

Z POŽÁRNÍHO HLEDISKA

Václav Kupilík

STAVEBNÍ KONSTRUKCE

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.

Obsah

Úvod	11
Názvosloví a základní ustanovení	12
1 Rozbor požárů	15
1.1 Průběh požárů	15
1.2 Proces hoření	16
1.3 Požární zatížení	17
2 Požární legislativa a evropské normy ve vztahu k ČSN	19
3 Požárně bezpečnostní řešení	21
3.1 Požární návrh	21
3.1.1 Požární a ekonomické riziko požárního úseku	22
3.1.2 Stupeň požární bezpečnosti	23
3.2 Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí	24
3.2.1 Požární scénáře	24
3.2.2 Hořlavost stavebních hmot	26
3.2.3 Charakteristiky vlastností požární odolnosti	29
3.2.4 Třídy požární odolnosti	31
3.2.5 Třídění konstrukcí na základě požární odolnosti a hořlavosti	37
3.2.6 Klasifikace požární odolnosti konstrukcí	40
3.3 Únikové cesty	41
3.3.1 Nechráněné, částečně chráněné a chráněné únikové cesty	42
3.3.2 Typy chráněných únikových cest	44
3.3.3 Dimenzování únikových cest	45
3.3.4 Stavební konstrukce a osvětlení v únikových cestách	46
3.4 Odstupové vzdálenosti a povrchové úpravy stavebních konstrukcí	48
3.4.1 Obvodové pláště z hlediska požárně otevřených ploch	48
3.4.2 Střešní pláště z hlediska požárně otevřených ploch	50
3.4.3 Odstupové vzdálenosti	51
3.4.4 Požární pásy	52
3.4.5 Konstrukce s dodatečným zateplením obvodových stěn	54
3.4.6 Povrchové úpravy konstrukcí	55
3.5 Zařízení pro protipožární zásah	56
3.5.1 Přístupové komunikace	56
3.5.2 Vnější a vnitřní zásahové cesty	56
3.6 Zásobování vodou pro hašení a dodávka elektrické energie	57
3.7 Hasicí přístroje	59

4	Požární kodex	61
4.1	Projektové normy	61
4.1.1	ČSN 73 0831	62
4.1.2	ČSN 73 0833	62
4.1.3	ČSN 73 0834	63
4.1.4	ČSN 73 0835	63
4.1.5	ČSN 73 0842	63
4.1.6	ČSN 73 0843	64
4.1.7	ČSN 73 0845	64
4.2	Zkušební normy	64
4.3	Hodnotové a předmětové normy	66
4.4	Návrh zásad řešení pro přechodné období	66
4.5	Eurokódy	67
5	Chování nepoužívanějších materiálů v ohni	68
5.1	Materiály na bázi dřeva	68
5.1.1	Struktura a hořlavost dřeva	68
5.1.2	Odhořívání dřevní hmoty a její požární odolnost	69
5.1.3	Mechanické vlastnosti dřeva za zvýšených teplot	70
5.1.4	Hořlavost materiálů z aglomerovaného dřeva	73
5.2	Ocel	74
5.2.1	Negativní jevy oceli při působení požáru	74
5.2.2	Vliv vyšších teplot na mechanické a tepelně technické vlastnosti oceli	75
5.2.3	Požární odolnost nechráněných ocelových konstrukcí	76
5.3	Beton nevyztužený a vyztužený	78
5.3.1	Nevyztužený beton	78
5.3.2	Železový beton	82
5.3.3	Předpjatý beton	85
5.4	Nepoužívanější plasty ve stavebnictví	87
5.4.1	Požárně nebezpečné vlastnosti plastů a snižování jejich hořlavosti	87
5.4.2	Vliv vyšších teplot na strukturu polymerů, dělení plastů	88
5.4.3	Porovnání jednotlivých plastů	90
5.4.4	Zpomalování procesu hoření plastů	91
6	Ochrana nepoužívanějších materiálů proti ohni	93
6.1	Tradiční ochrana obezděním nebo s použitím betonu	94
6.2	Protipožární omítky a nástřiky	94
6.2.1	Protipožární omítky	94
6.2.2	Protipožární nástřiky	96
6.3	Protipožární nátěry	100
6.3.1	Druhy protipožárních nátěrových systémů	100
6.3.2	Struktura protipožárních nátěrů	101
6.3.3	Vlastnosti protipožárních nátěrů	102
6.3.4	Podmínky aplikovatelnosti protipožárních nátěrů	104
6.4	Impregnace dřeva	110

6.4.1	Druhy a složení chemických prostředků k impregnaci dřeva	110
6.4.2	Vlastnosti impregnačních prostředků	111
6.5	Protipožární deskové obklady	111
6.5.1	Druhy protipožárních desek	111
6.5.2	Vlastnosti protipožárních desek	112
6.5.3	Podmínky aplikovatelnosti protipožárních desek	115
6.6	Lepené obklady z minerálních vláken	116
6.6.1	Funkce lepených obkladů z minerálních vláken	116
6.6.2	Vlastnosti lepených obkladů z minerálních vláken	117
7	Posouzení sendvičů z hlediska požární odolnosti	119
8	Posuzování mezní napjatosti a míry poškození povrchů železobetonových a dřevěných konstrukcí vlivem ohně	121
8.1	Vliv požáru na napjatost a přetvoření železobetonových konstrukcí	121
8.2	Určení poškozené vrstvy betonu vlivem ohně na základě měření rychlosti ultrazvuku	123
8.2.1	Šíření vlnění v betonových konstrukcích	123
8.2.2	Vliv vyšších teplot na šíření vlnění v betonu	124
8.2.3	Stanovení oblastí poškozených ohněm	125
8.2.4	Příklad posouzení nosného železobetonového sloupu volně vystaveného ohni	126
8.3	Posouzení zuhelnatělé povrchové vrstvy dřeva na základě rychlosti odhořívání	127
8.3.1	Posouzení únosnosti a požární odolnosti u dřevěných prvků namáhaných ohybem	127
8.3.2	Posouzení únosnosti a požární odolnosti u dřevěných prvků namáhaných vzpěrným tlakem	129
9	Protipožární odolnost dilatačních spár	132
10	Vliv obvodových plášťů na průběh teplot od požáru	134
10.1	Vliv výplní a styků na šíření požáru	134
10.2	Šíření požáru po fasádě	136
11	Některé systémy a prvky zajišťující zlepšení protipožární ochrany stavebních konstrukcí	140
11.1	Požární stěny	140
11.2	Požární prosklené konstrukce	143
11.3	Požární podhledy a předěly	145
11.4	Požární uzávěry	150
11.4.1	Druhy požárních uzávěrů	150
11.4.2	Požární uzávěry v rekonstruovaných objektech	152
11.5	Požární přepážky a ucpávky	154
11.5.1	Požární klapky v místě prostupu požárně dělicí konstrukcí	155
11.5.2	Požární ochranné manžety	157

11.5.3	Požární přepážky	158
11.5.4	Požární ucpávky	160
11.6	Požární izolace	161
11.7	Vodní clony	161
12	Stanovení ohniska požáru na základě příznaků	164
12.1	Průzkum v exteriéru a interiéru	165
12.2	Příznaky vzniku požáru vlivem změn materiálu	165
12.3	Nejčastější falešné ukazatelé místa vzniku požáru	167
13	Praktické příklady identifikace požáru	168
13.1	Požár v rodinném domě s komplikovanou identifikací jeho vzniku	168
13.1.1	Použitá označení podkladových materiálů	168
13.1.2	Základní údaje o požáru zaznamenané v protokolech	169
13.1.3	Popis posuzovaného objektu před požárem	171
13.1.4	Podmínky pro vznik a šíření požáru	175
13.1.5	Šíření požáru v objektu	180
13.1.6	Následky požáru na stavební konstrukce a jejich vzájemné srovnání s dostupnými doklady	187
13.1.7	Porovnání současného stavu výstavby s projektovou dokumentací před požárem	202
13.1.8	Porovnání nových stavebních úprav s kolaudačním rozhodnutím a se sdělením k ohlášení stavebních úprav	203
13.1.9	Odhad rozsahu sanace	204
13.1.10	Podklady pro vyčíslení škod	206
13.1.11	Zhodnocení	207
13.2	Požár výškové administrativní budovy	207
13.2.1	Popis objektu zasaženého požárem	208
13.2.2	Údaje o požáru	210
13.2.3	Základní nález	210
13.2.4	Důsledky pro opravu	211
13.2.5	Zhodnocení	212
13.3	Požár v bytě panelového domu	213
13.3.1	Popis bytu zasaženého požárem	213
13.3.2	Základní nález	214
13.3.3	Návrh sanačních opatření	215
13.3.4	Zhodnocení	215
14	Problémy likvidace požáru ve výškových budovách	216
15	Problémy likvidace požáru v halových objektech	220
15.1	Možnosti výskytu požáru	220
15.2	Protipožární větrací zařízení	222

16	Panelové budovy z hlediska požární bezpečnosti	226
16.1	Charakteristické vady a poruchy	226
16.1.1	Vady používaných bytových jader	227
16.1.2	Vliv krycí vrstvy betonu	229
16.2	Pokyny pro rekonstrukce panelových budov z hlediska požární bezpečnosti	234
16.3	Průzkum a stavebně technický stav z hlediska požární bezpečnosti budov	234
16.3.1	Průzkum vztahující se k osobám	235
16.3.2	Průzkum vztahující se ke stavebním konstrukcím	236
17	Požárně bezpečnostní zařízení	238
17.1	Význam požárně bezpečnostních zařízení	238
17.1.1	Vliv požárně bezpečnostních zařízení v nevýrobních objektech podle ČSN 73 0802	239
17.1.2	Vliv požárně bezpečnostních zařízení ve výrobních objektech podle ČSN 73 0804	241
17.2	Elektrická požární signalizace (EPS)	242
17.2.1	Hlásiče požáru	242
17.2.2	Technické řešení elektrické požární signalizace	243
17.3	Stabilní hasicí zařízení (SHZ)	244
17.3.1	Vodní stabilní hasicí zařízení	245
17.3.2	Pěnová stabilní hasicí zařízení	249
17.3.3	Plynová a halonová stabilní hasicí zařízení	250
17.3.4	Prášková stabilní hasicí zařízení	251
17.4	Zařízení na odvod kouře a tepla při požáru	251
17.4.1	Požadavky na zařízení pro odvod kouře a tepla	252
17.4.2	Kouřové přepážky a klapky	253
17.5	Požární klapky	254
18	Hydrantové systémy v zásobování požární vodou	255
18.1	Požární vodovody	255
18.1.1	Vnější požární vodovody	255
18.1.2	Vnitřní požární vodovody	256
	Normy	257
	Literatura	259
	Rejstřík	261

Úvod

Požární bezpečnost staveb se v poslední době dostává do popředí zájmu naší společnosti jednak vlivem stále častějších teroristických útoků, jednak vlivem selhávajícího lidského faktoru a nedostatečné zodpovědnosti v pracovních procesech, jednak vlivem přírodních katastrof a v neposlední řadě i v důsledku záměrného žhářství a válečných operací.

Požáry ohrožují nejen lidské zdraví, životy zvířat, osobní a veřejný majetek, ale způsobují i ekologické škody někdy až nevyčíslitelného rozsahu. Proto požární bezpečnost staveb musí zajistit bezpečnou evakuaci osob z požárem ohroženého objektu a účinný zásah požárních jednotek a zabránit šíření požáru jak mimo objekt, tak mezi dílčími částmi objektu (požárními úseky).

Období, ve kterém publikace vychází, je poznamenáno častými legislativními změnami, které jsou harmonizovány s evropskými normami a předpisy. Jde o dlouhodobý proces náročný jak na experimentální ověřování, tak na teoretickou analýzu, provázenou matematickým modelováním.

Publikace je rozdělena do *18 kapitol*, které zahrnují dvě základní skupiny, a to požární prevenci (*16 kapitol*) a požární represi (*2 kapitoly*). Kromě rozboru procesu hoření, požární legislativy a kodexu a požárně bezpečnostního řešení se jedná o témata převážně zaměřená na chování a ochranu nejpoužívanějších materiálů (dřevo, ocel, betony bez výztuže i vyztužené, plasty) v ohni, konstrukční prvky a dílce (obvodové stěny, dilatační spáry, požární stěny, prosklené konstrukce, požární uzávěry a podhledy, požární přepážky, ucpávky a izolace, vodní clony), posuzování vnitřní napjatosti a míry poškození povrchů železobetonových konstrukcí vlivem ohně, identifikaci ohniska požáru na základě příznaků a možnosti úniku z výškových a halových objektů.

Obecná analýza protipožárního zabezpečení staveb je doplněna praktickými posudky s fotografickými snímky, které byly vybrány z okruhu nejvíce frekventovaných staveb, tj. rodinných domů, administrativních a bytových staveb. Nejčastější příčiny požárů a průzkumy v panelových objektech jsou rozvedeny v *kapitole 16*. Závěrečné *kapitoly* se zahrnují základy požárně bezpečnostního zařízení ve stavebních objektech.

Tato publikace je určena především pro projektanty, inženýry, technické pracovníky stavebního zaměření, zabývající se požární problematikou, dále pro studenty středních a vysokých škol a v neposlední řadě i pro nejširší veřejnost.

V Praze 30. září 2005

doc. Ing. Václav Kupilík, CSc.

Názvosloví a základní ustanovení

- **Bod hoření** – nejnižší teplota, při které se zahříváním látky vyvine takové množství plynů, že při přiblížení plamene plyny vzplanou a hoří déle než 5 sekund bez přerušení;
- **Bod vznícení (teplota vznícení)** – nejnižší teplota, při které se látka na vzduchu samostatně bez pomoci otevřeného plamene vznítí;
- **Bod vzplanutí (teplota vzplanutí)** – nejnižší teplota, při které se látka přiblížením plamene vznítí a opět zhasne;
- **Číslo napěnění** – hodnota vyjadřující poměr napěnitelnosti roztoku pěnidla s vodou. Na číslu napěnění závisí chladicí účinek pěny – podle toho těžká pěna má číslo napěnění 1–20 (obvykle 5–10), střední 20–200 (obvykle 50–150), lehká 200–1000 (obvykle asi 500);
- **Hadicové systémy** – hasicí zařízení pro první zásah sestávající z ručně (nebo automaticky) ovládaného přítokového ventilu, na který je napojena tvarově stálá nebo zploštitelná hadice, instalovaná v hadicovém uložení a opatřená na konci uzavírací proudnicí;
- **Hydrant** – odběrné uzavíratelné zařízení napojené na veřejný vodovodní řad. Slouží k čerpání požární vody, k odběru vody pro veřejné účely, například k čištění ulic a k odvětrání (odvzdušnění) nebo proplachování potrubní sítě. V místech, kde nehrozí nebezpečí poškození, je možno osazovat nadzemní hydranty; podzemní hydranty se umísťují pod terén, aby nepřekážely při zástavbě nebo dopravě ve městech. Pro připojení hadic na hydrant je nutné použít hydrantový klíč, případně hydrantový nástavec;
- **Inhibitor (zpoždovač, antikatalyzátor)** – látka, která zpožďuje chemickou reakci nebo brání její iniciaci. Inhibice je založena na eliminaci radikálové řetězové reakce a inhibitor je zachycovačem radikálů. Inhibitor působí při hoření nebo spalování jako anti-detonátor a prostředek pro impregnaci hasiva (hasicí prášky, halony);
- **Kalorická hodnota** – tepelná energie uvolněná hořením jednotky hmotnosti dané látky;
- **Kouřová klapka** – klapka uzavírající otvor v obvodové konstrukci stavby a otevírající se pro odvod kouřových zplodin do volného prostoru v případě požáru. Ovládání kouřové klapky může být ruční, hydraulické, pneumatické, elektromagnetické a motorové;
- **Kyslíkové číslo (KČ)** – nejnižší koncentrace kyslíku ve směsi s dusíkem (v objemových procentech), při které zkoumaná látka ještě hoří. Při stoupající teplotě hoření zkoušené směsi klesá KČ a zvyšuje se potenciální hořlavost. Podle velikosti kyslíkového čísla se hořlavé látky považují za nehořlavé ($KČ > 0,50$), samozhášivé ($KČ = 0,27–0,50$), hořlavé ($KČ = 0,20–0,27$), lehce hořlavé ($KČ < 0,20$). Kyslíkové číslo určuje například přítomnost změkčovadel, plnidel a prostředků zvyšujících hořlavost plastů;
- **Plně rozvinutý požár** – stav požáru, kdy na všech hořlavých materiálech v posuzovaném prostoru probíhá hoření;
- **Požárně nebezpečné vlastnosti** – kvantitativně i kvalitativně charakterizující vlastnosti hořlavých látek určené zejména strukturou, množstvím a rozdělením látek; mezi chemické parametry patří například seskupení atomů v molekule, reaktivní místa, dvojně vazby a přítomnost určitých sloučenin ve směsi; fyzikálními parametry jsou například

entalpie tání, výparná entalpie, specifické teplo, tepelná vodivost, difúzní odpor, tepelná jímavost, bod vzplanutí, bod hoření, bod vznícení, bod doutnání, výhřevnost, mez výbušnosti, rychlost odhořívání;

- **Požární clona** – plošná konstrukce z lehkých nehořlavých hmot zavěšená obvykle na nosné střešní konstrukci používaná v relativně vysokých prostorách (např. v halách) k ochraně před sálavým teplem a k zamezení šíření kouře pod stropem nebo pod střechou. Zároveň zlepšuje podmínky evakuace i požární odolnost konstrukcí proti vysokým teplotám; slouží i k omezování škodlivin vznikajících při výrobě a k rychlejší signalizaci a spouštění požárně bezpečnostních zařízení, například sprinklerů, zařízení pro odvod tepla a kouře. Pro požární clony není nutno stanovovat požární odolnost konstrukce;
- **Požární klapka** – požární uzávěr v technologických, dopravních a vzduchotechnických zařízeních. Pro požární klapky je vyžadována zejména požární odolnost, nehořlavost použitých hmot, možnost samouzavírání. Jejich ovládání je obvykle zajišťováno elektromagneticky prostřednictvím tepelného čidla, mechanickou pružinou uvolněnou po překročení stanovené teploty například pomocí skleněné ampulky s kapalinou, instalovanou bezprostředně u požární klapky; používají se i další způsoby ovládání klapky (např. hydraulicky, stlačeným vzduchem);
- **Požární strop (stěna)** – stavební konstrukce bránící šíření požáru ve svislém (vodorovném) směru;
- **Samovznícení** – vznícení, při kterém je látka zapálena samozahříváním, tj. procesem zvýšení teploty v důsledku exotermních vlivů. Při dostatečném přívodu vzduchu a odpovídající tepelně izolační schopnosti bezprostředního okolí dojde k samovznícení samozahříváním, když rychlost uvolňování tepla překročí rychlost odevzdávání tepla do okolí. Reakce organických látek se vzduchem probíhá velmi pomalu a uvolňovaná tepelná energie se přenáší do okolí s nepatrným zvýšením teploty. Při dosažení teploty samovznícením jsou však oxidačně redukční reakce tak rychlé, že dochází k tvorbě hořlavých plynů a lze zjistit vzestup teploty představující bod vznícení;
- **Samozhášivá látka** – látka, která po oddálení zápalného zdroje již dále nehoří, respektive pomalu uhasíná důsledkem větší spotřeby tepla a tepelných ztrát než je množství tepla uvolňované oxidačně redukčním procesem hoření za jednotku času. K samozhášivým látkám patří některé plasty (PVC, silikonová pryž) považované za požárně méně nebezpečné látky. Hoří však ve směsi s jinými hořlavými látkami za stálého přívodu tepla;
- **Sprinkler (sprchová hlavice)** – armatura s uzavřenou tryskou pro vodní nebo pěnové stabilní hasicí zařízení. Je sestavena z tělesa hlavice, hubice, deflektoru a uzávěru otevírajícího se při stanovené teplotě prostřednictvím skleněných nebo tavných pojistek, které samočinně spouští skrápěcí systém otevřením jedné nebo více hlavice. Sprinklery vytvářejí podle tvaru rozstříkujícího deflektoru celý nebo poloviční vodní kužel;
- **Střešní plášť** – část střechy bez nosné střešní konstrukce (např. bez krovu), která zahrnuje povrchovou vrstvu – krytinu, nosnou vrstvu střešního pláště a doplňkové vrstvy (např. tepelně izolační vrstvu, parotěsnou zábranu atd.);
- **Teoretická intenzita požáru** – intenzita případného požáru v posuzovaném stavebním objektu nebo jeho části, která by vznikla bez uplatnění požárně bezpečnostních opatření (např. požární signalizace, samočinné hasicí zařízení, stálý dohled požárních jednotek);

- **Trvalé plamenné hoření** – souvislé plamenné hoření po dobu delší než 10 sekund;
- **Ventilová stanice** – prostor, ve kterém jsou společně umístěny řídicí ventily vodního sprchového stabilního hasicího zařízení pro jednotlivé hasební sekce v PÚ objektu;
- **Vodní mlha** – disperze vodních kapének o průměru menším než 1 mm (optimálně 0,35 mm) tvořená mlhovými tryskami vodního stabilního hasicího zařízení. S menším průměrem kapének se zvětšuje jejich celková povrchová plocha, jejímž účinkem je pohlcováno teplo a zvyšován chladicí účinek vody. Kapénky vodní mlhy mají navíc schopnost se dlouho vznášet ve vzduchu a tím zabraňovat šíření tepla sáláním na okolní předměty při doznívajícím požáru.

1 Rozbor požárů

Požární bezpečnost staveb zahrnuje technická, provozní a organizační opatření zajišťující ve sledovaném objektu ochranu osob, zvířat a materiálních hodnot před účinky požáru. Tato opatření mohou být:

- a) preventivní – předcházejí vzniku, zabraňují šíření požáru a umožňují bezpečný únik osob;
- b) represivní – tvoří systém účinných zásahových prostředků zajišťující co nejrychlejší likvidaci požáru a tím zabránění škod.

1.1 Průběh požárů

Na základě sledování skutečných nebo experimentálních požárů lze jejich průběh rozdělit na tři časová období (*obr. 1.1*). V I. fázi dochází ke vznícení hořlavých materiálů a k šíření požáru na ostatní hořlavé materiály. Tato fáze se vyznačuje značnou časovou variabilitou, protože může trvat od několika minut až po několik hodin. Také převážná část požáru bývá likvidována v tomto časovém úseku. Ve II. fázi dochází k plnému rozšíření požáru, kdy hoří převážná část hořlavých hmot v požárním úseku. Ve srovnání s I. fází, pro kterou jsou charakteristické poměrně nízké teploty v prostoru zasaženém požárem, II. fáze se vyznačuje rychlým vzestupem teplot a shořením většiny paliva. Ve II. fázi nastává pokles teplot a převážná část hořlavých hmot shořela.

Z energetického hlediska je teplo uvolněné v I. fázi z větší části spotřebováno na endotermickou reakci ostatního paliva. Pro hodnocení tepelné rovnováhy má rozhodující význam II. fáze, kdy dochází k uvolnění většiny tepla v průběhu krátkého časového intervalu. *Obrázek 1.1* zároveň zachycuje také úbytek hmotnosti hořlavých materiálů (paliva) M .

Všechny požáry jsou řízeny větráním nebo palivem. Považujeme-li požární úsek za izolovanou soustavu, musí na základě fyzikálních zákonů teplo uvolněné hořením zůstat zachováno (*obr. 1.2*) a musí tedy i platit následující rovnice rovnováhy:

$$Q_C = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (1)$$

kde je

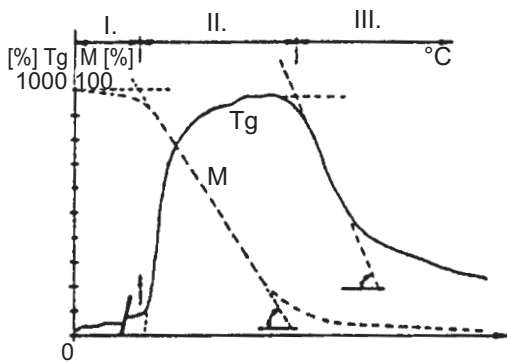
- Q_1 množství tepla vysálaného do vnějšího prostoru požárního úseku [J/s];
- Q_2 množství tepla odvedeného ve formě kouřových plynů do vnějšího prostoru požárního úseku [J/s];
- Q_3 množství tepla spotřebovaného na ohřev stavební konstrukce [J/s];
- Q_4 množství tepla potřebného k ohřevu prostoru požárního úseku a nehořlavého vybavení [J/s];
- Q_C celkové množství uvolněného tepla hořením paliva v požárním úseku [J/s].

Vzhledem k malé hodnotě Q_4 je možno tuto složku zanedbat a rovnici (1) zjednodušit na tvar:

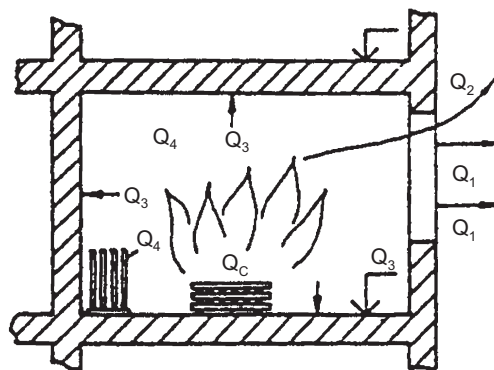
$$Q_C \approx Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (2)$$

Platnost uvedených rovnic je vázána na následující předpoklady:

- a) během požáru se nepočítá se zásahem požárních jednotek ani požárně bezpečnostního opatření, takže veškerý hořlavý materiál shoří;



Obr. 1.1 Model požáru
 T_g – teploty plynů v hořícím prostoru;
 M – hmotnost hořlavých materiálů



Obr. 1.2 Model požárního úseku

- převážnou část hořlavého materiálu představuje dřevo nebo hmoty na bázi dřeva (celulózy); pokud reprezentantem paliva nebude dřevo, je třeba tyto materiály přepočítat na ekvivalentní normovou výhřevnost;
- v počátku II. fáze dojde k porušení zasklených otvorů, takže výměna plynů probíhá, ale její intenzita záleží na procentu otvorů;
- teploty v hořícím požárním úseku dosahují v libovolném místě přibližně stejné hodnoty;
- prostor požárního úseku je zcela zaplněn ohněm;
- součinitel sálání vně otvorů je stejný jako u černého tělesa;
- požáry jsou řízeny větráním, eventuálně povrchem paliva;
- rychlost odhořívání v průběhu II. fáze se pro dané podmínky pokládá za konstantní.

1.2 Proces hoření

Hoření je fyzikální jev (teplo a světlo) v důsledku chemické reakce, při které dochází k prudké syntéze hořlavých a neshadno hořlavých látek s kyslíkem. Jeho intenzita a změna s časem má vliv na průběh a velikost tepelné bilance. Při hoření dochází k rozkladným reakcím, součásti látky se za vzniku kouře rozkládají a vznikají jednak hořlaviny prchavé – hoří dlouhým plamenem, jednak neprchavý zbytek – hoří krátkým plamenem nebo pouze žhne. Po zapálení hořlavé látky může dojít k různým projevům jevů – plamenné hoření, žhnutí, uhelnatění atd., které po oddálení iniciátoru končí nebo pokračuje dále. K šíření plamene přispívá i odkapávání a odpadávání hořící hmoty. Teplo udržuje vlastní proces hoření tím, že zvyšuje teplotu chemických produktů rozkladem na bod vzplanutí.

Hoření vyžaduje tři hlavní faktory:

- hořlavé látky;**
- přítomnost vzdušného kyslíku;**
- vhodný tepelný stav látky za přítomnosti iniciátoru.**

Podle vlastností hořlavého systému hoření může probíhat jako:

- homogenní – například hoření plynů;
- heterogenní – hoření tuhých a kapalných látek.

Rychlost reakcí při hoření je přímo úměrná teplotě. Pro zabránění hoření je zapotřebí narušit vazby mezi jeho faktory, například zamezením vzniku hořlavých plynových látek, ale též přístup kyslíku (snížením dokonalosti spalování, odebíráním uvolněného tepla, snížením vznikajícího tepla za pomoci inhibitorů apod.). K některým hořlavým látkám, zejména k polymerům, se do jejich struktury přidávají retardéry, jejichž přítomnost může podstatně ovlivnit zdroj paliva i jeho zapálení, avšak v pokračujících stádiích procesu hoření, zvláště za vysokých tepelných toků, se jeho účinek příliš neprojeví. Hmoty s obsahem retardérů se označují jako **hmoty samozhášivé** nebo se sníženou hořlavostí.

1.3 Požární zatížení

Požární zatížení p je pomyslné množství dřeva v $[\text{kg}/\text{m}^2]$, jehož normová výhřevnost je ekvivalentní normové výhřevnosti všech hořlavých látek na posuzovaném požárním úseku.

Pro stanovení základní charakteristiky objektu z hlediska požární ochrany je rozhodující množství tepla Q , které se může při požáru uvolnit. Vztahuje se k hořlavým a nesnadno hořlavým látkám obsaženým buď přímo v konstrukci nebo jako součást vybavení vnitřního prostoru. Jeho množství lze určit podle vztahu:

$$Q = \sum_{i=1}^n H_i \cdot M_i \quad (3)$$

kde je Q celkové množství uvolněného tepla v $[\text{J}/\text{s}\cdot\text{W}]$;
 H_i výhřevnost (i -té) hořlavé nebo nesnadno hořlavé látky (určuje se podle ČSN 73 0824) $[\text{J}/\text{kg}]$;
 M_i hmotnost (i -té) látky $[\text{kg}]$;
 n počet hořlavých nebo nesnadno hořlavých látek.

Toto teplo vztažené na jednotku půdorysné plochy A $[\text{m}^2]$ části objektu představuje hodnotu specifického tepla q . S ohledem na zjednodušení výpočtu jsou výhřevnosti hořlavých a nesnadno hořlavých látek přepočteny na normovou výhřevnost suchého smrkového dřeva o hodnotě $H_d = 16,75 \text{ MJ}/\text{kg} = 16,75 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}$, která udává požární zatížení p $[\text{kg}/\text{m}^2]$ podle výrazu:

$$p = \frac{Q}{A \cdot H_d} = \frac{q}{H_d} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i \cdot M_i}{A \cdot 16,75 \cdot 10^6} \quad (4)$$

Požární zatížení obdobně jako u statických zatěžovacích stavů sestává ze stálého p_s (týká se všech hořlavých látek ve stavebních konstrukcích kromě hořlavých látek v nosných stavebních konstrukcích, zajišťujících stabilitu objektu a v požárně dělicích konstrukcích) a nahodilého požárního zatížení p_n (týká se všech hořlavých látek, které se za normálních podmínek provozu vyskytují – hořlavý nábytek a ostatní zařizovací předměty, technologická zařízení, zpracovávané a skladované hořlavé suroviny atd.). Pro výpočet požárního zařízení se pak používá požární zatížení výpočtové p_v . Mezi nimi platí následující závislosti:

$$p = p_s + p_n \quad (5)$$

$$p_v = p \cdot f, \text{ kde } f = a \cdot b \cdot c \quad (6)$$

- kde je f faktor zahrnující především následující bezrozměrné součinitele:
- součinitel a – rychlost odhořívání z hlediska charakteru hořlavých látek (druh, rozměr, možnost povrchového šíření plamene);
 - součinitel b – rychlost odhořívání z hlediska stavebních podmínek (tvar, přístup vzduchu);
 - součinitel c – vliv požárně technických opatření – zahrnuje tyto dílčí vlivy ($c < 1$):
 - c_1 – vliv automatické požární signalizace na průběh požáru;
 - c_2 – vliv zásahu profesionální požární jednotky;
 - c_3 – vliv stabilních a automatických hasicích zařízení;
 - c_4 – vliv automatické požární ventilace.

Z hodnot c_1 až c_4 lze pro výpočet p_v z výrazu (6) použít pouze jednu. Hodnoty součinitelů a , b , c jsou podrobně rozebrány v ČSN 73 0802.

U výrobních objektů se navíc můžeme setkat s označením **místně soustředěné požární zatížení**, což je požární zatížení na vymezené části půdorysné plochy požárního úseku, které podstatně převyšuje průměrné požární zatížení (tj. zatížení rovnoměrně rozložené na půdorysné ploše požárního úseku) a nezapočítává se do jeho hodnoty.

2 Požární legislativa a evropské normy ve vztahu k ČSN

Stavební zákon v souladu se směrnicí Rady ES č. 89/106 EEC stanoví (§ 47), že pro stavbu mohou být navrženy a použity jen takové výrobky a konstrukce, jejichž vlastnosti z hlediska způsobilosti stavby pro navržený účel zaručují, že stavba při správném provedení a běžné údržbě po dobu předpokládané existence splňuje následující základní požadavky:

- a) mechanická pevnost a stabilita;
- b) požární bezpečnost;
- c) hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí;
- d) bezpečnost při užívání (včetně užívání osobami s omezenou schopností pohybu a orientace);
- e) ochrana proti hluku;
- f) ochrana na úsporu energie a tepla.

Také vlastnosti výrobků pro stavbu mající rozhodující význam pro výslednou kvalitu stavby, musí být ověřeny z těchto hledisek, především podle zákona 22/97 Sb. o technických požadavcích na výrobky a souvisejících nařízeních vlády (178/97 Sb. ve znění nařízení vlády 81/99), ve kterých jsou požadavky na požární bezpečnost zohledněny u vybraných skupin výrobků. Tento zákon zavádí pojem „**stanovené výrobky**“ a stanoví, že výrobce, dovozce nebo distributor nesmí tyto výrobky, pokud jsou určeny pro použití ve stavbě, uvádět na trh, pokud nemají parametry určené požadavkem platných norem či jiných předpisů a pokud nejsou tyto parametry průkazně ověřeny postupem, který je tímto zákonem a nařízením vlády určen – to znamená, že musí být **certifikovány**.

Dalším nezbytným požadavkem, bez kterého nesmí být výrobek uveden na český trh je „**Prohlášení o shodě**“, kterým výrobce, dovozce nebo distributor s plnou odpovědností prohlašuje, že jím prodávaný výrobek všechny výše uvedené parametry splňuje, jinými slovy, že to nabízí a to co je psáno v příslušném certifikátu je ve vzájemné shodě.

Tvorba a vydávání českých technických norem musí splňovat podmínky, které vyplývají z členství v mezinárodních nevládních normalizačních organizacích (např. ISO – International Organization for Standardization, CEN – European Committee for Standardization). Harmonizovanou českou technickou normou, která není závazná, se může stát pouze ta norma, která přejímá harmonizovanou evropskou normu.

České technické normy se označují ČSN EN (evropské normy), ČSN P ENV (evropské předběžné normy), ČSN ISO (mezinárodní), ČSN EN ISO (převzata EN identická s mezinárodní ISO). V technické komisi CEN/TC 250 se zpracovává soustava normativních dokumentů pro navrhování stavebních komisí, která je často označována pracovním názvem „Eurokód“ evropských předběžných norem ENV. Překlad těchto evropských předběžných norem do soustavy ČSN je označován jako ČSN P ENV. Eurokódy zavedené formou ČSN P ENV jsou normy určené k ověření a platí souběžně s původními národními normami, což tedy znamená, že původní národní normy nebyly zrušeny a lze je v praxi nadále používat.

Základní struktura norem zahrnuje:

- 1 zkušební normy;
- 2 klasifikační normy.

Klasifikační normy reprezentuje v ČR platná skupina ČSN EN 13501 obsahující následující části:

- -1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň; ČSN EN 13501-1 → 73 0862;
- -2: Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení; ČSN EN 13501-2 → 73 0810;
- -3: Klasifikace prvků běžných provozních instalací;
- -4: Klasifikace prvků systémů pro řízení kouře;
- -5: Klasifikace střech namáhaných vnějším požárem.

Obsah prvních dvou částí (ČSN EN 13501-1 a 2) bude analyzován v kapitole 3.

Zkušební normy zahrnují tyto specifikace:

- Základní požadavky – EN 1363-1 až 3;
- Nenosné konstrukce (stěny, podhledy, zavěšené konstrukce) – EN 1364-1 až 6;
- Nosné konstrukce (stěny, stropy, střechy, nosníky, sloupy, balkony, schodiště) – EN 1365-1 až 6;
- Instalace (vzduchotechnika, klapky, instalační kanály a šachty, těsnění prostupů, zdvojené podlahy, uzávěry přepravních systémů, spáry, kouřovody atd.) – EN 1366-1 až 11;
- Dveřní a uzávěrové soustavy (požární odolnost, kouřotěsnost, samozavírání) – EN 1634-1 až 3.

3 Požárně bezpečnostní řešení

Na základě zákona o požární ochraně (č. 133/1985 Sb.) lze vytvořit podmínky pro ochranu života a zdraví občanů a majetku před požáry těmito preventivními opatřeními:

- a) zabránění vzniku požáru;
- b) zamezení rozšíření požáru;
- c) zabezpečení evakuace osob a materiálu;
- d) zajištění rychlého hasebního zásahu.

Pro splnění těchto požadavků je zpracována předepsaná dokumentace požární ochrany s **požárně bezpečnostním řešením**, které popisuje navržená opatření a zahrnuje následující základní údaje:

- rozdělení objektu do požárních úseků a stanovení stupně požární bezpečnosti;
- srovnání normových a navrhovaných požadavků na požární odolnost stavebních konstrukcí;
- použité únikové cesty a jejich posouzení z hlediska doby evakuace stavebních úprav, normových požadavků pro jednotlivé typy únikových cest atd.;
- odstupové vzdálenosti a posouzení požárně nebezpečného prostoru;
- zařízení pro protipožární zásah vnitřními a vnějšími zásahovými cestami;
- zásobování vodou pro hašení a dodávka elektrické energie;
- hasicí přístroje, druhy, jejich počet a umístění.

3.1 Požární návrh

Z hlediska požární bezpečnosti se stavební objekty dělí na menší požárně ohraničené celky, tzv. **požární úseky** (PÚ). Požární úsek jako základní posuzovaná jednotka je prostor stavebního objektu, ohraničený od ostatních částí tohoto objektu, popřípadě od sousedních objektů požárně dělícími konstrukcemi. Požární úseky nebo jejich části mohou být:

- a) **bez požárního rizika** – například společné vnitřní a vnější komunikace (chodby, schodiště, haly, pavlače, vestibuly atd.), místnosti hygienického příslušenství (koupelny, umývárny, WC, úklidové komory bez skladování úklidových potřeb apod.), prádelny a sušárny (pokud se nevztahují k profesionálně provozovaným hotelovým a veřejným službám), lodžie, balkony (pokud nejsou výslovně určeny pro skladovací účely):
 - s ohraničujícími stavebními konstrukcemi druhu DP1 (viz *kap. 3.2.5*), koeficientem $a \leq 1,1$ a $p_v \leq 7,5 \text{ kg/m}^2$;
 - s ohraničujícími stavebními konstrukcemi druhu DP1, koeficientem $a > 1,1$ a $p_v \leq 3,5 \text{ kg/m}^2$.

Požární úseky bez požárního rizika se bez ohledu na výšku objektu i svoji výškovou polohu posuzují jako požární úseky v I. stupni požární bezpečnosti;

- b) **s požárním rizikem** – z často užívaných provozů v bytových domech samostatné požární úseky musí tvořit místnosti s technickou vybaveností, například strojovny vzduchotechniky, kotelny, strojovny výtahů (pokud není strojovna nad výtahovou šachtou), elektrorozvodny, atd.

Kromě toho samostatnými požárními úseky musí být chráněné únikové cesty (viz kap. 3.3.1), evakuační a požární výtahy, výtahové a instalační šachty, kabelové šachty a kanály, shozy odpadků, které procházejí více požárními úseky.

Požárně dělicí konstrukce jsou stavební konstrukce bránící šíření požáru mimo požární úsek. Objekt, který není dělen na požární úseky, je považován za jeden požární úsek. Požárně dělicími konstrukcemi může být:

- **požární stěna** (vnitřní, obvodová, štítová apod.), tj. stavební konstrukce bránící šíření požáru ve vodorovném směru;
- **požární strop** nebo střešní konstrukce bránící šíření požáru ve svislém směru;
- **požární uzávěr**, tj. stavební konstrukce bránící šíření požáru otvory (dveře, vrata, poklopy, popř. uzávěry technických nebo technologických zařízení, např. uzávěry šachet, požární klapky).

Mezi významné charakteristiky z hlediska požární bezpečnosti objektu patří požární a ekonomické riziko PÚ, stupeň požární bezpečnosti, velikost požárních úseků, požární odolnost požárně dělicích a nosných konstrukcí, hořlavost stavebních hmot, požární odolnost požárních uzávěrů, třídění konstrukcí, definice únikových cest a odstupové vzdálenosti.

3.1.1 Požární a ekonomické riziko požárního úseku

Požární riziko představuje pravděpodobnou intenzitu rozsahu případného požáru v posuzovaném stavebním objektu. Pro nevýrobní objekty (ČSN 73 0802) je vyjádřeno výpočtovým požárním zatížením p_v a určeno charakterem objektu, jeho funkcí, technickým a technologickým zařízením, konstrukčním, dispozičním, popřípadě urbanistickým řešením území, požárně bezpečnostními opatřeními. Pro výrobní objekty (ČSN 73 0804) je určeno ekvivalentní dobou trvání požáru τ_e a normovými teplotami plynů v hořícím prostoru nebo pravděpodobnou dobou trvání požáru a pravděpodobnými teplotami plynů v hořícím prostoru.

Ekvivalentní doba trvání požáru je pomyslná doba trvání požáru, během které by požár v posuzovaném požárním úseku probíhal podle normové teplotní křivky (ČSN 73 0810) a vyvolal by v reprezentativní konstrukci (betonové desce) stejné účinky jako skutečný, plně rozvinutý požár. **Pravděpodobná doba trvání požáru** je pomyslná doba plně rozvinutého požáru, během které dojde k odhoření většiny požárního zatížení při zohlednění vlivu požárně bezpečnostních zařízení. **Pravděpodobná teplota plynů** je průměrná teplota plynů v hořícím prostoru v době plně rozvinutého požáru (bez zásahu požární ochrany).

Ekonomické riziko pro výrobní objekty (podle ČSN 73 0804) se obdobně jako riziko požární vztahuje k požárnímu úseku. Je to pravděpodobná míra ekonomických důsledků požáru, která závisí na **indexu pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru** P_1 (je určen druhem provozu s předpokládanou pravděpodobností vzniku a rozšíření požáru a pravděpodobnými účinky požárně bezpečnostních zařízení) a na **indexu pravděpodobnosti rozsahu škod** P_2 (je určen druhem provozu s předpokládanou pravděpodobností rozsahu ztrát a dalšími činiteli – velikostí půdorysné plochy, počtem podlaží, hořlavostí konstrukčního systému a podílem následných a přímých škod).

Z hlediska rozšíření požáru jsou důležitá požárně bezpečnostní opatření, která přispívají k včasné lokalizaci, popřípadě likvidaci vzniklého požáru. V ČSN 73 0802 i v ČSN