

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Studijní program: Integrovaná bezpečnost staveb

**ANALÝZA NÁRODNÍ KATEGORIZACE  
DO DRUHU KONSTRUKČNÍ ČÁSTI**

ANALYSIS OF THE NATIONAL CATEGORIZATION  
OF THE CONSTRUCTION COMPONENT TYPE

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Bc. Markéta Šafránková

vedoucí práce: Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

2022

---

# Obsah

<b>Prohlášení</b>	<b>V</b>
<b>Poděkování</b>	<b>VI</b>
<b>Abstrakt</b>	<b>VII</b>
<b>Abstract</b>	<b>VII</b>
<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
1.1 Motivace	1
1.2 Stanovení výzkumné otázky a cíl práce	2
<b>2 Druh konstrukční části</b>	<b>3</b>
2.1 Historie národní kategorizace	3
2.1.1 Poválečné období	4
2.1.2 50. a 60. léta	6
2.1.3 70. léta	6
2.1.4 80. léta	7
2.1.5 Vstup do Evropské unie	9
2.1.6 Ekvivalentní konstrukce druhu DP1	9
2.2 Současný stav	10
2.3 Podstata kategorizace	12
2.3.1 Konstrukční systém	12
2.3.2 Přímé požadavky norem	15
<b>3 Analýza rozhodujících faktorů pro zatřídění</b>	<b>16</b>
<b>4 Srovnání se zahraničím</b>	<b>19</b>
4.1 Slovensko	19
4.2 Spojené státy americké	20
4.3 Spojené království	22
4.4 Švédsko	24
4.5 Německo	25
<b>5 Problematické výrobky a oblasti</b>	<b>27</b>
5.1 Karbonové lamely pro zvýšení únosnosti železobetonových konstrukcí lepené pryskyřicí	27
5.2 Isonosníky přerušující tepelné mosty předsazených konstrukcí s kompozitní výztuží	29
5.3 Textilní rolety s intumescentními složkami	31
5.4 TRC (Textile-Reinforced Concrete)	34
5.5 Dřevostavby	36
5.6 Další příklady problematických výrobků	37
5.6.1 Požární ucpávky	37
5.6.2 Požární nátěry	38
5.6.3 Vrstvená požární skla	38
<b>6 Analýza dopadů v případě vypuštění kategorizace a možnosti jejího nahrazení</b>	<b>40</b>
6.1 Vypuštění kategorizace	40
6.2 Výjimky a úpravy definic	42
6.3 Postupné upořádání kategorizace	43

---

6.4	Účinnost požárních ochran K.....	44
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>47</b>
7.1	Shrnutí.....	47
7.2	Doporučení pro navazující výzkum .....	48
	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>49</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>50</b>
	<b>Literatura .....</b>	<b>51</b>

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šafránková Jméno: Markéta Osobní číslo: 468736

Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Integrální bezpečnost staveb

Studijní obor: -

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Analýza národní kategorizace do druhu konstrukční části

Název diplomové práce anglicky: Analysis of the National Categorization of the Construction Component Type

Pokyny pro vypracování:

- 1/ Stav poznání, historické souvislosti a podstata kategorizace
- 2/ Analýza rozhodujících faktorů pro zatřídění (stupně hořlavosti vs. třída reakce na oheň)
- 3/ Srovnání kategorizace v ČR s dostupnými přístupy v zahraničí
- 4/ Kritická rešerše současné kategorizace DP1, DP2 a DP3 ve vztahu k soudobým materiálům, konstrukcím a technologiím výstavby činícím ve stavební praxi problémy z hlediska zatřídění
- 5/ Analýza dopadů v případě vypuštění kategorizace z české legislativní a normové základny včetně možnosti nahrazení této kategorizace
- 6/ Doporučení pro navazující výzkum

Seznam doporučené literatury:

Soubor aktuálních i zrušených norem řady ČSN 73 08xx

Zkušební a klasifikační evropské normy pro třídu reakce na oheň

REICHEL, Vladimír. Požární bezpečnost staveb I.a II. Praha: Federální ministerstvo vnitra, 1989.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 22.9.2021 Termín odevzdání diplomové práce: 2.1.2022  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

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: Bc. Markéta Šafránková

Název diplomové práce: Analýza národní kategorizace do druhu konstrukční části

Základní část: Analýza národní kategorizace do druhu konstrukční části podíl: 100 %

Formulace úkolů: 1/ Stav poznání, historické souvislosti a podstata kategorizace

2/ Analýza rozhodujících faktorů pro zařazení (stupně hořlavosti vs. třída reakce na oheň)

3/ Srovnání kategorizace v ČR s dostupnými přístupy v zahraničí

4/ Kritická rešerše současné kategorizace DP1, DP2 a DP3 ve vztahu k soudobým materiálům, konstrukcím a technologiím výstavby činícím ve stavební praxi problémy z hlediska zatřídění

5/ Analýza dopadů v případě vypuštění kategorizace z české legislativní a normové základny včetně možností nahrazení této kategorizace

6/ Doporučení pro navazující výzkum

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)

---

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Marka Pokorného, Ph.D., a to pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Dále tímto souhlasím s použitím tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/200 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne: 2.1.2022

.....  
Bc. Markéta Šafránková

---

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala své rodině a příteli za jejich podporu v době mého studia.

Velký dík patří mému vedoucímu diplomové práce Ing. Marku Pokornému, PhD. za poskytnutí cenných rad během konzultací, za jeho trpělivost, ochotu pomoci a podporu po celou dobu zpracovávání této práce.

---

## Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá problematikou národní kategorizace do druhu konstrukční části v současné době označované jako DP1, DP2 a DP3. Jedná se o unikátní dělení konstrukcí, které tvoří základní pilíř při projektování požární bezpečnosti staveb. Prvotní zavedení kategorizace vycházelo z klasifikace tehdejších materiálů a technologií. Z důvodu jejich vývoje a inovativnosti v minulých desetiletích však dnes činí ve stavební praxi problémy z hlediska zařídování novějších stavebních výrobků či konstrukcí. Práce hledá historické souvislosti vzniku kategorizace, srovnává ji s dostupnými zahraničními přístupy a identifikuje soudobé problematické oblasti. Závěrem jsou rozebrány možné přístupy k řešení této situace včetně jejich kladů a záporů.

### Klíčová slova

Požár; požární odolnost; druh konstrukční části; konstrukční systém; třída reakce na oheň; účinnost požárních ochran; podstatná složka; teplota vzplanutí.

## Abstract

This thesis deals with the Czech categorisation of the construction component type which is currently known under the abbreviations DP1, DP2 and DP3. The categorisation represents a unique way of construction classification when designing the structure's fire safety. The original idea only took into account materials and technologies used back in the 1980s. Given the innovation and progress of technology in the past decades, the categorisation is nowadays causing issues when trying to assign the construction component types to modern products. The thesis is searching for the historical development of the categorisation, compares it to accessible foreign procedures and identifies the current problematic areas. In conclusion, various different potential approaches are broken down, stating their advantages and disadvantages.

### Keywords

Fire; fire resistance; construction component type; type of building construction; reaction to fire class; fire protection ability; substantial component; flame ignition temperature.



---

## Seznam použitých zkratk

### Zkratky

A, B, C1, C2, C3	Stupeň hořlavosti stavebních hmot
A1, A2, B až F	Třída reakce na oheň
ČSN	Česká technická norma
D1, D2, D3	Druh konstrukčních dílců a prvků
DP1, DP2, DP3	Druh konstrukční části
EN	Evropská norma
EPS	Elektrická požární signalizace
K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub>	Účinnost požárních ochran
KS	Konstrukční systém
NFPA	National Fire Protection Association
PBS	Požární bezpečnost staveb

# 1 Úvod

## 1.1 Motivace

V současnosti dochází čím dál častěji k problémům při zařazení stavebních výrobků a konstrukcí do druhu konstrukční části. V České republice jsou stanoveny tyto požadavky na konstrukce plynoucí z historického vývoje souboru norem ČSN 73 08xx. Při používání inovativnějších produktů však vyvstává problém – v některých případech je problematické je zařadit, jelikož původní definice takovýto vývoj nepředpokládala. Vyvstává tedy otázka, zda je na čase přístup změnit a pokud ano, tak jakým způsobem.

Původní klasifikační kritéria znesnadňují kategorizaci nových výrobků a technologií na trhu jako například:

- karbonové lamely pro zvýšení únosnosti železobetonových konstrukcí lepené pryskyřicí,
- textilní rolety s intumescentními složkami,
- intumescentní zpěňující gely v požárně odolných sklech,
- požární ucpávky s intumescentními složkami,
- isonosníky přerušující tepelné mosty předsazených konstrukcí s kompozitní výztuží a dalších.

Dalším často skloňovaným problematickým faktorem souvisejícím s druhem konstrukční části je omezení maximální výšky objektu, a to zejména u dřevostaveb, které jsou prakticky omezeny na maximálně 5 nadzemních podlaží.

Tato lokální kategorizace zasahuje též do otázky volného pohybu zboží a služeb v rámci Evropské unie, jelikož zahraniční výrobci přirozeně českou (a potažmo slovenskou) klasifikaci u svých produktů neuvádějí.

V reakci na tyto komplikace vyvstává diskuse o budoucnosti této kategorizace. Hledána je inovace, jejímž cílem je bezesporu zachovat a nijak nesnížit vysoký standard požární bezpečnosti staveb v České republice, nicméně současně reagovat flexibilně na vývoj technologií a nestát v cestě progresivním moderním řešením.

V logickém důsledku pak vzniká řada názorových proudů z různých skupin dotčených touto regulací. Jedná se o projektanty, stavební preventisty z řad hasičského záchranného sboru, lokální i zahraniční výrobce specializovaných produktů, tvůrce technické normalizace, příznivce dřevostaveb, akademické pracovníky a další zainteresované strany.

## 1.2 Stanovení výzkumné otázky a cíl práce

Faktem je, že množství obstrukcí vznikajících při projekční činnosti stále roste. V kontextu mezinárodního trhu jsou pak potíže s použitím nově vyvinutých produktů v tuzemsku čím dále palčivější. Odborná veřejnost se shoduje, že současný stav české legislativy je třeba v dohledné budoucnosti aktualizovat, otázkou však je, jakým způsobem toho docílit.

Hlavními cíli diplomové práce jsou:

- 1) vysvětlení kategorizace do druhu konstrukční části (DP1, DP2, DP3) a přiblížení její podstaty a významu,
- 2) průzkum historického vývoje třídění konstrukcí podle jejich možného chování při požáru od počátečních snah až po současné přístupy,
- 3) analýza faktorů rozhodujících pro zatřídění (stupně hořlavosti, třída reakce na oheň),
- 4) porovnání zahraničních přístupů ve vztahu k problematice,
- 5) představení konkrétních problematických výrobků včetně objasnění těch jejich složek, které znesnadňují jejich zatřídění,
- 6) návrhy řešení situace, určení dopadů v případě vypuštění kategorizace z legislativy a vyzdvihnutí kladů a záporů těchto řešení.

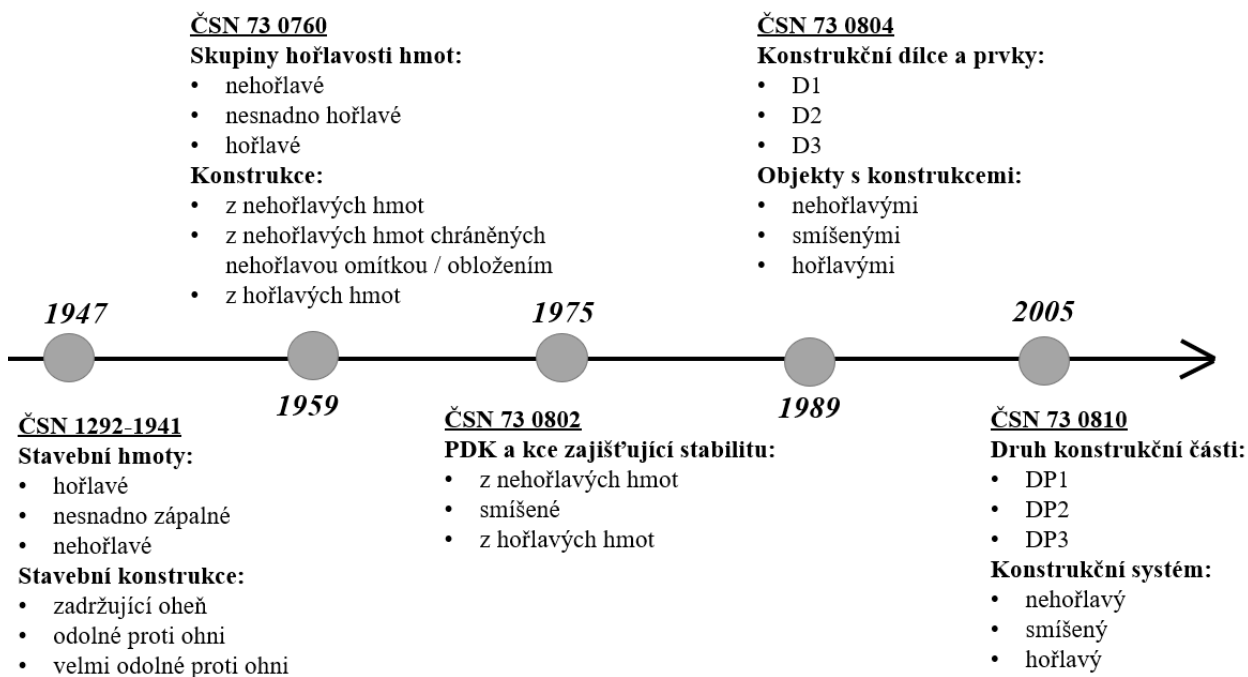
## 2 Druh konstrukční části

Druh konstrukční části je základní pojem norem požární bezpečnosti staveb v České republice. Od jeho stanovení se odvíjí celý návrh požárně bezpečnostního řešení stavby, které je nedílnou součástí projektové dokumentace jak pro novostavby, tak pro změny staveb. Tento dokument vypracovává fyzická osoba, která získala oprávnění podle zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Ve svém řešení klade projektant požadavky na celou řadu nutných opatření pro zajištění bezpečnosti uživatelů objektu. Pojednává nejen o požadavcích na konstrukce, ale i o zajištění bezpečné evakuace, potřebném technickém vybavení či o umožnění plynulého a efektivního zásahu jednotek požární ochrany.

Současný stav poznání problematiky druhu konstrukční části bude rozebrán ve třech podkapitolách: historie národní kategorizace, současný stav a podstata kategorizace.

### 2.1 Historie národní kategorizace

Za účelem poznání původu druhu konstrukční části je třeba se zorientovat v samotném historickém vývoji hodnocení konstrukcí z hlediska jejich chování při požáru. Následující podkapitoly shrnují tento vývoj a osvětlí vznik národní kategorizace. Vývoj je pro přehlednost ilustrován na časové ose (obr. 1):

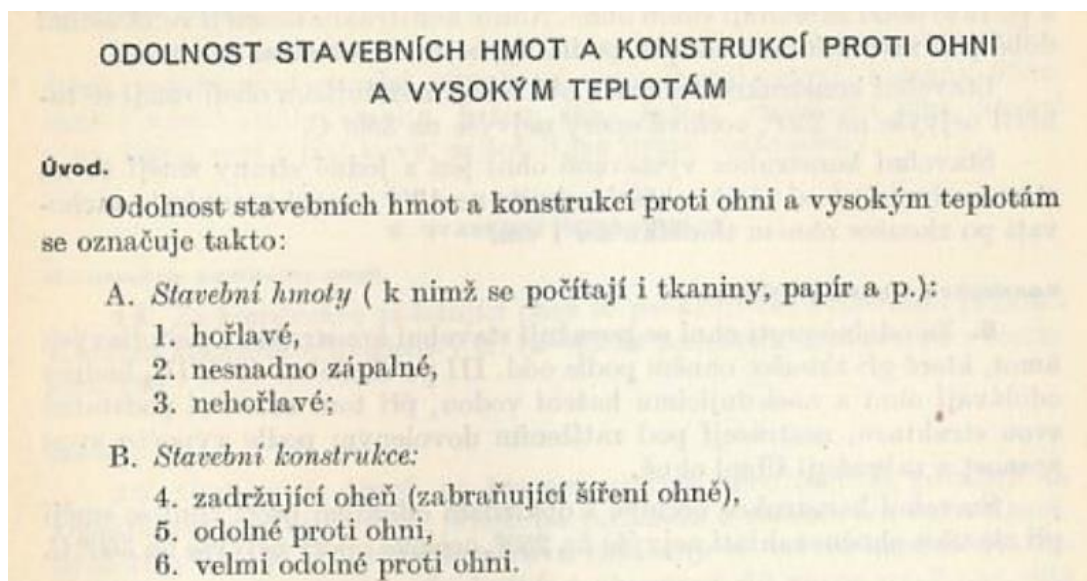


obr. 1: Časová osa historických souvislostí druhu konstrukční části

Ač je již dlouhodobou snahou konstrukce jistým způsobem třídit, v rámci historického vývoje je pojmenování kategorizace i její slovní popis značně proměnný. Obměňují se pilíře, na kterých dělení stojí, i označení jednotlivých kategorií.

### 2.1.1 Poválečné období

Po druhé světové válce v roce 1947 tuzemská normotvorba používá začínající definice konstrukcí ve vztahu k jejich hořlavosti [1]. **Stavební hmoty** byly rozděleny na **hořlavé, nesnadno hořlavé a nehořlavé, stavební konstrukce** pak na konstrukce **zadržující oheň, odolné proti ohni a velmi odolné proti ohni** (obr. 2).

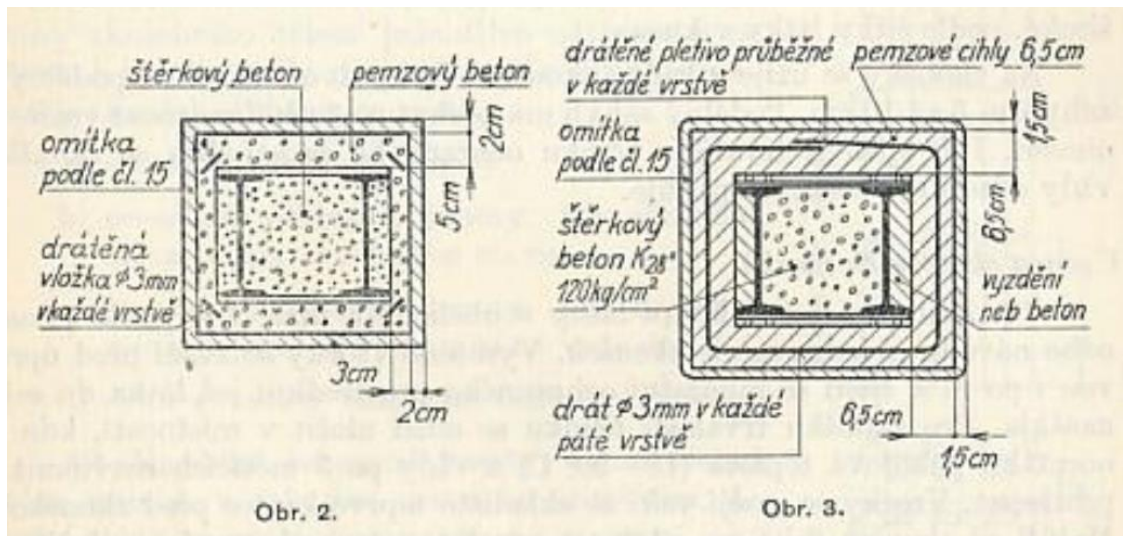


obr. 2: Poválečné třídění odolnosti proti ohni [1]

Hořlavé hmoty jsou zavedeny jako hmoty, které po zapálení hoří bez dalšího přivádění tepla. Jako jejich příklady norma uvádí dřevo, slitiny hořčíku, papír, slámu nebo rašelinu. Nesnadno zápalné vzplanou nesnadno, při dalším přivádění tepla pomalu hoří a po odstavení zdroje tepla musí plamen rychle uhasnout, hmota smí dále krátce doutnat. Jsou to také hmoty, které působením ohně a vysoké teploty zuhelnatí bez plamenů, doutnání a šíření ohně. Příkladem je čistá vlna. Nehořlavé hmoty se pak nedají zapálit a bez plamene nezpoulní, jedná se například o písek, hlínu, struskový písek, maltu, beton, sklo, asbest, litinu a další kovy, které nejsou jemně roztroušeny.

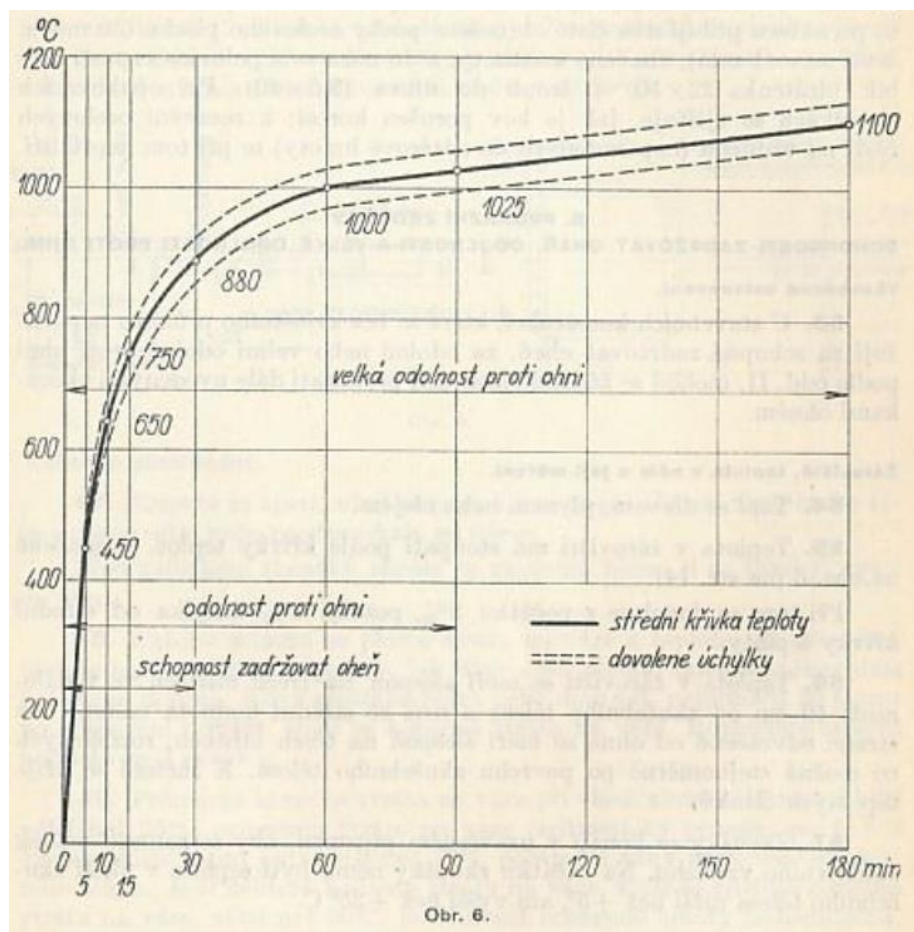
Konstrukce zadržující oheň při zkoušce ohněm v době 0,5 hodiny nevzplanou a zabraňují šíření ohně, nosné konstrukce v této době nesmí ztratit únosnost. Stavební konstrukce ocelové s obkladem zadržujícím oheň se smějí zahřát nejvýše na 250 °C, ocelové opěry na 350 °C; konstrukce vystavené ohni z jedné strany se na odvrácené straně smí zahřát maximálně na 130 °C a po zkoušce všude zachovat tloušťku alespoň 1 cm. Konstrukce odolné ohni při zkoušce ohněm po dobu 1,5 hodiny odolávají ohni a následném hašení vodou, při tom nezmění podstatně svou strukturu, neztrácejí nosnost a brání šíření ohně. Stavební konstrukce ocelové s obkladem odolným

proti ohni se smějí zahřát nejvýše na 250 °C, ocelové opěry na 350 °C. Konstrukce velmi odolné ohni (obr. 3) dosáhnou stejných výsledků jako předchozí typ, avšak to po zkušební dobu 3 hodin.



obr. 3: Ocelové opěry s chráněnými ocelovými součástmi velmi odolné proti ohni [1]

Zkoušky ohněm mají vícero druhů. Definována je průkazná zkouška nesnadné zápalnosti, průkazná zkouška schopnosti zadržovat oheň, odolnosti a velké odolnosti proti ohni. Teplota v žárovišti stoupá podle křivky teplot vyznačené na obrázku (obr. 4).



obr. 4: Křivka teploty v čase pro zkoušení [1]

### 2.1.2 50. a 60. léta

V roce 1959 navazují požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť [2]. Dochází k třídění na skupiny hořlavosti hmot a dělení konstrukcí podle hořlavosti (obr. 5). **Skupiny hořlavosti hmot** byly zavedeny tři, **nehořlavé, nesnadno hořlavé a hořlavé**.

Rozeznávány byly tři skupiny konstrukcí, a přesným označením jako **konstrukce z nehořlavých hmot, z nehořlavých hmot před ohněm chráněných nehořlavou omítkou nebo obložním a z hořlavých hmot**.

Skupina hořlavosti hmot	Znaky hořlavosti	
	hmoty	konstrukce
nehořlavé	působením ohně nebo vysoké teploty*) za normálního tlaku nehoří, nedoutnají ani neuhelnatí	z nehořlavých hmot
nesnadno hořlavé	působením ohně nebo vysoké teploty*) za normálního tlaku jen nesnadno hoří, doutnají nebo uhelnatí a po odstranění tepelného zdroje dále nehoří ani nedoutnají	z nehořlavých hmot před ohněm chráněných nehořlavou omítkou neb obložním
hořlavé	působením ohně nebo vysoké teploty*) za normálního tlaku hoří nebo doutnají a po odstranění tepelného zdroje dále nepřetržitě hoří nebo doutnají	z hořlavých hmot

\*) Vysokou teplotou se podle této normy rozumí teplota zápalná, zpravidla vyšší než 250 °C.

obr. 5: Rozdělení stavebních hmot a konstrukcí podle hořlavosti [2]

Konstrukce k době své požární odolnosti nesmí ztratit únosnost a stabilitu, její teplota na povrchu odvráceném od ohně nesmí překročit 150 °C a nesmí vzniknout trhliny, kterými by se požár mohl dále šířit. Zaveden je i předchůdce dnešního stupně požární bezpečnosti – stupeň bezpečnosti objektů proti ohni.

### 2.1.3 70. léta

Zásadní posun nastal až v roce 1975 pod taktovkou hlavní tvůrčí osobnosti požární bezpečnosti v Československu, doktora Vladimíra Reichela, a jeho kolektivitu expertů ve Výzkumném ústavu pozemních staveb [3].

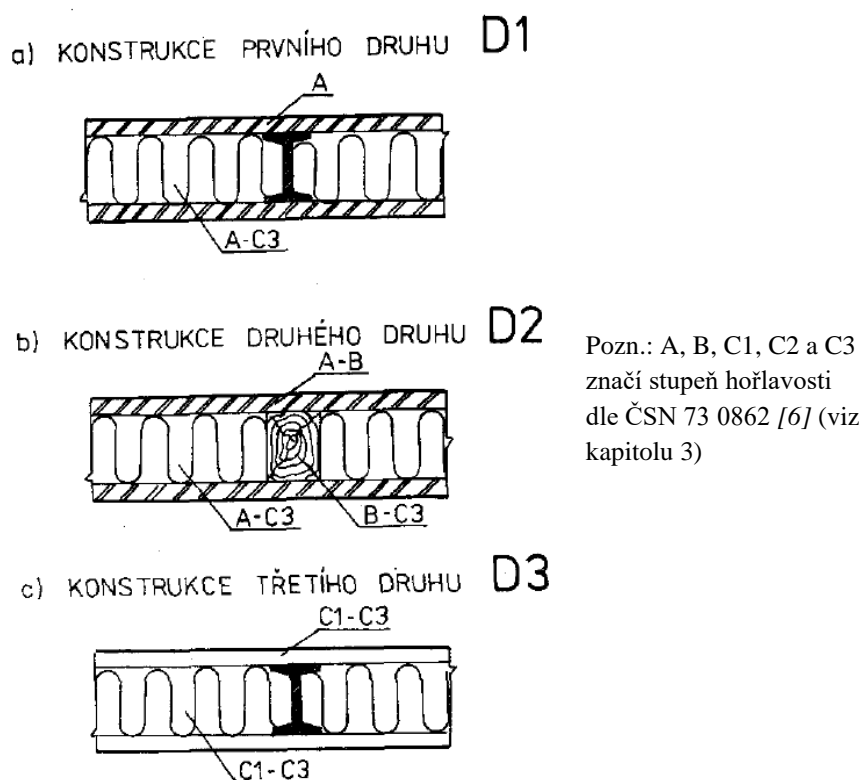
V ČSN 73 0802 objevují požárně dělicí a nosné **konstrukce z nehořlavých, smíšených a z hořlavých hmot**, jedná se o dělení podobné tomu, které využíváme dnes, nicméně v tomto období nejsou označovány stávající zkratkou. Dnes platný konstrukční systém a druh konstrukční části stále nejsou zavedeny. Jako kritérium zde slouží obsah a případné uzavření hořlavých hmot v konstrukci, vliv hořlavých hmot na stabilitu a únosnost dílce a celkový podíl hmotnosti hořlavých či nesnadno hořlavých hmot požárně dělicích a nosných konstrukcích v požárním úseku. Například za smíšené konstrukce se považují ty, které mohou obsahovat hmoty od hořlavých po nehořlavé s podmínkou, že hmotnost hořlavých a nesnadno hořlavých hmot nepřesahuje 50 %

celkové hmotnosti nosných a požárně dělicí konstrukcí v posuzovaném požárním úseku. U konstrukcí z hořlavých hmot je překonána tato limitní procentuální hodnota hořlavých součástí. Konstrukce z nehořlavých hmot mohou obsahovat hořlavé izolace zcela uzavřené nehořlavými hmotami.

Hořlavost stavebních hmot v této době určuje ČSN 73 0853. Děleny jsou na **stupně hořlavosti** stavebních hmot A, B, C1, C2 a C3 (viz kapitolu 3) [4].

### 2.1.4 80. léta

Třídění konstrukčních dílců a prvků na **druhy D1, D2, D3** (obr. 6) se poprvé objevuje koncem 80. let v nové ČSN 73 0804 a časopise Zabraňujeme škodám [5]. Vysvětlením jejich vzniku je skutečnost, že praxe ukazovala vhodnost posuzovat z hlediska použitých konstrukcí nejprve jednotlivé dílce a teprve následně celý objekt. Vzniká tedy zároveň i předchůdce konstrukčního systému – **objekt s konstrukcemi nehořlavými, smíšenými a hořlavými**.



obr. 6: Konstrukce druhu D1, D2, D3

Konstrukce druhu D1 nezvyšují intenzitu požáru a obsahují pouze nehořlavé hmoty nebo hořlavé hmoty, na nichž není závislá stabilita a únosnost konstrukce, přičemž hořlavé hmoty jsou zcela požárně uzavřeny uvnitř konstrukce nehořlavými hmotami a v požadované době požární odolnosti nedojde k jejich vzplanutí a uvolnění tepla. Konstrukce druhu D2 nezvyšují v požadované době požární odolnosti intenzitu požáru, ale obsahují i hořlavé hmoty, na kterých je závislá stabilita a únosnost konstrukce; hořlavé hmoty jsou zcela požárně uzavřeny uvnitř



konstrukce nehořlavými nebo nesnadno hořlavými hmotami a v požadované době požární odolnosti nedojde k jejich vzplanutí a uvolnění tepla. A nakonec konstrukce druhu D3 zvyšují v požadované době požární odolnosti zpravidla intenzitu požáru a nesplňují požadavky na odolnější druhy D1 a D2.

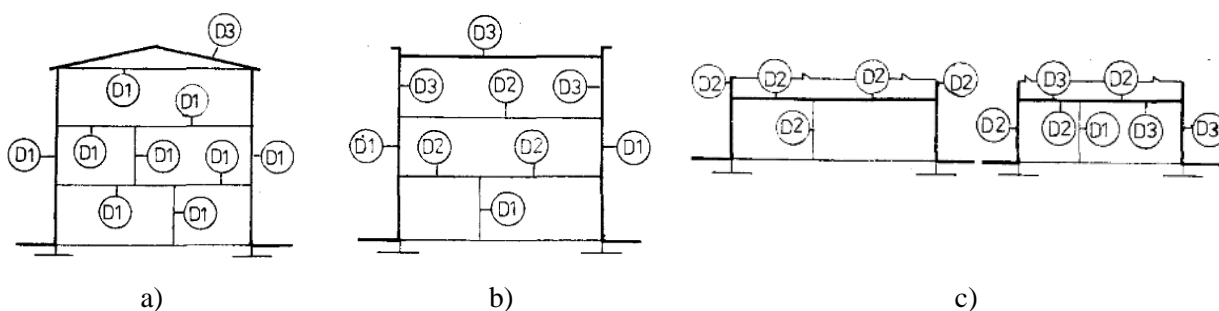
Základní hlediska pro posuzování jsou (tab. 1):

- vliv hořlavých hmot na intenzitu požáru,
- vliv hořlavých hmot na stabilitu a únosnost dílce.

tab. 1: Hlediska pro třídění konstrukcí druhu D1, D2, D3

Hlediska pro třídění konstrukcí	Konstrukce (konstrukční dílce a prvky)		
	Druhu 1	Druhu 2	Druhu 3
Vliv hořlavých hmot na intenzitu požáru	ne	ne	ano
Vliv hořlavých hmot na stabilitu a únosnost	ne	ano	ano

Současně je zavedeno dělení objektů v závislosti na definicích konstrukcí D1, D2 a D3 na objekty s konstrukcemi nehořlavými, smíšenými a hořlavými (obr. 7). Jedná se tedy fakticky o zavedení konstrukčního systému, jak jej definujeme v současnosti. Požární úsek nebo stavební objekt totiž sestává z řady konstrukcí, které rozhodují o jeho chování při požáru; jsou to požárně dělicí konstrukce (požární stěny, stropy, obvodové stěny a uzávěry otvorů) a nosné konstrukce zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části.



obr. 7: Objekt s konstrukcemi: a) nehořlavými, b) smíšenými, c) hořlavými [5]

Rozeznávají se objekty s:

- a) konstrukcemi nehořlavými, které mají pouze konstrukce druhu D1,
- b) konstrukcemi smíšenými, které mají:
  - i. svislé požárně dělicí a svislé nosné konstrukce zajišťující stabilitu objektu pouze druhu D1 a
  - ii. ostatní požárně dělicí a nosné konstrukce zajišťující stabilitu druhu D2,

- c) konstrukcemi hořlavými, které mají:
- i. všechny konstrukce alespoň druhu D2, nebo
  - ii. konstrukce druhu D3 či nesplňují požadavky bodu a) a b).

Důležité je zavedení ustanovení, podle kterého se nebere zřetel na konstrukce, které se nacházejí nad požárním stropem posledního užitného nadzemního podlaží, na konstrukce z hořlavých hmot v posledním užitném nadzemním podlaží u objektu s více než dvěma nadzemními podlažími, jedná-li se o objekt, který má konstrukce smíšené, na konstrukce vestavek (tvořících i samostatné požární úseky) umístěné ve větších požárních úsecích, pokud požárně dělicí a nosné konstrukce těchto vestavek nezajišťují stabilitu objektu a ani neohraničují (větší) požární úsek, ve kterém jsou umístěny. Z tohoto ustanovení dodnes vycházíme.

### 2.1.5 Vstup do Evropské unie

Od roku 2005 dochází v ČSN 73 0810 [7] k nahrazení pojmu **Dx** pojmem **DPx**. Tato změna byla zřejmě snahou odlišit Dx s hodnocením dle stupňů hořlavosti a DPx s rozdílnou klasifikací – třídou reakce na oheň, která je nově implementována jako jednotné evropské třídění po vstupu České republiky do Evropské unie (viz kapitolu 3). DPx pak tvoří podklad pro hodnocení konstrukčních systémů ve smyslu norem řady ČSN 73 08xx a pro specifikaci projektových požadavků na jednotlivé konstrukční části.

### 2.1.6 Ekvivalentní konstrukce druhu DP1

V uplynulých letech došlo v tuzemsku vlivem častějších logistických přesunů k významnému nárůstu výstavby halových objektů. Tyto objekty slouží primárně jako překladiště a skladovací prostory. Častým řešením obvodového pláště byly sendvičové panelové konstrukce vyplněné hořlavými tepelně-izolačními materiály.

Zavedení nového pojmu předcházely experimenty. V listopadu 2010 byla ve zkušebně PAVUS a.s. ve Veselí nad Lužnicí ze strany společnosti Kingspan provedena prvotní požární zkouška sendvičového obvodového panelu s plechovým povrchem a výplní z tepelně izolační PIR pěny (polyisokyanurát) (obr. 8). Ač zkouška nedosáhla tak příznivých výsledků, které byly očekávány, přinesla značné poznání v oblasti požární odolnosti sendvičových panelů a rozšířila i možnosti velkoformátového zkoušení.



2. minuta

13. minuta

21. minuta

obr. 8: Požární zkouška sendvičových panelů Kingspan ve zkušebně PAVUS v roce 2010  
(zdroj: fotoarchiv ČVUT)

Již krátce po zahájení zkoušky se velmi rychle rozšiřoval kouř spárami. Ve 13. minutě se pak plech značně deformoval a požár prohořel konstrukcí skrz, konstrukce tedy nevyhovovala ani na 15 minut požární odolnosti.

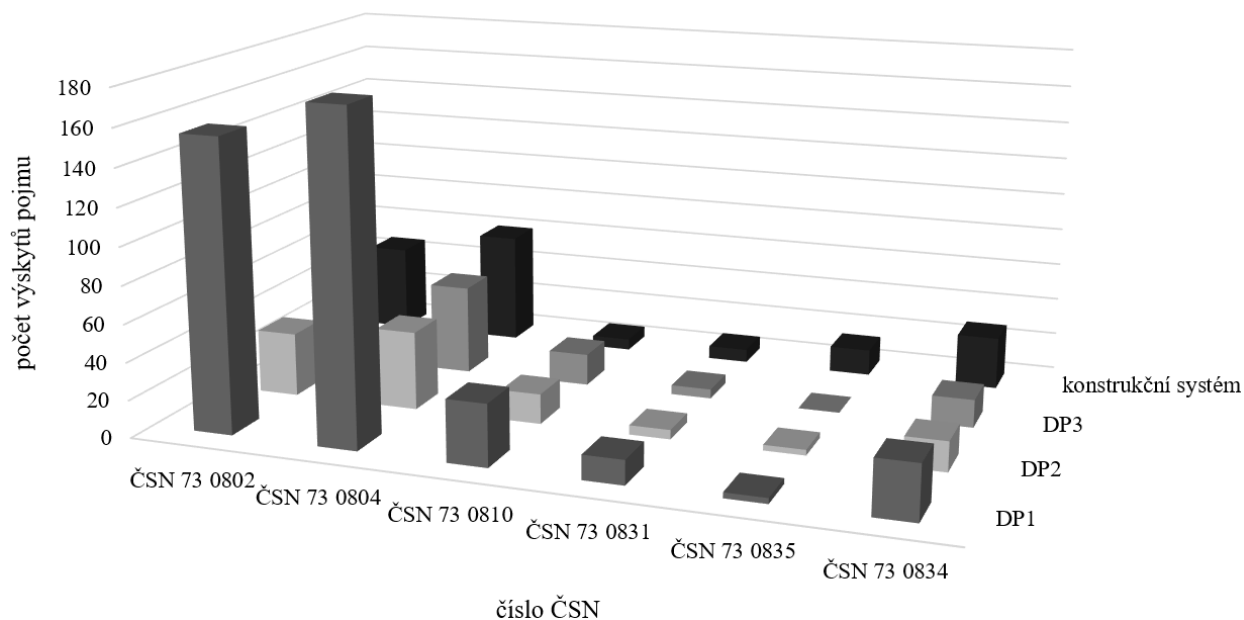
Důsledkem rozšíření zkušebních možností v PAVUS a.s. o novou velkoformátovou pec a iniciativy ze strany stavebníků byla zavedena tzv. *ekvivalentní konstrukce druhu DP1* [8]. Článek se vztahoval na konstrukce mající pláště třídy reakce na oheň A1 nebo A2 a vnitřní tepelně-izolační výplňové materiály třídy reakce na oheň B nebo C.

Tato konstrukce musela být podrobena požární zkoušce při velikosti zkušebního vzorku 30 m<sup>2</sup> a průměrné teplotě vnějšího povrchu do 180 °C. Požadováno rovněž bylo, aby byly panely bezpečně vzájemně spojeny tak, aby v případě požáru (resp. při požární zkoušce) nedošlo k přímému průniku plamene na vnější povrch těchto panelů. Nicméně vzhledem k rychlé deformaci těchto plechů a zahoření a uhelnatění tepelných izolantů netrvalo dlouho a tato výjimka byla opět z bezpečnostních důvodů zrušena [9].

## 2.2 Současný stav

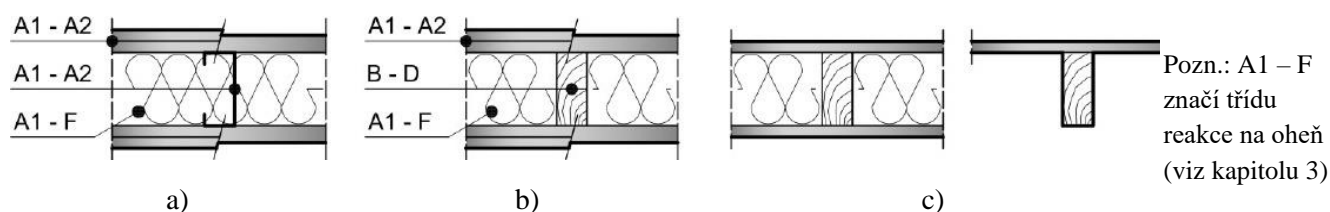
V současné době pracujeme s druhy konstrukčních částí **DP1, DP2 a DP3**. Tyto druhy odlišujeme za účelem posouzení dvou základních kritérií, kterými jsou **míra uvolňování tepla z hořlavých částí** konstrukčního dílce v době požadované požární odolnosti a **vliv hořlavé části na únosnost a stabilitu konstrukce**. Třídění je možné označit za světový unikát, kromě České republiky jej nalezneme pouze na Slovensku, a to z důvodu společného vývoje technické normalizace do roku 1993. Hlavním důvodem, proč konstrukce tímto způsobem třídíme, je stanovení konstrukčního systému budovy a určení přímých požadavků projekčních norem (viz kapitola 2.3).

Pro získání lepší představy o rozsahu použití této kategorizace v rámci české normové základny byl v rámci této diplomové práce zpracován graf znázorňující četnost výskytu pojmů DP1, DP2, DP3 a konstrukční systém (obr. 9). Graf znázorňuje pouze výskyt pojmů v kmenových a několika nejpoužívanějších projektových normách požární bezpečnosti staveb, neobsahuje tedy kompletně všechny výskyt těchto pojmů a je proto zřejmé, že naše legislativa je těmito pojmy hustě protkána.



obr. 9: Graf četnosti užití pojmů v ČSN

Druh konstrukční části je zpravidla uváděn společně s údajem o požární odolnosti konstrukce. Grafické znázornění (obr. 10) je zřejmé z obrázku:



obr. 10: Druh konstrukční části: a) DP1. b) DP2, c) DP3 [10]

Druhy jsou v normě definovány následovně [11]:

**Stavební konstrukce druhu DP1** v požadované době požární odolnosti nezvýší intenzitu požáru. Podstatné složky<sup>1</sup> konstrukce sestávají primárně z nehořlavých materiálů a výrobků s třídou reakce na oheň A1 nebo A2. Tato konstrukce může obsahovat i hořlavé výrobky s třídou reakce na oheň B až F, ty však musí být umístěny uvnitř konstrukce tak, aby v požadované době požární odolnosti nedošlo k jejich vzplanutí. Poslední zásadní podmínkou je, že hořlavé prvky nesmí mít vliv na únosnost a stabilitu konstrukce.

**Stavební konstrukce druhu DP2** již mohou obsahovat nosné prvky s třídou reakce na oheň B až D, je ale nutné je umístit dovnitř konstrukce tak, aby byly chráněny nehořlavými povrchovými vrstvami třídy reakce na oheň A1 nebo A2, které zamezí jejich vzplanutí a odhořívání. Stejně tak je možné dovnitř konstrukce užít materiály třídy reakce na oheň B až F, na těchto však stabilita závislá být nesmí (například tepelné a akustické izolace).

A nakonec jako **stavební konstrukce druhu DP3** klasifikujeme ty konstrukce, které nesplňují přísnější požadavky na druh DP1 nebo DP2. Intenzitu požáru jejich složky zvyšují.

## 2.3 Podstata kategorizace

Kategorizace druhu konstrukční části slouží primárně dvěma účelům, a to:

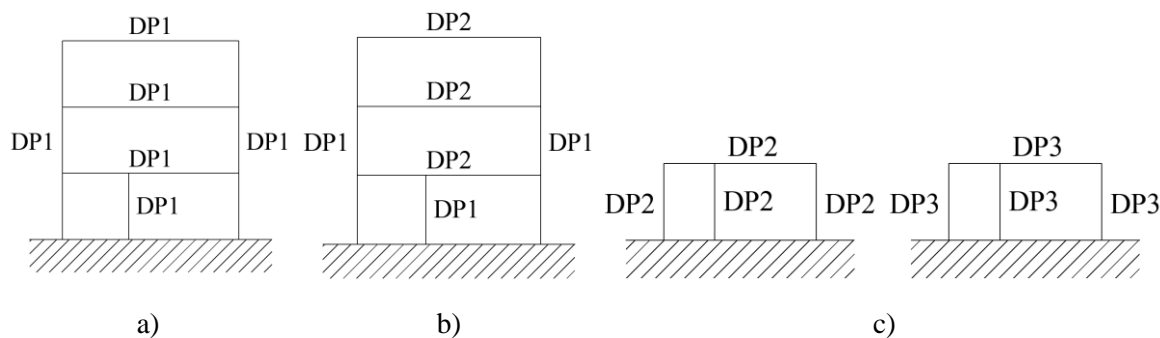
- stanovení konstrukčního systému,
- určení přímých normových požadavků.

### 2.3.1 Konstrukční systém

V současné době v oblasti projektování požární bezpečnosti staveb pracujeme s (na druh konstrukční části úzce navázanými) konstrukčními systémy (obr. 11). Toto dělení je základním pilířem projektování a hraje klíčovou roli při návrhu požárně bezpečnostního řešení stavby.

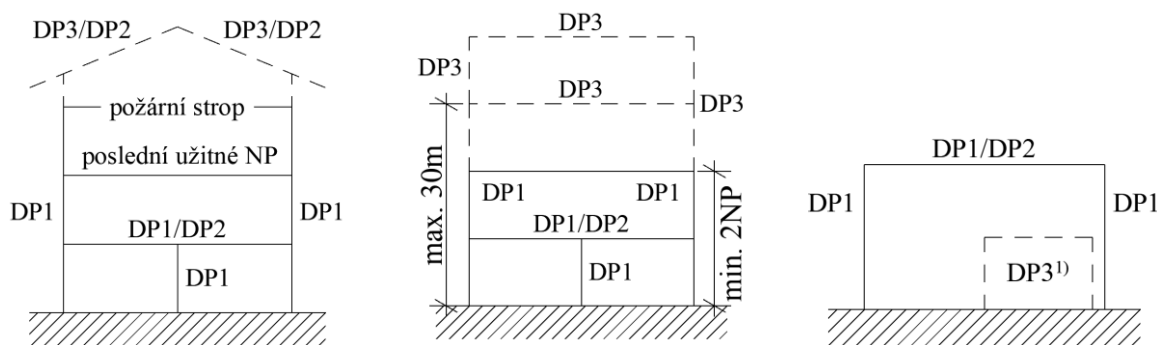
---

<sup>1</sup> Pojem podstatná složka je definován jako materiál, který tvoří významnou část nesterodného výrobku. Za podstatnou složku se pokládá vrstva o plošné hmotnosti  $\geq 1,0 \text{ kg/m}^2$  nebo tloušťce  $\geq 1,0 \text{ mm}$  [12].



obr. 11: Konstrukční systém: a) nehořlavý, b) smíšený, c) hořlavý

**Nehořlavý konstrukční systém** má veškeré svislé i vodorovné konstrukce s nosnou či požárně dělicí funkcí druhu DP1. Svislé nosné konstrukce pro **smíšený konstrukční systém** jsou rovněž pouze druhu DP1, nicméně vodorovné již jsou druhu DP2. **Hořlavý konstrukční systém** pak přiřazujeme těm stavbám, které nespĺňují požadavky stanovené na předcházející typy konstrukčních systémů. Dále jsou stanoveny výjimky pro určité situace (obr. 12), kdy není třeba brát v potaz konstrukce druhu DP2 a DP3, které by konstrukční systém zhoršovaly [13]. Vychází se zde z historické ČSN 73 0804 a jedná se například o konstrukce nad požárním stropem posledního užitného podlaží (primárně dřevěné krovy), obvodové stěny, které nezajišťují stabilitu objektu či jeho části nebo konstrukce druhu DP3 v posledních dvou užitných nadzemních podlažích.



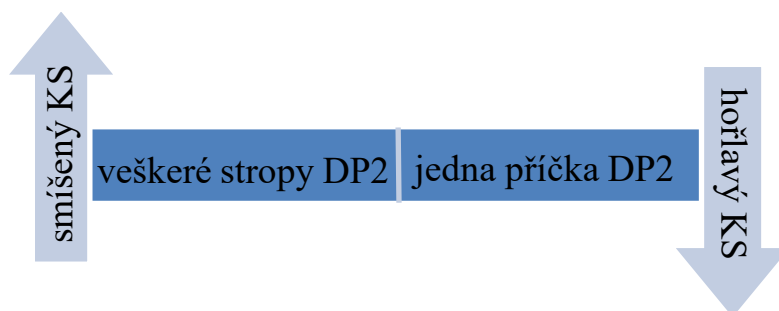
obr. 12: Výjimky pro třídění konstrukčních systémů

Při projektování požární bezpečnosti staveb je určení konstrukčního systému jedním z prvotních kroků, z nichž se následně odvíjí bezpočet dalších požadavků: od stanovení stupně požární bezpečnosti požárních úseků (které udávají požadavky na požární odolnost konstrukcí), přes mezní velikost požárních úseků, nejvyšší počet užitných podlaží v požárním úseku a stanovení odstupových vzdáleností od objektu po stanovení maximálního možného počtu parkovacích stání v řadových a hromadných garážích atd.

Velmi podstatným omezením vztaženým na konstrukční systém budovy je **maximální povolená požární výška**<sup>2</sup>. U nehořlavého je při nižších hodnotách výpočtového požárního zatížení<sup>3</sup> neomezena, výšková omezení se vyskytují až při umístování prostorů s vysokým požárním rizikem. Smíšený konstrukční systém umožňuje maximálně 22,5 m a hořlavý pak jen 12 m [13].

V nezanedbatelném množství případů pak dochází k problémům při určování konstrukčního systému a určitým paradoxním výsledkům. U hal opláštěných obvodovými nenosnými panely plněnými PIR pěnou (třída reakce na oheň E) nemají tyto hořlavé konstrukce vliv na určení konstrukčního systému. Jakmile však takový panel chceme aplikovat na střechu, musíme tuto konstrukci hodnotit jako DP3 a celkový konstrukční systém již není nehořlavý (pro obdobné případy byla zavedena výjimka, viz kapitolu 6.2).

Častým konstrukčním řešením stávajících bytových domů je užití zděných stěn a dřevěných trámových stropů, které za splnění určitých podmínek hodnotíme jako DP2. Konstrukční systém je pak hodnocen jako smíšený. Kdyby byla umístěna, byť jen jediná požárně dělicí příčka druhu DP2, konstrukční systém již bude hodnocen jako hořlavý.



<sup>2</sup> Požární výška je výška od čisté podlahy prvního nadzemního podlaží k čisté podlaze posledního užitného nadzemního, popř. podzemního podlaží [13].

<sup>3</sup> Výpočtové požární zatížení je určeno na základě množství hořlavých látek v posuzovaném požárním úseku, součinitele vyjadřujícího rychlosti odhořívání z hlediska charakteru hořlavých látek a z hlediska stavebních podmínek a součinitele vyjadřujícího vliv požárně bezpečnostních zařízení [13].

### 2.3.2 Přímé požadavky norem

Z druhu konstrukční části vychází i dlouhá řada navazujících přímých požadavků. Tyto požadavky jsou rozptýleny v normách specializovaných na požární bezpečnost staveb ale i v dalších v případech, kdy si daný provoz žádá bližší specifikaci požadavku na konstrukce. Pro lepší představu jsou jako příklad namátkou vybrány následující:

- Konstrukce v podzemních podlažích musí být prováděny výlučně z konstrukcí druhu DP1 [13].
- Vybrané specifické provozy se mohou realizovat pouze s užitím předepsaného konstrukčního systému. Typickým příkladem jsou jesle, jež mohou být umístovány pouze do objektů s nehořlavým konstrukčním systémem (příčemž toto opatření je doporučováno též při navrhování předškolských zařízení), nebo zdravotnická zařízení skupiny LZ 2 [14], dále určité typy shromažďovacích prostorů atp.
- Požárně dělicí konstrukce ohraničující chráněné únikové cesty musí být vždy tvořeny výlučně z konstrukcí druhu DP1 [13].
- Požární pásy (požárně odolné části obvodových stěn na hranici požárních úseků) musí být z konstrukcí druhu DP1, popř. nahrazeny ustoupením, vystoupením, prodloužením požárních stěn druhu DP1.
- Při změnách staveb bytových domů, navrhovaných podle typizovaných podkladů (panelová výstavba), se při nástavbách, kde požární výška původního objektu přesahuje 22,5 m či má objekt více než 8 nadzemních podlaží, nosné a požárně dělicí konstrukce této nástavby smí tvořit pouze konstrukce druhu DP1.
- Požární stěny, stropy a stěny kabelových a instalačních šachet v radiokomunikačních a telekomunikačních provozech musí být druhu DP1.

Prosté zrušení kategorizace by tedy zapříčilo okamžitou neplatnost dlouhé řady těchto specifikací. Tato eventualita je blíže rozebrána v kapitole 6.1.



### 3 Analýza rozhodujících faktorů pro zařídění

Historickým parametrem pro zařídění stavebních hmot bylo **dělení stavebních hmot** podle hořlavosti (viz kapitolu 2.1.1), **skupiny hořlavosti hmot** (viz kapitolu 2.1.2) a posléze **stupeň hořlavosti** (viz kapitolu 2.1.3). Toto třídění bylo zavedeno na začátku 70. let [4] a posléze upraveno na začátku 80. let [6]. První varianta byla zrušena pro svou neobjektivnost – jediným kritériem byl úbytek hmotnosti vzorku v procentech, což vedlo ke zvýhodnění materiálů testovaných při větší tloušťce vzorku, a naopak diskriminaci vzorků, které obsahovaly vysoké procento chemicky vázané vody – úbytek hmotnosti pak byl u nich zkresleně vysoký.

Varianta z roku 1980 (tab. 2) pak přešla na klasifikaci podle vzrůstu teploty vyprodukovaných spalných zplodin, které hmota vyprodukuje [6]. Do výpočetního vzorce jsou zahrnuty:

- rozdíly teplot na konci 3. a 5. minuty při zkoušce vzorku a při odpovídající kalibrační zkoušce,
- největší rozdíl teplot při zkoušce vzorku a při kalibrační zkoušce,
- doba v minutách, při níž byl dosažen největší rozdíl teplot,
- měrná hmotnost vzorku.

Na základě těchto parametrů je stanovena hodnota  $Q$ , k níž nejsou uvedeny jednotky, nejedná se zde o spalné teplo, výhřevnost, atp., které v současnosti projekce požární bezpečnosti využívá například k stanovování odstupových vzdáleností.

tab. 2: Stupně hořlavosti dle ČSN 73 0862

Hodnota Q	Označení stupně hořlavosti stavebních hmot	
< 50	A	nehořlavé
50 – 150	B	nesnadno hořlavé
150 – 300	C1	těžce hořlavé
300 – 600	C2	středně hořlavé
> 600	C3	lehce hořlavé

Nicméně i tato upravená verze byla zrušena v roce 2004 při vstupu České republiky do Evropské unie, kdy došlo ke konfliktu s EN a Eurokódy.

Stupně hořlavosti jsou dnes vnímány jako příliš zjednodušené. Na místo nich je zavedena evropská **třída reakce na oheň** (*Reaction to Fire Classification*). Ke stanovení příslušné třídy reakce na oheň využíváme jedné z následujících zkoušek [12]:

- zkouška nehořlavosti [15],
- stanovení spalného tepla [16],
- zkouška jednotlivým hořícím předmětem (SBI) [17],
- zkouška zápalnosti [18],
- stanovení chování podlahových krytin při hoření užitím zdroje sálavého tepla [19].

Tříd reakce na oheň známe celkem sedm. V tabulce (tab. 3) je vyobrazen jejich výčet včetně základních charakteristik.

tab. 3: Třídy reakce na oheň

Třída reakce na oheň		Chování při požáru	Zkouška
nehořlavé výrobky	A1	nepřispívá k rozvoji požáru ani kouře	nehořlavost, spalné teplo
	A2	nepřispívá významně k rozvoji požáru	nehořlavost, spalné teplo, SBI
hořlavé výrobky	B	velmi omezeně přispívá k rozvoji požáru	SBI, zápalnost
	C	omezeně přispívá k flashover efektu <sup>4</sup>	SBI, zápalnost
	D	přispívá k flashover efektu	SBI, zápalnost
	E	výrazně přispívá k flashover efektu	zápalnost
	F	nezařazené	zápalnost

Každé třídě reakce na oheň je dále přiřazena vhodná zkušební metoda a klasifikační kritéria, popř. ještě doplňková klasifikace jako vývoj kouře  $s$ , vznik plamenně hořících kapek  $d$  či kyselost zplodin hoření kabelových izolací  $a$ . Zde se odlišují podlahové krytiny, tepelně izolační výrobky potrubí a ostatní stavební výrobky.

<sup>4</sup> Flashover efektem rozumíme prostorové vzplanutí (požár přeskočí z lokálního zdroje do zbylého prostředí díky zahřáté vrstvě kouře). Dochází k prudkému nárůstu teploty.

Vztah mezi původními stupni hořlavosti a třídou reakce na oheň ilustruje následující tabulka (tab. 4) [11]:

tab. 4: Srovnání stupňů hořlavosti a tříd reakce na oheň

Stupeň hořlavosti	Třída reakce na oheň
A	A1
	A2
B	B
C1	C
C2	D
C3	E
	F

Tento převodník plní dočasnou úlohu. Současně platné normy data vydání staršího roku 2005 stále operují s původní klasifikací stupně hořlavosti hmot. Například při stanovování požadavků na vzduchotechnická zařízení [20] poskytne projektantovi pomoc s určením požadavku na potrubí, výústky atd.

## 4 Srovnání se zahraničím

V rámci diskuse o české kategorizaci bývá nejednou vysloven argument, že v zahraničních legislativách žádné obdobné třídění neexistuje. Bylo by však unáhlené považovat výrok za pravdivý bez bližšího nahlédnutí do odlišných přístupů k projektování požární bezpečnosti.

V následujících podkapitolách je představeno, jaké principy jsou v jiných zemích využívány pro dosažení stejných cílů, od maximální výšky budovy po omezení hořlavých konstrukčních prvků. Svým vlastním způsobem si zahraniční legislativa zajistí obdobné regulace, za účelem dosažení dostatečně bezpečné evakuace a eliminace hořlavých konstrukčních prvků v budovách a provozech se zvýšenými požadavky na bezpečnost.

Česká republika není zdaleka jedinou zemí, která si stanovuje bezpečnostní parametry v národním měřítku. Z průzkumu vyplývá, že lokální regulace mají rovněž tendenci vycházet z parametrů, které se v dlouhodobém horizontu vyznačují jako určující.

Orientace v zahraničních předpisech je obtížná. S přihlédnutím k nedostatku volně přístupných podkladů, jazykové bariéry a absenci jasných specifikací, které požadavky lze označit jako závazné a které jako doporučené, je vhodné vnímat následující podkapitoly jako referenci a vyzdvihnutí relevantních souvislostí. Provést jednoznačné srovnání zahraničních přístupů s tím tuzemským není možné z důvodu odlišných celostních postojů a stanovisek vycházejících z historických, geografických a místně závislých poměrů.

### 4.1 Slovensko

Od rozdělení Československa v roce 1993 se česká a slovenská národní legislativa rozděluje. Nicméně díky společnému základu je Slovensko jedinou další zemí na světě, která využívá kategorizaci druhů konstrukčních prvků. Na rozdíl od tuzemska Slováci ale zachovali označení Dx oproti našemu aktualizovanému DPx.

V roce 2004 byla kvůli vstupu Slovenska do Evropské unie STN EN 13501-1 doplněna o tzv. Národní přílohu informativního charakteru [21]. Tato příloha obsahovala tabulku převádějící původní stupně hořlavosti na třídu reakce na oheň.

Definice konstrukčního prvku D1 byla v tomto dokumentu obdobná s českou (jedná se o konstrukce z prvků třídy reakce na oheň A1, popř. horších tříd pro ty části, na nichž nezávisí únosnost a stabilita konstrukce). Mezi lety 2007 a 2017 ale došlo ke zpřísnění této definice – jako D1 směly být posuzovány pouze ty prvky, které sestávaly výhradně z komponentů s třídou reakce na oheň A1/A2. Zároveň zde definice D2 umožňuje prokázat splnění požadavků na celistvost a izolační schopnost nehořlavých komponentů uzavírajících hořlavé komponenty s použitím evropského mezního stavu K<sub>2</sub> na základě zkoušky [22]. V roce 2017 se ale definice D1 v STN 92 0201-2 vrátila do své benevolentnější podoby a opět začala umožňovat užití hořlavých výrobků pro nenosné části [23].

Ekvivalentem našeho konstrukčního systému je u našich sousedů tzv. konstrukční celek. Nehořlavé a hořlavé konstrukční celky jsou shodné s našimi (pouze konstrukce D1, potažmo celky nevyhovující přísnějším definicím). Smíšený konstrukční systém byl dříve také shodný, v současné době je však odlišný od českého. S příchodem právního předpisu 94/2004 Z. z. [24] je možné přisoudit smíšený konstrukční celek i objektu, kde jsou vodorovné i svislé nosné konstrukce zajišťující stabilitu stavby a požárně dělicí konstrukce druhu D2, přičemž zároveň:

- nosné komponenty těchto konstrukčních prvků mají třídu reakce na oheň nejméně D-s2, d0,
- všechny dutiny v těchto konstrukčních prvcích jsou vyplněné komponenty třídy reakce na oheň A1 anebo A2 s teplotou tavení nejméně 1 000 °C,
- upevnění komponentů v dutinách těchto konstrukčních prvků vyloučí jejich pohyb a vypadnutí; to platí i tehdy, pokud vnější komponent konstrukčního prvku přestane plnit ochrannou funkci [24].

Na Slovensku je tedy možné i při umístění svislých prvků druhu D2 zachovat smíšený konstrukční systém.

## 4.2 Spojené státy americké

Systém požadavků na výstavbu je ve Spojených státech amerických velice komplexní díky konstitučním právům regulovat budovy na státní či lokální úrovni. Žádný federální orgán nepřebírá celkový dohled nad veškerými pravidly a používán je model základních kódů spolu se stovkami referenčních standardů, které musí být aplikovány na území jednotlivých států. Stěžejním dokumentem je *International Building Code* (IBC) publikovaný radou *International Code Council* (ICC). Dále byla na konci 19. století založena nezisková organizace *National Fire Protection Association* (NFPA), jejíž misí je poskytovat standardy, provádět výzkum a vzdělávat za účelem redukce požárních rizik. Jedná se o jednoho z předních světových obhájců požární prevence a autorit chránících veřejnou bezpečnost, jehož prostřednictvím bylo vydáno přes 300 bezpečnostních standardů [25].

Ve standardech publikovaných NFPA se setkáváme s pojmem *Types of Building Construction* [26], který dělí konstrukce v závislosti na materiálech v nich použitých – nehořlavých, omezeně hořlavých a hořlavých. Toto dělení je vázáno na množství uvolněného tepla při hoření a dosažené hustotě tepelného toku. Konstrukce jsou tedy děleny na typ I až V od nejméně hořlavých po dřevěné konstrukce (obr. 13).

Table 4.1.1 Fire Resistance Ratings for Type I through Type V Construction (hr)

Construction Element	Type I		Type II			Type III		Type IV	Type V	
	442	332	222	111	000	211	200	2HH	111	000
<b>Exterior Bearing Walls<sup>a</sup></b>										
Supporting more than one floor, columns, or other bearing walls	4	3	2	1	0 <sup>b</sup>	2	2	2	1	0 <sup>b</sup>
Supporting one floor only	4	3	2	1	0 <sup>b</sup>	2	2	2	1	0 <sup>b</sup>
Supporting a roof only	4	3	1	1	0 <sup>b</sup>	2	2	2	1	0 <sup>b</sup>
<b>Interior Bearing Walls</b>										
Supporting more than one floor, columns, or other bearing walls	4	3	2	1	0	1	0	2	1	0
Supporting one floor only	3	2	2	1	0	1	0	1	1	0
Supporting roofs only	3	2	1	1	0	1	0	1	1	0
<b>Columns</b>										
Supporting more than one floor, columns, or other bearing walls	4	3	2	1	0	1	0	H	1	0
Supporting one floor only	3	2	2	1	0	1	0	H	1	0
Supporting roofs only	3	2	1	1	0	1	0	H	1	0
<b>Beams, Girders, Trusses, and Arches</b>										
Supporting more than one floor, columns, or other bearing walls	4	3	2	1	0	1	0	H	1	0
Supporting one floor only	2	2	2	1	0	1	0	H	1	0
Supporting roofs only	2	2	1	1	0	1	0	H	1	0
<b>Floor-Ceiling Assemblies</b>	2	2	2	1	0	1	0	H	1	0
<b>Roof-Ceiling Assemblies</b>	2	1½	1	1	0	1	0	H	1	0
<b>Interior Nonbearing Walls</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Exterior Nonbearing Walls<sup>c</sup></b>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>

H: heavy timber members (see text for requirements).

<sup>a</sup>See NFPA 5000, 7.3.2.1.<sup>b</sup>See NFPA 5000, Section 7.3.<sup>c</sup>See 4.3.2.12, 4.4.2.3, and 4.5.6.8.

[5000:Table 7.2.1.1]

obr. 13: Požární odolnost pro Types of Building Construction ve Spojených státech amerických [26]

Například jako typ I a II můžeme označit pouze ty konstrukce, ve kterých jsou požární stěny, nosné prvky, stropy a střechy z nehořlavých nebo tzv. limitně hořlavých prvků (v závislosti na uvolněném teple apod.). U typu III jsou exteriérové stěny a nosné prvky z nehořlavých nebo limitně hořlavých prvků a u kterých jsou požární stěny, stropy a střechy zcela či částečně ze dřevěných prvků rozměrů menších než u typu IV, popř. jsou ze schválených hořlavých materiálů. Typ IV pak již pro dané části využívá masivní či laminované dřevěné prvky bez zakrytých spár. Typ V představuje konstrukce, které jsou dominantně z masivního dřeva.

Každý typ je dále podrobněji dělen na podtypy rozlišované trojčíslím. Číslo značí dobu požární odolnosti konkrétních prvků v konstrukci. První číslo značí exteriérové nosné stěny, druhé sloupy, nosníky, trámy atd., které podpírají zatížení z více než jednoho podlaží a třetí číslo značí typ stropní konstrukce.

Pokud se v téže budově vyskytují 2 různé typy konstrukcí, celá budova musí být klasifikována jako horší typ konstrukce, pokud není stanovena výjimka.

V dalším souvisejícím předpisu od National Fire Protection Association jsou stanoveny limitní povolené výšky a plochy budov [27]. Ty vycházejí jak ze zmíněného *Type of Building Construction*, tak z využití objektu, ať už se jedná o shromažďovací prostory, školky, zdravotnická zařízení, průmyslové objekty atd. (obr. 14).

Table 7.4.1 Allowable Building Height and Area

	TYPE I				TYPE II				TYPE III				TYPE IV		TYPE V					
	442		332		222		111		000		211		200		2HH		111		000	
Construction Type	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
Maximum building height (ft)	UL	UL	420	400	180	160	85	65	75	55	85	65	75	55	85	65	70	50	60	40
OCCUPANCY																				
Assembly >1000	UL	4	UL	4	12	4	3	2	1	NP	3	2	NP	NP	3	2	3	2	NP	NP
	UL		UL		UL		15,500		8,500		14,000		NP		15,000		11,500		NP	
Assembly > 300	UL	4	UL	4	12	4	4	3	2	1	4	2	1	1	4	2	4	2	1	1
	UL		UL		UL		15,500		8,500		14,000		8,500		15,000		11,500		5,500	
Assembly ≤300	UL	7	UL	7	12	7	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	4	3	2	1
	UL		UL		UL		15,500		8,500		14,000		8,500		15,000		11,500		5,500	
Assembly, outdoor	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	4	3	3	2	4	3	3	2	2	1
	UL		UL		UL		UL		UL		UL		UL		UL		UL		UL	
Business	UL	UL	UL	UL	12	11	6	5	5	4	6	5	5	4	6	5	4	3	3	2
	UL		UL		UL		37,500		23,000		28,500		19,000		36,000		18,000		9,000	
Board and care, large	UL	NP	UL	NP	12	NP	3	NP	2	NP	2	NP	1	NP	2	NP	2	NP	1	NP
	UL		UL		55,000		19,000		10,000		16,500		10,000		18,000		10,500		4,500	
Board and care, small	UL	UL	UL	UL	12	11	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	3	3	2
	UL		UL		UL		24,000		16,000		24,000		16,000		20,500		12,000		7,000	
Day care	UL	2	UL	2	12	2	6	1	4	1	4	1	2	1	2	1	4	1	2	1
	UL		UL		60,500		26,500		13,000		23,500		13,000		25,500		18,500		9,000	
Detention and correctional	UL	7	UL	7	12	7	2	2	2	NP	2	2	2	NP	2	2	2	2	2	NP
	UL		UL		UL		15,000		10,000		10,500		7,500		12,000		7,500		5,000	
Educational	UL	UL	UL	UL	12	5	4	3	3	2	4	3	3	2	4	3	2	1	2	1
	UL		UL		UL		26,500		14,500		23,500		14,500		25,500		18,500		9,500	
Health care	UL	NP	UL	NP	12	NP	3	NP	1	NP	1	NP	NP	NP	1	NP	1	NP	NP	NP

obr. 14: Povolená výška, plocha budov ve Spojených státech amerických [27]

Ač se ve Spojených státech amerických rovnocenný ekvivalent druhu konstrukční části a potažmo konstrukčního systému nevyskytuje, *Types of Building Construction* můžeme označit jako jeho analogii.

### 4.3 Spojené království

Požární předpisy Velké Británie jsou definovány s pomocí stručných *Building Regulations*, které stručně a pouze obecně stanovují cíle, kterých má projektant dosáhnout. Tyto regulace se pak opírají o dokumenty, které nesou statutární váhu a poskytují vodítka k tomu, jak správně závazným regulacím dostát. Nazývány jsou jako *Approved Documents* a hovoříme o nepovinných, nicméně obecně dodržovaných předpisech sloužících pro primární splnění bezpečnostních standardů. Projektanti a developři je nemusí striktně následovat, ale to pouze za předpokladu, že aplikují

alternativní řešení a prokáží úřadům, že toto řešení nijak nesnižuje cíle stanovené závaznými regulacemi [28].

Předpisy jsou odděleně stanovovány pro budovy obytné a budovy ostatní. Minimální hodnoty požární odolnosti jsou udávány v závislosti na výškové poloze daného konstrukčního prvku, na způsobu využití objektu a na přítomnosti sprinklerů (obr. 15).

Table B4 Minimum periods of fire resistance							
Purpose group of building	Minimum periods of fire resistance <sup>(1)</sup> (minutes) in a:						
	Basement storey* including floor over		Ground or upper storey				
	Depth (m) of the lowest basement		Height (m) of top floor above ground, in a building or separated part of a building				
	More than 10	Up to 10	Up to 5	Up to 11	Up to 18	Up to 30	More than 30
1. Residential:							
a. Block of flats							
– without sprinkler system	90 min	60 min	30 min <sup>†</sup>	60 min <sup>+5</sup>	Not permitted <sup>(2)</sup>	Not permitted <sup>(2)</sup>	Not permitted <sup>(2)</sup>
– with sprinkler system <sup>(3)</sup>	90 min	60 min	30 min <sup>†</sup>	60 min <sup>+5</sup>	60 min <sup>+5</sup>	90 min <sup>+</sup>	120 min <sup>+</sup>
b. and c. Dwellinghouse	Not applicable <sup>(4)</sup>	30 min <sup>†</sup>	30 min <sup>†</sup>	60 min <sup>(5)</sup>	60 min <sup>(5)</sup>	Not applicable <sup>(4)</sup>	Not applicable <sup>(4)</sup>
2. Residential							
a. Institutional	90 min	60 min	30 min <sup>†</sup>	60 min	60 min	90 min	120 min <sup>†</sup>
b. Other residential	90 min	60 min	30 min <sup>†</sup>	60 min	60 min	90 min	120 min <sup>†</sup>
3. Office:							
– without sprinkler system	90 min	60 min	30 min <sup>†</sup>	60 min	60 min	90 min	Not permitted <sup>(6)</sup>
– with sprinkler system <sup>(3)</sup>	60 min	60 min	30 min <sup>†</sup>	30 min <sup>†</sup>	30 min <sup>†</sup>	60 min	120 min <sup>†</sup>
4. Shop and commercial:							
– without sprinkler system	90 min	60 min	60 min	60 min	60 min	90 min	Not permitted <sup>(6)</sup>
– with sprinkler system <sup>(3)</sup>	60 min	60 min	30 min <sup>†</sup>	60 min	60 min	60 min	120 min <sup>†</sup>

obr. 15: The Building Regulations – minimální požární odolnost [29]

Limity na maximální výšku a plochu budovy či její části pak regulace stanovují podle využití objektu a počtu jeho podlaží (obr. 16).



**Table 8.1 Maximum dimensions of building or compartment (non-residential buildings)**

Purpose group of building or part	Height of floor of top storey above ground level (m)	Maximum floor area of any one storey in the building or any one storey in a compartment (m <sup>2</sup> )		
		Single storey buildings		Multi-storey buildings
Office	No limit <sup>(1)</sup>	No limit		No limit
Assembly and recreation, shop and commercial:				
a. Shops – without sprinkler system	No limit <sup>(1)</sup>	2000		2000
Shops – with sprinkler system <sup>(2)</sup>	No limit	No limit		4000
b. Elsewhere – without sprinkler system	No limit <sup>(1)</sup>	No limit		2000
Elsewhere – with sprinkler system <sup>(2)</sup>	No limit	No limit		4000
Industrial <sup>(3)</sup>				
Without sprinkler system <sup>(1)</sup>	Not more than 18 More than 18	No limit N/A		7000 2000 <sup>(4)</sup>
With sprinkler system <sup>(2)</sup>	Not more than 18 More than 18	No limit N/A		14,000 4000 <sup>(4)</sup>
	Height of floor of top storey above ground level (m)	Maximum floor area (m <sup>2</sup> )	Maximum height (m) <sup>(5)</sup>	Maximum compartment volume (m <sup>3</sup> )
		Single storey buildings		Multi-storey buildings

obr. 16: The Building Regulations – maximální rozměry budovy [30]

## 4.4 Švédsko

Funkci centrální vládní autority pro územní plánování, management zemních a vodních zdrojů, urbanismu a stavebnictví zastává ve Švédsku *The National Board of Housing, Building and Planning – Boverket*. Naše přímé požadavky suplují místní regulace – jedná se zde o třídy budov označované Br0 – Br3 [31] podle míry potřebné požární ochrany a třídy požární bezpečnosti 1 – 5, jimž jsou vzestupně přiřazeny minimální požadované požární odolnosti (obr. 17).

**Table C-7a Fire resistance class for Br0 with an extended need for protection**

Fire safety class	Fire resistance class at fire load density $f$ (MJ/m <sup>2</sup> )		
	$f \leq 800$ MJ/m <sup>2</sup>	$f \leq 1\,600$ MJ/m <sup>2</sup>	$f > 1\,600$ MJ/m <sup>2</sup>
1	-	-	-
2	R15	R15	R15
3	R60 (R30*)	R60 (R30*)	R60 (R30*)
4	R90 (R60*)	R180 (R120*)	R240 (R180*)
5	R120 (R90*)	R240 (R180*)	R360 (R240*)

obr. 17: Požární odolnost pro třídu budov Br0 [32]

Předpisy dále operují s třídami obsazenosti [31]. Třídy jsou stanovovány na základě vyhodnocení následujících kritérií: znalost budovy a jejích evakuačních pravidel, samostatnost osoby zajistit vlastní evakuaci, bdělost osob a zvýšené riziko výskytu požáru. Třídy jsou označovány číslicemi 1–6 a konkrétně se dělí na prostory industriální, kancelářské, shromažďovací, obytné, ubytovací, zdravotnické a sociální (hlouběji členěné podle mentálního zdraví pacientů apod.) a poslední třída označuje prostory, kde je zvýšená pravděpodobnost výskytu požáru nebo kde by se případný požár šířil obzvláště rychle.

## 4.5 Německo

Každá spolková země v Německu má vlastní stavební zákony, avšak rozdíly mezi nimi jsou většinou drobné, jelikož většinou podléhají modelovému stavebnímu zákonu, který vydává konference ministrů zodpovědných za územní plánování, stavebnictví a bydlení označovaná jako ARGEBAU. Modelový stavební zákon uvádí základní požadavky na výstavbu a odkazuje se na konkrétnější požadavky [33].

Modelový stavební zákon zavádí pojem *Gebäudeklasse*. Těchto tříd budov je definováno celkem 5 a jako kritéria jejich rozdělení slouží výška budovy (měřená od horní hrany podlahy nejvyššího podlaží s užitnou funkcí k terénu), počet funkčních jednotek a plocha budovy či funkční jednotky (tab. 5). Čím je budova větší (rozlohou a výškou) a čím více má funkčních jednotek, tím vyšší má číselné označení. Do třídy 1 spadají jednopodlažní zemědělské objekty či budovy do 7 m výšky s nejvýše 2 funkčními jednotkami a plochou do 400 m<sup>2</sup>, naproti tomu do třídy 5 řadíme budovy s neomezeným počtem podlaží, funkčních jednotek a to včetně podzemních staveb [34].

Stavební materiály jsou tříděny na nehořlavé, nesnadno zápalné a běžně zápalné. Konstruktivní díly jsou pak tříděny na nehořlavé, vysoce oheň retardující a oheň retardující.

V návaznosti na třídu budovy jsou stanovovány požadavky nosné konstrukce, požární stěny, stropy atd. Například nosné stěny a stropy u budov třídy 5 musí být nehořlavé, u třídy 4 vysoce oheň retardující a oheň retardující u tříd 2 a 3. V podzemí pak musí být nehořlavé pro třídy 5 až 3 a oheň retardující pro třídy 1 a 2.

tab. 5: Třídy budov v Německu – Gebäudeklasse

třída budovy	schéma	třída budovy	schéma
1		4	
2		5	
3			

Za zmínku stojí i fakt, že obdobně jako je v České republice zavedena unikátní klasifikace druhu konstrukční části, v Německu se na rozdíl od zbytku Evropy užívají i třídy požární odolnosti označované jako F a S (například izolace kabelů), které rovněž zahraniční výrobci běžně nedeklarují.

## 5 Problematické výrobky a oblasti

Práce si dává za cíl provést rešerši současných problematických výrobků, konstrukcí a technologií, identifikovat je a nastínit proč je jejich užití v praxi z hlediska požární bezpečnosti sporné ve vztahu ke kategorizaci druhu konstrukční části. V následujících podkapitolách jsou rozebrány příklady těchto konstrukcí včetně vystižení problematických komponentů.

Nejednou se opakuje trend, kdy je na inovativní technologii závislá stabilita konstrukce. To vede přes snížení druhu konstrukční části až k zhoršení samotného konstrukčního systému, byť například u železobetonových nosných konstrukcí se takové zhoršení na první pohled může zdát až absurdní.

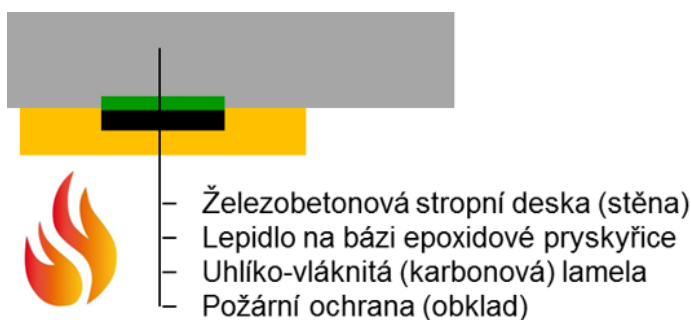


V rámci diskusí je možné se setkat s názorem, že samotná definice konstrukčního systému by při vhodné změně ulehčila klasifikaci nových technologií. Taková úprava definice by mohla být limitována množstvím zastoupení problematických složek nebo například zajištěním jejich vlastní požárně odolné ochrany (viz kapitolu 6.2).

### 5.1 Karbonové lamely pro zvýšení únosnosti železobetonových konstrukcí lepené pryskyřicí

Karbonové lamely jsou vnímány jako optimální řešení dodatečného zesilování železobetonových konstrukcí. Přijdou vhod zejména při realizaci rekonstrukcí, opravách poškozených konstrukcí, při změně využití staveb nebo při novém zvýšení lokálního zatížení v budovách.

Jedná se o vysokopevnostní uhlíkovo-vláknité lamely, přičemž uhlíková vlákna jsou laminována jednosměrně, pečlivě seřazená. Tato dodatečně výztuž je k nosné konstrukci lepená s pomocí lepidla na bázi epoxidové pryskyřice (obr. 18).



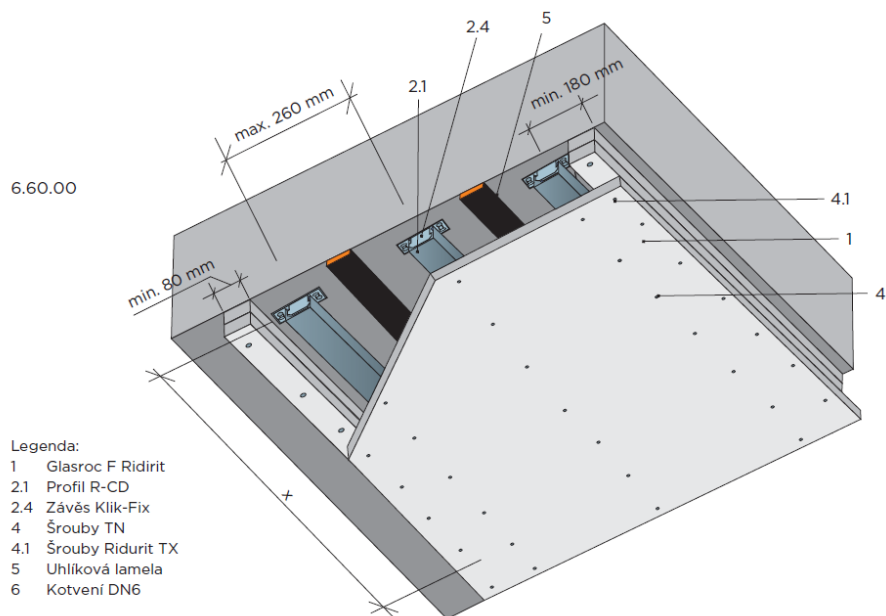
obr. 18: Schéma upevnění karbonových lamel na železobetonovou stropní desku [35]

Výztuž má vysokou pevnost v tahu, výbornou životnost i odolnost povětrnostním podmínkám a korozi. Má celou řadu výhod – výztuž má nízkou hmotnost, snadno a rychle se s ní manipuluje a provádí montáž, nevyžaduje žádné podpěry a její délka je prakticky libovolná. Další veliké plus si zaslouží za skutečnost, že nemění statické schéma [36] (obr. 19).



obr. 19: Karbonové lamely, zdroj: Sanatech Morava

Jako ochrana karbonových lamel se v praxi aplikuje požárně odolný obklad kotvený například do R-CD profilů upevněných do dodatečně vyztužované nosné konstrukce (obr. 20). V potaz je brána kritická teplota sklovatění lepidla a požadovaná požární odolnost. Na jejich základě je stanovena tloušťka obkladu, která dosahuje až 135 mm [37].



obr. 20: Princip požární ochrany karbonových lamel podle Rigips Saint-Gobain [37]

Problém nastává, pokud se zastavíme nad výše zmiňovanou epoxidovou pryskyřicí. Ta má sama o sobě nízkou teplotu tání, proto za požáru při vystavení vysokým teplotám přestává plnit svoji funkci a konstrukce rychle ztrácí svoji únosnost. Jelikož je tedy na epoxidové pryskyřici závislá únosnost konstrukce, při přesné aplikaci definice druhu konstrukční části DP1 ji musíme vyhodnotit jako nevyhovující. V návaznosti na tuto skutečnost však narážíme na další problém – použití tohoto prvku nám znemožňuje prohlásit konstrukční systém objektu za nehořlavý, jelikož ten má nosné konstrukce pouze druhu DP1.

Skutečností, kterou je vhodné vyzdvihnout, je, že při návrhu nosných konstrukcí za požáru je statické zatížení redukováno pomocí součinitele pro úroveň návrhového zatížení při požární situaci. Právě nižší statické zatížení konstrukce při požáru na rozdíl od mezního stavu únosnosti je důvodem spolehlivosti konstrukce za vysokých teplot. Pro betonové konstrukce se jedná o redukcii na 70 % návrhové hodnoty příslušných účinků zatížení za běžné teploty [38]. Karbonové lamely jsou aplikovány pro navýšení únosnosti konstrukce kvůli vyššímu zatížení – to ale v případě požáru nemusí platit. Díky redukcii zatížení může být za požární situace přítomnost karbonových lamel nadbytečná a stávající konstrukce může být schopna sama o sobě vyhovět. Toto samozřejmě závisí na konkrétní konstrukci a zatěžovacím stavu a nutně je příslušné doložení v rámci statického posudku. Kdybychom pro zachování únosnosti konstrukce karbonové lamely nepotřebovali, vliv hořlavé syntetické pryskyřice by přestal být relevantní, jelikož i kdyby lamely ztratily svoji únosnost s rostoucí teplotou, nebyly by brány v potaz při určování konstrukčního systému.

## **5.2 Isonosníky přerušující tepelné mosty předsazených konstrukcí s kompozitní výztuží**

V zájmu snižování energetických ztrát je ve stavebnictví kladen zvláštní důraz na korektní stavebně-technické ošetření vzniku tepelných mostů. Systémovým řešením přerušování tepelných mostů u balkonových konstrukcí jsou isonosníky. Řeč je o prvcích, které jsou schopné přenášet ohybové momenty a posouvající síly. Je možné s jejich pomocí vykonzolovat balkonové desky, mají vysokou únosnost a díky integrované tepelné izolaci není nutné balkonovou desku dodatečně obalovat pro eliminaci vzniku tepelných mostů.

Při projektování požární bezpečnosti staveb bývají předsazené balkonové konstrukce využívány multifunkčně i jako požární pásy. Požární pásy jsou části obvodových stěn na hranici požárních úseků, jejichž primární funkcí je zamezit rozšíření požáru po fasádě mimo postižený požární úsek. Tyto pásy musí být konstrukcemi druhu DP1 [13].

Pokud jsou na realizaci balkonové konstrukce využity isonosníky, těsnění spáry mezi balkonem a obvodovou stěnou bývá zajištěno tak, že je po celé tloušťce vyplněno materiálem třídy reakce na oheň A1 nebo A2. Toto vede k použití minerální vaty, kdy však při montáži isonosníků může docházet k nechtěnému nasáknutí a odpadnutí izolace a znehodnocení konstrukčního dílce.

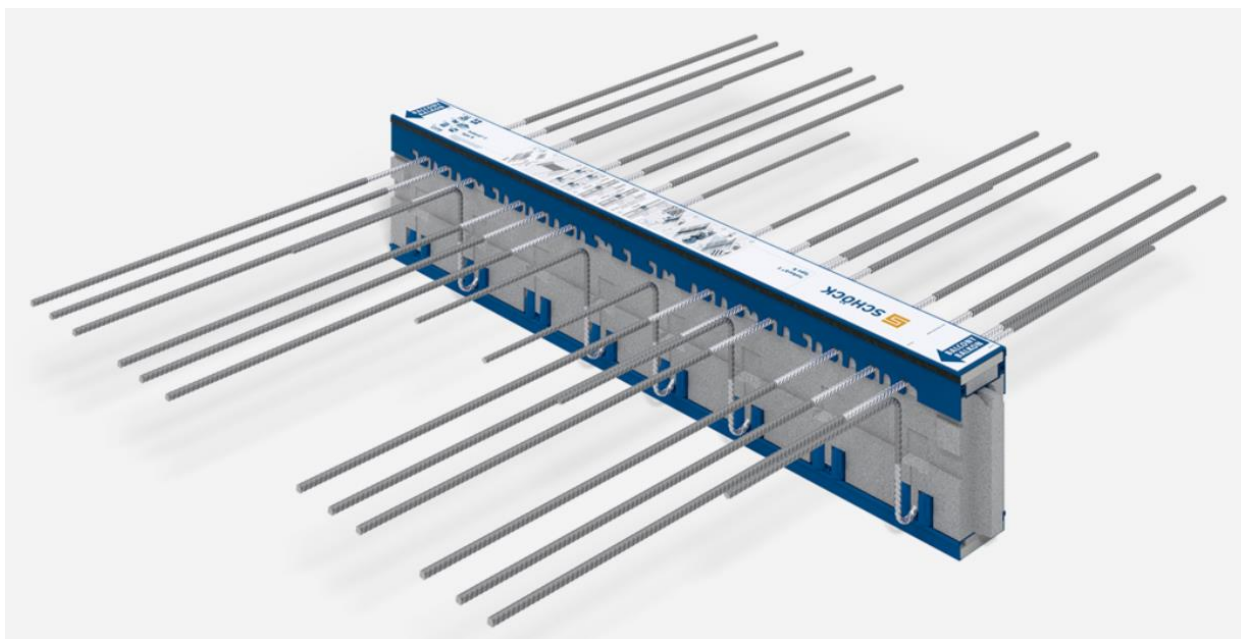
Stranou od tepelné izolace však větší problém představuje nosná výztuž isonosníku. Kromě tradiční ocelové výztuže jsou dnes již na trhu i isonosníky využívající kompozitní výztuž. Pro tento případ je v isonosnících používána sklolaminátová výztuž, například zavedená společnost Schöck Bauteile GmbH uvedla svůj produkt pod názvem Schöck Combar® a používá jej mimo jiné právě ve svých isonosnících (obr. 21).



obr. 21: Isonosník pro přerušení tepelného mostu s kompozitní výztuží (Schöck Isokorb® CXT typ K), zdroj: Schöck Bauteile GmbH

Jedná se o tzv. GFRP materiál (z anglického Glass Fibre Reinforced Polymer) [39]. Skleněná vlákna jsou pojena epoxidovou pryskyřicí, která je sama o sobě hořlavá, tj. nedosahuje třídy reakce na oheň A2. Teplota tání této pryskyřice je nízká (pohybuje se kolem 100–120 °C) a jelikož je na ní závislá únosnost konstrukce, při hodnocení se jedná o podstatnou složku a nemůžeme tedy takovouto konstrukci klasifikovat jako DP1.

Aplikace této nové technologie ve funkci požárních pásů se pak jeví jako problematická. Za tímto účelem výrobce musí nabízet isonosníky s tradičními ocelovými profily a tepelnou izolací z polystyrenu, která je opatřena požárně odolnými deskami Batiboard (obr. 22).



obr. 22: Isonosník pro přerušení tepelného mostu s tradiční výztuží (Schöck Isokorb® T typ K), zdroj: Schöck Bauteile GmbH

Tento produkt má na základě zkoušky uděleno od PAVUS a.s. požárně klasifikační osvědčení požární odolnosti. Při zkoušce byla sledována teplota na horní hraně spodní desky Batiboard, která nepřekročila v požadované době požární odolnosti teplotu vzplanutí polystyrenu. Produkt má takto prokázán druh konstrukční části DP1 [39].

### 5.3 Textilní rolety s intumescentními složkami

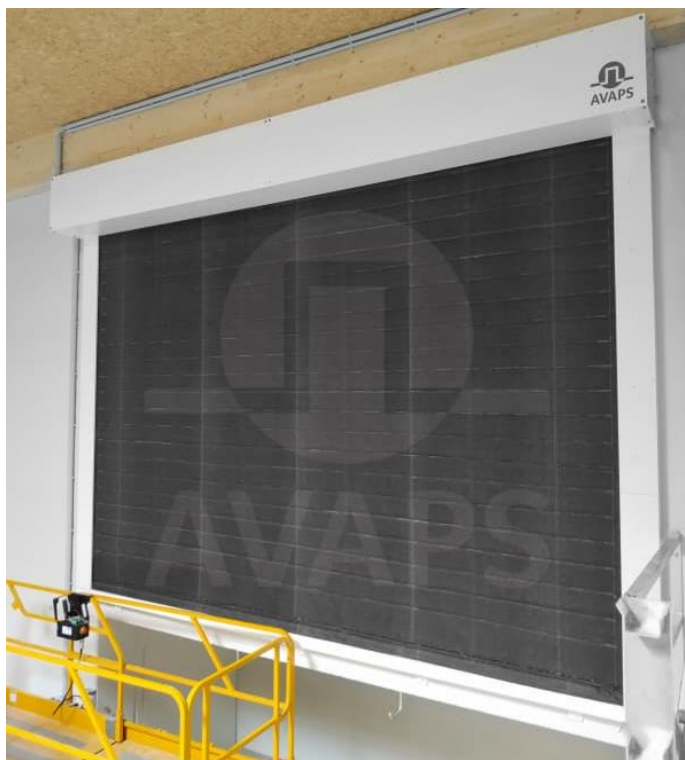
Jedním ze základních pilířů projektování požární bezpečnosti staveb je členění objektu na jednotlivé požární úseky. Ty vycházejí z teorie, že požár vznikne v jednom požárním úseku. Právě jeho hranice musí zamezit šíření požáru do úseků sousedních. Požární úseky mají stanoveny limitní rozměry, což je obzvláště u staveb občanské vybavenosti či halových objektů v některých případech limitující vzhledem k charakteru a využití vnitřních prostor.

Aby byl běžný provoz v budově omezen jen minimálně, jako výborné řešení je navrhována aplikace požárních roletových uzávěrů (obr. 23). Tyto rolety jsou během běžného provozu navinuty na otočný válec a uschovány ve schránce a prostor je možné využívat i přes hranici požárního úseku, žádná neestetická spodní lišta trvale v podlaze instalována není. Rozlišujeme rolety svisle a bočně posuvné, textilní, ocelové a plastové. V případě detekce požáru dojde k automatickému spuštění rolety na impuls ústředny elektrické požární signalizace nebo autonomního čidla, umísťováno je i manuální ovládání přilehlým tlačítkem. Instalován je motor se systémem bezpečného gravitačního uzavření, který zajistí uzavření i pokud by byl přerušen přívod elektrické energie při požáru. Pro případ běžného výpadku elektrické energie bez výskytu požáru jsou pak roletové uzávěry doplňovány i o záložní zdroj elektrické energie, který zabrání



nechtěnému uzavření [40]. Pro dosažení vyšších hodnot požadované požární odolnosti a mezního stavu I<sup>5</sup> bývají rolety doplněny o chladicí zařízení, jsou tak zkrápěny.

V projekční požární normě ČSN 73 0810 [11] se setkáváme s článkem, který stanovuje pro požární rolety limit. Jakmile přesáhne plocha rolety 10 m<sup>2</sup> u nevýrobních nebo 25 m<sup>2</sup> u výrobních objektů, je nutné ji posuzovat jako požární stěnu (do limitu ji hodnotíme jako požární uzávěr). Z požadavku EW 30 DP3 se s překročením limitu může požadavek zvýšit třeba na EI 60 DP1. V takovéto situaci je vzhledem k povaze normy na projektantovi, aby vyhodnotil, zda se jedná o konstrukci druhu DP1. Roletu do limitních ploch může snadno označit jako DP3, při větším rozměru ale projektant zpravidla nemá k dispozici dostatek informací o konkrétním výrobku a ani přesnou metodiku, která by mu umožnila toto provést. Kromě limitu na plochu požární rolety je vhodné doplnit, že při použití požárních uzávěrů v podzemních podlažích primárně užíváno požárních uzávěrů druhu DP1 [13] (s určitými výjimkami), přičemž používání požárních rolet například v garážích můžeme označit za běžnou praxi.



obr. 23: Textilní roleta s problematickým určením druhu konstrukční části, zdroj: AVAPS, s.r.o.

Právě inovativnost tohoto typu produktu je ale příčinou nejasností ve vztahu k jeho zařazení do druhu konstrukční části. Dle konzultace u výrobce [42] jsou spatřovány tyto 3 stěžejní problémy:


1. V důsledku přechodu na evropské harmonizované výrobkové normy nemá výrobce pravomoc ani možnost zařadit výrobek do druhu konstrukční části.

---

<sup>5</sup> Izolace je schopnost konstrukčního prvku odolávat působení požáru pouze z jedné strany, bez přenosu požáru v důsledku významného přestupu tepla z ohříváné strany na neohřívávanou stranu [41].

Harmonizované výrobní normy definují vlastnosti, které výrobce musí nechat posoudit. Jedná se o požární odolnost, kouřotěsnost, samozavírání, schopnost uvolnění; definují i požadavky na výrobu, suroviny, kontroly během výrobního procesu, zkušební metody a klasifikace [43] – druh konstrukční části však mezi nimi samozřejmě uveden není. Klasifikace druhu konstrukční části je navíc zakotvena v projekční normě, z čehož vyplývá, že není určena pro výrobce.

Český výrobce se zde odstává do situace, kdy v domovském státě nemá certifikát pro doložení potřebného zařazení DP1, avšak současně drží označení CE výrobku, který umožňuje volný pohyb zboží v rámci Evropské unie. Evropské harmonizované normy udávají přesný formát klasifikačního štítku (obr. 24), není tedy povoleno na něj libovolně přidávat další vlastnosti.

 xxx	<i>Označení CE, sestávající z iniciál „CE“</i>
<b>AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050, Brussels, Belgium</b>  <b>14</b>  <b>uvedeno výrobcem</b>	<i>Identifikační číslo certifikačního orgánu na výrobky</i>  <i>Jméno a registrovaná adresa výrobce nebo identifikační značka</i> <i>Poslední dvojčíslí roku, ve kterém bylo označení připojeno poprvé</i> <i>Referenční číslo prohlášení o vlastnostech (DoP)</i>
<b>EN 16034:2014</b>  <b>uvedeno výrobcem</b> Požární a/nebo kouřotěsné úseky a/nebo únikové cesty  Požární odolnost (pro použití na požárních úsecích): E: 90 EI <sub>1</sub> : 60 EI <sub>2</sub> : 90 EW: 60 Kouřotěsnost (pouze pro použití, kde je požadováno omezení šíření kouře): S <sub>200</sub> <sup>NP5</sup> Schopnost uvolnění: uvolnitelné Samozavírání (jen pro samozavírací požárně odolné a/nebo kouřotěsné dveře a/nebo otevíravá okna): C Trvanlivost schopnosti uvolnění: uvolnění je udržováno Trvanlivost samozavírání (jen pro samozavírací požárně odolné a/nebo kouřotěsné dveře a/nebo otevíravá okna) – proti degradaci (zkoušení cyklováním): 2 – proti stárnutí (koroze): dosažena	<i>Číslo použité evropské normy, na kterou je uveden odkaz v OJEU (viz poznámka 14)</i> <i>Jedinečný identifikační kód typu výrobku</i> <i>Zamýšlené použití výrobku, uvedeného v použité evropské normě</i>  <i>Úroveň nebo třída deklarované vlastnosti</i>

obr. 24: Příklad informací u označení CE výrobků [43]

Zahraniční výrobce smí dodávat své výrobky do České republiky, ale druh konstrukční části přirozeně neuvádí. Zde by opět měl být druh konstrukční části výrobku vyhodnocován přímo projektantem.

Není stanoveno, kdo má vlastnost deklarovat (výrobce, projektant), ani jakým způsobem tak má učinit (vydání určitého formuláře daného formátu). Chybí zkušební předpis a metodika určující na základě jakých podkladů konstrukci zařadit.

Výrobce je zde nucen aplikovat nesystémové řešení – společnost AVAPS je schopna zdokladovat kategorizaci DP1 pro vybrané výrobky. Vychází z řešení podstatných a nepodstatných složek konstrukce tak, jak jsou definovány v projekční normě ČSN 73 0810 [11].

2. Není jasné, jak správně výrobek zařadit.

Textilní rolety sestávají z velkého množství jednotlivých vrstev. Celkový počet dosahuje v závislosti na požadované hodnotě požární odolnosti až k 16 a více vrstvám [42]. Jedná se o hliníkové fólie, lepidla, zpěňující vrstvy, sklenou tkaninu atd. Vrstvy zajišťují spektrum funkcí od nosné, přes izolační a reflexní až po pojivou. Celková tloušťka takové tkaniny dosahuje ke 20 mm, ve velkém množství případů je ale textilie tenká i do 1 mm, přičemž čítá i 5 vrstev. Takový vývoj nebyl v minulých desetiletích předvídan.

V projekční normě je uvedeno, že pro hodnocení druhu DP1 není brána v potaz vrstva výrobku o tloušťce menší než 1 mm, která uvolní teplo menší než  $15 \text{ MJ/m}^2$  [11]. V evropské harmonizované normě se pak jako nepodstatná složka uvažuje vrstva o plošné hmotnosti  $< 1 \text{ kg/m}^2$  a tloušťce  $< 1 \text{ mm}$  [12].

Není jasné, zda klasifikovat textilní roletu jako celek či zda zkoušet každou vrstvu zvlášť a vylučovat vrstvy, které výše uvedené definice umožňují vyloučit. Při celkovém hodnocení by situaci komplikoval intumescentní materiál, který má třídu reakce na oheň E, jelikož je hořlavý a má vysoké spalné teplo. Kvůli němu nebude nikdy celá skladba zařaditelná lépe než s třídou reakce na oheň B.

3. Česká technická norma (národní) definuje požární požadavek nad rámec evropských harmonizovaných norem.

V předmluvě evropských harmonizovaných norem je uvedeno, že v určitém termínu je nutné jim udělit status národní normy a stávající národní normy nebo jejich části, které jsou s ní v rozporu, musí být zrušeny. Definici druhu konstrukční části, jak je uvedena v ČSN 73 0810 [11], lze chápat jako právě takový rozpor – na štítku deklarujícím parametry výrobku není druh konstrukční části zaveden (obr. 24).

## 5.4 TRC (Textile-Reinforced Concrete)

V současné době dochází k čtenějšímu zařazování alternativních materiálů do výstavby. Děje se tak z vícero důvodů – rostou požadavky na udržitelnost staveb, hledají se cesty pro zefektivnění návrhu budov v souvislosti se snahou šetřit přírodními zdroji a v neposlední řadě je kladen důraz na návrh estetických a designově progresivních prvků.

Typickým příkladem takových materiálů jsou kompozity. Jako náhrada tradiční ocelové výztuže je využíván například uhlík nebo sklo. Jejich vlákna jsou spojována syntetickými epoxidovými pryskyřicemi pro zlepšení pevnosti v tahu a rovnoměrného rozdělení napětí. Výztuž odolná atmosférické korozi a díky jejímu spojení s vysokopevnostními betony je možné snížit

krycí vrstvu a tvořit tak subtilnější konstrukce [44]. Tímto docílíme úspory materiálu i zvýšení estetické hodnoty konstrukce.

Kompozitní výztuž je používána i u TRC, kde je používána matrice textilní výztuže. Tento materiál dnes nachází své využití primárně u nenosných designových fasád a dalších nenosných prvků, jeho využití jako nosné konstrukce je však do budoucna předpokládáno.

Nicméně právě výše zmiňovaná epoxidová pryskyřice je zde překážkou z hlediska požární odolnosti. Její teplota tání je nízká, pohybuje se kolem 100–120 °C. Za požáru je tedy pokles únosnosti rapidní, vlákna přestanou plnit svou funkci přenosu tahového namáhání, klesá pevnost a hrozí kolaps konstrukce. Během experimentálních zkoušek TRC dokonce došlo k zažehnutí povrchu vzorku (obr. 25), kdy hořlavá výztuž vzplanula a její hoření pokračovalo ještě 3,5 minuty poté, co byl odstaven přívod plynu do hořáku ve zkušební peci [45].



obr. 25: Hořící povrch vzorků TRC po skončení požárního experimentu [45]

Pryskyřice tedy zvyšuje intenzitu požáru, což z definice druhu konstrukční části znamená zařazení takovéto konstrukce do druhu DP3 a potažmo zařazení do hořlavého konstrukčního systému, ačkoli stále hovoříme o betonové konstrukci.

Jako řešení se nabízí dvě možnosti. První z nich je využití kvalitnější epoxidové pryskyřice, která by splňovala třídu reakce na oheň alespoň D (limit pro zařazení jako druhu konstrukční části DP2, viz obr. 10) a použití požární ochrany. Při tomto řešení bychom se však stále dostali maximálně na druh DP2, který při využití na svislých nosných nebo požárně dělicích konstrukcích rovněž znamená zařazení do hořlavého konstrukčního systému. Pokud bychom je aplikovali pouze na vodorovné konstrukce, polepšili si alespoň na smíšený konstrukční systém.

Druhou možností je nahradit epoxidovou pryskyřici materiálem, který splní třídu reakce na oheň alespoň A2, čímž bychom docílili druhu DP1 a nehořlavého konstrukčního systému. Příkladem takového materiálu je cementová suspenze, jejíž použití se v rámci výzkumu již začalo testovat [46]. Suspenze bude předmětem dalšího výzkumu, dosavadní výsledky se setkávají s nedostatky v podobě nedostatečné interakce mezi pojivem a textilní výztuží, kdy suspenze

nepronikne kompletně skrze všechny vrstvy výztuže. Podařilo se však dosáhnout dostatečné interakce na to, aby byla přenesena tahová namáhání.

## 5.5 Dřevostavby

V uplynulých desetiletích je realizace dřevostaveb čím dál žádanější. Značný vliv na jejich popularitu přináší často diskutované environmentální hledisko, větší důraz na estetiku a příliv skandinávských trendů. Nicméně jejich slabé požární vlastnosti a druh konstrukční části DP3 jsou hlavní příčinou omezení jejich výstavby obzvláště při návrhu vyšších budov, což je problém v tuzemsku často skloňovaný.

Při posuzování požární bezpečnosti dřevostavby narážíme na vícero zpřísnění:

- **Výškové omezení dřevostaveb** u nás prakticky znemožňuje vystavět takovou budovu o výšce nad 12 m. Toto omezení bývá považováno za zbytečně přísné, zvláště při rychlém srovnání s mnohapatlažními dřevostavbami ve skandinávských zemích. Tyto státy jsou však proslulé svou historií s četným užíváním dřeva jako dominantního stavebního materiálu a jejich limity pro výšku patří mezi světová maxima.

Ve Švédsku byla provedena studie porovnávající národní omezení výšky residenčních dřevostaveb ve 40 zemích světa (jednalo se o státy na území Evropy, Austrálie, Ameriky a Asie). Z ní vyplývá, že maximální počet podlaží budov s využitím dřeva pro nosné prvky je bez omezení pro 10 z nich, při použití sprinklerů je to pak celkem 12 zemí. V obou případech se všechny tyto země nacházejí na území Evropy. Závěrem studie je konstatování, že mezi zeměmi jsou shledány zásadní rozdíly v benevolenci k výšce dřevostaveb i množství přiznaných dřevěných povrchů v interiéru i exteriéru. Celkem 8 nadzemních podlaží bývá často použito jako praktický limit na jejich výšku. Autorka upozorňuje, že nízké požadavky některých zemí nemusí znamenat, že přístup ostatních je příliš striktní, ale že naopak tyto nízké požadavky mohou být příliš benevolentní [47].

- Ve věci **vyhodnocení odstupových vzdáleností** je nutné navýšit výpočtové požární zatížení. Zároveň u stěn vykazujících v rovině vnějšího líce riziko většího tepelného toku (jako jsou například masivnější dřevěné obklady nebo srubové stěny) musíme uvažovat s vyhodnocením požárně odolné stěny jako požárně otevřené plochy, která odstupovou vzdálenost dále masivně rozšiřuje. Posledním ztížením při hodnocení odstupových vzdáleností je stanovení tzv. torzního (neboli troskového) stínu budovy. Ten je určován zejména u obvodových plášťů druhu DP3 a určuje, zda odpadávající části takového pláště mohou požár šířit i mimo stanovený požárně nebezpečný prostor.

Ve vztahu ke druhu konstrukční části je nutné zdůraznit následující:

- **Neexistuje zkušební postup pro rozlišení druhu konstrukční části DP2 a DP3.** Jejich určení je klíčové ve vazbě na stanovení konstrukčního systému. Vzhledem k absenci

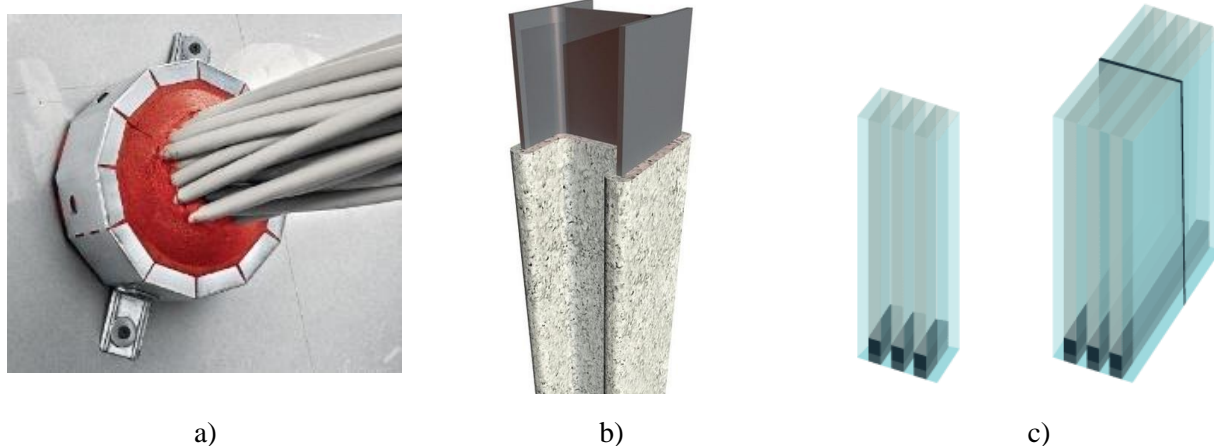
zkušební metodiky pro jejich určení dochází při zkoušení těchto nových produktů k nejasnostem. Není například jasné, v jakém množství a kam umisťovat termoelektrické články pro měření teploty vzplanutí. Zkušebna a výrobce pak mnohdy vedou zdlouhavé diskuse nebo jsou nuceni na místě improvizovat. Toto vede k vytvoření prostoru pro nežádoucí spekulace.

- **Vysoké hodnoty požadované požární odolnosti** nejsou neobvyklé. Při realizaci této budovy v nehořlavém a hořlavém konstrukčním systému jsou požadavky až dvojnásobné, stanoven je u nich totiž vyšší stupeň požární bezpečnosti. Pro běžný bytový dům se požadavky vyšplhají až k 90 minutám. Takovou požární odolnost pro druh konstrukční části DP2 ale nenabízí ani zavedení výrobci požárně odolných obkladů [37]. Její realizace je tedy de facto nemožná, popř. omezená na použití velmi masivních obkladů.

Výstavba dřevostaveb je z hlediska požární bezpečnosti objektivně omezená. Rápidní snížení požadavků není vhodné zakládat na přímočaré komparaci téhož parametru bez širších souvislostí. Pro ekvivalentní srovnání je nutné brát v potaz celostní přístup státních regulací včetně jeho vazeb na soubor navazujících kritérií.

## 5.6 Další příklady problematických výrobků

Kromě vybraných, výše detailněji rozebraných, jsou v této kapitole stručněji vystiženy další oblasti pro zastihnutí širšího spektra případů, kde je zařídění do druhu konstrukční části nejednoznačné (obr. 26).



obr. 26: Požární a) ucpávka (zdroj: Hilti), b) nátěr (zdroj: Promat), c) sklo (zdroj: Greene Fire)

### 5.6.1 Požární ucpávky

Požární ucpávky jsou systémová požárně bezpečnostní zařízení, jejichž údělem je v požárně dělících konstrukcích uzavřít otvory určené pro průchod technických instalací (elektroinstalace, potrubí) nebo těsnění dilatačních či konstrukčních spár. Jejich požární odolnost má být shodná s požární odolností prostupované konstrukce včetně mezních stavů. Pro požární ucpávky ale nikdy

nestanovujeme požadavek na druh konstrukční části. Důvodem je zřejmě skutečnost, že tyto ucpávky hojně využívají již výše zmíněné intumescentní zpěňující látky, které po vystavení zvýšené teplotě zvětšují svůj objem.

Intumescentní materiály jsou však materiály hořlavé a není proto principiálně možné zkonstruovat ucpávku bez jakýchkoli hořlavých hmot. Paradoxní je, že se stále jedná o otvor v požárně dělicí konstrukci. Striktní výklad druhu konstrukční části by byl likvidační, zřejmě proto se u nich se v obecné rovině vůbec nehodnotí.

### 5.6.2 Požární nátěry

Ačkoli splňují ocelové nosné konstrukce požadavky na třídu reakce na oheň A1, jejich požární odolnost není vysoká kvůli tzv. nízké kritické teplotě oceli [48]. Po překročení této hranice začne konstrukce nebo její prvek ztrácet svoji únosnost. Pro prodloužení doby požární odolnosti ocelových prvků jsou běžně používány intumescentní nátěry. Jedná se o směs většinově organických látek, které při působení zvýšených teplot expandují a vytvoří stabilní vrstvu izolační uhlíkaté pěny, která je tepelně izolační. K tomu dojde před dosažením kritické teploty oceli, která je díky této izolační vrstvě déle chráněna před ohřátím a ztráta únosnosti je oddálena.

Kdybychom ale přihlíželi k oné organické (tj. hořlavé) bázi požárního nátěru, museli bychom si klást otázku, zda není sporné hodnotit takto chráněnou ocel jako konstrukci druhu DP1, když na nátěru je závislá její únosnost.

### 5.6.3 Vrstvená požární skla

Často používanou technologií výroby požárních skel je vrstvení a lepení jednotlivých skleněných vrstev s pomocí zpěňujícího gelu. Vrstev gelu a skla se aplikuje několik, v závislosti na požadované době požární odolnosti. Při běžné teplotě je tato technologie nerozeznatelná od běžného nepožárního skla, čirost je zachována. Pro své estetické kvality je pak používána například u prosklených stropů nebo stěn ohraničujících úniková schodiště. Gel je tepelně aktivován a jakmile začne sklo při požáru praskat, drží jej v celku.

Tato skla se běžně používají a s jejich aplikací není problém. V informativní příloze A normy ČSN 73 0810 je stanoveno, že vrstvená skla lze bez dalších průkazů klasifikovat jako výrobky s třídou reakce na oheň A1. Opět se zde však setkáváme se závislostí požární odolnosti na hořlavém materiálu, třída reakce na oheň pojivého gelu je přinejlepším B. Ačkoli z logické stránky věci je označování požárního skla za konstrukci druhu DP3 přinejmenším podivné, precizní následování zažité definice druhu konstrukční části může vést až k takovýmto závěrům.

Příhodno je upozornit, že pro skleněné konstrukce česká normativní základna povoluje i větší související ústupek. Zasklené stěny mající rámovou konstrukci ze dřeva v ploše maximálně 30 % mohou být posuzovány jako konstrukce druhu DP1 v objektech s nehořlavým konstrukčním

systemem (s určitými výjimkami) [11]. V obou těchto případech se tedy k hořlavým podstatným složkám vůbec nepřihlíží.



## 6 Analýza dopadů v případě vypuštění kategorizace a možnosti jejího nahrazení

Diplomová práce si klade za cíl předestřít různé cesty, jakými by bylo možné přistoupit k rozebíranému tématu. V následujících podkapitolách jsou přiblíženy a blíže rozebrány konkrétní přístupy, které by eliminovaly překážky při projektování a posuzování požární bezpečnosti staveb v České republice.

Nutno zdůraznit, že každá z následujících možností má své nedostatky. Některé jsou řešením jen částečným, se zaměřením na konkrétní překážku, jiné jsou více celostní, přesto je nelze označit za bezproblémové a považovat za dokonalou odpověď na tuto spletitou otázku.

### 6.1 Vypuštění kategorizace

Jako zcela očividné se může zdát to zdánlivě nejjednodušší řešení – úplné zrušení kategorizace. To znamená přepsání veškerých článků, ve kterých se pojmy DP1, DP2 a DP3 vyskytují, tak, že definice nahradíme například s použitím tříd reakce na oheň. Osoba znalá požárních (i nepožárních) předpisů však zpozorní, jelikož množství požadavků, které jsou vázány na tuto kategorizace je násobně větší, než je při povrchové znalosti problematiky známo.

V rámci diplomové práce byl proveden průzkum relevantních českých technických norem za účelem korektního posouzení toho, jak hustě jsou tyto pojmy využívány. Jak je vyobrazeno na obr. 9 ilustrujícím četnost užití pojmů v ČSN, počet těchto využití sahá do stovek.

V kmenových normách (ČSN 73 0802, ČSN 73 0804, ČSN 73 0810) je výskyt logicky nejhustší. V ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení je pojem druh konstrukční části definován a ve všech těchto stěžejních normách jsou na něj navázány základní požadavky, jmenovitě například:

- zatřídění konstrukčních systémů včetně výjimek (například poslední užitná podlaží),
- požadavky na požárně dělicí konstrukce,
- schodiště uvnitř chráněných únikových cest a jejich vnější konstrukce,
- konstrukce v podzemních podlažích,
- obvodové stěny zasahující do požárně nebezpečného prostoru,
- osazení únikových žebříků,
- přístřešky pro automobily a jejich odstupové vzdálenosti,
- konstrukční systém objektů s hromadnými zakladačovými systémy.

Z hlediska požární bezpečnosti jsou určité druhy provozů považovány za mimořádně rizikové a jsou jim proto věnovány celé zvláštní normy. Příkladem budiž shromažďovací prostory [49], jejichž primární slabina spočívá ve velkém množství osob koncentrovaných na relativně malém prostoru a tím zvýšenými požadavky na evakuaci. U těchto objektů pak nalézáme mimo jiné tyto požadavky vázané na druh konstrukční části:

- požadavky na nehořlavé konstrukční systémy při umístění do daných výškových pásem, při velkých obsazenostech a překročení limitního požárního zatížení,
- požární odolnost opon v divadelních zařízeních,
- konstrukční systém objektů s membránovými, stanovými a podobnými konstrukcemi,
- oddělení hořlavých tepelných izolací střešních pláště konstrukcemi druhu DP1.

Dalším citlivým provozem jsou objekty zdravotnických zařízení a sociální péče [14]. Zde pro ukázkou následující příklady:

- komunikace (nechráněná úniková cesta), po které probíhá evakuace, musí být oddělena konstrukcemi DP1,
- zdravotnická zařízení skupiny AZ 2, LZ 1 musí být umístěny v objektech s nehořlavými konstrukčními systémy (jednopodlažní též ve smíšených konstrukčních systémech),
- zdravotnická zařízení skupiny LZ 2 a jesle musí být umístěny v objektech s nehořlavými konstrukčními systémy.

Dalších norem zabývajících se požární bezpečností specifických provozů platí v České republice samozřejmě ještě mnohem více, než je uvedeno v těchto příkladech. Jedná se o zvláštnosti budov sloužících pro bydlení a ubytování, zemědělskou výrobu, objekty spojů a poštovních provozů, sklady atd.

Jak již bylo zmíněno, užití druhu konstrukčních částí zasahuje i mimo kodex norem požární bezpečnosti. Například norma stanovující požadavky na komíny a kouřovody určuje, že komínový plášť musí být z konstrukce druhu DP1 [50].

Předpisy týkající se nádob se zkapalněnými uhlovodíkovými plyny zase udávají, že otevřený sklad lze přistavět i k objektu jiného účelu, pokud je mezi objekty požárně dělicí konstrukce druhu DP1 s požární odolností minimálně (R)EI 90 [51], nebo umožňují zmenšit ochranný prostor zásobníků s pomocí stěn 90 DP1 [52].

Je požadováno, aby požární úseky prostor s nádržemi hořlavých kapalin nad 2 m<sup>3</sup> uvnitř stavebních objektů měly konstrukce druhu DP1. Stejný požadavek klade i na velkoobjemové nádrže a jejich havarijní jímky. Uvedena je i řada požadavků na potrubní rozvody a kanály pro hořlavé kapaliny [53].

Umístění nádob, které jsou součástí systémů stabilních hasicích zařízení a jsou instalovány v určitém počtu, je možné pouze v samostatném požární úseku, jehož konstrukce jsou druhu DP1 s minimální požární odolností EI 60 [54].

Podle platné vyhlášky [55] musí být stavební konstrukce čerpací stanice, plnicího a stáčecího stanoviště, letištní tankovací stanice a tankovací stanice pro vnitrozemská plavidla navržena z konstrukcí druhu DP1, stejně jako požárně dělicí a nosná konstrukce zajišťující stabilitu stavby stáje s více než 2 nadzemními podlažími nebo silového skladovacího hospodářství či požárně dělicí a nosná konstrukce zajišťující stabilitu stavby skladu pyrotechnických výrobků.

Jak je z vyčtených faktů zřejmé, existuje dlouhá řada požadavků ve velkém počtu platných předpisů, kterou jsou přímo vázány na druh konstrukční části. Prosté vypuštění kategorizace by proto mělo fatální následky. Mohla by být zanedbána dlouhá řada rizik a umožněna realizace nebezpečných konstrukcí. Nutné by tedy bylo veškeré relevantní definice změnit a zrevidovat, jednalo by se o administrativně náročný proces, který by zasáhl i do projekční praxe specialistů na oblasti mimo požární bezpečnost staveb.

## 6.2 Výjimky a úpravy definic

Problém se zatříděním specifických konstrukcí se vyskytuje již řadu let. Normativní reakcí bylo zavedení rozšířených definic druhu konstrukční části. Tyto výjimky jsou zakotveny do ČSN 73 0810 v kapitole, která specifikuje i druh konstrukční části v jeho základní formě [11].

Další sběrnici těchto výjimek je hodnotová norma o požární odolnosti stavebních konstrukcí [56]. Ta je častým zdrojem pro projektanty požární bezpečnosti například u dřevěných trámových stropů opatřených podhledy o dané tloušťce pro docílení vyšších hodnot požární odolnosti. Jejich reálná doba požární odolnosti však bývá v praxi zpochybňována.

Zavedení většího množství výjimek pro další často diskutované konstrukce a výrobky je možné označit za to nejrychlejší řešení problému. Vyžadovalo by minimální zásah do základních pilířů české požární bezpečnosti a jejich zavedení by přineslo možnost okamžité bezproblémové aplikace uvedených konstrukčních prvků.

Rozšířené definice byly dosud zavedeny pro jedny z nejpálčivějších široce využívaných konstrukcí. Jedná se o hořlavé obklady větraných fasádních systémů a obvodových stěn druhu DP1 a střešní pláště s využitím expandovaného polystyrenu a dalších alternativních variant hořlavých tepelných izolantů ve skladbě těchto plášťů. Ač jsou tyto výjimky aktuálně platné, diskuse o jejich bezpečnosti se stále vyskytují – u hořlavých fasádních obkladů obzvláště s přihlédnutím k nedávným tragickým událostem požáru residenční budovy Grenfell Tower v Londýně disponující nekontaktním fasádním systémem včetně provětrávané vzduchové mezery, která při požáru vytvořila vhodné podmínky pro komínový efekt, jež urychlil šíření požáru [57]. Výzkum požární bezpečnosti provětrávaných fasádních řešení proto stále pokračuje.

Možným přístupem k napravení patové situace hodnocení konstrukcí je aktualizace obecných základních definic druhu konstrukční části anebo konstrukčního systému. Taková úprava by mohla zohlednit například to, že na stanovení konstrukčního systému by měly vliv pouze složky konstrukčních dílců, které jsou požáru přímo vystaveny. Naopak by jej neovlivňovaly ty složky, které jsou v době požadované požární odolnosti odděleny požárně odolnou konstrukční částí a zároveň by míra jejich využití musela spadat do předem stanoveného procentuálního limitu. Zmíněná úprava by vyřešila spornou otázku například u karbonových lamel. Nutné je ale k takové úpravě přistupovat s velikou opatrností. Nedostatečná exaktnost úpravy by mohla vytvořit příležitost pro ulehčení aplikace například sendvičových stěnových či střešních panelů využívajících PIR pěnu, která má přímý vliv na celkovou požární odolnost tohoto typu konstrukce.

V minulosti jsme se nicméně setkali i s nevhodnou aplikací výjimky, kterou bylo v návaznosti nutné dodatečně opět zrušit (viz kapitolu 2.1.6 o ekvivalentní konstrukci druhu DP1). Považovat výjimky za samospásné řešení by tedy mohlo být unáhlené. Jejich četné používání, ke kterému by dříve či později pravděpodobně došlo, by mohlo mít celou řadu negativních následků. Mohlo by se jednat například o nepřehlednost celé normy, prostor pro spekulace, konkurenční boj či velký tlak na dostatečně rychlou aktualizaci normy.

### **6.3 Postupné upozad'ování kategorizace**

Další vizí, se kterou se můžeme začít setkávat, je ukončení používání druhu konstrukční části v nově stanovených regulacích. Normotvorba by se mohla v budoucích požadavcích vyvarovat vztahování ke stávající kategorizaci a opírala by se například pouze o třídu reakce na oheň a další vlastnosti platné plošně v Evropské unii. Toto v současnosti můžeme sledovat u vzniku nové normy pro požární bezpečnost garáží (ČSN 73 0838) [58].

Jedná se však pouze o částečné řešení problému. Vyloučení pojmů DPx by se týkalo pouze budoucích a revidovaných norem a článků, předcházelo by tak dalšímu rozrůstání problematických oblastí. Současné problémy by však nijak nevyřešilo. Výhodou je ale bezesporu nenásilnost tohoto přístupu, který může být aplikovatelný ihned.

## 6.4 Účinnost požárních ochran K

V České republice používáme jako nejčastější mezní stavy požární odolnosti následující:

- R = nosnost,
- I = izolace,
- E = celistvost,
- W = radiace,
- C = samozavírání,
- S = kouřotěsnost.

Evropská norma jich ale definuje více – charakterizována je mechanická odolnost, odolnost proti vyhoření sazí a v neposlední řadě účinnost požárních ochran [41].

**Účinnost požárních ochran**, označovaná písmenem K, není při projektování podle českých požárních norem prakticky používána. Zavedena do našich norem sice je [11], ale současné používání druhu DP2 nás nenutí ji nijak využívat. Setkáváme se s ní primárně v severských zemích, kde jsou dřevostavby historicky rozšířenější. Je definována jako schopnost stěnových nebo stropních obkladů (obr. 27) chránit po stanovenou dobu obložené materiály proti vznícení, uhelnatění a ostatnímu poškození, přičemž obklady jsou nejzjevnější částí stavebních prvků jako jsou stěny, stropy a střechy. Účinnost je rozdělena na 2 typy ( $K_1$  a  $K_2$ ) s rozdílnou klasifikační dobou, po kterou obklad zajistí patřičnou ochranu –  $K_1$  přísluší pouze 10 minut,  $K_2$  lze použít navíc i pro 30 a 60 minut. Z tohoto důvodu bude dále přiblížena účinnost  $K_2$ .



obr. 27: Ilustrativní využití desek s účinností požárních ochran [59]

Při zkoušce obkladů označených jako  $K_2$  se jako podklad standardně používá dřevotřísková deska s objemovou hmotností  $680 \pm 50 \text{ kg/m}^3$  a tloušťkou  $19 \pm 2 \text{ mm}$ . Pro dosažení mezního stavu nesmí dojít v klasifikační době ke zhroucení obkladu, průměrná teplota měřená na spodní straně obkladu nesmí přesáhnout počáteční teplotu o více než  $250 \text{ }^\circ\text{C}$  a maximální teplota měřená kdekoli

na tomto povrchu nesmí přesáhnout počáteční teplotu o více než 270 °C. Po zkoušce nesmí dojít k zapálení nebo uhelnatění kdekoli na podkladu.

Výzkumná organizace *Research Institutes of Sweden AB (RISE)* (dříve *SP Švédský technický institut pro výzkum*) publikoval výsledky testování různých desek na bázi dřeva pro parametr K [59]. Jednalo se o dřevotřísku, překližku, dřevovláknitou desku, OSB desku, desku z rostlého dřeva a vnitřní a vnější obklady z rostlého dřeva. Na základě postupu CWFT (klasifikace bez potřeby dalšího zkoušení) byly výsledky předneseny Evropské komisi a schváleny SCC (*Standing Committee on Construction*). Pro tyto výrobky je při dodržení objemové hmotnosti a minimální tloušťky povoleno bez dalšího zkoušení uvádět příslušnou hodnotu účinnosti požární ochrany, pokud se používají k obkládání stěn a stropů (obr. 28) [60].

Výrobek <sup>(1)</sup>	EN norma výrobku	Podrobnosti o výrobku <sup>(2)</sup>	Minimální střední objemová hmotnost (kg/m <sup>3</sup> )	Minimální tloušťka (mm)	Třída K <sup>(3)</sup>
Tvrdá vláknitá deska	EN 13986	S perem a drážkou nebo bez nich <sup>(5)</sup>	800	9	K <sub>2</sub> 10 <sup>(4)</sup>
OSB deska	EN 13986	S perem a drážkou nebo bez nich <sup>(6)</sup>	600	10	K <sub>2</sub> 10 <sup>(4)</sup>
Dřevotřísková deska	EN 13986	S perem a drážkou <sup>(7)</sup>	600	10	K <sub>2</sub> 10 <sup>(4)</sup>
Dřevotřísková deska	EN 13986	S perem a drážkou nebo bez nich <sup>(6)</sup>	600	12	K <sub>2</sub> 10 <sup>(4)</sup>
Překližovaná deska	EN 13986	S perem a drážkou nebo bez nich <sup>(6)</sup>	450	12	K <sub>2</sub> 10 <sup>(4)</sup>
Deska z rostlého dřeva	EN 13986	S perem a drážkou nebo bez nich <sup>(6)</sup>	450	12	K <sub>2</sub> 10 <sup>(4)</sup>
Dřevotřísková deska	EN 13986	S perem a drážkou <sup>(8)</sup>	600	25	K <sub>2</sub> 30
OSB deska	EN 13986	S perem a drážkou <sup>(8)</sup>	600	30	K <sub>2</sub> 30
Překližovaná deska	EN 13986	S perem a drážkou <sup>(8)</sup>	450	26	K <sub>2</sub> 30
Deska z rostlého dřeva	EN 13986	S perem a drážkou <sup>(8)</sup>	450	26	K <sub>2</sub> 30
Deska z rostlého dřeva	EN 13986	S perem a drážkou <sup>(9)</sup>	450	53	K <sub>2</sub> 60
Vnější a vnitřní obklady z rostlého dřeva	EN 14915	S perem a drážkou <sup>(10)</sup>	450	15	K <sub>2</sub> 10 <sup>(4)</sup>
Vnější a vnitřní obklady z rostlého dřeva	EN 14915	S perem a drážkou <sup>(10)</sup>	450	27	K <sub>2</sub> 30
Vnější a vnitřní obklady z rostlého dřeva	EN 14915	S perem a drážkou <sup>(11)</sup>	450	2 × 27 <sup>(12)</sup>	K <sub>2</sub> 60

<sup>(1)</sup> Namontovaný přímo na jakýkoli podklad bez vzduchové mezery.

<sup>(2)</sup> Spoje s pravouhlými hranami nebo spoje na pero a drážku a o stejné tloušťce, jakou má výrobek, a bez mezer.

<sup>(3)</sup> Třída, jak je stanovena v rozhodnutí 2000/367/ES.

<sup>(4)</sup> K<sub>1</sub> 10 pro substráty ≥ 300 kg/m<sup>3</sup>.

<sup>(5)</sup> Minimální délka hřebíku 40 mm a rozestup maximálně 100 mm.

<sup>(6)</sup> Minimální délka šroubu 30 mm a rozestup maximálně 200 mm.

<sup>(7)</sup> Minimální délka šroubu 30 mm a rozestup maximálně 150 mm.

<sup>(8)</sup> Minimální délka šroubu 50 mm a rozestup maximálně 200 mm.

<sup>(9)</sup> Minimální délka šroubu 75 mm a rozestup maximálně 200 mm.

<sup>(10)</sup> Minimální délka hřebíku 60 mm a rozestup maximálně 600 mm.

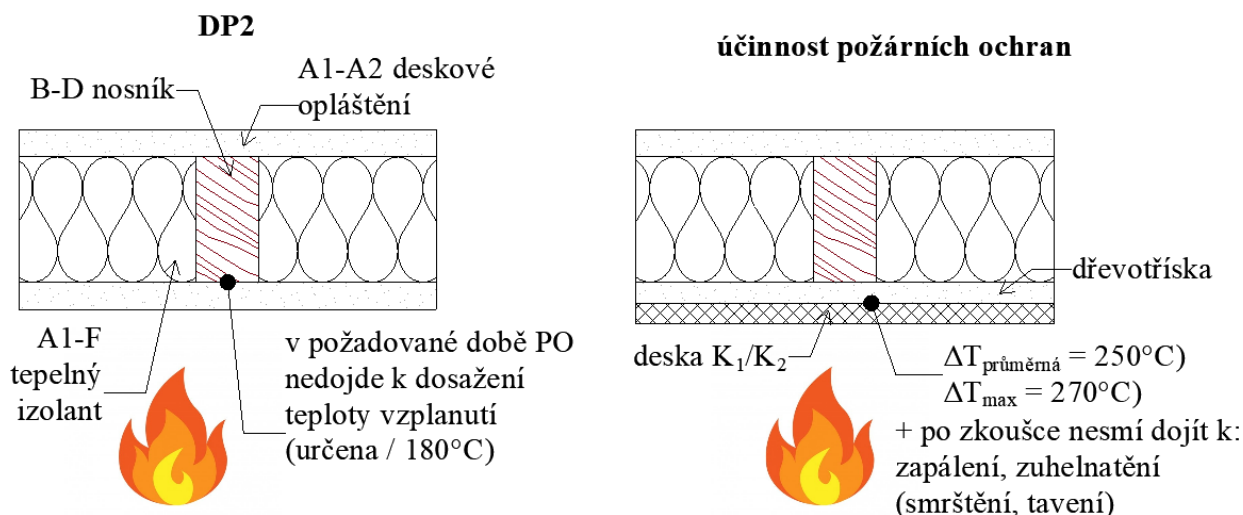
<sup>(11)</sup> Minimální délka hřebíku 50 mm (v každé vrstvě) a rozestup maximálně 600 mm.

<sup>(12)</sup> Obě vrstvy se montují v podélném směru vrstev, které jsou navzájem kolmé.

obr. 28: Desky na bázi dřeva splňující třídu K bez dalšího zkoušení

Zavedení druhu konstrukční části DP2 v tuzemsku vysvětluje, proč není účinnost požárních ochran u nás využívána. Při bližším prozkoumání principu tohoto mezního stavu je zřejmé, že tyto 2 přístupy jsou analogické.

Zvážení, zda druh DP2 nezaměnit s účinností požárních ochran, je nasnadě. V obou případech hodnotíme požárně odolné obklady a sledujeme teplotu pod ochrannou deskou, jak je ilustrováno na obr. 29. Zkratky A1 – F zde značí příslušnou třídu reakce na oheň.



obr. 29: Grafické porovnání druhu DP2 a účinnosti požárních ochran K, pozn.: A1 – F značí třídu reakce na oheň (viz kapitolu 3)

Výhodou je skutečnost, že hovoříme o celoevropsky platném parametru. Jeho aplikace je tedy mezinárodní v rámci Evropy narozdíl od národní kategorizace DPx.

Záporem je fakt, že mezní stav K je primárně určen pro hodnocení konstrukcí s využitím dřeva. Druh DP2 však není omezen výlučně na dřevostavby ale i na další sendvičové konstrukce. Součinnost s evropskými orgány při hledání vhodné alternativy by mohla přinést takovou aktualizaci, která by umožnila české legislativě nahradit druh DP2 novou definicí.

Nejvyšší doba požární odolnosti je stanovena na 60 minut, což je v návaznosti na české požadavky sahající k 90 minutám pro DP2 také limitující. Nejedná se však o neřešitelnou překážku, Česká republika má možnost navrhnout navýšení této doby.

Zkušební postup dále stanovuje, že obklad je připevněn na spodní stranu vodorovně orientovaného podkladu a zahřívá se zespodu [61]. Tento případ tepelného namáhání je však možné vyhodnotit jako kritický. Není tedy přímou komplikací pro fakt, že druh DP2 používáme běžně i pro svislé konstrukce.

## 7 Závěr

Druh konstrukční části dnes zastává stěžejní funkci v projektování požárně bezpečnostních řešení staveb. Váže se na něj široké spektrum požadavků a po desetiletí je základem celého návrhu. Technologický progres a stále čtenější představování invenčních produktů na trhu však v České republice naráží na problém s vlastní aplikací, která je z požárního hlediska svázána zastaralou kategorizací.

Je patrné, že současný stav je dlouhodobě neudržitelný a dříve či později bude muset být zrevidován. Realizace takové změny je však obtížná a má dalekosáhlé následky. Cest, jak problém odstranit, je známo několik. Žádná z variant však nepředstavuje snadné, efektivní a definitivní vyřešení všech kritických otázek. Změna, která český soubor norem řady ČSN 73 08xx čeká, bude muset nabídnout kompromis natolik obezřetně, aby standard požární bezpečnosti nebyl nijak snížen a byla zachována maximální objektivnost přístupu k současným i v budoucnu nabízeným technologiím.

### 7.1 Shrnutí

Historický vývoj, který předcházel zavedení pojmu druh konstrukční části, vycházel ze snahy klasifikovat konstrukce z hlediska chování za požáru jim vlastního. Hodnocení se posunulo od druhů stavebních hmot ke skupinám a stupňům hořlavosti (viz kapitolu 2.1). Nejdůmyslnější výstižný pojem DPx díky své vypovídající schopnosti udává krok již po čtyři desetiletí a jeho podstatou je udání nejzásadnějších parametrů požárně bezpečnostního návrhu (viz kapitolu 2.3).

Ač bývají zahraniční přístupy vyzdvihovány pro svůj benevolentnější přístup k hořlavým konstrukcím, je evidentní, že každý stát má svůj specifický přístup k zajištění patřičné úrovně zabezpečení stability budov a plynulé evakuace (viz kapitolu 4). Může se jednat o omezení konstrukčních systémů, doplnění stabilních hasicích zařízení nebo omezení konstrukcí pro určité provozy.

Se vstupem do Evropské unie se České republice otevřela široká škála výhod. Za jednu z neoceňovanějších a plošně nejpřínosnějších lze označit volný pohyb osob, zboží, služeb a kapitálu po celém území členských států. Právě toto právo je však vlivem národních nadstandardních požadavků na stavební výrobky omezováno. Restrikce svazuje nejen samotný mezinárodní prodej výrobků, zahraniční výrobci mohou bez dalších zkoušek a prohlášení prodávat do České republiky pouze konstrukce druhu DP3 – jedná se o požárně nejhorší druh konstrukční části a jako takový jej můžeme přisoudit veškerým nezkoušeným stavebním výrobkům, které nemají lepší druh konstrukční části doložen. Omezená je ale i distribuce s výrobky souvisejících služeb ve formě pravidelného servisu a montážních služeb. Nedodržení požadavku na zneplatnění lokálních nařízení, která jsou v rozporu s evropskými harmonizovanými normami, již v některých případech přesáhlo stanovený termín.



Neblahým následkem kategorizace je v současnosti to, že ve snaze problematický výrobek kategorizovat je nutné se uchýlovat k nepřesným či nesystémovým východiskům. Toto se děje v některých případech otevřeně, v jiných s vědomým přehlédnutím sporných komponentů (například u požárních ucpávek). Do budoucna je takový přístup velmi pochybný, obzvláště s přihlédnutím k již existujícím kontradikcím (požární skla, ucpávky), které můžeme pozorovat v současně platných předpisech, a množství potenciálních nepříznivých dopadů (viz kapitolu 6.2).

Palčivá je též absence exaktního zkušebního postupu pro dokládání druhu konstrukční části. Současně platná definice je nedostatečně přesná a během zkoušek dochází k debatám nad detaily a specifiky daných produktů. Minimálně dodatečné zavedení zkušebního postupu by odlehčilo těmto potížím. Není jasné, jaké osobě přísluší prohlašovat druh konstrukční části, ani není zavedeno, jakou formu má takové prohlášení nabýt. Pojem druh konstrukční části je zakotven v projekční normě, což indikuje, že právě projektant má být tím, kdo druh konstrukční části deklaruje. Projektant ale u komplexnějších výrobků nemá přístup k detailním informacím a skladbě produktu, mnohdy z prostého důvodu uchování výrobního tajemství a zachování konkurenceschopnosti výrobce.

Moudré je i nahlížet na změnu zažité kategorizace z většího měřítka. Požárních specialistů má české stavebnictví dlouhodobý nedostatek. Případná revoluční změna by mohla způsobit další odliv těchto profesionálů z praxe. Jelikož je návrh požárně bezpečnostního řešení nedílnou součástí projektové dokumentace, změna by mohla mít za následek další zpomalení procesu povolování, který je již v současné situaci kriticky omezující. Další zpomalení výstavby by přineslo prohloubení sociálně ekonomických problémů. Plynulejší přechod na upravený systém by proto bylo na místě podpořit školeními, diskusními panely a doplňkovými materiály obhajujícími aktualizovaný přístup.

## 7.2 Doporučení pro navazující výzkum

V návaznosti na vyhodnocení kladů a záporů variant řešení problematického zařídování konstrukcí může být podnětné navázat následujícími činnostmi:

1. Návrh nahrazení druhu konstrukční části DP2 alternativou založenou na účinnosti požárních ochran včetně souvisejících požárních experimentů.
2. Pokračující analýza moderních technologií s problematickou kategorizací.
3. Redukce užívání druhu konstrukční části v budoucích normativních požadavcích.

## Seznam obrázků

obr. 1: Časová osa historických souvislostí druhu konstrukční části .....	3
obr. 2: Poválečné třídění odolnosti proti ohni .....	4
obr. 3: Ocelové opěry s chráněnými ocelovými součástmi velmi odolné proti ohni .....	5
obr. 4: Křivka teploty v čase pro zkoušení .....	5
obr. 5: Rozdělení stavebních hmot a konstrukcí podle hořlavosti .....	6
obr. 6: Konstrukce druhu D1, D2, D3.....	7
obr. 7: Objekt s konstrukcemi: a) nehořlavými, b) smíšenými, c) hořlavými .....	8
obr. 8: Požární zkouška sendvičových panelů Kingspan ve zkušebně PAVUS v roce 2010 (zdroj: fotoarchiv ČVUT) .....	10
obr. 9: Graf četnosti užití pojmů v ČSN .....	11
obr. 10: Druh konstrukční části: a) DP1. b) DP2, c) DP3 .....	11
obr. 11: Konstrukční systém: a) nehořlavý, b) smíšený, c) hořlavý.....	13
obr. 12: Výjimky pro třídění konstrukčních systémů.....	13
obr. 13: Požární odolnost pro Types of Building Construction ve Spojených státech amerických .....	21
obr. 14: Povolená výška, plocha budov ve Spojených státech amerických .....	22
obr. 15: The Building Regulations – minimální požární odolnost .....	23
obr. 16: The Building Regulations – maximální rozměry budovy .....	24
obr. 17: Požární odolnost pro třídu budov Br0 .....	24
obr. 18: Schéma upevnění karbonových lamel na železobetonovou stropní desku .....	27
obr. 19: Karbonové lamely, zdroj: Sanatech Morava.....	28
obr. 20: Princip požární ochrany karbonových lamel podle Rigips Saint-Gobain .....	28
obr. 21: Isonosník pro přerušení tepelného mostu s kompozitní výztuží (Schöck Isokorb® CXT typ K), zdroj: Schöck Bauteile GmbH .....	30
obr. 22: Isonosník pro přerušení tepelného mostu s tradiční výztuží (Schöck Isokorb® T typ K), zdroj: Schöck Bauteile GmbH .....	31
obr. 23: Textilní roleta s problematickým určením druhu konstrukční části, zdroj: AVAPS, s.r.o. ....	32
obr. 24: Příklad informací u označení CE výrobků.....	33
obr. 25: Hořící povrch vzorků TRC po skončení požárního experimentu .....	35
obr. 26: Požární a) ucpávka (zdroj: Hilti), b) nátěr (zdroj: Promat), c) sklo (zdroj: Greene Fire) .....	37
obr. 27: Ilustrativní využití desek s účinností požárních ochran .....	44
obr. 28: Desky na bázi dřeva splňující třídu K bez dalšího zkoušení .....	45
obr. 29: Grafické porovnání druhu DP2 a účinnosti požárních ochran K .....	46

## Seznam tabulek

tab. 1: Hlediska pro třídění konstrukcí druhu D1, D2, D3 .....	8
tab. 2: Stupně hořlavosti dle ČSN 73 0862 .....	16
tab. 3: Třídy reakce na oheň .....	17
tab. 4: Srovnání stupňů hořlavosti a tříd reakce na oheň .....	18
tab. 5: Třídy budov v Německu – Gebäudeklasse .....	26

---

## Literatura

- [1] ČSN 1292-1941 *Odolnost stavebních hmot a konstrukcí proti ohni a vysokým teplotám*. 1947.
- [2] ČSN 73 0760 *Požární předpisy pro výstavbu průmyslových závodů a sídlišť*. 1959.
- [3] ČSN 73 0802 *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení*. 1975.
- [4] ČSN 73 0853 *Stanovení hořlavosti stavebních hmot*. 1970.
- [5] VLADIMÍR REICHEL. *Zabraňujeme škodám Svazek 17 Navrhování požární bezpečnosti výrobních objektů*. Praha: Česká státní pojišťovna, 1987.
- [6] ČSN 73 0862 *Stanovení stupně hořlavosti stavebních hmot*. 1980.
- [7] ČSN 73 0810 *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení*. 2005.
- [8] ČSN 73 0810 *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení Změna Z1*. 2012.
- [9] ČSN 73 0810 *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení Změna Z3*. 2013.
- [10] POKORNÝ, Marek a HEJTMÁNEK, Petr. *Požární bezpečnost staveb | Syllabus pro praktickou výuku*. Praha: ČVUT v Praze, 2021. 150 s. ISBN 978-80-01-06839-7.
- [11] ČSN 73 0810 *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení*. 2016. Oprava 1. 2020.
- [12] ČSN EN 13501-1 *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň*. 2019.
- [13] ČSN 73 0802 ed. 2 *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*. 2020.
- [14] ČSN 73 0835 ed.2 *Požární bezpečnost staveb – Budovy zdravotnických zařízení a sociální péče*. 2020.
- [15] ČSN EN ISO 1182 ed. 2 *Zkoušení reakce výrobků na oheň - Zkouška nehořlavosti*. 2020.
- [16] ČSN EN ISO 1716 *Zkoušení reakce výrobků na oheň - Stanovení spalného tepla (kalorické hodnoty)*. 2018.
- [17] ČSN EN 13823 *Zkoušení reakce stavebních výrobků na oheň - Stavební výrobky kromě podlahových krytin vystavené tepelnému účinku jednotlivého hořícího předmětu*. 2020.
- [18] ČSN EN ISO 11925-2 *Zkoušení reakce na oheň - Zápalnost stavebních výrobků vystavených přímému působení plamene - Část 2: Zkouška malým zdrojem plamene*. 2020.
- [19] ČSN EN ISO 9239-1 *Zkoušení reakce podlahových krytin na oheň - Část 1: Stanovení chování při hoření užitím zdroje sálavého tepla*. 2010.
- [20] ČSN 73 0872 *Požární bezpečnost staveb - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením*. 1996.
- [21] STN EN 13501-1 *Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň*. 2004.

- 
- [22] *STN EN 13501-1 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň.* 2007.
- [23] *STN 92 0201-2 Požiarna bezpečnosť stavieb. Spoločné ustanovenia. Časť 2: Stavebné konštrukcie.* 2017.
- [24] *Vyhláška 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb.* 2019
- [25] MEACHAM, Brian J. *A Brief Overview of the Building Regulatory System in the United States.* 2012.
- [26] *NFPA 220: Standard on Types of Building Construction.* 2021.
- [27] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. *NFPA 5000: building construction and safety code, 2018.* 2018. ISBN 978-1-4559-1737-2.
- [28] *Performance-based building regulatory systems ; principles and experiences: a report of the Inter- jurisdictional Regulatory Collaboration Committee.* B.m.: Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee, 2010. ISBN 978-0-7559-9238-6.
- [29] DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT. *APPROVED DOCUMENT B: fire safety - volume 1.* S.l.: RIBA PUBLISHING, 2020. ISBN 978-1-914124-02-0.
- [30] DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT. *APPROVED DOCUMENT B: fire safety - volume 2.* S.l.: RIBA PUBLISHING, 2020. ISBN 978-1-914124-03-7.
- [31] *Boverket's mandatory provisions and general recommendations, BBR.* B.m.: Swedish National Board of Housing, Building and Planning, 2011.
- [32] *Boverket mandatory provisions amending the board's mandatory provisions and general recommendations, EKS.* B.m.: Swedish National Board of Housing, Building and Planning, 2011.
- [33] KAISER, Karl-Olaf. *Fire Protection in Germany, Planning, Approval, Rules and Regulation.* B.m.: FeuerTrutz Network GmbH, 2019.
- [34] *Musterbauordnung (MBO)* [online]. B.m.: Bauministerkonferenz, 2019. Dostupné z: <https://www.bauministerkonferenz.de/verzeichnis.aspx?id=991&o=75909860991>
- [35] MAREK POKORNÝ. Chování nejpoužívanějších stavebních materiálů za požáru, Zvyšování požární odolnosti konstrukcí. In: *Požární prevence.* Fsv ČVUT v Praze.
- [36] NETUŠIL, Michal. Telefonický rozhovor. 12. říjen 2021
- [37] *Katalog požárně odolných konstrukcí suché výstavby Rigips* [online]. 2021. Dostupné z: <https://www.rigips.cz/clanky/novinky-v-pozarnim-katalogu/>
- [38] ROMAN ZOUFAL, PETR KUKLÍK, a FRANTIŠEK WALD. *Hodnoty požární odolnosti konstrukcí bez uvažování namáhání* [online]. 30. červenec 2012. Dostupné
-

- z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/8879-hodnoty-pozarni-odolnosti-konstrukci-bez-uvazovani-namahani>
- [39] Osobní návštěva Schöck - Wittek s.r.o., Praha 11 - Chodov. 13. říjen 2021
- [40] AVAPS S.R.O. *Roletové požární uzávěry* [online]. 18. červen 2018. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/17529-roletove-pozarni-uzavery>
- [41] ČSN EN 13501-2 *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení*. 2017.
- [42] Osobní návštěva AVAPS s.r.o., Klecany. 25. říjen 2021
- [43] ČSN EN 16034 *Dveře, vrata a otevíravá okna - Norma výrobku, funkční vlastnosti - Charakteristiky požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti*. 2015.
- [44] RICHARD FÜRST, TOMÁŠ VLACH, a MAREK POKORNÝ. *Textilní beton a zhodnocení jeho chování za zvýšené teploty* [online]. 1. říjen 2020. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/21209-textilni-beton-a-zhodnoceni-jeho-chovani-za-zvysene-teploty>
- [45] FÜRST, Richard, Tomáš VLACH, Marek POKORNÝ a Vladimír MÓZER. Study of Behavior of Textile-Reinforced Concrete with Epoxy Resin Matrix in Fire. *Fire Technology* [online]. 2021 [vid. 2021-10-11]. ISSN 0015-2684, 1572-8099. Dostupné z: doi:10.1007/s10694-021-01116-y
- [46] FÜRST, Richard, Eliška FÜRST, Tomáš VLACH, Jakub ŘEPKA, Marek POKORNÝ a Vladimír MÓZER. Use of Cement Suspension as an Alternative Matrix Material for Textile-Reinforced Concrete. *Materials* [online]. 2021, **14**(9), 2127. ISSN 1996-1944. Dostupné z: doi:10.3390/ma14092127
- [47] ÖSTMAN, Birgit. National fire regulations for the use of wood in buildings – worldwide review 2020. *Wood Material Science & Engineering* [online]. 2021, 1–4. ISSN 1748-0272, 1748-0280. Dostupné z: doi:10.1080/17480272.2021.1936630
- [48] ČSN EN 1993-1-2 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru*. 2006.
- [49] ČSN 73 0831 ed. 2 *Požární bezpečnost staveb - Shromažďovací prostory*. 2020.
- [50] ČSN 73 4201 ed. 2 *Komíny a kouřovody - Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv*. 2016.
- [51] TPG 200-00 *Skladování, prodej a doprava tlakových nádob se zkapalněnými uhlovodíkovými plyny (LPG)*. 2019.
- [52] TPG 402 01 *Tlakové stanice, rozvod a doprava zkapalněných uhlovodíkových plynů (LPG)*. 2002.
- [53] ČSN 65 0201 *Hořlavé kapaliny - Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci*. 2003. Změna 1. 2006.

- 
- [54] ČSN 07 8304 *Tlakové nádoby na plyny - Provozní pravidla*. 2011. Změna 1. 2015. Oprava 1. 2017
- [55] *Vyhláška č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb*. 2008
- [56] ČSN 73 0821 *ed. 2 Požární bezpečnost staveb - Požární odolnost stavebních konstrukcí*. 2007.
- [57] MAREK POKORNÝ. *Možné příčiny vzniku a šíření požáru v bytovém domě Grenfell Tower v Londýně* [online]. 17. červen 2017. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/15920-mozne-priciny-vzniku-a-sireni-pozaru-v-bytovem-dome-grenfell-tower-v-londyne>
- [58] PETR BOHÁČ. *Připravované změny v kodexu norem PBS*. In: *Seminář Požární ochrana staveb 2021*, J. Seidl a spol., s.r.o. [online]. B.m. 2021. Dostupné z: <https://seidl.cz/prednasky-ze-seminare-ke-stazeni/>
- [59] BIRGIT ÖSTMAN, ROLF HILLING, a LARS BOSTRÖM. *Fire protection ability of wood products*. B.m.: SP Technical Research Institute of Sweden. 2014
- [60] *NAŘÍZENÍ KOMISE V PŘENESENÉ PRÁVOMOCI (EU) č. 1291/2014 o podmínkách klasifikace bez zkoušení desek na bázi dřeva podle normy EN 13986 a vnějších a vnitřních obkladů z rostlého dřeva podle normy EN 14915, pokud jde o jejich požární odolnost, pokud se používají k obkládání stěn a stropů*. 2014.
- [61] ČSN EN 14135 *Obklady - Stanovení požárně ochranné účinnosti*. 2005.