konstrukce (bude se tedy jednat o konstrukce druhu DP3), je z těchto požadavků patrné, že je musíme zařadit jako stavby s hořlavým konstrukčním systémem. V případě staveb nad 9 m se však neubráníme ani jiným konstrukcím, jelikož taková stavba vyžaduje použití CHÚC (chráněná úniková cesta) a tento prostor je nutné ohraničit konstrukcemi druhu DP1.



obr. 13 Konstrukce druhu DP2 a DP3, znázorněn pouze požadavek na nehořlavé konstrukce:
(a) sendvičová stěna DP2; (b) sloup DP2; (c) sendvičová stěna DP3; (d) sloup DP3

3.1.2 Vyšší stálé požární zatížení

Po rozdělení stavby do požárních úseků (PÚ) přichází na řadu výpočet požárního rizika, které určí míru rozsahu případného požáru a je určeno výpočtovým požárním zatížením p_v . Výpočtové požární zatížení se získá z požárního zatížení (stálého a nahodilého) přenásobeného koeficienty určujícími okrajové podmínky za použití následujícího vzorce (1):

$$p_v = p \cdot a \cdot b \cdot c = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c \quad (1)$$

kde: p – požární zatížení [kg/m^2]

p_n – nahodilé požární zatížení [kg/m^2]

p_s – stálé požární zatížení [kg/m^2]

- a – součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska stavebních podmínek
- b – součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska přístupu vzduchu
- c – součinitel vyjadřující vliv požárně bezpečnostních zařízení

Materiál, ze kterého je stavba postavena, neovlivní většinu členů ze vzorce (1), jelikož u nich záleží na tom, jak bude stavba užívána – provoz, otvory, větrání, PBZ. Materiál však může ovlivnit stálé požární zatížení, do kterého se započítává hmotnost a výhřevnost hořlavých výrobků, které se vyskytují v konstrukcích posuzovaného PÚ, nejedná-li se o nosné nebo požárně dělicí konstrukce.

Hodnoty p_s pro okna, dveře a podlahy lze získat přímo z tabulky 1 v ČSN 73 0802 [26]. Pokud se v objektu vyskytují další hořlavé konstrukce, musíme je započítat za použití následujícího vzorce (2):

$$p_s = \frac{\sum_{i=1}^j M_i \cdot K_i}{S} \quad (2)$$

kde: M_i – hmotnost i-tého druhu hořlavých látek [kg]

K_i – součinitel ekvivalentního množství dřeva i-tého druhu hořlavých látek

S – celková plocha požárního úseku [m²]

U dřevostaveb se tak můžeme dopočítat p_s , které může být při výpočtu p_v rozhodující – omezení požární výšky a SPB (viz kapitoly 3.1.3 a 3.1.4). Pro výpočet p_s je potřeba znát přesné množství a složení konstrukcí, což může být hlavně ve fázi DSP, kdy se zpracovává PBŘ, značně komplikované, jelikož toto složení nemusí být známé a změnit se mohou také dispozice v objektech. I kdybychom však znali přesné složení konstrukcí, „ruční měření“ (např. odměření celkové délky hořlavých stěn) může být, zejména u větších objektů, zdlouhavé a projektant může při nepozornosti některé konstrukce vynechat.

Je také zvláštní, že pokud v celém objektu použijeme stejné konstrukce, započítáváme do p_s všechny, které jsme neoznačili jako nosné nebo požárně dělicí. Může se tak stát, že například veškeré příčky budou mít totožnou skladbu a vlastnosti (požární odolnost, třída reakce na oheň), a o jejich (ne)započítání rozhodne pouze to, zda je označíme jako nosné nebo požárně dělicí, či nikoliv.

Tím spíše, pokud se podíváme, jak se určuje nahodilé požární zatížení p_n . Tyto hodnoty jsou stejné nehledě na druhu použitých konstrukcí a počtu a druhu reálného požárního zatížení v místnosti. Pokud budeme hodnotit například kanceláře, mohou vypadat zcela odlišně – představme si tedy 2 kanceláře: Kancelář 1 je vybavena pouze nejnutenějším kovovým nábytkem (židle a stůl) a podlaha, obklady stěn a podhledy jsou nehořlavé. Kancelář 2 je vybavena kromě dřevěné židle a stolu také spoustou dřevěných skříní a polic, kde jsou vyskládané knihy a šanony, na podlaze je koberec a na stěnách několik obrazů. Z tohoto popisu je jasné, že obě kanceláře mají reálně dosti odlišné požární zatížení, ovšem

při určení p_n dle tab. A.1 v ČSN 73 0802 [26] bychom použili stejné hodnoty pro obě kanceláře.

3.1.3 Vyšší stupeň požární bezpečnosti

Stupeň požární bezpečnosti požárních úseků se vyjadřuje římskými číslicemi I–VII, kde I. SPB se určí pro PÚ s nízkým, případně žádným, požárním rizikem a VII. SPB se naopak použije pro PÚ s nejvyšším požárním rizikem. SPB určuje výpočtové požární zatížení, požární výška a konstrukční systém objektu. SPB se určí v závislosti na zmíněných parametrech za pomoci tabulky, případně přímo podle příslušných norem.

Dřevostavby jsou v tomto ohledu omezeny a mohou být zařazeny maximálně do V. SPB. V případě bytových jednotek ($p_v = 45 \text{ kg/m}^2$) nám navíc vyvstanou další omezení, viz tab. 1.

tab. 1 SPB bytových jednotek ($p_v = 45 \text{ kg/m}^2$) v závislosti na konstrukčním systému a požární výšce

| Požární výška | Nehořlavý | Smíšený | Hořlavý |
|---------------|-----------|------------------------------------|------------------------------|
| 0 m | I. SPB | I. SPB ($a \leq 1,1$) II. SPB | I. SPB nelze užít II. SPB |
| 4 m | II. SPB | III. SPB | III. SPB IV. SPB |
| 6 m | II. SPB | III. SPB | V. SPB |
| 9 m | III. SPB | IV. SPB | V. SPB |
| 12 m | III. SPB | IV. SPB | Nelze užít |

3.1.4 Omezené požární riziko

Pro dřevostavby se dále často musí počítat požární zatížení a není vhodné použít hodnoty přímo z příslušných článků norem. Příkladem jsou bytové jednotky, kde se může určit požární zatížení přímo – $p_v = 45 \text{ kg/m}^2$ (poznámka u kap. 5.1 v ČSN 73 0833 [27]).

Z tabulky 8 v ČSN 73 0802 [26] vyplývá, že takové PÚ jsou možné v budovách do 9 m v V. SPB. Obvodové a požární konstrukce pak musí splňovat PO 90 minut, což je u běžných dřevěných konstrukcí problém. Požární zatížení se může snížit, pokud se ve stavbě vyskytují dostatečně velké otvory – sníží se součinitel b . Ke snížení se dále docílí použitím požárně bezpečnostních zařízení, jako jsou zařízení pro odvod kouře a tepla nebo stabilní hasicí zařízení, čímž se sníží součinitel c . Tato zařízení však mohou navýšit rozpočet stavby.

3.1.5 Požární odolnost stavebních konstrukcí

Požární odolnost (PO) stavebních konstrukcí je vyjádřena časem, po který jsou konstrukce, případně uzávěry, schopny odolávat účinkům požáru bez porušení jejich funkce, a mezními stavy, tedy vlastnostmi konstrukce (uzávěrů). Klasifikační časy jsou 15, 30, 45, 60, 90, 120 a 180 minut, výjimečně 240 nebo 360 minut. Mezi základní mezní stavy patří:

- **R (nosnost)** – únosnost a stabilita konstrukčních prvků
- **E (celistvost)** – vznik trhlin na neohřívané straně PDK
- **I (izolační schopnost)** – omezení teplot na neohřívaném povrchu PDK
- **W (radiace)** – omezení tepelného toku z neohřívané strany PDK

Požadovanou PO určuje tabulka 12 v ČSN 73 0802 [26] podle druhu stavební konstrukce a SPB daného PÚ, ve kterém se konstrukce vyskytuje. V případě dvou sousedních PÚ s rozdílným SPB se požadavek na PO určí podle PÚ s vyšším SPB.

Určení PO může být více způsoby – požární zkouškou, přímo podle norem, výpočtem podle Eurokódů, za použití odborné literatury nebo z technických listů výrobců.

Dle tabulky 12 v ČSN 73 0802 [26] je zřejmé, že dřevostavby musí vzhledem k maximálnímu V. SPB vyhovět na PO 30–120 minut. Požadavku na 120 minut je složité dosáhnout, jelikož běžné konstrukce splňují PO maximálně 45–60 minut [28]. Požadavek však není nemožný, jelikož se na trh dostávají nové technologie, které toto umožňují. Příkladem jsou CLT panely, které samy o sobě mohou dosahovat PO až 90 minut [29] a v případě úprav mohou dosahovat PO až 120 minut [30].

Podle požadavků téže tabulky musí být navíc nosné konstrukce vně objektu, které zajišťují stabilitu, a jsou v V. SPB, druhu DP1. Jak bylo popsáno v kapitole 3.1.1, tohoto požadavku není možné dosáhnout, pokud bychom chtěli konstrukce pouze ze dřeva. Nastává opět situace, kdy musíme ke stavbě dřevostaveb použít kombinaci materiálů.

3.1.6 Požární otevřenost

Vymezením požárně nebezpečného prostoru (PNP) se určí oblast kolem budovy, kde vzniká nebezpečí šíření požáru do sousedních PÚ a na okolní budovy. V PNP se hodnotí sálání tepla od požárně otevřených ploch (POP) v obvodovém plášti a odpadávaní hořících částí konstrukcí (kap. 3.1.7).

Požárně otevřené plochy (POP), respektive odstupové vzdálenosti a požárně nebezpečný prostor (PNP), se primárně určují od otvorů v obvodových konstrukcích. Pokud je však obvodová konstrukce (případně obklad) z hořlavých materiálů, musí se PNP určit i pro tu část stavby, kde se taková konstrukce nachází. V případě dřevostaveb jsou právě obvodové konstrukce větším rizikem než otvory.

Obvodové konstrukce mohou být zcela požárně otevřené plochy, částečně požárně otevřené plochy nebo požárně uzavřené plochy. Toto rozdělení může být přímo v závislosti na druhu a požární odolnosti konstrukce, podle hustoty tepelného toku I , který obvodová konstrukce vykazuje, v případě konstrukcí druhu DP1 nebo DP2 s požadovanou PO a povrchem třídy reakce na oheň B až D také podle množství uvolněného tepla Q .

U dřevostaveb je toto rozdělení na základě zmíněných požadavků na obvodové konstrukce následující:

- **Zcela požárně otevřené plochy:**
 - $I > 60 \text{ kW/m}^2$ v požadované době PO
 - konstrukce, u kterých není zjištěna jejich PO, případně pokud je $PO < 15 \text{ min}$
 - plochy nevykazující požadovanou PO (zejména mezní stavy E a W) nebo obsahující horší druh konstrukce, než je požadovaný
 - chráněné konstrukce druhu DP3, pokud se neprokáže, že tato ochrana sníží hustotu tepelného toku pod 60 kW/m^2
- **Částečně požárně otevřené plochy:**
 - $15 < I \leq 60 \text{ kW/m}^2$ v požadované době PO
- **Požárně uzavřené plochy:**
 - $I \leq 15 \text{ kW/m}^2$ v požadované době PO
 - $Q \leq 150 \text{ MJ/m}^2$
 - CHÚC
 - u dřevěných sloupkových konstrukcí lze PUP dosáhnout nehořlavou deskou umístěnou mezi vnější povrchovou úpravou a nosné sloupy

Určit požární otevřenost, respektive hustotu tepelného toku I , může být mnohdy složité. Hustotu tepelného toku lze určit výpočtem, který však nemusí být přesný, jelikož nelze dopředu s přesností určit, jak se bude konstrukce při požáru chovat, a pro získání přesných hodnot by musela být dle legislativy provedena velkorozměrová zkouška. Výsledkem těchto zkoušek může být i u hořlavých konstrukcí hustota požárního toku výrazně nižší než 15 kW/m^2 – bylo by tedy vhodné zamyslet se nad úpravou legislativy tak, aby se pro prokázání požární (ne)otevřenosti nemusela velkorozměrová zkouška provádět u všech objektů, ale aby bylo umožněno postupovat i jinými způsoby – např. středněrozměrové zkoušky u menších objektů nebo konzervativní řešení u fasád s jasně stanovenými požadavky (jako PUP by mohly být určeny i obvodové stěny s požadovanou PO a hořlavým obkladem, jelikož ke vznícení obkladu na neohřívané straně často dochází až po několika hodinách) [31].

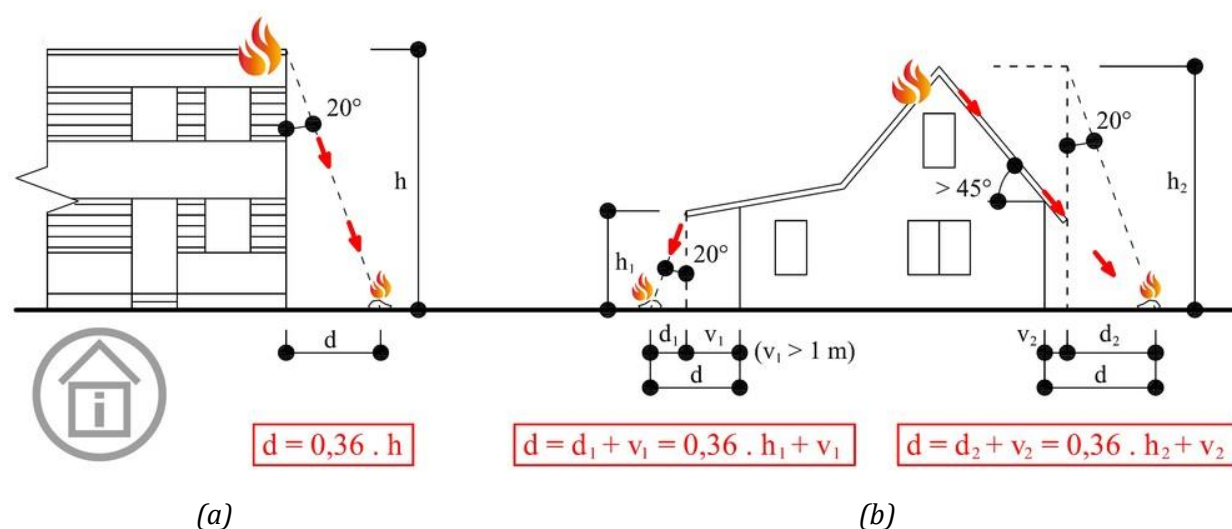
Obdobné rozdělení se používá také u střešních pláštů, které se ale určují pouze jako zcela POP nebo PUP. Toto rozdělení je však stejné pro hořlavé i nehořlavé konstrukce, a proto se zde dále neřeší.

3.1.7 Odpadávání hořících částí

Při určení odstupových vzdáleností se v případě hořlavých konstrukcí posuzuje také možnost odpadávání hořících částí, které by mohly šířit požár mimo vymezený PNP, tzv. torzní stín budovy. Hodnocení odpadávání hořících částí se u dřevostaveb neprovádí pro:

- střechy se sklonem do 45°
- římsy s vyložení nejvýše do 1 m
- dřevěná zábradlí, žaluzie, rámy oken a dveří, truhlíky apod.

V ostatních případech se určí torzní stín výpočtem podle následujícího obrázku (obr. 14).



obr. 14 Odpadávání hořících částí konstrukcí druhu DP3: (a) obvodová stěna; (b) šikmá střecha a římsa [32]

Torzní stín se u konstrukcí druhu DP3 hodnotí i v případě, kdy na nich nejsou žádné hořlavé obklady. V praxi to znamená, že musíme počítat torzní stín např. i pro dřevěné konstrukce, resp. konstrukce druhu DP3, s PO 90 min – dopředu se tak předpokládá kolaps konstrukce. U nehořlavých konstrukcí se torzní stín nepočítá.

Posuzování torzního stínu u dřevostaveb však může postrádat smysl. V případě, že jsou obvodové konstrukce hořlavé, případně je na nehořlavých konstrukcích hořlavý obklad, a konstrukce je určena jako POP, jsou odstupové vzdálenosti dostatečně velké a odpadávající hořící části dopadnou do tohoto prostoru.

Příklad: Maximální povolená požární výška hořlavých konstrukcí $h = 12$ m. Stavba z konstrukcí DP3 může dosahovat výšky cca 16 m (měřeno k atice) \rightarrow torzní stín $d = 0,36 * h = 0,36 * 16 = 5,76$ m. Pokud by se jednalo o kanceláře, $p_v = 50$ kg/m² (výpočet dle případové studie viz kap. 4.2.2, zaokrouhlo pro snadnější orientaci v tabulce F.1 v ČSN 73 0802 [26]). Při určení odstupových vzdáleností můžeme použít tabulku F.1 v ČSN 73 0802 [26]. Uvažuje

se obvodová stěna, která je zcela POP (POP = 100 %). Dle tabulky zjistíme, že jsou v tomto případě odstupové vzdálenosti větší než torzní stín téměř vždy (obr. 15) – výjimkou je PÚ délky do 4,5 m a výšky do 3 m, kde by na překročení vzdálenosti muselo být v řešeném PÚ $p_v > 100 \text{ kg/m}^2$.

Tabulka F.1 – Hodnoty odstupových vzdáleností d od ploch požárních úseků

| Výška h_u m | Délka l m | Procenta požárně ovlávené plochy | Odstupové vzdálenosti v m pro výpočtové požární zatížení p_v v kg m^{-2} | | | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|-------|------|---------|
| | | | ≤ 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 120 | > 180 |
| do 3,0 | do 4,5 | 100 | 2,5 | 3,5 | 4,0 | 4,4 | 4,7 | 5,0 | 5,4 | 5,7 | 6,0 | 6,7 |
| | | 80 | 2,1 | 2,9 | 3,5 | 3,8 | 4,1 | 4,4 | 4,7 | 5,0 | 5,3 | 5,9 |
| | | 60 | 1,5 | 2,3 | 2,8 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 4,0 | 4,2 | 4,5 | 5,0 |
| | | 40 | 0,2 | 1,5 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | 3,2 | 3,4 | 3,9 |
| | 9,0 | 100 | 3,1 | 4,5 | 5,3 | 5,9 | 6,3 | 6,7 | 7,3 | 7,8 | 8,2 | 9,1 |
| | | 80 | 2,5 | 3,7 | 4,5 | 5,0 | 5,4 | 5,8 | 6,4 | 6,8 | 7,2 | 8,0 |
| | | 60 | 1,7 | 2,8 | 3,5 | 4,0 | 4,4 | 4,7 | 5,2 | 5,6 | 5,9 | 6,7 |
| | | 40 | 0,3 | 1,7 | 2,3 | 2,8 | 3,1 | 3,4 | 3,8 | 4,2 | 4,4 | 5,1 |
| | 15,0 | 100 | 3,4 | 5,1 | 6,1 | 6,9 | 7,5 | 8,0 | 8,8 | 9,5 | 10,0 | 11,3 |
| | | 80 | 2,6 | 4,1 | 5,1 | 5,8 | 6,3 | 6,8 | 7,5 | 8,1 | 8,6 | 9,7 |
| | | 60 | 1,7 | 3,0 | 3,9 | 4,5 | 5,0 | 5,4 | 6,0 | 6,6 | 7,0 | 8,0 |
| | | 40 | 0,3 | 1,8 | 2,4 | 2,9 | 3,3 | 3,7 | 4,2 | 4,6 | 5,0 | 5,9 |
| | 24,0 | 100 | 3,5 | 5,4 | 6,6 | 7,6 | 8,4 | 9,0 | 10,1 | 10,9 | 11,6 | 13,2 |
| | | 80 | 2,7 | 4,3 | 5,4 | 6,2 | 6,9 | 7,5 | 8,4 | 9,2 | 9,9 | 11,3 |
| | | 60 | 1,8 | 3,1 | 4,0 | 4,7 | 5,3 | 5,7 | 6,5 | 7,2 | 7,7 | 9,0 |
| | | 40 | 0,3 | 1,8 | 2,5 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 4,4 | 4,9 | 5,3 | 6,3 |
| | 36,0 a více | 100 | 3,5 | 5,5 | 6,9 | 8,0 | 8,9 | 9,6 | 10,9 | 11,9 | 12,8 | 14,8 |
| | | 80 | 2,7 | 4,3 | 5,5 | 6,4 | 7,2 | 7,8 | 8,9 | 9,8 | 10,6 | 12,3 |
| | | 60 | 1,8 | 3,1 | 4,0 | 4,8 | 5,4 | 5,9 | 6,8 | 7,5 | 8,1 | 9,6 |
| | | 40 | 0,3 | 1,8 | 2,5 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 4,5 | 5,0 | 5,4 | 6,5 |
| 6,0 | do 4,5 | 100 | 3,6 | 4,9 | 5,7 | 6,2 | 6,7 | 7,1 | 7,7 | 8,1 | 8,5 | 9,4 |
| | | 80 | 2,9 | 4,2 | 4,9 | 5,4 | 5,8 | 6,2 | 6,7 | 7,1 | 7,5 | 8,3 |
| | | 60 | 2,1 | 3,3 | 4,0 | 4,5 | 4,8 | 5,1 | 5,6 | 6,0 | 6,3 | 7,0 |
| | | 40 | 0,3 | 2,1 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 3,8 | 4,3 | 4,6 | 4,9 | 5,5 |
| | 9,0 | 100 | 5,0 | 6,9 | 8,0 | 8,8 | 9,4 | 9,9 | 10,8 | 11,4 | 12,0 | 13,3 |
| | | 80 | 4,1 | 5,8 | 6,9 | 7,6 | 8,2 | 8,7 | 9,4 | 10,0 | 10,5 | 11,7 |
| | | 60 | 2,9 | 4,6 | 5,6 | 6,2 | 6,8 | 7,2 | 7,9 | 8,4 | 8,9 | 9,9 |
| | | 40 | 0,4 | 2,9 | 3,8 | 4,5 | 5,0 | 5,3 | 6,0 | 6,4 | 6,8 | 7,7 |
| | 15,0 | 100 | 6,0 | 8,4 | 9,8 | 10,9 | 11,7 | 12,4 | 13,5 | 14,4 | 15,1 | 16,8 |
| | | 80 | 4,8 | 7,0 | 8,4 | 9,4 | 10,1 | 10,8 | 11,8 | 12,6 | 13,2 | 14,8 |
| | | 60 | 3,2 | 5,4 | 6,7 | 7,5 | 8,2 | 8,8 | 9,7 | 10,5 | 11,0 | 12,4 |
| | | 40 | 0,5 | 3,3 | 4,4 | 5,2 | 5,9 | 6,4 | 7,2 | 7,8 | 8,3 | 9,5 |
| | 24,0 | 100 | 6,6 | 9,6 | 11,5 | 12,9 | 14,0 | 14,9 | 16,3 | 17,5 | 18,4 | 20,6 |
| | | 80 | 5,1 | 7,9 | 9,6 | 10,9 | 11,9 | 12,7 | 14,0 | 15,1 | 15,9 | 17,9 |
| | | 60 | 3,4 | 5,9 | 7,4 | 8,5 | 9,4 | 10,2 | 11,4 | 12,3 | 13,1 | 14,8 |
| | | 40 | 0,5 | 3,4 | 4,7 | 5,7 | 6,4 | 7,1 | 8,1 | 8,9 | 9,5 | 11,0 |
| | 36,0 a více | 100 | 6,8 | 10,4 | 12,7 | 14,4 | 15,7 | 16,9 | 18,7 | 20,1 | 21,3 | 24,0 |
| | | 80 | 5,2 | 8,3 | 10,4 | 11,9 | 13,1 | 14,1 | 15,9 | 17,1 | 18,2 | 20,7 |
| | | 60 | 3,4 | 6,1 | 7,8 | 9,1 | 10,2 | 11,0 | 12,5 | 13,69 | 14,6 | 16,8 |
| | | 40 | 0,5 | 3,5 | 4,9 | 5,9 | 6,7 | 7,4 | 8,6 | 9,5 | 10,3 | 12,1 |

obr. 15 Část tabulky F.1 z ČSN 73 0802 [26] s vyznačenými hodnotami odstupových vzdáleností menších než torzní stín (5,76 m) pro stěny určené jako POP

3.2 Požární návrh – Velká Británie

Pro vypracování této kapitoly byl použit dokument The Building Regulations [12]. Z dalšího porovnání jsou vynechány „malé stavby“ – jedná se o stavby s malou obsazeností, které mohou mít maximálně 1 PP a 2 NP, přičemž plocha podlaží nesmí být větší než 280 m².

3.2.1 Skupiny staveb

Dle předpisů Velké Británie se stavby dělí do kategorií podle účelu užívání, a to následovně:

- **Skupina 1** – budovy pro bydlení (soukromé); dělí se do 3 podskupin (1a = byty; 1b = bytové domy s výškovou úrovní obytné části od 4,5 do 18 m; 1c = bytové domy bez obytné části s výškovou úrovní min. 4,5 m)
- **Skupina 2** – budovy pro bydlení (veřejné); dělí se do 2 podskupin (2a = nemocnice, školky, pečovatelské domy aj.; 2b = hotely, penziony, koleje, ubytovny aj.)
- **Skupina 3** – kancelářské budovy
- **Skupina 4** – obchody a služby
- **Skupina 5** – shromažďovací prostory a rekreace (konferenční a výstavní haly, kasina, sportovní haly, nádražní a letištní haly aj.)
- **Skupina 6** – továrny a výrobní prostory
- **Skupina 7** – sklady a ostatní prostory mimo bydlení; dělí se do 2 podskupin (7a = sklady mimo 7b a ostatní budovy, které nespádají do skupin 1–6; 7b = parkoviště pro vozidla do 2,5 t)

Pro tuto diplomovou práci se uvažuje skupina 3 (kanceláře), případně skupina 4 (obchody). Jestliže budou další požadavky popisovány na základě účelu užití, popisují se požadavky právě pro tyto 2 skupiny.

3.2.2 Vlastnosti materiálů, výrobků a konstrukcí

Vlastnosti materiálů, výrobků a konstrukcí vychází z evropských standardů. Výrobky jsou třídy reakce na oheň A–F, ale označení se může v některých případech částečně lišit. Značení požární odolnosti konstrukcí je také obdobné a hodnotí se hlavně nosnost (R), celistvost (E) a izolační schopnost (I).

Požadavky na požární odolnost se určují především podle účelu užití stavby a její výšky dle tab. B4 v The Building Regulations [12] (ukázka viz tab. 2). Další požadavky mohou navíc plynout například z uspořádání konstrukcí, kde konstrukce podporující jinou konstrukci nesmí mít horší požární odolnost než konstrukce podpíraná. Dále se také stanovují požadavky na neizolované prosklené prvky použitých na únikových cestách.

Jak už bylo řečeno v kapitole 3.1.5, běžné dřevěné konstrukce dosahují PO do 60 minut. Z tab. 2 je zřejmé, že se mohou ve Velké Británii stavět dřevostavby s konstrukcemi, které vyhoví této PO, až do výšky 18 m, případně 30 m, pokud se v budově použije sprinklerový systém. Co se týká podzemních podlaží, omezení nastává až u 10 m, kde je však otázkou, zda by dřevěné konstrukce dokázaly odolávat vlivům zeminy.

3.2.3 Odstupové vzdálenosti

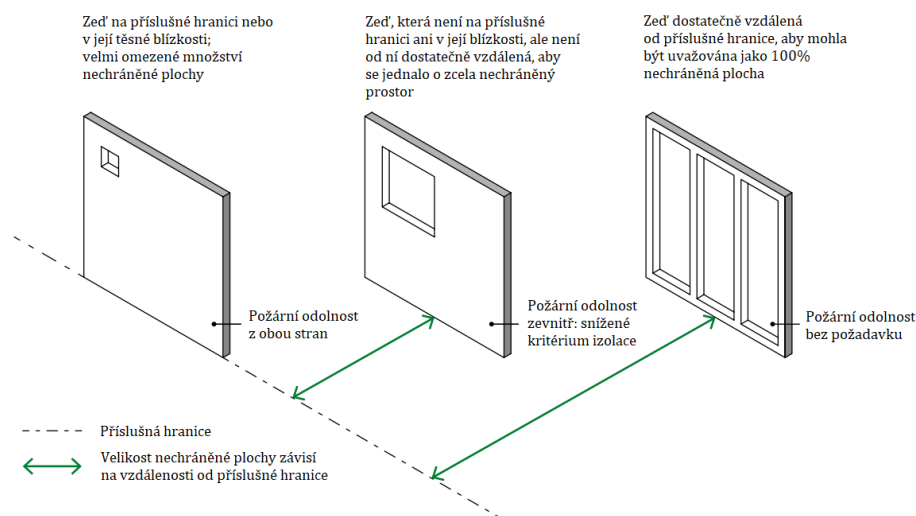
Požární odolnost obvodových stěn mimo jiné určuje vzdálenost, jakou musí mít stavba od hranice pozemku či okolní zástavby, aby nedošlo k šíření požáru. Pokud jsou stěny požárně odolné z obou stran, mohou se umístit téměř na pomyslnou hranici, s klesající odolností se tato vzdálenost zvyšuje (obr. 16).

Část obvodové stěny, která má nižší požární odolnost, než je požadovaná, se nazývá nechráněná plocha. Pokud je na obvodové stěně obklad s klasifikací horší než B-s3, d2, který má tloušťku minimálně 1 mm, je polovina plochy tohoto obkladu také uvažována jako nechráněná plocha (obr. 17). Zanedbat se mohou nechráněné plochy ve výšce nad 30 m, střechy se sklonem do 70° a otvory splňující požadavky dle schéma 13.5 v The Building Regulations [12] (obr. 18).

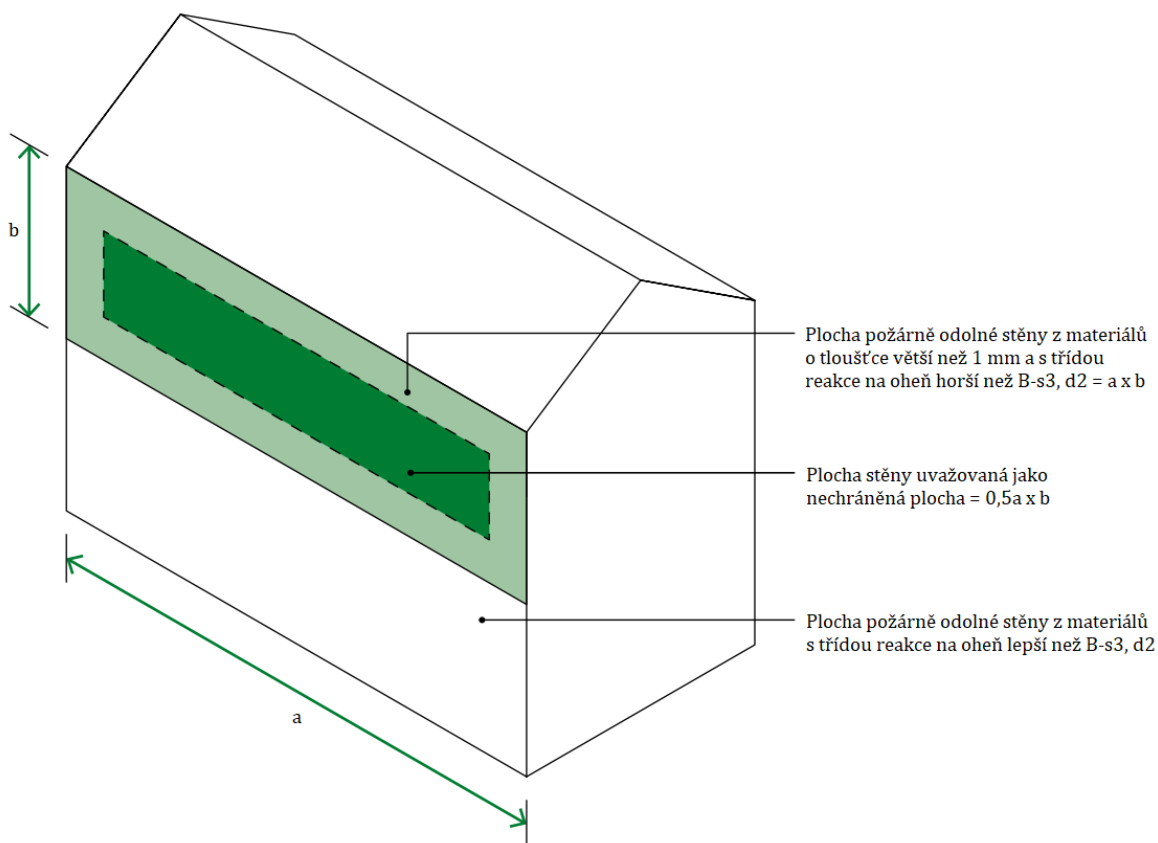
Ve Velké Británii se mohou pro určení odstupových vzdáleností a mezní velikosti nechráněných ploch použít dvě jednoduché metody výpočtu. Metoda 1 se používá pro stavby pro ubytování a je na základě předchozích odstavců vynechána. Metoda 2 se používá na všechny ostatní stavby a k určení slouží jednoduchá tabulka (tab. 3), která určuje maximální nechráněnou plochu obvodových stěn podle odstupových vzdáleností a účelu užití staveb. Tyto stavby, kromě otevřených parkovišť, musí být výšky maximálně 10 m. Pokud se posuzuje stavba, která nesplňuje kritéria pro použití metod 1 a 2, musí se použít složitější metody uvedené v dokumentu BR 187 [33].

3.2.4 Další požadavky na stavby

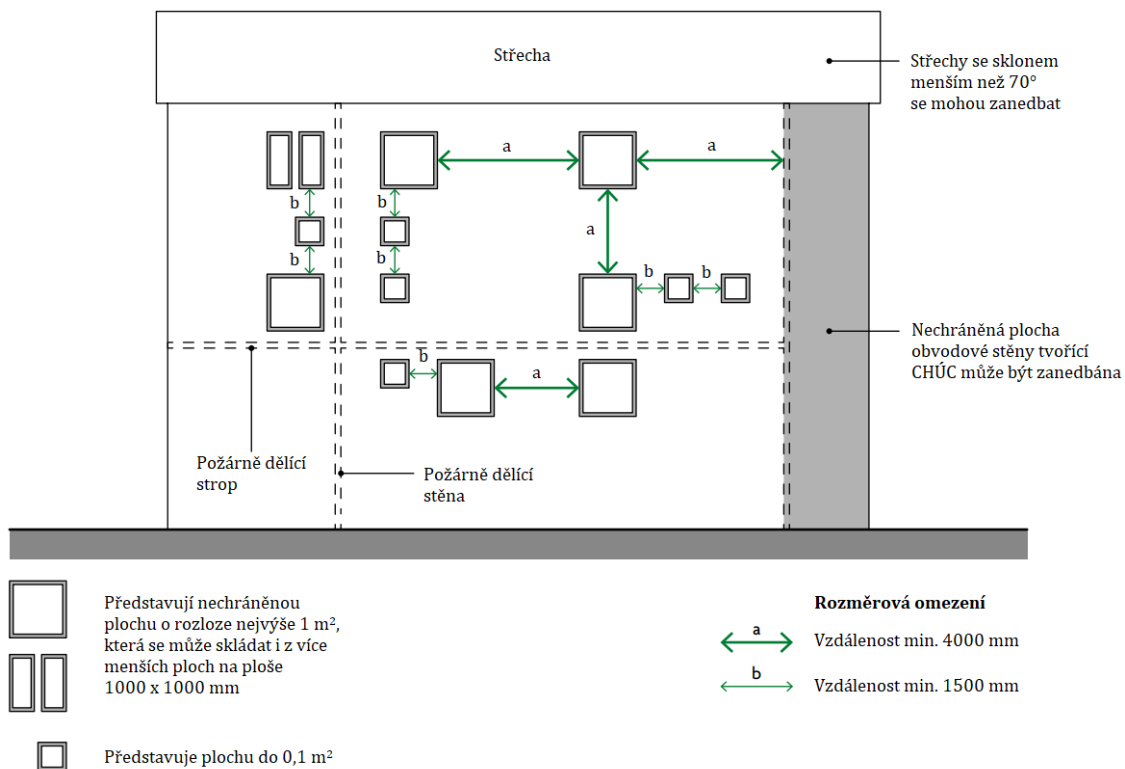
Všechny další požadavky (obsazenost, šířky, délky a počet únikových cest atd.) na stavby navrhované ve Velké Británii platí obecně pro všechny stavby nehledě na konstrukcích. Z tohoto důvodu se v této práci žádné další požadavky nepopisují.



obr. 16 The Building Regulations, schéma 13.1 [12]: Principy určení odstupových vzdáleností od obvodových stěn; přeloženo



obr. 17 The Building Regulations, schéma 13.4 [12]: Určení materiálů třídy reakce na oheň B-s3, d2 nebo horší jako nechráněné plochy



obr. 18 The Building Regulations, schéma 13.5 [12]: Nechráněné plochy, které mohou být zanedbány při posuzování odstupových vzdáleností

tab. 2 The Building Regulations, tab. B4 [12]: Požadovaná PO konstrukcí v závislosti na účelu užití a výšce stavby; zkráceno, přeloženo

| Účel užití | Minimální požární odolnost konstrukcí ¹⁾ [min] | | | | | | |
|--|---|------|-------------------------|------------------|------------------|------|--------------------------|
| | Podzemní podlaží ²⁾ vč. podlaží nad ním | | Nadzemní podlaží | | | | |
| | Hloubka [m] posledního PP | | Výška [m] posledního NP | | | | |
| | > 10 | ≤ 10 | ≤ 5 | ≤ 11 | ≤ 18 | ≤ 30 | > 30 |
| Skupina 3 (kanceláře) | | | | | | | |
| Bez sprinkler. sys. | 90 | 60 | 30 ⁵⁾ | 60 | 60 | 90 | Nepovoleno ⁴⁾ |
| Se sprinkler. systémem ³⁾ | 60 | 60 | 30 ⁵⁾ | 30 ⁵⁾ | 30 ⁵⁾ | 60 | 120 ⁵⁾ |
| Skupina 4 (obchody a služby) | | | | | | | |
| Bez sprinkler. systému | 90 | 60 | 60 | 60 | 60 | 90 | Nepovoleno ⁴⁾ |
| Se sprinkler. systémem ³⁾ | 60 | 60 | 30 ⁵⁾ | 60 | 60 | 60 | 120 ⁵⁾ |
| Poznámky: | | | | | | | |
| 1) Klasifikace (R, E, I) viz The Building Regulations, tab. B3 [12]. | | | | | | | |
| 2) Platí pro podlahu nad PP. V případě více PP se podlahu nad nejvyšším PP určuje dle přísnějších požadavků – PP nebo 1. NP. | | | | | | | |
| 3) Celá budova je vybavena automatickým sprinklerovým systémem v souladu s The Building Regulations, příloha E [12]. | | | | | | | |
| 4) Budovy skupiny 3–7a, kde nejvyšší NP je nad 30 m, musí být vybaveny sprinklerovým systémem. | | | | | | | |
| 5) Stěny mezi budovami musí mít PO min. 60 min. | | | | | | | |

tab. 3 The Building Regulations, tab. 13.1 [12]: Určení maximální nechráněné plochy a odstupových vzdáleností (malé stavby); přeloženo

| Minimální vzdálenost mezi stranou budovy a příslušnou hranicí [m] | | Maximální procento nechráněné plochy [%] |
|--|-------------|--|
| Účel užití | | |
| Skupina 1–5 | Skupina 6–7 | |
| Nepovoleno | 1 | 4 |
| 1 | 2 | 8 |
| 2,5 | 5 | 20 |
| 5 | 10 | 40 |
| 7,5 | 15 | 60 |
| 10 | 20 | 80 |
| 12,5 | 25 | 100 |
| Poznámky: | | |
| Mezilehlé hodnoty mohou být interpolovány. | | |
| Pro budovy se sprinklerovým systémem viz The Building Regulations, čl. 13.22 [12]. | | |
| Pro otevřená parkoviště ve skupině 7b mohou být užity hodnoty ve sloupci 1 místo sloupce 2. | | |
| Celkové procento nechráněných ploch se získá tak, že celkovou plochu nechráněné oblasti vydělíme plochou obdélníku, který obklopuje všechny nechráněné oblasti, a výsledek vynásobíme 100. | | |

3.3 Požární návrh – Kanada

Pro vypracování této kapitoly byly použity dokumenty National Fire Code of Canada (NFC) [34] a National Building Code of Canada (NBC) [14]. Ačkoliv by se dle názvů dokumentů mohlo zdát, že se požadavky na stavby z pohledu požární bezpečnosti budou vyskytovat převážně v NFC, tento dokument často odkazuje na kapitoly v NBC. Proto jsou dále popsány požadavky hlavně z NBC.

3.3.1 Dělení staveb

Dle kanadských předpisů se stavby dělí do kategorií podle účelu užívání, a to následovně:

- **Skupina A (Assembly occupancies)** – budovy nebo jejich části, které slouží ke shromažďování osob; dělí se do 4 podskupin podle účelu užití:
 - A-1 = prostory určené k představení a sledování umění
 - A-2 = ostatní prostory nespádající do jiných skupin
 - A-3 = prostory typu arény
 - A-4 = venkovní prostory
- **Skupina B** – budovy nebo jejich části, kde je osobám poskytována péče, případně jsou osoby pod dohledem; dělí se do 3 podskupin dle účelu užití:
 - B-1 (Detention occ.) = obsazení osobami neschopnými samostatné evakuace z bezpečnostních důvodů
 - B-2 (Treatment occ.) = obsazení osobami vyžadujícími péči, která je možná i přes noc
 - B-3 (Care occ.) = obsazení rezidenty, kterým je poskytována péče
- **Skupina C (Residential occ.)** – budovy nebo jejich části sloužící k obsazení osobami, které budovu využívají i za účelem spánku (patří sem i obytné domy i hotely)
- **Skupina D (Business and personal services occ.)** – budovy nebo jejich části sloužící k obchodním transakcím nebo poskytování odborných či osobních služeb
- **Skupina E (Mercantile occ.)** – budovy nebo jejich části sloužící k vystavování a prodeji zboží
- **Skupina F** – budovy nebo jejich části, kde se vyskytují průmyslové nebezpečné prostory; dělí se do 3 podskupin dle nebezpečí:
 - F-1 (High-hazard industrial occ.) = prostory s výbušnými, vysoce hořlavými a vznětlivými materiály (*combustible a flammable*)

- F-2 (Medium-hazard industrial occ.) = prostory s hořlavými materiály, kterých je více než 50 kg/m² případně 1200 MJ/m² a neřadí se do skupiny F-1
- F-3 (Low-hazard industrial occ.) = prostory s hořlavými materiály, kterých je méně než 50 kg/m² případně 1200 MJ/m²

V této diplomové práci se uvažují kategorie D a E. Jestliže budou další požadavky popisovány na základě účelu užití, popisují se požadavky právě pro tyto 2 skupiny.

PO konstrukcí mezi jednotlivými provozy (kategoriemi) určuje tabulka 3.1.3.1. v NBC [14] (tab. 4). Dle tabulky je zřejmé, že pokud se v budově nachází prostory D a E, nemusí se mezi těmito prostory zřizovat požárně dělicí konstrukce.

tab. 4 NBC, tab. 3.1.3.1. [14]: PO konstrukcí mezi prostory různých kategorií; přeloženo

| Hlavní účel užití | Minimální PO konstrukcí mezi prostory [h] | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----|
| | Další hlavní účel užití | | | | | | | | | | | | |
| | A-1 | A-2 | A-3 | A-4 | B-1 | B-2 | B-3 | C | D | E | F-1 | F-2 | F-3 |
| A-1 | – | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | ¹⁾ | 2 | 1 |
| A-2 | 1 | – | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 ²⁾ | 1 ³⁾ | 2 | ¹⁾ | 2 | 1 |
| A-3 | 1 | 1 | – | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | ¹⁾ | 2 | 1 |
| A-4 | 1 | 1 | 1 | – | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | ¹⁾ | 2 | 1 |
| B-1 | 2 | 2 | 2 | 2 | – | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | ¹⁾ | 2 | 2 |
| B-2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | – | 1 | 2 | 2 | 2 | ¹⁾ | 2 | 2 |
| B-3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | – | 1 | 2 | 2 | ¹⁾ | 2 | 2 |
| C | 1 | 1 ²⁾ | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | – | 1 | 2 ⁴⁾ | ¹⁾ | 2 ⁵⁾ | 1 |
| D | 1 | 1 ³⁾ | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | – | – | 3 | – | – |
| E | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 ⁴⁾ | – | – | 3 | – | – |
| F-1 | ¹⁾ | ¹⁾ | ¹⁾ | ¹⁾ | ¹⁾ | ¹⁾ | ¹⁾ | ¹⁾ | 3 | 3 | – | 2 | 2 |
| F-2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 ⁵⁾ | – | – | 2 | – | – |
| F-3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | – | – | 2 | – | – |

Poznámky:

- 1) Viz NBC, čl. 3.1.3.2.(1) [14]: Ve stejné stavbě nesmí být prostory s hlavním účelem užití stavby skupiny F-1 a vedlejším hlavním účelem stavby skupiny A, B nebo C.
- 2) Pokud je stavba v souladu s NBC, čl. 3.2.2.50 [14] (skupina C, do 6 NP, se sprinklerovým systémem), musí mít konstrukce oddělující prostory skupiny C a A-2 PO 2 h.
- 3) Pokud je stavba v souladu s NBC, čl. 3.2.2.58 [14] (skupina D, do 6 NP, se sprinklerovým systémem), musí mít konstrukce oddělující prostory skupiny D a A PO 2 h.
- 4) Viz NBC, čl. 3.1.3.1.(2) [14]: V budově do 3 NP, kde se nachází max. 2 obytné jednotky společně se skupinou E, mohou mít konstrukce oddělující prostory PO 1 h.
- 5) Viz NBC, čl. 3.1.3.2.(2) [14]: V budově s hlavním účelem užití skupiny F-2 může být max. 1 obytná jednotka.

3.3.2 Hořlavé konstrukce

V NBC [14] se nachází samostatná kapitola, která řeší dřevěné konstrukce a možnost jejich použití. Nalezneme zde převážně minimální požadované rozměry konstrukcí. Požadavky na nosné konstrukce (minimální rozměry) udává tabulka 3.1.4.7. v NBC [14] (tab. 5) s tím, že další kapitoly je mohou ještě zpřísnit – jedná se například o minimální PO konstrukcí.

V určitých případech se kladou nároky na hořlavé obklady na obvodových stěnách. Jedná se o stavby kategorie C a D, kde je 6 NP a jsou v nich sprinklery. V takových stavbách musí být minimálně 90 % obkladu nehořlavých, případně musí mít obklad protipožární úpravu.

tab. 5 NBC, tab. 3.1.4.7. [14] – minimální rozměry konstrukcí; přeloženo

| Konstrukce | Konstrukční prvek | Rostlé dřevo (b x h) [mm] | Lepené dřevo (b x h) [mm] | Kulatina (průměr) [mm] |
|----------------------------|---|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| Pouze střechy | Sloupy | 140 x 191 | 130 x 190 | 180 |
| | Klenby podepřené na vrcholu zdi nebo opěr | 89 x 140 | 80 x 152 | - |
| | Trámy, nosníky a vazníky | 89 x 140 | 80 x 152 | - |
| | Klenby podepřené na linii podlahy nebo v její blízkosti | 140 x 140 | 130 x 152 | - |
| Podlahy, podlahy a střechy | Sloupy | 191 x 191 | 175 x 190 | 200 |
| | Trámy, nosníky, vazníky a klenby | 140 x 241 | 130 x 228 | - |
| | | 191 x 191 | 175 x 190 | - |

3.3.3 Hodnocení šíření plamene a rozvoje kouře (*flame-spread rating a smoke developed classification*)

Kanadské předpisy určují požadavky na vlastnosti povrchového hoření materiálů. Jedná se o tzv. *flame-spread rating a smoke developed classification* a tyto veličiny jsou bezrozměrné. Hodnoty se určují metodami CAN/ULC-S102 [35] a CAN/ULC-S102.2 [36], které hodnotí povrchy stěn, stropů a podlah v interiéru budov pomocí Steinerova tunelu (obr. 19).

V Kanadě se provádí 3 testy na identických zkušebních vzorcích. Zkušební vzorky jsou dlouhé 7315 mm, přičemž se mohou skládat z více kusů – nejčastěji jsou tyto kusy dlouhé 2440 mm. Šířky vzorků a další požadavky v závislosti na zkušební metodě viz tab. 6 a umístění vzorků viz obr. 20 a obr. 21. Zkušební vzorky jsou vystaveny 90 kW požáru po dobu 10 minut. Šíření plamene podél exponovaného povrchu materiálu je vizuálně pozorováno a je určena průměrná hodnota šíření plamene zaokrouhlená na nejbližší hodnotu dělitelnou 5. Světelný a fotoelektrický článek zaznamenávají zatemnění kouře během testu, aby se ověřily charakteristiky vývoje kouře materiálu – opět se určí průměrná hodnota a zaokrouhlí se. Dubové podlahy (FS = 100, SD = 100) a nehořlavé cementové desky

(FS = 0, SD = 0) poskytují základ pro porovnání materiálů a určení hodnot pro zkoušené vzorky [37], [38].

Hodnoty se pro dřevěné konstrukce a samotné dřevo liší v závislosti na druhu konstrukce/dřeva a úpravách povrchu. Hodnoty některých materiálů a dřeva viz tabulky (tab. 7 a tab. 8) níže převzaté z informačního listu CWC [39]. Z tabulek je patrné, že dřevěné konstrukce nedosahují hodnot menších než 50. U konstrukcí, které nelze hodnotit (např. jsou větších rozměrů), se musí předpokládat, že hodnoty FSR jsou větší než 150, a musí se tedy chránit zpomalovači hoření.

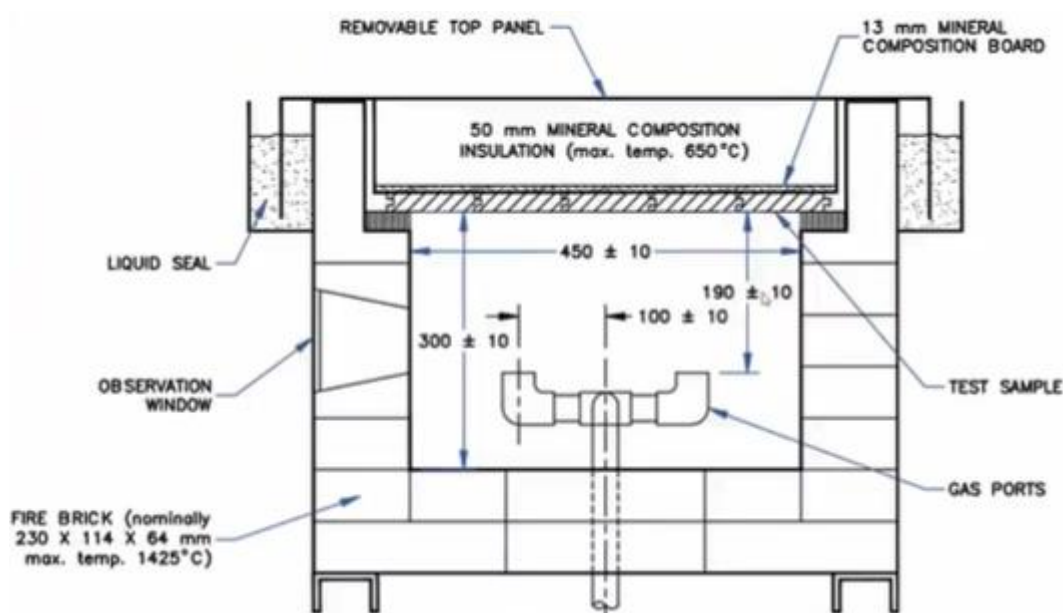
NBC [14] určuje požadavky na maximální hodnoty FSR různých konstrukcí. Výpis těchto požadavků viz tab. 9. Z požadavků a hodnot, kterých materiály a konstrukce mohou dosahovat, je patrné, že se v některých prostorách nesmí používat dřevěné konstrukce.



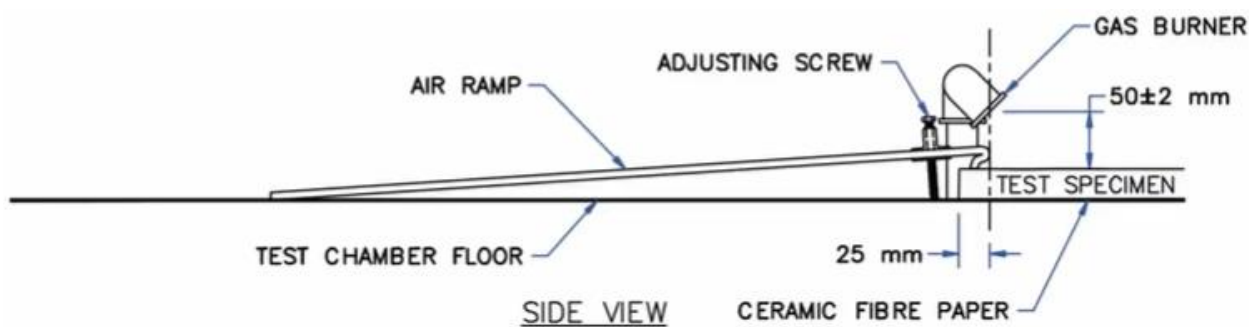
obr. 19 Steinerův tunel (Zdroj: © Capital Testing)

tab. 6 Rozdíly metod CAN/ULC-S102 a CAN/ULC-S102.2 [38]

| CAN/ULC-S102 | CAN/ULC-S102.2 |
|---|---|
| Materiály, které jsou schopné se samy podepřít bez další podpory | Materiály, které nemohou být na stropěch bez další podpory |
| Netavitelné a termosetové plastové materiály | Termoplastové materiály nebo materiály, které se taví nebo odkapávají při použití metody CAN/ULC-S102 |
| Nepodlahové materiály | Podlahy a podlahové krytiny |
| Vzorky připevněné ke stropu, hořáky směřují nahoru (bez použití keramického papíru) | Vzorky připevněné k podlaze na keramický papír, hořáky směřují dolů |
| Vzorky šířky 560 mm (překrytí montážních lišt min. 25 mm) | Vzorky šířky 430 mm |



obr. 20 Umístění vzorku – CAN/ULC-S102 [38]



obr. 21 Umístění vzorku – CAN/ULC-S102.2 [38]

tab. 7 Informační list CWC, tab. 1 [39]: Hodnoty FSR a SDC pro různé druhy materiálů; přeloženo

| Materiál | Použitelná materiálová norma | Minimální tloušťka [mm] | FSR/SDC | |
|--|---|-------------------------|------------------|--|
| | | | Povrchová úprava | |
| | | | Bez úpravy | Barva nebo lak (tl. do 1,3 mm); celulósová tapeta (1 vrstva) ^{1), 2)} |
| Cihla, beton, dlaždice Ocel, měď, hliník Sádrová omítka | Žádná Žádná CSA A82.22-M | Žádná 0,33 Žádná | 0/0 | 25/50 |
| SDK desky | CAN/CSA-A82.27-M ASTM C 1396/C 1396M | 9,5 | 25/50 | 25/50 |
| Řezivo | Žádná | 16 | 150/300 | 150/300 |
| Překližka ³⁾ - Douglaska - Topol - Smrková lícová dýha | CSA O121 CSA O153-M CSA O151 | 11 | 150/100 | 150/300 |
| Překližka (douglaska) ³⁾ | CSA O121 | 6 | 150/100 | 150/100 |
| Požární deska (fireboard) nízké hustoty | CAN/ULC-S706 | 11 | X/100 | 150/100 |
| Dřevovláknitá deska - Typ 1 - Standardní | CAN/CGSB-11.3-M | 9 6 | 150/X 150/300 | ⁴⁾ 150/300 |
| Dřevotřísková deska | ANSI A208.1 | 12,7 | 150/300 | ⁴⁾ |
| Dřevovláknitá deska, OSB | CSA O437.0 | - | ⁴⁾ | ⁴⁾ |
| | CAN/CSA-O325 | - | ⁴⁾ | ⁴⁾ |
| <p><i>Poznámky:</i></p> <p>1) FSR a SDC pro barvy a laky se nevztahují na šelak nebo lak.</p> <p>2) FSR a SDC pro barvy platí pouze pro alkydové a latexové barvy.</p> <p>3) Uvedené FSR a SDC platí pro překližky bez překryvu celulósovou pryskyřicí.</p> <p>4) K dispozici není dostatek informací o zkouškách.</p> | | | | |

tab. 8 Informační list CWC, tab. 2 [39]: Hodnoty FSR a SDC pro vybrané druhy dřeva; přeloženo

| Řezivo tl. 19 mm | | FSR | SDC | Zdroj/zpráva č. | |
|-------------------------------|---------------------|----------------------------|---------|-----------------|------------------------------|
| Obecný název | Botanický název | | | | |
| Cedr | Zerav západní | Thuja occidentalis | 50 | 135 | T-15321 ¹⁾ |
| | Cypřišek nutkajský | Chamaecyparis nootkatensis | 50 | 90 | T-15569 ¹⁾ |
| | Zerav obrovský | Thuja plicata | 60 | 100 | T-15041 ²⁾ |
| Jedle | Jedle líbezná | Abies amabilis | 69 | 58 | FSDB ³⁾ |
| | Jedle balzámová | Abies balsamea | 50 | 75 | T-15568 ¹⁾ |
| | Douglaska tisolistá | Pseudotsuga menziesii | 40 | 80 | T-15322 ¹⁾ |
| Jedlovec | Jedlovec kanadský | Tsuga canadensis | 40 | 110 | T-15323 ¹⁾ |
| | Jedlovec západní | Tsuga heterophylla | 75 | 25 | 15-002-475(A2) ⁴⁾ |
| Modřín | Modřín americký | Larix laricina | 35 | 60 | T-15379 ¹⁾ |
| Javor (podlaha) | | – | 104 | 157 | FSDB ³⁾ |
| Dub | Červený nebo bílý | – | 100 | 100 | FSDB ³⁾ |
| Borovice | Borovice vejmutovka | Pinus strobus | 85 | 100 | CHM ⁵⁾ |
| | Borovice Banksova | Pinus banksiana | 55 | 135 | T-15571 ¹⁾ |
| | Borovice pokroucená | Pinus contorta | 60 | 115 | T-15039 ²⁾ |
| | Borovice těžká | Pinus ponderosa | 105–230 | – | FSDB ³⁾ |
| | Borovice smolná | Pinus resinosa | 180 | 70 | 15-002-475(B2) ⁴⁾ |
| | Borovice pohorská | Pinus monticola | 75 | – | FSDB ³⁾ |
| Topol/osika (topol osikovitý) | | Populus tremuloides | 180 | 55 | 15-002-475(C2) ⁴⁾ |
| Smrk | Smrk červený | Picea rubens | 65 | 175 | T-15038 ²⁾ |
| | Smrk sitka | Picea sitchensis | 74 | 74 | FSDB ³⁾ |
| | Smrk sivý | Picea glauca | 50 | 70 | T-15040 ²⁾ |

Poznámky:

- 1) Testováno v HPVA – Hardwood Plywood Veneer Association (2017)
- 2) Testováno v HPVA – Hardwood Plywood Veneer Association (2015)
- 3) Publikace CWC (Canadian Wood Council) – Fire Safety Design in Buildings (1996)
- 4) Testováno nezávislou skupinou laboratoří EXOVA (2015)
- 5) Zpráva o požární zkoušce od CHM Fire Consultants Ltd – Revisiting Surface Burning Characteristics of Softwood Lumber (2015); v průměru provedeno 12 zkoušek ve 4 laboratořích

tab. 9 Informační list CWC, tab. 3 [39]: Shrnutí požadavků na hořlavost povrchů pro vnitřní povrchové úpravy podle NBC [14]; zkráceno, přeloženo

| Popis posuzovaných míst | Odkaz na NBC | Požadavky na vnitřní povrchovou úpravu ¹⁾ (FSR) |
|---|--------------|---|
| Budovy, které musí mít nehořlavé konstrukce | 3.1.5.12. | 150 FSR pro stěny tl. do 25 mm, FSR je homogenní v celém materiálu ²⁾ 25 FSR pro stropy tl. do 25 mm, FSR je homogenní v celém materiálu ²⁾ nebo se jedná o dřevo s ošetřením proti požáru; 10 % plochy stropu může mít hodnotu až 150 FSR |
| Skupina A-1, včetně dveří, zasklení, světlíků a světlovodů | 3.1.13.2. | 75 FSR bez sprinklerů ³⁾ 150 FSR se sprinklery |
| Skupina B | 3.1.13.2. | 75 FSR bez sprinklerů ⁴⁾ 150 FSR se sprinklery |
| CHÚC | 3.1.13.2. | 25 FSR ^{4), 5), 6)} |
| Vestibuly sloužící k východu (podle NBC, čl. 3.4.4.2.(2) [14]) | 3.1.13.2. | 25 FSR ^{4), 5), 6)} |
| Zastřešené průjezdy pro vozidla s výjimkou střech z těžké dřevěné konstrukce | 3.1.13.2. | 25 FSR ⁴⁾ |
| Vertikální obslužné prostory (šachty, potrubí, kabeláž) | 3.1.13.2. | 25 FSR ⁴⁾ |
| Vnitřní povrchové úpravy neuvedené jinde v tabulce | 3.1.13.2. | 150 FSR pro stěny a stropy |
| Chodby: - vedoucí na CHÚC - přístupné veřejnosti ve shromažďovacích prostorách - sloužící učebnám | 3.1.13.6. | 75 FSR pro stěny nebo 150 FSR na spodní polovině a 25 FSR na horní polovině, obě možnosti bez sprinklerů ⁴⁾ 150 FSR pro stěny se sprinklery 25 FSR pro stropy bez sprinklerů ⁴⁾ 150 FSR pro stěny se sprinklery |
| Dveře ve všech skupinách kromě skupiny A a bytových jednotkách | 3.1.13.2. | 200 FSR |
| Dveře bytových jednotek | 3.1.13.2. | FSR není regulováno |
| Koupelny v obytných jednotkách | 3.1.13.3. | 200 FSR pro povrchy stěn a stropů |
| <p>Poznámky:</p> <p>1) Nechráněné pěnové plasty nejsou povoleny na stěnách nebo stropěch v hořlavých (NBC, čl. 3.1.4.2.(1) [14]) nebo nehořlavých konstrukcích (NBC, čl. 3.1.5.12.(2) a 3.1.5.12.(3) [14]).</p> <p>2) Materiály musí mít FSR do 25 na jakémkoli nechráněném povrchu nebo na jakémkoli povrchu, který by byl nechráněný při proříznutí materiálu v jakémkoli směru.</p> <p>3) Povrchy stěn a stropu do 10 % mohou mít FSR do 150. Při výpočtu ploch se zohledňují hořlavé dveře, zasklení, světlíky a světlovody.</p> <p>4) Povrchy stěn a stropu do 10 % mohou mít FSR do 150. Při výpočtu ploch se nezohledňují hořlavé dveře, zasklení, světlíky a světlovody.</p> <p>5) V budovách z nehořlavých konstrukcí musí být FSR homogenní v celém materiálu s výjimkou dveří, těžkých dřevěných konstrukcí v budovách se sprinklery a dřevěných konstrukcí ošetřených proti požáru (NBC, čl. 3.1.13.8.(1) [14]). Povrchová úprava stěn a stropů (vč. podhledů a zábradlí) vnější ÚC, která je jedinou ÚC z místností, musí mít FSR do 25. FSR do 150 je povoleno pouze pro 10 % povrchů stěn a stropů (NBC, čl. 3.1.13.10.(1) [14]).</p> <p>6) Povrchy stěn do 25 % ve vestibulech popsanych v NBC, čl. 3.4.4.2.(2) [14] mohou mít FSR do 150. V případě prostorů v budovách skupiny A-1 se při výpočtu ploch nezohledňují hořlavé dveře (NBC, čl. 3.1.13.2.(4) a 3.1.13.2.(5) [14]).</p> | | |

3.3.4 Požární bezpečnost staveb

Rozsáhlá kapitola 3.1.4. v NBC [14] popisuje požadavky na konstrukce a vlastnosti stavby (primárně rozměry) obecně i v závislosti na účelu užití stavby. Pokud se ve stavbě nachází více kategorií účelu užití, hodnotí se celá stavba podle kritičtější varianty.

3.3.5 Odstupové vzdálenosti

Odstupové vzdálenosti se určují tabulkově podle rozměrů obvodových stěn, nechráněné plochy (otvory, případně také hořlavý obklad) a použití sprinklerového systému. V kapitole zabývající se odstupovými vzdálenostmi se také určuje minimální PO obvodových stěn v závislosti na účelu užití stavby.

Za otevřené plochy (*unprotected openings*) se považují takové konstrukce, které mají PO nižší než požadovanou PO. Pokud se tak požadovaná PO neprokáže nebo je PO konstrukcí horší, uvažuje se tato část stavby jako otevřená plocha. Při prokázání požadované PO se do otevřených ploch počítají pouze otvory (okna, dveře) v obvodových konstrukcích.

Požadavky na obklady obvodových stěn určují jednotlivé články a tabulka 3.2.3.7. v NBC [14]. Dle tabulky je zřejmé, že hořlavý obklad se zohledňuje požární otevřeností 50–100 %. Při určení odstupových vzdáleností čl. 3.2.3.1.(8) v NBC [14] umožňuje zmenšit délku odstupové vzdálenosti na polovinu, pokud je příjezd HZS do 10 min – v praxi to tedy znamená, že můžeme uvažovat s otevřeností 50 %.

3.3.6 Další požadavky na stavby

Žádné další požadavky (obsazenost, rozměry únikových a zásahových cest atd.), které by se týkaly pouze dřevostaveb, se v Kanadě neuvádí. Z tohoto důvodu nejsou žádné další požadavky popsány.

3.4 Požární návrh – USA

Kvůli odlišnostem jednotlivých států USA se mohou požadavky na stavby lišit dle místních předpisů a zákonů. Pro vypracování této kapitoly byly použity dokumenty International Building Code (IBC) [19] a International Fire Code (IFC) [40] sloužící jako podklad pro všechny státy. Většinu požadavků určuje IBC [19], v IFC [40] jsou popsány detailnější požadavky a nalezneme zde i podrobnější vysvětlení pojmů týkajících se požární bezpečnosti staveb. K pochopení některých kapitol sloužila také kniha Building Codes Illustrated [41].

3.4.1 Dělení staveb

V USA se dělí stavby dle účelu užití, a to následovně:

- **Skupina A (Assembly)** – budovy nebo jejich části sloužící ke shromažďování osob; dělí se do 5 podskupin podle účelu užití (např. A-1 = divadla, A-2 = restaurace, A-3 = muzea, A-4 = sportovní haly, A-5 = zábavní parky)
- **Skupina B (Business)** – budovy nebo jejich části sloužící jako administrativní budovy případně služby (pošta, studia, čistírny oděvů, ...)
- **Skupina E (Education)** – budovy nebo jejich části sloužící jako školní zařízení pro minimálně 6 osob; zařízení do 12. třídy – poslední ročník střední školy (vyšší třídy se řadí do skupiny B)
- **Skupina F (Factory)** – budovy nebo jejich části zabývající se výrobou, které nejsou zařazeny do skupiny H
- **Skupina H (High-hazard)** – budovy nebo jejich části, ve kterých se vyskytují materiály, případně samostatné provozy, které jsou nebezpečné z hlediska fyzického či zdravotního; dělí se do 5 podskupin na základě druhu, vlastnostech a množství nebezpečí a vlastnostech stavby (sklady, otevřené a uzavřené místnosti)
- **Skupina I (Institutional)** – budovy nebo jejich části, kde je osobám poskytována péče, jsou osoby zadrženy, případně ve kterých je omezena svoboda osob; dělí se do 4 podskupin podle účelu užití (např. I-1 = domy s pečovatelskou službou, I-2 = nemocnice, I-3 = věznice, I-4 = centra s denní péčí)
- **Skupina M (Mercantile)** – budovy nebo jejich části sloužící k prodeji a uskladnění zboží přístupné veřejnosti
- **Skupina R (Residential)** – budovy nebo jejich části sloužící ke spánku, pokud takové prostory nejsou obsaženy ve skupině I nebo nejsou dále regulovány (International Residential Code); dělí se do 4 podskupin podle počtu osob či obytných jednotek a času obsazenosti (např. R-1 = hotely, R-2 = bytové domy (více jak 2 obytné jednotky), R-3 = koleje (do 16 osob), R-4 = domy s pečovatelskou službou (5–16 osob))
- **Skupina S (Storage)** – budovy nebo jejich části sloužící k uskladnění materiálů, které nejsou obsaženy ve skupině H; dělí se do 2 podskupin podle uskladněných materiálů (např. S-1 = knihy, oblečení, tabák, S-2 = obecně nehořlavé materiály v hořlavých obalech nebo na dřevěných paletách – cement v pytlích, sklo, potraviny)
- **Skupina U (Utility and miscellaneous)** – budovy nebo jejich části, které nejsou popsány v ostatních skupinách; jedná se převážně o zemědělské stavby

V rámci této diplomové práce se posuzuje administrativní budova s obchodními jednotkami. Pokud se tedy v dalších kapitolách určují požadavky na stavby v závislosti na skupinách, jsou tyto požadavky určeny primárně pro skupiny B a M.

Pokud stavba obsahuje více skupin, postupuje se při dalším posouzení několika způsoby. Pokud je jedna ze skupin doplňková, určují se prostory samostatně. Pokud jsou prostory na stejné úrovni (tj. nejedná se pouze o doplněk), můžeme je dále uvažovat jako neoddělené, nebo oddělené.

V případě neoddělených prostor se požadavky na budovu určují podle nejkritičtější možnosti. Výhodou neoddělených prostor je hlavně fakt, že až na výjimky (např. mezibytové příčky) se mezi skupinami nepožadují požárně dělicí konstrukce. Obecně tento postup vede k menším rozměrům stavby [42].

Pokud stavbu určíme jako budovu s oddělenými prostory, určují se požadavky pro jednotlivé skupiny zvlášť. Ve většině případů se mezi jednotlivými prostory musí zřizovat požárně dělicí konstrukce – viz tab. 508.4 v IBC [19] (tab. 12). Konstrukce mohou mít nižší PO, než je uvedena ve zmíněné tabulce, například pokud je stavba vybavena sprinklerovým systémem. Výhodou oddělených prostor je však právě možnost vyhnout se použití sprinklerového systému v budově [42].

3.4.2 Kategorie materiálů

Konstrukce, resp. materiály, ze kterých jsou vyrobeny, se dělí do 3 skupin (A–C). Toto rozdělení závisí na vlastnostech materiálů, viz tab. 10. Běžné dřevěné konstrukce se řadí do kategorie B–C.

Konstrukce se zkouší metodou ASTM E84 [43] nebo UL 723 [44] – metody jsou totožné, liší se pouze organizace, která test provádí [45]. Zkušební metoda je obdobná jako metoda používaná v Kanadě (viz kapitola 3.3.3). Hlavní rozdíly souvisí s montáží a počtem zkušebních vzorků, všechny rozdíly viz tab. 11. ASTM E84 [43] (UL 723 [44]) se provádí se vzorkem namontovaným na horní část testovací komory a testuje se 1 vzorek. Kanadská metoda vyžaduje upevnění určitých vzorků na podlahu komory a vyžaduje testování 3x nebo 3 vzorky nezávisle testované [46]. Výstupem americké metody je navíc také zařazení materiálů do kategorií (tab. 10).

tab. 10 Klasifikace materiálů [46]

| Kategorie | Index šíření plamene Flame spread index (FSI) | Hodnocení vývoje kouře Smoke developed index (SDI) |
|-----------|--|---|
| A | 0–25 | 0–450 |
| B | 26–75 | 0–450 |
| C | 76–100 | 0–450 |

tab. 11 Rozdíly CAN/ULC-S102(.2) a UL 723 (ASTM E84) [38]

| CAN/ULC-S102(.2) | UL 723 |
|--|---|
| Zapuštěná pozorovací okna | Dvojitá pozorovací okna |
| Žádné <i>turbulentní cihly</i> ⁸ | <i>Turbulentní cihly</i> namontované na podlahu |
| Vzorky mohou být namontované i na podlahu | Vzorky namontované pouze ke stropu |
| Speciální vzorec pro FSI | Speciální vzorec pro SDI |
| Specifické pokyny pro výrobky s nízkou tepelnou setrvačností | Bez specifických pokynů |

3.4.3 Konstrukční systém

Z hlediska konstrukčního systému se v USA rozlišuje 5 typů:

- **Typ I** – ohnivzdorné (*fire resistive*) konstrukce, na které se kladou vyšší požadavky – typicky se jedná o výškové stavby nad 22,86 m (75 ft), kde je požadovaná PO konstrukcí 60–180 min v závislosti na dalším rozdělení (IA a IB) a účelu užití [47]
- **Typ II** – nehořlavé (*non-combustible*) konstrukce, na které se kladou nižší požadavky – nemusí být dále (požárně) upravovány, typicky se jedná o stavby do 22,86 m [47]
- **Typ III** – obvodové stěny z nehořlavých materiálů, vnitřní konstrukce z jakýchkoliv materiálů
- **Typ IV** – konstrukce těžkého skeletu (*mass timber*) nebo nehořlavé konstrukce s PO podle tabulky 601 v IBC [19] (tab. 13); dělí se dále na typy IV-A, IV-B, IV-C a IV-HT podle požadavků na jednotlivé konstrukce
- **Typ V** – konstrukce z jakýchkoliv materiálů

Tato diplomová práce se zabývá dřevěnými konstrukcemi, takže bychom měli stavby posuzované podle amerického kodexu určit jako typ IV-HT nebo V. V kodexu jsou také uvedeny výjimky pro dřevěné konstrukce opatřené zpomalovači hoření, které mohou být použity i v typech I a II – použití takových konstrukcí je možné v těchto případech:

- nenosné konstrukce s PO max. 120 minut (nemožné pro šachty a objekty skupiny I-2 a zařízení s ambulantní péčí)
- nenosné obvodové stěny, kde není požadovaná PO
- konstrukce střech (nemožné pro stavby z konstrukcí typu I-A o více jak 2 NP, kde vzdálenost mezi posledním NP a střechou je menší než 6096 mm, a pro stavby skupiny I-2 musí být střešní plášť klasifikace A a PO dle požadavků typu konstrukce)

⁸ V peci se vytváří turbulentní proudění. V případě CAN/ULC je turbulentní proudění tvořeno díky zapuštěným oknům, metoda ASTM má okna zarovnaná s vnitřním povrchem pece a k proudění zde nedochází – na podlahu jsou tedy namontované cihly pod úhlem, aby k proudění docházelo [39].

- balkóny, verandy, terasy a venkovní schodiště nesloužící k úniku osob v budovách s max. 3 NP

V případě dřevostaveb však předpokládáme, že nosnou konstrukci, tedy i obvodové stěny, tvoří právě dřevěné konstrukce. Z tohoto důvodu není možné využít výjimek zmíněných výše.

3.4.4 Požární odolnost konstrukcí

Na základě typu konstrukce se dále určuje požadovaná požární odolnost jednotlivých konstrukcí dle tabulky 601 v IBC [19] (tab. 13). Z tabulky je patrné, že je pro stavby z konstrukcí typu IV-HT požadovaná PO konstrukcí 60–120 minut. Tohoto požadavku je u běžných dřevěných konstrukcí nemožné dosáhnout (PO 120 minut však mohou dosahovat např. CLT panely s protipožární úpravou), proto by stavba z běžných dřevěných konstrukcí měla být určena jako typ V-A, kde se umožňuje PO konstrukcí 60 minut.

Pokud se ve stavbě vyskytuje více skupin provozů a stavbu určíme jako budovu s oddělenými prostory, musí mezi těmito provozy být konstrukce s PO, které určuje tabulka 508.4 v IBC [19] (tab. 12). Ve stejné tabulce se vyskytují i výjimky, které umožňují nezřizovat mezi různými provozy požárně dělící konstrukce.

tab. 12 IBC, tab. 508.4 [19]: Požární odolnost konstrukcí [h] mezi různými skupinami provozů; zkráceno, přeloženo

| Sk. | A, E | | I-1 ¹⁾ , I-3, I-4 | | I-2 | | R ¹⁾ | | F-2, S-2 ²⁾ , U | | B ³⁾ , F-1, M, S-1 | |
|-------------------------------|------|----|------------------------------|----|-----|----|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|----|
| | S | NS | S | NS | S | NS | S | NS | S | NS | S | NS |
| A, E | N | N | 1 | 2 | 2 | NP | 1 | 2 | N | 1 | 1 | 2 |
| I-1 ¹⁾ , I-3, I-4 | 1 | 2 | N | N | 2 | NP | 1 | NP | 1 | 2 | 1 | 2 |
| I-2 | 2 | NP | 2 | NP | N | N | 2 | NP | 2 | NP | 2 | NP |
| R ¹⁾ | 1 | 2 | 1 | NP | 2 | NP | N | N | 1 ⁴⁾ | 2 ⁴⁾ | 1 | 2 |
| F-2, S-2 ²⁾ , U | N | 1 | 1 | 2 | 2 | NP | 1 ⁴⁾ | 2 ⁴⁾ | N | N | 1 | 2 |
| B ³⁾ , F-1, M, S-1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | NP | 1 | 2 | 1 | 2 | N | N |

Poznámky:
S = Budovy se sprinklerovým systémem v souladu s IBC, čl. 903.3.1.1 [19]
NS = Budovy bez sprinklerového systému v souladu s IBC, čl. 903.3.1.1 [19]
N = Bez požadavku na PO; NP = Není povoleno
Požárně dělící konstrukce definující požární úseky dle IBC, kap. 9 [19] musí také splňovat požadavky uvedené v IBC, čl. 707.3.10, tab. 707.3.10 a čl. 901.7 [19].
1) Musí být v souladu s IBC, kap. 420 [19].
2) PO konstrukcí může být o 1 h méně, pokud se jedná o prostory, kde se nachází soukromá nebo rekreační vozidla. PO konstrukcí musí být min. 1 h.
3) Musí být v souladu s IBC, čl. 422.2 [19].
4) Musí být v souladu s IBC, čl. 406.3.2 a 406.6.4 [19].

tab. 13 IBC, tab. 601 [19]: Požadavky na požární odolnost konstrukcí [h]; přeloženo

| Konstrukce | Typ I | | Typ II | | Typ III | | Typ IV | | | | Typ V | |
|---|---------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|---|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | C | HT | A | B |
| Hlavní konstrukční rám ^{1), 2)} | 3 _{3), 4)} | 2 ^{3), 4), 5)} | 1 _{4), 5)} | 0 ₅₎ | 1 _{4), 5)} | 0 | 3 ³⁾ | 2 ₃₎ | 2 ₃₎ | HT | 1 _{4), 5)} | 0 |
| Nosné obvodové stěny ^{2), 6)} | 3 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| Nosné vnitřní stěny | 3 ³⁾ | 2 ³⁾ | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 2 | 1/HT ₇₎ | 1 | 0 |
| Nenosné obvodové stěny | Viz IBC, tab. 705.5 [19]. | | | | | | | | | | | |
| Nenosné vnitřní stěny ⁸⁾ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9) | 0 | 0 |
| Podlahové konstrukce a související vedlejší konstrukční prvky | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | HT | 1 | 0 |
| Střešní konstrukce a související vedlejší konstrukční prvky | 1,5 ₄₎ | 1 _{4), 5)} | 1 _{4), 5)} | 0 ₅₎ | 1 _{4), 5)} | 0 | 1,5 | 1 | 1 | HT | 1 _{4), 5)} | 0 |

Poznámky:

- 1) Konstrukční rám musí obsahovat všechny prvky uvedené v IBC, kap. 202 [19].
- 2) PO nesmí být méně než dle IBC, čl. 704.10 [19].
- 3) Nosná konstrukce střech: PO hlavního konstrukčního rámu a nosných stěn je možno snížit o 1 h, pokud se jedná pouze o nosné konstrukce střech.
- 4) S výjimkou skupin F-1, H, M a S-1 se nevyžaduje protipožární ochrana konstrukčních prvků střešní konstrukce vč. ochrany hlavních konstrukčních prvků rámu, střešní konstrukce a krovu, pokud je každá část střešní konstrukce min. 20 ft (6,096 m) nad podlažím. Pro nechráněné konstrukční prvky je možno užít dřevěné prvky ošetřené proti požáru.
- 5) Těžký skelet (HT) v souladu s IBC, kap. 2304.11 [19] může být použit pro konstrukce střech, kde je požadovaná PO max. 1 h.
- 6) PO nesmí být méně než dle IBC, tab. 705.5 [19].
- 7) Nosné konstrukce těžkého skeletu (HT) nesoucí více než 2 podlaží nebo 1 podlaží a střechu musí mít PO min. 1 h.
- 8) PO nesmí být méně než dle ostatních oddílů IBC [19].
- 9) Konstrukce musí být v souladu s IBC, čl. 2304.11.2 [19]

3.4.5 Výška stavby a počet podlaží

Výška stavby se měří od terénu k hornímu povrchu střechy (v případě šikmých střech se jedná o průměrnou výšku střechy). Maximální výšku stavby a počet podlaží lze jednoduše určit za použití tabulek v IBC [19] (tab. 14 a tab. 15), případně dle výjimek popsanych v jednotlivých člancích tohoto kodexu. Tyto parametry se určují dle skupiny provozu a typu konstrukcí.

Výška stavby závisí nejen na typu konstrukce, ale také na sprinklerovém systému. V případě stavby bez sprinklerového systému můžeme navrhovat stavby z konstrukcí typu IV-HT do 65 ft (19,8 m), V-A do 50 ft (15,2 m) a V-B do 40 ft (12,2 m). Pokud se ve stavbě použije sprinklerový systém, výšky staveb mohou být následující: IV-HT do 85 ft (25,9 m),

V-A do 70 ft (21,3 m) a V-B do 60 ft (18,3 m). Z požadavků tedy vyplývá, že pokud bychom uvažovali konstrukci V bez sprinklerového systému, dostali bychom podobné maximální výšky jako v ČR.

V případě nadzemních podlaží se požadavky v jednotlivých provezech v závislosti na typu konstrukce výrazně liší. Některé provozy a konstrukce umožňují neomezený počet podlaží, jiné naopak vůbec neumožňují stavět provozy z určitých typů konstrukcí. Pokud vynecháme stavby skupiny A-5, můžeme stavět z konstrukcí typu IV-HT až do 6 NP (sprinklerový systém) a 5 NP (bez sprinklerového systému). V případě konstrukcí typu V je umožněno až 5 NP (sprinklerový systém) a 4 NP (bez sprinklerového systému). To se však týká pouze jedné skupiny provozu, většina skupin umožňuje maximálně 4 (3) NP.

tab. 14 IBC, tab. 504.4 [19]: Přípustný počet nadzemních podlaží; zkráceno, přeloženo

| Sk. | Typ konstrukce | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------|-------|----|--------|----|---------|----|--------|----|----|----|-------|----|
| | Viz pozn. | Typ I | | Typ II | | Typ III | | Typ IV | | | | Typ V | |
| | | A | B | A | B | A | B | A | B | C | HT | A | B |
| A-1 | NS | UL | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| | S | UL | 6 | 4 | 3 | 4 | 3 | 9 | 6 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| A-2 | NS | UL | 11 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| | S | UL | 12 | 4 | 3 | 4 | 3 | 18 | 12 | 6 | 4 | 3 | 2 |
| A-3 | NS | UL | 11 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| | S | UL | 12 | 4 | 3 | 4 | 3 | 18 | 12 | 6 | 4 | 3 | 2 |
| A-4 | NS | UL | 11 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| | S | UL | 12 | 4 | 3 | 4 | 3 | 18 | 12 | 6 | 4 | 3 | 2 |
| A-5 | NS | UL | UL | UL | UL | UL | UL | 1 | 1 | 1 | UL | UL | UL |
| | S | UL | UL | UL | UL | UL | UL | UL | UL | UL | UL | UL | UL |
| B | NS | UL | 11 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 |
| | S | UL | 12 | 6 | 4 | 6 | 4 | 18 | 12 | 9 | 6 | 4 | 3 |
| E | NS | UL | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| | S | UL | 6 | 4 | 3 | 4 | 3 | 9 | 6 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| M | NS | UL | 11 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| | S | UL | 12 | 5 | 3 | 5 | 3 | 12 | 8 | 6 | 5 | 4 | 2 |

Poznámky:
 UL = Neomezené; NS = Budovy bez sprinklerového systému; S = Budovy se sprinklerovým systémem
 Konkrétní výjimky z přípustné výšky viz IBC, kap. 4 a 5 [19].
 Minimální hodnoty pro konkrétní skupiny viz IBC, kap. 903.2 [19].

tab. 15 IBC, tab. 504.3 [19]: Přípustná výška budovy [ft] nad úrovní terénu; přeloženo

| Sk. | Typ konstrukce | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-------|-----|--------|----|---------|----|--------|-----|----|----|-------|----|
| | Viz pozn. | Typ I | | Typ II | | Typ III | | Typ IV | | | | Typ V | |
| | | A | B | A | B | A | B | A | B | C | HT | A | B |
| A, B, E, F, M, S, U | NS ¹⁾ | UL | 160 | 65 | 55 | 65 | 55 | 65 | 65 | 65 | 65 | 50 | 40 |
| | S | UL | 180 | 85 | 75 | 85 | 75 | 270 | 180 | 85 | 85 | 70 | 60 |
| H-1, H-2, H-3, H-5 | NS ^{2), 3)} | UL | 160 | 65 | 55 | 65 | 55 | 120 | 90 | 65 | 65 | 50 | 40 |
| | S | UL | | | | | | | | | | | |
| H-4 | NS ^{2), 3)} | UL | 160 | 65 | 55 | 65 | 55 | 65 | 65 | 65 | 65 | 50 | 40 |
| | S | UL | 180 | 85 | 75 | 85 | 75 | 140 | 100 | 85 | 85 | 70 | 60 |
| I-1 (1), I-3 | NS ^{3), 4)} | UL | 160 | 65 | 55 | 65 | 55 | 65 | 65 | 65 | 65 | 50 | 40 |
| | S | UL | 180 | 85 | 75 | 85 | 75 | 180 | 120 | 85 | 85 | 70 | 60 |
| I-1 (2), I-2 | NS ^{3), 4), 5)} | UL | 160 | 65 | 55 | 65 | 55 | 65 | 65 | 65 | 65 | 50 | 40 |
| | S | UL | 180 | 85 | | | | | | | | | |
| I-4 | NS ^{3), 6)} | UL | 160 | 65 | 55 | 65 | 55 | 65 | 65 | 65 | 65 | 50 | 40 |
| | S | UL | 180 | 85 | 75 | 85 | 75 | 180 | 120 | 85 | 85 | 70 | 60 |
| R ⁷⁾ | NS ³⁾ | UL | 160 | 65 | 55 | 65 | 55 | 65 | 65 | 65 | 65 | 50 | 40 |
| | S13D | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 50 | 40 |
| | S13R | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| | S | UL | 180 | 85 | 75 | 85 | 75 | 270 | 180 | 85 | 85 | 70 | 60 |

Poznámky:

UL = Neomezené; NS = Budovy bez sprinklerového systému; S = Budovy se sprinklerovým systémem; S13R = Budovy se sprinklerovým systémem v souladu s IBC, čl. 903.3.1.2 [19]; S13D = Budovy se sprinklerovým systémem v souladu s IBC, čl. 903.3.1.3 [19]

Konkrétní výjimky z přípustné výšky viz IBC, kap. 4 a 5 [19].

1) Minimální hodnoty pro konkrétní skupiny viz IBC, kap. 903.2 [19].

2) Novostavby skupiny H musí být vybaveny sprinklerovým sys. v souladu s IBC, čl. 903.2.5 [19].

3) Hodnota NS je určena pouze pro hodnocení existující stavby v souladu s International Existing Building Code.

4) Novostavby skupiny I-1 a I-3 musí být vybaveny sprinklerovým sys. v souladu s IBC, čl. 903.2.6 [19]. Pro skupiny I-1 (1) viz IBC, čl. 903.2.6, výjimka 1 [19].

5) Budovy skupiny I-2 musí být vybaveny sprinklerovým systémem v souladu s IBC, čl. 903.2.6 [19] a IFC, čl. 1103.5 [40].

6) Pro novostavby skupiny I-4 viz IBC, čl. 903.2.6, výjimka 2 a 3 [19].

7) Novostavby skupiny R musí být vybaveny sprinklerovým sys. v souladu s IBC, čl. 903.2.8 [19].

3.4.6 Rozloha stavby

Maximální rozloha stavby se určuje v závislosti na skupině provozu, typu konstrukce, sprinklerovém systému a množství obvodových konstrukcí lícujících s veřejným prostorem či volným prostranstvím. Maximální plocha se ve většině případů určí výpočtem, a to dle následujících vzorců (3, 4, 5):

- **1 provoz, 1 podlaží**

$$A_a = A_t + (NS \times I_f) \quad (3)$$

kde: A_a – povolená rozloha [ft²]

A_t – faktor tabulkově povolené rozlohy

NS – faktor tabulkově povolené rozlohy pro budovy bez sprinklerového systému (nezáleží, zda se v budově vyskytuje či nikoliv)

I_f – zvýšení plošného faktoru v závislosti na obvodu konstrukce, stěn lícujících s chodníkem a šířce chodníku [%]

$$I_f = [F/P - 0,25] * W/30 \quad (4)$$

kde: F – obvod stěn lícujících s chodníkem nebo stojících oproti stěně jiného objektu s otevřenými plochami; min. vzdálenost 6096 mm (20 ft)

P – obvod celé budovy [ft]

W – šířka chodníku nebo otevřené plochy [ft]

- **1 provoz, více podlaží**

$$A_a = [A_t + (NS \times I_f)] \times S_a \quad (5)$$

kde: S_a – skutečný počet nadzemních podlaží ne větší než 3, v případě použití sprinklerového systému max. 4

- **více provozů, více podlaží**

$$A_a = A_t + (NS \times I_f) \quad (6)$$

Pokud budova splňuje požadavky sekce 507 v IBC [19], nemusí se maximální plocha počítat, jelikož taková budova má neomezenou maximální plochu.

3.4.7 Obsazenost a únikové cesty

Obsazenost budovy se určuje dle tabulky 1004.5 v IBC [19]. V tabulce je dán počet osob/ft², podle čehož lze snadno určit obsazenost celé budovy.

Počet osob, ať už celkový či pro jednotlivá podlaží, určuje počet a šířku únikových cest. Možnost užití 1 únikové cesty, případně přístupu do únikové cesty, určují tabulky v kapitole 10 v IBC [19]. Tabulky také určují maximální vzdálenosti k únikovým cestám (únikovému východu).

Jestliže se za únikovou cestu uvažuje schodiště, musí mít dle čl. 1023.2 v IBC [19] konstrukce PO min. 120 minut v případě 4 NP a více a 60 minut v případě 3 NP. Pro dřevostavby to tedy znamená, že běžné konstrukce (bez úprav) se mohou navrhovat pouze do 3 NP.

3.4.8 Bezpečné vzdálenosti

Bezpečnými vzdálenostmi od ostatních staveb, respektive obvodovými stěnami, se zabývají kapitoly 7 (sekce 705) a 14 v IBC [19]. Vesměs se jedná opět o jednoduché určení bezpečných vzdáleností pomocí tabulek v závislosti na PO obvodových stěn (tab. 17) a požární otevřenosti (tab. 16). Pokud jsou bezpečné vzdálenosti nad 3048 mm (10 ft), musí být stěny odolné požáru alespoň zevnitř. V opačném případě, tj. do 3048 mm, musí být stěny odolné i požáru z vnější strany.

Jestliže jsou otvory od sebe vertikálně vzdáleny do 1524 mm (5 ft) a otvor v nižším podlaží má PO do 45 min, musí se zde zřizovat určitá opatření proti šíření plamene – např. požární stěny (požární pásy), které odolávají ohni z vnitřní i vnější strany, s PO 60 min a výšky 914 mm (3 ft), případně konzola délky 762 mm (30 inch). Otvory ve stěnách s PO 60 min musí mít dle tab. 716.1(3) v IBC [19] PO 45 min.

Dle čl. 1405.1.1 v IBC [19] mohou být na konstrukcích typu I–IV hořlavé obklady, ovšem za určitých podmínek:

- hořlavé obklady mohou tvořit max. 10% obvodové stěny, pokud jsou odstupové vzdálenosti do 1524 mm (5 ft),
- hořlavé obklady se mohou umisťovat do výšky 12192 mm (40 ft),
- obklady ze dřeva opatřeného zpomalovači hoření mohou být použity v jakémkoli rozsahu (%), pokud jsou odstupové vzdálenosti do 1524 mm (5 ft), mohou se však umisťovat do výšky 18288 mm (60 ft)

tab. 16 IBC, tab. 705.8 [19]: Maximální plocha otvorů v obvodových stěnách na základě bezpečné vzdálenosti a stupně ochrany otvorů; přeloženo

| Bezpečná vzdálenost [ft] | Stupeň ochrany otvorů | Povolená plocha ¹⁾ |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| $0 < X < 3$ ^{2), 3), 4)} | UP, NS | Nepovoleno ⁴⁾ |
| | UP, S ⁵⁾ | Nepovoleno ⁴⁾ |
| | P | Nepovoleno ⁴⁾ |
| $3 \leq X < 5$ ^{6), 7)} | UP, NS | Nepovoleno |
| | UP, S ⁵⁾ | 15 % |
| | P | 15 % |
| $5 \leq X < 10$ ^{7), 8), 9)} | UP, NS | 10 % ¹⁰⁾ |
| | UP, S ⁵⁾ | 25 % |
| | P | 25 % |
| $10 \leq X < 15$ ^{7), 8), 9), 11)} | UP, NS | 15 % ¹⁰⁾ |
| | UP, S ⁵⁾ | 45 % |
| | P | 45 % |
| $15 \leq X < 20$ ^{8), 9), 11)} | UP, NS | 25 % |
| | UP, S ⁵⁾ | 75 % |
| | P | 75 % |
| $20 \leq X < 25$ ^{8), 9), 11)} | UP, NS | 45 % |
| | UP, S ⁵⁾ | Není limitováno |
| | P | Není limitováno |
| $25 \leq X < 30$ ^{8), 9), 11)} | UP, NS | 70 % |
| | UP, S ⁵⁾ | Není limitováno |
| | P | Není limitováno |
| $X \geq 30$ | UP, NS; UP, S ⁵⁾ ; P | Není limitováno |

Poznámky:

UP, NS = Nechráněné otvory v budovách bez sprinklerového sys. v souladu s IBC, čl. 903.3.1.1 [19]

UP, S = Nechráněné otvory v budovách se sprinklerovým sys. v souladu s IBC, čl. 903.3.1.1 [19]

P = Chráněné otvory v souladu s IBC, čl. 705.8.2 [19]

1) Uvedené hodnoty představují procento plochy obvodové stěny, které se počítá pro každé podlaží.

2) Požadavky na požární odolnost obvodových stěn budov s různou výškou viz IBC, čl. 706.6.1 [19].

3) Požadavky na požární odolnost otvorů v požárních stěnách budov na stejném pozemku viz IBC, čl. 706.8 [19].

4) Požadavky na otvory mezi garážemi skupiny S-2 a budovami skupiny R-2 viz IBC, čl. 705.3, výjimka 2 [19].

5) Není povoleno pro budovy skupiny H-1, H-2 a H-3.

6) Maximální povolená plocha chráněných i nechráněných otvorů v budovách skupiny R-2 je 25 %.

7) Nechráněné otvory nesmí být v budovách skupiny H-2 a H-3 s bezpečnou vzdáleností do 15 ft.

8) Plocha otvorů není omezena v budovách skupiny R-3 s bezpečnou vzdáleností min. 5 ft.

9) Plocha otvorů není omezena v soukromých garážích a parkovacích stáních skupiny U s bezpečnou vzdáleností min. 5 ft.

10) Zahrnuje příslušenství stavby skupiny R-3.

11) Plocha otvorů není omezena v otevřených garážích s bezpečnostní vzdáleností min. 10 ft.

tab. 17 IBC, tab. 705.5 [19]: Požadavky na PO obvodových stěn [h] v závislosti na bezpečných vzdálenostech a typu konstrukcí; přeloženo

| Bezpečná vzdálenost [ft] | Typ konstrukce | Skupina H ¹⁾ | Skupina F-1, M, S-1 ²⁾ | Skupina A, B, E, F-2, I, R ³⁾ , S-2, U ⁴⁾ |
|--------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|
| X < 5 ⁵⁾ | Všechny | 3 | 2 | 1 |
| 5 ≤ X < 10 | IA, IVA | 3 | 2 | 1 |
| | Ostatní | 2 | 1 | 1 |
| 10 ≤ X < 30 | IA, IB, IVA, IVB | 2 | 1 | 1 ⁶⁾ |
| | IIB, VB | 1 | 0 | 0 |
| | Ostatní | 1 | 1 | 1 ⁶⁾ |
| X ≥ 30 | Všechny | 0 | 0 | 0 |

Poznámky:

Nosné obvodové stěny musí splňovat také požadavky dle IBC, tab. 601 [19].

Požární odolnost obvodové stěny se určí na základě bezpečných vzdálenosti a podlaží, ve kterém se stěna nachází.

Pokud IBC, tab. 705.8 [19] povoluje nenosné obvodové stěny s neomezenou plochou nechráněných ploch, může být požární odolnost těchto stěn 0 h.

1) Speciální požadavky pro stavby skupiny H viz IBC, kap. 415.6 [19].

2) Speciální požadavky pro stavby skupiny S (hangáry letadel) viz IBC, čl. 412.3.1 [19].

3) Pro stavby skupiny R-3 z konstrukcí typu IIB nebo VB se nepožaduje požární odolnost obvodových stěn, pokud je bezpečná vzdálenost min. 5 ft (1523 mm).

4) Pro stavby, kde je pouze skupina U (soukromé garáže nebo parkovací stání), se nepožaduje požární odolnost obvodových stěn, pokud je bezpečná vzdálenost min. 5 ft (1523 mm).

5) Pro stěny mezi budovami viz IBC, čl. 706.1.1 [19].

6) Pro otevřené garáže v souladu s IBC, kap. 406 [19] se nepožaduje požární odolnost.

3.5 Požární návrh – Rakousko

Požární návrh se v Rakousku řídí směrnicí OIB 2 [48], která slouží společně s OIB-RL 2 (ilustrační vysvětlivky) [49] jako podklad pro sepsání této kapitoly. Požadavky a postupy budou pravděpodobně obdobné českému návrhu, jelikož také vychází z Eurokódů.

3.5.1 Klasifikace budov

Budovy se řadí do tříd GK 1–5 podle počtu nadzemních podlaží, výšky stavby, případně i počtu bytů nebo obchodních jednotek a plochy nadzemních podlaží (tab. 18). Tyto skupiny jsou obdobou stupňů požární bezpečnosti užívaných v ČR, v Rakousku však toto rozdělení platí pro celé stavby, nikoliv pro jednotlivé požární úseky.

tab. 18 OIB-RL 2 [49]: Přehled stavebních tříd GK 1–5; přeloženo

| GK | Počet NP | Výšková úroveň posledního NP [m] | Počet bytů nebo provozních jednotek | Hrubá podlahová plocha NP [m ²] |
|----|----------|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | ≤ 3 | ≤ 7 | ≤ 2 byty 1 provozní jednotka | ≤ 400 (volně stojící) |
| 2 | ≤ 3 | ≤ 7 | – | ≤ 400 (řadové domy) ≤ 800 (bytové domy, volně stojící) |
| 3 | ≤ 3 | ≤ 7 | – | – |
| 4 | ≤ 4 | ≤ 11 | 1 – | – ≤ 400 |
| 5 | – | ≤ 22 | – | – |

3.5.2 Požární úseky

Budovy se dělí do požárních úseků. Toto dělení je podobné postupům užívaným v ČR. Obecné požadavky na požární úseky viz tab. 19. Směrnice OIB 2 [48] dále stanovuje další požadavky, mezi které patří například maximální plocha PÚ v podzemních podlažích (800 m²).

tab. 19 OIB 2, čl. 3.1.1: Požadavky na požární úseky v NP; přeloženo

| Použití | Max. čistá podlahová plocha PÚ | Max. délka PÚ | Max. počet NP na PÚ |
|--|--------------------------------|---------------|---------------------|
| Budovy pro bydlení | – | 60 m | – |
| Kancelářské nebo podobné užití | 1600 m ² | 60 m | 4 |
| Ostatní užití ¹⁾ | 1200 m ² | 60 m | 4 |
| <i>Poznámky:</i> | | | |
| 1) Pokud OIB 2, kap. 7 [48] nestanoví jinak. | | | |

Mezi požárními úseky musí být požárně dělicí konstrukce. V případě požárních úseků oddělených požárním stropem se musí v místě křížení stropu s obvodovou stěnou zřizovat vnější stěnové pásy. Tyto pásy musí být minimálně 1200 mm vysoké s PO EI 90. Další možností je také vykonzolování stropu – konzola musí mít stejnou PO jako strop a vyčnívat minimálně 800 mm. Podobné požadavky platí i pro budovy třídy GK 5 s více než 6 NP, kde je však požadavek na PO stěnových pásů EI 30-ef, A2 nebo EW 30-ef, A2 a konzol REI 30, A2 nebo EI 30 A2, případně může být vynecháno, pokud je v budově vhodné protipožární zařízení (např. sprinklerový systém).

Požadavky na tyto pásy jsou tedy podobné jako užití požárních pásů v ČR, kde požadujeme nehořlavé požární pásy až pro budovy s požární výškou větší než 12 m. V Rakousku se musí tyto pásy zřizovat ve všech stavbách, kde je více PÚ nad sebou, a nehořlavé pásy (třída reakce na oheň A2) se požadují až pro konstrukce třídy GK 5 s více než 6 NP.

3.5.3 Třída reakce na oheň

V Rakousku se určuje třída reakce na oheň obdobně jako v ČR, a to pomocí tříd A–F. Toto určení je stejné díky Eurokódům, ze kterých vychází požadavky evropských států. Požadované třídy jednotlivých konstrukcí, ať už celkového systému nebo jednotlivých částí, určuje tab. 1a v OIB 2 [48] podle druhu (umístění) konstrukcí a třídy stavby.

Dřevěné konstrukce, které nemají žádnou další ochranu, se řadí do třídy D, která je dle tab. 1a v OIB 2 [48] možná u tříd staveb GK 1–3. V případě schodišťových šachet jsou navíc možné povrchové úpravy třídy D pouze u tříd staveb GK 1–2, kvůli čemuž můžeme stavět dřevostavby bez dalších povrchových úprav pouze do výšky 7 m (3 NP) s podlahovou plochou do 800 m² (volně stojící domy) nebo 400 m² (řadové domy). Chráněné konstrukce vyhoví na vyšší požadavky, viz příkladová část, kde jsou pro ověření popsány přesné výrobky.

3.5.4 Požární odolnost konstrukcí

Požární odolnost konstrukcí se rovněž popisuje obdobně jako v ČR. Požadavky na požární odolnost konstrukcí jsou zanesené přehledně v tabulkách směrnice OIB 2 [48]. Z tabulek je na první pohled zřejmé, že jsou ale požadavky mírnější, jelikož se zde vyžaduje PO 30–90 min. Tento fakt však mohou upravovat jednotlivé články této směrnice.

3.5.5 Odstupové vzdálenosti

Odstupové vzdálenosti, respektive požadovaná PO obvodových konstrukcí, jsou řešeny v kapitole 4 v OIB 2 [48]. Pokud je vzdálenost mezi budovami menší než 2 m, musí plášť i samotná obvodová stěna odpovídat požadavkům (třída reakce na oheň a PO konstrukcí) v tab. 1a a 1b v OIB 2 [48]. V případě potřeby se navíc u budov, mezi kterými je vzdálenost do 4 m, zřizují další požární opatření. Žádné další požadavky na fasády, jako je např. otevřenost, OIB 2 [48] neřeší.

Dle zmiňovaných tabulek (vypsání požadavky viz tab. 20) je zřejmé, že zabezpečení stavby vůči vnějšímu požáru je získáno vyšší požární odolností obvodových konstrukcí a třídou reakce na oheň A2, která je požadovaná od kategorie budov GK 3.

3.5.6 Ostatní požadavky

Žádné další požadavky, které by byly omezující pouze pro dřevostavby, ze směrnice OIB 2 [48] neplynou. Většina požadavků na konstrukce je popsána v tabulkách, na které se jednotlivé články směrnice odkazují.

tab. 20 Požadavky na obvodové konstrukce dle tab. 1a a 1b v OIB 2 [48]

| Konstrukce | GK 1 | GK 2 | GK 3 | GK 4 | GK 5 | |
|--|----------|------------------------|--------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | ≤ 6 NP | > 6 NP |
| Tab. 1a, pol. 1.2 Fasádní systém | | | | | | |
| 1.2.1 jako celek | E | D-d1 | D-d1 | B-d1 ¹⁾ | B-d1 ¹⁾ | B-d1 |
| 1.2.2 jednotlivé složky konstrukce | | | | | | |
| Vnější vrstva | E | D | D | A2-d1 ²⁾ | A2-d1 ²⁾ | A2-d1 ³⁾ |
| Tyčová/bodová nosná konstrukce systému | E/E | D/D | D/A2 | D/A2 | D/A2 | C/A2 |
| Izolační vrstva | E | D | D | B ²⁾ | B ²⁾ | B ³⁾ |
| Tab. 1b, pol. 2 Dělicí (požární) stěny | | | | | | |
| 2.1 Poslední NP | - | (R)EI 30 | (R)EI 30 | (R)EI 60 | (R)EI 60 ⁴⁾ | (R)EI 60 |
| 2.2 NP | - | (R)EI 30 | (R)EI 60 | (R)EI 60 | (R)EI 90 | (R)EI 90, A2 |
| 2.3 PP | - | (R)EI 60 | (R)EI 90, A2 | (R)EI 90, A2 | (R)EI 90, A2 | (R)EI 90, A2 |
| 2.4 Mezi budovami | Nelze | (R)EI 60 | Nelze | (R)EI 60 | Nelze | Nelze |
| Tab. 1b, pol. 3 Stěny a stropy oddělující požární sekce | | | | | | |
| 3.1 Na hranici pozemku | (R)EI 60 | (R)EI 90 ⁵⁾ | (R)EI 90, A2 | (R)EI 90, A2 | (R)EI 90, A2 | (R)EI 90, A2 |
| 3.1 Ostatní případy | Nelze | (R)EI 90 | (R)EI 90 | (R)EI 90 | (R)EI 90 | (R)EI 90, A2 |
| Poznámky: | | | | | | |
| 1) Dřevo a materiály na bázi dřeva je možné použít, pokud celý systém splňuje třídu D-d0. | | | | | | |
| 2) V případě izolační vrstvy třídy A2 je přípustná vnější vrstva v B-d1 nebo ze dřeva a materiálů na bázi dřeva v D. | | | | | | |
| 3) V případě izolační vrstvy třídy A2 je přípustná vnější vrstva v B-d1. | | | | | | |
| 4) Doba PO 60 minut postačí pro 2 nejvyšší podlaží, jsou-li všechna ostatní NP R 90, A2, EI 90, A2 nebo REI 90, A2. | | | | | | |

4 Řešený příklad

Pro příklad, na kterém se ukáže, jak se mohou stavět dřevostavby v ČR a v zahraničí, byla vybrána administrativní budova Žarošická v Brně. V budově jsou převážně kanceláře a 1.NP je určeno také pro prodejny. Tato budova je původně částečně podsklepená a jsou zde garáže. Tato část je v příkladu vynechána a řeší se pouze nadzemní podlaží.

4.1 Návrh řešeného příkladu

Budova je původně ze ŽB skeletu, který byl pro příklad nahrazen dřevěnými prvky:

- Nosná konstrukce: sloupy z lepeného dřeva
- Stropní konstrukce: nosníky z lepeného dřeva se záklopem z OSB
- Střešní plášť: nepochozí střešní plášť
- Obvodová konstrukce: sendvičová stěna s hořlavým povrchem (POP)
- Příčky: sendvičová stěna – dřevěný rošt, minerální izolace, OSB

Díky typickým podlažím, kde jsou pouze kanceláře, se mohou stavbě uměle navyšovat podlaží bez dalších úprav těchto podlaží. V závěru práce pak bude možné vizuálně porovnat stavby podle výšky a odstupových vzdáleností.

4.2 Česká republika

V této kapitole je popsán postup vypracování řešeného příkladu pro Českou republiku. Kritéria, která by byla shodná s ostatními administrativními stavbami (zásobování požární vodou, hasicí přístroje, požární zásah atd.), jsou vynechána.

4.2.1 Původní návrh

Budova je z konstrukcí druhu DP3, případně DP2, a jedná se tak o hořlavý konstrukční systém. Budova může mít požární výšku $h \leq 12$ m. Každé podlaží tvoří jednopodlažní PÚ s tím, že schodiště ve středu objektu tvoří samostatný vícepodlažní PÚ. Výpočtem požárního zatížení v PÚ typického podlaží bylo zjištěno, že $p_v = 55,63$ kg/m², čímž byl PÚ dle tabulky 8 v ČSN 73 0802 [26] zařazen do V. SPB. Kvůli tomuto zařazení musí být dle stejné tabulky požární výška objektu $h \leq 9$ m. Maximální mezní rozměry PÚ jsou dle tabulky 9 v ČSN 73 0802 [26] (po interpolaci) 46,67 x 28,33 m. Skutečné rozměry PÚ jsou 30 x 29,2 m, takže PÚ nevyhoví. Kvůli tomu byl objekt zmenšen a znovu posouzen. Výpočet p_v a mezních rozměrů PÚ původního návrhu viz obr. 22, půdorys původního a nového návrhu viz obr. 23.

| Účel | S [m ²] | ρ_n [kg/m ²] | a_n | $\rho_{ni} \cdot S_i$ | $\rho_{ni} \cdot a_{ni} \cdot S_i$ | Položka (ČSN 73 0802, Příloha A) |
|-----------|---------------------|-------------------------------|-------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| kanceláře | 600,36 | 60 | 1,00 | 36021,6 | 36021,6 | 1.2 |
| sklady | 35,375 | 90 | 1,05 | 3183,75 | 3342,9375 | 1.7.b |
| WC/úklid | 23,67 | 5 | 0,70 | 118,35 | 82,845 | 14.2 |
| chodba | 133,72 | 5 | 0,80 | 668,58 | 534,86 | 1.10 |
| Celkem | 793,12 | 50,42 | 1,00 | 39992,28 | 39982,24 | |

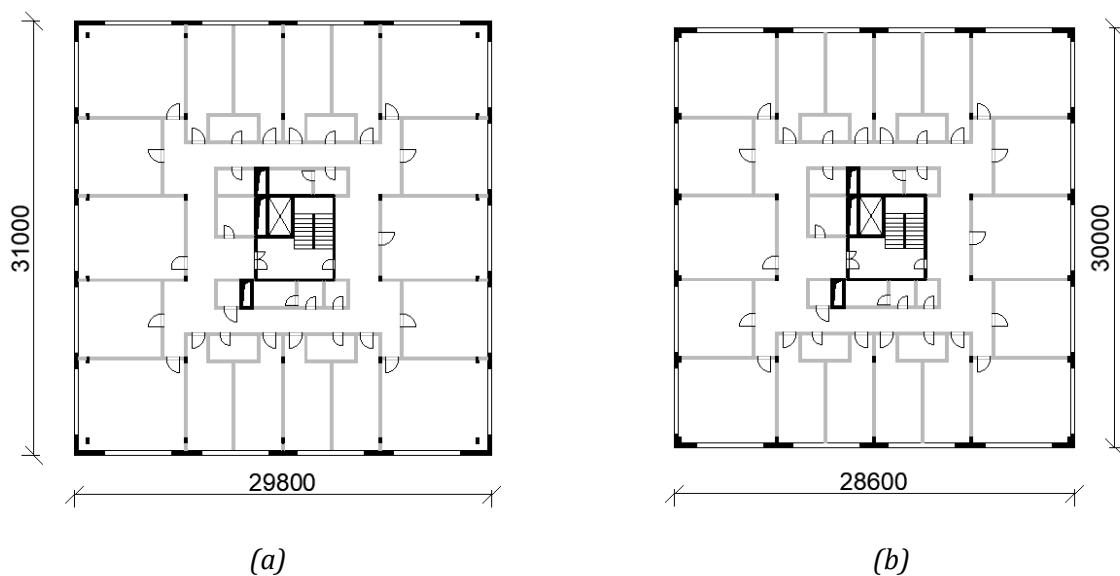
| Otvory v obvodové stěně | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|--------|----------|---------------------------|--------|
| Popis | b_{oi} | h_{oi} | k_s | S_{oi} | $S_{oi} \cdot v_{h_{oi}}$ | |
| 2. NP | O1 | 4,70 | 1,90 | 10 | 89,30 | 123,09 |
| | O2 | 4,80 | 1,90 | 8 | 72,96 | 100,57 |
| Průměr h dle S | | 1,90 | Celkem | 162,26 | 223,66 | |

| Výpočet ρ_s hořlavých konstrukcí (vnitřní příčky) | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|--------|-------|-------------|----------------------|----------------|----------------|------------------------|-------------------------------|
| materiál | objem. hm. [kg/m ³] | d [m] | b [m] | rozpětí [m] | [kg/m ²] | výška stěn [m] | délka stěn [m] | S PÚ [m ²] | ρ_s [kg/m ²] |
| OSB | 600 | 0,0125 | | | 7,5 | 2,8 | 257,35 | 793,12 | 17,55 |
| sloupky | 450 | 0,1 | 0,06 | 0,625 | 4,32 | | | | |
| OSB | 600 | 0,0125 | | | 7,5 | | | | |

| | S [m ²] | ρ_s [kg/m ²] | | | | |
|---------|---------------------|-------------------------------|-----------|------|--------------------|-------|
| okna | do 1000 | 1,5 | S_o/S | 0,20 | $\rho_n \cdot a_n$ | 50,41 |
| dveře | do 1000 | 1 | h_o/h_s | 0,68 | $\rho_s \cdot a_s$ | 22,55 |
| podlaha | do 1000 | 5 | | | | |

| ρ_s [kg/m ²] | a_s | a | h_s [m] | n | k | b | c | ρ_v [kg/m ²] | SPB |
|-------------------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|---|-------------------------------|-----|
| 25,05 | 0,9 | 0,967 | 2,80 | 0,169 | 0,215 | 0,762 | 1 | 55,625 | V |

| Rozměry PÚ | | | | | | |
|------------|------|-----|------|-------|-----------|---------|
| | a | 0,9 | 1 | 0,967 | Posouzení | |
| délka [m] | 30 | 50 | 45 | 46,67 | OK | h = 9 m |
| šířka [m] | 29,2 | 30 | 27,5 | 28,33 | NEMOŽNÉ | |

obr. 22 Výpočet ρ_v a posouzení rozměrů PÚ – typické podlaží (původní návrh)

obr. 23 Typické podlaží: (a) původní návrh; (b) nový návrh

4.2.2 Nový návrh

Nový rozměr budovy je 30 x 28,6 m. Požární zatížení PÚ typického podlaží $p_v = 51,56 \text{ kg/m}^2$ (V. SPB) a objekt i po zmenšení půdorysných rozměrů může mít požární výšku $h \leq 9 \text{ m}$. Nové mezní rozměry PÚ jsou 46,73 x 28,37, rozměry PÚ jsou 29,4 x 28 m, takže tento PÚ vyhoví. Požární zatížení v 1.NP je značně nižší – $p_v = 25,48 \text{ kg/m}^2$ (III. SPB), mezní rozměry jsou téměř stejné – 47,39 x 28,69 m, takže tento PÚ vyhoví. Výpočet p_v a mezních rozměrů PÚ nového návrhu viz obr. 24 (1. NP) a obr. 25 (typické podlaží).

Díky požární výšce $h \leq 9 \text{ m}$ se nemusí v objektu navrhovat chráněná úniková cesta (CHÚC), jestliže splníme požadavky tab. 17 v ČSN 73 0802 [26] a délku únikové cesty L_{\max} . Kanceláře na typickém podlaží se uvažují jako několik funkčně ucelených skupin místností (FUSM), takže se délka nechráněných únikových cest (NÚC) může měřit od dveří do kanceláří. Délka od nejvzdálenější kanceláře ke schodišti je 17,25 m a délka po schodišti ze 3. NP k východu je 37,6 m, celková délka je tedy 54,85 m. Dle čl. 9.10.3 c) v ČSN 73 0802 [26] se může mezní délka NÚC zvětšit o délku vedlejšího PÚ, kterým NÚC prochází (tedy může se sloučit mezní délka pro PÚ kanceláří a PÚ schodiště). Výsledná mezní délka je 59 m (kanceláře 26,73 m; schodiště 32,27 m) a NÚC z tohoto hlediska vyhoví. Lze předpokládat, že ne všechny kancelářské prostory budou čistou kancelářskou plochou, ale budou se zde nacházet i ostatní místnosti potřebné pro administrativu (archivy, rozmnožovny aj.), proto byla obsazenost typického podlaží stanovena dle tabulky 1, položky 1.1.2 v ČSN 73 0818 [50] a obsazenost typického podlaží je 68 osob. Taková podlaží jsou v objektu dvě a z 1. NP osoby neunikají přes prostor schodiště, proto je celkový počet osob unikajících po schodišti 136 (výpočet viz tab. 21). Dle tabulky 17 v ČSN 73 0802 [26] se může použít jedna úniková cesta pouze v případě, uniká-li po této cestě maximálně 120 osob. Tento problém lze řešit další únikovou cestou nebo zřízením CHÚC, po které se může dle stejné tabulky evakuovat až 200 osob. Pokud by se obsazenost určovala podle tabulky 1, položky 1.1.1 v ČSN 73 0818 [50] (čisté kancelářské plochy), byl by počet unikajících osob 216. V takovém případě bychom se nevyhnuli zásahu do dispozice, kde by muselo být více únikových cest.

Pokud nechceme měnit dispozici, musí se zřídit CHÚC, kde musí být ohraničující konstrukce druhu DP1 nehledě na konstrukční systém. V posuzovaném objektu se tak kolem schodiště musí použít nehořlavé konstrukce, které navíc budou splňovat nosnou funkci – např. monolitické betonové stěny nebo zdivo.

Nejpřísnější požadavek na požární odolnost (PO) konstrukcí je v typickém podlaží a CHÚC. Nehořlavé konstrukce nejsou předmětem této práce, proto budou dále posuzovány pouze konstrukce v typickém podlaží, resp. V. SPB. V tab. 22 jsou popsány požadavky na PO konstrukcí určených dle tabulky 12 v ČSN 73 0802 [26]. Pokud konstrukce sama o sobě požadavku nevyhoví, je ve sloupci „zajištění PO“ uveden příklad, jak je možné dosáhnout požadované PO. Z tab. 22 je zřejmé, že téměř všechny konstrukce uvedené v této tabulce se musí chránit, případně musí být úplně nahrazeny jinými (nehořlavými) konstrukcemi.

Odstupové vzdálenosti se určují od PÚ kanceláří v typickém podlaží, jelikož výsledné požární zatížení je vyšší než v 1. NP, čímž vznikne i větší požárně nebezpečný prostor (PNP). Fasáda se uvažuje jako zcela požárně otevřená plocha (POP). Odstupové vzdálenosti se určují dle tabulky F.1 v ČSN 73 0802 [26], a to následovně:

výška h_u = do 3 m; délka l = 36 m a více; procento POP = 100; požární zatížení $p_v = 60 \text{ kg/m}^2 \rightarrow$ odstupová vzdálenost $d = 9,6 \text{ m}$

Pozn.: Řádek *délka $l = 36 \text{ m}$ a více* v tabulce F.1 v ČSN 73 0802 [26] byl použit, aby se nemuselo interpolovat – interpolací vychází odstupové vzdálenosti 9,3 m a 9,23 m. Po použití programu na výpočet odstupových vzdáleností [51] bylo navíc zjištěno, že odstupové vzdálenosti vychází 9,7 m a 9,65 m – z tohoto důvodu usuzují, že při použití tabulkové hodnoty bude uvažovaná hodnota (9,6 m) reálnější.

Odpadávání hořících částí ze střechy se vzhledem k pultové střeše nemusí uvažovat. Obvodové konstrukce jsou však hořlavé, proto se odpadávání hořících částí určí pro fasádu, a to následovně:

$$d = 0,36 * h = 0,36 * 11,3 = 4,07 \text{ m}$$

Výsledná hodnota je menší než odstupová vzdálenost. Případné odpadávající části tak dopadnou do PNP a pro objekt (resp. okolní objekty) se nemusí zřizovat žádná další opatření, než která vyplnou z určení PNP.

Z příkladu řešeného v České republice vyplývá, že při návrhu takovéto dřevostavby musíme přistoupit na kombinaci materiálů. Pokud bychom chtěli stavět pouze z hořlavých materiálů, které nebudou chráněné, tj. například nosné sloupy by měly PO max. 45 minut [28], musely by být všechny PÚ v max. III. SPB. V řešeném příkladu by toto bylo možné pouze v případě, že požární výška $h \leq 4 \text{ m}$, takže by stavba měla jen 2 NP. Odstupové vzdálenosti by byly stejné ($d = 9,6 \text{ m}$). Porovnání výšek staveb s chráněnými a nechráněnými konstrukcemi viz obr. 26, odstupové vzdálenosti (pro obě varianty stejné) viz obr. 27.

tab. 21 Výpočet obsazenosti CHÚC

| Popis | | | Údaje z ČSN 73 0818 | | | Obsazenost |
|--------|-----------|--------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|------------|
| NP | Místnosti | Plocha [m ²] | Položka | m ² /os | Osoby dle m ² /os | |
| 2 | Kanceláře | 538,34 | 1.1.2 | 8 | 67,29 | 68 |
| 3 | Kanceláře | 538,34 | 1.1.2 | 8 | 67,29 | 68 |
| Celkem | | | | | | 136 |

| Účel | S [m ²] | ρ_n [kg/m ²] | a_n | $\rho_{ni} * S_i$ | $\rho_{ni} * a_{ni} * S_i$ | Položka (ČSN 73 0802, Příloha A) |
|-----------|---------------------|-------------------------------|-------|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| kanceláře | 197,5 | 60 | 1,00 | 11850 | 11850 | 1.2 |
| sklady | 58,7675 | 90 | 1,05 | 5289,075 | 5553,52875 | 1.7.b |
| WC/úklid | 66,06 | 5 | 0,70 | 330,3 | 231,21 | 14.2 |
| chodba | 113,00 | 5 | 0,80 | 564,99 | 451,99 | 1.10 |
| obchod | 228,15 | 50 | 1,00 | 11407,25 | 11407,25 | 6.1.6 |
| Celkem | 663,47 | 27,18 | 1,00 | 18034,36 | 18086,73 | |

| Otvory v obvodové stěně | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|--------|----------|-----------------------|--------|
| Popis | b_{oi} | h_{oi} | k_s | S_{oi} | $S_{oi} * v_{h_{oi}}$ | |
| 1. NP | O1 | 11,50 | 2,10 | 1 | 24,15 | 35,00 |
| | O2 | 8,00 | 2,10 | 1 | 16,80 | 24,35 |
| | stěna | 82,6 | 2,75 | 1 | 227,15 | 376,69 |
| Průměr h dle S | | 2,65 | Celkem | 268,10 | 436,03 | |

| materiál | objem. hm. [kg/m ³] | d [m] | b [m] | rozpětí [m] | [kg/m ²] | výška stěn [m] | délka stěn [m] | S PÚ [m ²] | ρ_s [kg/m ²] |
|----------|---------------------------------|--------|-------|-------------|----------------------|----------------|----------------|------------------------|-------------------------------|
| OSB | 600 | 0,0125 | | | 7,5 | 2,8 | 231,05 | 663,47 | 18,84 |
| sloupky | 450 | 0,1 | 0,06 | 0,625 | 4,32 | | | | |
| OSB | 600 | 0,0125 | | | 7,5 | | | | |

| | S [m ²] | ρ_s [kg/m ²] | | | | | | |
|---------|---------------------|-------------------------------|--|--------------|------|----------------|-------|--|
| okna | do 1000 | 1,5 | | S_{oi}/S | 0,40 | $\rho_n * a_n$ | 27,26 | |
| dveře | do 1000 | 1 | | h_{oi}/h_s | 0,86 | $\rho_s * a_s$ | 23,70 | |
| podlaha | do 1000 | 5 | | | | | | |

| ρ_s [kg/m ²] | a_s | a | h_s [m] | n | k | b | c | ρ_v [kg/m ²] | SPB |
|-------------------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|---|-------------------------------|-----|
| 26,34 | 0,9 | 0,952 | 3,10 | 0,374 | 0,273 | 0,500 | 1 | 25,483 | III |

| Rozměry PÚ | | | | | | h = 9 m |
|------------|------|-----|------|-------|-----------|---------|
| | a | 0,9 | 1 | 0,952 | Posouzení | |
| délka [m] | 29,4 | 50 | 45 | 47,39 | OK | |
| šířka [m] | 28 | 30 | 27,5 | 28,69 | OK | |

obr. 24 Výpočet ρ_v a posouzení rozměrů PÚ – 1.NP

| Účel | S [m ²] | ρ_n [kg/m ²] | a_n | $\rho_{ni} * S_i$ | $\rho_{ni} * a_{ni} * S_i$ | Položka (ČSN 73 0802, Příloha A) |
|-----------|---------------------|-------------------------------|-------|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| kanceláře | 538,34 | 60 | 1,00 | 32300,4 | 32300,4 | 1.2 |
| sklady | 35,375 | 90 | 1,05 | 3183,75 | 3342,9375 | 1.7.b |
| WC/úklid | 23,67 | 5 | 0,70 | 118,35 | 82,845 | 14.2 |
| chodba | 134,26 | 5 | 0,80 | 671,28 | 537,02 | 1.10 |
| Celkem | 731,64 | 49,58 | 1,00 | 36273,78 | 36263,20 | |

| Otvory v obvodové stěně | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|--------|----------|-----------------------|--------|
| Popis | b_{oi} | h_{oi} | k_s | S_{oi} | $S_{oi} * v_{h_{oi}}$ | |
| 2. NP | O1 | 4,70 | 1,90 | 10 | 89,30 | 123,09 |
| | O2 | 4,80 | 1,90 | 8 | 72,96 | 100,57 |
| Průměr h dle S | | 1,90 | Celkem | 162,26 | 223,66 | |

| Výpočet p_s hořlavých konstrukcí (vnitřní příčky) | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|--------|-------|-------------|----------------------|----------------|----------------|------------------------|----------------------------|
| materiál | objem. hm. [kg/m ³] | d [m] | b [m] | rozpětí [m] | [kg/m ²] | výška stěn [m] | délka stěn [m] | S PÚ [m ²] | p_s [kg/m ²] |
| OSB | 600 | 0,0125 | | | 7,5 | 2,8 | 250,35 | 731,64 | 18,51 |
| sloupky | 450 | 0,1 | 0,06 | 0,625 | 4,32 | | | | |
| OSB | 600 | 0,0125 | | | 7,5 | | | | |

| | S [m ²] | p_s [kg/m ²] | | | | | | | |
|---------|---------------------|----------------------------|--|-----------|------|----------------|-------|--|--|
| okna | do 1000 | 1,5 | | S_o/S | 0,22 | $\rho_n * a_n$ | 49,56 | | |
| dveře | do 1000 | 1 | | h_o/h_s | 0,68 | $\rho_s * a_s$ | 23,41 | | |
| podlaha | do 1000 | 5 | | | | | | | |

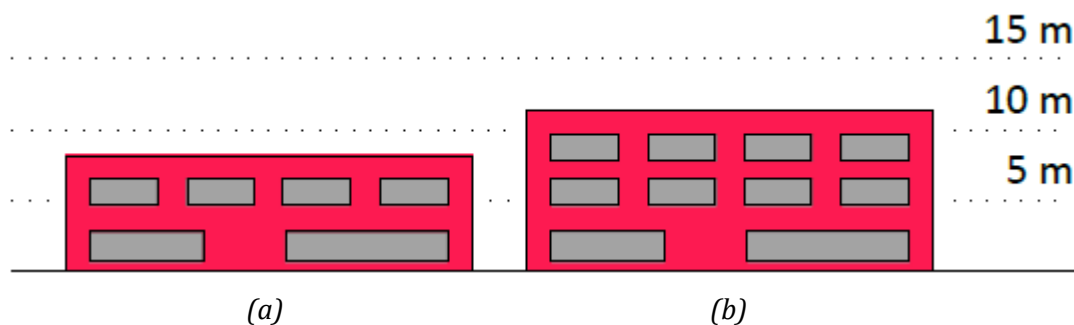
| p_s [kg/m ²] | a_s | a | h_s [m] | n | k | b | c | p_v [kg/m ²] | SPB |
|----------------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|---|----------------------------|-----|
| 26,01 | 0,9 | 0,965 | 2,80 | 0,183 | 0,216 | 0,707 | 1 | 51,562 | V |

| Rozměry PÚ | | | | | | h = 9 m |
|------------|------|-----|------|-------|-----------|---------|
| | a | 0,9 | 1 | 0,965 | Posouzení | |
| délka [m] | 29,4 | 50 | 45 | 46,73 | OK | |
| šířka [m] | 28 | 30 | 27,5 | 28,37 | OK | |

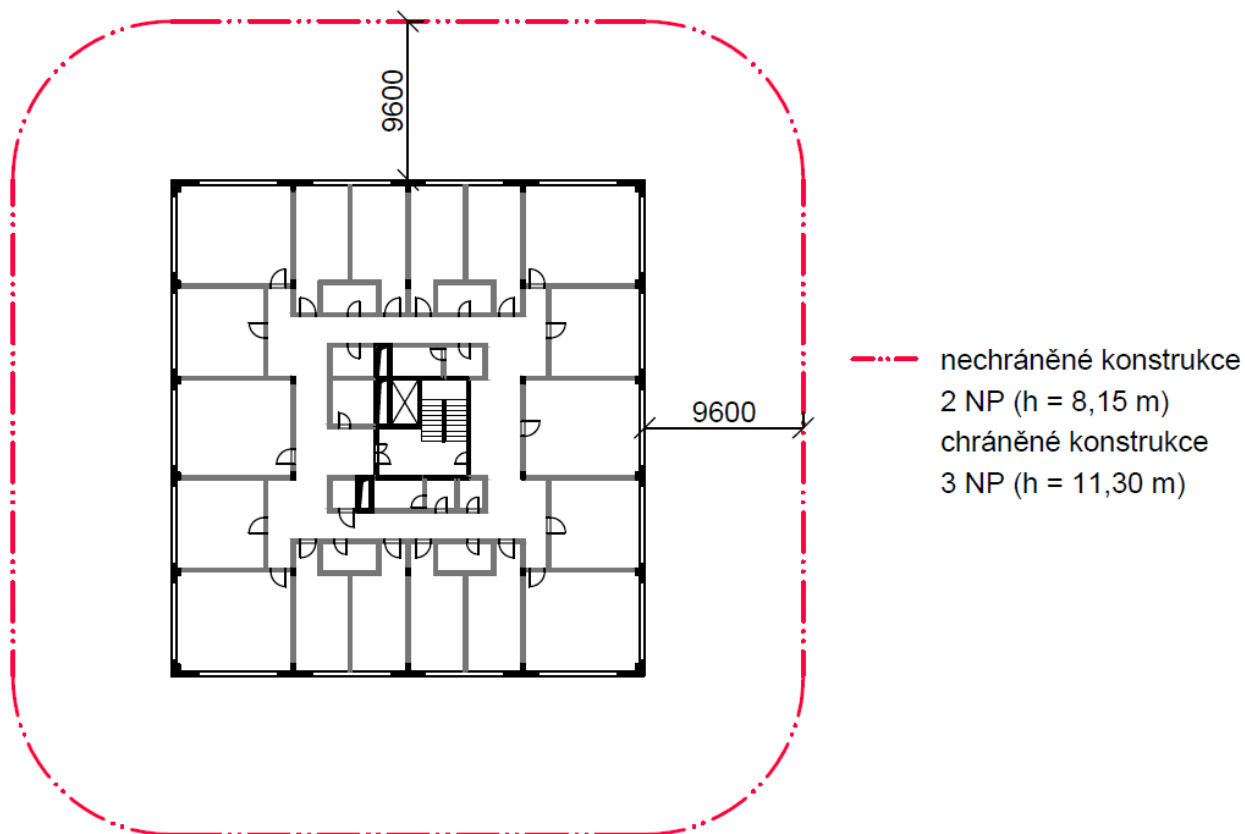
obr. 25 Výpočet p_v a posouzení rozměrů PÚ – typické podlaží (nový návrh)

tab. 22 Požadavky na PO konstrukcí

| Pol. | Stavební konstrukce | Požadovaná PO | Zajištění PO |
|------|---|---------------|--|
| 1b | Požární stropy v nadzemním podlaží | 90 | REI 90 DP3 – Podhled Knauf RED Piano 3x15 mm [52] |
| 1c | Požární stropy v posledním nadzemním podlaží | 45 | REI 60 DP3 – Podhled Knauf RED Piano 2x12,5 mm [52] |
| 2b | Požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a stropěch v nadzemním podlaží | 45 DP2 | Běžné výrobky vyhoví, nebudou však dřevěné. |
| 2c | Požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a stropěch v posledním nadzemním podlaží | 30 DP3 | Běžné výrobky vyhoví. |
| 3b | Obvodové stěny nezajišťující stabilitu objektu | 45 | EI 45 DP3 – Stěna s dřevěnými sloupky opláštěná z obou stran (Knauf Vidwall 12,5 mm [52]) |
| 4 | Nosné konstrukce střech | 45 | REI 45 DP2 – Dřevěná střešní konstrukce chráněná deskami s dvojitým roštem z dřevěných latí (Knauf RED Piano 2x12,5 mm [52]) |
| 5b | Nosné konstrukce uvnitř PÚ zajišťující stabilitu v nadzemním podlaží | 90 | R 90 DP2 – Obklad dřevěného sloupu ohřívajícího ze 3 stran (Knauf RED Piano 2x12,5 mm [52]) |
| 5c | Nosné konstrukce uvnitř PÚ zajišťující stabilitu v posledním nadzemním podlaží | 45 | R 45 DP3 – Obklad dřevěného sloupu ohřívajícího ze 3 stran (Knauf RED Piano 12,5 mm [52]) |
| 8 | Nenosné konstrukce uvnitř PÚ | DP3 | Vyhoví konstrukce bez úprav. |
| 10b1 | Instalační šachty – požárně dělicí konstrukce | 45 DP1 | EI 45 DP1 – Obklad šachtové stěny s kovovou podkonstrukcí (Knauf Fireboard 20 mm [52]) |
| 10b2 | Instalační šachty – požární uzávěry | 30 DP1 | Běžné výrobky vyhoví, nebudou však dřevěné. |
| 11 | Střešní plášť | 30 | Vyhoví konstrukce bez úprav. |



obr. 26 Výška stavby: (a) nechráněné konstrukce; (b) chráněné konstrukce



obr. 27 Odstupové vzdálenosti od stavby (chráněné i nechráněné konstrukce)

4.3 Velká Británie

V této kapitole je popsán postup vypracování řešeného příkladu pro Velkou Británii. Budova se dle tabulky 0.1 v The Building Regulations [12] řadí do skupiny 3 (kanceláře) a skupiny 4 (obchody).

Pro následné porovnání s ČR se uvažují konstrukce chráněné i nechráněné. V případě chráněných konstrukcí je navíc popsáno, jak by se stavba řešila, pokud by se změnila dispozice, jelikož při užití více než 1 únikové cesty může být stavba razantně vyšší.

4.3.1 Chráněné konstrukce a bez změny dispozice (1 ÚC)

Pokud se na stavbu použijí stejné konstrukce jako na stavbu v České republice, je z tab. 22 zřejmé, že konstrukce mohou dosahovat PO až 90 minut, což dle tabulky B4 v The Building Regulations [12] umožňuje výšku stavby k poslednímu podlaží 30 m (s i bez sprinklerového systému), v našem případě tak může stavba dosahovat výšky 27,05 m.

Dle čl. 3.3 e. v The Building Regulations [12] se může jedna úniková cesta po chráněném schodišti (obdoba CHÚC) v kancelářských objektech nacházet pouze v případě, kdy je výšková poloha posledního nadzemního podlaží max. 11 m. Řešená budova tak musí mít výškovou polohu posledního nadzemního podlaží 10,15 m (4 NP). Tento fakt však není omezující pouze u dřevostaveb a po změně dispozice by bylo možné uvažovat s více únikovými cestami, takové řešení viz kap. 4.3.2.

Schodiště se uvažuje jako chráněné a ohraničující konstrukce musí být s požární odolností (přesná PO není specifikována). Jelikož je v objektu pouze 1 únikové schodiště, musí být dle čl. 3.24 a. v The Building Regulations [12] povrchy v prostoru schodiště třídy reakce na oheň minimálně A2-s3, d2. Únik osob po horizontální rovině musí být dle tabulky 2.1 v The Building Regulations [12] vzhledem k 1 únikové cestě max. 18 m. Skutečná vzdálenost je 17,25 m, takže tomuto požadavku vyhoví.

Obsazenost osob se počítá obdobně jako v České republice. Dle tabulky D1 v The Building Regulations [12] vychází v kancelářích 6 m²/osoba. V každém typickém podlaží se tak nachází 90 osob, celkem únikovým schodištěm uniká 270 osob. Dle tabulky 3.2 v The Building Regulations [12] musí mít schodiště sloužící pro 4 NP, po kterém uniká 270 osob, šířku minimálně 1000 mm. Tento požadavek schodiště v navrhovaném objektu splňuje.

Jelikož se uvažují obvodové stěny z hořlavých materiálů tloušťky více než 1 mm, uvažuje se celá obvodová stěna jako nechráněná plocha a vzdálenosti od hranic se určují podle celé stěny – 30 x 14,45 m a 28,6 x 14,45 m. Metoda 1 uvedená The Building Regulations [12] nemohla být použita z důvodu délky stavby, která přesahuje 24 m. Metoda 2 se používá

pro stavby s výškou do 10 m, takže ani tato metoda se nemohla použít. K určení vzdálenosti byla použita tabulka E v BR 187 [33], kterou se určily vzdálenosti 13,77 m a 14 m.

Pro spravedlivé porovnání vzdáleností s Českou republikou se porovnávají vzdálenosti i od stavby výšky 11,3 m. Dle tabulky D v BR 187 [33] jsou vzdálenosti 11,77 m a 12 m.

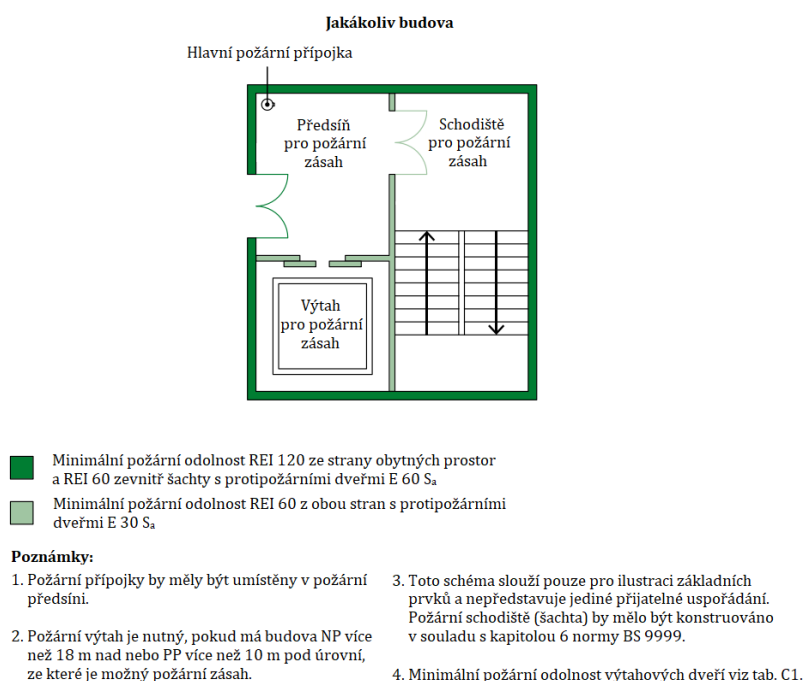
Žádné další požadavky, které by závisely na konstrukcích, z použitého dokumentu The Building Regulations [12] nevyplývají.

4.3.2 Chráněné konstrukce, více únikových cest

Pokud bychom uvažovali změnu dispozice a možnost 2 únikových cest, jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, mohla by mít stavba výšku 27,05 m. Minimálně 1 schodiště však musí být dle čl. 17.2 v The Building Regulations [12] vzhledem k výšce nad 18 m řešeno jako schodiště pro protipožární zásah a musí se zde nacházet i evakuační výtah. Požadavky na konstrukce takového schodiště viz obr. 28. Vzhledem k použití více únikových cest může být vzdálenost pro únik v horizontální rovině dle tabulky 2.1 v The Building Regulations [12] max. 45 m.

Obsazenost, respektive počet unikajících osob z typických podlaží, je v tomto případě 810 osob. Vzhledem k použití 2 únikových cest je počet osob unikajících po 1 schodišti 405. Každé schodiště tak musí být dle tabulky 3.2 v The Building Regulations [12] šířky minimálně 1000 mm. Skutečný počet unikajících osob by byl po změně dispozice pravděpodobně menší (místo některých kanceláří by bylo schodiště).

Vzdálenosti od budovy se určí dle tabulky J v BR 187 [33] a jsou 19,54 m a 20 m.



obr. 28 The Building Regulations, schéma 17.1 [12]: Součásti požárního schodiště; přeloženo

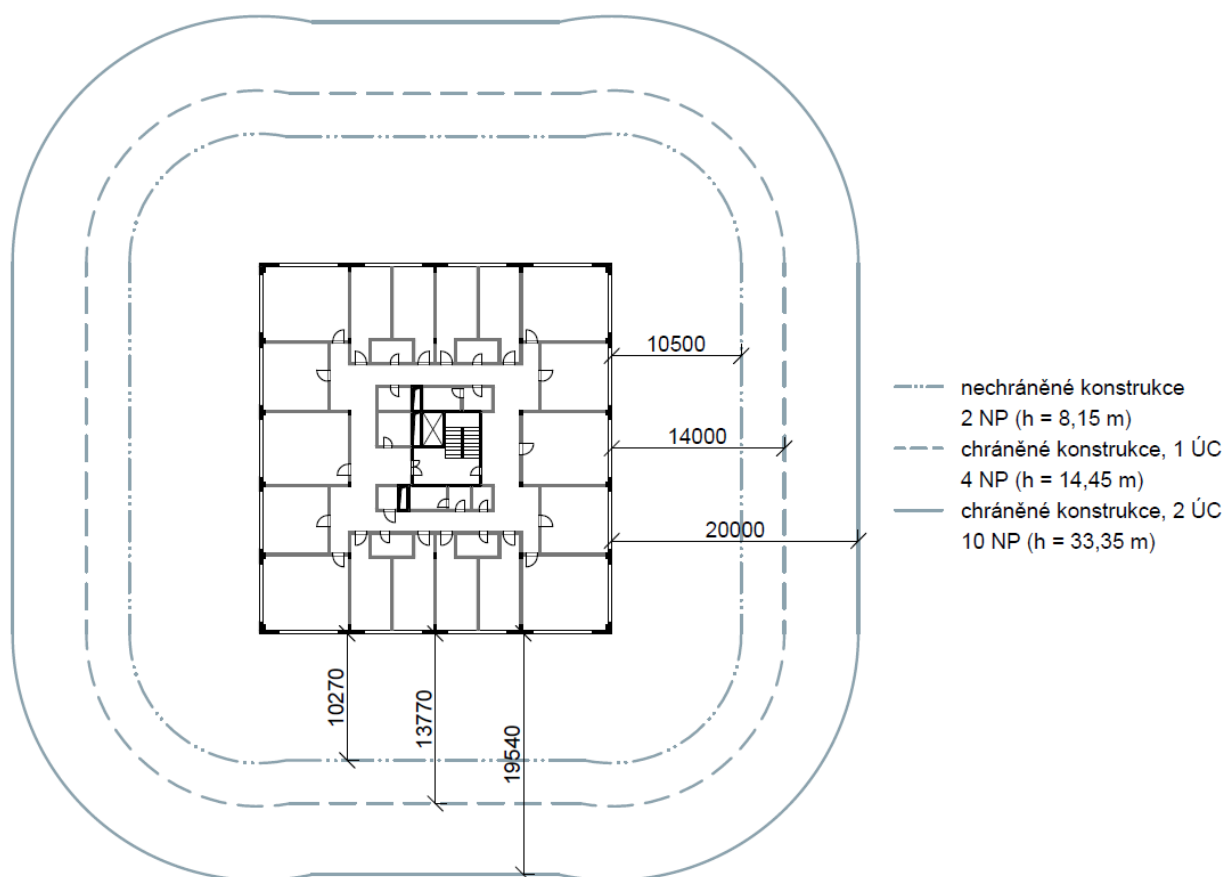
4.3.3 Nechráněné konstrukce

Pokud by se na stavbu použily nechráněné konstrukce (PO nosných sloupů max. 45 minut [28]), mohla by být dle tabulky B4 v The Building Regulations [12] (tab. 2) výška k nadzemnímu podlaží max. 5 m (bez sprinklerového systému) nebo 18 m (sprinklerový systém). Pokud se nebude uvažovat sprinklerový systém, znamenalo by to, že by stavba byla výškově totožná se stavbou z nechráněných konstrukcí v České republice.

Schodiště sloužící k evakuaci by bylo i přes takto malou výšku objektu uvažováno jako chráněné schodiště. Pokud by byla zachována pouze 1 úniková cesta z 2. NP, musely by být dle čl. 3.24 a. v The Building Regulations [12] materiály použité v prostoru schodiště třídy reakce na oheň minimálně A2-s3, d2, takže bychom se ani zde nevyhnuli použití nehořlavých materiálů.

Vzdálenosti od hranic by byly, obdobně jako v kap. 4.3.1, dle tabulky 13.1 v The Building Regulations [12] (tab. 3) 12,5 m, jelikož hodnoty v tabulce závisí na poměru hořlavé a nehořlavé části obvodové stěny – v našem případě opět 100 %. Pokud se použije tabulka C v BR 187 [33], vzdálenosti jsou 10,27 m a 10,5 m.

Porovnání odstupových vzdáleností pro stavby navržených dle kap. 4.3.1, 4.3.2 a 4.3.3 viz následující obrázek (obr. 29).



obr. 29 Porovnání odstupových vzdáleností na základě výšek stavby ve Velké Británii

4.3.4 Porovnání s ČR

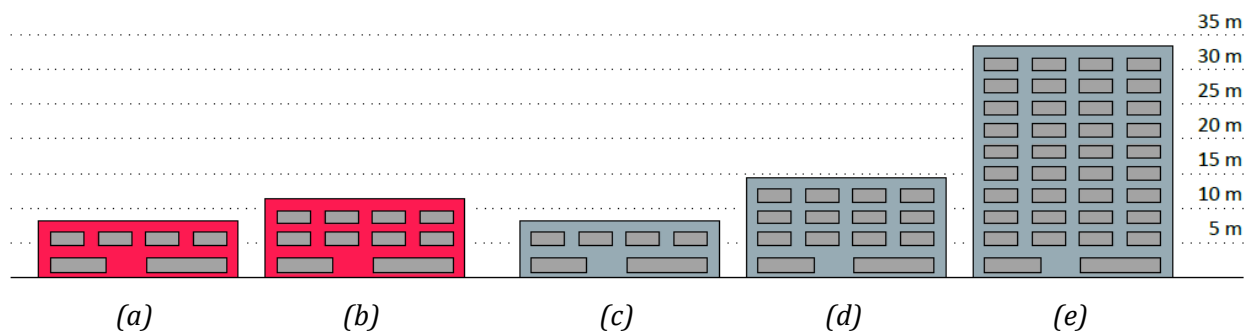
Ve Velké Británii nejsou kladeny žádné speciální požadavky při návrhu dřevostaveb a návrh se tak řídil všeobecnými pravidly pro kancelářské budovy.

Při porovnání staveb zhotovených pouze z hořlavých konstrukcí, které nejsou nijak chráněny, dostáváme velmi podobné výsledky. V obou zemích se může postavit stavba stejné výšky a odstupové vzdálenosti se liší o cca 900 mm. Ve Velké Británii však musíme i v takto malé stavbě uvažovat s chráněným schodištěm.

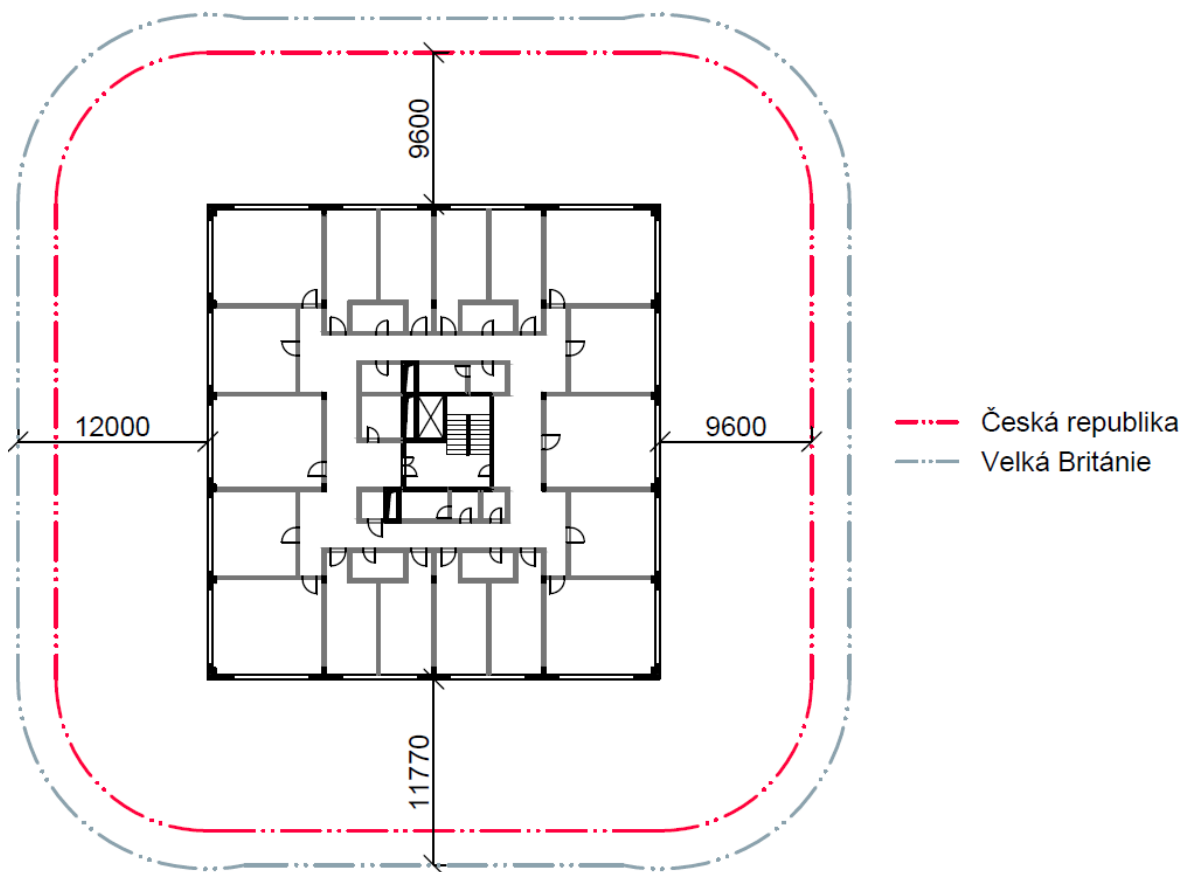
Pokud se stavba zhotoví z konstrukcí, které budou určitými způsoby chráněny, dostáváme opět podobné výsledky. Pro Velkou Británii je limit 11 m vzhledem k použití pouze jedné únikové cesty. Kdyby bylo výsledné požární zatížení ve stavbě posuzované pro Českou republiku nižší, tj. max. 40 kg/m², mohla by se stavba navrhovat s požární výškou $h \leq 12$ m a výšky staveb by tak byly opět stejné. Nižšího p_v by se dalo dosáhnout například snížením součinitele c na hodnotu 0,75. I přesto, že bylo možno ve výsledku posuzovat rozdílně vysoké stavby, posouzení odstupových vzdáleností se provedlo na stavbě stejné výšky. Tyto vzdálenosti se od sebe liší o cca 2,5 m.

Na závěr se také posoudila budova s maximální možnou výškou povolenou ve Velké Británii. Budova může dosahovat výšky 33,35 m a nezáleží, zda se zde navrhne sprinklerový systém či nikoliv. Konstrukce však musí mít PO 90 minut, takže v takové budově se nemůže nacházet žádná hořlavá konstrukce, která by nebyla navíc chráněna (výjimkou by mohlo být použití např. CLT panelů, které by na tuto PO vyhověly). Hranice od této stavby by musela být 20 m, což by mohlo v městské zástavbě přinést značné komplikace.

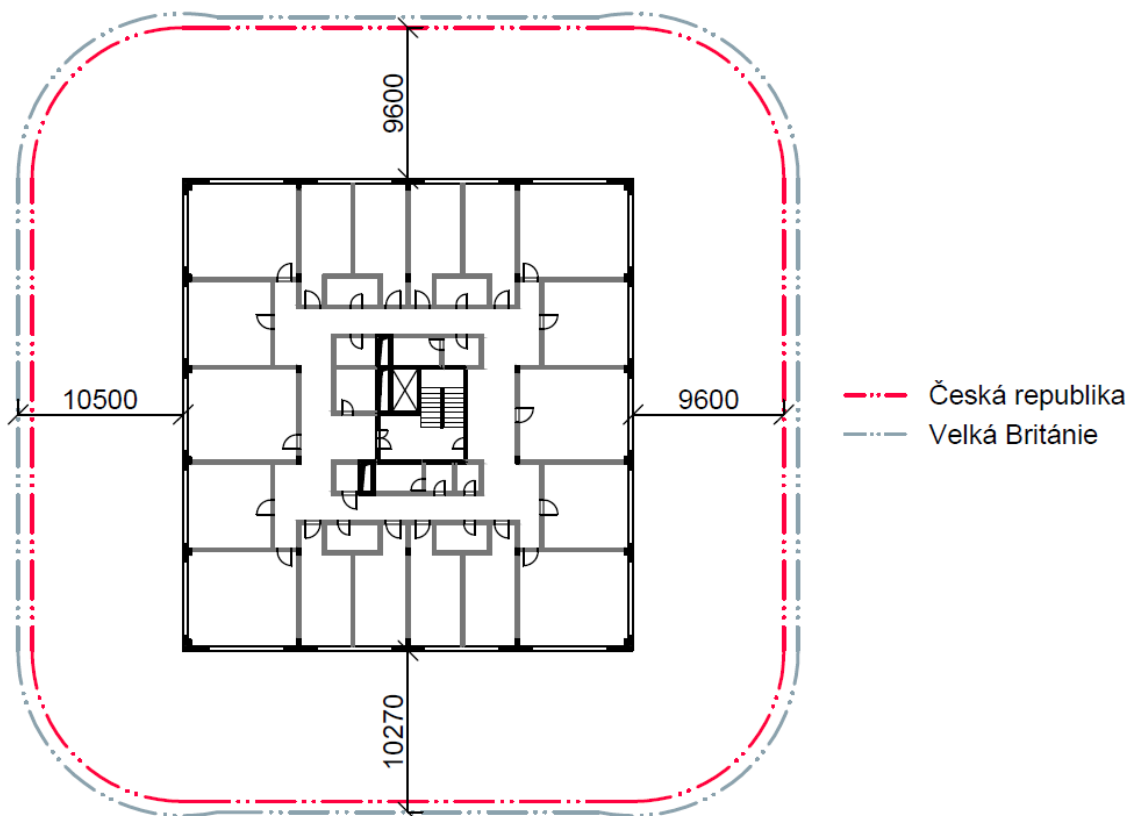
Po celkovém shrnutí můžeme říct, že požadavky i výsledky jsou i přes rozdílný přístup obou států docela podobné. Odstupové vzdálenosti jsou sice ve Velké Británii o něco větší, ale musíme brát v potaz, že se tyto vzdálenosti vztahují k celé stěně konstrukce, nikoli k části (PÚ), jako je tomu v České republice. Není tak divu, že jsou vzdálenosti větší. Výpočet obsazenosti a celkově řešení evakuace je také obdobné. Porovnání výšek staveb viz obr. 30 a odstupové vzdálenosti viz obr. 31 a obr. 32.



obr. 30 Porovnání výšek staveb: (a) nechráněné konstrukce ČR; (b) chráněné konstrukce ČR; (c) nechráněné konstrukce VB; (d) chráněné konstrukce VB; (e) chráněné konstrukce, více ÚC VB



obr. 31 Porovnání odstupových vzdáleností – chráněné konstrukce



obr. 32 Porovnání odstupových vzdáleností – nechráněné konstrukce

4.4 Kanada

Budova se řadí do kategorie D (kanceláře) a E (obchod). Dle tab. 3.1.3.1. v NBC [14] (tab. 4) se mezi těmito prostory nemusí zřizovat konstrukce s požární odolností. Tab. 3.1.4.7. v NBC [14] (tab. 5) určuje minimální rozměry nosných konstrukcí. Tyto rozměry prvky v řešeném příkladu splňují.

Maximální plocha budovy, požární odolnost konstrukcí a použití sprinklerů je kritičtější pro kategorii E, viz tab. 23. Pro ukázkou jsou však znázorněny i požadavky pro kategorii D. Plocha budovy se určuje podle podlaží a ulic, ze kterých je možný požární zásah. Pro tento příklad jsou uvažovány 2 ulice.

Plocha budovy v řešeném příkladu je 858 m². Dle tab. 23 je zřejmé, že budova nesplňuje požadavek na maximální plochu pouze v případě, kdy se jedná o dvoupodlažní budovu bez sprinklerového systému. Ostatní případy vyhoví a budova může mít z tohoto pohledu maximálně 4 NP, pokud má sprinklerový systém. Budova bez sprinklerového systému může mít maximálně 3 NP.

Požadavky na PO konstrukcí jsou do 60 min. Běžné materiály, jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách této DP, tomuto požadavku vyhoví, a nemusí být dále opatřeny např. požárními obklady.

Požadavky na obvodové stěny a obklady určuje tab. 3.2.3.7 v NBC [14]. Tyto konstrukce mohou být hořlavé s PO 45 min pro skupinu D a s PO 60 min pro skupinu E. Pokud by konstrukce měly horší PO, považovaly by se za otevřené plochy (řešeno dále).

Požadavky na hodnocení šíření plamene (flame-spread rating) jsou popsány v kapitole 3.3.3, respektive tab. 9. Hodnoty pro vybrané materiály a druhy dřeva určují tab. 7 a tab. 8. Po porovnání požadavků a hodnot, kterých dřevěné (hořlavé) konstrukce dosahují, zjišťujeme, že u některých konstrukcí není možné použít dřevěné (hořlavé) materiály. Například jedle dosahuje dle tab. 8 hodnot FSR 40–69, překližky vyrobené z jedle dosahují dle tab. 7 hodnot FSR 150 a to i v případě, kdy mají překližky povrchovou úpravu. Požadavky na konstrukce jsou však v rozmezí 25–200. Určité konstrukce tak nemohou být vyrobeny z takového dřeva a musí na ně být použity jiné materiály, případně musí mít určitou úpravu (např. dřevo se zpomalovači hoření, u kterých test prokáže požadovanou hodnotu FSR) viz tab. 24.

Jelikož se mezi jednotlivými podlažími nenachází požárně dělicí stropy, hodnotí se budova jako celek (od upraveného terénu ke stropu nejvyššího NP – pro lepší znázornění je v příkladu měřena výška od terénu k hraně atiky). Pokud se v budově použijí sprinklery, mohou se jednotlivá podlaží posuzovat samostatně (v tab. 25 jsou znázorněny hodnoty pro jednotlivá podlaží).

Pro určování odstupových vzdáleností byly použity tabulky 3.2.3.1.-C a 3.2.3.1.-E v NBC [14]. Jedná se o tabulky pro budovy skupiny E bez a se sprinklerovým systémem. Dle čl. 3.2.3.1.8 v NBC [14] mohou být odstupové vzdálenosti poloviční, pokud se jedná o stavbu bez sprinklerů a zároveň je doba od ohlášení požáru do prvotního zásahu HZS do 10 minut – v příkladu s tímto uvažujeme (v tab. 25 se jedná o hodnoty v závorkách), jelikož se jedná o stavbu ve městě, kde tohoto požadavku není obtížné dosáhnout (obdoba našeho časového pásma H2).

Aby se mohly za otevřené plochy uvažovat pouze otvory, musí obvodové konstrukce (obklad) splňovat PO 60 minut. Skladby sendvičových stěn s dřevěnými obklady takových hodnot nedosahují, celá stěna by se tedy musela řešit jako otevřená (Varianta A). Při použití např. sádrovláknitých desek mohou konstrukce stěn dosahovat PO až 90 min [53] (Varianta B). Obě varianty konstrukcí s přihlédnutím k dalším parametrům stavby a výsledné odstupové vzdálenosti jsou zapsány v tab. 25 a graficky znázorněny na obr. 33.

Dále jsou v tab. 25 zapsány i odstupové vzdálenosti pro budovu o 2 NP s nechráněnými konstrukcemi. Toto posouzení slouží k porovnání s ČR.

tab. 23 Požadavky na budovu a PO konstrukcí

| Kategorie | Podlaží Sprinklery | Max. plocha budovy [m ²] | PO konstrukcí |
|---------------|-----------------------|---|---|
| D – kanceláře | 6 NP ano | 3000 | Podlahy, střecha, nosné konstrukce – 60 min |
| | 3 NP ne | 2000 | Podlahy, střecha, nosné konstrukce – 45 min |
| | 3 NP ano | 4800 | Podlahy, nosné konstrukce – 45 min |
| | 2 NP ne | 1000 | Podlahy, nosné konstrukce – 45 min |
| | 2 NP ano | 2400 | Podlahy, nosné konstrukce – 45 min |
| E – obchody | 4 NP ano | 1800 | Podlahy, nosné konstrukce – 60 min |
| | 3 NP ne | 1000 | Podlahy, střecha, nosné konstrukce – 45 min |
| | 3 NP ano | 2400 | Podlahy, střecha, nosné konstrukce – 45 min |
| | 2 NP ne | 750 (nevychází) | Podlahy, nosné konstrukce – 45 min |
| | 2 NP ano | 1800 | Podlahy, střecha, nosné konstrukce – 45 min |

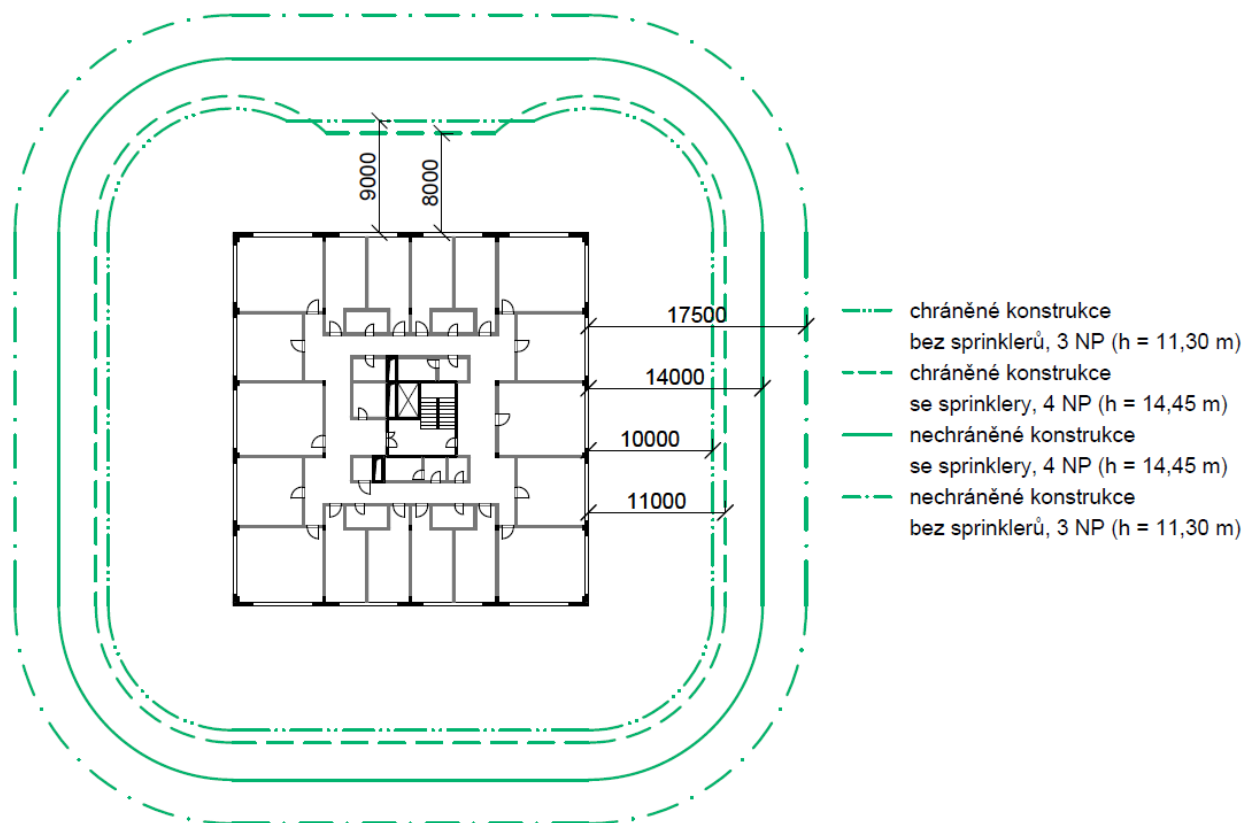
tab. 24 Požadavky na FSR a jejich splnění

| Konstrukce | Požadavek FSR | Splnění požadavku |
|--|---------------------------|------------------------|
| Únikový východ | 25 | Úprava/jiná konstrukce |
| Konstrukce ve vestibulu sloužící k úniku | 25 | Úprava/jiná konstrukce |
| Šachty | 25 | Úprava/jiná konstrukce |
| Povrchy stěn a stropu | 150 | OK |
| Stěny na ÚC – bez sprinklerů | 75 150 dole, 25 nahoře | Úprava/jiná konstrukce |
| Stěny na ÚC – se sprinklery | 150 | OK |
| Stropy na ÚC – bez sprinklerů | 25 | Úprava/jiná konstrukce |
| Stropy na ÚC – se sprinklery | 150 | OK |
| Dveře | 200 | OK |

Pozn.: OK = požadavky splňují i dřevěné (hořlavé) konstrukce bez dalších úprav

tab. 25 Odstupové vzdálenosti různých variant stavby

| Varianta | Podlaží | POP [%] | | | | Odstupové vzdálenosti [m] | | | |
|------------|--------------------------|---|-----------------|----------------|----------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Plocha obvodové stěny [m ²] | | | | S | J | V | Z |
| | | S | J | V | Z | | | | |
| A (POP) | 4. NP | 100 122,98 | 100 122,98 | 100 129,0 | 100 129,0 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | 2. a 3. NP | 100 90,09 | 100 90,09 | 100 94,5 | 100 94,5 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | 1. NP | 100 110,11 | 100 110,11 | 100 115,5 | 100 115,5 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | 3 NP – bez sprinklerů | 100 413,27 | 100 413,27 | 100 433,5 | 100 433,5 | 35 (17,5) | 35 (17,5) | 35 (17,5) | 35 (17,5) |
| | 2 NP – bez sprinklerů | 100 233,09 | 100 233,09 | 100 244,5 | 100 244,5 | 25 (12,5) | 25 (12,5) | 25 (12,5) | 25 (12,5) |
| B | 4. NP | 29,66 122,98 | 29,66 122,98 | 34,61 129,0 | 34,61 129,0 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| | 2. a 3. NP | 40,49 90,09 | 40,49 90,09 | 47,25 94,5 | 47,25 94,5 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| | 1. NP | 37,29 110,11 | 71,43 110,11 | 62,14 115,5 | 67,38 115,5 | 8 | 11 | 11 | 11 |
| | 3 NP – bez sprinklerů | 27,59 413,27 | 36,69 413,27 | 37,16 433,5 | 38,55 433,5 | 18 (9) | 20 (10) | 20 (10) | 20 (10) |



obr. 33 Porovnání odstupových vzdáleností pro jednotlivé varianty budovy

V objektu se musí navrhovat (chráněná) úniková cesta (*public corridor*). Za tuto únikovou cestu se uvažuje schodiště uprostřed objektu. V části s kanceláři musí být vzdálenost k této únikové cestě max. 25 m a v části s obchodními jednotkami je to 15 m. Dveře na únikových cestách musí být široké min. 1100 mm. Tyto podmínky jsou v řešeném příkladu splněny.

Žádné další parametry (obsazenost, šířky ÚC, počet hasicích přístrojů aj.) nejsou v NBC [14] vyžadovány pouze pro dřevostavby, proto jsou z příkladu vynechány.

4.4.1 Porovnání s ČR

Z pohledu požární odolnosti je návrh v České republice striktnější. Kanadské předpisy udávají požadavky na PO do 60 min (viz tab. 23) a pokud bychom uvažovali pouze kanceláře, mohla by mít stavba až 6 NP (tj. požární výška 16,45 m; výška stavby 20,75 m) při použití sprinklerového systému.

Součástí budovy jsou však i obchodní jednotky a stavba tak může být postavena pouze do 3 NP, respektive 4 NP při použití sprinklerového systému. Naopak dvoupodlažní budova lícující se 2 ulicemi, která lze postavit v ČR, nemůže být v Kanadě postavena, jelikož převyšuje maximální plochu. Porovnání budov s nechráněnými konstrukcemi tak není úplně správné a je pouze názorné. Aby bylo možné porovnat stavbu v ČR a Kanadě, musela by být například budova umístěna tak, aby lícovala se 3 ulicemi. V rámci této práce je možné

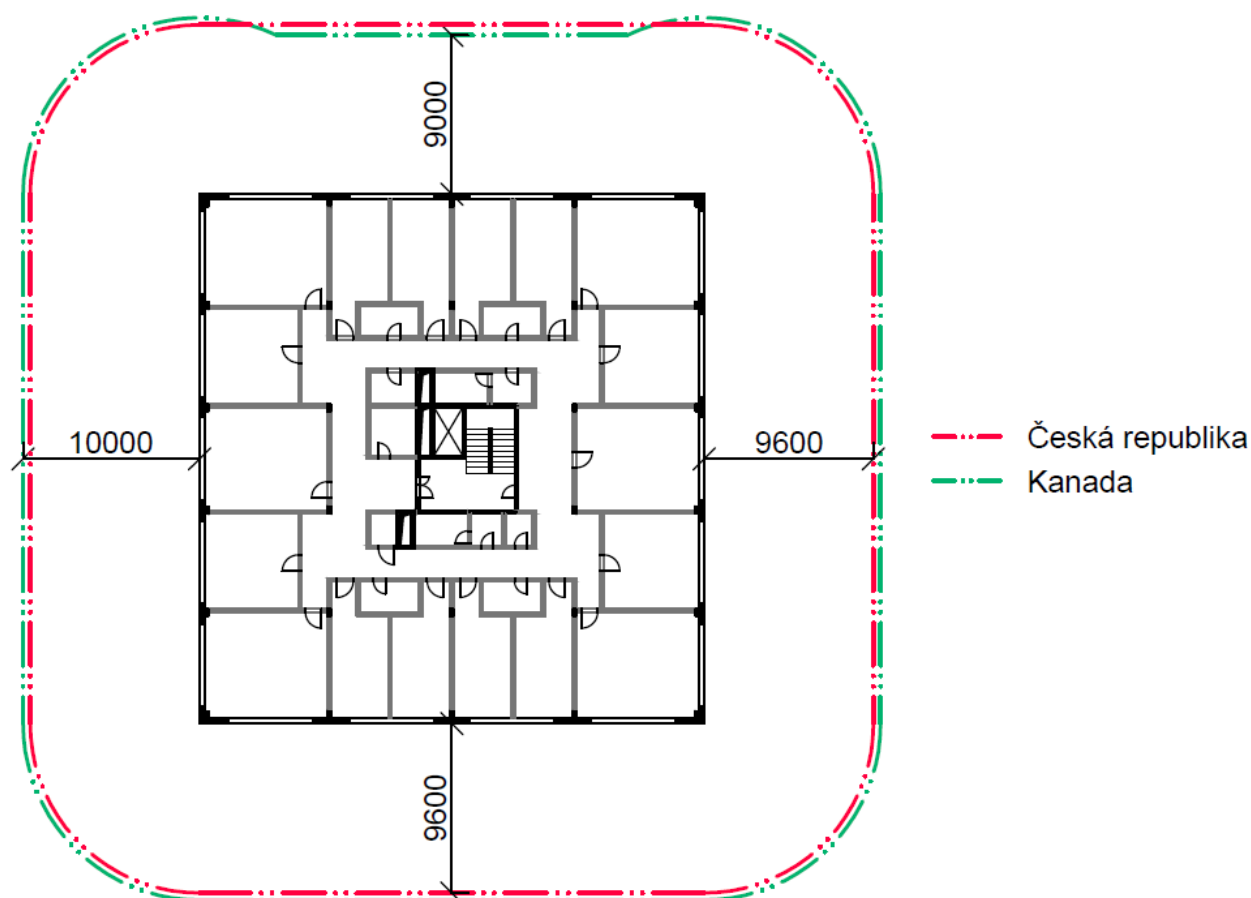
budovu a její umístění částečně měnit, proto se pro budovu o 2 NP může uvažovat i se 3 ulicemi (tab. 3.2.2.68 v NBC [14] udává v takovém případě maximální plochu 900 m², přičemž reálná plocha stavby je 858 m²).

U budov s chráněnými konstrukcemi jsou odstupové vzdálenosti (obr. 34) téměř totožné. Liší se o 400–600 mm, přičemž pouze od severní fasády jsou odstupové vzdálenosti menší u kanadského návrhu. Při porovnání budov s nechráněnými konstrukcemi se odstupové vzdálenosti (obr. 35) liší o necelé 3 m.

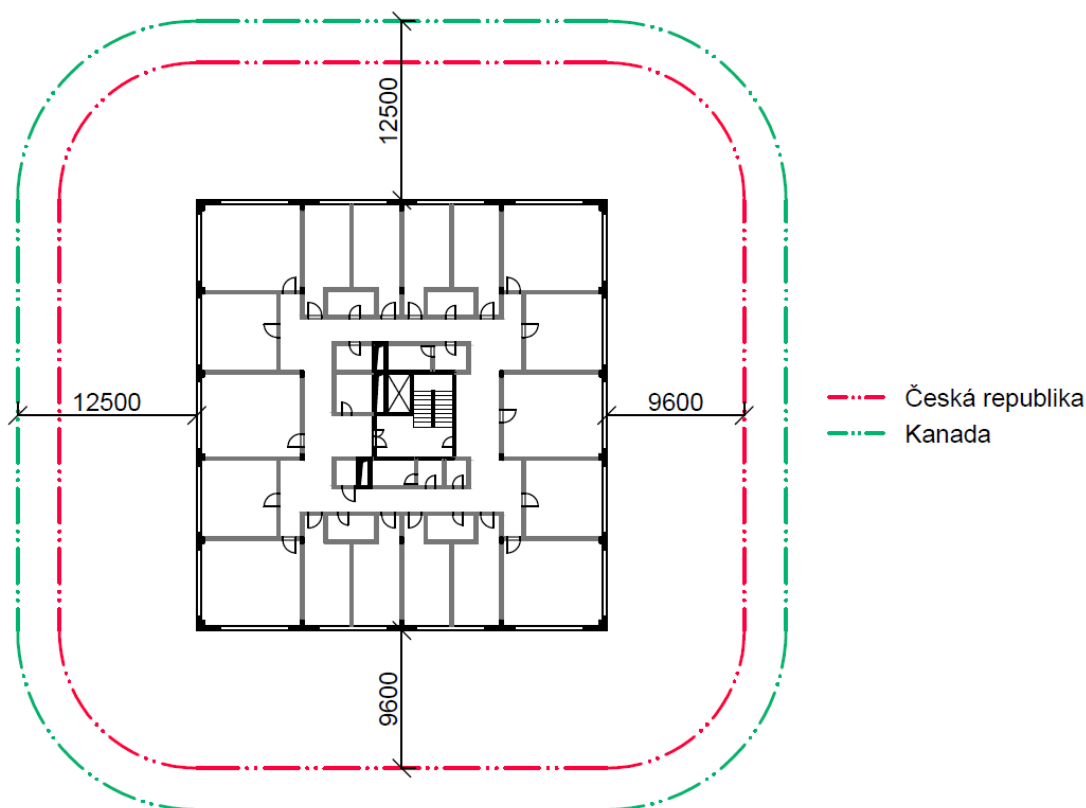
Jelikož tato diplomová práce řeší dřevostavby, je lepším ukazatelem porovnání právě staveb s nechráněnými konstrukcemi. Budovu z hořlavých materiálů s max. 2 NP, kterou lze postavit v ČR, můžeme postavit i v Kanadě a výsledky jsou obdobné – z hlediska odstupových vzdáleností se budovy liší pouze minimálně a z pohledu PO jsou požadavky stejné. V Kanadě lze navíc z nechráněných konstrukcí dosáhnout až 3 NP.

Pokud porovnáme budovy s chráněnými konstrukcemi, je vítězem opět Kanada, kde můžeme uvažovat u této konkrétní budovy až se 4 NP. Při změně účelu stavby (např. pouze kancelářské plochy) se však můžeme dostat až na 6 NP.

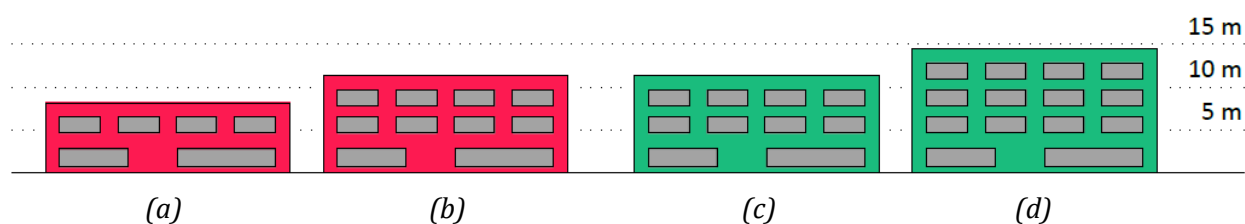
Porovnání výšek staveb s chráněnými i nechráněnými konstrukcemi viz obr. 36.



obr. 34 Porovnání odstupových vzdáleností od chráněných konstrukcí



obr. 35 Porovnání odstupových vzdáleností od nechráněných konstrukcí



obr. 36 Porovnání výšek staveb: (a) nechráněné konstrukce ČR; (b) chráněné konstrukce ČR; (c) nechráněné konstrukce Kanada; (d) chráněné konstrukce Kanada

4.5 USA

Budova se dle IBC [19], respektive IFC [40], řadí do skupiny B (Business) a M (Mercantile). Jelikož se v budově vyskytují 2 skupiny, můžeme k návrhu přistupovat dvěma způsoby. Budovu můžeme řešit jako budovu s oddělenými nebo neoddělenými prostory, proto jsou dále popsány obě varianty.

Jak je popsáno v kap. 3.4.2 a 3.4.3, obecně dřevostavby spadají z hlediska konstrukčního systému do typu IV-HT (těžký skelet, PO do 120 min), V-A (hořlavé konstrukce s PO do 60 min) nebo V-B (ostatní). Jestliže však použijeme konstrukce popsané v kap. 4.1, tedy běžné dřevěné konstrukce s PO do 60 min, musí se konstrukce posuzovat jako typ V-A, respektive V-B. Do typu IV-HT by spadaly například stavby z CLT panelů, které nejsou předmětem této práce.

4.5.1 Neoddělené prostory

Při posuzování budovy s neoddělenými prostory se řeší návrh vždy podle kritičtější varianty. Mezi jednotlivými prostory nemusí být požárně dělicí konstrukce, ostatní požadavky (týkající se pouze dřevostaveb) jsou pro porovnání variant pro kanceláře i obchodní plochy zapsané v tab. 28 a tab. 29. V tabulkách se vyskytují pojmy chráněná úniková cesta (CHÚC) a nechráněná úniková cesty (NÚC), které jsou ekvivalentem pro americké pojmy *exit passageways (stairways and ramps)* a *corridors and enclosure for exit access stairways (ramps)*.

Z tabulek je zřejmé, že tyto 2 skupiny si jsou podobné a ve většině případů se posuzují stejně – až na pár výjimek, kde jsou kritičtější variantou obchody. Rozdíly v návrhu jsou v tabulkách barevně vyznačeny. V tab. 28 se zmiňují požární stěny a požární bariéry, které musí mít PO 120–180 min. Takové konstrukce se v objektu nenachází – není na ně kladen požadavek, jsou zde pouze zmíněny pro porovnání.

Maximální povolená půdorysná plocha se vypočte podle následujících vzorců (3, 4). Pro porovnání se použijí výpočty pro obě skupiny. Skutečná plocha stavby je 858 m². Z tab. 26, kde jsou vypočtené limitující plochy, je patrné, že stavba vyhoví.

$$A_a = [A_t + (NS \times I_f)], I_f = [F/P - 0,25] * W/30 \quad (\text{vzorce 3 a 4 z kap. 3.4.6})$$

kde: A_t a NS – určeno dle tab. 506.2 v IBC [19]

F – obvod stavby lícující s chodníky (uvažovány 2 ulice $\rightarrow 30 + 28,6$ m)

P – obvod celé stavby

W – šířka chodníku, vozovky a chodníku na druhé straně ($2 \times 2,25 + 6 = 10,5$ m)

Výškové požadavky na stavby a porovnání s výškou stavby použité v příkladu viz tab. 27. Z tabulky je zřejmé, že výšková omezení jsou o dost vyšší než výšky odpovídající podlažím. Povolený počet podlaží je tedy více limitující než maximální povolená výška stavby. Pokud bychom chtěli mít stavbu z běžných dřevěných konstrukcí, tedy konstrukcí typu V-A a V-B, je umožněno postavit řešenou stavbu do výšky 11,3 m, v případě použití sprinklerového systému do výšky 14,45 m. Z konstrukcí typu IV-HT bychom mohli stavět do výšky 14,45 m, respektive 17,6 m.

Odstupové vzdálenosti se určují podle PO, respektive typu konstrukcí. Dle tab. 28 jsou odstupové vzdálenosti pouze 1,52 m. Konstrukce však musí splňovat PO 60 min, čehož jsou i běžné dřevěné konstrukce schopné dosáhnout. Odstupové vzdálenosti navíc zpřísňuje tab. 705.8 v IBC [19] (tab. 16), kde jsou odstupové vzdálenosti navíc závislé na požární otevřenosti stěn. Určení odstupových vzdáleností dle těchto požadavků viz tab. 30. Nechráněná budova má nehledě na výšku odstupové vzdálenosti 9,14 m, 7,62 m a 6,10 m.

Budova vybavena sprinklerovým systémem nebo chráněnými otvory má odstupové vzdálenosti 4,57 m a 3,05 m. Grafické porovnání odstupových vzdáleností viz obr. 37.

Veškeré konstrukce nemohou být pouze dřevěné (hořlavé), jelikož je na některé materiály kladen i požadavek z hlediska FSI. V chráněných únikových cestách musí být materiály klasifikace A (FSI < 25). Tohoto požadavku by běžné dřevěné konstrukce jen stěží dosáhly a musí být z tohoto důvodu chráněny.

Žádné další požadavky nejsou určující pouze pro dřevostavby. Z tohoto důvodu dále nejsou popsány.

tab. 26 Výpočet maximální plochy budovy A_a

| Sk. | Typ | Sprinkler. systém | A_t | NS | F [ft] | P [ft] | W [ft] | I_r [%] | A_a [ft ²] | A_a [m ²] |
|-----|-------|-------------------|--------|-------|--------|--------|--------|-----------|--------------------------|-------------------------|
| B | IV-HT | Ne | 36000 | 36000 | 192,26 | 384,51 | 34,45 | 28,71 | 1 069 465 | 99 353 |
| | | Ano | 108000 | 36000 | | | | | 1 141 465 | 106 042 |
| | V-A | Ne | 18000 | 18000 | | | | | 534 732 | 49 677 |
| | | Ano | 54000 | 18000 | | | | | 570 732 | 53 021 |
| | V-B | Ne | 9000 | 9000 | | | | | 267 366 | 24 838 |
| | | Ano | 27000 | 9000 | | | | | 285 366 | 26 511 |
| M | IV-HT | Ne | 25000 | 25000 | | | | | 742 684 | 68 995 |
| | | Ano | 61500 | 25000 | | | | | 779 184 | 72 386 |
| | V-A | Ne | 14000 | 14000 | | | | | 415 903 | 38 637 |
| | | Ano | 42000 | 14000 | | | | | 443 903 | 41 239 |
| | V-B | Ne | 9000 | 9000 | | | | | 267 366 | 24 838 |
| | | Ano | 27000 | 9000 | | | | | 285 366 | 26 511 |

tab. 27 Výškové požadavky na stavby dle tab. 28 a tab. 29 a výšky stavby dle příkladu

| Sprinklerový systém | Typ konstrukce | Max. podlaží | Max. výška | Reálná výška | Požární výška |
|---------------------|----------------|--------------|------------|--------------|---------------|
| Ne | IV-HT | 4 | 19,81 m | 14,45 m | 10,15 m |
| | V-A | 3 | 15,24 m | 11,30 m | 7,00 m |
| | V-B | 1 | 12,19 m | 4,30 m | 0,00 m |
| Ano | IV-HT | 5 | 25,91 m | 17,60 m | 13,30 m |
| | V-A | 4 | 21,34 m | 14,45 m | 10,15 m |
| | V-B | 2 | 18,29 m | 8,15 m | 3,85 m |

tab. 28 Požadavky na vlastnosti stavby z hlediska užívání – bez sprinklerového systému

| Požadavek na stavbu | Skupina B | Skupina M | Odkaz na IBC [19] |
|---|--|--|--------------------------|
| Výška stavby | | | |
| Typ IV-HT | 65 ft (19,81 m) | 65 ft (19,81 m) | Tab. 504.3 |
| Typ V-A | 50 ft (15,24 m) | 50 ft (15,24 m) | Tab. 504.3 |
| Typ V-B | 40 ft (12,19 m) | 40 ft (12,19 m) | Tab. 504.3 |
| Počet nadzemních podlaží | | | |
| Typ IV-HT | 5 | 4 | Tab. 504.4 |
| Typ V-A | 3 | 3 | Tab. 504.4 |
| Typ V-B | 2 | 1 | Tab. 504.4 |
| PO obvodových stěn v závislosti na odstupové vzdálenosti [h] | | | |
| Do 5 ft (1,52 m) | 1 | 2 | Tab. 705.5 |
| 5–10 ft (1,52–3,05 m) | 1 | 1 | Tab. 705.5 |
| 10–30 ft (3,05–9,14 m) | V-B | 0 | Tab. 705.5 |
| | Ostatní | 1 | Tab. 705.5 |
| Nad 30 ft (9,14 m) | 0 | 0 | Tab. 705.5 |
| PO konstrukcí [h] | | | |
| Požární stěny | 3 | 3 | Tab. 706.4 |
| Požární bariéry | 2 | 2 | Tab. 707.3.10 |
| Povrchová úprava stěn a stropů | | | |
| CHÚC (schodiště) | A | A | Tab. 803.13 |
| NÚC | B | B | Tab. 803.13 |
| ostatní místnosti | C | C | Tab. 803.13 |
| Požární ochrana a ochrana osob | | | |
| Požární hlásiče (manuální) | 500 a více os. v objektu | 500 a více os. v objektu | Čl. 907.2.2, čl. 907.2.7 |
| | Více než 100 osob nad/pod nejnižší úroveň výstupních dveří na CHÚC | Více než 100 osob nad/pod nejnižší úroveň výstupních dveří na CHÚC | Čl. 907.2.2, čl. 907.2.7 |
| Únikové cesty | | | |
| Užití 1 ÚC (vstupu na CHÚC) | Max. obsazenost 49 | Max. obsazenost 49 | Tab. 1006.2.1 |
| | Vzdálenost (obsazenost do 30) 100 ft (30,48 m) | Vzdálenost (obsazenost do 30) 75 ft (22,86 m) | Tab. 1006.2.1 |
| | Vzdálenost (obsazenost nad 30) 75 ft (22,86 m) | Vzdálenost (obsazenost nad 30) 75 ft (22,86 m) | Tab. 1006.2.1 |
| Užití 1 ÚC – 1. NP nebo 1. PP | Obsazenost 49 | Obsazenost 49 | Tab. 1006.3.4(2) |
| | Vzdálenost 75 ft (22,86 m) | Vzdálenost 75 ft (22,86 m) | Tab. 1006.3.4(2) |
| Užití 1 ÚC – 2. NP | Obsazenost 29 | Obsazenost 29 | Tab. 1006.3.4(2) |
| | Vzdálenost 75 ft (22,86 m) | Vzdálenost 75 ft (22,86 m) | Tab. 1006.3.4(2) |
| Užití 1 ÚC – 3. NP a více | Nemožné | Nemožné | Tab. 1006.3.4(2) |
| Délka NÚC | Délka 200 ft (60,69 m) | Délka 200 ft (60,69 m) | Tab. 1017.2 |
| PO chodeb (<i>corridor</i>), kde uniká > 30 osob | 1 h | 1 h | Tab. 1020.2 |

tab. 29 Požadavky na vlastnosti stavby z hlediska užívání – se sprinklerovým systémem

| Požadavek na stavbu | Skupina B | Skupina M | Odkaz na IBC [19] |
|--|--|--|--------------------------|
| Výška stavby | | | |
| Typ IV-HT | 85 ft (25,91 m) | 85 ft (25,91 m) | Tab. 504.3 |
| Typ V-A | 50 ft (21,34 m) | 50 ft (21,34 m) | Tab. 504.3 |
| Typ V-B | 40 ft (18,29m) | 40 ft (18,29m) | Tab. 504.3 |
| Počet nadzemních podlaží | | | |
| Typ IV-HT | 6 | 5 | Tab. 504.4 |
| Typ V-A | 4 | 4 | Tab. 504.4 |
| Typ V-B | 3 | 2 | Tab. 504.4 |
| FSI/SDI obvodových stěn v závislosti na odstupové vzdálenosti [h] | | | |
| Povrchová úprava stěn a stropů – CHÚC (schodiště) | B | B | Tab. 803.13 |
| Povrchová úprava stěn a stropů – NÚC | C | C | Tab. 803.13 |
| Povrchová úprava stěn a stropů – ostatní místnosti | C | C | Tab. 803.13 |
| Požární ochrana a ochrana osob | | | |
| Sprinklerový systém | | Plocha skupiny na podlaží je větší než 12000 ft ² (1115 m ²) | Čl. 903.2.7 |
| | | Skupina ve 4. NP a výš | Čl. 903.2.7 |
| | | Součet ploch, kde se skupina nachází, je více než 24000 ft ² (2230 m ²) | Čl. 903.2.7 |
| Požární hlásiče (manuální) | Nemusí být, pokud je celá budova se sprinklerovým systémem | Nemusí být, pokud je celá budova se sprinklerovým systémem | Čl. 907.2.2, čl. 907.2.7 |
| Únikové cesty | | | |
| Užití 1 ÚC (vstupu na CHÚC) | Vzdálenost 100 ft (30,48 m) | Vzdálenost 75 ft (22,86 m) | Tab. 1006.2.1 |
| Délka NÚC | Délka 300 ft (91,44 m) | Délka 300 ft (91,44 m) | Tab. 1017.2 |
| PO chodeb (<i>corridor</i>), kde uniká > 30 osob | Bez požadavku | Bez požadavku | Tab. 1020.2 |

tab. 30 Bezpečné vzdálenosti dle tab. 705.8 v IBC [19]

| NP | Stěna | Otevřené plochy [%] | Odstupové vzdálenosti [ft] | | |
|--------------------------------|-------|---------------------|----------------------------|----------|----------|
| | | | UP, NS | UP, S | P |
| 1. NP | S | 37,29 | 20-25 ft | 10-15 ft | 10-15 ft |
| | J | 71,43 | ≥ 30 ft | 15-20 ft | 15-20 ft |
| | V | 62,14 | 25-30 ft | 15-20 ft | 15-20 ft |
| | Z | 67,38 | 25-30 ft | 15-20 ft | 15-20 ft |
| Typické podlaží | S | 40,49 | 20-25 ft | 10-15 ft | 10-15 ft |
| | J | 40,49 | 20-25 ft | 10-15 ft | 10-15 ft |
| | V | 47,25 | 25-30 ft | 15-20 ft | 15-20 ft |
| | Z | 47,25 | 25-30 ft | 15-20 ft | 15-20 ft |
| Poslední podlaží ¹⁾ | S | 29,66 | 20-25 ft | 10-15 ft | 10-15 ft |
| | J | 29,66 | 20-25 ft | 10-15 ft | 10-15 ft |
| | V | 34,61 | 20-25 ft | 10-15 ft | 10-15 ft |
| | Z | 34,61 | 20-25 ft | 10-15 ft | 10-15 ft |

Poznámky:

10 ft = 3,05 m; 15 ft = 4,57 m; 20 ft = 6,10 m; 25 ft = 7,62 m; 30 ft = 9,14 m

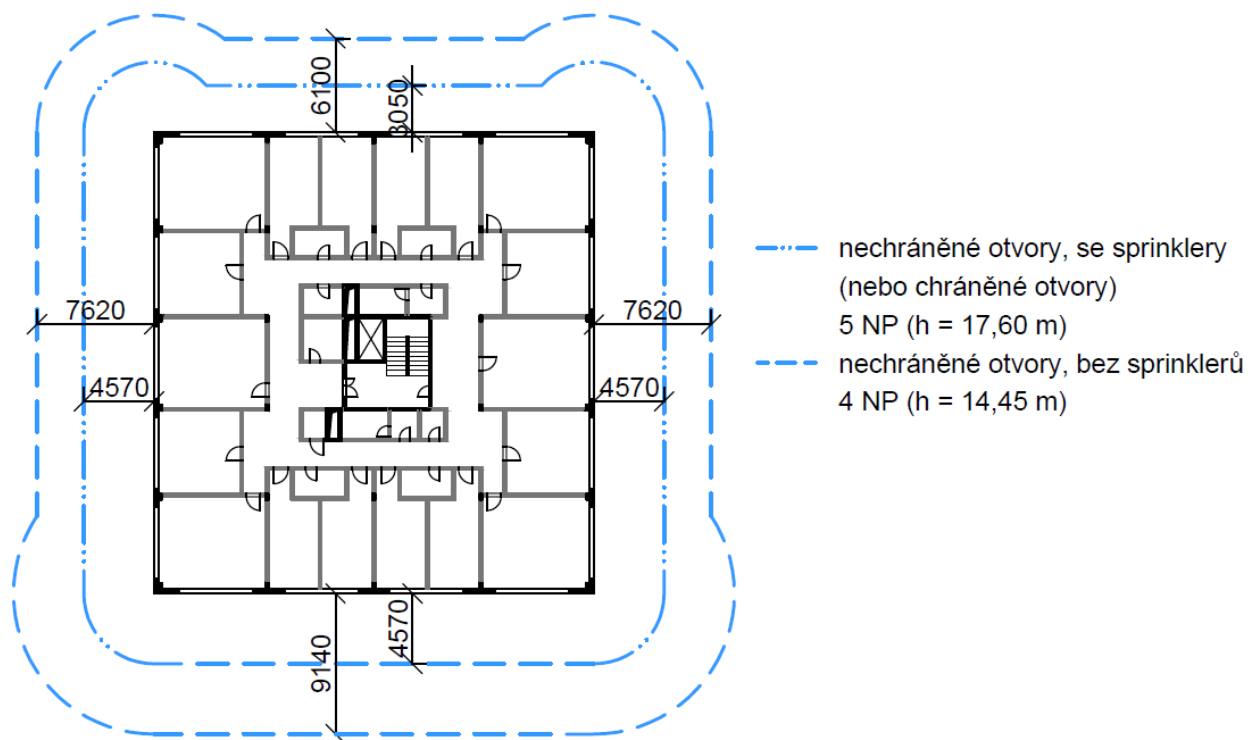
UP = nechráněné otvory (PO menší než 45 min)

P = chráněné otvory (PO min. 45 min)

NS = bez sprinklerového systému

S = sprinklerový systém

1) Dle tab. 28, resp. IBC, tab. 504.4 [19] musí mít budova s 5 NP sprinklerový systém.



obr. 37 Porovnání odstupových vzdáleností stavby – USA

4.5.2 Oddělené prostory

Požadavky na prostory se příliš neliší, tudíž je návrh při použití oddělených prostor téměř totožný s návrhem popsáním v předchozí kapitole. V této kapitole jsou z tohoto důvodu popsány pouze parametry, které se od předchozí kapitoly liší.

Ačkoliv jsou v budově 2 různé prostory, nemusí se mezi nimi dle tab. 508.4 v IBC [19] (tab. 12) zřizovat požárně dělicí konstrukce. Tento fakt zřejmě vyplývá z podobnosti obou prostor.

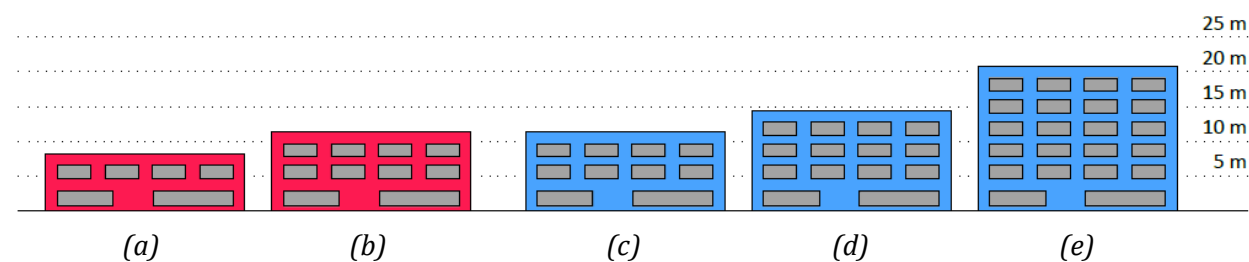
Výška (podlažnost) se liší v případě použití konstrukcí typu IV-HT, jelikož skupina B (kanceláře) umožňuje stavět do 5 NP. Při použití sprinklerového systému bychom se dostali až na 6 NP. Při použití konstrukcí typu V-B se obdobným způsobem zvýší podlažnost o 1 NP, návrh z konstrukcí typu V-A se neliší.

4.5.3 Porovnání s ČR

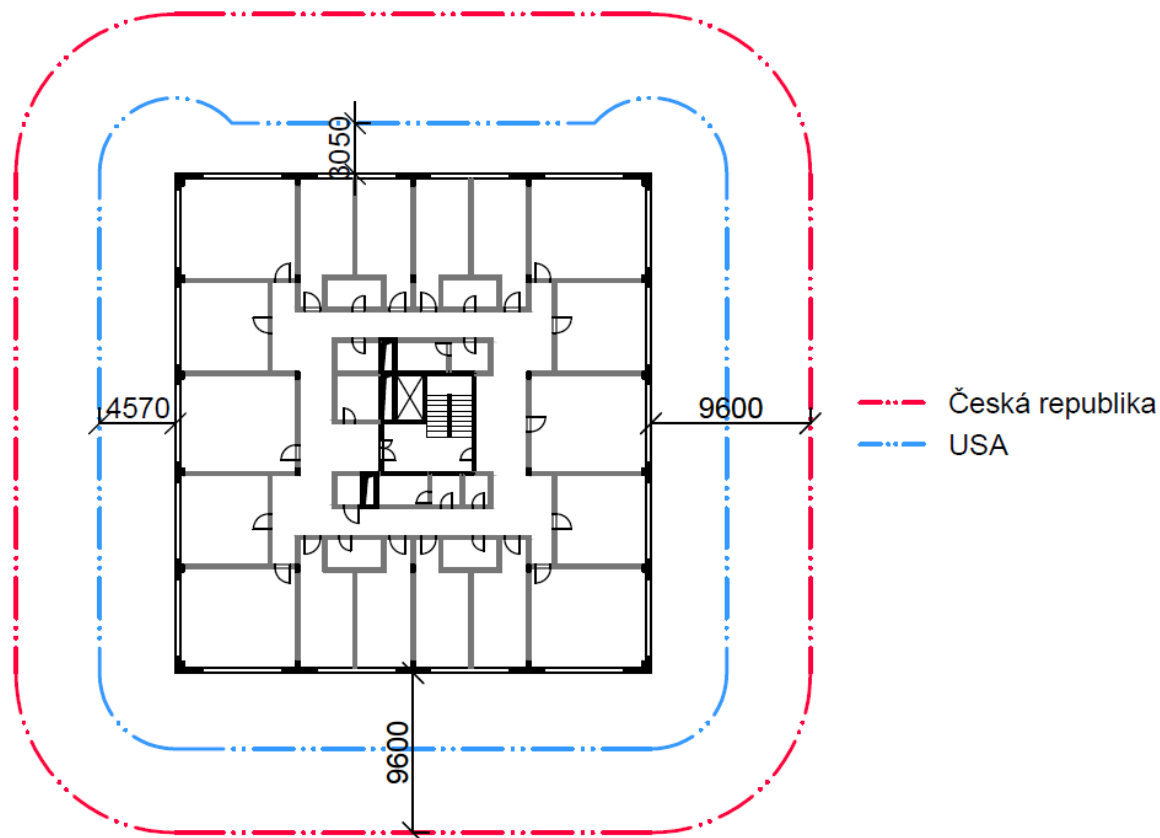
Americký návrh je poněkud mírnější. Při porovnání českého návrhu z chráněných konstrukcí s konstrukcemi typu V-A dostáváme o 1–2 NP více. Porovnání nechráněných konstrukcí s konstrukcemi typu V-B má z hlediska výšky podobné výsledky, v případě neoddělených prostor se navíc umožňuje v Americe stavět pouze 1 NP, zde tedy vítězí ČR, kde je možné stavět 2 NP. Odstupové vzdálenosti se liší o 2 m, přičemž v americkém návrhu nezáleží na výšce stavby. Můžeme tak stavět vyšší stavby s menšími odstupovými vzdálenostmi. To sice není vždy výhodou a mohlo by se zdát, že jsou naopak požadavky příliš malé, vezmeme-li ale v potaz fakt, že je stavba umístěna v místě, kde v okolí cca 10 m nemá žádnou překážku, nemusíme mít obavy, že by byl návrh špatný.

Ani v jednom případě se nesetkáme s návrhem pouze z dřevěných (hořlavých) konstrukcí, jelikož určité konstrukce (materiály) musí splňovat klasifikaci A. Tohoto požadavku by bylo obtížné dosáhnout, tudíž se i v americkém návrhu musí objevovat konstrukce (materiály) s úpravami.

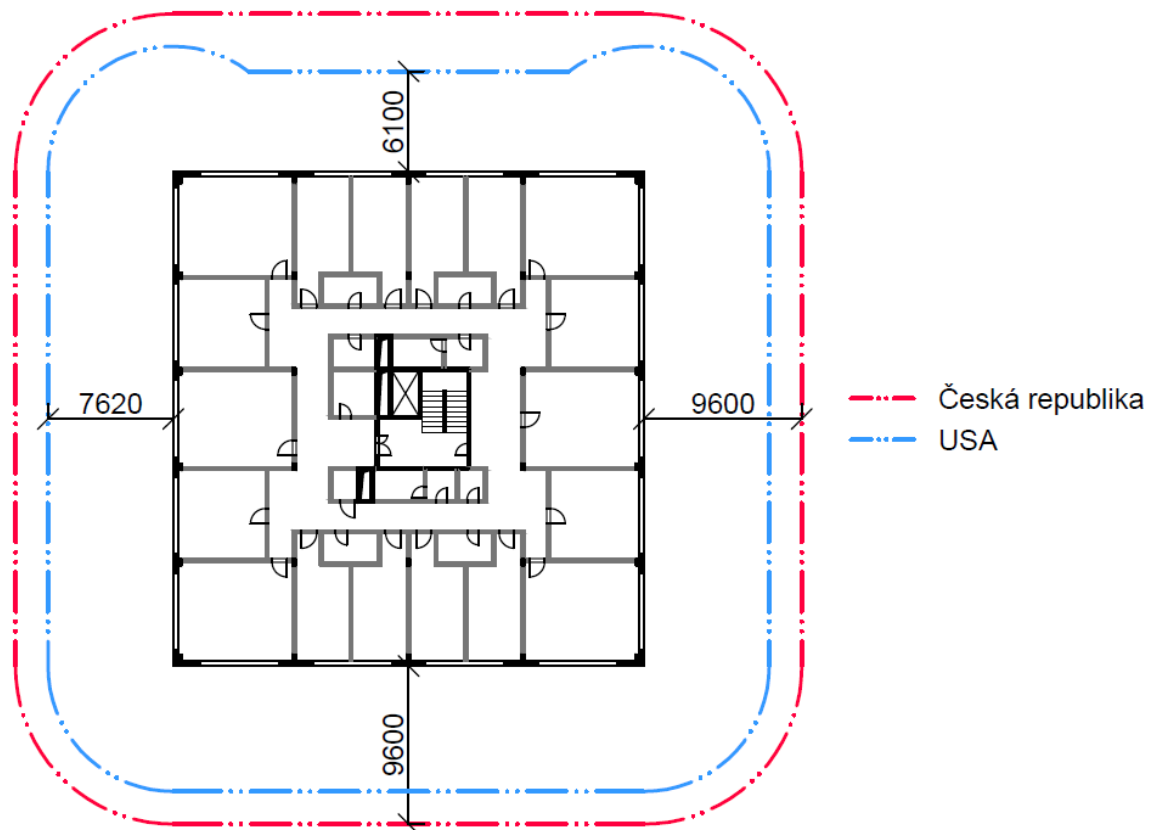
Porovnání výšek (obr. 34) a odstupových vzdáleností (obr. 35 a obr. 36) stavby viz následující obrázky.



obr. 38 Porovnání výšek staveb: (a) nechráněné konstrukce ČR; (b) nechráněné konstrukce ČR; (c) nechráněné konstrukce USA; (d) chráněné konstrukce USA; (e) konstrukce typu IV-HT se sprinklerovým systémem a oddělenými prostory USA



obr. 39 Porovnání odstupových vzdáleností – chráněné konstrukce



obr. 40 Porovnání odstupových vzdáleností – nechráněné konstrukce

4.6 Rakousko

Velká část požadavků ze směrnice OIB 2 [48] je řešena pomocí tabulek, a to následovně:

- **Tab. 1a** – požadavky na třídu reakce na oheň konstrukcí
- **Tab. 1b** – požadavky na požární odolnost konstrukcí
- **Tab. 2a** – požadavky na úniková schodiště (1 ÚC) v budovách třídy GK 2–4
- **Tab. 2b** – požadavky na úniková schodiště (1 ÚC) v budovách třídy GK 5
- **Tab. 3** – požadavky na úniková schodiště (více ÚC)
- **Tab. 4** – požadavky na obchodní jednotky (od 600 m²)
- **Tab. 5** – požadavky na pečovatelské domy a lůžková oddělení nemocnic
- **Tab. 6** – požadavky na nouzové osvětlení (umístění dle účelu stavby)

V příkladové části jsou vzhledem k účelu jednotlivých tabulek užity tabulky 1a, 1b, 2a a 2b. Tabulka 4, i když se týká obchodů, se nepoužije, jelikož PÚ obchodní plochy je pouze 407 m².

Budova se dělí do požárních úseků. 1. NP je rozděleno do více PÚ (obchodní plocha a kancelářská plocha), typická podlaží tvoří vždy samostatný PÚ kanceláří, vnitřní schodiště (CHÚC) je samostatný vícepodlažní PÚ a stejně tak i šachty.

4.6.1 Nechráněné konstrukce

Pokud by bylo základním požadavkem postavit dřevostavbu s nechráněnými konstrukcemi, museli bychom dle tabulky 1a v OIB [48] kvůli třídě reakce na oheň D, kterou mají dřevěné konstrukce, řadit stavbu do tříd GK 1–2 (také viz tab. 31, kde je znázorněno, že od třídy GK 3 musí být některé konstrukce s třídou reakce na oheň lepší než D). Volně stojící stavby v kategorii GK 2 mohou mít podlahovou plochu do 800 m² a v kategorii GK 1 pouze 400 m². Vzhledem k ploše stavby řešené v příkladu (858 m²) tak nemůžeme stavět pouze z dřevěných konstrukcí, ale musíme využít chráněných konstrukcí, viz následující kapitola.

4.6.2 Chráněné konstrukce

Pokud se rozhodneme dřevěné konstrukce chránit (např. SDK obklady), můžeme uvažovat vzhledem k požadavkům na konstrukce a ploše budovy s kategoriemi GK 3–5. Zatřídění, maximální výška a počet NP závisí na použitých konstrukcích a jejich vlastnostech. Pro vypracování této kapitoly tak byly použity tabulky v OIB [48], které udávají požadavky na konstrukce, a technické listy výrobců, které uvádí reálné vlastnosti konstrukcí.

V tab. 31 se uvádí požadavky na konstrukce z hlediska třídy reakce na oheň a příklady konstrukcí, které tyto požadavky splňují, a 0 uvádí požadavky na PO konstrukcí. V těchto

tabulkách se uvádí 2x třída GK 5. Horní řádek reprezentuje kategorii GK 5 pro stavby do 6 NP vč. a dolní řádek je pro stavby nad 6 NP. V tab. 33 a tab. 34 se uvádí požadavky na schodiště (CHÚC). Jestliže tabulky v OIB [48] požadují další opatření, které však nejsou rozhodující pro (ne)hořlavé konstrukce, nejsou tyto požadavky v tabulkách níže uvedeny – jedná se např. o PBZ a jejich umístění. U všech tabulek je nutné sledovat i poznámky, jelikož tabulky v OIB [48] umožňují určité výjimky – tyto výjimky jsou uvedeny právě v poznámkách. Toto se týká především tab. 31, kde se u některých položek uvádí požadavek na konstrukce s třídou reakce na oheň C a vyšší, ale jako dostačující se, díky výjimce, uvádí dřevěná konstrukce, resp. konstrukce s třídou reakce na oheň D.

Dle tabulek níže je zřejmé, že bychom nemohli ani v kategorii GK 3 užít pouze konstrukce s třídou reakce do D. Požadavky na konstrukce staveb v kategorii GK 3 jsou však minimální – jedná se vesměs o úpravy, které by pravděpodobně byly užity v konstrukci nehledě na požadavcích (např. požadavky na izolace nebo zvýšení PO konstrukce užitím SDK obkladu), proto dále uvažuji, především při porovnání s ČR (kap. 4.6.3), stavbu v této kategorii jako stavbu s nechráněnými konstrukcemi. Tato stavba může mít požární výšku do 7 m, což přesně odpovídá výškové poloze 3. NP stavby zkoumané v této práci.

Pokud se rozhodneme chránit konstrukce více, máme možnost navrhnout stavbu v kategoriích GK 4–5. V kategorii GK 5 se mohou stavět dřevěné (hořlavé) stavby pouze do 6 NP, což je zřejmé např. z pol. 1.2 v 0, kde musí být nosné konstrukce třídy A2. Z tohoto důvodu je dále uvažováno pouze se stavbou do 6 NP. V našem případě to pro stavbu znamená požární výšku 16,45 m.

Odstupové (bezpečnostní) vzdálenosti jsou pro všechny kategorie stejné – 2 m. Žádné další požadavky se dle OIB [48] na dřevostavby nevztahují.

tab. 31 Požadavky na konstrukce dle tab. 1a v OIB [48]

| Konstrukce | Požadavky | Splnění požadavků |
|--|----------------------------|--|
| 1 Obvodový plášť | | |
| 1.2.2 Vnější vrstva | GK 3 – D | OSB – D-s1, d0 [54] |
| | GK 4 – A2-d1 ¹⁾ | Knauf Fireboard – A1 [52] Alubky – A2-s1, d0 [55] |
| | GK 5 – A2-d1 ¹⁾ | |
| | GK 5 – A2-d1 ²⁾ | |
| 1.2.2 Nosná konstrukce systému (tyčová konstrukce) | GK 3 – D | Dřevěné sloupky – D |
| | GK 4 – D | |
| | GK 5 – D | |
| | GK 5 – D | |
| 1.2.2 Izolační vrstva | GK 3 – D | Izolace Naturdom – A1 [56] |
| | GK 4 – B ¹⁾ | |
| | GK 5 – B ¹⁾ | |
| | GK 5 – B ²⁾ | |

| 2 Chodby a schodiště (NÚC) | | |
|--|---|--|
| 2.1.2 Vnější vrstva stěn | GK 3 – D | OSB – D-s1, d0 [54] |
| | GK 4 – C ³⁾ | Povoleny dřevěné konstrukce – D |
| | GK 5 – B | Knauf RED Piano – A2-s1, d0 [52] |
| | GK 5 – B | |
| 2.1.2 Nosná konstrukce stěnového systému | GK 3 – D | Povoleny dřevěné konstrukce – D |
| | GK 4 – A2 ³⁾ | |
| | GK 5 – A2 ³⁾ | |
| | GK 5 – A2 ³⁾ | |
| 2.1.2 Izolační vrstva stěn | GK 3 – C | Izolace z minerální vlny – A1 [57] |
| | GK 4 – C | |
| | GK 5 – A2 | |
| | GK 5 – A2 | |
| 2.2 Zavěšené podhledy | GK 3 – D-d0 | Povoleny dřevěné konstrukce – D |
| | GK 4 – C-s1, d0 ³⁾ | |
| | GK 5 – C-s1, d0 ³⁾ | |
| | GK 5 – C-s1, d0 ³⁾ | |
| 2.3 Obklady stěn a stropů | GK 3 – D-d0 | Povoleny dřevěné konstrukce – D |
| | GK 4 – C-s1, d0 ³⁾ | |
| | GK 5 – C-s1, d0 ³⁾ | |
| | GK 5 – C-s1, d0 ³⁾ | |
| 2.4 Podlahová krytina | GK 3 – D _n | Povoleny dřevěné konstrukce – D |
| | GK 4 – C _n -s1 ⁴⁾ | Povoleno tvrdé dřevo tl. 15 mm |
| | GK 5 – C _n -s1 | Dubová podlaha – C _n -s1 [58] |
| | GK 5 – C _n -s1 | |
| 3 Schodišťové šachty (CHÚC) | | |
| 3.1.1 Vnější vrstva | GK 3 – C ³⁾ | OSB – D-s1, d0 [54] |
| | GK 4 – B | Knauf Fireboard – A1 [52] |
| | GK 5 – A2 | |
| | GK 5 – A2 | |
| 3.1.1 Nosná konstrukce | GK 3 – A2 ³⁾ | Dřevěné sloupy – D |
| | GK 4 – A2 ³⁾ | |
| | GK 5 – A2 ³⁾ | |
| | GK 5 – A2 ³⁾ | |
| 3.1.1 Izolační vrstva | GK 3 – C | Izolace z minerální vlny – A1 [57] |
| | GK 4 – A2 | |
| | GK 5 – A2 | |
| | GK 5 – A2 | |
| 3.2 Zavěšené podhledy | GK 3 – C-s1, d0 | Knauf RED Piano – A2-s1, d0 [52] |
| | GK 4 – B-s1, d0 | |
| | GK 5 – A2-s1, d0 | |
| | GK 5 – A2-s1, d0 | |

| | | |
|--|---|--|
| 3.3 Obklady stěn a stropů | GK 3 – C-s1, d0 | Knauf RED Piano – A2-s1, d0 [52] |
| | GK 4 – B-s1, d0 | |
| | GK 5 – A2-s1, d0 | |
| | GK 5 – A2-s1, d0 | |
| 3.4.1 Podlahové krytiny, 1 ÚC | GK 3 – C _{fl} -s1 | Dubová podlaha – C _{fl} -s1 [58] |
| | GK 4 – B _{fl} -s1 | Vinylová podlaha – B _{fl} -s1 [59] |
| | GK 5 – A2 _{fl} -s1 | fermacell Powerpanel TE – A1 _{fl} [60] |
| | GK 5 – A2 _{fl} -s1 | |
| 4 Střechy se sklonem ≤ 60° | | |
| 4.1 Zastřešení | GK 3 – B _{roof} (t1) | Konstrukce střech běžně splňují i klasifikaci B _{roof} (t3) |
| | GK 4 – B _{roof} (t1) | |
| | GK 5 – B _{roof} (t1) ⁵⁾ | |
| | GK 5 – B _{roof} (t1) ⁵⁾ | |
| 4.2 Izolační vrstva | GK 3 – E | SmartRoof – A1 [61] |
| | GK 4 – B ⁵⁾ | |
| | GK 5 – B ⁶⁾ | |
| | GK 5 – B ⁶⁾ | |
| 5 Nezastavěné půdní prostory | | |
| Nevyskytují se | | |
| 6 Vedení a jiná zařízení v šachtách nebo kanálech | | |
| Není rozhodující pro dřevostavby – dále se nepopisuje | | |
| <i>Poznámky:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1) V případě izolační vrstvy třídy A2 je přípustná vnější vrstva v B-d1 nebo ze dřeva a materiálů na bázi dřeva v D. 2) V případě izolační vrstvy třídy A2 je přípustná vnější vrstva v B-d1. 3) V případě užití dřevěných konstrukcí je povolena i třída D. 4) Je povoleno tvrdé dřevo (např. dub, červený buk, jasan) o tloušťce min. 15 mm. 5) EPS, XPS a PUR jsou povoleny na střeších se sklonem < 20° nebo na stropě nejvyššího podlaží. 6) EPS, XPS a PUR jsou povoleny na střeších se sklonem < 20° nebo na stropě nejvyššího podlaží, pokud jsou provedeny v A2 a požární odolnost je splněna podle tab. 1b v OIB [48] (0). | | |

tab. 32 PO konstrukcí dle tab. 1b v OIB [48]

| Konstrukce | Požadavky | Splnění požadavků |
|---|---------------------------|---|
| 1 Nosné prvky (s výjimkou požárních konstrukcí) | | |
| 1.1 Poslední NP | GK 3 – R 30 | Nosníky 100x160 mm – Hodnoty PO [28], tab. 5.1.3 |
| | GK 4 – R 30 | Sloupy 200x200 mm – Hodnoty PO [28], tab. 5.2.3.d |
| | GK 5 – R 60 ¹⁾ | Nosníky 200x260 mm – Hodnoty PO [28], tab. 5.1.3 Stěny – Knauf WHITE 1x1,25 a 2x1,25 mm (REI 60) [52] Sloupy – ze 3 stran Knauf RED Piano 1x12,5 mm (R 60) [52] |
| | GK 5 – R 60 | |

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| 1.2 NP | GK 3 – R 60 | Nosníky 200x260 mm – Hodnoty PO [28], tab. 5.1.3 Stěny – Knauf WHITE 1x1,25 a 2x1,25 mm (REI 60) [52] Sloupy – ze 3 stran Knauf RED Piano 1x12,5 mm (R 60) [52] |
| | GK 4 – R 60 | |
| | GK 5 – R 90 | Nosníky – podhled Knauf RED Piano 3x15 mm (REI 90) [52] Stěny – Knauf Vidiwall 1x12,5 mm a Knauf RED Piano 1x12,5 mm (REI 90) [52] Sloupy – ze 3 stran Knauf RED Piano 2x12,5 mm (R 90) [52] |
| | GK 5 – R 90, A2 | Nehořlavé konstrukce – dřevěné konstrukce nelze určit jako celek A2 |
| 2 Požární stěny (kromě stěn schodišť) | | |
| 2.1 Poslední NP | GK 3 – (R)EI 30 | Knauf Vidiwall z obou stran 1x12,5 mm (REI 30) [52] |
| | GK 4 – (R)EI 60 | Knauf WHITE 1x1,25 a 2x1,25 mm (REI 60) [52] |
| | GK 5 – (R)EI 60 ¹⁾ | |
| | GK 5 – (R)EI 60 | |
| 2.2 NP | GK 3 – (R)EI 60 | Knauf WHITE 1x1,25 a 2x1,25 mm (REI 60) [52] |
| | GK 4 – (R)EI 60 | |
| | GK 5 – (R)EI 90 | Knauf Vidiwall 1x12,5 mm a Knauf RED Piano 1x12,5 mm (REI 90) [52] |
| | GK 5 – (R)EI 90, A2 | Nehořlavé konstrukce – dřevěné konstrukce nelze určit jako celek A2 |
| 3 Stěny a stropy oddělující požární sekce | | |
| Nevyskytují se – dle čl. 3.1.1 v OIB [48] by musely být půdorysné plochy více než 1200 (1600) m ² | | |
| 4 Stropy a šikmé stropy se sklonem ≤ 60° | | |
| 4.1 Strop nad posledním NP | GK 3 – R 30 | Nosníky 100x160 mm – Hodnoty PO [28], tab. 5.1.3 |
| | GK 4 – R 30 | |
| | GK 5 – R 60 | Nosníky 200x260 mm – Hodnoty PO [28], tab. 5.1.3 |
| | GK 5 – R 60 | |
| 4.3 Strop nad ostatními NP | GK 3 – REI 60 | Podhled Knauf RED Piano 2x12,5 mm (REI 60) [52] |
| | GK 4 – REI 60 | |
| | GK 5 – REI 90 | Podhled Knauf RED Piano 3x15 mm (REI 90) [52] |
| | GK 5 – REI 90, A2 | Nehořlavé konstrukce – dřevěné konstrukce nelze určit jako celek A2 |
| 5 Balkonové desky | | |
| Nevyskytují se | | |
| Poznámky: | | |
| 1) Doba PO 60 minut postačí pro 2 nejvyšší podlaží, jsou-li všechna ostatní nadzemní podlaží R 90 a A2 nebo EI 90 a A2 nebo REI 90 a A2. | | |

tab. 33 Požadavky na schodiště (CHÚC) dle tab. 2a v OIB [48]

| Konstrukce | Požadavky | Splnění požadavků |
|---|--|--|
| 1 Stěny schodišť | | |
| 1.1 NP ¹⁾ | GK 3 – (R)EI 60 | Knauf WHITE 1x1,25 a 2x1,25 mm (REI 60) [52] |
| | GK 4 – (R)EI 60 ²⁾ | Knauf WHITE 1x1,25 a 2x1,25 mm (REI 60) [52] |
| 2 Strop nad schodištěm | | |
| 2 Strop nad schodištěm | GK 3 – (R)EI 60 | Knauf WHITE 1x1,25 a 2x1,25 mm (REI 60) [52] |
| | GK 4 – (R)EI 60 ²⁾ | Knauf WHITE 1x1,25 a 2x1,25 mm (REI 60) [52] |
| 3 Dveře ve stěnách schodišť | | |
| 3.1 Do bytů, obchodních jednotek a dalších místností | GK 3 – EI ₂ 30-C | Dřevěné dveře dostupné na trhu vyhoví. |
| | GK 4 – EI ₂ 30-C-S ₂₀₀ | |
| 3.2 Do chodeb v NP ³⁾ | E 30-C | |
| | E 30-C | |
| 4 Schodiště a podesty | | |
| 4 Schodiště a podesty | GK 3 – R 60 | Posouzení podle Eurokódu 5 [62]; pokud by prvky nevyhověly, musely by být nahrazeny jinými konstrukcemi. |
| | GK 4 – R 60, A2 | Nehořlavé konstrukce – dřevěné konstrukce nelze určit jako celek A2 |
| 5 Výplně zábradlí na schodištích | | |
| 5 Výplně zábradlí na schodištích | GK 3 – bez pož. | Bez požadavku |
| | GK 4 – E ⁴⁾ | Tvrdé dřevo o tl. min. 15 mm |
| 6 Zařízení pro odvod kouře | | |
| Není rozhodující pro dřevostavby – dále se nepopisuje | | |
| 7 Venkovní schodiště | | |
| Nevyskytují se | | |
| <p><i>Poznámky:</i></p> <p>1) Požadavky na PO se nevyžadují u obvodových stěn schodišťových šachet, které jsou zhotoveny ze stavebních materiálů A2 a které nemohou být v případě požáru ohroženy jinými částmi budovy přiléhajícími k těmto obvodovým stěnám.</p> <p>2) Komponenty na straně schodišťového prostoru musí být vyrobeny ze stavebních materiálů A2.</p> <p>3) Pro skleněné plochy obklopující dveře o ploše nejvýše 3x plochy dveřního křídla stačí E 30.</p> <p>4) Je povoleno tvrdé dřevo (např. dub, červený buk, jasan) o tloušťce min. 15 mm.</p> | | |

tab. 34 Požadavky na schodiště (CHÚC) dle tab. 2b v OIB [48] pro kategorii GK 5 dle způsobu větrání

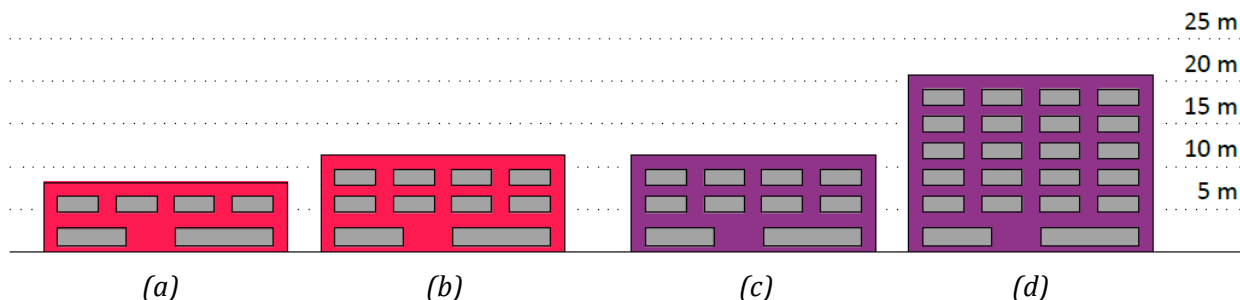
| Konstrukce | Mechanické větrání | Automatická požární signalizace a ZOKT | Únikové cesty s předsíněmi a ZOKT | Splnění požadavků |
|---|----------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Stěny schodišť a šachet | | | | |
| 1.1 NP ¹⁾ | REI 90, A2 | REI 90, A2 | REI 90, A2 | Nehořlavé konstrukce (betonové jádro) |
| 2 Strop nad schodištěm | | | | |
| 2 Strop nad schodištěm ²⁾ | REI 90, A2 | REI 90, A2 | REI 90, A2 | Nehořlavé konstrukce (betonové jádro) |
| 3 Dveře ve stěnách schodišť | | | | |
| 3.1 Chodby v NP | E 30-C | E 30-C-S ₂₀₀ | Nelze použít | Dřevěné dveře dostupné na trhu vyhoví |
| 3.2 Ostatní místnosti v NP | EI ₂ 30-C | EI ₂ 30-C-S ₂₀₀ | Nelze použít | |
| 4 Dveře ve stěnách předsíní | | | | |
| 4.1 Chodby a předsíně | Nelze použít | Nelze použít | E 30-C | Dřevěné dveře dostupné na trhu vyhoví |
| 4.2 Ostatní místnosti | Nelze použít | Nelze použít | EI ₂ 30-C | |
| 5 Schodiště a podesty | | | | |
| 5 Schodiště a podesty | R 90, A2 | R 90, A2 | R 90, A2 | Nehořlavé konstrukce (betonové jádro) |
| 6 Výplně zábradlí na schodištích | | | | |
| 6 Výplně zábradlí na schodištích | B | B | B | Nehořlavé konstrukce |
| 7 Mechanický ventilační systém | | | | |
| Není rozhodující pro dřevostavby – dále se nepopisuje | | | | |
| 8 Automatický systém požární signalizace | | | | |
| Není rozhodující pro dřevostavby – dále se nepopisuje | | | | |
| 9 Zařízení pro odvod kouře | | | | |
| Není rozhodující pro dřevostavby – dále se nepopisuje | | | | |
| 10 Venkovní schodiště | | | | |
| Nevyskytuje se | | | | |
| <i>Poznámky:</i> | | | | |
| 1) Požadavky na PO se nevyžadují u obvodových stěn schodišťových šachet, které jsou zhotoveny ze stavebních materiálů A2 a které nemohou být v případě požáru ohroženy jinými částmi budovy přiléhajícími k těmto obvodovým stěnám. | | | | |
| 2) Odchyłky od požadavků lze učinit, pokud se vhodnými opatřeními zabrání šíření požáru z přilehlých částí stavby na schodiště. | | | | |

4.6.3 Porovnání s ČR

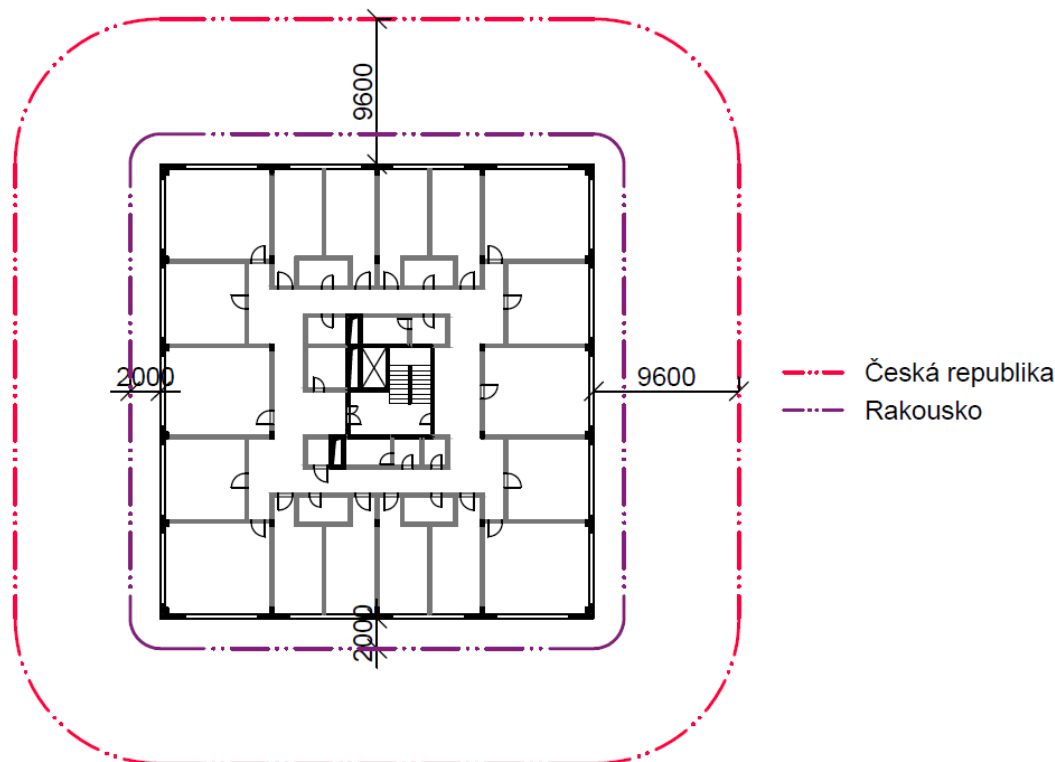
Stavba, jak byla v úvodu příkladové části navržena, by nemohla být v Rakousku postavena pouze z dřevěných (hořlavých) konstrukcí. Taková stavba by musela být zařazena do kategorie GK 1–2, což není možné kvůli rozměrům stavby.

Požadavky na konstrukce staveb v kategorii GK 3 jsou však minimální – jedná se vesměs o úpravy, které by pravděpodobně byly použity v konstrukci nehledě na požadavcích (např. požadavky na izolace nebo zvýšení PO konstrukce užitím SDK obkladu). Z tohoto důvodu je stavba v kategorii GK 3 porovnána se stavbou v ČR z nechráněných konstrukcí. Pokud vezmeme v potaz chráněné konstrukce, je možné v Rakousku stavět v kategoriích GK 4–5. V porovnání se dále uvažuje kategorie GK 5.

Z hlediska požárních výšek má Rakousko také větší možnosti. V případě kategorie GK 3 a nechráněných konstrukcí je možné v Rakousku navrhnout řešenou stavbu do 3 NP (7 m), v ČR jsou to pouze 2 NP (3,85 m). Při uvažování chráněných konstrukcí a kategorie GK 5 se v Rakousku dostaneme až na 6 NP (16,45 m), v ČR pouze 3 NP (7 m). Výškové porovnání staveb viz obr. 41. Odstupové (bezpečnostní) vzdálenosti se v Rakousku uvažují 2 m, a to ve všech případech. ČR má tyto vzdálenosti o dost větší – 9,6 m, viz obr. 42. Jelikož jsou odstupové vzdálenosti stejné pro chráněné i nechráněné konstrukce, a to jak v ČR, tak i v Rakousku, je pro porovnání uveden pouze 1 obrázek.



obr. 41 Porovnání výšek staveb: (a) nechráněné konstrukce ČR; (b) chráněné konstrukce ČR; (c) nechráněné konstrukce Rakousko; (d) chráněné konstrukce Rakousko



obr. 42 Porovnání odstupových vzdáleností (stejně pro chráněné i nechráněné konstrukce)

4.7 Porovnání všech výsledků

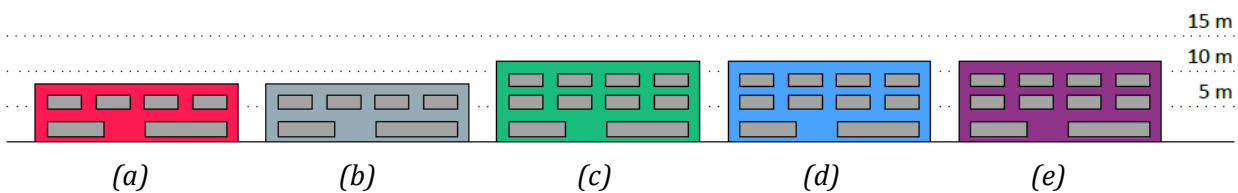
Po porovnání požárních výšek (tab. 35, obr. 43 a obr. 44) a odstupových vzdáleností (tab. 36, obr. 45 a obr. 46) stavby řešené dle předpisů jednotlivých států zjistíme, že rozdíly nejsou tak razantní. V případě výšky se může stavba v zahraničí navýšit pouze o 1 NP oproti návrhu v ČR. Výjimku tvoří Rakousko, kde můžeme stavbu z chráněných konstrukcí navýšit až o 3 NP. Odstupové (bezpečné) vzdálenosti se mezi sebou, pokud vynecháme Rakousko, liší o cca 2–5 m, přičemž ČR není vždy tou nejhorší variantou.

tab. 35 Porovnání požárních výšek

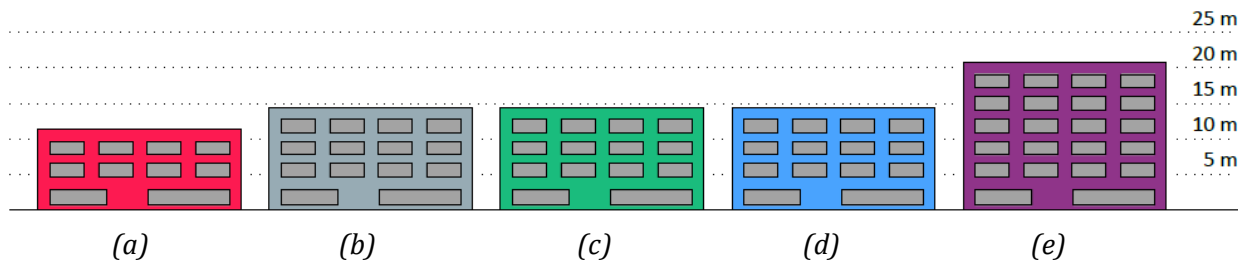
| | ČR | Velká Británie | Kanada | USA | Rakousko |
|-----------------------|--------|----------------|---------|---------|----------|
| Nechráněné konstrukce | 3,85 m | 3,85 m | 7 m | 7 m | 7 m |
| Chráněné konstrukce | 7 m | 10,15 m | 10,15 m | 10,15 m | 16,45 m |

tab. 36 Porovnání bezpečnostních (odstupových) vzdáleností

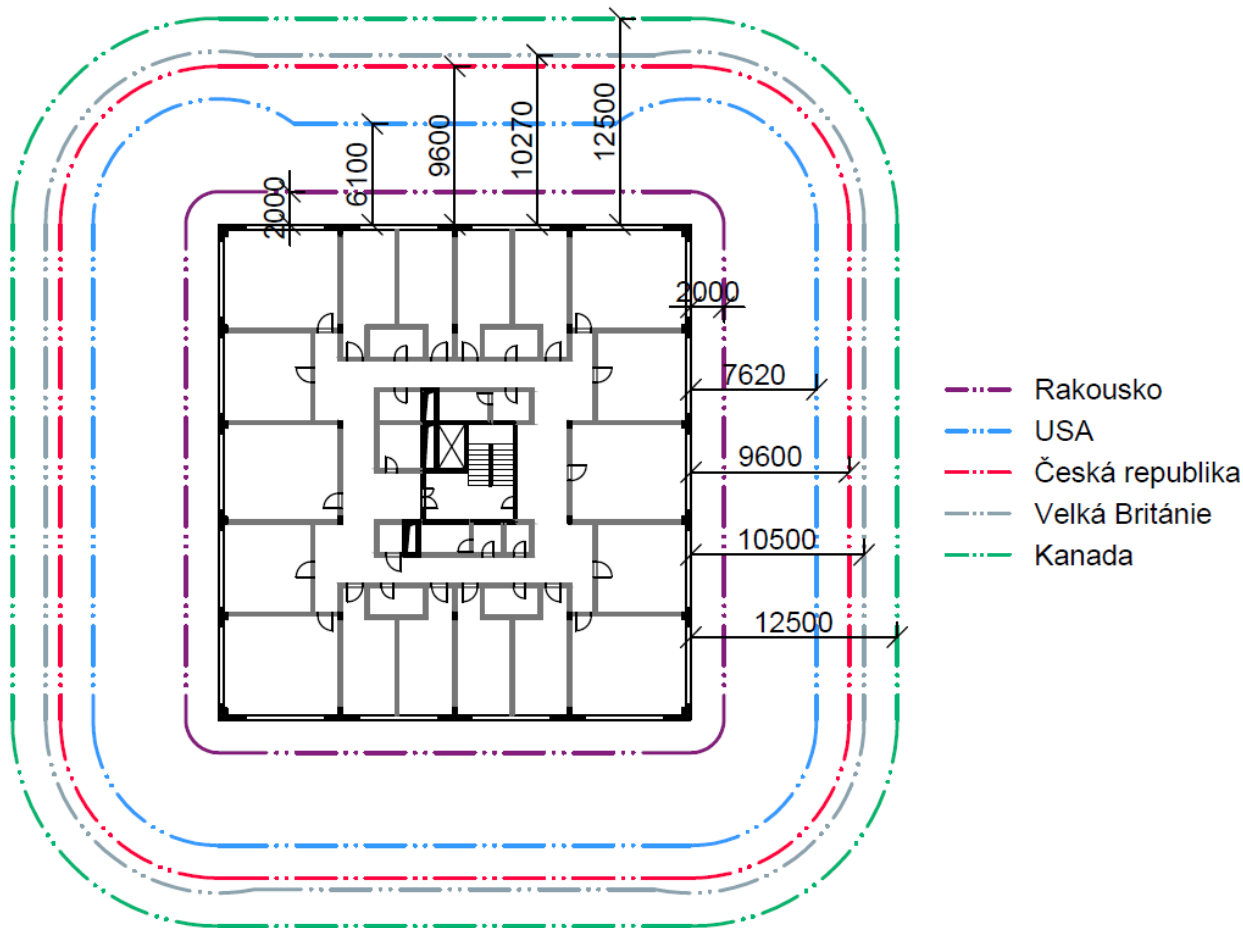
| | ČR | VB | Kanada | USA | Rakousko |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|----------|
| Nechráněné konstrukce (2 NP) | 9,6 m | 10,5 m | 12,5 m | 9,14 m | 2 m |
| Chráněné konstrukce (3 NP) | 9,6 m | 12 m | 10 m | 4,57 m | 2 m |



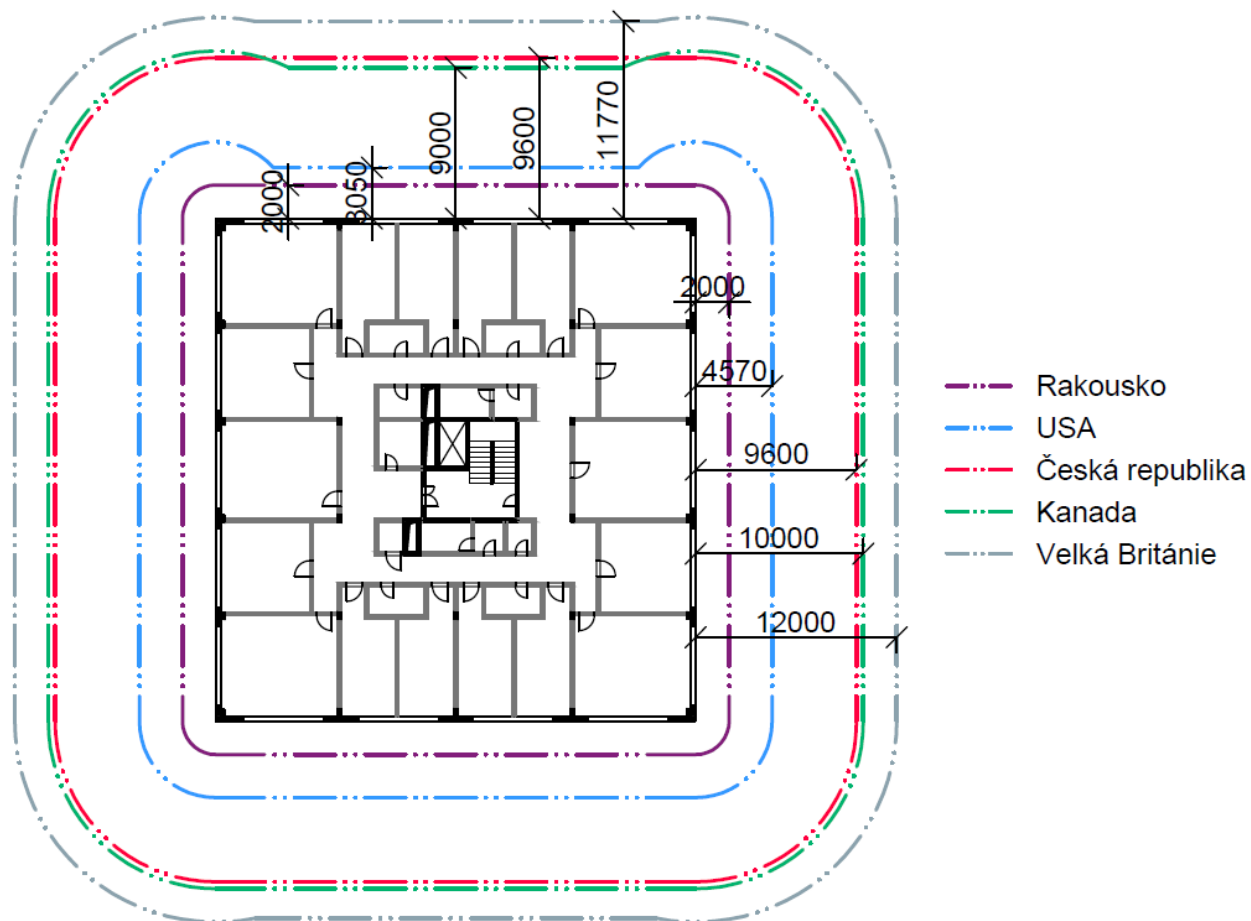
obr. 43 Porovnání výšek staveb s nechráněnými konstrukcemi: (a) Česká republika; (b) Velká Británie; (c) Kanada; (d) USA; (e) Rakousko



obr. 44 Porovnání výšek staveb s chráněnými konstrukcemi: (a) Česká republika; (b) Velká Británie; (c) Kanada; (d) USA; (e) Rakousko



obr. 45 Porovnání odstupových vzdáleností od staveb (2 NP) s nechráněnými konstrukcemi



obr. 46 Porovnání odstupových vzdáleností od staveb (3 NP) s chráněnými konstrukcemi

5 Závěr

V této diplomové práci byla vytyčena kritéria, která jsou v České republice odlišná při návrhu dřevostaveb od staveb s jiným konstrukčním systémem, a poté byla popsána kritéria, která jsou rozhodující při návrhu dřevostaveb v zahraničí. Tato kritéria byla následně posouzena na příkladu, administrativní budově.

Nejzásadnější rozdíly při návrhu hořlavých a nehořlavých staveb v České republice (kap. 3.1) vnímám především v určování druhu konstrukčního systému, požárního zatížení a požární otevřenosti. V případě konstrukčního systému se mi zdá až příliš striktní, aby stavba, kde je pouze 1 konstrukce druhu DP3, byla určena jako stavba s hořlavým konstrukčním systémem, i když by všechny ostatní konstrukce byly nehořlavé. Určení požárního zatížení a samotný výpočet může být v určitých případech krkolomný – ps hořlavých konstrukcí se počítá ve fázi DSP, takže reálné konstrukce mohou být jiné, a započítávají se všechny konstrukce, které neoznačíme jako nosné či požárně dělicí (stavba může mít všechny (hořlavé) stěny se stejnou skladbou, ale neoznačené příčky se musí započítat do p_s); p_n při užití tabulkových hodnot může být velice odlišné od reálného zatížení v PÚ. Požární otevřenost by se mohla hodnotit i jinými postupy, než je výpočet nebo velkorozměrová zkouška, jelikož i stěny s hořlavými obklady mohou být podle zkoušek požárně uzavřené – tyto zkoušky jsou však velice nákladné a nevhodné pro menší stavby.

Cílem této práce bylo zjistit, zda je návrh dřevostaveb v České republice oproti zahraničí opravdu tak kritický, jak se může na první pohled zdát. Po porovnání výsledků z příkladové části (tab. 35 a tab. 36) dostáváme možná překvapivé zjištění. Stavby se od sebe, až na některé výjimky, tolik neliší. V případě výšek staveb dopadla ČR nejhůře, od ostatních států se však ve většině liší pouze o 1 NP. Odstupové (bezpečné) vzdálenosti se liší cca o 2 m, kdy ale ČR není vždy nejhorší – v porovnání s Velkou Británií a Kanadou má ČR menší odstupové vzdálenosti.

Při zkoumání postupů, které umožnily stavbu nejvyšších dřevostaveb v jednotlivých státech (kap. 2), bylo zjištěno, že stavby byly navrženy odlišným způsobem, než který uvádí požární předpisy jednotlivých států. U všech těchto staveb docházelo ke spolupráci mezi jednotlivými orgány, což vedlo k úspěšnému dokončení projektů. Žádná z těchto staveb není pouze z dřevěných konstrukcí, ale vždy jde o hybridní konstrukce, kde se používají i jiné materiály.

Kombinace materiálů se tak jeví jako nejlepší možnost, jak navrhovat dřevostavby co nejodolnější, a to nejen vůči požáru. Pokud by se měla i v ČR stavět dřevostavba s požární výškou vyšší než 12 m (dle legislativy je to možné při užití požárně inženýrského přístupu), pravděpodobně by se také použily i jiné materiály. Použití více materiálů nepřispívá jen vlastnostem stavby jako takové, ale může mít pozitivní vliv také na psychiku lidí, kteří stavbu obývají – ne vždy musí důvěřovat na první pohled hořlavému materiálu.

Seznam obrázků

| | | |
|---------|---|----|
| obr. 1 | W350 Project – vizualizace (Zdroj: © Nikken Sekkei Ltd) | 4 |
| obr. 2 | W350 Project – půdorys (Zdroj: © Nikken Sekkei Ltd)..... | 4 |
| obr. 3 | Mjøstårnet (Zdroj: © Voll Arkitekter)..... | 6 |
| obr. 4 | HoHo Wien (Zdroj: © SIGA Swiss)..... | 7 |
| obr. 5 | HoHo Wien – půdorys NP, PBŘ [8] | 8 |
| obr. 6 | Dalston Works [9]..... | 9 |
| obr. 7 | Dalston Works – půdorys typického podlaží a 1. NP (Zdroj: © Architects' Journal)..... | 10 |
| obr. 8 | Brock Commons Tallwood House (Zdroj: © Michael Elkan)..... | 12 |
| obr. 9 | Brock Commons Tallwood House – Model konstrukce [13]..... | 12 |
| obr. 10 | Carbon12 (Zdroj: © RDH Building Science) | 14 |
| obr. 11 | Carbon12 – půdorys typického podlaží [17] | 14 |
| obr. 12 | Příklady stavebních materiálů: (a) CLT; (b) KVH; (c) BSH (Zdroj: © JAF HOLZ, © Časopis KONSTRUKCE, © KAISER HOLZ) | 16 |
| obr. 13 | Konstrukce druhu DP2 a DP3, znázorněn pouze požadavek na nehořlavé konstrukce: (a) sendvičová stěna DP2; (b) sloup DP2; (c) sendvičová stěna DP3; (d) sloup DP3..... | 18 |
| obr. 14 | Odpadávání hořících částí konstrukcí druhu DP3: (a) obvodová stěna; (b) šikmá střecha a římsa [32] | 23 |
| obr. 15 | Část tabulky F.1 z ČSN 73 0802 [26] s vyznačenými hodnotami odstupových vzdáleností menších než torzní stín (5,76 m) pro stěny určené jako POP..... | 24 |
| obr. 16 | The Building Regulations, schéma 13.1 [12]: Principy určení odstupových vzdáleností od obvodových stěn; přeloženo | 26 |
| obr. 17 | The Building Regulations, schéma 13.4 [12]: Určení materiálů třídy reakce na oheň B-s3, d2 nebo horší jako nechráněné plochy..... | 27 |
| obr. 18 | The Building Regulations, schéma 13.5 [12]: Nechráněné plochy, které mohou být zanedbány při posuzování odstupových vzdáleností..... | 27 |
| obr. 19 | Steinerův tunel (Zdroj: © Capital Testing)..... | 32 |
| obr. 20 | Umístění vzorku – CAN/ULC-S102 [38] | 33 |
| obr. 21 | Umístění vzorku – CAN/ULC-S102.2 [38] | 33 |
| obr. 22 | Výpočet p_v a posouzení rozměrů PÚ – typické podlaží (původní návrh) | 53 |
| obr. 23 | Typické podlaží: (a) původní návrh; (b) nový návrh | 53 |
| obr. 24 | Výpočet p_v a posouzení rozměrů PÚ – 1.NP..... | 56 |
| obr. 25 | Výpočet p_v a posouzení rozměrů PÚ – typické podlaží (nový návrh) | 57 |
| obr. 26 | Výška stavby: (a) nechráněné konstrukce; (b) chráněné konstrukce | 59 |
| obr. 27 | Odstupové vzdálenosti od stavby (chráněné i nechráněné konstrukce) | 59 |

| | | |
|---------|---|----|
| obr. 28 | The Building Regulations, schéma 17.1 [12]: Součásti požárního schodiště; přeloženo | 61 |
| obr. 29 | Porovnání odstupových vzdáleností na základě výšek stavby ve Velké Británii | 62 |
| obr. 30 | Porovnání výšek staveb: (a) nechráněné konstrukce ČR; (b) chráněné konstrukce ČR; (c) nechráněné konstrukce VB; (d) chráněné konstrukce VB; (e) chráněné konstrukce, více ÚC VB | 63 |
| obr. 31 | Porovnání odstupových vzdáleností – chráněné konstrukce | 64 |
| obr. 32 | Porovnání odstupových vzdáleností – nechráněné konstrukce | 64 |
| obr. 33 | Porovnání odstupových vzdáleností pro jednotlivé varianty budovy | 68 |
| obr. 34 | Porovnání odstupových vzdáleností od chráněných konstrukcí | 69 |
| obr. 35 | Porovnání odstupových vzdáleností od nechráněných konstrukcí | 70 |
| obr. 36 | Porovnání výšek staveb: (a) nechráněné konstrukce ČR; (b) chráněné konstrukce ČR; (c) nechráněné konstrukce Kanada; (d) chráněné konstrukce Kanada | 70 |
| obr. 37 | Porovnání odstupových vzdáleností stavby – USA | 75 |
| obr. 38 | Porovnání výšek staveb: (a) nechráněné konstrukce ČR; (b) nechráněné konstrukce ČR; (c) nechráněné konstrukce USA; (d) chráněné konstrukce USA; (e) konstrukce typu IV-HT se sprinklerovým systémem a oddělenými prostory USA | 76 |
| obr. 39 | Porovnání odstupových vzdáleností – chráněné konstrukce | 77 |
| obr. 40 | Porovnání odstupových vzdáleností – nechráněné konstrukce | 77 |
| obr. 41 | Porovnání výšek staveb: (a) nechráněné konstrukce ČR; (b) chráněné konstrukce ČR; (c) nechráněné konstrukce Rakousko; (d) chráněné konstrukce Rakousko | 85 |
| obr. 42 | Porovnání odstupových vzdáleností (stejně pro chráněné i nechráněné konstrukce) | 86 |
| obr. 43 | Porovnání výšek staveb s nechráněnými konstrukcemi: (a) Česká republika; (b) Velká Británie; (c) Kanada; (d) USA; (e) Rakousko | 87 |
| obr. 44 | Porovnání výšek staveb s chráněnými konstrukcemi: (a) Česká republika; (b) Velká Británie; (c) Kanada; (d) USA; (e) Rakousko | 87 |
| obr. 45 | Porovnání odstupových vzdáleností od staveb (2 NP) s nechráněnými konstrukcemi | 87 |
| obr. 46 | Porovnání odstupových vzdáleností od staveb (3 NP) s chráněnými konstrukcemi | 88 |

Seznam tabulek

| | | |
|---------|---|----|
| tab. 1 | SPB bytových jednotek ($p_v = 45 \text{ kg/m}^2$) v závislosti na konstrukčním systému a požární výšce..... | 20 |
| tab. 2 | The Building Regulations, tab. B4 [12]: Požadovaná PO konstrukcí v závislosti na účelu užití a výšky stavby; zkráceno, přeloženo | 28 |
| tab. 3 | The Building Regulations, tab. 13.1 [12]: Určení maximální nechráněné plochy a odstupových vzdáleností (malé stavby); přeloženo | 28 |
| tab. 4 | NBC, tab. 3.1.3.1. [14]: PO konstrukcí mezi prostory různých kategorií; přeloženo | 30 |
| tab. 5 | NBC, tab. 3.1.4.7. [14] – minimální rozměry konstrukcí; přeloženo..... | 31 |
| tab. 6 | Rozdíly metod CAN/ULC-S102 a CAN/ULC-S102.2 [38]..... | 33 |
| tab. 7 | Informační list CWC, tab. 1 [39]: Hodnoty FSR a SDC pro různé druhy materiálů; přeloženo..... | 34 |
| tab. 8 | Informační list CWC, tab. 2 [39]: Hodnoty FSR a SDC pro vybrané druhy dřeva; přeloženo..... | 35 |
| tab. 9 | Informační list CWC, tab. 3 [39]: Shrnutí požadavků na hořlavost povrchů pro vnitřní povrchové úpravy podle NBC [14]; zkráceno, přeloženo | 36 |
| tab. 10 | Klasifikace materiálů [46] | 39 |
| tab. 11 | Rozdíly CAN/ULC-S102(.2) a UL 723 (ASTM E84) [38] | 40 |
| tab. 12 | IBC, tab. 508.4 [19]: Požární odolnost konstrukcí [h] mezi různými skupinami provozů; zkráceno, přeloženo..... | 41 |
| tab. 13 | IBC, tab. 601 [19]: Požadavky na požární odolnost konstrukcí [h]; přeloženo | 42 |
| tab. 14 | IBC, tab. 504.4 [19]: Přípustný počet nadzemních podlaží; zkráceno, přeloženo..... | 43 |
| tab. 15 | IBC, tab. 504.3 [19]: Přípustná výška budovy [ft] nad úrovní terénu; přeloženo | 44 |
| tab. 16 | IBC, tab. 705.8 [19]: Maximální plocha otvorů v obvodových stěnách na základě bezpečné vzdálenosti a stupně ochrany otvorů; přeloženo..... | 47 |
| tab. 17 | IBC, tab. 705.5 [19]: Požadavky na PO obvodových stěn [h] v závislosti na bezpečných vzdálenostech a typu konstrukcí; přeloženo..... | 48 |
| tab. 18 | OIB-RL 2 [49]: Přehled stavebních tříd GK 1–5; přeloženo | 49 |
| tab. 19 | OIB 2, čl. 3.1.1: Požadavky na požární úseky v NP; přeloženo | 49 |
| tab. 20 | Požadavky na obvodové konstrukce dle tab. 1a a 1b v OIB 2 [48]..... | 51 |
| tab. 21 | Výpočet obsazenosti CHÚC | 55 |
| tab. 22 | Požadavky na PO konstrukcí..... | 58 |
| tab. 23 | Požadavky na budovu a PO konstrukcí..... | 66 |
| tab. 24 | Požadavky na FSR a jejich splnění | 67 |
| tab. 25 | Odstupové vzdálenosti různých variant stavby | 67 |
| tab. 26 | Výpočet maximální plochy budovy A_a | 72 |

| | | |
|---------|---|----|
| tab. 27 | Výškové požadavky na stavby dle tab. 28 a tab. 29 a výšky stavby dle příkladu..... | 72 |
| tab. 28 | Požadavky na vlastnosti stavby z hlediska užívání – bez sprinklerového systému..... | 73 |
| tab. 29 | Požadavky na vlastnosti stavby z hlediska užívání – se sprinklerovým systémem..... | 74 |
| tab. 30 | Bezpečné vzdálenosti dle tab. 705.8 v IBC [19] | 75 |
| tab. 31 | Požadavky na konstrukce dle tab. 1a v OIB [48] | 79 |
| tab. 32 | PO konstrukcí dle tab. 1b v OIB [48]..... | 81 |
| tab. 33 | Požadavky na schodiště (CHÚC) dle tab. 2a v OIB [48] | 83 |
| tab. 34 | Požadavky na schodiště (CHÚC) dle tab. 2b v OIB [48] pro kategorii GK 5 dle způsobu větrání | 84 |
| tab. 35 | Porovnání požárních výšek | 86 |
| tab. 36 | Porovnání bezpečnostních (odstupových) vzdáleností..... | 86 |

Literatura

- [1] Radomír Dohnal. Sedmdesát pater ze dřeva. Japonsko odhaluje plán nového mrakodrapu. In: *drevostavitel.cz* [online]. 05.06.2018 [cit. 16.12.2021]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/sedmdesat-pater-ze-dreva>
- [2] HARADA, Hiroaki, Takashi, FUKUSHIMA, Tatsuya, HATORI a Hajime, AOYAGI. W350 - The Roadmap Of Super High-Rise Timber Building. In: *International Journal of High-Rise Buildings*. Volume 9, Issue 3. Korea: Council on Tall Building and Urban Habitat Korea (CTBUH Korea), 2020, s. 256–260. DOI: <https://doi.org/10.21022/IJHRB.2020.9.3.255>
- [3] ABRAHAMSEN, Rune. Mjøstårnet – Construction of an 81 m tall timber building. In: 23. *Internationales Holzbau-Forum IHF 2017*. Garmisch: 2017 [cit. 16.12.2021]. Dostupné z: <https://www.moelven.com/globalassets/moelven-limtre/mjostarnet/mjostarnet---construction-of-an-81-m-tall-timber-building.pdf>
- [4] WoodSolutions AUS. *Mjøstårnet Fire Engineering*, In: YouTube [online]. 16.7.2020 [cit. 16.12.2021]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=1urVDOaltg4&ab_channel=WoodSolutionsAUS
- [5] WoodSolutions AUS. *HoHo Vienna: A case study for the construction of an 84m tall hybrid-timber tower*. In: YouTube [online]. 30.11.2020 [cit. 19.12.2021]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=rG0lr37uhbw&ab_channel=WoodSolutionsAUS
- [6] HOHO WIEN. Brandschutz im HoHo Wien. In: *hoho-wien.at* [online]. 19.12.2021 [cit. 19.12.2021]. Dostupné z: <https://www.hoho-wien.at/brandschutz-im-hoho-wien/>
- [7] RÜDIGER LAINER + PARTNER. *HoHo Wien* [online prezentace]. [cit. 19.12.2021]. Dostupné z: <https://www.beuth.de/blob/155732/543999ae557cd2a3ec26417514b24159/holzbauforum-2016-sterl-data.pdf>
- [8] WOSCHITZ, Richard (Woschitz group GmbH). *HoHo Wien, Modul V – Brandschutz* [online prezentace]. [cit. 19.12.2021]. Dostupné z: https://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/bauholz/2019/2019_05_28_bauholz_modul_5_brandschutz_v3.pdf
- [9] WAUGH THISTLETON ARCHITECTS. Dalston Works – The World’s Largest CLT Building. In: *waughthistleton.com* [online]. [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://waughthistleton.com/dalston-works/>
- [10] SCHULER, Timothy A. Dalston Works, the Largest CLT Building in the World. In: *architectmagazine.com* [online]. 09.10.2018 [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: https://www.architectmagazine.com/technology/architectural-detail/dalston-works-the-largest-clt-building-in-the-world_o
- [11] PEARSON, Andy. Dalston Lane: Tall Timber. In: *building.co.uk* [online]. 20.01.2016 [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://www.building.co.uk/technical-case-studies/dalston-lane-tall-timber/5079749.article>
- [12] GREAT BRITAIN. The Building Regulations 2010, Fire safety – Approved document B – Volume 2: Buildings other than dwellings (2019 edition incorporating 2020 amendments – for use in England). ISBN 9781914124037
- [13] WOOD WORKS!. *Brock Commons Tallwood House – University of British Columbia, Vancouver Campus – The advent of tall wood structures in Canada (a case study)* [online]. [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: https://cwc.ca/wp-content/uploads/2019/03/CS-BrockCommonStudy_23.pdf
- [14] NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA. National Building Code of Canada 2015. ISBN 0-660-03633-5
- [15] OFFICE OF HOUSING AND CONSTRUCTION STANDARDS. British Columbia Building Code 2012. ISBN 978-0-7726-6593-5

- [16] Kaiser + Path. *Carbon12* [online case study]. [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://buildingcarbon12.com/>
- [17] Arup North America Ltd. *Carbon 12 – Fire and Life Safety Concept Report*. 2015 [cit. 19.12.2021]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/11H8JEjCu6-uquGyLaMgR8DXBT7DeQhLn/view>
- [18] Fire Protection Consulting. *Carbon 12 – Fire and Life Safety Design Report*. 2016 [cit. 19.12.2021]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/1oCqMS2GL47xPHNUpo92w6fowTogOUSE8/view>
- [19] INTERNATIONAL CODE COUNCIL, INC. 2021 International Building Code. ISBN 978-1-60983-955-0
- [20] INTERNATIONAL CODE COUNCIL, INC. 2014 Oregon Structural Specialty Code. ISBN 978-1-60983-517-0
- [21] CUSTER, Richard L.P. *SFPE Engineering Guide to Performance-based Fire Protection*. Quincy, United States: National Fire Protection Association, 2000. ISBN 9780877654223
- [22] NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA, INTERNATIONAL CODE COUNCIL, DEPARTMENT OF BUILDING AND HOUSING NEW ZEALAND, AUSTRALIAN BUILDING CODES BOARD. *International Fire Engineering Guidelines, Edition 2005*. Australia: Australian Government, 2005. ISBN 1741-614-562
- [23] Evan. What building material (wood, steel, concrete) has the smallest overall environment impact? In: *Debating science* [online]. 21.04.2016 [cit. 20.04.2021]. Dostupné z: <https://blogs.umass.edu/natsci397a-eross/what-building-material-wood-steel-concrete-has-the-smallest-overall-environment-impact/>
- [24] HEEREN, Niko, Christopher L., MUTEL, Bernhard, STEUBING, York, OSTERMEYER, Holger, WALLBAUM a Stefanie, HELLWEG. Environmental Impact of Buildings – What Matters? *Environmental Science & Technology* [online]. 2015, 49(16), 9832-9841 [cit. 20.04.2021]. DOI: 10.1021/acs.est.5b01735
- [25] ROBERTS, David. The hottest new thing in sustainable building is, uh, wood. The many, many benefits of using wood in place of concrete and steel. In: *Vox* [online]. 15.01.2020 [cit. 27.04.2021]. Dostupné z: <https://www.vox.com/energy-and-environment/2020/1/15/21058051/climate-change-building-materials-mass-timber-cross-laminated-clt>
- [26] ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty (2020)
- [27] ČSN 73 0833 – Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování (2020)
- [28] ZOUFAL, Roman. *Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódu*. Praha: Pavus, 2009. ISBN 9788090448100
- [29] Stora Enso. *CLT by Stora Enso – Technical brochure* [online technický list]. 2017 [cit. 23.03.2021]. Dostupné z: <https://www.storaenso.com/-/media/documents/download-center/documents/product-brochures/wood-products/clt-by-stora-enso-technical-brochure-en.pdf>
- [30] KUKLÍK, Petr a Lukáš, VELEBIL. Novinky v oblasti navrhování vícepodlažních dřevostaveb z křížem vrstveného dřeva. In: *tzb-info.cz* [online]. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, UCEEB, 17.09.2018 [cit. 23.03.2021]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/17914-novinky-v-oblasti-navrhovani-vicepodlaznich-drevostaveb-z-krizem-vrstveneho-dreva>
- [31] HEJTMÁNEK, Petr. *Odstupové vzdálenosti požárně otevřených fasád*. Praha, 2019. Disertační práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta stavební.
- [32] POKORNÝ, Marek. Hlediska požární bezpečnosti pro dřevostavby v České republice, 2. díl. In: *tzb-info.cz* [online]. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze, 25.11.2013 [cit. 25.03.2021]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/10625-hlediska-pozarni-bezpecnosti-pro-drevostavby-v-ceske-republice-2-dil>

- [33] CHITTY, Richard. *External fire spread: building separation and boundary distances (BR 187 2nd edition)*. Watford: IHS BRE Press, 2014. ISBN 978-1-84806-319-8
- [34] NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA. National Fire Code of Canada 2015. ISBN 0-660-03629-8
- [35] CAN/ULC-S102 – Standard Method of Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials and Assemblies. ULC Standards (2010)
- [36] CAN/ULC-S102.2 – Standard Method of Test for Surface Burning Characteristics of Flooring, Floor Coverings and Miscellaneous Materials and Assemblies. ULC Standards (2010)
- [37] UL Canada. CAN/ULC-S102: SURFACE BURNING TESTING IN TORONTO. In: canada.ul.com [online]. [cit. 08.11.2021]. Dostupné z: <https://canada.ul.com/ulcprograms/buildingandconstructionmaterials/surface-burning-testing/>
- [38] UL LLC. Surface Burning Characteristics of New Building Products. In: ul.com [online]. 6.5.2020 [cit. 10.11.2021]. Dostupné z: <https://www.ul.com/resources/surface-burning-characteristics-new-building-products>
- [39] CANADIAN WOOD COUNCIL. *Surface Flammability and Flame-spread Ratings* [informační list]. 2019 [cit. 10.11.2021]. Dostupné z: <https://cwc.ca/wp-content/uploads/2020/09/Fact-Sheets-Surface-Flammability-and-Flame-spread-Ratings.pdf>
- [40] INTERNATIONAL CODE COUNCIL, INC. 2021 International Fire Code. ISBN 978-1-60983-959-8
- [41] CHING, Francis D. K. a Steven R., Winkel. *Building Codes Illustrated: A Guide to Understanding the 2015 International Building Code*. 5. vydání. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2016. ISBN: 978-1-119-15092-3
- [42] WoodWorks. Under the IBC, when is separation of occupancies required vs. Not required? For the former, what criteria (i.e., fire ratings, construction) exist for the assemblies that form the separation? In: woodworks.org [online]. [cit. 04.12.2021]. Dostupné z: <https://www.woodworks.org/experttip/expert-tip-may-2016/>
- [43] ASTM E84 – Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials. ASTM International (American Society for Testing and Materials)
- [44] UL 723 – Standard for Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials. UL Standard
- [45] Aeroflex. Demystifying ASTM E84 25/50, UL 723 and NFPA 255. In: aeroflexusa.com [online]. 20.10.2020 [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: <https://www.aeroflexusa.com/demystifying-astm-e84-25-50-ul-723-and-nfpa255/>
- [46] Applied Lab. Adhered or unadhered? That is the question. In: applied-lab.com [online]. 24.04.2020 [cit. 08.11.2021]. Dostupné z: <https://applied-lab.com/astm-e84-adhered-or-unadhered/>
- [47] Copeland. A Guide to the 5 Types of Building Construction. In: mtcopeland.com [online]. 24.12.2020 [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: <https://mtcopeland.com/blog/a-guide-to-the-5-types-of-building-construction/>
- [48] RICHTLINIEN DES ÖSTERREICHISCHEN INSTITUTS FÜR BAUTECHNIK. OIB-Richtlinie 2: Brandschutz (Duben 2019). OIB-330.2-012/19
- [49] RICHTLINIEN DES ÖSTERREICHISCHEN INSTITUTS FÜR BAUTECHNIK. Erläuternde Bemerkungen OIB-RL 2: Brandschutz (Duben 2019). OIB-330.2-016/19-004
- [50] ČSN 73 0818 – Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektů osobami (2020)
- [51] POKORNÝ, Marek. *Výpočet odstupové vzdálenosti z hlediska sálání tepla*. Verze 03 [software]. 07.2017 [cit. 02.01.2022]. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=46&sub=167>

- [52] Knauf. *Ochrana stavebních konstrukcí před požárem systémy Knauf*. Požární katalog [online katalog]. 2020 [cit. 20.05.2021]. Dostupné z: <https://www.knauf.cz/file/4277-pozarni-katalog-knauf.pdf>
- [53] Knauf. *Dřevostavby*. Typová řešení konstrukcí [online katalog]. 2014 [cit. 29.11.2021]. Dostupné z: <https://www.knauf.cz/file/1299-drevostavby-typova-reseni-konstrukci.pdf>
- [54] Dekwood. *Prohlášení o vlastnostech č. OSB3-CPR-2013-07-01* [technický list]. 28.06.2013 [cit. 05.12.2021] Dostupné z: <https://dekwood.cz/data/osb.pdf>
- [55] *AluDřevo – hliníkové trubky* [online]. Aludřevo: © 2021 [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: <https://www.aludrevo.cz/>
- [56] Knauf Insulation. *Dřevostavby*. Konstrukce s přírodními izolacemi ECOSE® Technology [online katalog]. Leden 2019 [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: https://pim.knaufinsulation.com/files/download/ki-brozura-drevostavby-naturdom_19-06-17_web_5d3173213d27f.pdf
- [57] Knauf Insulation. *Vnitřní stěny*. Příčky [online katalog]. Červenec 2019 [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: https://pim.knaufinsulation.com/files/download/ki-brozura-vnitri-steny-pricky_19-07-11.pdf?ga=2.43118949.1375970631.1593417362-485212007.1587029429
- [58] Esco Podlahy. *Prohlášení o vlastnostech* [technický list]. 17.07.2019 [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: <https://www.escopodlahy.cz/wp-content/uploads/CZ-Prohl%C3%A1%C5%A1en%C3%AD-o-vlastnostech-3V.pdf>
- [59] Sparkling. Požární odolnost Bfl – S1. In: *sparkling-vinylove-akusticke-podlahy.cz* [online]. [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: <https://www.sparkling-vinylove-akusticke-podlahy.cz/rs/pozarni-odolnost-bfl--s1/>
- [60] Fermacell. *Podlahové systémy fermacell*. Plánování a zpracování [technický list]. Červen 2021. FC-036-00008/06.21/PV
- [61] Knauf Insulation. *Ploché střechy*. Informace pro navrhování a realizaci zateplených plochých střech [online katalog]. Květen 2019 [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: https://pim.knaufinsulation.com/files/download/ki-brozura-ploche-strechy_19-06-17_web_5d3173bccfa8b.pdf
- [62] ČSN EN 1995-1-2 – Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1.2: Obecná pravidla – Navrhování na účinky požáru (2007)