

MV- ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR
ODBORNÁ PŘÍPRAVA JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY

KONSPEKT

1-1-04

POŽÁRNÍ TAKTIKA

Základy požární taktiky

Parametry požáru

Zpracoval : ing. Bohdan PTÁČEK
HZS okresu Nový Jičín

Doporučený počet hodin: 2 hod

Obsah

Obsah	2
I. Parametry požáru	2
1. Hlavní parametry požáru	2
1.1 Plocha požáru	3
1.2 Obvod požáru	3
1.3 Fronta požáru	3
1.4 Lineární rychlost šíření požáru	3
1.5 Rychlost odhořívání	4
1.6 Výška plamene	5
1.7 Teplota požáru	6
1.8 Intenzita výměny plynů	7
1.9 Intenzita sálání	7
1.10 Stupeň zakouření	8
II. Závěr	9
1. Kontrolní otázky	9
2. Doporučená literatura	9

I. Parametry požáru

Požár proces nestacionární, doprovázený různými chemickými a fyzikálními jevy. Všechny tyto jevy spolu vzájemně souvisí a každý z nich svým způsobem ovlivňuje proces a rozvoj požáru.

Požár je popisován parametry požáru. Tyto parametry nejsou stálé a mění se s časem. Jejich změna od vzniku požáru až do jeho likvidace se nazývá rozvojem požáru. Známe - li hlavní parametry požáru, můžeme určit jiné veličiny nutné pro výpočet sil a prostředků k hašení požáru, např. rychlost růstu plochy a obvodu požáru a pod.

1. Hlavní parametry požáru

Hlavními parametry požáru jsou:

1. plocha požáru
2. obvod požáru
3. fronta požáru
4. lineární rychlost šíření požáru
5. rychlost odhořívání
6. výška plamene
7. teplota požáru

8. intenzita výměny plynů
9. intenzita sálání
10. stupeň zakouření

1.1 Plocha požáru

Plocha požáru je kolmý průmět povrchu hořících látek nebo kapalin na podlahu místnosti nebo povrch terénu. Patří mezi základní parametry, neboť charakterizuje rozvoj požáru a slouží jako výchozí údaje při výpočtu sil a prostředků. Udává se v jednotkách plochy (m^2 , ha, km^2). Do plochy požáru započítáváme i plochu mezer mezi jednotlivými ohnisky hoření, jestliže jejich šířka nezamezuje šíření požáru.

Plochu požáru v budově určíme součtem ploch požárů v jednotlivých podlažích. Při požáru v místnosti se tvar ploch požáru rovná tvaru místnosti. Tvar plochy požáru hořící kapaliny na volném prostranství je určen tvarem nádrže, tvarem skládky pevných materiálů.

Pokud požár v důsledku svého rozšíření do sousedních prostor přijal složitou geometrickou podobu, rozdělí se na jednoduché geometrické obrazce a celková plocha požáru se určí součtem jednotlivých ploch. Při volném šíření požáru nebo při hašení nedostatečným množstvím sil a prostředků se plocha požáru neustále zvětšuje. Rychlost růstu plochy požáru je závislá na geometrické formě (kruhová, úhlová, obdélníková) a závisí na lineární rychlosti šíření požáru.

1.2 Obvod požáru

Obvod požáru je závislý na velikosti plochy požáru a její členitosti. Má význam pro vyhodnocení a analýzu situace u velkých požárů (zejména v přírodním prostředí) na rozsáhlé ploše, zvláště při nedostatku sil a prostředků na likvidaci požáru. Obvod požáru je závislý na lineární rychlosti šíření požáru a udává se v délkových jednotkách.

1.3 Fronta požáru

Je část obvodu požáru, kde v daném okamžiku probíhá šíření požáru. Pokud na frontě požáru provádí jednotka PO hašení hovoříme o frontě hašení.

1.4 Lineární rychlost šíření požáru

Lineární rychlost šíření požáru je vzdálenost na jakou se požár rozšíří v určitém směru za jednotku času. Rychlost šíření požáru není konstantní veličina, ale mění se v závislosti na rychlosti přípravy hořlavých látek k hoření, na fyzikálněchemických vlastnostech materiálů, na místě uložení, konstrukčním řešení objektu a podmínkách výměny plynů.

Při požáru se zvětšují rozměry hořící plochy. Dochází k tepelnému působení do okolí místa hoření, narůstání teploty a postupnému zapalování

povrchů hořlavých látek a odhořívání materiálu do hloubky. Tyto dva způsoby šíření ohně jsou základními formami šíření požáru.

Celý proces hoření závisí zejména na druhu hořlavého materiálu a jeho vlastnostech. U pevných látek jedna skupina látek při nahřátí mění skupenství a dále hoří jako kapalina, druhá skupina se tepelně rozkládá a hoří v plynné fázi. Šíření plamene po povrchu kapaliny je vlastně postupné zapalování par hořlavé kapaliny, které se vlivem tepelného působení odpařují z její hladiny. Rozhraní mezi hořící látkou a látkou, která se v podmínkách požáru připravuje k hoření, nazýváme frontou požáru. Rychlost přemísťování fronty požáru charakterizuje rychlost šíření požáru. Ovlivnit rychlost šíření požáru může i výbuch nebo silný vítr, působení sálavého tepla, proudící horké spaliny i tepelné vodiče. Určit všechny faktory, které mají vliv na šíření požáru je obtížné, stejně jako určit skutečnou rychlost šíření požáru v průběhu celého požáru. V praxi nejčastěji používáme střední hodnotu lineární rychlosti šíření požáru (byly získány ve skutečných podmínkách na základě statistického sledování), jak pro některé hořlavé látky, tak pro konkrétní prostory.

Nejvyšší hodnoty rychlosti šíření požáru vykazují sklady, kde se skladují zejména hořlavé látky s vysokou hodnotou rychlosti odhořívání a pak většinou prostory, které považujeme za prostory se zvýšeným požárním nebezpečím.

Největší lineární rychlost šíření mají plyny, protože jsou již připraveny k hoření a pro další hoření dosud nehořících plynů se spotřebuje pouze teplo na jejich zahřátí až do bodu vznícení.

Nejmenší lineární rychlost šíření požáru mají pevné látky, pro jejichž přípravu k hoření se spotřebuje mnohem více tepla než u kapalin a plynů.

Největší lineární rychlost šíření požáru je po vertikálním povrchu zdola nahoru a nejmenší shora dolů.

Příklady některých lineárních rychlostí šíření požáru:

<i>objekt, materiál</i>	<i>prům. rychlost šíření požáru (m.s⁻¹)</i>
administrativní budovy	1,0 - 1,5
divadla	1,0 - 3,0
pily	1,0 - 3,0
lakovny	3,0 - 4,0
sklad bavlny	3,0 - 5,6
lesní požáry	1,0 - 3,0

1.5 Rychlost odhořívání

Rychlostí odhořívání nazýváme množství hořlavé látky, které shoří za časovou jednotku z jednoho metru čtverečního nebo jednoho metru kubického objemu. Hodnota rychlosti odhořívání závisí především na druhu látky a na podmínkách při požáru. Čím je hodnota rychlosti odhořívání větší, tím se uvolňuje větší množství tepla a situace na místě požáru je komplikovanější.

Rychlost odhořívání dle skupenství hořlavých látek

- a) hmotnostní rychlost odhořívání - používá se při hoření pevných látek. Je to množství hořlavé látky, shořelé z jednotky plochy hoření za časovou jednotku. Hmotnostní rychlost odhořívání (v_m) je závislá na podmínkách požáru, především na teplotě (čím je vyšší teplota, tím větší je rychlost odhořívání), ale také na výměně plynů. Je to vztah plochy otvorů, přes které se uskutečňuje výměna plynů vzhledem k ploše podlahy hořící místnosti - tzv. koeficient plochy otvorů. Se zvětšením tohoto koeficientu se zvětšuje také rychlost odhořívání. Vysokou hodnotu rychlosti odhořívání vykazují pevné hořlavé látky, které se běžně používají jako palivo. Dále jsou to plastické hmoty, guma, kaučuk, bavlna, papír a další.
- b) lineární rychlost odhořívání - používá se při hoření hořlavých kapalin a vyjadřuje rychlost poklesu hladiny hořlavé kapaliny v hořící nádrži za časovou jednotku. Hořlavé kapaliny s vysokou rychlostí odhořívání jsou především látky patřící do I. třídy nebezpečnosti, a které mají nízkou hodnotu teploty varu (sirouhlík, fenol, dichloreten, anilín, toluen, petrolej a některé druhy olejů).
- c) objemová rychlost odhořívání - používá se při hoření plynů. Pod tímto pojmem rozumíme objem plynu, který shoří za časovou jednotku (požáry zásobníku plynu, plynových rozvodů a plynových fontán). Hořlavé plyny vykazují vysoké hodnoty rychlosti odhořívání a v určitém rozmezí hoření přechází ve výbuch.

Rychlost odhořívání rovněž závisí na podmínkách hoření. Rozemleté nebo jemně rozmělněné pevné látky a prachy mají velký měrný povrch, který usnadňuje proces hoření. Se zvýšením vlhkosti látek se snižuje rychlost odhořívání, protože značné množství tepla je spotřebováno na její odpaření. Rychlost odhořívání u hořlavých kapalin závisí na velikosti a provedení nádrží, ve kterém je kapalina uložena. Při hoření je plamen ve styku s kovovým pláštěm, zahřívá ho a dochází k vedení tepla, což způsobuje růst teploty kapaliny u stěny a zvýšení rychlosti odhořívání. Podstatný vliv na rychlost odhořívání má také tvorba kouře a sazí, důsledkem čehož vzrůstá nebo naopak klesá intenzita výměny tepla zářením. S velikostí hodnoty teploty plamene se pak mění i hodnota rychlosti odhořívání. Jednotlivé hodnoty rychlosti odhořívání lze nalézt v příslušné hodnotové normě.

1.6 Výška plamene

Výška plamenů se u otevřených požárů mění úměrně s rychlostí vyhořívání materiálů, charakteristickým rozměrem plochy požáru (průměr, délka, šířka) a klimatickými podmínkami. S růstem parametrů požáru roste výška a plocha plamenů. Maximální výška plamenů se nachází v místech maximálního rozkladu hořlavých látek při nedostatečném množství kyslíku, což způsobí protažení výšky plamenů. Dále na výšku plamenů i na jejich plochu má vliv proudění plynů při požáru a vliv větru. Tyto vlivy působí protažení délky plamenů, či odklon od svislé osy. Tvar a velikost plamenů úzce souvisí

s množstvím vyzařované tepelné energie a tím ovlivňují šíření požáru i způsob jeho zdolávání.

1.7 Teplota požáru

Průběh požáru zásadním způsobem ovlivňuje teplota v prostoru hoření. S teplotou se mění vlastnosti hořících materiálů i stavebních konstrukcí, urychlují se procesy hoření a zhoršují podmínky pro práci zasahujících jednotek PO. Pod pojmem teplota požáru, který probíhá na otevřené ploše, rozumíme střední hodnotu teploty plamene. U požárů v objektech se za teplotu požáru považuje střední hodnota teploty zplodin hoření ve směsi se vzduchem.

Určení teploty požáru v konkrétních podmínkách je ovlivňováno mnoha faktory a její stanovení je značně složité. Navíc teplota požáru se neustále mění v prostoru i čase. S určitou přesností při použití zjednodušených vztahů lze teplotu požáru určit jen při hoření čistých látek za určitých specifických podmínek. Pro odhad teploty požáru lze použít poznatků a zkušeností různých oborů, u kterých se lze setkat s vysokými teplotami. Například podle barvy horkých ocelových konstrukcí lze s přesností na stovky stupňů Celsia odhadnout teplotu prostředí, ve kterém se tato konstrukce nachází. Podle druhu převládajícího hořícího materiálu lze také odhadnout teplotu plamene.

<i>Druh hořícího materiálu</i>	<i>teplota plamene (°C)</i>
rašelina, mazut	1 000
dřevo, hnědé uhlí, ropa, petrolej motorová nafta	1 100
černé uhlí, kaučuk a jeho výrobky, benzín	1 200
antracit, síra	1 300
hořlavé plyny	1 300 - 1 500
hořčík, elektron	2 000

Nehořlavé látky vlivem vysoké teploty mění svůj tvar, bortí se, u některých dochází k tavení. Teploty tavení jsou v řadě případů známé fyzikální konstanty, takže podle těchto hodnot lze určit teploty, které byly dosaženy při požáru. Nejrychleji a také nejpřesněji lze stanovit teplotu požáru měřením teplot konstrukcí a pevných materiálů, které se nacházejí v prostoru hoření. K měření lze použít termovize nebo speciální dálkové teploměry, případně radiální teploměry.

Při požárech je teplota v různých bodech plamene nerovnoměrná. V difúzním turbulentním plameni, který je charakteristický pro většinu požárů, je neustálý pohyb plynů a par. V dolní části plamene, bezprostředně nad

povrchem hořlavé látky je oblast, pro kterou jsou charakteristické relativně nízké teploty. Nad touto oblastí je oblast hoření. Tato oblast je charakterizovaná maximálními teplotami. Směrem nad oblast hoření se teplota snižuje.

1.8 Intenzita výměny plynů

Při požárech na otevřené ploše je výměna plynů charakterizovaná existencí vzestupného sloupce toku plynných zplodin hoření. Velká intenzita a rychlost výměny plynů vzniká při požárech skladů dřeva, lesů, hořlavých kapalin v nádržích,... (rychlost proudu plynů až $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Rychlost větru ovlivňuje tvar a směr proudu zplodin hoření, ale také zvyšuje rychlost odhořívání hořlavých látek a tedy i intenzitu výměny plynů. Na rychlost pohybu plynů má také podstatný vliv atmosférický tlak (čím je vyšší, tím je menší rychlost pohybu zplodin hoření) a atmosférické srážky (déšť, sníh, mlha).

Při požárech uvnitř objektů je výměna plynů značně složitá. Závisí na vstupních a výstupních otvorech, na výšce místnosti, požárním zatížení, směru a rychlosti větru, tlaku vzduchu a pod. Výměna vzduchu v místnostech nastává v důsledku rozdílu teplot vzduchu uvnitř místnosti a venku. Při uzavřených otvorech se objem hořící místnosti zaplňuje zplodinami hoření, zvyšuje se vnitřní tlak a dochází ke snižování rychlosti odhořívání. Uvnitř místnosti se vytváří v horní části pásmo s tlakem vzduchu vyšším než tlak atmosférický, v dolní části pásmo s tlakem nižším než atmosférický. Horní pásmo se zaplňuje zplodinami hoření. Ve vysokých místnostech může tlak zplodin hoření dosahovat značných hodnot, což vede k podílu na vytlačení skel z okenních rámu. Na základě rozdílu tlaku vzduchu ve spodním pásmu dochází k přítoku vzduchu do objektu.

Situace požáru se podstatně mění v závislosti na stavu existujících otvorů. Při jejich otevření nebo při vzniku otvorů nových po čas hoření se poruší systém větrání a vytváří se nový systém výměny plynů. Chceme-li zpomalit rozvoj požáru, musíme především zmenšit plochu přítokových otvorů na minimum. Odvod kouře můžeme zvýšit zvětšením plochy výstupních otvorů, ale také větracím zařízením instalovaným v objektu, nebo přenosnými odsávací kouře, popř. přetlakovými ventilátory.

1.9 Intenzita sálání

Při požáru se uvolňuje velké množství tepelné energie a teplota požáru dosahuje vysokých hodnot. V podmínkách rozvíjejícího se požáru se podstatná část uvolněného tepla předává do okolí konvekcí (prouděním). Při teplotách požáru nad $800 \text{ }^{\circ}\text{C}$ je převažující složkou výměny tepla s okolím radiace (sálání). Intenzivní záření znemožňuje vedení zásahu v bezprostřední blízkosti prostoru hoření a tím klade nároky na ochranu zasahujících hasičů nebo vyžaduje techniku a technické prostředky se schopností zasahovat z větších vzdáleností. Sdílení tepla při požáru nás nutí odhadovat bezpečné vzdálenosti pro rozmístění jednotlivých proudů, požární techniky a provádět další opatření,

kteřá zamezí přenesení požáru na objekty, které se nacházejí v požárně nebezpečném prostoru.

Požáry uvnitř budov jsou zpravidla charakterizovány zářením vysoce nahřátých zplodin hoření, které zaplňují objem místnosti. Na otevřené ploše má největší vliv na průběh požáru záření plamene. Přenos tepla zářením vytváří nebezpečí vzniku nových ohnisek požáru v okolí místa hoření. Aby byla vyloučena možnost rozšíření požáru od hořícího objektu na okolní objekty, musí vyzařovaný tepelný tok poklesnout na určitou hodnotu (odstupové vzdálenosti, chlazení...).

Při požáru je zvláště důležitá ochrana lidí před tepelným zářením a vysokými teplotami, které způsobují škodlivé fyziologické účinky na organismus člověka. Charakteristickým jevem pro tepelné záření je, že proniká do hloubky lidské pokožky a způsobuje popáleniny (tepelné ozáření lidí bez ochrany nesmí přesáhnout $540 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ při dlouhodobém účinku, $1050 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ při krátkodobém působení). Nejefektivnější ochranou lidí před tepelným zářením jsou vodní clony nebo speciální obleky a štíty.

1.10 Stupeň zakouření

Hoření látek je provázeno vznikem produktů tepelného rozkladu, plyných a pevných zplodin hoření. Tyto látky se mísí se vzduchem a vytváří kouř. Při požáru hoří nejčastěji organické látky, např. dřevo, papír, textil,... Proto se v kouři obvykle nachází dusík, oxid uhličitý, vodní pára, uhlík, oxid uhelnatý a další látky. Obsah pevných částic ovlivňuje hustotu kouře nebo také jeho průzračnost. Hustota kouře závisí na druhu látky která hoří a na její schopnosti kouř vytvářet a dále pak na intenzitě výměny plynů. Existence kouře při požáru, jeho teplota, hustota a složení, kdy zejména při hoření plastů a v prostorách nedostatečně větraných vzniká řada toxických zplodin, ovlivňuje zejména evakuaci osob a vedení požárního zásahu. Kouř má za následek také snížení obsahu kyslíku v prostoru a díky své teplotě a agresivním složkám rovněž poškozují a znehodnocují ještě nehořící materiály a konstrukce.

Mnohé produkty hoření jsou toxické, tedy lidskému zdraví nebezpečné. K takovým produktům hoření patří oxid uhelnatý, oxid siřičitý, oxid fosforečný, oxidy dusíku, fosgen, fluorovodík, chlorovodík, sirovodík,... U požáru se nejčastěji setkáváme s oxidem uhelnatým, který vzniká při nedokonalém hoření látek. Tento bezbarvý plyn je bez chuti a zápachu. Pro organismus člověka je velmi nebezpečný. Po vdechnutí se krev nasatí oxidem uhelnatým, a dochází k nedostatečnému zásobování organismu kyslíkem a následné smrti. Situace na místě kde hoří, představuje vždy riziko poškození zdraví a je tedy nezbytné, aby si příslušníci zasahujících jednotek chránili dýchací cesty a prováděli činnosti, které směřují k odstranění kouře z ohroženého prostoru.

II. Závěr

1. Kontrolní otázky

1. Jaký je rozdíl mezi frontou požáru a frontou hašení?
2. Vyjmenuj hlavní parametry požáru.

2. Doporučená literatura

1. SVOBODA, P. *Požární taktika I*. Praha: Hlavní správa Sboru PO MV ČR, 1987.
2. ADAMEC, V., FOLDINA, V., HANUŠKA, Z. *Taktika zdolávání požárů, nehod a havárií*. Praha: MV - Ředitelství HZS ČR, 1995.
3. HANUŠKA, Z. *Metodický návod k vypracování dokumentace zdolávání požárů*. Praha: MV - Ředitelství HZS ČR, 1996.