



PRIROČNIK O NAČRTOVANJU  
**POŽARNE**  
**VARNOSTI**



**Avtorja: mag. Aleš Glavnik in dr. Aleš Jug**

**Izdala in založila: Inženirska zbornica Slovenije, [www.izs.si](http://www.izs.si)**

**Ljubljana, december 2020**



# PRIROČNIK O NAČRTOVANJU POŽARNE VARNOSTI

**Avtorja: mag. Aleš Glavnik in dr. Aleš Jug**

**Recenzenti: Ivan Leban, Mitja Lenassi, Tadej Markič in Andrej Rebec**

**Odgovorni urednik: mag. Aleš Glavnik**

**Jezikovni pregled: Martina Rotar**

**Oblikovanje: Mirjam Pezdirc**

**Izdala in založila: Inženirska zbornica Slovenije,  
Jarška cesta 10 b, Ljubljana**

**Oblika izdaje: elektronska verzija, dostopno na [www.izs.si](http://www.izs.si)**

**Ljubljana, december 2020**



# PREDGOVOR

Deset let je že minilo od objave prvega Priročnika za požarno varnost. V tem času se je zgodilo kar nekaj sprememb, ki so klicale po temeljiti prenovi. Zdaj je tu druga, aktualizirana in dopolnjena verzija. Ena od pomembnejših sprememb je gotovo bistvena sprememba zakonskih podlag, konkretno sprejetje Gradbenega zakona (GZ) in Pravilnika o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Pravilnik), ki sta stopila v veljavo 1. junija 2018. Mnenja o kakovosti prenovljenih zakonskih podlag v primerjavi s prejšnjimi (ZGO-1) so v strokovni javnosti deljena, nekatere zakonske rešitve pa so še vedno predmet vročih debat in velike polarizacije dveh matičnih zbornic – IZS in ZAPS.

Pomembna novost, kar zadeva pripravo dokumentov požarne varnosti v procesu priprave celotne projektne dokumentacije, je, da imajo v novem Pravilniku Načrti požarne varnosti (NPV) zaporedno oznako številka 6. Prej so to bili elaborati požarne varnosti in so bili umeščeni med priloge. S tem, ko je zakonodajalec izenačil NPV z ostalimi načrti, jim je končno priznal tudi enako pomembnost, saj je požarna varnost ne nazadnje druga od osmih bistvenih zahtev, ki jih morajo izpolnjevati postavljeni objekti v prostoru. IZS si zelo prizadeva, da bi načrte lahko izdelovali le strokovnjaki, ki imajo javno pooblastilo za svoje strokovno področje. Torej, da bi NPV izdelovali le pooblaščen inženirji požarne varnosti, vključno tudi z zasnovami požarne varnosti. Podobno, kot to npr. velja za dokazovanje bistvene zahteve mehanske trdnosti (statika objektov), ki je v izključni domeni pooblaščenih inženirjev gradbeništva, ali pa arhitekture, ki jo prav tako izključno pripravljajo pooblaščen arhitekti.

Podobno, kot mora dobro definiran tehnološki načrt pri načrtovanju inženirskih objektov služiti kot izhodišče za pristop k izdelavi projektних rešitev drugih strok (arhitektura, gradbeni, elektro in strojni načrti), da bi objekt v katerem se odvija določen tehnološki proces služil svojemu namenu, morajo tudi za manj zahtevne in zahtevne objekte že v fazi pridobivanja GD druge stroke dobiti ustrezne kakovostne podlage z vidika zagotavljanja varstva pred požarom. Te lahko dobijo le s pravočasnim vključevanjem projektanta požarne varnosti v pripravo projektnih rešitev, kar pomeni že v fazi priprave IDP. Praksa kaže, da temu še vedno ni tako, predvsem pri načrtovanju stavb, kar za zagotavljanje kakovosti projektnih rešitev in varstva pred požari ni dobro, kot tudi ni dobro z vidika enakopravnosti strok, ki sodelujejo v načrtovalskem procesu.

Strokovna literatura na področju požarnega varstva v slovenskem jeziku ni popolna in tudi ni smiselno povezana, zato ima ta Priročnik še toliko večjo uporabno vrednost, saj na enem mestu združuje potrebne informacije in znanja s področja požarne varnosti. Namenjen je za uporabo vsem, ki sodelujejo v načrtovalskem procesu, torej predvsem odgovornim projektantom arhitekture, gradbenih konstrukcij ter elektro in strojnih instalacij in vsem drugim, ki se srečujejo z

vprašanji požarne varnosti. Skupaj z nedavno objavljeno Smernico za zajem požarnih vod (IZS, 2020) je Priročnik učinkovito orodje, ki pomembno pomaga pri načrtovanju požarno varnih objektov.

Pripravljavci Priročnika so opravili pomembno in odgovorno delo, za kar jim, kot tudi recenzentom Priročnika, iskreno čestitam. Vsem uporabnikom želim, da v Priročniku najdejo čim več koristnih napotkov za svoje delo in, da projektne rešitve s področja varstva pred požari iščejo in usklajujejo s stroko. Le to je namreč edina garancija za to, da bodo objekti z vidika požarne varnosti tudi pravilno načrtovani.

Predsednik upravnega odbora

Matične sekcije inženirjev tehnologov, požarne varnosti, prometnega inženirstva in drugih inženirjev  
dr Bojan Pahor, univ.dipl. inž kem. tehnol.

# Uvodni nagovor avtorjev

Na področju požarnega varstva v Sloveniji ni zaslediti veliko literature, prisotnih je le nekaj strokovnih člankov s tega področja, ki pa še niso bili nikjer povezani v smiselno celoto. Ker naša zakonodaja dopušča, da se pri načrtovanju požarne varnosti uporablja večina tujih smernic, je na tem področju že več desetletij precejšnja zmeda. Le malokdo, če sploh kdo, ima od tuje države na voljo vse smernice in predpise ter jih poleg tega tudi še razume in zna v obliki projektnih rešitev prenesti v prakso. Tako zasledimo tudi razna navodila zakonodajalca, da morajo biti načrti požarne varnosti kratki in jedrnat, na drugi strani pa morajo iz teh dokumentov izhajati dokazi o upoštevanju 2. bistvene zahteve na področju graditve – to je požarne varnosti. Istočasno pa morajo iz teh dokumentov izhajati navodila za izdelavo projektnih rešitev za vsa področja graditve (arhitekturni, gradbeni, elektro, strojni in tehnološki del). Ob tem naj bi bile odločitve pooblaščenega inženirja požarne varnosti podkrepljene z izračuni in dokazi. Dokumente Zasnove požarne varnosti lahko izdeluje celo vsak pooblaščen inženir, čeprav nima potrebnih znanj s področja varstva pred požarom ne na dodiplomskem študiju in ne v praksi, prav tako se teh znanj globlje ne preverja na strokovnih izpitih. Skratka, nedorečenosti je veliko, lahko bi celo rekli, da vsak dan več.

Ker poskušamo področje požarne varnosti urediti in dati odgovornim projektantom arhitekture, gradbenih konstrukcij, električnih in strojnih instalacij ter ne nazadnje tudi bodočim odgovornim projektantom požarne varnosti vsaj osnovne napotke, je nastal ta priročnik, ki podaja osnovna znanja s področja požara. Ne glede na svojo obsežnost je po mnenju avtorjev še zmeraj preskromen, saj se tudi na vseh teh straneh ni dalo povedati vsega, kar na tem področju manjka. Zato se veseliva odzivov uporabnikov in predlogov za spremembe in dopolnitve. Zagotovo bo naslednja izdaja obsežnejša in še bolj poglobljena.

mag. Aleš Glavnik, univ. dipl. inž. str.

dr. Aleš Jug, univ. dipl. oec., var. inž.

Opomba avtorjev: Vsi citirani in uporabljeni standardi in smernice so zadnje aktualne izdaje. Avtorja opozarjajo uporabnike tega priročnika, da je treba za načrtovanje požarne varnosti uporabiti originalne standarde in smernice v celoti. Uporaba le izvlečkov standardov in smernic iz tega priročnika ni dovolj za odgovorno projektiranje po GZ.

# Kazalo

<b>I. POGlavJE: NAČRT POŽARNE VARNOSTI (NPV)</b> .....	<b>9</b>
1. Zahteve veljavnega gradbenega zakona in zakona o varstvu pred požarom .....	9
1.1 Grafični znaki .....	13
2. Načrt požarne varnosti in dokazovanje bistvene zahteve požarne varnosti po gradbenem zakonu .....	14
2.1 Idejna zasnova .....	15
2.2 Idejni projekt .....	16
2.3 Projekt za izvedbo .....	18
2.4 Izkaz požarne varnosti .....	24
3. Razlika med izdelavo načrta požarne varnosti po 7. in 8. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah .....	25
<b>II. POGlavJE: REVIZIJA POŽARNE VARNOSTI</b> .....	<b>26</b>
1. Splošno .....	26
<b>III. POGlavJE: IZKAZ POŽARNE VARNOSTI</b> .....	<b>30</b>
1. Zahteve veljavnega Pravilnika o požarni varnosti v stavbah .....	30
2. Način in primer izpolnjevanja izkaza .....	33
3. Preverjanje certifikatov in izjav o skladnosti .....	36
4. Pregledi vgradnje sistemov APZ .....	37
<b>IV. POGlavJE: NAČRTOVANJE UKREPOV POŽARNE VARNOSTI</b> .....	<b>38</b>
1. Opis zasnove objekta .....	38
1.1 Lokacija objekta .....	39
1.2 Velikost objekta .....	39
1.3 Namembnost objekta .....	40
1.4 Predvideni in že vgrajeni gradbeni proizvodi .....	41
1.5 Seznam in opis požarno nevarnih prostorov, naprav in opravil .....	41
1.6 Možnosti za gasilsko intervencijo, dovozi, dostopi in sredstva za gašenje .....	44
1.7 Način izpolnjevanja zahtev Pravilnika o požarni varnosti v stavbah .....	46
1.8 Sistemi aktivne požarne zaščite v domačem okolju .....	47

2.	Opis dejavnosti ali tehnoloških procesov, ki bodo potekali v objektu .....	52
2.1	Gorljive in vnetljive tekočine .....	53
2.2	Gorljivi in vnetljivi plini .....	55
2.3	Gorljive trdne snovi .....	57
2.4	Eksplozivi .....	63
2.5	Nevarnosti in tveganja v industriji, povezana z možnostjo nastanka požara in eksplozije .....	64
2.6	Proizvodnja .....	64
2.7	Lesnopredelovalna industrija .....	65
2.8	Skladiščenje .....	67
2.9	Skladišče in pretakališče poliestrskih smol .....	68
2.10	Skladiščenje vnetljivih tekočin .....	69
3.	Seznam požarno nevarnih prostorov, naprav in opravil .....	72
4.	Ocena požarne nevarnosti .....	74
4.1	Možni vzroki za nastanek požara .....	75
4.2	Vrste in količina požarno nevarnih snovi (požarna obremenitev) .....	77
4.3	Pričakovani potek požara in njegove posledice .....	78
4.4	Dejavniki, ki vplivajo na intenzivnost požara .....	83
4.5	Metoda SIA .....	118
4.6	Gašenje .....	121
5.	Ukrepi varstva pred požarom .....	129
5.1	Zasnova požarne zaščite v objektu .....	129
5.2	Širjenje požara na sosednje objekte .....	130
5.3	Nosilnost konstrukcije in širjenje požara po stavbah .....	149
5.4	Odziv na ogenj za gradnjo objekta predvidenih gradbenih proizvodov .....	166
5.5	Ukrepi varstva pred požarom pri načrtovanju električnih, strojnih in drugih tehnoloških napeljav in naprav v objektu .....	168
5.6	Zagotavljanje hitre in varne evakuacije .....	194
5.7	Načrtovanje neoviranega in varnega dostopa za gašenje in reševanje .....	209
5.8	Nadzor vpliva požara na okolico .....	211
6.	Primeri performančnega načrtovanja požarne varnosti .....	213
6.1	Opredelitev projektne naloge .....	214
6.2	Opredelitev ciljev .....	215
6.3	Opredelitev performančnih meril .....	215
6.4	Računalniški programi pri načrtovanju požarne varnosti z inženirskimi metodami .....	216
6.5	Splošne zahteve za izbor računalniškega modela .....	219
6.6	Pridobivanje ustreznih podatkov za uporabo računalniškega modela .....	220
6.7	Preverjanje modela .....	220
6.8	Priprava poročila o uporabi računalniškega modela .....	224
6.9	Primeri in kratek opis nekaterih modelov za simuliranje požarov .....	224
7.	Hidrantna omrežja in dvižni vodi .....	229
7.1	Vodni viri .....	230
7.2	Metoda za določitev količine vode za gašenje .....	233

---

7.3 Cevovodi za zunanje hidrantno omrežje .....	238
7.4 Zunanji hidranti .....	246
7.5 Dvižni vodi v stavbah .....	252
7.6 Notranji hidranti .....	258
8. Organizacijski ukrepi .....	265
8.1 Navodila za zagotavljanje požarne varnosti v objektu .....	268
8.2 Usposabljanje zaposlenih .....	276
<b>SEZNAM LITERATURE .....</b>	<b>280</b>
<b>PRILOGA 1: IZKAZ POŽARNE VARNOSTI STAVBE .....</b>	<b>288</b>
<b>PRILOGA 2: IZKAZ POŽARNE VARNOSTI OBJEKTA .....</b>	<b>306</b>
<b>SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC .....</b>	<b>322</b>



# I. Poglavje

## NAČRT POŽARNE VARNOSTI (NPV)

### 1. ZAHTEVE VELJAVNEGA GRADBENEGA ZAKONA IN ZAKONA O VARSTVU PRED POŽAROM

Z uveljavitvijo Gradbenega zakona je prišlo do določenih sprememb tudi pri požarni varnosti.

Varnost pred požarom spada tako med **bistvene zahteve** Gradbenega zakona. V skladu s 15. členom Gradbenega zakona morajo objektu izpolnjevati bistvene zahteve glede na namen, vrsto, velikost, zmogljivost, predvidene vplive in druge značilnosti objekta ter druge zahteve.

Bistvene zahteve za objekte so:

1. mehanska odpornost in stabilnost,
2. **varnost pred požarom,**
3. higienska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja,
4. varnost pri uporabi,
5. zaščita pred hrupom,
6. varčevanje z energijo in ohranjanje toplote,
7. univerzalna graditev in raba objektov,
8. trajnostna raba naravnih virov.

Objekti se lahko **rekonstruirajo, vzdržujejo** ali se jim spreminja namembnost tako, da so izpolnjene bistvene in druge zahteve, ki veljajo v času spreminjanja objekta, pri čemer se preverjanje izpolnjevanja teh zahtev omeji na tiste bistvene in druge zahteve, ki so predmet spreminjanja objekta.

V skladu s 17. členom Gradbenega zakona so **glede varnosti pred požarom podane sledeče zahteve:**

- 1) Objekti morajo zaradi zmanjšanja ogroženosti ljudi v njih ali v njihovi bližini in okolja zagotavljati požarno varnost in omogočiti učinkovito ter varno ukrepanje gasilcev in reševalcev. Zagotovljena mora biti zadostna količina vode za gašenje.
- 2) Nosilna konstrukcija objekta mora ob požaru določen čas ohraniti potrebno nosilnost. Za omejitve hitrega širjenja požara po objektu morajo biti uporabljeni gradbeni elementi, ki se težko vžgejo, ob vžigu oddajajo majhne količine toplote in dima ter omejujejo hitro širjenje požara po površini.

- 3) Za omejitev širjenja požara po objektu je treba objekt razdeliti v požarne sektorje.
- 4) Objekti morajo zagotoviti zadostno število ustrezno izvedenih evakuacijskih poti in izhodov na ustreznih lokacijah, da jih lahko ljudje hitro in varno zapustijo. Za zagotovitev hitre in varne evakuacije ljudi ter hitrega posredovanja gasilcev in reševalcev v objektu morajo biti vanj vgrajeni sistemi za požarno javljanje in alarmiranje.
- 5) V objektih in okolici objektov mora biti zagotovljen neoviran in varen dostop za gašenje in reševanje.
- 6) V objektih morajo biti nameščeni oziroma vgrajeni ustrezni sistemi in naprave ter oprema za gašenje požara.
- 7) Zunanje stene in strehe objektov, ločilne stene, skupaj z vrati, okni in drugimi preboji, morajo zmanjšati nevarnost širjenja požara na sosednje objekte.

V 27. členu Gradbenega zakona je določen vrstni red drugih normativnih dokumentov, s katerimi se določajo pravila, usmeritve, značilnosti za dejavnosti oziroma njihove rezultate, torej tudi zagotavljanje bistvenih zahtev objektov in s tem tudi požarne varnosti stavb. Kot določa predpis s področja varnosti pred požarom, se uporabljajo tehnične smernice, lahko pa tudi drugi normativni dokumenti v naslednjem vrstnem redu:

1. tehnična smernica za graditev (TSG),
2. privzeti evropski standard (SIST EN),
3. izvirni slovenski standardizacijski dokument (SIST),
4. privzeti mednarodni standard (SIST ISO),
5. privzeti tuj standard (na primer SIST DIN) in
6. druge javno dostopne tehnične specifikacije.

**Vzdrževanje objekta** določa Gradbeni zakon v 41. točki prvega odstavka 3. člena, podrobneje pa Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18) v 9. členu in v prilogi 2. Nekatera vzdrževalna dela imajo lahko bistven vpliv na požarno varnost. Udeleženci, ki izvajajo vzdrževalna dela, so odgovorni za to, da bo stavba tudi po izvedenih vzdrževalnih delih izpolnjevala zahteve glede požarne varnosti v skladu s pravilnikom, tehnično smernico, pa tudi z določbo ,da se »pri spremeni njanju objektov ne sme poslabšati gradbenotehničnega stanja objekta (peti odstavek 15. člena Gradbenega zakona). V primeru upoštevanja drugih predpisov in rešitev, kot jih določa tehnična smernica, je treba zagotoviti vsaj enako stopnjo požarne varnosti, kot jo določa ta smernica.

V skladu s 4. členom *Zakona o varstvu pred požarom (ZVPoz)* je cilj ukrepov in dejavnosti varstva pred požarom varovanje ljudi, premoženja in okolja pred požarom in eksplozijo. Za uresničevanje teh ciljev je treba zagotoviti:

- **odkrivanje, obveščanje, omejitev širjenja in učinkovito gašenje požara,**
- **varen umik ljudi s požarno ogroženih prostorov,**
- **preprečevanje ali zmanjšanje škodljivih posledic požara za ljudi in premoženje,**
- **vzpostavitev ekonomskih razmerij med predpisanimi preventivnimi ukrepi varstva pred požarom in pričakovano požarno škodo.**

Pri gradnji in rekonstrukciji objektov je potrebno upoštevati ukrepe varstva pred požarom, da se zagotovi izpolnjevanje bistvenih zahtev projektiranega objekta in upoštevanje določil 23. člena ZVPoz. V skladu s 1. odst. 23. člena ZVPoz je pri projektiranju objekta potrebno upoštevati zlasti naslednje ukrepe:

1. zmanjšanje možnosti nastanka požara;
2. pravočasno odkrivanje in obveščanje o požaru;
3. varen umik ljudi, živali in premoženja;
4. omejevanje širjenja ognja in dima ob požaru ter
5. učinkovito in varno gašenje požara ter reševanje v in iz objekta.

*Pravilnik o požarni varnosti v stavbah* določa ukrepe, ki jih je treba izvesti, da bi stavbe izpolnjevale gradbene zahteve za zagotovitev požarne varnosti, in katerih cilj je omejiti ogrožanje ljudi, živali in premoženja v stavbah ter uporabnikov sosednjih objektov in posameznikov, ki se v času požara nahajajo v neposredni bližini stavb, omejiti ogrožanje okolja ter omogočiti učinkovito ukrepanje gasilskih ekip, ki sodelujejo pri omejitvi posledic požara, ne da bi bili po nepotrebnem ogroženi življenje in zdravje njihovih članov.

Omenjeni pravilnik se uporablja za gradnjo novih stavb, rekonstrukcije stavb ter nadomestne gradnje. Za rekonstrukcije se uporablja, kadar so dane tehnične možnosti za doseg njegovih zahtev in upoštevani pogoji varstva kulturne dediščine.

#### **Iz pravilnika izhajajo temeljne zahteve za varnost pred požarom:**

1. širjenje požara na sosednje objekte
2. nosilnost konstrukcije ter širjenje požara po stavbah
3. evakuacijske poti in sistemi za javljanje ter alarmiranje
4. naprave za gašenje in dostop gasilcev

Glede širjenja požara na sosednje objekte se zahteva, da morajo biti zunanje stene in strehe stavb projektirane in grajene tako, da je z upoštevanjem njihovega odmika od meje parcele omejeno širjenje požara na sosednje objekte.

Glede nosilnosti konstrukcije ter širjenja požara po stavbah se zahteva, da morajo biti stavbe projektirane in grajene tako, da njihova nosilna konstrukcija ob požaru določen čas ohrani potrebno nosilnost. Stavbe morajo biti razdeljene v požarne sektorje, če je to nujno za omejitev hitrega širjenja požara v njih. Projektirati in graditi jih je treba tako, da se v največji možni meri omeji hitro širjenje požara po navpičnih oziroma vodoravnih povezavah.

Razdelitev v požarne sektorje in njihova velikost sta odvisni od:

- namembnosti stavbe,
- velikosti in drugih arhitekturnih lastnosti posamezne stavbe,
- proizvodnega procesa, ki poteka v stavbi, ter od vrste in količine gorljivih snovi, ki se nahajajo v stavbi,

- vgrajenih oziroma postavljenih sistemov za gašenje in
- drugih izvedenih požarnovarnostnih ukrepov.

Za omejitev hitrega širjenja požara po stavbi morajo biti uporabljeni taki gradbeni materiali oziroma gradbeni proizvodi, ki:

- se težko vžgejo,
- v primeru vžiga oddajajo nizke količine toplote in dima in
- omejujejo hitro širjenje požara po površini.

Glede evakuacijskih poti in sistemov za javljanje ter alarmiranje se zahteva, da morajo biti stavbe projektirane in grajene tako, da je ob požaru na voljo zadostno število ustrezno izvedenih evakuacijskih poti in izhodov na ustreznih lokacijah, ki omogočajo uporabnikom hitro in varno zapustitev stavbe. Če je glede na zasnovo, lokacijo, namembnost in velikost stavbe to nujno, morajo biti za zagotovitev hitre in varne evakuacije uporabnikov stavbe ter hitrega posredovanja gasilcev v stavbi vgrajeni sistemi za požarno javljanje in alarmiranje.

Glede naprav za gašenje in dostopa gasilcev se zahteva, da morajo biti stavbe projektirane in grajene tako, da so glede na zasnovo, lokacijo, namembnost in velikost stavbe ob požaru:

- zagotovljene naprave in oprema za gašenje začetnih požarov, ki jih lahko uporabijo vsi uporabniki,
- zagotovljene naprave in oprema za gašenje, ki jih lahko uporabijo usposobljeni uporabniki in gasilci,
- vgrajeni ustrezni sistemi za gašenje požara.

V drugem odstavku 1. člena *Pravilnika o požarni varnosti v stavbah* je v zvezi z rekonstrukcijo stavb podana splošna omejitev glede njegove uporabe, saj je določeno, da se **uporablja, kadar so dane tehnične možnosti za doseg njegovih zahtev in upoštevani pogoji varstva kulturne dediščine**. Navedeno pomeni, da je treba vsaj pri nekaterih rekonstrukcijah namesto s tehnično smernico predlaganih ukrepov izbrati tako alternativno kombinacijo preventivnih oziroma aktivnih gradbenih in tehničnih ukrepov, ki upoštevajo konkretno ugotovljene omejitve in pogoje, kar v največji meri doprinese k izpolnitvi zahtev pravnega reda na področju varstva pred požarom. Iskati je treba alternativne rešitve bodisi za celo stavbo bodisi za njen del. Tudi pri rekonstrukcijah je treba izhajati iz ugotovitve, da so ukrepi varstva pred požarom praviloma medsebojno povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotnega izbranega koncepta varstva pred požarom.

Zakon o arhitekturni in inženirski dejavnosti (ZAID) določa pogoje tudi za opravljanje poklicnih nalog in zaščito nazivov pooblaščen inženir, kamor spadajo tudi pooblaščen inženirji s področja požarne varnosti. Poklicne naloge pooblaščenega inženirja s področja požarne varnosti se nanašajo na načrtovanje ukrepov požarne varnosti, kar pomeni, da lahko požarno varnost načrtuje le pooblaščen inženir s pooblastilom IZS TP.

## 1.1 Grafični znaki

Za grafični prikaz ukrepov požarne varnosti se uporabljajo grafični znaki, kakor je to definirano v Pravilniku o grafičnih znakih za izdelavo prilog načrta požarne varnosti in požarnih redov (Ur. l. RS št. 138/2004).

KONSTRUKCIJSKI GRADBENI ELEMENTI	
	brez požarne odpornosti
	požarno odpornost 15 min.
	požarno odpornost 30 min.
	požarno odpornost 60 min.
	požarno odpornost 90 min.
	požarno odpornost 120 min.
	požarno odpornost 180 min.
	požarno odpornost 240 min.

Barva znaka je črna ali rdeča.  
Ob znaku za požarno odpornost mora biti črkovna oznaka, ki je ustrezna kombinacija črk R, E, I, W, M, C, S, po določilih Priloge 2 Pravilnika o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št.31/04).

VRATA, OKNA IN DRUGI ZAPORNI ELEMENTI	
	vrata brez požarne odpornosti, dimotesnosti in samozapiralnega mehanizma
	vrata s samozapiralnim mehanizmom
	vrata z avtomatskim zapiranjem
	dimotesna vrata
	vrata s požarno odpornostjo 15 min.
	vrata s požarno odpornostjo 30 min. in samozapiranjem
	dimotesna vrata s požarno odpornostjo 60 min.
	vrata s požarno odpornostjo 90 min.

DRUGE NAPRAVE ZA EKSPLOZIJSKO ZAŠČITO	
	loputa za sprostitve eksplozije

Barva znaka je črna ali rdeča.

ELEKTRIČNE INSTALACIJE IN NAPRAVE	
	splošna oznaka električnih instalacij

Barva znaka je črna ali rdeča.

EKSPLOZIJSKO NEVARNI PROSTORI	
	prostor z eksplozijsko nevarno atmosfero

Barva znaka in črt je črna ali rdeča.

VIRI VODE ZA GAŠENJE	
	stoječa voda
	klasični vodnjak
	črpališče
	rezervoar vode za gašenje pod tlakom
	vodni stolp (prerez)
	vodni stolp (tloris)
	podzemni rezervoar vode za gašenje
	odprt rezervoar vode za gašenje
	premični rezervoar vode za gašenje
	črpalka za vodo za gašenje

Barva znaka je črna ali rdeča (varianta modra).

VRATA, OKNA IN DRUGI ZAPORNI ELEMENTI	
	vrata s požarno odpornostjo 120 min.
	vrata s požarno odpornostjo 180 min.
	vrata s požarno odpornostjo 240 min.

Barva znaka je črna ali rdeča.  
Ob znaku za požarno odpornost mora biti črkovna oznaka, ki je ustrezna kombinacija črk R, E, I, W, M, C, S, po določilih Priloge 2 Pravilnika o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št.31/04).

POŽARNI IN DIMNI SEKTORJI	
	požarni sektor (daljica od oznake do mejnih točk požarnega sektorja *ali črta na meji sektorja)
	požarna celica (daljica od oznake do mejnih točk požarne celice *ali črta na meji sektorja)
	dimni sektor (daljica od oznake do mejnih točk dimnega sektorja **ali črta na meji sektorja)

\* Barva znaka je črna ali rdeča. Črta je debeline 2,5 mm.  
\*\* Barva znaka je črna ali vijolična. Črta je debeline 1,5 mm.

DVIĞALA	
	požarno dvigalo
	gasilsko dvigalo

Barva znaka je črna ali rdeča.

VARNOSTNA RAZSVETLJAVA	
	varnostna razsvetljava

Barva znaka je črna ali rdeča.

SIMBOLI ZA GASILSKO INTERVENCIJO	
	dovozna pot za intervencijska vozila
	glavni ventil za plin – glavna plinska požarna pipa
	povečana nevarnost za nastanek požara
	nevarnost zaradi prisotnosti plinov
	nevarnost zaradi radioaktivnega sevanja
	nevarnost prisotnosti strupenih snovi
	nevarnost pri gašenju z vodo

Barva znaka je črna ali rdeča.

## 2. NAČRT POŽARNE VARNOSTI IN DOKAZOVANJE BISTVENE ZAHTEVE POŽARNE VARNOSTI PO GRADBENEM ZAKONU

Z nastopom uporabe določil Gradbenega zakona se več ne izdelujejo elaborate požarne varnosti temveč Načrti požarne varnosti, ki se podobno kot ostali načrti (arhitekture, gradbeni, elektro, strojni,...) izdelujejo v fazi idejne zasnove, pridobivanja gradbenega dovoljenja, izvedbe in posnetka izvedenih del.

Namen projektne dokumentacije za izvedbo gradnje, kamor spada tudi Načrt požarne varnosti, je izvajalcu podati strokovna navodila za izvajanje gradnje. Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje se izdelava v skladu z izdanim gradbenim dovoljenjem in dopustnimi manjšimi odstopanji od gradbenega dovoljenja, poročilom o vplivih na okolje, če gre za objekt z vplivi na okolje, konservatorskim načrtom, če gre za objekte, varovane v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo kulturne dediščine, in ostalimi strokovnimi podlagami. Z načrtom požarne varnosti za izvedbo gradnje se dokazuje izpolnjevanje druge bistvene zahteve, torej VARNOST PRED POŽAROM.

Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov določa, da imajo Načrti požarne varnosti zaporedno oznako številka 6.

Zaradi dokazovanja izpolnjevanja bistvenih zahtev projektna dokumentacija za izvedbo gradnje glede na vrsto, namembnost, tveganje, ogroženost in druge značilnosti objekta vsebuje podatke, kjer se za izpolnjevanje bistvene zahteve varnosti pred požarom določijo:

- požarne in dimne sektorje ter morebitne nadaljnje delitve,
- požarno odpornost zunanjih in notranjih delov objektov,
- ukrepe za omejevanje širjenja požara po zunanjih stenah in preko strehe objekta,
- požarno odpornost vgrajenih gradbenih elementov in konstrukcij,
- ukrepe varstva pred požarom pri načrtovanju električnih, strojnih in drugih tehnoloških napeljavah in naprav v objektu,
- širine in dolžine evakuacijskih poti za zagotavljanje hitre in varne evakuacije,
- vgrajene sisteme aktivne požarne zaščite,
- ukrepe za neoviran in varen dostop za gašenje in reševanje,
- vire za zagotavljanje predpisane količine požarne vode ter
- dovozne in dostopne poti za gasilce ter delovne in postavitvene površine za gasilska vozila

Med obvezne izkaze sodi tudi Izkaz požarne varnosti, ki se izdelava v skladu s predpisi, ki urejajo požarno varnost.

## 2.1 Idejna zasnova

V Idejni zasnovi ima Načrt požarne varnosti sledečo vsebino:

### Tehnično poročilo

V okviru umeščanja objekta v prostor se mora zlasti zagotoviti:

1. pogoje za varen umik ljudi, živali in premoženja;
2. potrebne odmike med objekti ali potrebno požarno ločitev;
3. dostope, dovoze in delovne površine za intervencijska vozila;
4. vire za zadostno oskrbo z vodo za gašenje ter
5. osnovne zahteve za zajetje požarnih vod.

Glede **širjenja požara na sosednje** objekte se zahteva, da morajo biti zunanje stene in strehe stavb projektirane in grajene tako, da je z upoštevanjem njihovega odmika od meje parcele omejeno širjenje požara na sosednje objekte. Načrtuje se sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. določitev odmikov od sosednjih objektov in parcel in zahteve za fasadne stene glede na zagotovljene odmike.

Glede **pogojev za varen umik** ljudi, živali in premoženja je potrebno določiti

- zahteve za ustrezne evakuacijske poti
- zahteve za delitev na požarne sektorje
- zahteve za požarno odpornost nosilne konstrukcije

Glede **dostopa gasilcev** se zahteva, da morajo biti stavbe projektirane in grajene tako, da so glede na zasnovo, lokacijo, namembnost in velikost stavbe ob požaru:

- zagotovljene naprave in oprema za gašenje, ki jih lahko uporabijo usposobljeni uporabniki in gasilci,
- vgrajeni ustrezni sistemi za gašenje požara.

Glede virov **za zadostno oskrbo z vodo za gašenje in dostope za intervencijska vozila** se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. zunanji hidranti (na gradbeni parceli, javno vodovodno omrežje),
2. zagotovitev skupne požarne vode za vse sisteme gašenja,
3. načrtovanje neoviranega in varnega dostopa za gašenje in reševanje, intervencijske površine za gasilska vozila ob stavbi,
4. lovilne bazene za zajem požarnih vod.

### Tehnični prikazi

Z risbami se predstavijo rešitve ukrepov varstva pred požarom. Pri izdelavi risb se upoštevata predpis o projektni dokumentaciji in predpis o grafičnih znakih za izdelavo prilog študij požarne varnosti in požarnih redov (<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV6406>).

Z risbami v načrtu požarne varnosti se morajo s predpisanimi grafičnimi znaki predstaviti načrtovane rešitve ukrepov varstva pred požarom:

1. lokacija ter vrsta opreme in naprav za gašenje, ki jih lahko uporabijo posebej usposobljeni uporabniki in gasilci,
2. intervencijske površine in dovozne poti za gasilce in druge reševalce,
3. lokacije lovilnih bazenov,
4. lokacije bazenov za sisteme za gašenje požara.

Na podlagi ocenitve tveganja za eksplozijo je treba že v fazi IDZ izdelati elaborat eksplozijske ogroženosti (EEO), kot to določa Pravilnik o protieksplozijski zaščiti (Ur. list RS, št. 41/16).

Vsebina EEO v fazi IDZ:

- opis lokacije, prostorov, tehnologije in procesov – natančen opis tehnološkega postopka,
- navedbo snovi ki, lahko tvorijo eksplozijsko atmosfero ter njihove lastnosti in količine, ki so prisotne,
- ocenitev nevarnosti pojava eksplozijske atmosfere,
- navedba možnih virov vžiga eksplozijske atmosfere,
- določitev con eksplozijske nevarnosti,
- ukrepi, ki se izvajajo za preprečevanje pojava eksplozije (preprečevanje pojava eksplozijske atmosfere, preprečevanje virov vžiga), ukrepi za omejevanje con,
- zahteve za vgrajeno opremo (delovno in zaščitno),
- ocena tveganja

## 2.2 Idejni projekt

V Idejnem projektu ima Načrt požarne varnosti sledečo vsebino:

### Tehnično poročilo

Opomba: Navedene točke se obravnavajo v obsegu in vsebini, ki so ustrezne glede na namembnost obravnavane stavbe.

Tehnično poročilo načrtov požarne varnosti obsega opise zahtevanih ukrepov za varnost pred požarom:

- A. opis objekta in koncept požarne varnosti,**
- B. zahteve za projektne rešitve za preprečitev širjenja požara na sosednje objekte,**
- C. zahteve za projektne rešitve za nosilnost konstrukcije ter širjenje požara po stavbah,**
- D. zahteve za projektne rešitve za evakuacijske poti,**
- E. zahteve za projektne rešitve za aktivne sisteme požarne zaščite,**
- F. zahteve za projektne rešitve za naprave za gašenje in dostop gasilcev,**
- G. zahteve za projektne rešitve za zajetje požarnih vod.**



**k A)** Glede **opisa objekta in koncepta požarne varnosti** se predvsem določi sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. zasnovano požarne zaščite v objektu s:
  - 1.1. klasifikacijo objekta,
  - 1.2. opisom umestitve objekta v prostor glede na meje sosednjih zemljišč in sosednje objekte,
  - 1.3. opisom načinov uporabe objekta oziroma dejavnosti ali tehnoloških procesov, ki se bodo izvajali v objektu,
  - 1.4. opis konstrukcije objekta,
2. maksimalno število uporabnikov stavbe po etažah.

**k B)** Glede **širjenja požara na sosednje** objekte se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. izračun in določitev odmikov od sosednjih objektov in parcel,
2. širjenje požara po zunanjih stenah in strehi stavbe.

**k C)** Glede **nosilnosti konstrukcije ter širjenja požara po stavbah** se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. definiranje požarne odpornosti,
2. širjenje požara po stavbi.

**k D)** Glede **evakuacijskih poti in sistemov za javljanje ter alarmiranje** se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. zagotavljanje hitre in varne evakuacije:
  - a. maksimalne dolžine evakuacijskih poti,
  - b. izračun širin evakuacijskih poti po požarnih sektorjih,
  - c. zaščitena evakuacijska stopnišča,
  - d. morebitne zahteve glede univerzalne gradnje – zahteve za evakuacijo funkcionalno oviranih oseb,
2. sistemi za javljanje in alarmiranje.

**k E)** Glede **vgradnje sistemov aktivne požarne zaščite** se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. avtomatsko javljanja požara in alarmiranje,
2. odvod dima in toplote,
3. sprinklerski sistemi,
4. stabilne gasilne naprave,
5. varnostno napajanje,
6. varnostna razsvetljava,
7. tehnološke napeljave.

**k F)** Glede **enprav za gašenje in dostopa gasilcev** se zahteva, da morajo biti stavbe projektirane in grajene tako, da so glede na zasnovo, lokacijo, namembnost in velikost stavbe ob požaru:

1. zagotovljene naprave in oprema za gašenje začetnih požarov, ki jih lahko uporabijo vsi uporabniki,
2. zagotovljene naprave in oprema za gašenje, ki jih lahko uporabijo usposobljeni uporabniki in gasilci,
3. vgrajeni ustrezni sistemi za gašenje požara,
4. zagotovljeni lovilni bazeni za požarno vodo.

**k G)** Glede **zajetja požarnih vod** se zahteva, da morajo biti v objektu ali dvorišču objekta predvideni ustrezni zadrževalni volumni, ki omogočajo zajetje načrtovane količine požarne vode. Zagotovljeni morajo biti lovilni bazeni za požarno vodo z možnostjo kontroliranega odtoka požarne vode (zaporni elementi pred izpustom v kanalizacijsko omrežje ali v okolico).

## Tehnični prikazi

Z risbami se predstavijo rešitve ukrepov varstva pred požarom. Pri izdelavi risb se upoštevata predpis o projektni dokumentaciji in predpis o grafičnih znakih za izdelavo prilog študij požarne varnosti in požarnih redov (<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV6406>).

Z risbami v načrtu požarne varnosti se morajo s predpisanimi grafičnimi znaki predstaviti načrtovane rešitve ukrepov varstva pred požarom:

1. požarna odpornost nosilnih in predelnih konstrukcij ter mejnih in zapornih elementov,
2. meje požarnih in dimnih sektorjev,
3. evakuacijske poti in varna mesta (morebitne rešitve glede univerzalne gradnje),
4. intervencijske površine in dovozne poti za gasilce in druge reševalce,
5. lovilne bazene za požarne vode
6. legenda uporabljenih grafičnih znakov / simbolov.

## 2.3 Projekt za izvedbo

### Tehnično poročilo

Načrt požarne varnosti mora biti narejen skladno s 17. členom Pravilnika o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov. Načrt požarne varnosti mora vsebovati:

- naslovno stran načrta (obrazec 1B iz Pravilnika)
- tehnično poročilo
- tehnične prikaze

Pri graditvi objekta morajo biti izpolnjene tudi zahteve iz *Zakona o varstvu pred požarom (ZVPoz)*. Vgrajeni gradbeni proizvodi in materiali, instalacije, napeljave, naprave, oprema in sistemi morajo izpolnjevati zahteve za varnost pred požarom v skladu z ZVPoz, predpisi o gradbenih proizvodih in predpisi o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti. Ob rekonstrukciji in vzdrževanju objektov se požarna varnost objektov ne sme zmanjšati. Poti in površine, namenjene intervencijskim vozilom, morajo biti označene in urejene v skladu s predpisi.

Opomba: Navedene točke se obravnavajo v obsegu in vsebini, ki so ustrezne glede na namembnost obravnavane stavbe.

Tehnično poročilo obsega opis projektних rešitev, s katerimi je izpolnjena bistvena zahteva varnosti pred požarom z upoštevanjem:

- namembnost objekta,
- umestitve v prostor (odmiki)
- dimenzije objekta
- gradbene zasnove
- tehnologije in naprav
- požarne obremenitve
- števila ljudi
- kategorija in oddaljenost najbližje gasilske enote

Tehnično poročilo načrtov požarne varnosti obsega opise zahtevanih ukrepov za varnost pred požarom:

- A. opis objekta**
- B. koncept požarne varnosti,**
- C. zahteve za projektne rešitve za preprečitev širjenja požara na sosednje objekte,**
- D. zahteve za projektne rešitve za nosilnost konstrukcije ter širjenje požara po stavbah,**
- E. zahteve za projektne rešitve za evakuacijske poti,**
- F. zahteve za projektne rešitve za naprave za gašenje in dostop gasilcev,**
- G. zahteve za projektne rešitve za električne, strojne in druge tehnološke napeljave,**
- H. zahteve za projektne rešitve za aktivne sisteme požarne zaščite,**
- I. zahteve za organizacijske ukrepe,**
- J. zahteve za projektne rešitve za zajetje požarnih vod.**

**k A)** Glede **opisa objekta** se predvsem obravnava:

1. CC-SI klasifikacija objekta
2. dimenzije objekta (zazidana površina, BEP, višina)
3. odmiki (opis umestitve objekta v prostor glede na meje sosednjih zemljišč in sosednje objekte),
4. opis dejavnosti ali tehnoloških procesov, ki se bodo izvajali v objektu,
5. definiranje vrste ter količina požarno nevarnih snovi (požarna obremenitev),
6. maksimalno število uporabnikov stavbe po etažah in v celotnem objektu,

7. posebnosti glede univerzalne gradnje (opis delov objekta, ki so dostopni tudi funkcionalno oviranim osebam,
8. možnosti reševanja in gašenja (kategorija najbližje gasilske enote, ocenjen čas prihoda, dodatna opremljenost, viri vode za gašenje – v primeru obstoječega zunanjega hidrantnega omrežja navesti pretoke in tlake ter lokacijo hidrantov).

**k B) Glede koncepta požarne varnosti se obravnava:**

1. požarni scenarij. Opis relevantnih požarnih scenarijev upoštevajoč:
  - a. število in tip ljudi (prespijo ali ne, objekt poznajo ali ne)
  - b. vire vžiga
  - c. požarno obremenitev (v povezavi s podatki iz točke A)
  - d. razvoj požara in maksimalna pričakovana požarna škoda
2. koncept požarne varnosti:
  - a. Opredelitev projektiranja po 7. ali 8. členu - natančno glede na alineo
  - b. Povzetek ukrepov požarne varnosti

**k C) Glede širjenja požara na sosednje objekte se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:**

1. požarna odpornost zunanjih sten stavbe,
2. izračun in določitev odmikov od relevantne meje in določitev požarno nezaščitene površine zunanjih sten,
3. zahteve za obložne materiale zunanjih sten,
4. zahteve za strešno kritino.

**k D) Glede nosilnosti konstrukcije ter širjenja požara po stavbah se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:**

1. načrtovanje požarnih in dimnih sektorjev,
2. odziv na ogenj za gradnjo objekta predvidenih gradbenih proizvodov
  - 2.1. gradbena konstrukcija
  - 2.2. notranje obloge
3. požarna odpornost nosilne konstrukcije,
4. požarna zaščita na mejah požarnih sektorjev in drugih požarnih ločitev,
5. širjenje požara po zunanjih stenah in strehi stavbe,
  - 5.1. materiali zunanjih sten stavbe,
  - 5.2. materiali streh stavbe,
  - 5.3. prenos požara v vertikalni smeri,
  - 5.4. prenos požara v horizontalni smeri,
6. požarna zaščita prehodov skozi požarne stene:
  - 6.1. požarna vrata,
  - 6.2. instalacijski jaški in kanali,
  - 6.3. prezračevalni kanali in požarne lopute,
7. zahteve za posebne prostore in naprave v stavbah:
  - 7.1. dvojni podi in spuščeni stropovi
  - 7.2. dvigala in jaški dvigal, predprostori dvigal,

- 7.3. prostor črpalk za dvig tlaka, prostor agregata,
- 7.4. prostori s kurilnimi napravami (vključno kamini),
- 7.5. prostori za skladiščenje energentov (sekanci, peleti, ELKO, UNP, ...)
- 7.6. prostori z elektro-energetskimi napravami (stikalne in transformatorske postaje, objekti in naprave za proizvodnjo in distribucijo električne energije,...),
- 7.7. visokoregalna skladišča,
- 7.8. lakirnice,
- 7.9. skladišča eksplozivov in pirotehničnih izdelkov,
- 7.10. prostori z nevarnimi snovmi,
- 7.11. plinske napeljave in inštalacije,
- 7.12. prostori s potencialno eksplozivnimi atmosferami

**k E) Glede evakuacijskih poti in sistemov za javljanje ter alarmiranje** se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. splošne zahteve evakuacije (fazna ali simultana evakuacija, zbirno mesto)
2. število in širine evakuacijskih poti (hodniki, vrata, izračun ustreznosti širine evakuacijske poti glede na število ljudi)
3. dolžine evakuacijskih poti
4. število in razporeditev zaščiteneh stopnišč,
  - 4.1. zahteve za stopnice in klančine,
  - 4.2. evakuacijski balkoni in mostovži,
5. zahteve glede univerzalne gradnje,
6. zahteve za prostore za veliko uporabnikov,
7. označevanje evakuacijskih poti (zahteve za piktograme, način osvetlitve)

**k F) Glede naprav za gašenje in dostopa gasilcev** se zahteva, da morajo biti stavbe projektirane in grajene tako, da so glede na zasnovo, lokacijo, namembnost in velikost stavbe ob požaru zagotovljene:

1. naprave in oprema za gašenje začetnih požarov, ki jih lahko uporabijo vsi uporabniki (notranji hidranti, gasilniki),
2. naprave in oprema za gašenje, ki jih lahko uporabijo posebej usposobljeni uporabniki in gasilci,
3. dodatne zahteve za visoke stavbe,
4. suhi dvižni vodi,
5. zunanji hidranti (na gradbeni parceli, javno vodovodno omrežje),
6. požarna voda,
7. načrtovanje neoviranega in varnega dostopa za gašenje in reševanje,
  - 7.1. intervencijske površine za gasilska vozila ob stavbi,
  - 7.2. dvigala za gasilce,

**k G)** Glede **električne, strojne in druge tehnološke napeljave** se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. zahteve za strojne instalacije (preboji, prezračevalni kanali, kanalizacijske cevi, ostale strojne instalacije, plin)
2. zahteve za električne instalacije (preboji, polaganje na zaščiteneh evak. poteh, polaganje v jašku)
3. zahteve za tehnološke napeljave (ukrepi požarne varnosti, ki izhajajo iz tehnoloških procesov)

**k H)** Glede **aktivnih sistemov požarne zaščite** se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. varnostno razsvetljavo
2. avtomatsko javljanje požara in alarmiranje,
3. odvod dima in toplote,
4. odvod dima iz zaščiteneh stopnišč,
5. nadtljučna kontrola dima v zaščiteneh stopniščih,
6. sprinklerski sistemi,
7. stabilne gasilne naprave s tekočimi gasili, plini ali praški,
8. naprave za odkrivanje, javljanje in gašenje v transportnih cevovodih
9. naprave za odkrivanje, javljanje prisotnosti gorljivih plinov in par v zraku
10. varnostno napajanje

**k I)** Glede **organizacijskih ukrepov** se načrtuje sledeče ukrepe varstva pred požarom:

1. zahteve za organizacijske ukrepe, ki jih bo treba upoštevati v navodilu za obratovanje in vzdrževanje

**k J)** Glede **zajetja požarnih vod** se zahteva, da morajo biti za relevantne objekte predvideni ustrezni zadrževalni volumni, ki omogočajo zajetje načrtovane količine požarne vode. Zagotovljeni morajo biti lovilni bazeni za požarno vodo z možnostjo kontroliranega odtoka požarne vode (zaporni elementi pred izpustom v kanalizacijsko omrežje ali v okolico) ali v sklopu dvorišču objekta. Zahteve za zajem požarne vode ne veljajo za stanovanjske, upravne, poslovne stavbe in njim podobne, kjer se ne nahajajo vodnim organizmom nevarne snovi.)

## Tehnični prikazi

Pri izdelavi grafičnih prilog se upošteva pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov.. Pri izdelavi risb se upoštevata Pravilnik in Predpis o grafičnih znakih za izdelavo prilog študij požarne varnosti in požarnih redov.

Z grafičnimi prilogami se morajo s predpisanimi grafičnimi znaki predstaviti načrtovane rešitve ukrepov varstva pred požarom. Grafične priloge morajo prikazati:

- situacijo,
- relevantne tlorise,
- relevantne prereze.

Na situaciji je prikazati:

1. intervencijske površine, dovozne poti za gasilce in dostopi v objekt za gasilce (označiti dovozne poti in lokacijo delovnih oz postavitvenih površin)
2. lovilne bazene za požarno vodo
3. relevantno mejo in odmik objekta od relevantne meje (iz poglavja širjenja požara na sosednje objekte)
4. lokacija zunanjih hidrantov oz drugih virov za gašenje

Na tlorisih je prikazati:

1. meje požarnih in dimnih sektorjev,
2. požarno odpornost mejnih gradbenih elementov,
3. požarna vrata in specifikacija požarnih vrat,
4. evakuacijske poti (lokacijo in usmeritev piktogramov, širino in kapaciteto izhodov, dolžina evakuacijske poti do varnega mesta, SIST EN 179 - kljuka ali SIST EN 1125 – drog)
5. zahteve glede univerzalne gradnje
6. lokacijo in tip gasilnih aparatov
7. lokacijo notranjih hidrantov
8. zahteve glede ukrepov aktivne požarne zaščite:
  - 8.1. varnostno razsvetljava (označiti področja pokritja)
  - 8.2. avtomatsko javljanje požara in alarmiranje (označiti področja pokritja, lokacijo ročnih javljalnikov, lokacijo požarne centrale)
  - 8.3. odvod dima in toplote (označiti naprave in kapaciteto oz površino, lokacijo ročnega aktiviranja)
  - 8.4. odvod dima iz zaščiteneh stopnišč (označiti področje pokritja, napravo in kapaciteto oz površino, lokacijo ročnega aktiviranja )
  - 8.5. nadtlačna kontrola dima v zaščiteneh stopniščih (označiti področje pokritja, lokacijo ročnega aktiviranja)
  - 8.6. sprinklerski sistemi (označiti področje pokritja, požarni bazen, strojnico, dostop za gasilce)
  - 8.7. stabilne gasilne naprave (označiti področje pokritja, lokacijo ročnega aktiviranja)

Na prerezih je prikazati:

1. meje požarnih in dimnih sektorjev,
2. požarno odpornost mejnih gradbenih elementov,
3. zahteve glede ukrepov aktivne požarne zaščite (označiti področja),
  - 3.1. varnostno razsvetljava (označiti področja pokritja)
  - 3.2. avtomatsko javljanje požara in alarmiranje (označiti področja pokritja)
  - 3.3. odvod dima in toplote (označiti področja pokritja)
  - 3.4. odvod dima iz zaščiteneh stopnišč (označiti področje pokritja)
  - 3.5. nadtlačna kontrola dima v zaščiteneh stopniščih (označiti področje pokritja)
  - 3.6. sprinklerski sistemi (označiti področje pokritja)
  - 3.7. stabilne gasilne naprave (označiti področje pokritja)

## 2.4 Izkaz požarne varnosti

Pooblaščen inženir s področja požarne varnosti v izkaz požarne varnosti, izdelan v skladu s predpisi, ki urejajo požarno varnost (priloga 3 Pravilnika o zasnovi in študiji požarne varnosti), ki je sestavni del dokumentacije za izvedbo, navede podatke o zahtevanih ukrepih v stolpcu »Načrtovani ukrepi«. Med gradnjo pooblaščen inženir s področja požarne varnosti izpolni stolpec »Izvedeni ukrepi (PID)«, medtem ko se stolpec »Načrtovani ukrepi« ne sme več spreminjati.

Pri izpolnjevanju izkaza požarne varnosti je treba upoštevati:

- v stolpcu »Načrtovani ukrepi« so povzeti vsi ukrepi iz načrta požarne varnosti, ki dokazujejo izpolnjevanje bistvene zahteve varnosti pred požarom,
- izvedeni ukrepi se potrdijo v stolpcu »Izvedeni ukrepi (PID)« z navedbo »ustrezno izvedeno« ter datumom in lastnoročnim podpisom,
- podatki o morebitnih spremembah načrtovanih ukrepov ter podatki o predpisanih dokazilih, ki potrjujejo ustreznost izvedbe načrtovanega ukrepa, se navedejo v stolpcu »Opombe«.



### 3. RAZLIKA MED IZDELAVO NAČRTA POŽARNE VARNOSTI PO 7. IN 8. ČLENU PRAVILNIKA O POŽARNI VARNOSTI V STAVBAH

NPV se lahko izdeluje po 7. ali 8. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah.

Le če se uporabi TSG-1, velja domneva o skladnosti. Zato mora pooblaščen inženir požarne varnosti pri izbiri ukrepov po TSG-1 in njihovem kombiniranju z ukrepi, navedenimi v različnih referenčnih (podpornih) dokumentih TSG-1, zmeraj poskrbeti za njihovo medsebojno usklajenost.

Pri tem pa je treba vedeti, da najprej veljajo predpisane zahteve iz TSG-1, šele nato dodatne zahteve iz referenčnih dokumentov TSG-1. Če pa so določeni ukrepi požarne varnosti v referenčnih dokumentih v nasprotju z določili TSG-1, veljajo določila TSG-1. To je sicer včasih težko razumljivo, saj so v TSG-1 navedeni referenčni dokumenti ponavadi priznani tuji predpisi in smernice, ki veljajo v najrazvitejših državah sveta in zagotovo niso »napačni«. Treba je upoštevati vsa določila TSG-1 in šele nato ostale dokumente, tako zahteva zakonodajalec.

Če pa se stavba načrtuje po »8. členu« Pravilnika o požarni varnosti v stavbah, pa je možno uporabiti:

- ukrepe iz drugih standardov, tehničnih smernic, tehničnih specifikacij,
- kodeksov uveljavljenega ravnanja ali drugih dokumentov, ki določajo požarnovarnostne ukrepe v smislu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah ali
- ukrepe, ki temeljijo na izračunih v okviru metod požarnega inženirstva.

Ukrepi po 8. členu pa pomenijo uporabo zadnjega stanja gradbene tehnike v skladu z GZ. Problem uporabe teh ukrepov pa se pojavi, ko mora pooblaščen inženir požarne varnosti s projektiranjem po zadnjem stanju gradbene tehnike pristojnemu inšpekcijskemu organu **dokazati, da je zagotovil vsaj enako stopnjo varnosti pred požarom kakor s projektiranjem po TSG-1**, saj ne obstajajo ne merila in ne kriteriji za takšen dokaz. Če je namreč z načrtovanjem po 8. členu treba zagotavljati **»enako stopnjo varnosti pred požarom«**, ukrepi ne morejo biti bistveno drugačni glede na zahteve TSG-1, saj ne obstaja potrjena metoda, ki bi z dodeljevanjem uteži posameznim ukrepom izračunala enakovrednost različnih ukrepov. Podobne metode uporabljajo določena zavarovalna združenja, vendar gre za interne metode, ki se ne morejo splošno uporabiti (SIA, DOW in podobno).

# II. Poglavje

## REVIZIJA POŽARNE VARNOSTI

### 1. SPLOŠNO

V skladu s spremembo Zakona o graditvi (ZGO-1) je bila leta 2011 ukinjena obveznost revizije za vse vrste projektov. V praksi je to pomenilo, da se tisto, kar ni več obvezno, tudi ni več naročalo, zato se od leta 2011 revizije požarne varnosti izdelujejo le še izjemoma. Nekateri ozaveščeni naročniki naročajo še naprej recenzije požarne varnosti, saj se zavedajo, da je strošek recenzije zanesljivi v primerjavi z investicijo ter možnimi napakami v projektni dokumentaciji, ki lahko bistveno presežejo strošek omenjene recenzije.

Glede na opravljene recenzije požarne varnosti od leta 2011 se ugotavlja, da se je stanje požarne varnosti bistveno poslabšalo, saj so nekateri projektanti požarne varnosti ter projektanti načrtov, v katerih se mora upoštevati požarna varnost (načrti arhitekture, gradbeni načrti, načrti elektro in strojnih instalacij) vse preveč projektirali pod pritiskom investitorjev, ki želijo minimalizirati stroške izvedbe tudi na račun varnosti. Poleg tega se ugotavlja, da so projektanti požarne varnosti prepozno vključeni v process načrtovanja, zato so velikokrat postavljeni pred dejstvo, da morajo nekako legalizirati že dogovorjene projektne rešitve. Vsi se zavedajo, da ne bo revizije / recenzije, zato to lahko počnejo. Problem pa nastane, ko se investitor vseeno odloči za recenzijo in iz recenzijskega poročila sledi vrsta ugotovitev o neusklajenosti projektnih rešitev glede načrtovanja varstva pred požarom.

Bistvene zahteve, ki jih določa Gradbeni zakon za objekte so::

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita in zaščita okolice,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom,
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote,
- univerzalna graditev in raba objektov,
- trajnostna raba naravnih virov.

V 27. členu GZ je določen vrstni red drugih normativnih dokumentov, s katerimi se določajo pravila, usmeritve, značilnosti za dejavnosti oziroma njihove rezultate, torej tudi zagotavljanje bistvenih zahtev objektov in s tem tudi požarne varnosti stavb. Kot določa predpis s področja varnosti pred požarom, se uporabljajo tehnične smernice, lahko pa tudi drugi normativni dokumenti v naslednjem vrstnem redu:

1. tehnična smernica za graditev (TSG),
2. privzeti evropski standard (SIST EN),
3. izvirni slovenski standardizacijski dokument (SIST),
4. privzeti mednarodni standard (SIST ISO),
5. privzeti tuj standard (na primer SIST DIN) in
6. druge javno dostopne tehnične specifikacije.

Trenutno še vedno velja Pravilnik o požarni varnosti v stavbah, Pri načrtovanje se mora vedno uporabiti ustrezna smernica požarne varnosti (ali TSG-1-001 ali druga ustrezna tuja). V vsaki tehnični smernici so zapisani gradbeni ukrepi oziroma rešitve zgolj kot priporočen način za izpolnitev v pravilniku predpisanih zahtev o požarni varnosti v stavbah. Upoštevanje priporočenih gradbenih ukrepov je podlaga za domnevo, da so zahteve pravilnika izpolnjene. Pri tem je treba izhajati iz dejstva, da so ukrepi varstva pred požarom praviloma med seboj povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotnega izbranega koncepta varstva pred požarom. Zato mora pooblaščen arhitekt ali pooblaščen inženir pri izbiri ukrepov po tej tehnični smernici in njihovem kombiniranju vedno poskrbeti za njihovo usklajenost.

V kolikor se naročnik odloči za recenzijo projekta, potem je recenzija projektne dokumentacije je kontrola tistih sestavin projekta, s katerimi se dokazuje, da bo objekt izpolnjeval predpisane bistvene zahteve.

V GZ je tudi določeno, da se gradbeni predpisi lahko sklicujejo na standarde oziroma tehnične smernice, ki se nanašajo na določeno vrsto objekta in določijo njihovo obvezno uporabo oziroma določijo, da velja domneva, da je določen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam standardov oziroma tehničnih smernic. Če je v gradbenih predpisih določena domneva o skladnosti, morajo gradbeni predpisi opredeliti tudi pristojne organe za odločanje in postopek, v katerem se dokaže, da projekt, v katerem niso bili uporabljeni standardi oziroma tehnične smernice, temveč je projektant pri svojem delu uporabil rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, **zagotavlja vsaj enako stopnjo varnosti kakor projekt, pripravljen z uporabo standardov in tehničnih smernic.**

»**Zadnje stanje gradbene tehnike**« je po GZ stanje, ki v danem trenutku, ko se izdeluje projektna dokumentacija ali izvaja gradnja, predstavlja določeno stopnjo razvoja tehnične zmogljivosti gradbenih proizvodov, procesov in storitev, ki temeljijo na priznanih izsledkih znanosti, tehnike in izkušenj s področja graditve objektov, ob hkratnem upoštevanju razumnih stroškov.

Gradbeni predpis, ki za stavbe podrobneje opredeljuje bistveno zahtevo »varnost pred požarom«, je **Pravilnik o požarni varnosti v stavbah**. V tem pravilniku so določene naslednje zahteve za varnost pred požarom:

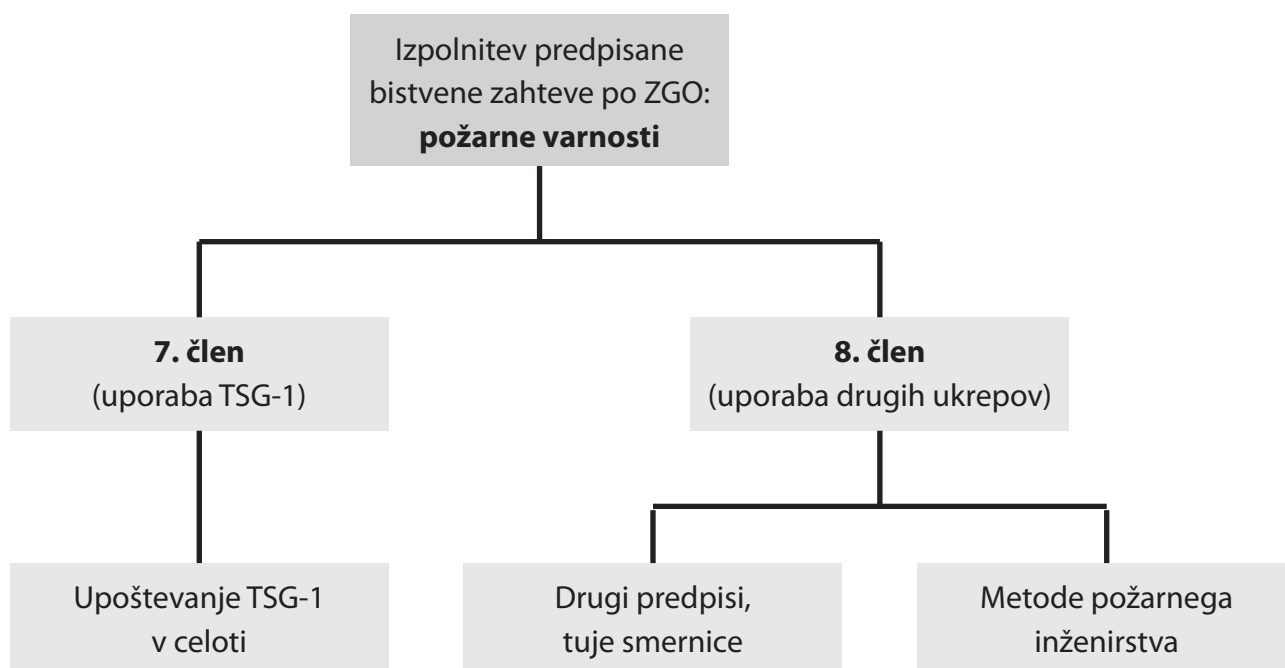
- širjenje požara na sosednje objekte (3. člen),
- nosilnost konstrukcije in širjenje požara po stavbah (4. člen),
- evakuacijske poti in sistemi za javljanje ter alarmiranje (5. člen) in
- naprave za gašenje in dostop gasilcev (6. člen).

Doseganje predpisane ravni požarne varnosti po tem pravilniku mora izhajati iz Načrta požarne varnosti, kot to sledi iz Pravilnika o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov.

Načrt požarne varnosti se lahko izdeluje po Pravilniku o požarni varnosti v stavbah po (*diagram 1*):

- 7. členu (uporaba tehnične smernice za požarno varnost – TSG-1) ali po
- 8. členu (uporaba drugih, tujih predpisov in smernic)

**Diagram 1:** Shematski prikaz načrtovanja po 7. ali 8. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah



Če se uporabi tehnična smernica za požarno varnost (TSG-1-001), velja domneva o skladnosti. V TSG-1-001 zapisani gradbeni ukrepi oziroma rešitve so zgolj priporočeni način za izpolnitev v pravilniku predpisanih zahtev o požarni varnosti v stavbah. Upoštevanje priporočenih gradbenih ukrepov je podlaga za domnevo, da so o izpolnjene zahteve pravilnika. Pri tem je treba izhajati iz dejstva, da so ukrepi varstva pred požarom praviloma medsebojno povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotnega izbranega koncepta varstva pred požarom. Zato mora pooblaščen inženir požarne varnosti pri izbiri ukrepov po TSG-1-001 in njihovem kombiniranju z ukrepi, navedenimi v različnih referenčnih (podpornih) dokumentih, zmerom poskrbeti, da so medsebojno usklajeni. Pri tem pa je treba vedeti, da najprej veljajo predpisane zahteve iz TSG-1-001, šele nato dodatne zahteve iz referenčnih dokumentov TSG-1-001. Če pa so določeni ukrepi požarne varnosti v referenčnih dokumentih v nasprotju z določili TSG-1-001, veljajo določila TSG-1-001. To je sicer včasih težko razumljivo, saj so v TSG-1-001 navedeni referenčni dokumenti ponavadi priznani tuji predpisi in smernice, ki veljajo v najrazvitejših državah sveta in zagotovo niso »napačni«, vendar v primeru načrtovanja po 7. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah to nič ne pomeni. Treba je upoštevati najprej vsa določila TSG-1 in šele nato ostale dokumente.

**Pri načrtovanju ukrepov požarnega varstva po 7. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah ni mogoče spreminjati ali ne upoštevati tehničnih smernic TSG-1-001.**

# III. Poglavje

## IZKAZ POŽARNE VARNOSTI

### 1. ZAHTEVE VELJAVNEGA PRAVILNIKA O POŽARNI VARNOSTI V STAVBAH

Z izdajo Pravilnika o požarni varnosti v stavbah leta 2004 smo se prvič srečali s pojmom »**izkaz požarne varnosti**«. Zakonodajalec je v 11. členu Pravilnika zapisal:

*»**Povzetek vsebine** študije požarne varnosti oziroma zasnove požarne varnosti mora biti naveden v obrazcu **Izkaz požarne varnosti stavbe** iz priloge 3, ki je sestavni del tega pravilnika. Izpolnjeni del obrazca »načrtovani ukrepi« je sestavni del projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja. Stolpec »izvedeni ukrepi« se izpolni ob zaključku gradnje. Izkaz požarne varnosti stavbe je obvezna priloga dokazila o zanesljivosti objekta, kot je ta določen v zakonu o graditvi objektov.*

*Izkaz požarne varnosti iz četrtega odstavka tega člena izpolni pooblaščen inženir požarne varnosti, ki je izdelal študijo požarne varnosti, oziroma pooblaščen inženir, ki je izdelal zasnovo požarne varnosti.*

*Izvajalec je dolžan pravočasno obvestiti odgovornega projektanta o času začetka in o predvidenem času izvajanja vseh tistih gradbenih del, ki lahko bistveno vplivajo na izpolnitev tehničnih zahtev iz tega pravilnika.«*

Izkaz požarne varnosti je nastal z namenom,

- da bo rabil kot orodje upravnemu organu pri izdaji dovoljenj (na ta način naj bi se zmanjšal čas za izdajo dovoljenj, struktura zaposlenih na upravnih enotah se ne spozna na požarno varnost),
- kot pomoč inšpektorjem na gradbišču, ko preverjajo skladnost gradnje s PGD,
- kot opomnik nadzornika.

Izkaz požarne varnosti ni prvi te vrste, saj so podobni izkazi že uvedeni oziroma predvideni po:

- Pravilniku o učinkoviti rabi energije,
- Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb,
- Pravilniku o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (zapisnik o pregledu inštalacij),
- Pravilniku o o zaščiti stavb pred delovanjem strele (zapisnik o pregledu sistema),
- Pravilniku o zvočni zaščiti stavb (izkaz in/ali meritve).

Posebnosti Izkaza požarne varnosti:

- je »povzetek vsebine Načrta požarne varnosti«,
- je obvezni del PZI,
- je obvezni del dokazila o zanesljivosti objekta,

Sprva se ni točno vedelo, kako naj se izkaz izpolni, zato so nekateri v tabele vpisovali zgolj najkrajše možne izraze: DA, NE oziroma kakšno število. Seveda se iz tako izpolnjenega izkaza ne da kaj dosti razbrati, če nimamo pri roki tudi elaborata ali načrta požarne varnosti. Zato se tudi prakticira izdelava dokumenta »Opis izvedenih ukrepov požarne varnosti« faze PID na bazi elaborata ali načrta požarne varnosti faze PGD (po starem ZGO-1) ali PZI (po novem GZ).

Vsebina »dobro« izpolnjenega izkaza mora predstavljati ravnotežje med natančnostjo, potrebno v PZI, in fleksibilnostjo, ki ne zahteva spremembe gradbenega dovoljenja. Ni dovolj, da vsebuje le enozložnice »da« ali »ne«, izpolnjen mora biti dovolj natančno, da dokazuje izpolnjevanje bistvene zahteve – požarne varnosti, na primer:

- polje meja požarnega sektorja: evakuacijska pot – hodnik: EI60, stenske obloge A2 stropna obloga Bd0, talna obloga B<sub>n</sub>
- preveč natančno zapisovanje ni dobro, npr. EI60 – mavčno-kartonska Knauf stena sestave: 2 × GKF plošče deb 12,5 mm, kovinska podkonstrukcija 75 mm, vmes mineralna volna Ter-  
vol DP 60 mm...

V izkazu se torej prikazujejo »povzetki vsebine strokovnega dela elaborata ali načrta požarne varnosti«. To pomeni, da mora izkaz vsebovati najkrajši možni povzetek vsebine (tehnične lastnosti, števila, dolžine, pozicije ipd).

Izkaz požarne varnosti lahko izpolni le PI (pooblaščen inženir), ki je izdelal elaborat ali načrt požarne varnosti. In ker ima izkaz po novem GZ dve fazi (PZI in PID), je zelo pomembno, da je PI (pooblaščen inženir) požarne varnosti med gradnjo večkrat prisoten na gradbišču, zato je v 11. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah jasno zapisana obveznost izvajalca, da mora PI (pooblaščenega inženirja) (ki je izdeloval elaborat ali načrt požarne varnosti) pravočasno obvestiti o izvajanju vseh tistih gradbenih del, ki se nanašajo na požarno varnost. Ker pa je v praksi prisotnost PI (pooblaščenega inženirja) požarne varnosti pogojena tudi s stroški, se investitorji le-tega na veliko izogibajo. Na tem mestu velja opozoriti, da ima le pooblaščen inženir z licenco IZS-TP pooblastilo za odg. nadziranje ukrepov požarne varnosti, kot sledi iz imenika pooblaščenih inženirjev.

Podpis PI (pooblaščenega inženirja) je izjava, da je izvedba skladna s projektom oziroma da so odstopanja takšne vrste, da pomenijo doseganje vsaj enake ravni požarne varnosti, kakor če bi bili izvedeni ukrepi določeni v PZI. Izkaz torej ni namenjen vpisovanju morebitnih napak in pomanjkljivosti, ampak je **izkaz namenjen dokazovanju, da je zagotovljena ustrezna požarna varnost.**

Ker so stavbe, za katere je treba izkaz izpolniti, zelo različne, je na koncu vzorčnega obrazca opomba »ustrezno izpusti oziroma dodaj«. Pri tem zakonodajalec ni imel v mislih sprememb strukture in elementov, ampak je z omenjeno opombo hotel poudariti, da ima lahko izkaz več ali manj opisanih požarnovarnostnih ukrepov – kakor pač zahteva stavba, ki se načrtuje oziroma gradi. Tako smemo obrazec vsebinsko razdeliti na stolpce, ki so nespremenljivi, saj le na ta način zagotavljajo vsebinsko enotnost, in na vrstice, ki se dodajajo ali odzemajo, tako da omogočijo vpis in opis vseh ključnih delov požarnovarnostnih ukrepov, ki se načrtujejo oziroma so zgrajeni.

Navajamo nekaj bistvenih pomanjkljivosti izpolnjevanja izkazov:

- manjkajo podpisi v koloni »Izvedeni ukrepi«
- manjkajo dodatne rubrike – vrstice, denimo:
  - o zahteve za plinske instalacije: vodenje plinovodov, namestitvev plinskih trošil, prezračevanje prostorov s trošili, zahteve za plinsko kotlovnico ipd.
  - o zahteve za instalacije in naprave ter opremo v ex izvedbi,
  - o strelovodna zaščita,
  - o zahteve varstva pred požarom za druge tehnološke napeljave in naprave (npr. uporaba drugih tehničnih plinov),
- v rubriki izvedeni ukrepi niso navedeni »dejansko izvedeni« ukrepi,
- niso navedena zakonsko predpisana dokazila, ki dokazujejo, da so vgrajeni načrtovani gradbeni proizvodi,
- drobn tisk na koncu predpisane oblike izkaza požarne varnosti, »ustrezno dodaj ali izpusti«, je največkrat ni upoštevan ali pa je napačno upoštevan (spremenjena predpisana oblika kolon izkaza)

In kaj bi moral PI (pooblaščen inženir) požarne varnosti pregledati med samo gradnjo, česar ne more pregledati na koncu? Navedimo le nekaj najbolj nazornih primerov:

- odmiki armature od zunanosti nosilnih konstrukcijskih elementov (zaščitni sloj),
- izvedba fasade,
- ločilne stene med požarnimi sektorji,
- zatesnitev prehodov električnih in cevnih instalacij na mejah požarni sektorjev
- in podobno.

Investitor mora poskrbeti, da se dela izvajajo po veljavni zakonodaji, nadzornik mora pravočasno vključiti nadzor ukrepov požarne varnosti s pomočjo odg. nadzornika požarne varnosti s pooblastilom IZS-TP.

**Dokazila za vgrajene gradbene proizvode** mora priskrbeti **izvajalec**, ki mora na gradbišču vgrajevati samo tiste gradbene proizvode, ki ustrezajo nameravani uporabi in so bili dani v promet skladno s predpisi o dajanju gradbenih proizvodov v promet in katerih skladnost je potrjena z ustreznimi listinami o skladnosti.



Proizvajalec pa mora v skladu z Zakonom o gradbenih proizvodih obvezno predpisano označiti gradbeni proizvod, preden ga da na trg, ker s tem potrjuje, da je njegov proizvod izdelan skladno z zakonsko veljavnimi zahtevami tehnične specifikacije, da je bil izveden predpisani postopek potrjevanja skladnosti in da so bile podane ustrezne listine o skladnosti.

**Certifikat o skladnosti** je listina, ki jo izda neodvisen certifikacijski organ za sistem kontrole proizvodnje in nadzora nad njo ali za sam gradbeni proizvod (v odvisnosti od sistema preizkušanja), na podlagi katere lahko proizvajalec oziroma njegov zastopnik označi proizvod z znakom skladnosti.

Če certifikacijski organ izda certifikat o skladnosti za sistem kontrole proizvodnje in kontrole nad njo, mora proizvajalec ali njegov zastopnik na podlagi tega podati še **izjavo o skladnosti** (izjavo o lastnostih) **gradbenega proizvoda**.

Zaželeno je, da PI (pooblaščen inženirji) vse certifikate in izjave o skladnosti, na osnovi katerih je bil izdelan Izkaz požarne varnosti faze PID, priložijo še k samemu izkazu, saj se ti po navadi »izgubijo« v množici dokazil dokumentacije »DOZ – Dokazilo o zanesljivosti objekta«.

## 2. NAČIN IN PRIMER IZPOLNJEVANJA IZKAZA

Kot primer izpolnitve izkaza sta v prilogah predložena dva primera za dva različna objekta:

1. Poslovna stavba banke
2. Industrijski objekt Hidroelektrarne

Iz primera izpolnitve je razvidno, kako naj bi se izkaz izpolnil.

Na *slikah 1, 2, 3 in 4* so prikazani nekateri primeri certifikatov, izjav o skladnosti, slovenskih tehničnih soglasij in potrdil o brezhibnem delovanju (po Zakonu o gradbenih proizvodih), ki bi morali biti obvezna priloga Izkaza o požarni varnosti faze PID, v tekstnem delu izkaza pa se mora izdelovalec eksplicitno sklicevati na številke izjav in certifikatov, ki so v prilogi. Le na ta način bo izkaz izpolnjen pravilno in bo hkrati tudi rabil svojemu namenu.



Slika 1: Primer izjave o skladnosti in certifikata o skladnosti



Slika 2: Primer potrdil o brezhibnem delovanju

tel.: 021/629-15-05  
gsm: 041/735-581  
041/1525-983

Servis gasilnih aparatov,  
nadzor hidrantov  
in logovina na debelo

**GASILEC**  
Zvonimir Karter s.p.  
Plujška cesta 355  
2000 Maribor

fax.: 021/629-60-76  
e-mail:  
info@gasilec-karter.com

Maribor, 25.07. 2009

**HIDRANTNI LIST**

OBČINA: MARIBOR

ZAVEZANEC:  
**ENERGOCONSULTING d.o.o., Gosposvetska cesta 86, 2000 Maribor**

ZB:  
**RAIFFEISEN BANKA d.d., POSLOVNA STAVBA, Zagrebška cesta 76, 2000 Maribor**

**ENERGOCONSULTING d.o.o.**  
Gosposvetska cesta 86  
2000 Maribor

ZB:  
**RAIFFEISEN BANKA d.d.**  
POSLOVNA STAVBA  
Zagrebška cesta 76  
2000 Maribor

Zadeva: **POROČILO O MERITVI NOTRANJEGA HIDRANTNEGA OMREŽJA**

V poslovni stavbi RAIFFEISEN BANKA d.d., Zagrebška cesta 76, 2000 Maribor se nahaja enajst (11) notranjih EURO hidrantov.

Lokacije hidrantov, ki so bili izmerjeni:

- notranji hidrant št. 4 (A) – pritličje
- notranji hidrant št. 10 (B) – III. nadstropje

Na hidrant A smo namestili ročnik s šobo Ø 16. Pri meritvah smo ugotovili, da je količina vode, ki izteče iz ročnika priključenega na hidrant A pri šobi Ø 16: **5,25 l/s**.

Izračun za  $p_{av}$  pri meritvah s šobo Ø 16 je pokazal, da je  $p_{av}$  **3,26 bar**.

Tlak na najvišjem hidrantu (v III. nadstropju) zadostuje, ker je 3,5 bar večji od 2,5 bar. (Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za galenije požarov - Uradni list SFRJ, št. 30-359/1991 določa  $p_{av}$  najmanj 2,5 bar). Izmerjena količina vode 5,25 l/s pa je tudi večja kot zahteva pravilnik.

Zidni EURO hidrant po normi SIST EN 1 dosega pretok vode 34l/ min.

V vsakem notranjem EURO hidrantu je nameščeno 30m cevi na koloku in ročnik DN25 s šobo Ø 6.

Vsi hidranti so zapečateni in pripravljeni za galenje.

Kraj vgraditve hidranta: **GARAŽA**

Cesta, ulica, hišna številka: **Zagrebška cesta 76, 2000 Maribor**

Lokacija tablice: Vrsta hidranta: **notranji**

Hidrant je v: a) asfaltu, b) makadamu, c) zelerici, d) drugo:

Datum pregleda	Meritev statičnega tlaka	Stanje hidranta	Datum odprave pomanjkljivosti	Podpis
25.07. 2009	5,2 bar	usposobljen		

Slika 3: Primer potrdil o meritvah notranjega in zunanjega hidrantnega omrežja

**klima celje**  
AGENCIJA ZA INŽENIRSKO POMOČ P.O.  
SLOVENIJA, 2000 Celje, Delavska ul. 3, pp150, tel: +386 (0)3 4279 200, fax: +386 (0)3 4279 240

**ES IZJAVA O SKLADNOSTI**

Z Evropske direktive o gradbenih proizvodih (89/106/EGS).

S polno odgovornostjo izjavljamo, da proizvod, za katerega velja ta izjava, upošteva bistvene zahteve v splošni uredbi ES direktive. Ta izjava postane neveljavna, če so izvedene kakršnekoli modifikacije na napravi, če ni predhodno pridobljena odobritev s strani proizvajalca.

Oznaka proizvoda: **Ventilator za odvod dima in toplote**

Tip proizvoda: **Q01-AV-1000-4/8**

Tovarniška številka: **104 358**

Temperaturni razred: **300°C / 120 min**

Leto certifikacije: **2008**

Leto izdelave / tip: **glej tablico na izdelku**

Ustrezna EC direktiva: **89/106/EGS - Evropska direktiva o gradbenih proizvodih**

Uporabljene evropske usklajene norme, zlasti harmonizirani standardi: **SIST EN 12101-3**

Uporabljene nacionalni standardi, zlasti tehnični predpisi: **Zakon o gradbenih proizvodih (Ur. list RS št. 52/05)**

Datum in podpis proizvajalca: \_\_\_\_\_

Vodja OE: Projektiralec:

Celje, 24.04.2009

Zavod za gradbeništvo Slovenije  
Slovenian National Building and Civil  
Engineering Institute

**ZAG**

Dimitrova 12,  
1000 Ljubljana, Slovenija  
Tel: +386 (0)1 250 43 76  
Fax: +386 (0)1 430 74 49  
E-pošta: info@zag.si  
http://www.zag.si/trofazna\_nogotaja

STN: 0-10100

**Slovensko tehnično soglasje** **STS-06/043**  
Slovenian Technical Approval

Podrejeno na podlagi določil Zakona o gradbenih proizvodih – ZGPro (Ur. list RS, št. 52/00 in št. 11/002 – ZGO-1) naslednjemu gradbenemu proizvodu:  
On the basis of provisions of the Construction Products Act – ZGPro (Official Gazette of the Republic of Slovenia, no. 52/00 and 11/002 – ZGO-1) granted to the following construction product:

Komercialno ime proizvoda: Trade name	Ognjeodporne kabelske lestve, kausi in objemke Fire resistance cable ladders, trays and clamps
Inžirski soglasje: Mark of approval	PRELOG d.o.o. Cesta XIV, divišlje 4 2000 Maribor
Vrsta in predvidena uporaba proizvoda: Generic type and use of the product	Priljevanje električnih kablov za zagotavljanje nemotenega delovanja naprave v primeru požara Installation of electrical cables in order to ensure preservation of functionality of electrical equipment in case of fire
Veljavnost od (pri): Validity date (to):	18. 8. 2006 17. 8. 2011
Proizvodni obrat: Manufacturing plant	Vergoken NV Membelken Melken 16 B-9700 Oudenaarde
To Slovensko tehnično soglasje obsega: This Slovenian Technical Approval contains:	18 strani vključno s 6 prilogami 18 pages including 6 annexes

Obz. št. P11-10/2002-17 Stran: 6

Slika 4: Primer ES izjave o skladnosti in Slovenskega tehničnega soglasja

### 3. PREVERJANJE CERTIFIKATOV IN IZJAV O SKLADNOSTI

Preverjanje certifikatov in izjav o skladnosti je le eden od korakov na poti do zagotavljanja požarne varnosti v objektu. Običajno je preverjanje certifikatov in izjav o skladnosti vezano na izkaz požarne varnosti, ki ga ob koncu gradnje izpolni PI (pooblaščen inženiri) požarne varnosti.

Vsa vgrajena oprema mora imeti ustrezne certifikate, sistem pa morajo pregledati pooblaščen tehnični pregledniki, ki izdajo ustrezno potrdilo o brezhibnem delovanju sistema in krmiljenj.

Vsem v izkazu navedenim in izvedenim ukrepom požarne zaščite je treba glede na vrsto ukrepa priložiti tudi:

- potrdilo o brezhibnem delovanju, ki ga lahko izdajo samo pooblaščen družbe za izvajanje pregledov v smislu Zakona o varstvu pred požarom in Pravilnika o nadzoru vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite,
- ustrezen certifikat in izjavo o skladnosti.

Potrdilo o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite je treba pridobiti za vsako vrsto vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite. Veljavnost potrdil je 3 leta (podrobneje opredeljeno v *Pravilniku o nadzoru vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite*).

Zavezanec po tem pravilniku je investitor, lastnik, uporabnik ali upravljavec stanovanjskih, poslovnih in industrijskih objektov, v katerih mora biti, skladno s predpisi o graditvi objektov, vgrajen en ali več sistemov aktivne požarne zaščite in za katere mora pridobiti potrdilo o brezhibnem delovanju.

Potrdilo o brezhibnem delovanju je treba pridobiti za:

- novovgrajene oziroma rekonstruirane sisteme aktivne požarne zaščite,
- spremenjene ali zamenjane vgrajene sisteme aktivne požarne zaščite,
- razširjene sisteme aktivne požarne zaščite in to za del, ki je na novo vgrajen, če deluje samostojno oziroma za celotni sistem, če razširjeni sistem ne deluje samostojno,
- vgrajen sistem aktivne požarne zaščite, če je bil sistem aktiviran in ni bil vzpostavljen v prvotno stanje v treh dneh po aktiviranju.

Investitor mora v primerih iz prve alineje prejšnjega odstavka v skladu s predpisi o graditvi objektov kot sestavni del dokazila o zanesljivosti objekta priložiti tudi potrdilo o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite.

Šele ko proizvajalec opravi postopek ugotavljanja skladnosti in izdela tehnično dokumentacijo kot dokaz skladnosti, sme in mora izdati t.i. »izjavo o skladnosti«.

To nalogo opravi proizvajalec sam ali pa njegov pooblaščen zastopnik v EU. Izjava je zaključni del postopka ugotavljanja skladnosti, ki je predviden za direktive novega pristopa.

Izjava mora vsebovati vse potrebne informacije o direktivah, o proizvajalcu, o njegovem zastopniku, priglašnem organu (če je bil vključen v postopek), o proizvodu, o harmoniziranih standardih in drugih normativnih dokumentih.

## 4. PREGLEDI VGRADNJE SISTEMOV APZ

Zadnje stanje ukrepov požarne varnosti je preveritev vgradnje naprav APZ – aktivne požarne zaščite. Za to obstajajo posebna pooblastila po *Pravilniku o nadzoru vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite*, kamor sodijo:

- sistemi za odkrivanje in javljanje požara;
- sistemi za odkrivanje in javljanje gorljivih plinov ali par v zraku;
- sistemi za nadzor dima in toplote;
- gasilni sistemi s tekočim, plinastim ali z drugim gasilom;
- varnostna razsvetljava;
- drugi sistemi aktivne požarne zaščite.

Trenutno je v RS 13 preglednikov sistemov APZ:

Zap. št.	Izvajalec	Št. in datum pooblastila	Veljavnost pooblastila
1.	BUREAU VERITAS d. o. o. Linhartova 49 A, 1000 LJUBLJANA	8450-35/2011-12 22. 4. 2016	22. 4. 2021
2.	CERTING d. o. o. Ižanska cesta 412 B, 1000 LJUBLJANA	8450-35/2014-11 18. 4. 2019	18. 4. 2024
3.	EKOSYSTEM d. o. o. Špelina ulica 1, 2000 MARIBOR	8450-95/2011-7 1. 9. 2016	1. 9. 2021
4.	ELITA I.B., d. o. o. Kosovelova 4 b, 6210 SEŽANA	8450-122/2012-4 27. 3. 2017	27. 3. 2022
5.	IVD Maribor p. o. Valvasorjeva ulica 73, 2000 MARIBOR	8450-64/2015-3 23. 12. 2015	22. 12. 2020
6.	KOMPLAST, d. o. o. Tržaška cesta 511, 1355 BREZOVICA PRI LJUBLJANI	8450-25/2013-6 19. 10. 2018	19. 10. 2023
7.	KOVA, d. o. o. Opekarska cesta 15 d, 3000 CELJE	8450-169/2011-14 17. 2. 2017	6. 1. 2022
8.	PHARMREG, REGULATORNE STORITVE, d. o. o. Pod jelšami 38, 1000 LJUBLJANA	8450-25/2017-18 20. 6. 2017	24. 4. 2022
9.	POŽARNA VARNOST Jeromel Gorazd s. p. Na postajo 24, 2250 PTUJ	8450-149/2011-43 30. 8. 2017	15. 12. 2021
10.	PROTR, d. o. o. Gradnikova cesta 4, 4240 RADOVLJICA	8450-68/2015-3 23. 12. 2015	1. 12. 2020
11.	TATUM IGNIS, Marko Kastelic s. p. Stična 35 b, 1295 IVANČNA GORICA	8450-55/2013-9 13. 9. 2019	4. 4. 2023
12.	V.E.P.T. Rakičan d. o. o. Rakičan, Tomšičeva ulica 20, 9000 MURSKA SOBOTA	8450-174/2012-12 19. 6. 2017	19. 6. 2022
13.	ZAVOD ZA VARSTVO PRI DELU d. o. o. Chengdujska cesta 25, 1260 LJUBLJANA – POLJE	8450-62/2011-22 13. 9. 2019	5. 4. 2024

# IV. Poglavje

## NAČRTOVANJE UKREPOV POŽARNE VARNOSTI

### 1. OPIS ZASNOVE OBJEKTA

Za odločitev, katera smernica ali predpis, ki se nanaša na požarno varnost objekta, je prava, je že v startu pomembno, da se seznanimo s **projektno nalogo** investitorja, kjer so podani bistveni cilji glede končne uporabe objekta. Odkar projektna naloga ni več obvezni sestavni del PGD, se na njo velikokrat pozablja in tako projektant v bistvu že od začetka ne ve, katerim ciljem naj sledi. In zadeva se še dodatno zaplete, ko se v skupini pojavi pooblaščen inženir požarne varnosti, ki ima glede funkcioniranja bodočega objekta še dodatne specifične zahteve oz. vprašanja. Tako kakor ne moremo narediti mosta čez Dravo le na osnovi arhitekturne ideje brez poprejšnjih in vmesnih statičnih izračunov gradbenega inženirja, tako tudi ne moremo zasnovati oblike in namembnosti ter velikosti požarnih sektorjev brez izračunov in odločitev pooblaščenega inženirja požarne varnosti. Vendar se to zanemarija. In ker se v splošnem pooblaščen inženir požarne varnosti prepozno vključi v postopek načrtovanja, je velikokrat že prepozno za pravi pristop oblikovanja objekta in se zato v nadaljevanju le še iščejo kompromisi glede na že sprojektirano stanje. Ko govorimo o novih evakuacijskih stopniščih ali velikostih požarnih sektorjev ali napravah za odvod dima in toplote, te zahteve močno posežejo v arhitekturo stavbe in ponavadi spremenijo prvotni koncept arhitekta, kar povzroči slabo voljo pri investitorju in podaljša roke načrtovanja oz. zaradi »lovljenja rokov« zmanjša kvaliteto rešitev.

Če bi se odg. vodja projekta, ki je za večino stavb arhitekt, že od začetka zavedal, da je požarna varnost izredno bistvena za sam koncept arhitekturne rešitve, bi pooblaščen inženir požarne varnosti zagotovo že veliko prej vključil v svoje delo.

Za opis zasnove objekta se mora definirati tole:

- lokacija objekta,
- velikost objekta,
- namembnost objekta,
- predvideni gradbeni proizvodi,
- seznam in opis požarno nevarnih prostorov, naprav in opravil,
- možnosti za gasilsko intervencijo, dovozi, dostopi in sredstva za gašenje ter
- način izpolnjevanja zahtev Pravilnika o požarni varnosti v stavbah.

## 1.1 Lokacija objekta

Lokacija objekta je ponavadi ob pričetku izdelave načrta požarne varnosti že definirana, saj je zmerom že prej izdelana IDZ arhitekture kot podlaga za pridobivanje projektnih pogojev oziroma je obravnavana gradnja del zazidalnega ali lokacijskega načrta, ki že vsebuje tudi umestitev name-ravane gradnje v prostor. Predvsem je pomembno, da se že ob snovanju objekta predvidijo dostop-i in dovozi za gasilsko intervencijo, saj je to kasneje zelo težko »vriniti« v načrte okolja.

Še posebej pozorni moramo biti pri **odmikih** obravnavanega objekta od sosednjih zemljišč, saj gre za zahtevane minimalne odmike od sosednjega zemljišča oz. namišljene referenčne meje, ka-kor to določajo požarne smernice. Več o odmikih je razloženo v posebnem poglavju.

Glede na lokacijo objekta je treba pridobiti ustrezno **oceno požarne ogroženosti**, ki jo mora izde-lati pooblaščen inženir požarne varnosti.

## 1.2 Velikost objekta

Določijo se tlorisni in višinski gabariti objekta ter način izvedbe (montažna ali masivna gradnja). Že iz tlorisne površine in zasnove izhajajo prve zahteve glede dolžin evakuacijskih poti in evakuacij-skih stopnišč. Predvsem stopnišča lahko kasneje precej vplivajo na zasnovo arhitekture, saj morajo biti požarno ločena od hodnikov in ostalih prostorov etaže.

Mnogokrat poskuša investitor ob podpori odg. vodje projekta objekt razdeliti na več stavb, kar po-sledično pomeni, da se območja objekta ne obravnava v celoti. Takšen pristop je napačen, obrav-navati se mora celotni objekt v celoti.

**In kdaj del objekta tvori funkcionalno celoto z drugim delom objekta?** Odgovor na to vpraša-nje v praksi ni preprost in je predvsem odvisen od odločitve odg. vodje projekta. Zagotovo se ne sme npr. izločiti podzemnih garaž, nad katerimi se gradi stanovanjski ali poslovni del, saj parkirna mesta in garaže predstavljajo funkcionalni del stanovanjskega ali poslovnega dela objekta, ker je pogoj za pridobitev gradbenega dovoljenja za neko dejavnost tudi zagotovitev ustreznega števila parkirnih mest. Torej predstavljajo v takih primerih podzemne etaže funkcionalno celoto z nadze-mnim delom. Glede statike je to verjetno vsakomur jasno, saj zgornji del stavbe ne more stati brez ustrezno dimenzioniranega spodnjega dela kletnih etaž, pri požarni varnosti pa se mnogokrat po-zablja, da se mora tudi požarno varnost obravnavati celovito.

### 1.3 Namembnost objekta

Definiranje namembnosti objekta je zelo pomembno, saj pomeni klasifikacijo objekta glede na *Uredbo o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o določitvi objektov državnega pomena*. Ta klasifikacija je sicer že podana v vodilni mapi, vendar pa je treba znotraj te »generalne« klasifikacije določiti še namembnosti posameznih prostorov, predvsem tistih, ki lahko povzročijo dodatno požarno ogroženost v objektu. Zato je treba opisati posamezne prostore po etažah objekta.

V skladu s 5. členom prej omenjene uredbe se objekti razvrščajo glede na pretežni namen uporabe, enota razvrščanja je posamezni objekt kot celota. Kadar gre za funkcionalno zaokroženo območje, na katerem se nahaja več med seboj povezanih stavb oziroma gradbenih inženirskih objektov, je treba vsakega od teh objektov razvrstiti kot ločeno enoto. Kadar gre za večnamenski objekt, ga je treba razvrstiti kot eno klasifikacijsko enoto po njegovem pretežnem namenu. Pri ugotavljanju pretežnega namena je treba ugotoviti, kolikšne deleže uporabne površine celotnega objekta zavzemajo posamezni deli objekta, ki imajo isti namen. Po opredelitvi namenskosti posameznih delov objekta je treba celoten objekt razvrstiti po CC-SI, od najvišje ravni objekta do najnižje ravni objekta, tako da se najprej ugotovi področje, nato oddelek, skupina, razred in podrazred, v katerega sodi objekt.

V okviru namembnosti pa je treba tudi zapisati glavne **obremenitve oz. kapacitete** objekta, npr.:

- maksimalno število zaposlenih,
- maksimalno število obiskovalcev,
- število parkirni mest.

Iz teh vhodnih podatkov se nato projektirajo širine evakuacijskih poti, števila evakuacijskih stopnišč, velikosti dimnih in požarnih sektorjev itd.



## 1.4 Predvideni in že vgrajeni gradbeni proizvodi

Če gre za novogradnjo, se opisuje le gradbene proizvode, ki v naravi še ne obstajajo. V primeru rekonstrukcije ali spremembe namembnosti pa je zelo pomembno, da se obstoječi gradbeni proizvodi ocenijo glede na požarne lastnosti (požarna odpornost, nosilnost in celovitost v primeru požara). Pri tem ne gre le za statično nosilne elemente, temveč tudi za že obstoječe prezračevalne kanale, električne kable in police, notranje hidrantno omrežje, obstoječe stabilne gasilne naprave ipd.

Ko se podaja oceno požarnih lastnosti, je treba nedvoumno zapisati, iz kakšnega materiala so obstoječi gradbeni proizvodi. Kadar se tega ne da ugotoviti na osnovi ogleda, mora ustrezne preglede opraviti pooblaščen strokovnjak in pridobiti je treba mnenje npr. o požarni odpornosti nosilne ali ločilne konstrukcije. Če so požarne karakteristike določenega gradbenega elementa manjše od novih zahtev, je treba izvesti dodatne ukrepe, denimo požarne premaze, požarne obloge, dodatne konstrukcije ali pa zamenjavo dela konstrukcije in novogradnjo. Zagotovo pa ni dovolj, da le izdelovalec načrta požarne varnosti »na oko« oceni, da gre npr. za požarno odpornost REI 90 in da je obstoječa konstrukcija ustrezna.

## 1.5 Seznam in opis požarno nevarnih prostorov, naprav in opravil

Vsaka dejavnost je lahko tudi vzrok za nastanek požara. Včasih lahko že majhna nepazljivost povzroči požar ali eksplozijo. Ker pa so določene dejavnosti požarno bolj nevarne od drugih, je treba na te še posebej opozoriti in jih omejiti.

Na nevarnost za nastanek in intenziteto oz. jakost požara v splošnem vplivajo naslednji faktorji:

- požarna obremenitev, ki je odvisna od količine in vrste gorljivih snovi,
- požarne lastnosti gorljivih materialov kot so vnetljivost, temperatura vžiga, hitrost širjenja plamena po površini, hitrost sproščanja toplote, mejne koncentracije vnetljivosti in eksplozivnosti,
- površine gorljivih materialov,
- dovod zraka in
- odvajanje toplote iz prostora.

Pri trdnih in tekočih snoveh se požar lahko začne samo na ali ob površini snovi. Materiali, kot sta tekstil in penjena plastika, imajo veliko specifično površino, zato se hitreje vžgejo in raje gorijo.

Gorljivi materiali prosto gorijo v normalni atmosferi zraka, ki vsebuje 21 vol. % kisika. Toda pri gorenju se kisik porablja. Če pade vsebnost kisika pod 16 vol. %, koncentracija v večini primerov ne zadošča za nadaljnje gorenje

Nekatere snovi omogočajo gorenje tudi v odsotnosti atmosferskega kisika. Te snovi so znane pod imenom oksidanti.

Na hitrost gorenja poleg lastnosti materialov vpliva tudi prezračevanje oz. dovod svežega zraka. Če ni dovolj svežega zraka, potem dovod zraka oz. ventilacija določa potek požara. Pri požarih, kjer je dovolj svežega zraka, pa potek požara določajo požarne lastnosti materialov in lastnosti obodnih konstrukcijskih materialov. Za požare, pri katerih dovod zraka določa hitrost gorenja, je značilen počasnejši dvig temperature, nižje temperature, predčasno zmanjšanje intenzitete in pogosto tudi ugasitev. Toplotne lastnosti (npr. toplotna kapaciteta in toplotna prevodnost) obodnih gradbenih elementov vplivajo na to, koliko pri požaru sproščene toplote bodo absorbirali obodni elementi in koliko toplote bo odvedene iz prostora v okolico, ter tako vplivajo na temperaturo v prostoru in na hitrost gorenja.

Na potek požara lahko vplivajo tudi vse odprtine (vertikalne in horizontalne), ki v primeru požara omogočajo odvajanje vročih dimnih plinov iz prostora v okolico. Zaradi tega se znižuje temperatura v prostoru, kar ima za posledico tudi manjše poškodbe gradbenih elementov in ostale opreme v prostoru.

Na širjenje požara po objektu in med objekti vplivajo:

- geometrija prostorov,
- notranje obloge,
- gradbeni materiali,
- odprtine in mesta z nizko požarno odpornostjo,
- povezave med požarnimi sektorji,
- število nadstropij in
- lokacija objekta glede na druge objekte.

Na širjenje požara v prostoru nastanka vplivajo predvsem požarne lastnosti obložnih materialov (stropa, sten in poda) in elementov notranje opreme (pohištvo, zavese ipd).

Na širjenje požara po objektu poleg požarne odpornosti konstrukcijskih in zapornih elementov vplivajo požarne lastnosti (gorljivost, vnetljivost, širjenje plamena) konstrukcijskih in obložnih materialov, iz katerih so izvedene horizontalne in vertikalne povezave, kot so npr. hodniki, stopnišča, jaški dvigal, prezračevalni kanali, kanali in prehodi električnih napeljav in ostalih napeljav, ter požarne lastnosti fasadnih obložnih materialov (prenos požara po fasadi).

Na širjenje požara z objekta na objekt pa poleg odmika in velikosti okenskih površin vplivajo tudi požarne lastnosti obložnih fasadnih elementov in strešne kritine (gorljivost, vnetljivost na leteči ogenj ipd.).

Glede na naravo gorljivih materialov je moč pričakovati dve vrsti požarov:

- površinski požar
- globinski požar.

Pri površinskem požaru gre za gorenje s plamenom, gorenje s pirolizo ali neposredno zgorevanje na površini.

Pri požarih, kjer poteka gorenje s plamenom, ločimo t.i. začetna in sekundarna goriva.

Pri začetnih gorivih je pomembno:

Agregatno stanje goriva – goriva so lahko v trdnem, tekočem ali plinastem stanju. Agregatno stanje vpliva na lastnosti gorenja. Pri plinastem stanju je hitrost gorenja največja.

Vrsta in količina goriva – razvoj in trajanje požara sta odvisna od vrste in količine goriva. Zato se pomembne požarne ločitve, redno čiščenja ter ločitev posameznih vrst goriv.

Oblika goriva – geometrijske lastnosti goriva vplivajo na razvoj požara in na hitrost sproščanja toplote. Geometrija vpliva na dostop zraka in s tem na hitrost gorenja.

Položaj goriva – položaj goriva (ob steni, v kotu, na odprtem ali pod stropom itd.) vpliva na razvoj požara.

Hitrost sproščanja toplote – količina toplote, ki se sprošča ob gorenju je odvisna od toplotne vrednosti gorljivih materialov, hitrosti zgorevanja goriva, hitrosti izgube mase, toplotnega toka in učinkovitosti gorenja.

Hitrost širjenja požara – razvoj požara je časovno pogojen. Požar se širi različno hitro, kar je predvsem odvisno od vrste ter oblike goriva in dostopa zraka. Hitrejši razvoj požara pomeni hitrejši dvig temperature in nastajanja produktov gorenja.

Nastajanje produktov gorenja – Od vrste goriv in načina izgorevanja je odvisna količina produktov gorenja (dim, CO, CO<sub>2</sub> itd.). Produkti gorenja ne vplivajo samo na varnost ljudi v objektu, temveč vplivajo tudi na objekt sam. Na primer, pri gorenju električnih kablov nastali HCl lahko zaradi korozijskega delovanja poškoduje električno instalacijo in s tem povzroči prekinitev proizvodnega procesa v objektu.

V kolikor požar ni hitro in učinkovito odkrit in pogašen, preide gorenje na sekundarna goriva.

Sekundarna goriva omogočajo širjenje požara izven območja nastanka. Vžig sekundarnih goriv nastane zaradi širjenja s plamenom in prenosa toplote s sevanjem, kondukcijo ali konvekcijo.

Požari s pojavom plamena so intenzivni, se hitro širijo in imajo velik vpliv na objekt. Tako je v delih objekta, kjer je pričakovati gorenje s plamenom pomemben izbor ustreznega javljalnika požara (navadno plamenski javljalnik) in naprav za gašenje požarov (navadno stabilne naprave za gašenje s peno).

Od investitorja se pričakuje jasen opis tehnoloških postopkov, iz katerega izhajajo požarne nevarnosti.

Ne glede na tehnologijo pa so lahko viri požara zmeraj:

- energetski prostori,
- človeški faktor:
  - o nepravilna uporaba odprtega ognja,
  - o nepravilna uporaba električnih naprav in napeljav,
  - o vnašanje vnetljivih in eksplozivnih snovi,
  - o malomarnost in neupoštevanje navodil požarnega reda,
  - o kriminal in sabotaza,
- samovžigi vnetljivih snovi,
- eksplozije itd.

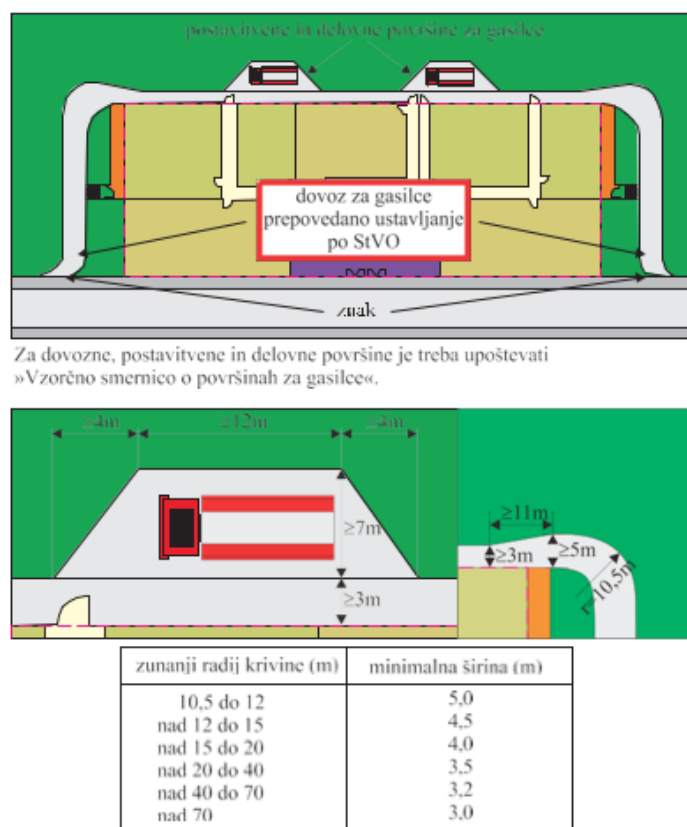
## 1.6 Možnosti za gasilsko intervencijo, dovozi, dostopi in sredstva za gašenje

Ob večjem požaru (lahko tudi zgolj prenosu podatkov na podlagi lažnega alarma) oz. na podlagi obvestila centra za obveščanje posredujejo na objektu tudi gasilci. Projektant mora tako med načrtovanjem požarnovarnostnih ukrepov zbrati/upoštevati tudi podatke o gasilski enoti. Med te podatke sodi informacija o *oddaljenosti obravnavanega objekta od najbližje osrednje gasilske enote* (po možnosti tudi od najbližje enote, ki opravlja javno gasilsko službo v požarnem okolju, kjer se nahaja obravnavani objekt) in podatke o *kategoriji gasilske enote* (ta določa opremljenost gasilske enote in število operativnih gasilcev). Iz pridobljenih podatkov o gasilski enoti izhajajo tudi določeni nadaljnji ukrepi, denimo opredelitev dostopnih in dovoznih poti, postavitvenih in delovnih površin za gasilska vozila ter izračuni po nekaterih standardih (odvod dima in toplote po DIN 18232, SIST EN 12101,...), kjer je dimenzioniranje naprav odvisno prav od predvidene hitrosti ukrepanja gasilcev. Za vsa gasilska vozila je treba zagotoviti dostopne in dovozne poti ter postavitvene in delovne površine, ki naj bodo v bližini obravnavanega objekta (kakor to določa standard SIST DIN 14090: 2005 Površine za gasilce na zemljišču – in smernica SZPV 206 – Površine za gasilce ob stavbah) z možnostjo dostopa okrog in okrog objekta, saj ne moremo vedeti, na kateri strani objekta bo za izvajanje taktičnih postopkov gasilske enote treba postavljati gasilska vozila. Le za manjše stavbe (eno ali dvostanovanjske stavbe) je dopustno, da se v primeru požara za intervencijske površine uporabijo kar javne ceste.

V smernici SZPV 206 so opisane tehnične podrobnosti površin za gasilce ob stavbah, kot jih določa TSG-1-001 Požarna varnost v stavbah. Glede na določila smernice SZPV 206 so površine za gasilce ob stavbah površine za intervencijski dostop gasilcev in gasilskih vozil od cest do stavb na parcelah namenjenih gradnji. Med površine za gasilce ob stavbah spadajo: dostopne poti za gasilce, dovozne poti za gasilska vozila, delovne površine za gasilska vozila in postavitvene površine za gasilska vozila. Dovozne poti morajo biti utrjene na najmanj 10 t osnega pritiska. Ustrezno nosilne morajo biti tudi gradbene konstrukcije (npr. konstrukcije kletnih etaž), po katerih so speljane te poti. Širina dovozne poti mora biti najmanj 3,5 m. Prečni naklon dovozne poti sme biti največ 5 %. Dovozna pot mora biti v zavoju razširjena.

Tako SIST DIN 14090 kot smernica SZPV 2016 definirata elemente dovoznih poti za gasilska vozila, dovoljene ovire, delovne in postavitvene površine za gasilska vozila, dostopne poti za gasilce ter označitev površin za gasilce ob stavbah. Projektant mora tako načrtovati tudi dostopne poti za gasilce. Najmanjša dovoljena svetla širina prehoda skozi stavbo ali ograjo na dostopni poti za gasilce je 1,2 m, najmanjša višina pa 2,1 m. Najmanjša svetla širina vrat ali podobne zožitve dostopne poti za gasilce je 0,9 m, najmanjša svetla višina pa 2,0 m.

Ob načrtovanju površin za gasilce naj se projektant posvetuje tudi z lokalno pristojno gasilsko enoto. Za gasilska vozila se uporabljajo osnovna osebna, kombinirana in tovorna vozila, ki morajo ustrezati predpisanim standardom za posamezno vrsto vozila. Karakteristike vozil so podane v Tipizaciji gasilskih vozil (zadnja izdaja dokumenta 26. September 2017), ki jo je izdala Gasilska zveza Slovenije.



**Slika 5:** Primer postavitvenih in dovoznih poti za gasilce po nemškem MBO MHHR

Med posredovanjem gasilcev v objektu je izrednega pomena tudi komunikacija. Komunikacija gasilcev poteka preko radijskih zvez sistema ZARE. Vsaka napadalna skupina v notranjem sektorju mora biti opremljena z vsaj eno radijsko postajo, naravnano na ustrezni matični (delovni) kanal. V primeru posredovanja v večjih podzemnih objektih je komunikacija gasilcev otežena ali povsem onemogočena. Ker je od učinkovite komunikacije odvisno tudi posredovanje gasilske enote, naj se projektant z lokalno pristojno gasilsko enoto pogovori o možnosti komunikacije gasilcev v času intervencije po objektu.

Ko se obravnava rekonstrukcija objekta, je treba opisati tudi vsa že obstoječa sredstva za gašenje obravnavanega objekta, saj se lahko novovgrajeni sistemi z njimi dopolnjujejo.

Primer postavitvenih in dovoznih poti za gasilce po nemškem MBO MHR je na *sliki 5*.

## 1.7 Način izpolnjevanja zahtev Pravilnika o požarni varnosti v stavbah

Bistvena odločitev investitorja, odg. vodje projekta in pooblaščen inženir požarne varnosti je, ali se bo objekt načrtoval po 7. ali po 8. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah.

»**Načrtovanje po 7. členu**« pomeni, da se bo stavba načrtovala v skladu s tehnično smernico TSG-1 in referenčnimi dokumenti, na katere se ta v uvodnem delu sklicuje. Določena pojasnila načrtovanja po 7. členu so že podana v prejšnjih poglavjih, nekatera pa tudi v uvodnem delu TSG-1. V splošnem TSG-1 določa gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseganje zahtev Pravilnika o požarni varnosti v stavbah in je sestavljena iz naslednjih delov:

- širjenje požara na sosednje objekte,
- nosilnost konstrukcije ter širjenje požara in dima po stavbah,
- evakuacijske poti in sistemi za javljanje in alarmiranje ter
- naprave za gašenje in dostop gasilcev.

Če so pri gradnji stavbe **v celoti** uporabljeni gradbeni ukrepi oziroma rešitve, navedeni v TSG-1 oziroma v dokumentih, na katere se ta sklicuje, velja domneva o skladnosti z zahtevami iz 3. do 6. člena tega pravilnika.

»**Načrtovanje po 8. členu**« pa pomeni, da se pri projektiranju in gradnji stavbe smejo namesto ukrepov, navedenih TSG-1, uporabiti ali

- ukrepi iz drugih standardov, tehničnih smernic, tehničnih specifikacij, kodeksov uveljavljenega ravnanja ali drugih dokumentov, ki določajo požarnovarnostne ukrepe v smislu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah ali
- ukrepi, ki temeljijo na izračunih v okviru metod požarnega inženirstva.

Ti ukrepi tako pomenijo uporabo »**zadnjega stanja gradbene tehnike**« v skladu v ZGO. V sklopu določil je tudi določeno, da je treba s projektiranjem po zadnjem stanju gradbene tehnike **zagotoviti vsaj enako stopnjo varnosti pred požarom, kakor s projektiranjem po TSG-1**. V praksi se to zelo težko dokaže, še posebej ko se pridobiva požarno soglasje, saj je v bistvu skoraj nemogoče s projektiranjem po neki drugi smernici določiti povsem enako stopnjo varnosti pred požarom, kakor je že določena v TSG-1. Zato se projektiranje po 8. členu zelo redko uporablja, še redkeje pa izračuni v okviru metod požarnega inženirstva, saj ni ne ustreznih kriterijev ne znanja. Ko bo zakonodajalec določil merila, po katerih se meri »stopnja varstva pred požarom« po različnih smernicah ali predpisih, bo takšno projektiranje šele dobilo smisel.

## 1.8 Sistemi aktivne požarne zaščite v domačem okolju

Medtem, ko so zahteve za tehnične in organizacijske ukrepe v večjih stavbah (razen eno in dvostanovanjskih stavbah) regulirane s predpisi, pa posebnih normativnih zahtev za ureditev varstva pred požarom v eno in dvostanovanjskih stavbah ni. To seveda ne velja v primeru, ko so v eno in dvostanovanjskih hišah nastanjeni pravni subjekti – podjetja. Poglavje, ki sledi se nanaša predvsem na ukrepe varstva pred požarom v domačem okolju – okolju individualne stanovanjske hiše in večstanovanjskega objekta.

Statistični podatki navajajo, da:

- okoli 60 % požarov nastane v domačem okolju,
- je okoli 70 % smrtnih žrtev zaradi požarov v domačem okolju in da
- nastane  $\frac{1}{4}$  požarov v domačem okolju med 22 in 6 uro zjutraj.

Med pomembnimi vzroki za nastanek požarov v domačem okolju so:

- premična grelna telesa (v glavnem od decembra do februarja),
- cigaretni ogorki (povzročijo ca. 25 % požarov s smrtnimi žrtvami),
- alkoholizem (ocena: povzroči ca. 40 % požarov s smrtnimi žrtvami).

V zimskem času nastane veliko požarov v stanovanjskih objektih tudi zaradi slabo vzdrževanih dimovodnih naprav, prižganih svečk okoli novega leta ter uporabe svečk in kresničk na suhih novoletnih jelkah.

Najpogostejši VZROKI požarov v domačem okolju so:

- nepazljivost pri uporabi električnih in grelnih naprav (električnih blazin, kaloriferjev, likalnikov, peči itn.), njihova dotrajanost, poškodovana in preobremenjena električna napeljava itn.,
- kajenje v postelji,
- neočiščeni in slabo vzdrževani dimniki,
- nepazljiva uporaba sveč.



**Slika 6:** Gorljive snovi (npr. papir) ne sodijo v bližino opekača

Eden od pomembnih vzrokov za nastanek požarov v domačem okolju je elektrika. Omeniti velja dva glavna vzroka za nastanek požara zaradi elektrike: pregrevanje električne napeljave in naprav ter statično elektriko. Najpogosteje je vzrok za nastanek požara zaradi elektrike pregrevanje električnih napeljav in naprav. Razlog za pregrevanje je v preobremenjenosti omrežja, okvarah ali slabem vzdrževanju naprav in kratkem stiku.

Med razlogi za preobremenjenost omrežja je potrebno izpostaviti preveliko število potrošnikov, priklopljenih na enem vodniku ali varovalki. Če moč potrošnikov presega zmogljivosti vodnika, ki jo določimo s produktom napetosti in toka, se bo to odrazilo v povečanju upornosti v vodniku in s tem segrevanju vodnika in izolacije. Enak učinek bo dosežen tudi, če bo glede na dimenzije vodnikov izbrana neustrezna varovalka (varovalka z previsoko amperažo ali doma popravljena varovalka). Povečana upornost v vodniku sprošča toploto in segreva vodnik, izolacijo in okolico. Do pregretja v vodnikih pride lahko pri dolgem podaljšku, kjer se upornost in s tem tudi segrevanje z dolžino kabla povečuje.

Ker električni vodniki pogosto potekajo po gorljivih materialih (lesena ostrešja, lesene obloge, gorljiva izolacija) je stik pregretega vodnika z okolico lahko razlog za nastanek požara. Vodniki so lahko obloženi z debelo oblogo prahu ali pokriti z gorljivimi materiali.

Med preventivni ukrepi za zmanjšanje nevarnosti požarov zaradi elektrike spadajo:

- pravilno izvedena elektro-inštalacijska dela v objektih,
- pravilno dimenzioniranje,
- uporabo zaščitnih elementov, kot so temperaturne varovalke in tokovna stikala,
- izbor in uporabo ustreznih (delujočih) porabnikov,
- strelovodno zaščito in
- aktivno požarno varnost z namestitvijo požarnega odkrivanja in javljanja.



Pri izvajanju požarne preventive zaradi elektrike je potrebno skrb nameniti predvsem električni napeljavi. Govorimo o kabljih, ki so lahko zaradi uporabe ali starosti poškodovani. Nikoli ne uporabljajte električnih kablov z razpokano izolacijo. Osnovni znaki, da je z električno napeljavo lahko nekaj narobe so:

- bliskanje v stikalu ali vtiču ob vklopu potrošnika kaže na preobremenjeno napeljavo ali slab stik,
- iskrenje ob vtiču je znak slabega stika,
- vroč električni kabel je lahko znak preobremenjene ali poškodovane napeljave (kabel je glede na obremenitve premajhnih dimenzij),
- večkrat zapovrstjo pregorela varovalka je lahko znak okvare na porabniku.

Pozorni morate biti tudi na pregrevanje kablov in ožgana mesta v vtičnicah in na vtičih.

Požaru v domačem okolju se lahko ob upoštevanju preventivnih ukrepov izognemo. S pravilnim ukrepanjem lahko ob že nastalem požaru preprečimo večjo škodo na objektu in poškodbe na ljudeh.

Med pomembne preventivne ukrepe v domačem okolju spadajo nekateri tehnični in gradbeni ukrepi, kot so:

- ločitve v požarne sektorje,
- požarni alarmi,
- gasilniki,
- vgrajene naprave za gašenje - stanovanjski šprinkler (vgrajena naprava za gašenje z vodo).
- organizacijski ukrepi:
- odmiki gorljivih snovi od virov vžiga,
- čiščenje in vzdrževanje objektov,
- ločevanje virov vžiga od gorljivih snovi,
- urejenost evakuacijskih poti.

V predhodnih poglavjih je že bilo zapisano, kaj so aktivni ali tehnični in pasivni ali gradbeni ukrepi na področju varstva pred požarom. Med aktivne ukrepe prištevamo ukrepe za odkrivanje, javljanje in alarmiranje, gašenje požarov, varnostno razsvetljava ipd. Med pasivne ukrepe prištevamo gradbene elemente, ločitev objekta na požarne sektorje.

### **Ločitev v požarne sektorje**

Pomemben gradbeni ukrep v domačem okolju je ločitev v požarne sektorje. V primeru novih objektov zahteve za ločitve postavlja projektant požarne varnosti. Običajna zahteva je ločitev kurilnice v požarni sektor. Zahteva je smiselna tudi v primeru obstoječih objektov. Prav kurilnice s pečmi na trda in tekoča goriva (tudi plinasta goriva) so mesta, kjer v objektu lahko nastane požar.



**Slika 7:** Požarna vrata

## Požarni alarmi

Pomemben tehnični ali ukrep aktivne požarne zaščite v domačem okolju je t.i. požarni alarm. Gre za vrsto požarnega javljalnika – naprave ki odkriva produkte, ki nastajajo med gorenjem, ki ima v telesu naprave vgrajeno tudi sireno za obveščanje. Napravo običajno napaja 9V baterija.



**Slika 8:** Požarni alarm

Požarni javljalniki na splošno spadajo med elemente tehnične požarne zaščite (ti. aktivna požarna zaščita). Njihovo delovanje mora biti takšno, da čimprej odkrijejo produkte zgorevanja (dim, toploto, svetlobo) in tako opozorijo na morebiten požar, saj lahko s hitrim in učinkovitim reagiranjem zmanjšamo škodo, ki nastane zaradi požara ali celo preprečimo tragedijo. Glede na medij, ki ga zaznavajo tako ločimo dimne, toplotne in plamenske javljalnike ter javljalnike, ki zaznavajo nekatere stranske produkte gorenja, kot npr. CO, iskre itd.

Požarni alarm služi torej:

- odkrivanju začetnih požarov,
- obveščanju in alarmiranju.

Pri nas je moč požarne alarme kupiti v vseh večjih trgovinah s tehničnim blagom.

V stanovanju nameščamo požarne alarme na strop nekaterih prostorov, kot so spalnice, otroške sobe ipd.



**Slika 9:** Mesta za nameščanje požarnih alarmov

Požarnih alarmov ne nameščamo v kote prostorov, saj dim kot najkasneje doseže. Prav tako požarnih alarmov ne nameščamo v bližino štedilnikov. Senzor dima v požarnem alarmu je namreč zelo občutljiv na pojav dimnih delcev. To seveda pomeni, da bo javljalik piskal tudi ob vsaki peki palačink, odprtju pečice, kjer se npr. peče meso ipd.

Požarni alarmi ne rabijo posebnega vzdrževanja, redno pa je treba menjati baterijo (enkrat letno).

## Gasilniki

Za požarno varnost v domačem okolju je zelo pomembna tudi namestitev ustreznega gasilnika.

Predlog namestitve gasilnikov v domačem okolju:

- najmanj en gasilnik na prašek ABC z 6 EG (smiselna je tudi namestitev najmanj enega gasilnika na vodo ali peno), priporočeno tudi vsaj 1 gasilnik na CO<sub>2</sub>,
- gospodarsko poslopje – vsaj 1 gasilnik na prašek ABC z 6 EG
- vikend – vsaj 1 gasilnik na prašek ABC z 6 EG
- kurilnica, garaža ali manjša delavnica – vsaj 1 gasilnik na prašek ABC z 6 EG.

Pri izbiri za doma primerne gasilnika lahko pred nakupom svetujejo gasilci, prodajalci ali proizvajalci.

Gasilnik naj bo nameščen na vidnem in dostopnem mestu v bližini izhodnih vrat. Gasilnike je treba pregledovati in vzdrževati v predpisanih rokih.

## 2. OPIS DEJAVNOSTI ALI TEHNOLOŠKIH PROCESOV, KI BODO POTEKALI V OBJEKTU

Opiše se dejavnost oziroma tehnološki proces, ki bo potekal v objektu, kar deloma že izvira iz same namembnosti objekta. Določene dejavnosti so preproste in jih vsi vsak dan uporabljamo, npr. parkiranje osebnih vozil v parkirni hiši ali bivanje v stanovanju. Večino poslovnih in industrijskih dejavnosti pa je treba že pred izdelavo načrta požarne varnosti podrobno opisati, saj projektant po GZ praviloma ni seznanjen z vsemi možnimi dejavnostmi, ki se pojavljajo na trgu. Kar pa ne pomeni, da ne more ob ustrezni podpori **tehnološkega načrta** in ustreznega tehnologa načrtovati stavbe. Za načrtovanje požarne varnosti ne more biti pogoj, da si strokovnjak s področja neke tehnologije, ampak da pred izdelavo načrta požarne varnosti od investitorja ali odg. vodje projekta prejmeš ustrezni tehnološki načrt in varnostne liste vseh snovi, ki se bodo v procesu uporabile. Iz lastnosti teh snovi pa se nato načrtujejo požarni ukrepi za določeno dejavnost.

Pri večini poslovnih, trgovskih ali industrijskih namembnosti se kaj rado pozabi na tehnološke načrte. Odg. vodje projektov za stavbe so večinoma arhitekti. Arhitekt je npr. prepričan, da za prodajalno, recimo, ne potrebuje tehnološkega načrta. V resnici pa spregleda, da je v prodajalni tudi pečica za peko mesa, kar je danes skoraj obvezna dejavnost vseh večjih prodajaln z živili; ta pa bistveno vpliva na požarno varnost celotne stavbe. Takšna pečica mora namreč skoraj praviloma imeti svojo napo in svojo stabilno napravo za gašenje, kar mora določiti pooblaščen inženir požarne varnosti. Problem pa nastane že v trenutku, ko niti v projektni nalogi niti v načrtu arhitekture ni nikjer omenjena takšna pečica, v načrtu PZI pa se kar naenkrat pojavi brez vednosti pooblaščenega inženirja požarne varnosti. In prav takšne pečice in razne kuhinje (čajne kuhinje, razdelilne kuhinje...) so največkrat viri vžiga, kjer priprava hrane ni glavna dejavnost in se na sam proces pozabi. In ker ni tehnološkega načrta, se praviloma tudi ne načrtuje požarnih ukrepov za takšne dejavnosti.

Ko je predmet obdelave industrijski objekt, pa je večini projektantov jasno, da je tehnološki načrt nujno potreben in takrat je prej opisanih težav manj, saj je snovanje objekta pravzaprav povsem podrejeno izbrani tehnologiji, ki pa jo investitor praviloma zelo dobro pozna in daje pooblaščenemu inženirju požarne varnosti na voljo vse potrebne podatke o nevarnostih uporabljenih materialov in snovi ter tehnološkem procesu. V nekaterih procesih obstajajo nevarnosti eksplozij, zato se izdeluje še poseben »**Elaborat eksplozijske zaščite**«, ki je prav tako eden vhodnih parametrov za načrtovanje načrta požarne varnosti.

**Šele dobro poznavanje dejavnosti oz. tehnološkega procesa omogoča pooblaščenemu inženirju požarne varnosti, da ukrepe požarne varnosti pravilno načrtuje.** Nesmiselno je zmeraj predvideti »vse možne« ukrepe požarne zaščite, saj to predvsem za velike in kompleksne objekte nikoli ni racionalno in ekonomsko upravičeno ter ne upravičuje svojega namena. Na prvem mestu je varovanje življenj ljudi, šele na drugem varovanje premoženja, kjer je večji poudarek na varovanju sosedovega premoženja in ne toliko lastnega, razen seveda ko gre za javne objekte, kjer je tudi varovanje premoženja ena od bistvenih zahtev.

## 2.1 Gorljive in vnetljive tekočine

Gorljive in vnetljive tekočine predstavljajo zaradi pogostnosti in količine veliko požarno nevarnost. V Sloveniji predstavljajo gorljive in vnetljive tekočine okrog 80 % vseh nevarnih snovi, ki se jih bodisi proizvaja, skladišči ali transportira po cestah, železnici, morju ali zraku. Nevarnost, ki izhaja iz uporabe gorljivih in vnetljivih tekočin, je odvisna od lastnosti gorljivih in vnetljivih tekočin, kamor sodi npr. temperatura plamenišča.

Na splošno lahko rečemo, da je nevarnost zaradi gorljive in vnetljive tekočine prisotna, če so izpolnjeni naslednji pogoji:

- prisotnost vnetljive ali gorljive snovi
- toplota
- obstoj potencialnih virov vžiga
- prisotnost kisika
- prisotnost snovi pod tlakom.

Glede na določila Zakona o kemikalijah (Ur. list RS, št. 110/03), delimo kemikalije, kamor sodijo tudi gorljive in vnetljive tekočine na:

- zelo lahko vnetljive kemikalije, to so tekoče kemikalije z izredno nizkim plameniščem in nizkim vreliščem ter plinaste kemikalije, ki so vnetljive v stiku z zrakom pri navadni temperaturi in tlaku;
- lahko vnetljive kemikalije, ki so:
  - o kemikalije, ki se v stiku z zrakom lahko segrejejo in same po sebi vnamejo že pri navadni temperaturi in tlaku brez dovajanja zunanje energije,
  - o trdne kemikalije, ki se lahko hitro vnamejo že po kratkotrajnem stiku z virom vžiga in odtlej gorijo ter se porabljujejo tudi po odstranitvi tega vira,
  - o tekoče kemikalije, ki imajo zelo nizko plamenišče,
  - o kemikalije, ki lahko v stiku z vodo ali njeno paro v nevarnih količinah sproščajo lahko vnetljive pline;
- vnetljive kemikalije, to so kemikalije, ki imajo nizko plamenišče;

Najpogosteje je v uporabi delitev gorljivih in vnetljivih tekočin po **standardu (npr. po JUS Z. CO.007)**, kjer se te delijo glede na temperaturo plamenišča v dve skupini (podobno delitev ima tudi smernica NFPA 30):

1. **lahko vnetljive tekočine**, ki imajo tlak pod 3 bari in plamenišče pod 38 °C. Lahko vnetljive tekočine so tekočine **I. skupine**, ki se glede na plamenišče in vrelišče delijo na 3 podskupine:
  - **IA podskupina** – tekočine s plameniščem pod 23 °C in temperaturo vrelišča pod 38 °C
  - **IB podskupina** – tekočine s plameniščem pod 23 °C in temperaturo vrelišča nad 38 °C
  - **IC podskupina** – tekočine s plameniščem od 23 °C do 38 °C
2. **vnetljive tekočine**, ki imajo plamenišče nad 38 °C. Glede na plamenišče se delijo na dve skupini:
  - **II. skupina** – tekočine s plameniščem od 38 °C do 60 °C
  - **III. skupina** – tekočine s plameniščem nad 60 °C, ki se dele v dve podskupini:
    - **IIIA podskupina** – tekočine s plameniščem od 60 °C do 93 °C
    - **IIIB podskupina** – tekočine s plameniščem nad 93 °C

Na splošno lahko rečemo, da večino zgoraj opredeljenih vnetljivih tekočin predstavljajo ogljikovodiki.

Z imenom ogljikovodiki označujemo skupino spojin, ki v molekuli vsebujejo **ogljik in vodik**.

Ogljikovodiki z nižjim številom ogljikovih atomov v molekuli so pri sobni temperaturi plini (npr. metan, etan, propan, butan, acetilen itd.), z večjim številom **tekočine** (bencin, petrolej), z zelo visokim številom pa **zelo viskozne tekočine** (npr. katrani) **ali trdne snovi** (npr. parafini). Vsi ogljikovodiki so gorljivi. Vnetljivost in gorljivost ogljikovodikov v splošnem pada z rastočim številom ogljikovih atomov in z rastočim številom enojnih vezi v molekuli.

Ogljikovodiki, ki imajo samo enojne vezi so nasičeni ogljikovodiki, ogljikovodiki, ki imajo v molekuli tudi dvojno ali trojno vez, pa so nenasičeni ogljikovodiki.

Nasičeni ogljikovodiki so kemijsko manj reaktivni. Pri sobni temperaturi ne reagirajo s kislinami, bazami, oksidanti in reducenti. S halogeni pa reagirajo že pri sobni temperaturi, pri čemer pride do zamenjave vodikovih atomov z atomi halogenov. Nasičeni ogljikovodiki reagirajo s kisikom pri nekoliko povišani temperaturi.

Najbolj nevarni plinasti nasičeni ogljikovodiki so podrobneje predstavljeni pri plinih. Večina tekočih nasičenih ogljikovodikov že pri sobni temperaturi oddaja hlape, ki z zrakom tvorijo eksplozivne mešanice 12. Z rastočim številom ogljikovih atomov v molekuli raste temperatura plamenišča in območje eksplozivnosti.

Nasičeni ogljikovodiki so kemijsko manj reaktivni. Pri sobni temperaturi ne reagirajo s kislinami, bazami, oksidanti in reducenti. S halogeni pa reagirajo že pri sobni temperaturi, pri čemer pride do zamenjave vodikovih atomov z atomi halogenov. Nasičeni ogljikovodiki reagirajo s kisikom pri nekoliko povišani temperaturi.

Večina tekočih nasičenih ogljikovodikov že pri sobni temperaturi oddaja hlape, ki z zrakom tvorijo eksplozivne mešanice. Z rastočim številom ogljikovih atomov v molekuli rasteta temperatura plamenišča in območje eksplozivnosti.

Med nenasičene ogljikovodike sodijo vsi ogljikovodiki, ki imajo namesto enojnih vezi med ogljikovimi atomi vsaj eno dvojno ali trojno vez.

Nenasičeni ogljikovodiki so zelo lahko vnetljivi. V splošnem imajo v primerjavi s pripadajočimi nasičenimi tudi nižjo temperaturo vrelišča in nižjo temperaturo plamenišča, zato so bolj nevarni.

Posebno nevarnost predstavljajo gorljive in vnetljive tekočine, ki so zaradi povečanega tlaka npr. v cevovodu razpršene (npr. nanašanje barv in lakov). Kapljice vnetljive tekočine, razpršene ali lebdeče v zraku, se lahko vnamejo in zelo hitro zgorevajo tudi, kadar je temperatura tekočine nižja od plamenišča. Spodnja meja vnetljivosti kapljic tekočih ogljikovodikov je 45 do 50 g/m<sup>3</sup>.

## 2.2 Gorljivi in vnetljivi plini

Plini predstavljajo eno od treh agregatnih stanj snovi. Za pline sta značilni nizka gostota in sposobnost, da se prosto širijo po prostoru. V primerjavi s tekočinami in trdnimi snovmi se zelo lahko širijo in stiskajo. Te spremembe volumna spremljajo spremembe pritiska in temperature. Plini se lahko nahajajo pri normalnem tlaku ali pa so pod pritiskom.

**Komprimirani (stisnjeni) plini** so vse snovi, ki imajo kritično temperaturo nižjo od 50 °C ali parni tlak pri 50 °C večji od 300 kPa (3 bari). Delimo jih na:

- pline pod pritiskom
- utekočinjene pline
- pod tlakom raztopljene pline

Za stisnjene, utekočinjene in pod tlakom raztopljene pline se pri nas najpogosteje uporabljajo naslednje definicije:

- stisnjeni plini so plini, katerih tlak je pri temperaturi 15 °C večji od 1,5 bara;
- utekočinjeni in pod tlakom raztopljeni plini pa so plini, katerih tlak je pri temperaturi 40 °C večji od 1,25 bara.

**Stisnjeni** so tisti **plini**, ki se pri sobni temperaturi ne utekočinijo, če so pod pritiskom v jeklenki ali drugi tlačni posodi (npr. metan, kisik).

**Utekočinjeni plini** pa so tisti, ki se pri sobni temperaturi in povišanih tlakih vsaj deloma utekočinijo (npr. propan, butan, klor, propilen, amoniak, hladilni plini itd). Pri utekočinjenih plinih pride do ravnotežja med tekočo in plinsko fazo. Razmerje med tekočo in plinsko fazo pa je odvisno od vrste plina in od pritiska v tlačni posodi. Najbolj znan predstavnik **pod tlakom raztopljenih plinov** je **dissous plin** za varjenje, ki je pod pritiskom raztopljen aceten v acetonu. Za povečanje stabilnosti acetilena je dodan porozni material (diatomejske zemlje).

Prednost utekočinjanja plinov je v tem, da se pri tem močno zmanjša volumen, kar pomeni, da lahko v istem volumnu tlačne posode skladiščimo oz. transportiramo bistveno večje količine plinov. Npr. pri kondenzaciji vodne pare se volumen zmanjša za 1650-krat. Pline lahko utekočinimo z zvišanjem pritiska in znižanjem temperature. Obstaja pa temperatura, nad katero se plin ne bo več utekočinil ne glede na pritisk. To temperaturo imenujemo *kritična temperatura plina*. Pritisk, ki je potreben, da se plin utekočini pri kritični temperaturi, se imenuje kritični pritisk.

Pline pod pritiskom lahko delimo tudi na *gorljive* in *negorljive* ter na *strupene* in *nestrupene*. Eksplozijsko nevarne vnetljive pline in hlape razvrščamo:

1. glede na **sposobnost prenosa eksplozije** iz notranjega dela okrova na zunanjo atmosfero skozi reže okrova v 4 skupine:
  - skupina A
  - skupina B
  - skupina C
  - skupina D
2. glede na **temperaturo vžiga** eksplozivnih zmesi vnetljivih plinov z zrakom pa na 6 temperaturnih razredov:
 

• temperaturni razred T1	temperatura vžiga nad 450 °C
• temperaturni razred T2	temperatura vžiga 300 °C – 450 °C
• temperaturni razred T3	temperatura vžiga 200 °C – 300 °C
• temperaturni razred T4	temperatura vžiga 135 °C – 300 °C
• temperaturni razred T5	temperatura vžiga 100 °C – 135 °C
• temperaturni razred T6	temperatura vžiga 85 °C – 100 °C

Pri eksplozijskih skupinah raste nevarnost od skupine A proti D, pri temperaturnih razredih pa od razreda T1 proti razredu T6.

Plini se skladiščijo in prevažajo v tlačnih posodah, kakršne so **jeklenke** ter **plinske cisterne in rezervoarji**, ki so lahko stabilni ali premični. Vse plinske cisterne in rezervoarji ter večje jeklenke so opremljene z varnostnimi ventili, ki v primeru, da pritisk v notranjosti naraste nad dovoljeno vrednost, izpuščajo plin v atmosfero.

Manjše jeklenke pa običajno niso opremljene z varnostnimi ventili, zato jih je v primeru požara nujno odstraniti iz nevarnega območja ali pa hladiti z vodo.

Navedeni varnostni ukrepi se v primeru požara priporočajo tudi za ostale tlačne posode, ki imajo varnostni ventil. Varnostnega ventila pa nimajo tudi tlačne posode za pline, ki so strupeni npr. fluor.

Tlačne posode za pline pod pritiskom so, da bi že na zunaj razpoznali, kateri plin je v tlačni posodi, z zunanje strani prebarvane. **Značilne barve** za posamezne pline so podane v *preglednici 1*:



**Preglednica 1:** Identifikacija plinov s pomočjo barve tlačnih posod

Plin	Barva
acetilen	rdečkasto rjava
klor (kot tudi drugi strupeni in jedki plini)	rumena
vnetljivi plini	rdeča
kisik	bela
oksidanti svetlo	modra
stisnjen zrak svetlo	zelena
Inertni plini	svetlo zelena

**2.3 Gorljive trdne snovi**

Med gorljivimi snovmi je največ gorljivih trdnih snovi. Glede na odziv in nevarnosti ob gorenju gorljivih trdnih snovi ob požaru lahko posebej omenimo kovine, nekovine in plastične mase.

**2.3.1 Nekovine**

V skupino nekovin sodijo naslednji elementi:

- IV. skupina: ogljik
- V. skupina: dušik in fosfor
- VI. skupina: kisik, žveplo in selen
- VII. skupina: fluor, klor, brom in jod (halogeni)
- VIII. skupina: helij, neon, argon, kripton in ksenon (inertni plini)

V nadaljevanju so predstavljeni samo nekateri najbolj reaktivni in požarno najbolj nevarni nekovinski elementi.

**Ogljika** običajno ne prištevamo med nevarne elemente. Njegove pojavne lastnosti in lastnosti z vidika požarne varnosti so podane v *preglednici 2*.

**Preglednica 2:** Oblike ogljika

Oblika ogljika	Izvor in lastnosti
<b>ogljje</b>	Nastaja pri segrevanju lesa v odsotnosti zraka. Struktura oglja je močno porozna.
<b>premog</b>	Nastaja pri počasnem razpadu lesa v zemlji. Struktura premoga je podobna strukturi oglja, le da je zaradi visokih pritiskov v zemljini notranjosti manj porozna. Vsebuje precej nečistoč.
<b>saje</b>	Drobni kristalčki ogljika. Nastanejo pri gorenju različnih materialov, ki vsebujejo ogljik pri pogojih nepopolnega izgorevanja.
<b>grafit</b>	Sestavljen je iz vzporednih plasti ogljikovih atomov, ki so med seboj le šibko povezane, zato drsijo druga ob drugi (drsne ravnine). Zato je mehak, se cepi v lističih in pušča barvo.
<b>diamant</b>	Za razliko od grafita so pri diamantu atomi ogljika urejeni in povezani tako, da tvorijo prostorsko strukturo. Spada med drage kamne in je najtrša snov.

Vse naštetе oblike ogljika razen diamanta so požarno nevarne. Nevarnost za vžig in eksplozijo se močno poveča, če je ogljik v obliki prahu. Reakcija kisika z ogljikom je močno eksotermna, temperatura plamenov pa je zelo visoka.

**Preglednica 3:** Oblike in lastnosti fosforja

	<b>Beli fosfor</b>	<b>Rdeči fosfor</b>	<b>Črni fosfor</b>
<b>Barva</b>	bela	rdeča do vijoličasta	sivo črna
<b>Kovinskost</b>	nekovinski	nekovinski	kovinski
<b>Tališče</b>	44 °C	se tali samo pri visokem pritisku, nad 280 °C se spremeni v plinasti beli P	se tali samo pri visokem pritisku, nad 280 °C se spremeni v plinasti beli P
<b>Trdota</b>	mehak kot vosek	trd	precej mehak
<b>Reaktivnost</b>	velika	majhna	srednja
<b>Vonj</b>	po česnu	brez vonja	brez vonja
<b>Strupenost</b>	zelo strupen	nestrupen	nestrupen
<b>Temperatura vnetišča</b>	60 °C	nad 400 °C	nad 400 °C
<b>Topnost</b>	v vodi slabo, dobro v CS <sub>2</sub>	netopen	netopen

**Fosfor** – tudi fosfor se v naravi nahaja v različnih oblikah oz. alotropskih modifikacijah, ki imajo različne lastnosti.

Posebna pazljivost je potrebna predvsem **pri delu z belim fosforjem**, ker je zelo reaktiven in se lahko vžge že pri 40 °C.

**Pri gašenju** gorečega fosforja se uporablja voda, ker ohlaja in deluje kot »inertni« material. Težava pa je, da se fosfor, ko voda izpari, ponovno vžge. Zato moramo goreči fosfor pogasiti in nato hitro odstraniti na varno lokacijo.

**Žveplo** – tudi žveplo se podobno kakor ogljik in fosfor pojavlja v več oblikah, vendar z vidika nevarnosti nobena oblika ne izstopa.

Žveplo reagira z nekaterimi kovinami, denimo z bakrom in železom tako silovito, da sproščena toplota povzroči dvig temperature do žarenja.

Žveplo je nevarno, ker pri reakcijah z drugimi elementi **nastajajo strupeni plini**. Pri zvišani temperaturi reagira s kisikom, pri čemer nastane strupen plin žveplov dioksid. Pri reakciji z reducentom, npr. vodikom, pa nastane vodikov sulfid, ki je zelo toksičen plin. Goreče žveplo gasimo z vodo, saj ga ta ohlaja.

**Halogeni** – halogeni so zelo nevarni oksidanti. Lastnosti so prikazane v *preglednici 4*.

**Preglednica 4:** Lastnosti halogenov

	<b>Fluor</b>	<b>Klor</b>	<b>Brom</b>	<b>Jod</b>
<b>Izgled</b>	bledorumen plin/tekočina ostrega vonja	zeleno-rumeni plin ostrega vonja	temno rdeče-rjava tekočina	sivo-črna trdna snov, hlapi so vijoličasti
<b>Vrelišče (°C)</b>	-188	-34	58	185
<b>Gostota plin/tekočina</b>	1,695	1,56	3,5	/
<b>Reaktivnost</b>	visoka	srednja	srednja	nizka
<b>Nevarnost</b>	zelo strupen, koroziven	zelo strupen	zelo strupen	zelo strupen

Najbolj reaktivna sta fluor in klor, ki reagirata neposredno z vsemi kovinami.

V primerjavi s kisikom sta klor in fluor močnejša oksidanta, zato sta bolj nevarna. Vsi halogeni lahko povzročijo nevarne opekline, zato je treba pri delu z njimi zelo paziti in nositi potrebno osebno varovalno opremo. Vsi so tudi močno dražeči in strupeni.

### 2.3.2 Kovine

Vse kovine razen živega srebra, ki je pri sobni temperaturi tekoče, so trdne snovi, ki se po svojih lastnostih dobro ločijo od ostalih elementov.

Razlike med kovinami in nekovinami glede nevarnosti so posledica predvsem različne reaktivnosti z drugimi kemijskimi elementi.

Z naraščajočim številom elektronov na zadnji orbitali narašča nekovinski značaj nekovin, kovinski značaj kovin pa pada. Enako velja tudi za reaktivnost.

V nadaljevanju so predstavljeni posamezne skupine kovin in nekovin, značilni predstavniki in posebnosti.

Med kovinami omenimo t. i. **alkalijske kovine**, kamor sodijo vsi elementi I. skupine periodnega sistema (litij, natrij, kalij, rubidij, cezij in francij) razen vodika.

Te kovine **sodijo med najbolj reaktivne**. Intenzivno reagirajo s kisikom in vodo. Pri tem nastanejo jedki hidroksidi in oksidi, sprošča pa se vodik. Še bolj intenzivno pa reagirajo s halogeni: fluor, klor, brom in jod. Nastajajo soli, sproščajo pa se velike količine toplote.

Alkalijske kovine **se uporabljajo** predvsem kot reducenti pri proizvodnji organskih barv in zdravil. Največ se uporablja natrij, ker je najcenejši.

Če alkalijske kovine gorijo ali če so v bližini požara, je potrebna pri gašenju izjemna pazljivost. Za gašenje ne smemo uporabljati vode, ker se pri reakciji z vodo sproščajo vodik in večje količine toplote.

Za gašenje se tudi ne priporoča uporaba vlažnega peska, ker prisotnost vlage lahko povzroči eksplozijo vodne pare.

Tudi pene ogljikovega dioksida in halogenov ne smemo uporabljati za gašenje alkalijskih kovin, ker burno reagirajo z navedenimi gasilnimi sredstvi.

**Priporoča se uporaba aparatov na prašek tip D** (vsebujejo grafit in natrijev klorid).

Ker alkalijske kovine reagirajo z vlago v zraku, jih **transportiramo** v kerozenu ali mineralnih oljih, ki pa so gorljive tekočine. Če požar zajame tekočino, v kateri se prevaža alkalijska kovina, je treba gasiti tekočino z ogljikovim dioksidom. Za gašenje se ne sme uporabljati vode, ker se useda na dno (voda se ne meša s kerozenom in je težja od kerozena) in reagira z alkalijsko kovino. Uporaba vode bi torej še poslabšala položaj.

Alkalijskih kovin ne smemo prijematati z golimi rokami, ker reagirajo z vlago v koži in povzročajo nevarne opekline. Pri delu moramo uporabiti kompletno zaščitno opremo.

Z vidika požarne varnosti so pomembne tudi **zemeljsko-alkalijske kovine**, kamor sodijo berilij, magnezij, kalcij, stroncij, barij in radij. Te kovine reagirajo s kisikom, vodo in halogeni, vendar so reakcije precej manj burne.

Uporaba zemeljsko-alkalijskih kovin je v primerjavi z alkalijskimi kovinami precej bolj razširjena, zato obstaja precej večja verjetnost nevarnih dogodkov, v katerih se srečamo z njimi.

Značilnosti glede reaktivnosti in gašenja požarov, v katerih so zajete zemeljsko-alkalijske kovine v elementarni obliki, so podobne kakor pri alkalijskih kovinah, vendar so reakcije precej manj burne. Voda pri magneziju samo pospešuje gorenje. Za gašenje se priporoča uporaba gasilnikov na prašek ali pene za gašenje požarov razreda D.

Oseбно varovalno opremo je treba uporabljati tudi pri delu s kovinami te skupine, saj elementarni kalcij povzroča podobne opekline na koži kakor natrij.

Med kovine III. skupine sodijo naslednje kovine v elementarni obliki: aluminij, galij, indij in talij. Kovine iz tretje skupine so nevarne samo, če so v prašni obliki.

Vendar pri delu s temi kovinami ne pride do vžiga in do opeklin kakor pri kovinah I. in II. skupine.

**Za gašenje** pa velja, da naj se ne uporabljajo voda, pena, prašek, halogeni in nadomestki ter ogljikov dioksid, ampak prah in pena za gašenje požarov razreda D.

Ostale kovine in polkovine ne predstavljajo posebne nevarnosti z vidika požara. To velja predvsem pri sobni temperaturi. Pri višjih temperaturah pa reagirajo z nekovinami z ogljikom, vodikom, kisikom, HCl in SO<sub>2</sub> vred. Pri reakcijah pri višji temperaturi lahko nastanejo oksidi ali druge soli, ki so zelo strupene. Tudi za platino, ki je pri normalnih razmerah »inertna«, velja, da v prašni obliki in pri višjih temperaturah zelo lahko zagori, pri čemer nastane strupen oksid.

Reaktivnost teh kovin se močno poveča, če so v prašni obliki.

Čim manjši so prašni delci kovin in polkovin, tem večja je sposobnost za reakcijo z zgoraj naštetimi elementi in spojinami.

### 2.3.3 Plastične mase

Skupino plastičnih mas sestavljajo spojine, pri katerih je **večje število enakih ali podobnih molekul (monomer) povezanih v eno veliko molekulo, ki se imenuje polimer**. Osnovni gradbeni element v večini polimerov predstavljajo atomi ogljika.

Skupina polimerov, ki imajo dolge linearne molekule, se imenuje **termoplasti**.

Za termoplaste je značilno, da **se pri segrevanju najprej zmeščajo nato pa stalijo in stečejo**. Te koči termoplasti se pri temperaturi plamenišča vžgejo. Pri višjih temperaturah pa razpadejo na sestavne dele – monomere. Temperatura zmeščišča, temperatura plamenišča oz. vžiga in temperatura termičnega razpada polimerov so odvisne od vrste in sestave polimera. **Pri ohlajanju se termoplasti zopet strdijo**.

Pri gorenju termoplastov:

- ki v molekuli vsebujejo atome dušika (N), nastajajo strupeni plini dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>), amoniak (NH<sub>3</sub>) in vodikov cianid (HCN);
- ki v molekuli vsebujejo atome klora (Cl), nastajajo strupeni plini vodikov klorid (HCl) in fosgen (COCl<sub>2</sub>);
- ki v molekuli vsebujejo atome broma (Br), nastajajo strupeni plini vodikov bromid (HBr) in karbonil bromid (COBr<sub>2</sub>);
- ki v molekuli vsebujejo atome fluora (F), nastajajo strupeni plini vodikov fluorid (HF) in karbonil fluorid (COF<sub>2</sub>).

Druga velika skupina polimerov se imenuje **duromeri ali termostabilni polimeri**.

Pri teh so posamezne linearne verige v nasprotju s termoplasti med seboj tudi prečno in prostorsko povezane (zamrežene). Ti polimeri se zato **pri segrevanju ne talijo**. Pri višjih temperaturah pride do termičnega razkroja. Duromeri gorijo podobno kakor les.

**V splošnem velja, da so termoplasti zaradi taljenja in utekočinjana, požarno bolj nevarni kakor duromeri.** Velja tudi, da se požarna nevarnost polimerov v splošnem znižuje tudi s stopnjo zamreženosti polimera.

V preglednici 5 so prikazane lastnosti nekaterih termoplastov in duroplastov.

**Preglednica 5:** Lastnosti nekaterih termoplastov in duroplastov

Polimer	Temperatura zmečičišča (°C)	Območje razkroja (°C)	Temperatura plamenišča (°C)	Temperatura samovžiga (°C)	Toksični plinski produkti
<b>Termoplasti</b>					
polietilen	75	340-440	340	350	/
polivinil klorid	70-80	200-300	390	455	HCl, COCl <sub>2</sub>
polistiren	88	300-400	346-360	490	/
najlon	86-110	300-350	420	450	HCN, NH <sub>3</sub>
politetrafluoro - etilen	> 500	/	/	/	HF, COF <sub>2</sub>
<b>Duroplasti</b>					
fenol	/	350-400	/	/	/
nenasičena poliesterska smola	/	nad 140	/	/	/
epoksi smola	/	250-350	/	/	/
sečninska smola	/	200-300			HCN, NH <sub>3</sub>
melaminska smola	/	200-300			HCN, NH <sub>3</sub>
poliuretanska smola	/	> 220			HCN, NH <sub>3</sub>

Pri izdelavi polimerov (proizvodnja plastičnih mas) in utrjevanju duroplastov (predelava plastičnih mas) se pogosto uporabljajo **katalizatorji**, ki pospešijo reakcije sinteze ali zamreženja. Običajno so to snovi, ki so oksidanti, npr. **peroksidi**. Peroksidi so lahko vnetljive in zelo reaktivne trdne ali tekoče snovi.

Kot katalizatorji se uporabljajo tudi **kovinski halidi** (npr. dietil aluminijev klorid) in **kovinski alkili** (npr. tri-isopropil aluminij). Te snovi so zelo lahko vnetljive in občutljive na spremembe. Ker se v proizvodnih prostorih poleg samih izhodnih surovin zmerom nahajajo tudi manjše ali večje količine katalizatorjev, je treba pri gašenju požarov posebno pozornost posvetiti prav tem snovem. Kovinski halidi na zraku takoj reagirajo, zato se hranijo v organskih topilih. Ne smejo priti v stik z gasilnimi sredstvi, kakršna so voda, pena ali halogenirana penilna sredstva.

**Gorljivost plastičnih mas** je močno odvisna tudi od dodatkov za izboljšanje lastnosti in predelave. Nekateri dodatki, denimo anorganska polnila in anorganski pigmenti, so negorljivi in zavirajo vžig in gorenje. Nekateri dodatki, denimo mehčala, plastifikatorji, organski pigmenti itd., pa so gorljivi in lahko pospešujejo vžig in gorenje posameznih plastičnih mas.

## 2.4 Eksplozivi

Za vse eksplozivne snovi je značilno, da pri vžigu zelo hitro oddajajo toploto in pline, posledica česar je naglo zvišanje pritiska, ki deluje na okolico. Več toplote in plinov se sprosti na volumsko ali utežno enoto, močnejša je eksplozija. Med eksplozive sodijo razstreliva, smodniki, eksplozivne snovi, inicialna in vžigalna sredstva, izdelki, polnjeni z eksplozivi, pirotehnične zmesi in pirotehnični izdelki.

**Eksplozive** lahko razdelimo na:

1. **deflagracijske eksplozive** (samo zelo hitro gorijo, pri čemer ne pride do detonacije, npr. nitroceluloza)
2. **detonacijske ali brizantne eksplozive** (pri gorenju lahko pride do detonacije, npr. nitroglicerina), ki se delijo na:
  - **visoko reaktivne eksplozive**, ki lahko zelo hitro gorijo ne da bi eksplodirali; da pa pride do eksplozije, je potreben močen mehanski udarec ali iniciator eksplozije;
  - **navadne eksplozive**, ki eksplodirajo takoj po vžigu; uporabljajo se za detonatorje in iniciatorje.

Vsi eksplozivi kemijsko razpadejo, če jih segrevamo do dovolj visoke temperature. Hitro segrevanje eksotermnih snovi nad njihovo temperaturo termičnega razpada je v večini primerov pogoj za nastanek eksplozije.

Eksplozivne snovi, ki hitro razpadejo pri 100 °C, so **temperaturno nestabilne** in zato niso varne.

Eksplozivne snovi, ki jih lahko brez posledic segrejemo do 218 °C, so **temperaturno stabilne in varne**.

Agregatno stanje eksploziva nima odločilnega vpliva. Eksplozivi so lahko v trdni, tekoči ali plinasti obliki. Gostejši eksplozivni materiali v splošnem sprostijo več energije na volumsko enoto.

Tako imenovani visoko energijski eksplozivi, kakršni so nitroglicerina, pikrinska kislina in trinitrotoluen (TNT), imajo zelo izrazito tendenco za nastanek detonacije, zato se v glavnem uporabljajo v vojaške namene. Azidi in fulminati pa so manj nagnjeni k detonacijam, zato se uporabljajo največ kot detonatorji in iniciatorji. Od navedenih eksplozivnih snovi je najmanj občutljiv amonijev nitrat, največ se uporablja kot dodatek navadnim eksplozivom.

Eksplozive lahko vžgemo z električno iskro. Svinčev azid in živosrebrev fulminat lahko vžgemo že s šibko elektrostatično iskro, za vžig stabilnih eksplozivov, denimo TNT, pa je potrebna električna iskra z visoko energijo. Požar ali odprti plamen zadoščata za takojšnjo detonacijo iniciranih eksplozivov, kakršna sta svinčev azid in živosrebrev fulminat, TNT pa raje gori kakor eksplodira, če je prisoten v manjših količinah in prostorsko neomejen.

## 2.5 Nevarnosti in tveganja v industriji, povezana z možnostjo nastanka požara in eksplozije

Pri oceni nevarnosti in tveganja v industriji moramo upoštevati lastnosti objekta, značilnosti pričakovane požara in lastnosti uporabnikov objekta.

Stopnja nevarnosti je odvisna od vrste in količine gorljivih materialov, kjer so požari lahko:

- počasni in dolgo časa nezaznavni (npr. samovžigi v silosih)
- hitri (npr. lahko vnetljivi embalirni materiali: folija, karton, stiropor)
- zelo intenzivni (npr. visoka kalorična vrednost iverke)
- dolgotrajni (npr. visoka požarna obremenitev na kvadratni meter)

Pri oceni poteka požara in opredelitvi potrebnih požarnovarnostnih ukrepov je treba upoštevati tako namembnost prostorov, gorljive materiale, arhitekturne značilnosti objekta, kakor so velikost in geometrija objekta, število lastnikov oz. najemnikov kakor tudi načrtovane in dejansko izvedene požarnovarnostne ukrepe.

Hitrost širjenja morebitnega požara v objektih je odvisna od mesta nastanka požara. Možnost nastanka požara je večja v prostorih s povečano požarno nevarnostjo (npr. elektroenergetski prostori, strojnice, kotlovnice, čajne kuhinje ipd.), manjša pa v pisarnah, garažah in lokalih.

V nadaljevanju je navedenih nekaj splošnih požarnovarnostnih zahtev za proizvodne objekte in skladišča, ki sodijo hkrati me objekte z največjo nevarnostjo za nastanek požara. Na splošno lahko rečemo, da morajo biti požarnovarnostne zahteve prilagojene zahtevam, predvsem pa morajo biti prilagojene vrsti in namembnosti objekta, strukturi uporabnikov objekta in pričakovanemu požaru.

## 2.6 Proizvodnja

Vzroke požara v industrijskih objektih najpogosteje predstavljajo naslednji viri vžiga:

- kajenje, uporaba odprtega ognja, naprav in opreme v conah eksplozijske nevarnosti, ki niso v ex izvedbi in zaščiti pred statično elektriko;
- vroča dela, kakršna so varjenje, lotanje, brušenje;
- druga požarno nevarna delovna opravila, pri katerih se sprošča toplota ali potekajo pri povišani temperaturi;
- okvare na električnih napravah ter elektroenergetskih napeljavah in napravah;
- okvare na instalacijah in napravah za ogrevanje, prezračevanje, klimatizacijo, plinskih napeljavah in napravah ipd.;
- podtaknjen/namerni požar.



Glede na namembnost objektov (npr. kemijska proizvodnja ali skladišče surovin in tehnični prostori) ter tehnološke in komunikacijske povezave, načrtovano tehnologijo ter oceno požarne nevarnosti je pri omenjenih objektih treba izvesti ukrepe, ki:

- preprečujejo nastanek požara in eksplozije,
- omogočajo zgodnje odkrivanje nastanka požara in alarmiranje,
- omogočajo varno evakuacijo vseh zaposlenih in obiskovalcev v primeru požara,
- preprečujejo hitro razširitev požara po objektu,
- zmanjšujejo posledice v primeru eksplozije praškastih snovi in hlapov vnetljivih tekočin v proizvodnem delu objekta,
- omogočajo učinkovito začetno gašenje,
- omogočajo gasilcem reševanje in gašenje večjih požarov.

## 2.7 Lesnopredelovalna industrija

V lesnopredelovalni industriji predstavlja največjo nevarnost vžig lesnega prahu tako na delovnih mestih kakor tudi v sistemu za odsesovanje, transport in skladiščenje lesnega prahu. Lesni prah in žaganje se razmeroma lahko vžgeta z različnimi viri vžiga. Les v obliki letev, profilov in izdelkov se težko vžge, laže pa se vžgejo drugi goreči materiali, predvsem embalažni materiali, denimo karton, folija, in žaganje.

Ker v nekaterih objektih potekata tudi barvanje in lakiranje lesa z barvami na osnovi topil, je v teh objektih povečana nevarnost za vžig. Do začetnega vžiga lahko pride predvsem zaradi:

- okvar na napravah za obdelavo lesa in vžiga lesnega prahu in žaganja,
- neustrezne zaščite pred statično elektriko,
- vročih del pri rekonstrukcijah in tekočem vzdrževanju, kajenja ali drugih virov odprtega ognja,
- okvar na električnih napravah in instalacijah,

Navedeni viri lahko vžge vnetljive materiale denimo lesni prah, žaganje, papir, ti pa naprej les, ti se v obravnavanih objektih nahajajo v vseh prostorih.

V sistemih za odpraševanje v lesnopredelovalnih obratih je **največja nevarnost za vžig in eksplozijo** v:

1. odsesovalnih in transportnih cevovodih za pnevmatski transport, ki vodijo od lesnopredelovalnih strojev do filtrov,
2. filtrih, ciklonskih izločevalnikov oz. ciklonih,
3. transportnih cevovodih za transport lesnega prahu (pnevmatski, polžni, tračni), ki povezujejo filtre s cikloni,
4. transportnih cevovodih za transport (pnevmatski, polžni, tračni) lesnih odpadkov iz drobilca in iz posameznih silosov/zalogovnikov do sežignih naprav.

**Nevarnost za vžig in eksplozijo** je manjša v silosih in zbiralnikih lesnih odpadkov.

Splošni koncept požarne in eksplozijske zaščite za sistem odpraševanja (**odsesavanje, prezračevanje, zbiranje in transport lesnih odpadkov**) lahko delimo na preventivne ukrepe, ki se nanašajo na:

- zmanjševanje možnosti vžiga in eksplozije in
- zmanjševanje možnosti za nastanek koncentracij prahu v eksplozijskih mejah
- ter ukrepe za ublažitev vplivov vžiga in eksplozije lesnega prahu na okolico.

Na zmanjševanje možnosti za nastanek koncentracij prahu v eksplozijskih mejah lahko vplivamo z:

- dodajanjem inertnih plinov v atmosfero, kjer je možnost za nastanek vžiga in eksplozij lesnega prahu,
- ukrepi, ki zagotavljajo, da je lesni prah zunaj meja eksplozivnosti,
- dodajanjem inertnega prahu.

Vpliv vžiga in eksplozije lesnega prahu lahko omejimo z:

- izoliranjem eksplozije oz. vplivov eksplozije na omejeno področje,
- odvajanjem udarnega vala prašne eksplozije na prosto,
- konstrukcijo, ki je mehansko odporna na nadtladni vpliv primarne prašne eksplozije,
- vgrajenim sistemom za gašenje in
- rednim vzdrževanjem in čiščenjem.

Med ukrepe za preprečevanje eksplozij prištevamo:

1. tesnost naprav
2. inertizacijo
  - z inertnim plinom
  - z inertnim praškom in/ali peskom
3. odstranitev isker (vir vžiga)
  - mehanska iskra
  - elektrostatske razelektrivne iskre
  - električne iskre
4. preprečevanje segrevanja naprav in opreme
5. preprečevanje samovžiga pri samorazpadu
6. prezračevanje
7. izvedba električnih naprav v ex izvedbi
8. izvedba elektrostatske zaščite
9. izklop električnega napajanja v primeru prekoračitve koncentracije eksplozijskih zmesi plinov, hlapov ali prahu

Konstruktivski ukrepi na objektih in napravah za preprečevanje posledic eksplozij so:

1. uporaba eksplozijsko trdnih okrovov naprav – običajno 10 barov.
2. izvedba gradbenih elementov in naprav za tlačno razbremenitev tlaka
  - eksplozijske membrane ali lopute na napravi
  - naprave za dušenje eksplozij (detektor, ki zelo hitro zazna povečanje ali nastanek svetlobe, zelo hiter prenos signala, zelo hitro injiciranje praška v posodo; ni primeren za prahe z visoko kst)
  - naprave in sistemi za fizično ločitev tehnoloških naprav v primeru eksplozije:
  - hitro delujoče rotacijske zapore
  - hitro delujoči ventili, zapore ali zaslони
  - hitro delujoči odvodni razbremenilni kanali

Opomba: pogoj je detektor, ki zelo hitro zazna povečanje p ali nastanek svetlobe in zelo hiter prenos signala do naprave. Tlak pri katerem popusti razbremenilna površina oz. vgrajena naprava za razbremenitev ne sme biti večji od 0,1 bara.
3. razbremenilne površine v prostoru (strop, stene, eksplozijske lopute na objektu)
  - lahka izvedba strehe ali sten
  - izvedba eksplozijskih loput, membran in drugih naprav za razbremenitev nadtlaka
  - mreža namesto zunanje stene
4. drugi ukrepi – stene in stropi in naprave morajo biti pri prahu tako izvedeni, da ni možno usedanje prahu. Zahteva se tudi stalno čiščenje.

## 2.8 Skladiščenje

Zaradi vse večjih in višjih skladiščnih objektov predstavlja skladiščenje čedalje večjo požarno nevarnost. Glede na skladiščene materiale, namembnost in izvedbo objekta lahko v primeru vžiga v skladiščih pričakujemo požare z naslednjimi značilnostmi:

- Zaradi uporabe lahko vnetljivih trdnih materialov, kakršni so razne pakirne folije, karton in stiropor, relativno hiter začetek požara v skladišču. Če požar ne bo takoj pogašen, bodo ti goreči embalažni materiali vžgali tudi druge teže vnetljive materiale, denimo lesene palete in npr. pohištvene elemente (iverke).
- Požar se bo z gorenjem folije, kartona in stiropora relativno hitro širil predvsem v vertikalni smeri, v horizontalni smeri pa nekoliko počasneje.
- Požari bodo zaradi visokih količin gorljivih snovi na posamezni paleti zelo intenzivni (visoka vrednost sproščene toplote, visoka temperatura, hitro širjenje požara).
- Glede gašenja požara bodo bolj nevarni požari na težko dostopnih mestih in požari zunaj delovnega časa.
- Glede na višino skladišča (preko 10 m) in težko dostopnost (regali) požara, ki bo nastal na bolj oddaljenih mestih ne bo mogoče pogasiti z gasilniki in hidranti.
- Glede na pogosto načrtovano jekleno konstrukcijo objekta bo v primeru, da začetni požar ne bo pravočasno pogašen, prišlo do težjih poškodb konstrukcije objekta ali pa se bo del ali ves objekt celo zrušil.
- Glede na odmike skladiščnih objektov od sosednjih objektov in izvedbo zunanjih sten, lahko skladišča predstavljajo nevarnost tudi za sosednje objekte.

Glede na navedene nevarnosti in pričakovane požare je pri izdelavi koncepta požarne varnosti in načrtovanju požarnovarnostnih ukrepov za skladiščne objekte treba zagotoviti:

- namestitev naprav za gašenje začetnih požarov: gasilniki
- namestitev avtomatskih naprav za gašenje požara: sprinkler
- namestitev naprav za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje zaposlenih,
- izvedbo zadostnega števila izhodov in evakuacijskih poti,
- zadostno količino vode za gašenje
- dostop za gasilska intervencijska vozila – gašenje in reševanje.

## 2.9 Skladišče in pretakališče poliestrskih smol

Na objektih in napravah za skladiščenje in pretakanje v skladiščih in pretakališčih poliestrskih smol so možni naslednji vzroki za nastanek požara:

- vroča dela pri rekonstrukcijah, popravilih in večjih vzdrževalnih delih, kakršna so varjenje, lotanje, brušenje;
- neupoštevanje varnostnih pravil zaposlenih, voznikov avtocihern ali obiskovalcev;
- vse oblike odprtega ognja (varjenje, cigaretni ogorek, plamen vžigalnika, kurišča, druga vroča dela);
- nepravilna uporaba in vzdrževanje električnih napeljav;
- napake ali okvare na električnih instalacijah;
- atmosferska praznjenja (atmosferske razelektritve – strela);
- požig (namerno povzročeni požar).

Glede na lastnosti skladiščenih snovi v skladiščih in pretakališčih poliestrskih in alkidnih smol so najbolj verjetni požari, ki so značilni za gorljive in vnetljive tekočine. Požari vnetljivih tekočin potekajo v večini primerov hitro. Požar, ki nastane na posamezni napravi, se s sevanjem lahko prenese na sosednje naprave. Lahko pride tudi do vžiga hlapov.

V primeru **tehnične nesreče**, denimo iztekanja, požara in eksplozije je treba z gradbeno-tehničnimi in organizacijskimi ukrepi:

- zagotoviti pravočasno odkritje iztekanja,
- zaustaviti iztekanje,
- zagotoviti pravočasno odkritje požara in alarmiranje,
- zagotoviti učinkovito gašenje začetnih požarov,
- preprečiti širjenje požara na posameznem rezervoarju oz. napravi,
- preprečiti širjenje požara in učinkov požara, predvsem toplotnega sevanja, na sosednje objekte in naprave,
- preprečiti, da bi razlite smole in pri gašenju porabljena voda/pena prišli v vodotoke, zemljo in podtalnico.

## 2.10 Skladiščenje vnetljivih tekočin

Pri gašenju požarov, v katere so neposredno ali posredno zajeti rezervoarji z ogljikovodiki (stabilni ali prevozni), je treba upoštevati nekatere splošne dejavnike.

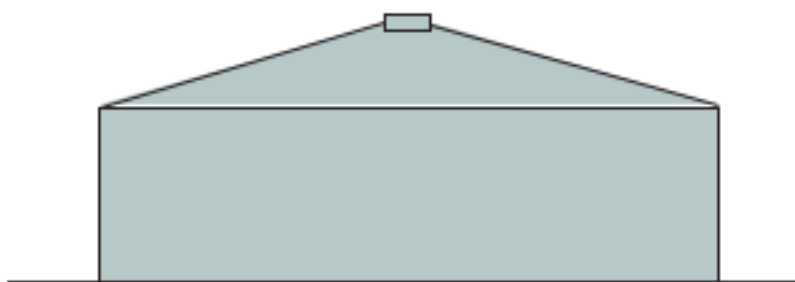
Pri skladiščenju vnetljivih tekočin je treba opredeliti način in izvedbo trajnega oz. začasnega skladiščenja:

- vnetljivih tekočin: dizel gorivo, kurilno olje, barve, laki topila, razredčila, čistila
- vnetljivih plinov: UNP, acetilen ipd.
- lahko vnetljivih trdnih materialov: karton, folija, penasti izolacijski materiali ipd.

Pri zahtevah je treba upoštevati vrsto, količino in lastnosti požarno in eksplozijsko nevarnih snovi ter določila veljavnih pravilnikov, standardov in smernic za skladiščenje, pretakanje in uporabo vnetljivih tekočin, plinov in trdnih snovi.

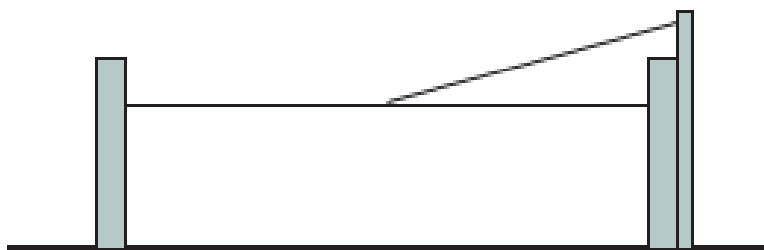
Za skladiščenje manjših količin je treba zagotoviti ustrezno skladišče za vnetljive tekočine (bencin, olja, razredčila, barve, topila) oziroma posebno kovinsko omaro s prezračevanjem za skladiščenje vnetljivih tekočin.

Pri **rezervoarjih** predstavlja največjo nevarnost povečanje pritiska zaradi segrevanja tekočine in hlapov v rezervoarju. Če rezervoar nima varnostnega ventila (stožčasta ali kupolasta streha, slika 10) ali če temu ne uspe izenačiti pritiska, lahko pride do eksplozije rezervoarja. Zato morajo gasilci takoj, ko pridejo na prizorišče požara **pričeti s hlajenjem rezervoarjev**. Količina vode, ki je potrebna za hlajenje, je odvisna od velikosti rezervoarja.



**Slika 10:** Rezervoar s stožčasto streho kot varnostnim elementom

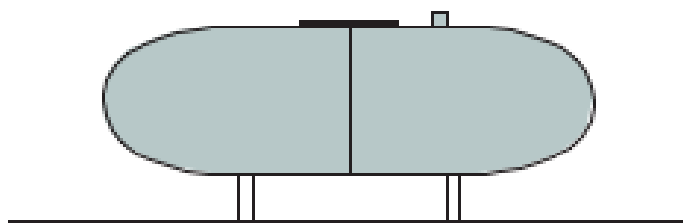
Če se zaradi nadtlaka v rezervoarju aktivira varnostni ventil, ga spremlja glasen pisk. Če jakost piska narašča, pomeni, da hlajenje rezervoarja ni dovolj učinkovito. Če tudi povečana količina vode ne zmanjša naraščanja pritiska v rezervoarju ali če ni dovolj vode, je treba cevi z ročniki fiksno namestiti in evakuirati vse ljudi iz okolice rezervoarja. Povečan tlak se lahko odvede tudi preko dviga plavajoče strehe (*slika 11*)



**Slika 11:** Rezervoar s plavajočo streho

Pri horizontalnih rezervoarjih predstavljajo najšibkejši element bočne strani, zato iz teh smeri ni priporočljivo približevanje in gašenje. Pri aluminijastih avtomobilskih cisternah je manj možnosti za eksplozijo, ker se prične Al pri temperaturah nad 530 °C taliti. Možnost za eksplozijo se sicer zmanjša, vendar pa se zaradi nastale odprtine na mestu, kjer se stena cisterne stali, tekočina razlije, s čimer se poveča nevarnost za požar.

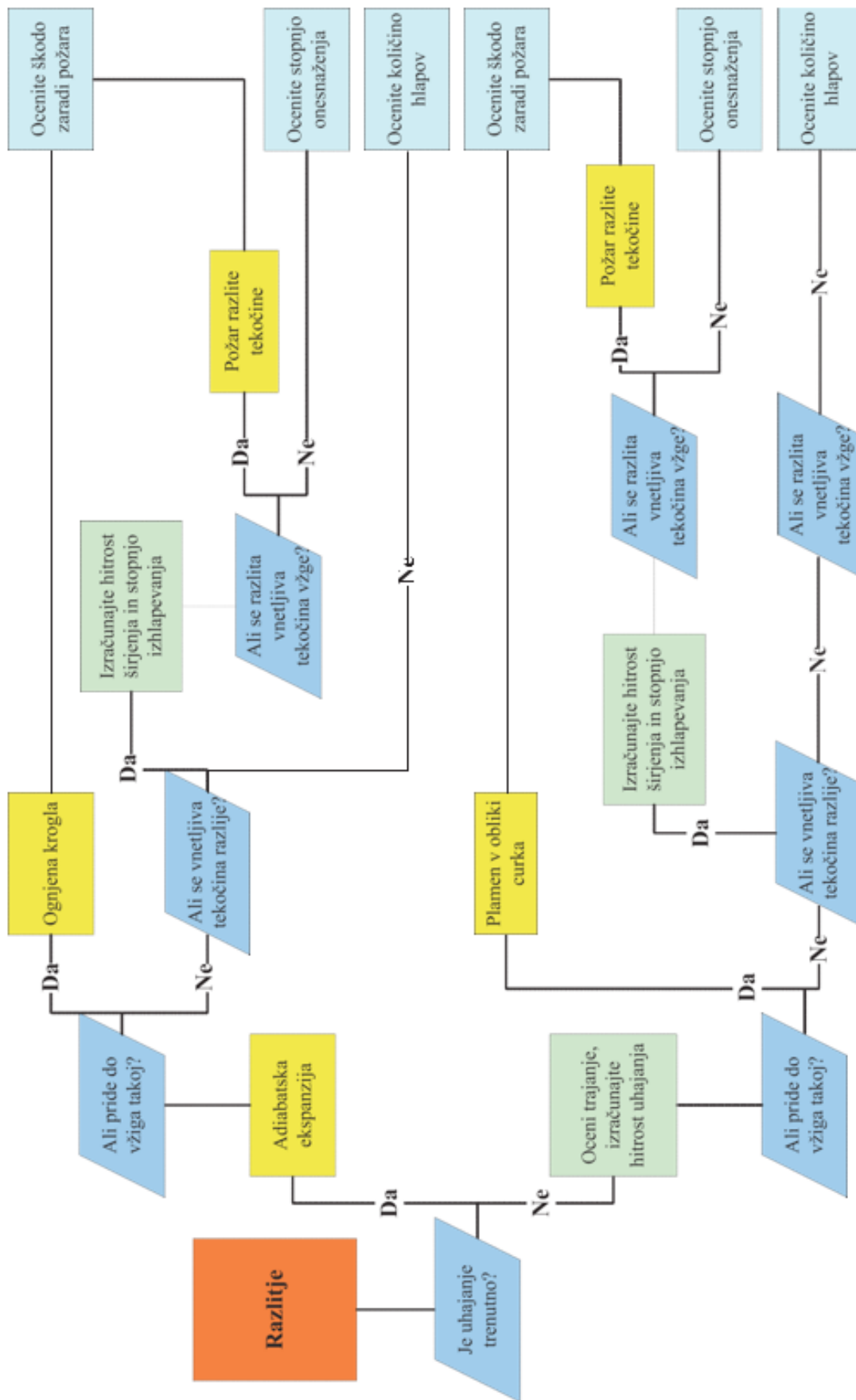
Pri nadzemnih horizontalnih rezervoarjih (*slika 12*) lahko zaradi toplotnega učinka požara v bližini cisterne popusti nosilna konstrukcija rezervoarja. V tem primeru rezervoar pade, pri čemer se poškoduje rezervoar in razlije tekočina. Zato je treba hladiti nosilno konstrukcijo in preprečiti gorenje pod rezervoarjem.



**Slika 12:** Nadzemni horizontalni rezervoar

Možne posledice ob izlivu oz. izpustu vnetljivih tekočin in plinov lahko predvidimo tudi z drevesom dogodkov, *diagram 2*.

**Diagram 2:** Drevo dogodkov



### 3. SEZNAM POŽARNO NEVARNIH PROSTOROV, NAPRAV IN OPRAVIL

Seznam požarno nevarnih prostorov opredelimo glede na verjetnost nastanka požara, vrsto in količino gorljivih snovi, namembnost objekta ipd.

Za nastanek požara lahko opredelimo nevarne prostore, naprave in opravila na dva načina:

- z upoštevanjem lastnosti gorljivih snovi in pogojev, potrebnih za vžig oz. eksplozijo in
- z upoštevanjem statističnih podatkov o minulih požarih oz. eksplozijah v sorodnih vrstah proizvodnje, tehnološkega postopka oz. naprav.

Na splošno velja, da je nevarnost za nastanek požara prisotna, kadar so izpolnjeni pogoji za gorenje.

Velja, da do gorenja pride le, če so istočasno v zadostnih količinah oz. koncentracijah prisotni:

- gorljiv material (gorivo),
- oksidacijsko sredstvo (kisik, zrak ali oksidant) in
- vir toplote oziroma vžiga.

Gorivo, kisik in toplota so trije bistveni elementi gorenja in tvorijo **trikotnik gorenja** (slika 13).



**Slika 13:** Trikotnik gorenja

Kot **gorivo** nastopajo materiali, ki zaradi svoje kemijske sestave lahko oksidirajo. Večina gorljivih trdnih organskih snovi ter vnetljivih tekočin in plinov vsebuje visok odstotek ogljika in vodika, ki se vežeta s kisikom (oksidirata).



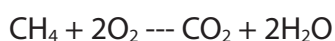
**Gorenje trdnih snovi** – Mehanizem gorenja ni enak za vse trdne snovi. Sam potek gorenja in spremembe snovi, ki spremljajo potek gorenja, so odvisni od sestave trdnih snovi in njihovih lastnosti. Trdne snovi lahko gorijo:

- *neposredno*, tako da pri segrevanju ne razpadajo, temveč takoj oksidirajo (npr. ogljik, magnezij, aluminij itd.),
- *s spremembo agregatnega stanja*, ko snovi prehajajo iz trdnega v tekoče in nato v plinasto agregatno stanje (parafin, mast, sintetične smole itd.)
- *s pirolizo*, kar je termični razpad pri katerem iz snovi izhajajo pirolizni gorljivi plini. Gorenje večine gorljivih trdnih snovi poteka po procesu pirolize. Večina trdnih organskih materialov, denimo les in izdelki na osnovi lesa, premog in nekatere vrste sintetičnih materialov (duroplasti), torej ne gori ampak pirolizira. Gorijo torej gorljivi plinasti produkti pirolize (npr. metan, vodik, ogljikov oksid ipd.).

**Gorenje tekočin** – poteka v dveh fazah: uparjanje in gorenje hlapov v plinski fazi s plamenom. Ob segrevanju namreč vnetljive tekočine oddajajo hlapo, ki so gorljivi in ti ob prisotnosti kisika in vira vžiga hitro zgorevajo. Mešanica hlapov in zraka gori, če je ta v mejah vnetljivosti (med spodnjo in zgornjo mejo). Podatke o mejah vnetljivosti lahko najdemo na varnostnih listih.

Številne vnetljive tekočine oddajajo hlapo v zadostnih koncentracijah že pri sobni temperaturi, nekatere pa že pri temperaturah precej pod sobno temperaturo. Npr. bencin oddaja hlapo, ki se lahko vžgejo pri temperaturah nad -40 °C. Hlapo se lahko vžgejo v prisotnosti majhne iskre ali plamena.

**Gorenje plinov** – V primerjavi z gorenjem trdnih in tekočih snovi je gorenje plinov enostavnejši in običajno bolj buren proces. Ko pride do vžiga, poteka gorenje plinov ob prisotnosti plamena. Pri številnih vnetljivih plinih ob vžigu lahko pride do eksplozije. Kot primer je prikazana oksidacija metana v kisiku, kjer ob popolnem zgorevanju nastajata ogljikov dioksid in voda, sprosti pa se 890 kJ energije.



Kot **oksidacijsko sredstvo** pri gorenju v večini primerov nastopa kisik iz zraka. En volumenski delež zraka vsebuje poprečno 1/5 (21 %) kisika in 4/5 (79 %) dušika. Pri določenih pogojih (segrevanje) lahko oddajajo kisik tudi posamezni materiali, ki so znani pod imenom oksidanti. Oksidacija lahko steče že pri zelo nizkih koncentracijah kisika (najmanj 3 volumenski %), kar imenujemo tlenje. Zgorevanje s plamenom lahko teče šele pri koncentracijah kisika nad 15 volumenskih odstotkov.

Za začetek gorenja in potek oksidacije je potrebna **toplota**. Toplota ali vir vžiga lahko rabi npr. za segrevanje do vžigne temperature, pri trdnih in tekočih snoveh pa za nastanek hlapov in nastanek plinskih razkrojnih produktov (piroliza).

Na opredelitev požarno nevarnih prostorov, naprav in opravil vplivajo tudi nekateri pogoji v tehnološkem postopku. Tako delo ob tlaku in koncentracijah kisika, ki so višje od običajnih (1 bar, 21 vol % O<sub>2</sub>), vpliva na širjenje meja vnetljivosti in poveča se nevarnost za nastanek požara.

## 4. OCENA POŽARNE NEVARNOSTI

Ocena požarne nevarnosti je pomemben element pri izdelavi načrta požarne varnosti. Na podlagi ocene požarne nevarnosti opredelimo prioritete ukrepe za zagotavljanje varstva pred požarom. Z normativnega vidika govorimo o izdelavi ocene požarne nevarnosti na več nivojih pravnih aktov. Tako omenja oceno požarne varnosti (in ne požarne nevarnosti) Zakon o varstvu pred požarom, kjer je termin ocena požarne varnosti povezan z inženirskimi metodami. Sam pojem požarne nevarnosti pa je v Zakonu o varstvu pred požarom vezan na izvajanje ukrepov varstva pred požarom.

Veliko podrobneje govori o oceni požarne nevarnosti Pravilnik o zasnovi in študiji požarne varnosti. Ta v osmem členu govori o obsegu strokovnega dela študije. Sem sodi tudi ocena požarne nevarnosti, ki jo sestavljajo:

- možni vzroki za nastanek požara (glej poglavje V.4.1.),
- vrste in količina požarno nevarnih snovi (glej poglavje V.4.2) in
- pričakovani potek požara in njegove posledice (glej poglavje V.4.3).

Ovrednotenje požarnih nevarnosti predstavlja torej povezavo med razpoložljivimi podatki o požarih, stopnji požarne zaščite in prakso. Poleg tega da jo omenjajo predpisi, je nujen člen pri načrtovanju ukrepov požarne varnosti. Ocenjevanje požarnih nevarnosti predstavlja tudi korak na poti do ocene požarnih tveganj.

Pri nas je na področju ocenjevanja požarnih nevarnosti in požarnih ogroženosti v Pravilniku o metodologiji za ugotavljanje ocene požarne ogroženosti (Ur. list RS, št. 70/1996, 5/1997 in 31/2004) predpisan le postopek za izdelavo ocene požarne ogroženosti. Ta rabi za opredelitev požarne ogroženosti okolja in objekta zaradi umeščenosti objekta, objektov oz. določenega tehnološkega postopka v prostor. Tako ocena požarne ogroženosti upošteva obremenjenost zaradi naravnega in bivalnega okolja, prometa in nevarnih snovi. Pri načrtovanju ukrepov varstva pred požarom na podlagi zakona o varstvu pred požarom se metodologija za ugotavljanje ocene požarne ogroženosti uporablja za splošno ugotavljanje ocene požarne ogroženosti.

Podrobnejših zahtev in usmeritev za izračun požarnih nevarnosti v slovenskih predpisih ni. Tradicionalno se pri nas za oceno požarnih nevarnosti uporablja katera od tujih metod, kjer prevladuje metoda SIA; glej tudi poglavje V.4.6.

Metoda za oceno požarnega tveganja SIA (Brandrisikobewertung Berechnungsverfahren, SIA Dokumentation 81) je t. i. polkvantitativna ocena tveganja. Metoda rabi za izdelavo ocene nevarnosti za neznane dogodke. Osnova za metodo SIA je Gretenerjeva računsko metoda za oceno požarne nevarnosti.

Metoda SIA je zasnovana tako, da uporabnik vsaki od neznank dodeli njeno vrednost. Vrednosti se določanje je predvsem na podlagi inženirskih izkušenj in seveda v mejah intervalov, določenih z metodo.

Glavni parameter odločitve v metodi SIA je parameter  $\psi$ , ki predstavlja koeficient, med sprejemljivim požarnim tveganjem in dejanskim požarnim tveganjem.

Rečemo lahko, da je varnost zadostna v primeru, če je  $R$  (dejansko požarno tveganje) manjši ali enak  $R_u$  (sprejemljivo požarno tveganje).

$$\psi = \frac{R_u}{R} \geq 1$$

Velja, da je požarna varnost zadostna, če je koeficient  $\psi$  večji ali enak 1.

Metoda SIA podobno kakor metoda za oceno požarne ogroženosti na osnovi Pravilnika za izdelavo ocene požarne ogroženosti ne upošteva namembnosti objekta, kar je v primeru ocene požarne nevarnosti izredno pomembno. Metoda prav tako ne upošteva vpliva dostopnosti objekta za gasilce, zahtevnosti evakuacije ter pomembnosti požarnih ločitev.

Ena od metod za ocenjevanje požarnih nevarnosti je tudi DOW metoda. Metoda je uporabna za objekte, kakršni so kemijska procesna industrija in njene proizvodne enote, pretakališča in skladišča vnetljivih tekočin in plinov, rafinerije ter proizvodne enote, kjer delajo z eksplozivnim prahom (tehnološki proces in skladiščenje). V DOW metodi je glavni poudarek predvsem na ugotavljanju indeksa požarne in eksplozijske nevarnosti kot oblike numeričnega kazalca nivoja požarnega ogrožanja ter na določanju nujnih varnostnih ukrepov. Neodvisno od tega se izračunava tudi indeks toksičnosti, ki je numerični kazalec nivoja nevarnosti procesa pri okvarah na napravah, kar ima za posledico uhajanje in razlivanje. Metoda lahko ločeno obravnava posamične obrate ali delovne operacije.

Tveganje ( $T$ ) lahko splošno določimo tudi kot produkt verjetnosti za nastanek dogodka in pričakovane škode oz. kot produkt pričakovane nevarnosti ( $N$ ), ranljivosti ( $R$ ) in odpornosti oz. izvedenih ukrepov ( $V$ ). Tako lahko matematično zapišemo tveganje kot zmnožek faktorjev  $T=NRV$ .

## 4.1 Možni vzroki za nastanek požara

Do vžiga ali eksplozije navadno ne pride samo po sebi, temveč sta to posledica vzrokov, ki so bolj ali manj znani in so povzročeni zaradi človeških dejavnikov, narave proizvodnje oz. vrste in količine gorljivih snovi.

Najpogostejši vzroki požarov in eksplozij so naslednji:

- vroča dela pri vzdrževanju in popravilih, kakršna so npr. varjenje, odrezovanje, brušenje ipd.;
- okvare na električnih instalacijah in napravah;
- neupoštevanje določil požarnega reda glede prepovedi kajenja, skladiščenja in dela s požarno nevarnimi snovmi, vzdrževanja čistoče in vzdrževanja naprav;

- malomarnost zaposlenih (odvržen cigaretni ogorek v koš za smeti, uporaba odprtega ognja na mestih, ki za to niso ustrezno urejena itd);
- nepravilna uporaba in vzdrževanje električnih napeljav ali uporaba neodobrenih ogrevalnih teles;
- kratek stik na elektroinstalacijah;
- neustrezna električna zaščita elektromotorjev;
- napake na prezračevalnih sistemih;
- napake na plinski instalaciji;
- neustrezno vzdrževanje;
- statična elektrika;
- udarec strele in
- podtaknjen/nameren požar (požig).

Ne glede na zgoraj navedene najpogostejše vzroke požarov in eksplozij mora izdelovalec študije oz. zasnove požarne varnosti pred načrtovanjem požarnovarnostnih ukrepov določiti požarni scenarij.

Požarni scenarij predstavlja opis poteka požara od vžiga do polno razvitega požara. Zajema tako značilnosti objekta, uporabnikov, okolice kakor tudi vpliv požarnovarnostnih ukrepov in morebitno škodo, ki jo lahko požar povzroči.

Na splošno mora vsak požarni scenarij zajemati tri pomembne komponente: lastnosti požara, lastnosti objekta in lastnosti uporabnikov v objektu.

Požarni scenarij opisuje kritične dejavnike, ki pripomorejo k nastanku ali širitvi požara. Med te dejavnike prištevamo možne vire vžiga, vrste, lastnosti in količine potencialnih goriv, vrsto tehnološkega procesa ter opremo, značilnosti in število ljudi, način gradnje in načrtovane ukrepe aktivne in pasivne požarne zaščite v objektu. Požarni scenarij opisuje dejavnike, ki vplivajo na požarno varnost objekta, uporabnikov objekta in vsebine objekta.

Projektant požarne varnosti mora ob opredelitvi požarnega scenarija posebno pozornost nameniti naslednjim dejavnikom:

- virom vžiga,
- vrsti in količini goriva, ki se bo prvo vžgalo,
- mestu požara,
- vplivu geometrije in velikosti prostora na širjenje požara,
- položaju vrat in oken ob požaru,
- času nastanka požara (ponoči, podnevi, letni čas),
- vrsti prezračevanja v objektu (naravno ali mehansko),
- vrsti konstrukcije (jeklena, armiranobetonska, opečna, lesena),
- obložnim materialom (gorljivi, negorljivi, hitro goreči, počasi goreči, kapljajo ob gorenju),
- možnosti reševanja in gašenja (značilnosti uporabnikov objekta, kategorija najbližje gasilske enote, oddaljenost, oprema).

## 4.2 Vrste in količina požarno nevarnih snovi (požarna obremenitev)

Požarna obremenitev predstavlja količino toplote na površino 1 m<sup>2</sup>, podane v J/m<sup>2</sup> ali MJ/m<sup>2</sup>, ki bi se sprostila ob zgorevanju gorljivih materialov v prostoru. Ločimo dve vrsti požarne obremenitve:

- *mobilna požarna obremenitev*, ki predstavlja količino goriva oz. sproščene energije vezane na goriva, ki jih lahko v prostor prinesemo oz. so ti prenosno požarno breme,
- *imobilna oz. fiksna požarna obremenitev*, ki predstavlja količino goriva oz. sproščene energije, vezane na objekt oz. fiksne elemente objekta.

**Celotna ali skupna požarna obremenitev** objekta je seštevek mobilne in imobilne oz. fiksne požarne obremenitve na enoto površine.

Požarna obremenitev se določi kot produkt med količino toplote, ki bi se sprostila ob gorenju 1 kg snovi (J/kg, MJ/kg) in količine snovi (kg) na površinski enoti (m<sup>2</sup>).

Za zgled v *preglednici 6*. podajamo nekaj požarnih obremenitev.

Na splošno rečemo, da je požarna obremenitev do 1000 MJ/m<sup>2</sup> nizka požarna obremenitev, požarna obremenitev od 1000 – 2000 MJ/m<sup>2</sup> srednja požarna obremenitev in požarna obremenitev nad 2000 MJ/m<sup>2</sup> velika požarna obremenitev.

V primeru skladišč oz. kompleksnih objektov je treba požarno obremenitev izračunati na osnovi deleža posameznih gorljivih snovi v prostoru oz. energije v J/kg ali MJ/kg, ki jo snovi oddajajo med zgorevanjem.

**Preglednica 6:** Požarna obremenitev glede na namembnost prostorov

Namembnost prostora	Požarna obremenitev MJ/m <sup>2</sup>
Kongresna dvorana	100
Ambulanta	200
Laboratorij, fizikalni	200
Strojnice prezračevanja/dvigal	200
Tehnični prostori	200 – 300
Skladišča hrane	200 – 500
Bolniške sobe	350
Restavracije/jedilnice	50 – 150
Laboratorij, kemijski	500
Pisarna	550 – 800
Lekarna	800
Priročna skladišča	800 – 1800
Hotelske sobe	do 300
Arhiv	do 42000

### 4.3 Pričakovani potek požara in njegove posledice

Pričakovani potek požara predstavlja podatke o vrsti in načinu vžiga, napredovanju in razvoju ter trajanju požara.

Pri opredelitvi poteka požara ob izdelavi požarnega scenarija mora projektant upoštevati:

- vire vžiga (vrsta, temperatura, energijska vrednost),
- začetno rast požara (vrste in lastnosti materialov),
- čas do požarnega preskoka,
- polno razviti požar (jakost, trajanje) in
- pojemanje požara (gašenje, količina goriva).

**Projektant PV mora poznati in ovrednotiti razvoj požara glede na goriva v objektu. Ker je pogosto zelo težko dobiti podatke o vrsti in količini gorljivih materialov v objektu, mora projektant PV poznati vsaj osnovne gorljive materiale ali predpostaviti vrsto in količino goriv. V študiji požarne varnosti mora opisati predpostavke in razloge za njihov izbor.**

Običajno začnemo analizo o pričakovanem poteku požara s pomočjo podatkov o prostoru nastanka požara. Prostor nastanka požara je omejen prostor, ločen od preostalega objekta s predelnimi stenami, stropi, vrati, okni itd., določene požarne odpornosti ali brez požarne odpornosti. Prostor nastanka požara je prostor, ki je v požarnem scenariju ali resničnem požaru opredeljen kot mesto nastanka požara. Za prostor nastanka požara, so podobno kakor za požar v objektu, značilne naslednje faze:

- razvoj požara pred požarnim preskokom,
- požarni preskok,
- polno razviti požar in
- pojemanje požara.

Preučevanje nastanka in širjenja požara v prostoru nastanka požara zajema oceno:

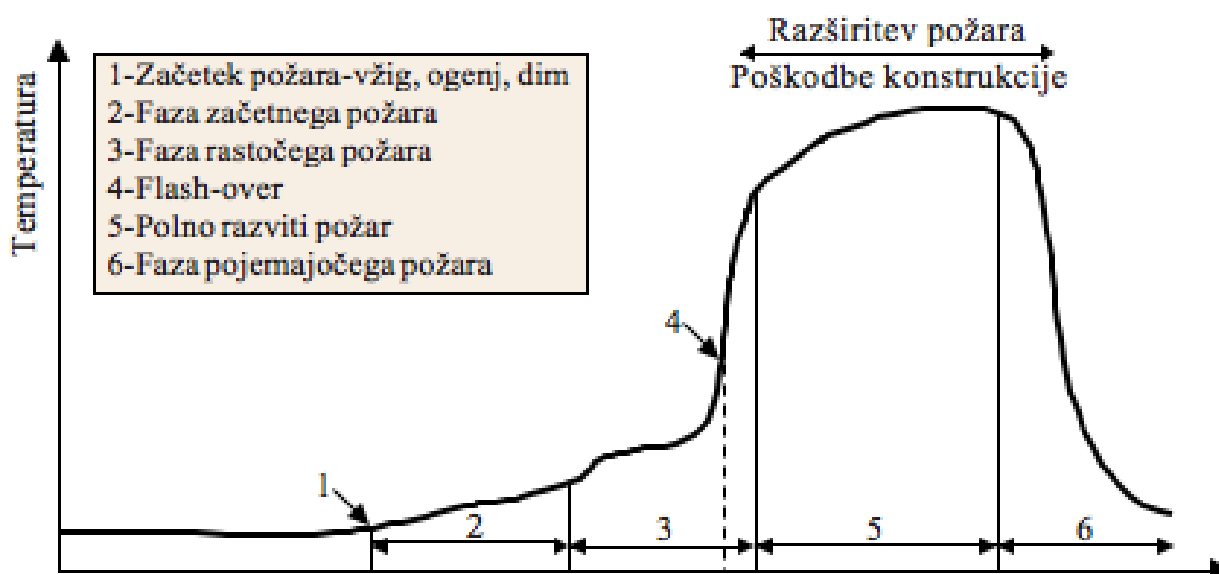
- toplote, ki se sprošča ob gorenju,
- količine dima, ki se sprošča ob gorenju,
- količine ogljikovega oksida in ostalih strupenih plinov, ki nastajajo ob gorenju,
- višine plamena,
- temperature v prostoru in
- časa do požarnega preskoka.

**Analiza naštetih stopenj omogoča vpogled na pričakovani razvoj požara po objektu. Nakaže na to ali se bo požar po objektu razširil na sosednje prostore oz. bo ostal omejen samo na sobo nastanka požara.**

### 4.3.1 Faze razvoja požara

Na *sliki 14* je prikazan časovni potek tipičnega (lahko mu rečemo tudi naravnega oz. realnega) požara. Iz poteka krivulje temperatura/čas je razvidno, da požar v večini primerov poteka v naslednjih fazah:

1. Začetni požar – vžig
2. Rastoči požar
3. Požarni preskok (**flash-over**)
4. Polno razviti požar
5. Pojemajoči požar



Slika 14: Časovni potek tipičnega požara

### ZAČETNI POŽAR

V tej fazi pride do vžiga in pričetka gorenja gorljivega materiala.

**Viri vžiga**, ki v prisotnosti kisika in gorljivega materiala povzročijo vžig, so lahko naslednji:

- direktni plameni ali stik z drugimi vročimi ali gorečimi;
- materiali (kondukcija);
- daljša izpostavljenost zunanjemu viru toplote pri sorazmerno nizki temperaturi;
- samodejno segrevanje, ki vodi do samovžiga;
- eksotermne kemijske reakcije (reakcije pri katerih se sprošča toplota);
- električne iskre ali oblaki;
- toplota ali iskre zaradi trenja;
- hitro zvišanje tlaka plina, kar povzroči dvig temperature dokler ni dosežena temperatura samovžiga;
- segrevanje s konvekcijo ali sevanjem

## RASTOČI POŽAR

Po vžigu je gorenje lahko:

- zelo hitro (npr. plinske eksplozije)
- hitro ali enakomerno (npr. gorenje kompaktnega lesa)
- počasno (npr. tlenje)

Hitrost razvoja požara je na začetku odvisna predvsem od lastnosti gorljivih materialov in manj od ostalih faktorjev, kakršni so npr. dovajanje kisika (prezračevanje), geometrija prostora, lastnosti obodnih gradbenih elementov. Goreči materiali postanejo novi izvori segrevanja do vžigne temperature in vžiga ostalih gorljivih materialov v okolici nastanka požara. Z razvojem in širjenjem požara običajno temperatura požara običajno raste.

Pri **počasnem požaru** se sprošča predvsem dim. Takšen požar se razvija počasi, plamena ob gorenju ni, količina toplote, ki se sprošča ob gorenju je nizka. Prostor zapolni dim in zaradi nepopolnega zgorevanja morda tudi gorljivi plini. Toplotni vzgon je zaradi majhne količine toplote, ki nastaja ob gorenju majhen, zategadelj na gibanje delcev dima in nezgorelih plinov vpliva zgolj pretok okoliškega zraka.

Pri **hitrem požaru** pride predvsem do gorenja s plamenom. Razvoj požara je v tem primeru hitrejši. Požarni preizkusi kažejo, da je za neprekinjeno gorenje pred požarnim preskokom potrebna toplotna moč približno 20 kW.

## POŽARNI PRESKOK (FLASH-OVER)

V zaprtih prostorih pride v fazi rastočega požara pogosto do faze, ko se zaradi zviševanja temperature zraka oziroma dimnih plinov pod stropom (med 500 °C in 600 °C) in posledičnega toplotnega sevanja te vroče plasti plina v zelo kratkem času vžgejo vsi še negoreči materiali v prostoru. Toplotno sevanje iz stropa na tla znaša v času požarnega preskoka okoli 15 do 20 kW/m<sup>2</sup>. Plameni zajamejo ves prostor in požar preide v polno razviti požar. Ta prehod se imenuje **požarni preskok** (*flash-over*).



## POLNO RAZVITI POŽAR

Za fazo razvitega požara je značilno:

- da so v požar zajeti vsi gorljivi materiali v prostoru,
- da temperatura ne narašča več tako hitro oz. sploh ne narašča več, kasneje pa prične postopoma padati,
- da je hitrost sproščanja toplote največja. Pogosto v tej fazi več materiala pirolizira, kakor pa ga zgori. Razlog za to je pomanjkanje kisika. Ventilacija v tej fazi kontrolira hitrost gorenja.
- Količina toplote, ki se sprošča pri polno razvitem požaru je odvisna bodisi od:
  - o **stopnje prezračevanja prostora.** Stopnja prezračevanja narekuje zgornjo mejo hitrosti odgorevanja materiala. Če je stopnja prezračevanja omejena, požar verjetno ne bo prešel v fazo požarnega preskoka in bo v nekaterih primerih sam ugasnil. Kjer do požarnega preskoka pride, bo hitrost sproščanja toplote dosegla maksimalno raven pri določeni ravni prezračevanja.
  - o **količine in vrste razpoložljivega goriva.** Pri požaru, omejenem s količino goriva bo hitrost sproščanja toplote omejena s količino, vrsto in postavitvijo gorljivih predmetov ali snovi. Hitrost sproščanja toplote bo pri majhni količini gorljivih snovi ali pri gorenju materialov, ki odgorevajo počasi, majhna in do požarnega preskoka v večini primerov ne bo prišlo.

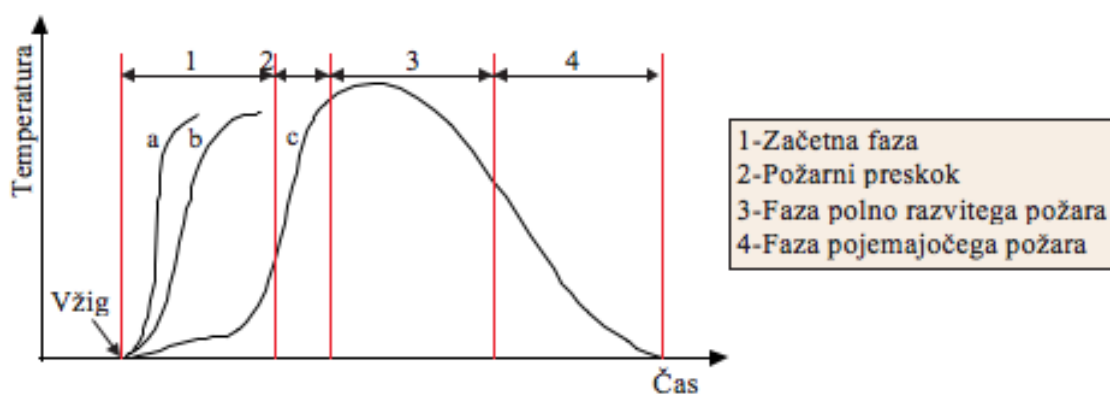
V tej fazi gorenja imajo **zunanj faktorji**, denimo ventilacija, geometrija prostora in lastnosti obodne strukture prostora, odločujoč vpliv na hitrost gorenja v prostoru. Običajno se prične širjenje požara v sosednje prostore oziroma na sosednje objekte.

## POJEMAJOČI POŽAR

**V tej fazi pride do pojemanja požara, ker zmanjkuje gorljivega materiala ali kisika/zraka.**

Gorljiv material običajno nadzira hitrost gorenja v tej fazi. Če je do pojemanja požara prišlo zaradi pomanjkanja kisika in ne zaradi pomanjkanja gorljivega materiala, lahko v tej fazi tudi po sorazmerno daljšem času ob ponovnem dovajanju kisika (npr. če se odpro vrata) požar ponovno preide iz faze tlenja v fazo intenzivne rasti požara.

Ob analizi poteka požara je treba opredeliti vir požara in količino toplote (Joul ali Watt), ki se sprošča v fazi razvoja požara. Za gorljivo snov je treba predvideti hitrost sproščanja toplote, ki bo nastajala ob gorenju. Najboljša pot vodi k zbiranju podatkov o gorljivi snovi na temelju preizkusov. Ker je v prostoru po ponavadi prisotnih več gorljivih snovi je hitrost sproščanja toplote treba domnevati. V fazi ocene napredovanja požara se mora napovedati tudi stopnja rasti požara oz. naklon požarne krivulje, ki je na *sliki 15*. opredeljen s krivuljami a, b in c.



Slika 15: Potek požara

Za oceno stopnje rasti požara se uporablja enačba:

$$Q_g = \alpha (t - t_i)^2$$

kjer je:

- $Q_g$  – hitrost sproščanja toplote v požaru v fazi razvoja požara v kilovatih (kW),
- $t$  – čas v sekundah (s)
- $t_i$  – čas vžiga v sekundah (v tem primeru 0) in
- $\alpha$  – parameter razvoja požara v  $\text{kJ/s}^3$ .

Požare, ki jih ponazarja zgornja enačba krivulje, je mogoče imenovati t-kvadrat požar. Parameter razvoja požara je odvisen od vrste gorljive snovi in oblike prostora. Praksa loči štiri krivulje razvoja požara, ločijo se po hitrosti širjenja požara, parameter razvoja požara zanje pa je podan v preglednici 7.

Preglednica 7: Parametri razvoja požara

Stopnja širjenja požara	Parameter razvoja požara ( $\text{kJ/s}^3$ )	Čas za dosego $Q_g=1000$ kW (s)
Počasno	0,0029	600 (10 min)
Srednje	0,012	300 (5 min)
Hitro	0,047	150 (2,5 min)
Izredno hitro	0,188	75 (1,25 min)

Stopnja širjenja požara je za posamezne načrtovane požare različna. Preglednica 8 prikazuje izbor stopnje širjenja požara glede na namembnost prostora in s tem tudi pričakovano gorljivo snovjo.

**Preglednica 8:** Izbor stopnje širjenja požara glede na načrtovani požar

Namembnost objekta	Hitrost širjena požara
Stanovanjski objekt	Srednja
Pisarne	Srednja
Trgovina	Hitro
Hotelska recepcija	Srednja
Hotelska soba	Srednja
Galerija	Počasno
Industrijsko skladišče ali delavnica	Izredno hitro

#### 4.4 Dejavniki, ki vplivajo na intenzivnost požara

Intenzivnost požara oziroma količina toplote, ki se sprosti v časovni enoti, določa vpliv požara na konstrukcijske gradbene elemente, elemente notranje opreme in dimne pline. Na intenzivnost oz. jakost požara vplivajo naslednji faktorji:

- požarna obremenitev, ki je odvisna od količine in vrste gorljivih snovi,
- požarne lastnosti gorljivih materialov, kakršne so vnetljivost, temperatura vžiga, hitrost širjenja plamena po površini, hitrost sproščanja toplote, mejne koncentracije vnetljivosti in eksplozivnosti,
- površine gorljivih materialov,
- dovod zraka in
- odvajanje toplote iz prostora.

#### VELIKOST POVRŠINE GORLJIVIH MATERIALOV

Pri trdnih in tekočih snoveh se požar lahko začne samo na površini snovi ali ob njej. Materiali, kakršna sta tekstil in penjena plastika, imajo veliko specifično površino, zato se hitreje vžgejo in raje gorijo.

#### DOVAJANJE ZRAKA

Gorljivi materiali prosto gorijo v normalni atmosferi zraka, ki vsebuje 21 vol. % kisika. Toda pri gorenju se kisik porablja.

**Če pade vsebnost kisika pod 16 vol. %, koncentracija v večini primerov ne zadošča za nadaljnje gorenje.**

Izjema so hlapi kerozina, ki gorijo pri 15 vol. % kisika, in balirani ostanki bombaža, ki gorijo pri 8 vol. % kisika. Nekateri materiali lahko tlijo razmeroma dolgo pri zelo nizkih koncentracijah kisika.

Nekatere snovi omogočajo gorenje tudi v odsotnosti atmosferskega kisika. Te snovi so znane pod imenom **oksidanti**, npr. peroksidi.

Na hitrost gorenja poleg lastnosti materialov vpliva tudi prezračevanje oz. dovod svežega zraka. Če ni dovolj svežega zraka, potem dovod zraka oz. ventilacija določa potek požara. Pri požarih, kjer je dovolj svežega zraka, pa potek požara določajo požarne lastnosti materialov in lastnosti obodnih konstrukcijskih materialov. Za požare, pri katerih dovod zraka določa hitrost gorenja, je značilen počasnejši dvig temperature, nižje temperature, predčasno zmanjšanje intenzivnosti in pogosto tudi ugasnejo.

**Toplotne lastnosti (npr. toplotna kapaciteta in toplotna prevodnost) obodnih gradbenih elementov** vplivajo na to, koliko pri požaru sproščene toplote bodo absorbirali obodni elementi in koliko toplote bo odvedene iz prostora v okolico, ter tako vplivajo na temperaturo v prostoru in na hitrost gorenja.

Na potek požara lahko vplivajo tudi vse **odprtine** (vertikalne in horizontalne), ki v primeru požara omogočajo odvajanje vročih dimnih plinov iz prostora v okolico. Zaradi tega se znižuje temperatura v prostoru, kar ima za posledico tudi manjše poškodbe gradbenih elementov in ostale opreme v prostoru.

Na širjenje požara po objektu in med objekti vplivajo:

- geometrija prostorov,
- notranje obloge,
- gradbeni materiali,
- odprtine in mesta z nizko požarno odpornostjo,
- povezave med požarnimi sektorji,
- mesta atrijev ali velikih dvoran v objektu,
- število nadstropij in
- lokacija objekta glede na druge objekte.

Na **širjenje požara v prostoru nastanka** vplivajo predvsem požarne lastnosti obložnih materialov (stropa, sten in poda) in elementov notranje opreme (pohištvo, zavese ipd).

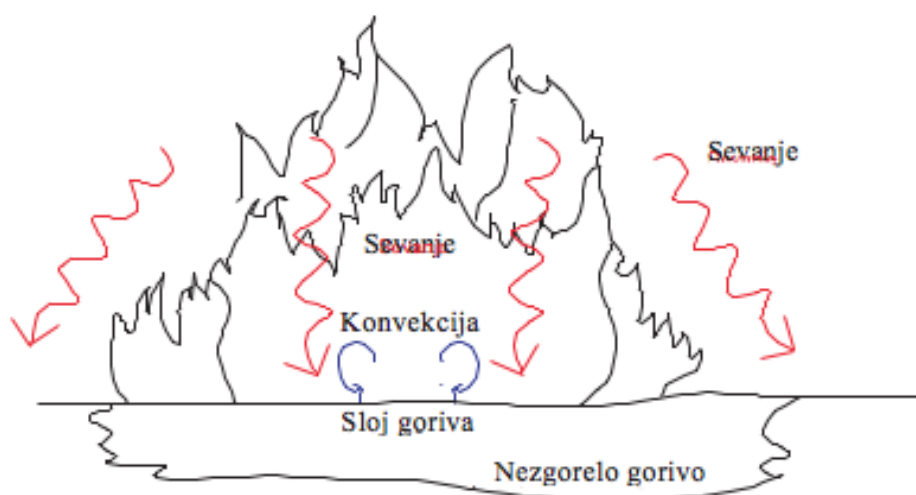
Na **širjenje požara po objektu** poleg požarne odpornosti konstrukcijskih in zapornih elementov vplivajo požarne lastnosti (gorljivost, vnetljivost, širjenje plamena) konstrukcijskih in obložnih materialov, iz katerih so izvedene horizontalne in vertikalne povezave, denimo hodniki, stopnišča, jaški dvigal, prezračevalni kanali, kanali in prehodi električnih napeljav in ostalih napeljav ter požarne lastnosti fasadnih obložnih materialov (prenos požara po fasadi).

Na **širjenje požara z objekta na objekt** pa poleg odmika in velikosti okenskih površin vplivajo tudi požarne lastnosti obložnih fasadnih elementov in strešne kritine (gorljivost, vnetljivost na le-teči ogenj ipd.).

#### 4.4.1 Produkti gorenja

Pri gorenju se sproščajo toplota, svetloba in dim.

Pri gorenju potekajo tako endotermne reakcije (toplota se porablja) kakor tudi eksotermne reakcije (toplota se sprošča), vendar se več toplote sprosti kot pa se je porabi, zato je gorenje **eksotermna reakcija**. Proces gorenja poteka zelo hitro. Ker se sproščena toplota ne more hitro odvajati, temperatura reaktantov narašča. Zaradi vpliva pri gorenju sproščene toplote, ki se z mesta pričetka požara s kondukcijo, konvekcijo in sevanjem širi na gorljive materiale v neposredni okolici (segrevanje, piroliza, izhlapevanje gorljivih snovi) se zagotavlja vzdrževanje in širjenje gorenja:



Če gorenje poteka pri visokih temperaturah in prebitku kisika (dobro prezračevanje), pride do **popolnega sežiga** gorljivih snovi. To pomeni, da se ves ogljik v gorljivih snoveh spremeni v ogljikov dioksid, vodik v vodno paro, ostali elementi, denimo žveplo in dušik, pa v žveplove oz. dušikove okside.

V večini primerov pri gorenju oz. požaru ne pride do popolnega sežiga. Pri **nepopolnem sežigu** poleg navedenih oksidov nastajajo tudi vmesni produkti, ki nastanejo pri razkroju večjih kompleksnih molekul in zaradi pomanjkanja kisika ali prenizke temperature ne reagirajo s kisikom, ampak ostanejo nespremenjeni. Pri nepopolnem sežigu posameznih materialov nastajajo različni vmesni razkrojni produkti, npr.: vodikov cianid pri volni ali svili; akrolein pri petroleju; očetna kislina pri lesu in papirju; ogljik ali ogljikov oksid pri snoveh, ki vsebujejo ogljik. Pri poteku požara temperatura običajno raste, zato se večina teh produktov, ki so pogosto toksični, razkroji.

**Dim** predstavlja disperzijo trdnih in tekočih delcev v nosilnem plinu, ki ga sestavljajo plinski produkti gorenja in zrak. Tekoči delci so katranu podobne kapljice ali meglica, ki jo sestavljajo tekoči produkti pirolize ali delno oksidirani produkti in voda. Trdne delce pa predstavljajo predvsem različne oblike elementarnega ogljika.

#### 4.4.2 Mehanizmi gorenja

Razlaga o gorenju s pomočjo trikotnika gorenja predstavlja precejšnjo poenostavitev in se uporablja predvsem za lažje razumevanje osnovnih principov gorenja. Dejansko pa je gorenje precej bolj zapleten proces. Poznamo dva osnovna mehanizma gorenja:

1. gorenje s plamenom
2. gorenje s tlenjem/žarenjem

##### 4.4.2.1 Gorenje s plamenom

S plamenom gorijo plini in hlapni. Tudi tekočine in trdne snovi gorijo s plamenom – gorenje v plinski fazi. Gorenje pri tekočinah poteka tako, da zaradi delovanja toplote pride do nastanka zadostne količine hlapov. Gorijo hlapni in ne tekočina. Tudi pri trdnih snoveh v večini primerov (izjema je žarenje) poteka gorenje plinastih produktov, ki nastanejo pri uparjevanju in pirolizi trdnih gorljivih snovi, kar prikazuje *slika 16*:



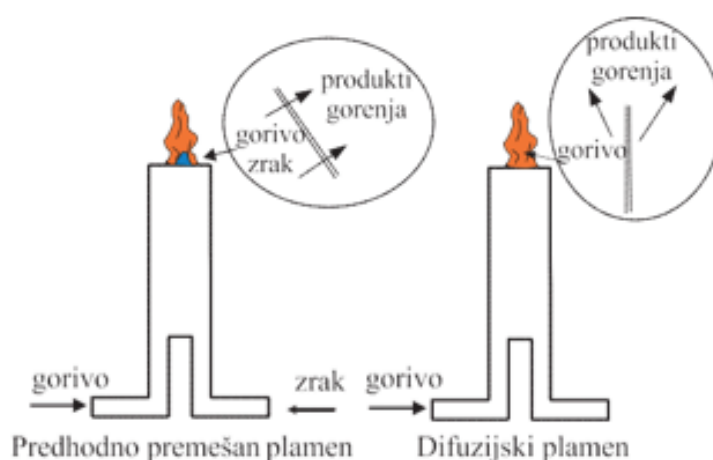
**Slika 16:** Potek gorenja glede na agregatno stanje

Plinasto gorivo, ki nastaja pri pirolizi trdnega goriva je zmes številnih snovi. Nekatere od teh so plini ali lahko hlapljive tekočine in jih sestavljajo večinoma enostavne molekule (vodik, ogljikov oksid, etilen). Drugi, manjši del pa so tekočine z veliko molekularno maso, ki so težko hlapljive in izhlapevajo samo pri visoki temperaturi na površini trdne snovi. Pri gorenju tudi te snovi zgorijo v plamenu.

Pri gorenju je za potek pirolize potrebna toplota, ki kot pri gorenju tekočin prihaja iz gorenja s plamenom v neposredni bližini. Hitrost zgorevanja je odvisna od hitrosti uplinjanja.

Gorenje s plamenom poteka v plinski fazi in ga imenujemo tudi **homogeno gorenje**. Za to gorenje so značilni plameni. S plameni gorijo gorljivi plini in hlapi tekočine, pri trdnih snoveh pa gorijo gorljivi hlapni in plinski produkti termičnega razkroja. Plameni so lahko »poprej premešani« ali pa »difuzijski«.

Na *sliki 17* sta na primeru Bunsenovega gorilnika prikazana oba tipa gorenja s plamenom. Če je na gorilniku zaprt dovod zraka, poteka gorenje z rumenim difuzijskim plamenom. Zrak vstopa v reakcijsko območje iz okolice plamena. Kisika ni dovolj za popolno zgorevanje, zato je zgorevanje plina nezadostno in je temperatura plamena nižja (plamen je rumene barve). Pri odprtem dovodu zraka na gorilniku pa poteka gorenje z modrim poprej premešanim plamenom. Na voljo je dovolj kisika, zato je izgorevanje popolno in je temperatura plamena višja (plamen je moder).



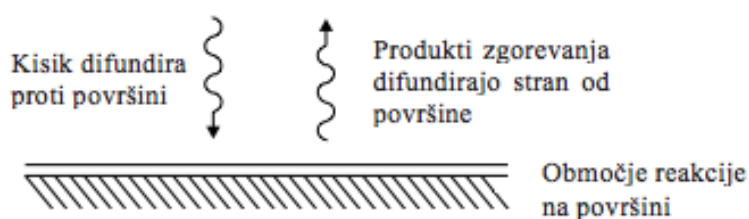
**Slika 17:** Bunsenov gorilnik – prikaz principa gorenja

#### 4.4.2.2 Gorenje s tlenjem/žarenjem

Gorenje s tlenjem/žarenjem poteka na površini gorljivih trdnih snovi, zato ga označujemo tudi kot **heterogeno gorenje**. Na ta način gorijo trdni kemijski elementi: nekovine in kovine.

Ta mehanizem srečamo tudi pri gorenju trdnih materialov, ki so sestavljeni pretežno iz ogljika in vodika ter pri pirolizi tvorijo poleg tekočih in plinskih produktov tudi trdni produkt – oglje. Po končani pirolizi in ko pogorijo plinski produkti pirolize, preostane sloj oglja. Oglje predstavlja elementarni ogljik in gori po mehanizmu heterogenega gorenja. V to skupino materialov sodijo materiali, kakršni so npr.: papir, celulozna vlakna, žaganje, vlaknene plošče, les in lesni izdelki, kavčuk in izdelki iz gume.

Za gorenje s tlenjem je značilno, da gorijo kemijski elementi (ogljik, aluminij, magnezij, fosfor ipd.) in da ni plamenov. Hitrost gorenja je odvisna predvsem od prenosa kisika iz glavne mase okoliškega zraka do površine trdnega kemijskega elementa (npr. oglja) ali, drugače povedano, v glavnem od molekularne difuzije kisika, kar prikazuje *slika 18*:



**Slika 18:** Gorenje s tlenjem

#### 4.4.2.3 Gorenje plinov

V primerjavi z gorenjem trdnih in tekočih snovi je gorenje plinov »enostavnejši« proces. Molekule gorljivih plinov in kisika se gibljejo v prostoru, pri čemer pride do medsebojnih trkov. Do začetka reakcije oksidacije pride, če so izpolnjeni pogoji glede aktivacijskih energij za cepitev vezi v molekulah gorljivih plinov in kisika (segrevanje, zunanji vir vžiga) in koncentracij reaktantov. Ko pride do vžiga, poteka gorenje plinov po mehanizmu gorenja s plamenom. V plinski fazi gorijo tudi vnetljive tekočine (hlapi) in v večini primerov tudi trdne snovi, razen gorenja z žarenjem.

Za gorenje plinov so najpomembnejše naslednje lastnosti:

1. temperatura vžiga
2. spodnja meja vnetljivosti
3. zgornja meja vnetljivosti
4. gostota hlapov
5. temperatura samovžiga

Pri plinih pride do začetka gorenja zaradi reakcije med molekulami gorljivega plina in kisika/oksidanta, glej *sliko 19*. Tudi pri tekočinah pride do vžiga oz. začetka gorenja v plinski fazi. Tekočino oz. trdno snov moramo najprej segreti, da spremenimo zadostno količino gorljive tekočine oz. trdne snovi v hlapo, tako da nastane v bližini površine zmes vnetljivih hlapov in zraka.

Proces vžiga in gorenja plinov ali hlapov lahko razdelimo na **tri faze**:

1. predpriprava plinske zmesi
2. vžig zmesi
3. kemijske reakcije gorenja v plinski fazi

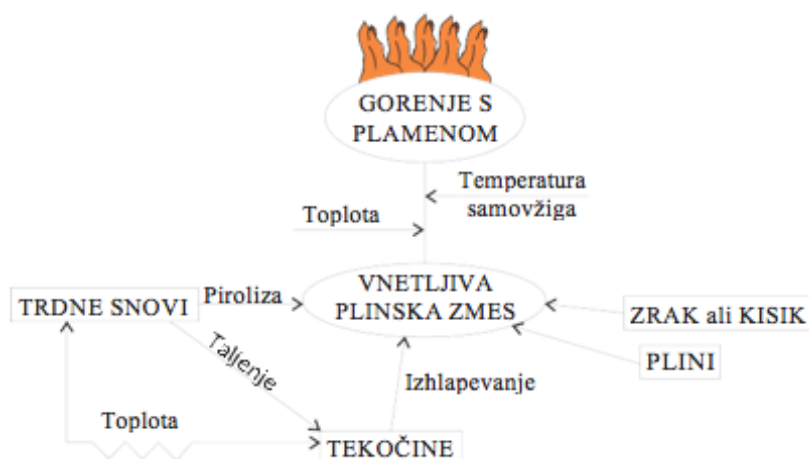
**Vžig** je proces, s katerim sprožimo začetek samovzdrževanega gorenja. Razlikujemo dva osnovna mehanizma vžiga:

- samovžig
- in zunanji vžig.

Da pride do vžiga plinske zmesi, je treba zagotoviti za potek reakcij oksidacije potrebne pogoje:

- ustrezno razmerje med gorljivimi plini/hlapi in kisikom
- stik oz. porazdelitev (premešanje) molekul gorljivih plinov/hlapov in kisika
- segreti plinsko zmes na določeno temperaturo in/ali jo vžgati z zunanjim virom vžiga



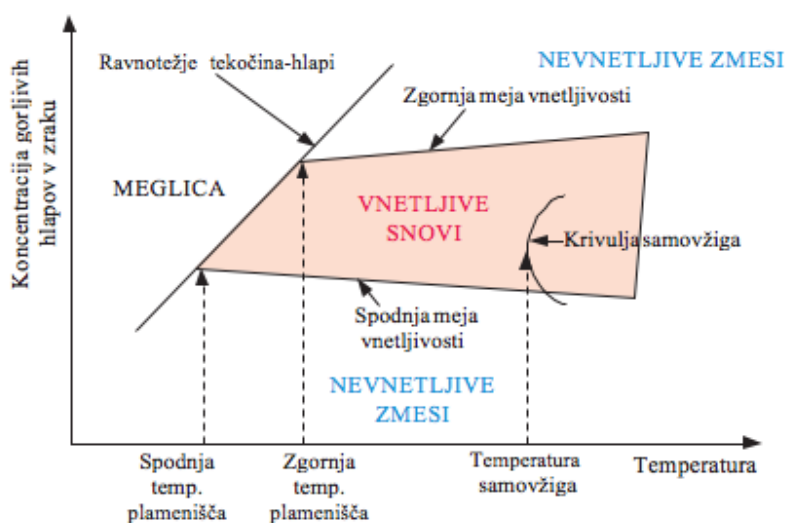


Slika 19: Gorenje s plamenom

Vnetljivi plini oz. hlapi lahko v zmesi z zrakom gorijo samo, če so z zrakom oz. kisikom v določenem razmerju. Zmes, ki vsebuje ravno toliko vnetljivega plina in kisika iz zraka, kolikor ga je potrebno za popolno zgorevanje, se imenuje **stehiometrijska zmes**, koncentracije pa stehiometrijske koncentracije.

Različni materiali imajo različne stehiometrijske koncentracije, odvisno od kemijske sestave materiala in mehanizma reakcije oksidacije.

Eksperimentalno pa je bilo ugotovljeno, da do gorenja ne pride samo pri stehiometrijskih koncentracijah, ampak tudi pri nižjih in višjih koncentracijah vnetljivih plinov. Vnetljivi plini/hlapi zgorevajo torej v širšem intervalu oz. področju koncentracij. Pri konstantni temperaturi govorimo o intervalu, drugače pa o **področju vnetljivosti**. Interval vnetljivosti omejujeta spodnja in zgornja koncentracija oz. meja vnetljivosti, področje pa krivulja (v večini primerov premica) spodnje in zgornje meje vnetljivosti. Shematsko so meje, interval in področje vnetljivosti za vnetljive hlape pri konstantnem tlaku prikazane na *sliki 20*. Zunaj področja vnetljivosti vžig vnetljivih plinov/hlapov ni mogoč.



Slika 20: Področje vnetljivosti

Najnižja koncentracija vnetljivega plina/hlapov v mešanici z zrakom, pri kateri je še mogoče zgorevanje, se imenuje **spodnja meja vnetljivosti**.

Najvišja koncentracija vnetljivega plina/hlapov v mešanici z zrakom, pri kateri je še vedno mogoče zgorevanje, se imenuje **zgornja meja vnetljivosti**.

Mejne koncentracije vnetljivosti so odvisne predvsem od vrste vnetljivega plina/hlapov, zmesi temperature in tlaka. Manjši vpliv imajo vlažnost, turbulenca itd. Spodnjo in zgornjo mejo vnetljivosti vnetljivih plinov oz. hlapov določimo eksperimentalno. Običajno so podane v vol. % v zraku pri sobni temperaturi 20 °C in tlaku 1 bar.

Ker pri številnih vnetljivih plinih ob vžigu lahko pride do eksplozije, se namesto izraza meje vnetljivosti uporablja tudi **izraz meje eksplozivnosti**, namesto izraza spodnja ali zgornja meja vnetljivosti pa izraz spodnja ali zgornja meja eksplozivnosti.

Pri **realnem požaru** (nekontrolirano gorenje) pa so taki pogoji redki. Do popolnega zgorevanja pride samo lokalno v območju gorenja, kjer so dovolj visoke temperature in je dovolj kisika. Ti pogoji običajno trajajo samo kratek čas. Zaradi produktov termičnega razkroja in produktov gorenja pride v območju gorenja do motenj v dovodu zraka oz. kisika. Zato temperatura pade, vendar je še zmeraj dovolj visoka, da potekajo termo-oksidacijski procesi, pri katerih pa ne nastajajo produkti popolne oksidacije, ampak produkti pirolize in produkti delne oksidacije: ti produkti so lahko plinasti (npr. ogljikov oksid, formaldehid, metanol, očetna kislina), tekoči (katrani) ali trdni (saje).

Če ni dovolj kisika za zgorevanje, pride torej do nepopolnega zgorevanja. V tem primeru:

- del goriva zgori do končnih produktov gorenja, npr. voda, ogljikov dioksid;
- del goriva zgori do vmesnih produktov zgorevanja, ki so lahko plinasti, tekoči ali pa trdni;
- del goriva pa sploh ne zgori.

#### 4.4.2.4 Gorenje tekočin

Tekočin gorijo v naslednjih fazah:

- uparevanje
- gorenje hlapov v plinski fazi s plamenom

Najpomembnejša lastnost za vžig in gorenje tekočin je njihov **parni tlak**. Tekočine imajo različen parni tlak. Parni tlak je merilo za stopnjo prehajanja molekul iz tekočine v zrak (izhlapevanje), s čimer je določena tudi količina molekul snovi, ki je na voljo za reakcijo oksidacije s kisikom v zraku.

Višji ko je parni tlak, večja je hitrost izparevanja. Velja torej pravilo, da so tekočine z višjim parnim tlakom pri določeni temperaturi lažje vnetljive kakor tekočine z nižjim parnim tlakom.

Za gorenje vnetljivih tekočin so pomembne tudi naslednje lastnosti tekočin:

1. temperatura plamenišča,
2. temperatura vžiga,
3. energija vžiga,
4. temperatura samovžiga,
5. spodnja meja vnetljivosti,
6. zgornja meja vnetljivosti.

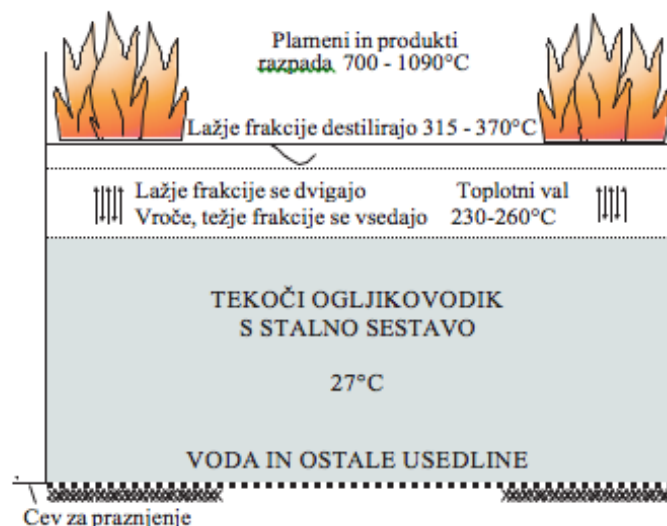
Podobno kakor pri gorenju večine gorljivih trdnih snovi morajo tudi pri gorljivih tekočinah najprej nastati hlapi. Če segrevamo tekočino, pričnejo izhajati hlapi tekočine. Če je temperatura tekočine enaka ali malo višja od **temperature plamenišča**, se nad tekočino nabere že dovolj hlapov vnetljive tekočine, da se v prisotnosti manjšega zunanega vira vžgejo s kisikom iz okoliškega zraka. Poteka gorenje s plamenom v plinski fazi. Pri tej temperaturi nastaja premalo hlapov, da bi bilo omogočeno neprekinjeno gorenje. Hlapi hitro pogorijo in plamen ugasne. Za neprekinjeno gorenje je treba tekočino segreti na nekoliko višjo temperaturo, imenovano **temperatura vžiga**. Pri tej temperaturi izhlapi toliko hlapov, da se v primeru vžiga z zunanjim virom tudi po odstranitvi vira vžiga nadaljuje neprekinjeno gorenje hlapov nad površino tekočine. Pri gorenju pri tej temperaturi se tudi sprošča dovolj toplote, ki je potrebna za vzdrževanje ustrezne temperature (običajno temperature vrelišča) na površini tekočine za izparevanje in za segrevanje glavne mase tekočine.

Če je koncentracija hlapov pod **spodnjo mejo vnetljivosti/eksplozivnosti**, ni dovolj goriva za gorenje, če pa je nad **zgornjo mejo vnetljivosti/eksplozivnosti**, ni dovolj kisika za gorenje.

Številne vnetljive tekočine oddajajo hlape v zadostnih koncentracijah že pri sobni temperaturi, nekatere pa že pri temperaturah precej pod sobno temperaturo. Petrolej špirit, denimo, oddaja hlape, ki se lahko vžgejo, pri vseh temperaturah nad  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hlapi se lahko vžgejo v prisotnosti majhne iskre ali plamena. Hitrost sproščanja hlapov je odvisna od lastnosti tekočine, temperature in velikosti izpostavljenе površine tekočine.

Širjenje toplotnega vala pri požarih težjih naftnih frakcij v rezervoarjih prikazuje *slika 21*.

Sloj segrete tekočine imenujemo **toplotni val**. Toplotni val se širi proti dnu rezervoarja s hitrostjo 23 do 38 cm na uro (odvisno od vrste naftnega derivata) in pri dolgotrajnih požarih doseže dno rezervoarja, kjer se nahajajo usedline vode (v naftnih derivatih so zmeraj prisotni ostanki vode, voda pa lahko pride v tekočino ob gašenju z vodo). Ta voda se spremeni v paro in deluje kot bat pod tlakom, ki potiska segreto tekočino navzgor in iz rezervoarja. Ker je vsa tekočina segreta nad temperaturo plamenišča nafte (najmanj  $233\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), razlita tekočina gori. Visoki tlaki vržejo nafto tudi več 100 m daleč. Pride do razmer, ki so podobne delovanju vulkana, ki bruha lavo. Pojav imenujemo **prekipevanje** (angl. *boil-over*). Pri požaru tekočine z lastnostjo prekipevanja v rezervoarju s premerom 30 m znaša varnostna razdalja 800 m.



**Slika 21:** Širjenje toplotnega vala pri požarih težjih naftnih frakcij v rezervoarjih

#### 4.4.2.5 Gorenje trdnih snovi

Mehanizem gorenja ni enak za vse trdne snovi. Sam potek gorenja in spremembe snovi, ki spremljajo potek gorenja, so odvisni od sestave trdnih snovi in njihovih lastnosti.

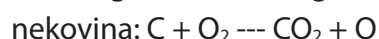
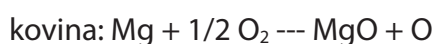
Glede na potek gorenja oz. spremembe, ki spremljajo potek gorenja trdnih snovi, ločimo tri osnovne mehanizme:

1. neposredno gorenje
2. gorenje s spremembo agregatnega stanja
3. gorenje s pirolizo (termični razpad)

Trdne snovi z večjo specifično površino (površina na volumensko enoto) se pod vplivom toplote in v prisotnosti kisika lažje vžgejo in lažje gorijo kakor snovi z manjšo specifično površino. Primeri za materiale z večjo specifično površino: tekstilna vlakna in tkanine, penjena guma, penjene plastike, tanke plošče plastike, lesa, papirja in valovitega kartona, gorljivi prah, oblanci ipd.

#### NEPOSREDNO (DIREKTNO) GORENJE

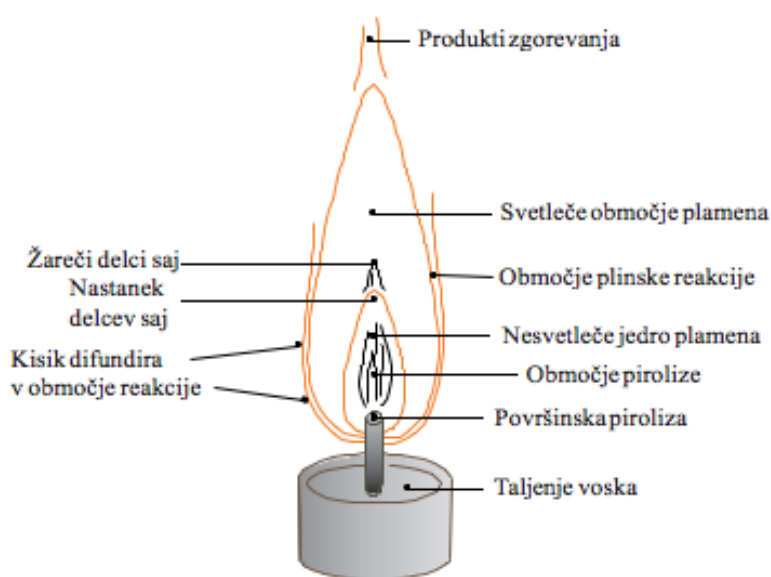
Neposredno gorenje trdnih snovi poteka pri trdnih snoveh, ki pri segrevanju ne razpadajo ali izhlapevajo. Ko dosežejo določeno temperaturo, pride na površini trdne snovi do reakcije s kisikom oz. do gorenja s tlenjem/žarenjem (heterogeno gorenje). Na ta način gorijo gorljivi trdni kemijski elementi, in sicer tako nekovine (npr. ogljik, silicij, fosfor) kakor tudi kovine (npr. magnezij, aluminij, titan, natrij, kalij):



## GORENJE S SPREMEMBO AGREGATNEGA STANJA

Za ta način gorenja trdnih snovi je značilno, da v prvi fazi v procesu segrevanja pride do prehoda materiala iz trdnega v tekoče stanje (taljenje) in nato do prehoda iz tekočega v plinsko stanje (izhlapevanje). Gorijo hlapi. Gorenje materiala torej poteka po mehanizmu gorenja s plamenom (homogeno gorenje v plinski fazi). Na ta način gorijo nekateri trdni organski materiali, npr. parafin, vosek, mast, termoplastične sintetične smole itd. Pri nekaterih od teh materialov pri prehodu iz tekoče v plinsko fazo pride tudi do termičnega razpada.

Na *sliki 22* so na primeru sveče (parafin) shematsko prikazani posamezni procesi, ki potekajo pri gorenju s taljenjem.

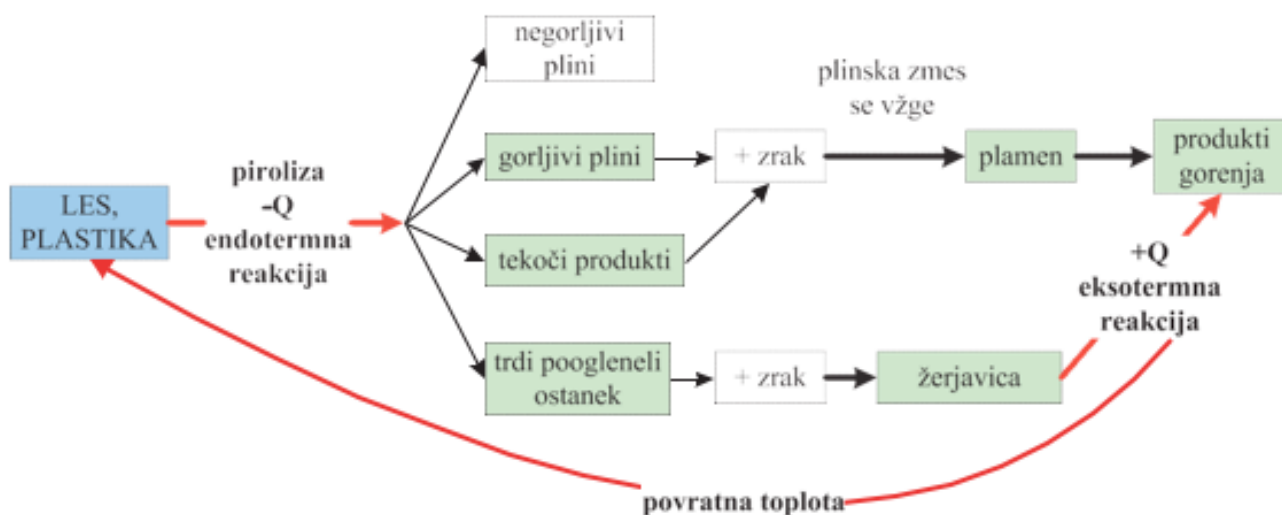


**Slika 22:** Proces, ki potekajo pri gorenju s taljenjem

### 4.4.2.6 Gorenje s pirolizo

Gorenje večine gorljivih trdnih snovi poteka po procesu pirolize. **Piroliza** je definirana kot kemijski razkroj snovi pod vplivom toplote.

Če segrevamo trdne gorljive materiale nad sobno temperaturo, se pričnejo procesi razkroja. Najprej izpari latentna vlaga, nato pa pričnejo izhlapevati gorljivi hlapi in ti pravzaprav gorijo. Večina trdnih organskih materialov, kakršni so npr. les in izdelki na osnovi lesa, premog in nekatere vrste sintetičnih materialov (duroplasti), torej ne gori ampak pirolizira. Gorijo gorljivi produkti pirolize, in sicer hlapni in plinski produkti po mehanizmu gorenja s plamenom (gorenje v homogeni fazi), trdni (ogljje) pa po mehanizmu gorenja s tlenjem/žarenjem. Proces gorenja lesa in plastike je shematsko prikazan na *sliki 23*.

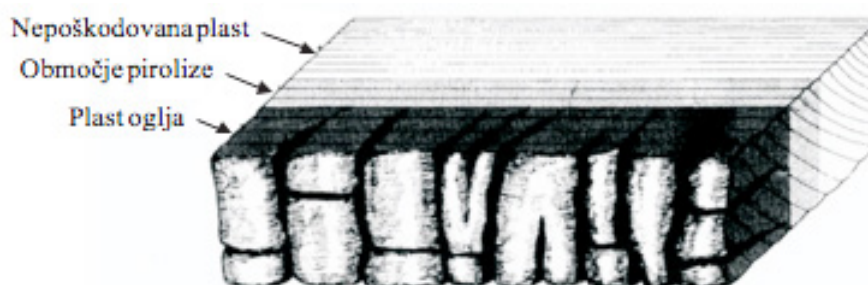


**Slika 23:** Proces gorenja lesa in plastike

Piroliza trdnih gorljivih snovi poteka v več stopnjah. Za lažje razumevanje gorenja trdnih gorljivih snovi si oglejmo, kako poteka **gorenje oz. piroliza najpogosteje uporabljanega gorljivega trdnega materiala – lesa**.

Ena od osnovnih sestavin lesa je **celuloza**. Z zviševanjem temperature (segrevanje) se prične razpad (piroliza) celuloze. V začetni fazi pirolize celuloze se kot posledica prične najprej sproščati vodna para, saj voda predstavlja visok delež celotne sestave lesa. Z nadaljnjim segrevanjem se nadaljuje piroliza, izhajati začnejo različni negorljivi in gorljivi hlapi, proti koncu razkroja pa prevladujejo ogljikov oksid, ogljikov dioksid in vodna para, dokler na koncu ne ostane samo še ogljik v obliki sloja oglja. Proces pirolize se prične najprej na površini lesa in se širi v notranjost, glej *slika 24*.

Mehek les vsebuje večje količine smol, ki pri segrevanju hitro izhlapevajo. Mehek les ima večjo celično strukturo kakor trd les, zato poteka izparevanje pri nižjih temperaturah kakor pri trdem lesu. Celična struktura lesa vpliva tudi na temperaturo vžiga, zato imajo različne vrste lesa različne temperature vžiga. Proces pirolize lahko poteka pri temperaturah, ki so precej nižje od temperature vžiga.



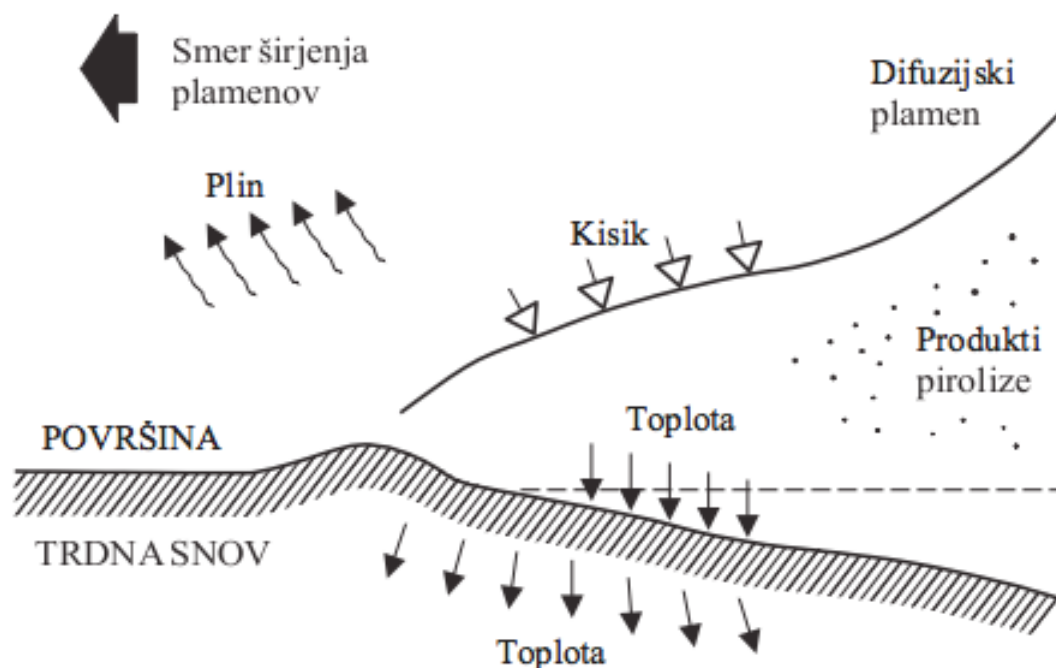
**Slika 24:** Proces pirolize

**Gorljivi plini**, ki se sproščajo iz lesa, se pomešajo z okoliškim zrakom. Ko je dosežena spodnja meja vnetljivosti in minimalna vžigna energija, se ti plini vžgejo. Gorenje poteka s plamenom v plinski fazi. Pri temperaturi vžiga se celoten kemijski proces iz endotermnega spremeni v eksotermnega in postane samovzdrževan. Na začetku je pri doseženi vžigni temperaturi koncentracija ogljikovega dioksida in vodne pare v sproščajočih se plinih še previsoka, da bi omogočala daljše vzdrževanje gorenja s plameni. Toplota, ki jo oddajajo plameni, sproži reakcije sekundarne pirolize, posledica česar je sproščanje večje količine gorljivih plinov in gorenje s plameni poteka v celoti v plinski fazi.

Sproščanje plinov iz notranjosti lesa zaradi pirolize je lahko tako intenzivno, da onemogoča dostop kisika do površine lesa ter tako prepreči gorenje plasti oglja. Kasneje ko se začne proces pirolize ustavljati, ker zmanjkuje lesa, pa ima kisik iz zraka dostop do površine oglja. Oglje prične goreti brez plamena.

Do **gorenja z žarenjem** pride pri lesu v zadnji fazi pirolize, ko večina gorljivih hlapov in plinov že pogori, ali pa v primerih, ko je nastanek hlapov in plinov preprečen, npr. z dodatkom snovi za preprečevanje gorenja s plameni (*flame retardants*).

Na *sliki 25* je shematsko prikazano širjenje plamenov pri gorenju trdnih materialov.



**Slika 25:** Širjenje plamenov pri gorenju trdnih materialov

#### 4.4.2.7 Gorenje prahu

Pri nekaterih gorljivih trdnih materialih predstavljajo posebno nevarnost na zelo majhne delce zdrobljeni ali zmleti materiali. Številne vrste prahu, ki imajo zelo veliko specifično površino na volumnsko enoto, gorijo popolnoma drugače kakor kompaktni materiali. Če so ti zelo majhni delci gorljivih materialov razpršeni v zraku, delujejo podobno kakor težji vnetljivi hlapi ali plini. V zraku razpršeni prah nekaterih gorljivih trdnih snovi se zelo radi vžge. Za vžig lahko zadostuje že iskra. Govorimo o **primarni eksploziji**. Gorenje se lahko zelo hitro – eksplozivno – širi po prostoru. Sproščena toplota se širi na naslednje plasti, ki se segrevajo na vžigno temperaturo in se vžgejo. Vroči plini ekspandirajo in povzročajo tlačne valove, ki potujejo pred fronto plamenov. Ves prah, ki leži v smeri gibanja tlačnih valov, se dvigne v zrak. V tem primeru lahko pride do **sekundarne eksplozije**, ki je lahko silovitejša in obsežnejša kakor primarna. Seveda pa niso vse vrste prahu gorljivih trdnih snovi eksplozivne. Nekatere vrste prahu gorijo počasi in nikoli ne tvorijo eksplozivnih mešanic z zrakom.

Hitrost gorenja in nagnjenost k eksploziji sta odvisni predvsem od vrste gorljive trdne snovi in od velikosti delcev prahu.

Čim manjši so delci, bolj stabilne so suspenzije prahu v zraku in bolj so podobne zmesem vnetljivih hlapov/plinov v zraku. Številne vrste prahu, denimo poljedelski proizvodi (žitarice), plastične mase in gorljive kovine, tvorijo z zrakom eksplozijske mešanice. Pri vžigu teh mešanic pride do zelo hitrega dviga tlaka, ki lahko povzroči resne poškodbe na skladiščnih, proizvodnih in manipulativnih objektih.

Za mešanice posameznih vrst gorljivega prahu v zraku velja podobno kakor za vnetljive pline, da imajo **spodnjo in zgornjo eksplozijsko mejo**. Pod spodnjo eksplozijsko mejo ne pride do gorenja ali eksplozije, nad zgornjo mejo pa je zelo malo verjetnosti za gorenje ali eksplozijo. Seveda pa do gorenja ali eksplozije pride le, če je prisoten vir vžiga. Kot **vir vžiga** lahko nastopajo odprti plamen, električni oblok, segrevanje in iskrenje zaradi trenja, iskrenje ob vklopu oz. izklopu električnih stikal, preskok statične elektrike.

Po sloju prahu se požar lahko zelo hitro širi po prostoru. Po drugi strani pa lahko sloj odloženega prahu daljše časovno obdobje počasi tli, brez opaznih znakov, da se je prah že vžgal, vse dokler požar nenadoma silovito ne vzplamti, po možnosti v nočnem času.

#### 4.4.3 Mehanizmi širjenja požara po objektu

Požar se lahko širi direktno s plameni in s prenosom toplote.



#### 4.4.3.1 Širjenje s plameni

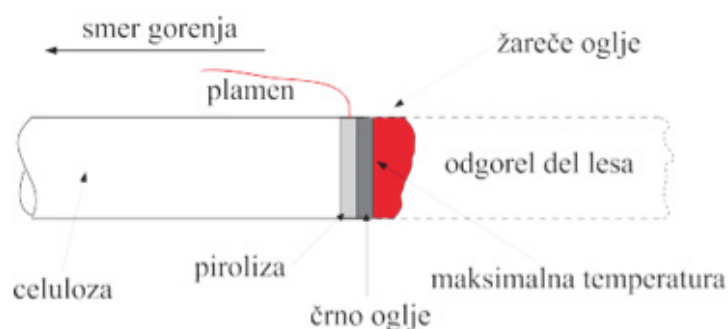
Požar se s plameni lahko širi s širjenjem plamenske fronte v plinskih zmesih vnetljivih plinov/hlapov z zrakom in ob površini gorljivih materialov.

**V zmesi plinov** se plamen lahko širi s poprej premešanimi plameni in z difuzijskimi plameni. Oba mehanizma sta opisana v poglavju V.4.4.2.

**Pri tekočih in trdnih materialih** pa se požar širi s širjenjem plamena po oz. ob površini. Podobno kakor pri širjenju v plinu se tudi tukaj plamen širi v plinski fazi. Ker morajo pri tekočinah in trdnih snoveh hlapne vnetljive snovi najprej preiti iz trdne oz. tekoče faze v plinsko fazo, pri tekočinah z mehanizmom izparevanja, pri trdnih snoveh pa z mehanizmom pirolize in izparevanjem, je mehanizem širjenja plamena drugačen kakor pri plinih.

Pri gorenju tekočin in trdnih snovi ločimo dve napredujoči območji: **območje plamena** v plinski fazi in **območje izparevanja oz. pirolize** (naslednja slika). Zaradi prenosa toplote (kondukcija, konvekcija in sevanje) z območja napredujočega plamena pride do segrevanja še negorečih površin materialov v okolici požara. Ta toplota omogoča potek procesov pirolize in/ali izparevanja. Ko se ob površini nabere toliko hlapov, da je presežena spodnja meja vnetljivosti, se ti vžgejo.

Na smer in hitrost širjenja vplivata poleg toplotnih in požarnih lastnosti materialov tudi **geometrijska orientacija in vpliv strujanja zraka** (jakost in smer) zaradi vzgona ali prisilne ventilacije. Proces širjenja plamena je pri trdnih snoveh in tekočinah odvisen tako od kinetike reakcij oksidacije v plamenu, hitrosti prenosa toplote z gorečega območja na še negorečo okolico ter hitrosti pirolize in/ali izparevanja, kar prikazuje *slika 26*.



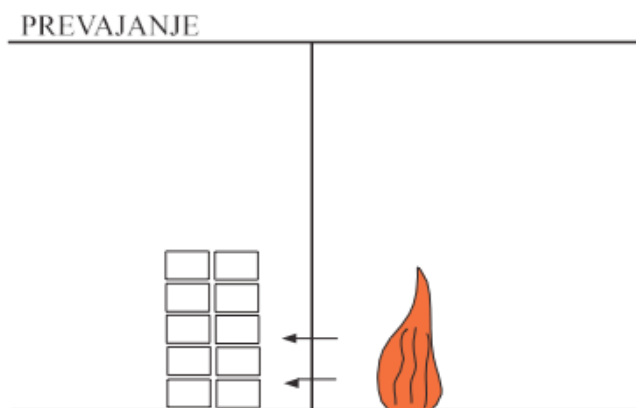
**Slika 26:** Območje plamena in območje pirolize pri trdnih snoveh

#### 4.4.3.2 Širjenje s prenosom toplote

Toplota se vselej širi s toplejšega na hladnejše območje po enem od naslednjih treh mehanizmov: **kondukcija, konvekcija in sevanje**.

## PREVAJANJE

Prevajanje (kondukcija) je **prenos toplote skozi materiale**. Kovine zelo dobro prevajajo toploto. Skupino materialov, ki zelo slabo prevajajo toploto, imenujemo toplotni izolatorji, npr. mineralna volna, penjene plastike. Dober toplotni izolator je tudi les.



**Slika 27:** Prenos toplote s prevajanjem

Kondukcijska toplota lahko potuje skozi stene, pode in strope v sosednje prostore. Zelo dober je prenos skozi kovinske predelne elemente in vzdolž kovinskih cevnih napeljav. Če so v sosednjih prostorih na stenah, stropu ali podu gorljivi obložni materiali ali če so gorljivi materiali zloženi ob ali preblizu izpostavljeni steni ali preblizu nje, se lahko ti materiali segrejejo zaradi vpliva kondukcijske toplote do vžigne ali samovžigne temperature in tako pride do vžiga in razširitve požara.

## KONVEKCIJA

Konvekcija (naravna) je **masno gibanje toplejšega in redkejšega plina** skozi hladnejši in gostejši okoliški plin.

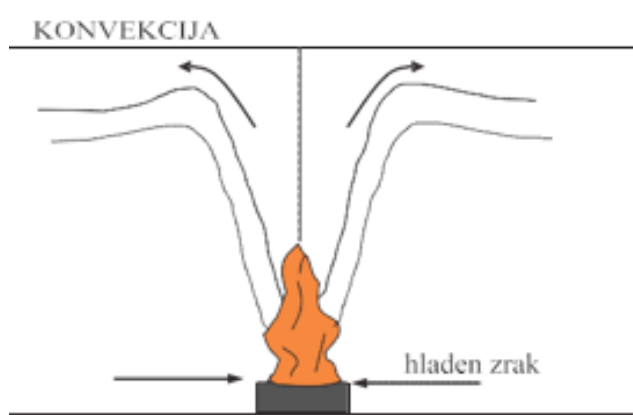
Konvektivni toplotni prenos je osnovni element širjenja požara. Običajno se 75 % produktov gorenja razširi v dvigajočem konvekcijskem toku vročih plinov, ki ima temperaturo med 800 °C in 1000 °C in segreva vse predmete in elemente, s katerimi pride v stik. Če ta vroči plin pri dviganju naleti na oviro, npr. strop, se prične širiti vzdolž stropa navzven in navzdol (»efekt gobe«).

Konvekcijski tok plina lahko zanese dim in toksične produkte gorenja precej daleč stran od mesta požara, posledica česar je neprehodnost evakuacijskih poti. S seboj nosi tudi žareče delce, ki lahko vžgejo gorljive materiale, ki se nahajajo na poti širjenja tega vročega toka plina.

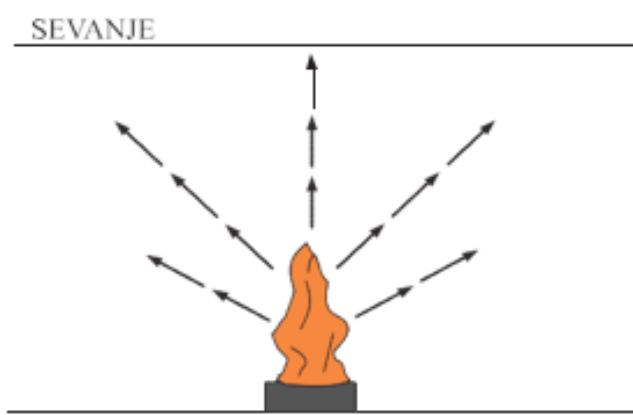
## SEVANJE

Sevanje je **prenos toplotne energije z elektromagnetnim valovanjem**. Količina sevane toplotne energije, ki jo seva segreto telo ali snov, je odvisna od njegove temperature (na četrto potenco). Toplotno sevanje ne segreva plinov, ampak potuje skozi in segreva trdne snovi in tekočine, ki se nahajajo na poti širjenja toplotnih valov.

S sevanjem se toplota prenaša na vse sosednje objekte, ki niso zaščiteni pred tem. Intenzivnost sevanja sicer pada s kvadratom razdalje, vendar običajno še vedno zadošča, da se vžgejo gorljivi materiali v neposredni okolici objekta. Potuje tudi skozi zastekljene površine in lahko povzroči širjenje požara na sosednje prostore in na objekte.



Slika 28: Prenos toplote s konvekcijo



Slika 29: Prenos toplote s sevanjem

### 4.4.4 Vpliv požarnih lastnosti gradbenih materialov in elementov na širjenje požara

**Na širjenje požara** v prostoru nastanka požara in v sosednje prostore vplivajo predvsem naslednje lastnosti materialov:

- gorljivost
- vnetljivost
- temperatura vžiga in samovžiga
- toplotna kapaciteta/vztrajnost
- toplotna prevodnost
- toplotna emisivnost
- gostota
- oblika in velikost površine na volumensko enoto (specifična površina)
- hitrost širjenja plamena po površini
- hitrost sproščanja toplote
- mejne koncentracije vnetljivosti in eksplozivnosti

Hitrost porasta površinske temperature je odvisna od **toplotne kapacitete materiala**.

Ko so toplotnemu toku izpostavljene snovi z majhno toplotno vztrajnostjo (npr. poliuretanska pena), se hitreje segrevajo na površini in se hitreje vnamejo, kakor snovi z večjo toplotno vztrajnostjo (npr. les).

**Negorljivi materiali** ne gorijo, zato ne omogočajo širjenja požara neposredno s plameni, ampak samo posredno s prenosom toplote. **Gorljivi materiali** pa omogočajo prenos požara tako neposredno s plameni kakor tudi posredno s prenosom toplote.

Na **širjenje požara** v prostoru nastanka vplivajo predvsem požarne lastnosti obložnih materialov (strop, stene, pod) in elementov notranje opreme (pohištvo, zavese ipd).

Na **širjenje požara po objektu** pa poleg požarne odpornosti konstrukcijskih in zapornih elementov vplivajo tudi požarne lastnosti (gorljivost, vnetljivost, širjenje plamena) konstrukcijskih in obložnih materialov, iz katerih so izvedene horizontalne in vertikalne povezave, denimo hodniki, stopnišča, jaški dvigal, prezračevalni kanali, kanali in prehodi električnih napeljav in ostalih napeljav, ter požarne lastnosti fasadnih obložnih materialov (prenos požara po fasadi).

Na **širjenje požara z objekta na objekt** pa poleg odmika in velikosti okenskih površin vplivajo tudi požarne lastnosti obložnih fasadnih elementov in strešne kritine (gorljivost, vnetljivost na leti oženj ipd.).

#### 4.4.5 Eksplozije

##### 4.4.5.1 Definicija

**Definicija 1:** Eksplozija je definirana kot hitro sproščanje plina, ki ima visok tlak, v okolico.

Prva ključna beseda v zgornji definiciji je »hitro«. Sproščanje mora biti dovolj hitro, da se energija plina z visokim tlakom razprši z udarnim valom. Druga ključna beseda v definiciji pa je »visok tlak«; kar pomeni, da mora biti tlak plina v trenutku sprostitve višji od tlaka v okolici. Ta definicija za eksplozijo ne omenja izvora ali mehanizma, ki povzroči nastanek visokega tlaka plina.

**Definicija 2:** Eksplozija je zelo hiter potek reakcije oksidacije v plinski fazi (plini, hlapi, meglice, prah) ali v kondenzirani fazi (tekočine, trdne snovi), kar ima za posledico hitro naraščanje temperature in tlaka ter sproščanje toplote in nadtlaka v okolico.

Do eksplozije pride zaradi:

1. **nastanka nadtlaka** v posodi ali zgradbi, kar je posledica fizikalnega delovanja (npr. če poči balon);
2. **fizikalno-kemijskega delovanja** (npr. eksplozija bojlerja);
3. **kemijske reakcije** (npr. gorenje plinske zmesi).

Pri nekaterih eksplozijah, ki so posledica zelo hitrih kemijskih reakcij (npr. detonacije močnih eksplozivov), pride do nastanka visokega tlaka skoraj v trenutku, čeprav ni elementov, ki predstavljajo prostorsko omejitve (npr. stene posode ali zgradbe).

Pri eksploziji se nastali tlak izenačuje z okoliškim tlakom, pri tem pa pride do določenega vpliva na okolico. Kakšen vpliv bo imela eksplozija na okolico, je odvisno od:

- hitrosti sproščanja plina v okolico
- tlaka ob sproščanju
- količine v okolico sproščenega plina
- faktorjev, ki določajo smer sproščanja
- mehanskih vplivov, ki spremljajo sproščanje
- temperature sproščenega plina

Če je temperatura plinov visoka, lahko pride pri eksploziji do hudih toplotnih poškodb in do vžiga gorljivih materialov. Eksplozijo lahko spremljajo leteči deli npr. sten obodnih struktur ali predmetov. Pri določenih eksplozijah pa ne pride do sproščanja plinov z visoko temperaturo in letečih projektilov, ampak samo do udarnih valov.

Tlak se pri eksploziji izenačuje s hitrostjo zvoka (okoli 300 m/s). Energija se sprošča s hitrostjo, ki je enaka zvočni ali pa višja. Začetni udarni val se od mesta nastanka zelo hitro širi v prostor. Njegova moč pada z razdaljo.

V preglednicah 9 in 10 so prikazani učinki udarnega vala na človeka in na konstrukcijske elemente.

V večini primerov pri naraščanju tlaka v zaprti posodi ali prostoru popusti najšibkejši zaporni element in udarni val se širi v okolico v smeri poškodovanega elementa.

Večino eksplozij spremlja **udarni val**, ki se ne širi enakomerno v vse smeri.

**Preglednica 9:** Učinki udarnega vala na konstrukcijske elemente

Učinek na človeka	Nadtlak (kPa)
človeka podre	7
raztrga ušesni bobnič	34
poškodba pljuč	100
mejna vrednost za smrtne poškodbe	240
50 % smrtnost	345
99 % smrtnost	450

**Preglednica 10:** Učinki udarnega vala na človeka

Konstruktivski element	Poškodba	Nadtlak (kPa)
steklena okna	običajno se razbijejo, lahko se zlomi okvir	3,5–7
valovite azbest-cementne plošče in stranice	se razbijejo	7–14
valoviti jekleni ali aluminijevi paneli	popustijo spoji, paneli se upognejo	7–14
leseni stranski paneli	spoji popustijo, panel odnese	7–14
nearmirani betonski stenski paneli debeline 400 do 600 mm	se zdrobijo	14–21
samonosilna zgradba izvedena z jeklenimi paneli	jeklena konstrukcija se poruši	21–28
rezervoar za kurilno olje	ga raztrga ali prelomi	21–28
leseni drog	se zlomi	34
naložen vagon	se prevrne	48
neojačana stena iz opeke debeline 400 do 600 mm	popusti na strig in upogib	48–55

#### 4.4.5.2 Vrste eksplozij glede na izvor

Kot smo že navedli, delimo eksplozije **glede na vir ali mehanizem**, ki povzroči nadtlak plina, na:

1. fizikalne eksplozije
2. kemijske eksplozije

V nekaterih primerih pride do plina z visokim tlakom izključno s fizikalnimi sredstvi in brez kemijskih sprememb snovi. Plinu lahko zvišamo tlak mehansko, z zunanjim segrevanjem plinov, tekočin ali trdnih snovi, ali pa tako, da pregreto tekočino nenadno izpustimo iz posode in tako ustvarimo visok tlak z nenadnim uparjanjem. Pri nobenem navedenem mehanizmu ne pride do kemijske spremembe snovi. Zato eksplozije, do katerih pride zaradi visokega tlaka plina, ki nastane izključno zaradi fizikalnega delovanja, imenujemo **fizikalne eksplozije**.

V ostalih primerih pride do visokega tlaka plina **zaradi kemijskih reakcij**, pri katerih nastanejo snovi (produkti), ki so kemijsko drugačne od v začetku prisotnih snovi (reaktantov).

**Najpogosteje povzroči eksplozijo gorenje**, pri čemer se gorljiv plin (npr. metan), pomešan z zrakom vžge in zgori, nastanejo pa ogljikov dioksid, vodna para in ostali produkti. Tudi pri drugih kemijskih reakcijah lahko pride do nastanka plina z visokim tlakom. Do eksplozije lahko pride zaradi razpada snovi, oksidacije, hidratacije korozije ali drugih interakcij med dvema ali več snovmi.

Velja, da vsaka kemijska reakcija lahko povzroči eksplozijo:

- če pri reakciji nastajajo plinski produkti;
- če se snovi, ki niso udeležene v reakcijah, lahko uparijo s pri reakciji nastalo toploto;
- če se že prisotni plini lahko močno segrejejo s pri reakciji nastalo toploto.

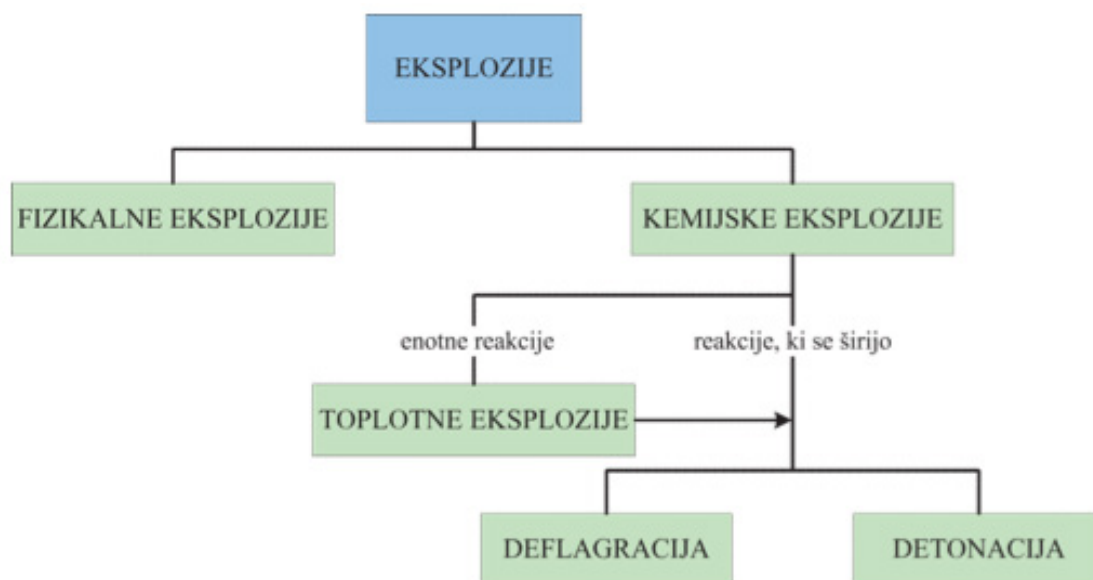
Kemijske reakcije so lahko eksotermne (toplota se sprošča) ali pa endotermne (toplota se porablja).

**Endotermne reakcije** lahko povzročijo eksplozijo samo v posebnih primerih, če pri reakciji nastajajo plinski produkti in če zmes reaktantov in produktov pride v stik z zelo močnim zunanjim virom toplote. Primeri za take endotermne reakcije so dekarboksilacija, pirolitske reakcije in drugi procesi prisilnega razpada.

Po drugi strani pa **eksotermne reakcije** povzročajo zviševanje temperature reakcijske mase, kar povzroča nadaljnje povečanje hitrosti reakcije. Če toplota nastaja hitreje, kakor se lahko odvaja v okolico, lahko eksotermne reakcije zelo hitro postanejo samovzdrževane in samopospeševalne. Pri takih reakcijah lahko hitro izgubimo kontrolo nad potekom reakcije celo v skrbno načrtovanih razmerah. Zaradi sproščene toplote lahko pride do nastanka plina z visokim tlakom z uparevanjem nezreagiranih reaktantov in drugih prisotnih snovi ali pa s segrevanjem obstoječih plinov produktov tudi v primerih, če pri reakciji ne nastajajo plinski produkti.

Velika večina kemijskih eksplozij je posledica eksotermnih kemijskih reakcij, od katerih je najpogostejša oksidacija oz. gorenje.

Do fizikalnih eksplozij lahko pride samo v zaprtih prostorih (posode, zgradbe), do kemijskih eksplozij pa lahko pride tako v zaprtih prostorih kakor tudi v neomejenem prostoru.



**Slika 30:** Vrste eksplozij glede na izvor

## FIZIKALNE EKSPLOZIJE

Pri fizikalnih eksplozijah pride do sproščanja plina z visokim tlakom, ki ni posledica kemijskih reakcij.

Večina fizikalnih eksplozij je povezana z uparjanjem in z zapornimi posodami, denimo bojlerji, plinske jeklenke ali drugi rezervoarji.

V posodah pride do visokega tlaka zaradi mehanskega stiskanja plina, segrevanja ali uvajanja plina z visokim tlakom iz druge posode. Ko tlak doseže vrednost končne trdnosti najšibkejšega zapornega elementa, pride do porušenia zapore. Če popustijo manjši elementi, se ti spremenijo v projekte, ki jih pri eksploziji odnese v okolico. Če popustita stena ali zvar, se posoda nenadoma silovito odpre.

**Poškodbe v okolici** so odvisne predvsem od načina popustitve oz. zloma.

Če **popustijo manjši elementi**, ti odletijo v okolico s hitrostjo izstrelka. Uhajanje plina iz posode je usmerjeno in kontrolirano s premerom odprtine. Poškodbe, do katerih pride v okolici, so omejene na delovanje »izstrelka«, vročega plina in/ali manjše premestitve šibkejših konstrukcijskih elementov. Če izstrelitev manjših delov in izpust plina z visokim tlakom nista uravnorežena, pride do sunka v nasprotni smeri, plin začne izhajati in posoda se prevrne ali prestavi. Na poti gibanja delov posode ali posode pride do poškodb predmetov in konstrukcijskih elementov, lahko pa se celo poruši zgradba ali posamezni konstrukcijski elementi.

Če **popustijo stene ali šivi na posodi**, so leteči deli večji. Poškodbe posode so velike. Izpust plina je nenaden in zelo silovit. Spremlja ga širok udarni val. Poškodbe v okolici so odvisne od volumna, tlaka, temperature in stisljivosti plina v posodi. Pri izhajanju plina iz posode pride do ekspanzije in s tem do ohlajanja. Udarni val je usmerjen pretežno v smeri izpusta. Tudi v ostalih smereh pride do sprememb v tlaku.

Če je **v posodi pregreta tekočina** (tekočina s temperaturo, ki je višja od temperature vrelišča tekočine pri normalnem tlaku, ali utekočinjeni plin, denimo amoniak ali ogljikov dioksid), pride pri zlomu posode do nenadnega uparevanja. Upari se toliko tekočine, da se sproščena tekočina ohladi do normalne temperature vrenja. Ti hlapi uparjene tekočine močno zvišajo (odvisno od količine uparjene tekočine v časovni enoti) primarni tlak in s tem povečajo tlačne učinke eksplozije (udarni val). Takšne eksplozije so znane pod angleškim imenom **boiling liquid expanding vapor explosion** oz. s kratico **BLEVE**.

Do podobnega pojava pride pri **nenadnem uparevanju tekočine** (redkeje trdne snovi), če pride ta v stik s snovjo, ki ima precej višjo temperaturo od temperature vrelišča tekočine. Sem sodijo tudi izlitje ohlajenih tekočin in utekočinjenih plinov v normalne atmosferske razmere ali nenadno uparevanje tekočin pri stiku z zelo vročimi kovinami, minerali ali kamninami. V teh primerih tekočine na toplejših površini dobijo dovolj toplote, da se skoraj v trenutku uparijo. Če sta temperaturna razlika in medfazna površina med hladno tekočino in segreto snovjo dovolj veliki, pride do tako hitrega uparevanja, da pri tem nastane udarni val, ki se širi v vseh smereh. Običajno hitrost uparevanja ni tako visoka, včasih pa le pride do tako naglega sproščanja pare, ki ima lahko za posledico tudi da se posoda ali zgradba zrušita. Nenadno uvajanje vode v visokotemperaturne cevne kotle, bojlerje ali toplotne menjalnike lahko povzroči silovito eksplozijo.



V primeru, da snov, ki izhaja iz posode pri fizikalni eksploziji, gori v zraku ali kako drugače kemijsko reagira s snovmi iz okolja, obstaja velika nevarnost t. i. sekundarne eksplozije.

## KEMIJSKE EKSPLOZIJE

Glede na način poteka reakcije ločimo:

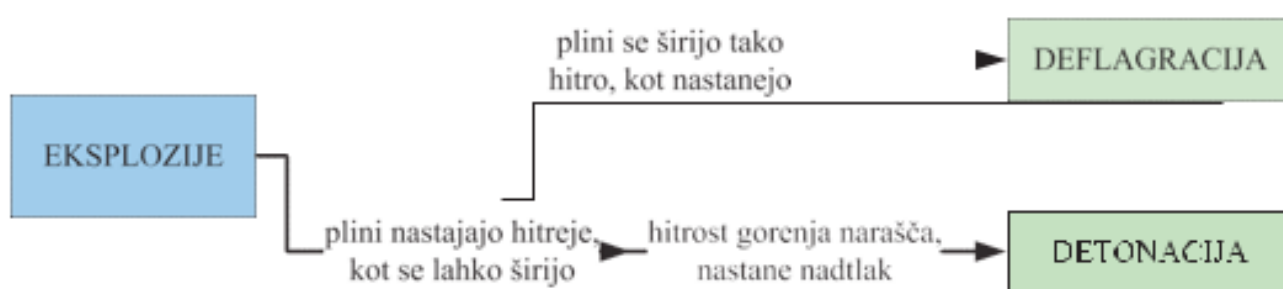
- **enotne reakcije** – kemijske reakcije, ki potekajo skorajda po celotni reakcijski masi;
- **reakcije, ki se širijo** – kemijske reakcije, pri katerih natančno določeno reakcijsko območje ločuje produkte od reaktantov in ostalih nereagirajočih snovi ter se giblje skozi reakcijsko zmes.

### 4.4.5.3 Deflagracije in detonacije

Glede na hitrost, s katero eksplozije širijo reakcije v še nezreagirani medij, ločimo dve vrsti eksplozij:

- **deflagracija** – reakcija oz. plamen se širi s hitrostjo, ki je manjša od hitrosti zvoka (pod 340 m/s),
- **detonacija** – reakcija oz. plamen se širi s hitrostjo, ki je večja od hitrosti zvoka.

Ker se pri deflagraciji plameni širijo z manjšo hitrostjo kakor je hitrost zvoka, narašča tlak enakomerno po zaprtem prostoru. Pri detonacijah pa narašča tlak zelo neenakomerno. Do dviga tlaka pride dejansko v hipu, ko se udarni val širi skozi medij. Če je hitrost širjenja plamena nekoliko manjša od hitrosti zvoka, tako da je naraščanje tlaka neenakomerno, ne pride do nastanka udarnega vala. V tem primeru govorimo o navidezni detonaciji. Razlika med deflagracijo in detonacijo je prikazana na *sliki 31*.



**Slika 31:** Pogoji, ki določajo nastanek deflagracije in detonacije

Poglavitna **razlika med deflagracijo in detonacijo** ni toliko v različnem mehanizmu širjenja, ampak **v različnem načinu zaščite**, ki je potrebna za preprečevanje širjenja eksplozije zaradi tega različnega mehanizma širjenja.

Deflagracije in detonacije se lahko širijo v plinih, tekočinah in trdnih snoveh, čistih spojinah, enofaznih in večfaznih mešanicah. Najbolj pogosto pride do reakcij, ki se širijo, če so prisotne zunanje zapore oz. omejitve, ker se sicer energija lahko prehitro porazgubi, da bi prišlo do samozadostne reakcije. Kakšne prostorske omejitve so potrebne, je odvisno od hitrosti reakcije in fizikalnih lastnosti snovi. Pogosto zadostujejo že dokaj šibke zunanje zapore. Nekatere snovi pa omogočajo silovito širjenje reakcij celo v neomejenem prostoru.

#### 4.4.5.4 Eksplozije plinov in hlapov

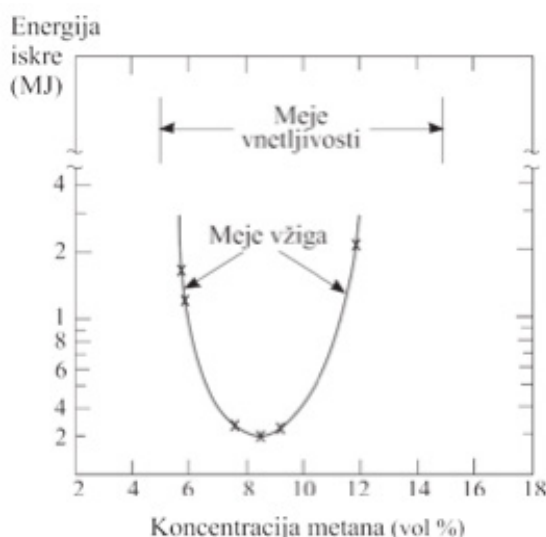
Med kemijske reakcije, ki najpogosteje pri plinih ali parah povzročijo nastanek plinov z visokim tlakom, sodi **gorenje zmesi plinskih goriv v zraku**. Zrak lahko nadomestijo tudi drugi plinasti oksidanti, denimo kisik, klor, fluor in številne druge plinaste spojine. Velja celo, da te povzročajo bolj intenzivno in bolj silovito gorenje kakor zrak. Nekateri plini, denimo acetilen, etilen, etilen oksid, butadien in drugi, lahko širijo reakcijski plamen pod ustreznimi pogoji (temperatura, tlak) tudi v odsotnosti drugih plinov.

V splošnem velja za zmesi plinastega goriva in plinastega oksidanta, da so vnetljive samo zmesi s sestavo v določenem območju. Za vzdrževanje gorenja je potrebno določeno **minimalno razmerje goriva in oksidanta** med spodnjo in zgornjo mejo vnetljivosti/eksplozivnosti. Če je delež goriva premajhen, gorenje ni samovzdrževano, ker ni dovolj goriva. Obstaja pa tudi maksimalno razmerje goriva in oksidanta, nad katerim gorenje ne poteka več samovzdrževano. V tem primeru je goriva dovolj, primanjkuje pa oksidant. Če je koncentracija oz. delež goriva v bližini mejnih vrednosti, se plameni širijo po zmesi počasi. Če pa je koncentracija goriva v zmesi z oksidantom enaka vrednostim s sredine področja vnetljivosti, je hitrost gorenja lahko celo večja od hitrosti zvoka.

Na splošno velja, da se z naraščajočo temperaturo in/ali tlakom mešanice vnetljivih plinov in oksidanta razširi območje vnetljivosti in poveča hitrost zgorevanja.

Velika večina gorljivih plinskih mešanic je pri običajnih temperaturah in tlakih stabilna. Reakcijo gorenje moramo vzpodbuditi od zunaj. Po vžigu mešanice s koncentracijami v območju vnetljivosti poteka gorenje samovzdrževano. Toplota in aktivirani kompleksi se prenašajo na območju reakcije (plamenska fronta) iz območja že zgorelega plina (produkti zgorevanja) v območje še nezgorelega plina (reaktanti). Reakcija gorenja se širi od točke vžiga do mehanskih mej, ki omejujejo gorljivo plinsko mešanico.

Plinsko mešanico s koncentracijo blizu meja vnetljivosti težko vžgemo, s koncentracijo znotraj področja vnetljivosti pa veliko lažje (glej *slika 32*).



**Slika 32:** Energija vžiga v odvisnosti od koncentracije

V nekaterih primerih se **meje vnetljivosti določa eksperimentalno v tlačnih posodah**, ki omogočajo dvig tlaka pri indikaciji širjenja plamena. Ker je ta preskus boljše merilo za nevarnost eksplozije, **se ti podatki označujejo kot meje eksplozivnosti**. V preglednici 11 so podani podatki za meje vnetljivosti in meje eksplozivnosti za zmesi metan/zrak in vodik/zrak.

**Preglednica 11:** Primerjava med mejami vnetljivosti in mejami eksplozivnosti

Plin/meja	Mejna vnetljiva koncentracija* (vol. %)	Mejna eksplozijska koncentracija** (vol. %)	
		(P-Po)/Po = 1,0	(P-Po)/Po = 0,1
metan/spodnja meja	5,0	5,0	4,6
metan/zgornja meja	15,0	17,5	20,0
vodik/spodnja meja	4,0	7,5	5,0
vodik/zgornja meja	75,0	75,0	77,0

\* Podatki Zebetakisa, \*\* Podatki NFPA 68

Pri večini plinskih mešanic pride v določenih razmerah do **samovžiga**. Na samovžig vplivajo poleg temperature in tlaka plinske zmesi še sestava in lastnosti zmesi, volumen in geometrija posode ter konstrukcijski materiali.

Do zvišanja tlaka pri gorenju plinske mešanice pride v glavnem zaradi povišane temperature, ki je posledica pri gorenju sproščene toplote. Na splošno velja, da pride do naglega zvišanja tlaka samo, če pride do naglega povečanja temperature, kar je posledica hitre reakcije gorenja in/ali relativno počasnega odvajanja toplote v okolico. Ker je temperatura plamena omejena zaradi disociacijskih reakcij, pri večini **prostorsko omejenih zgorevanj s podzvočno hitrostjo** lahko doseže tlak največ okoli 10-kratno vrednost začetnega tlaka mešanice. To razmerje pa je lahko drugačno, če začetno mešanico sestavljajo stisljivi plini ali če gorljiv plin, oksidant oz. inerten plin v mešanici lahko razpade in/ali pride do občutne spremembe v številu molov plina.

Če pa je **plinska zmes prostorsko neomejena** ali če nastane v zapori odprtina, se goreči plin razširi pri normalnem tlaku kakor ognjena krogla z volumnom, ki je lahko največ 10-kratnik začetnega volumna zmesi. Kakor velja za zvišanje tlaka pri omejenem zgorevanju, velja tudi za zvišanje volumna pri neomejenem zgorevanju, da je to manjše pri sestavah v bližini mej vnetljivosti in večje pri koncentracijah na sredini območja vnetljivosti.

Za **pline, ki širijo plamen skozi plinsko zmes**, je na splošno značilna minimalna absolutna koncentracija (minimalni tlak in minimalno razmerje plina glede na ostale pline v mešanici), pod katero se plamen ne širi. Večina teh plinov pa nima zgornje meje, zato velja, da širijo plamen od spodnje vrednosti pa do 100 %. Lastnosti, kakršne so nastanek tlaka, hitrost gorenja, velikost ognjene krogle itd., so specifične za vsak plin in niso neposredno povezane z zakonitostmi, ki določajo klasično gorenje.

Pri nekaterih plinih in zmesih pa pri določenih razmerah (temperatura, tlak) lahko poteka **reakcija gorenja z nadzvočno hitrostjo z udarnimi valovi (detonacija)**.

Področje detonacije je za zmesi vnetljivega plina in oksidanta v glavnem odvisno od vira vžiga. Do detonacije vedno pride le pri stehiometrijskih in najhitreje gorečih koncentracijah pri normalnem (podzvočnem) gorenju. Za pline, ki so sposobni vzdrževati detonacijo, velja, da običajno ne dosežejo nadzvočnih pogojev gorenja, če je ne sproži udarni val z visoko intenziteto. Pri določenih geometrijah zapornih elementov, npr. v ceveh, ki imajo dolžino vsaj 10-krat večjo od premera, lahko pri klasičnem gorenju pride do samopospeševanja in do prehoda iz deflagracije v detonacijo, če ima zmes sestavo v detonacijskem območju. Končni tlak, do katerega pride pri detonaciji, je enak končnemu tlaku pri deflagraciji. Toda prehodni tlaki, do katerih pride zaradi udarnih valov v detonacijskem procesu, lahko dosežejo dvojne vrednosti končnega tlaka. Učinek udarnih valov na predmete na njihovi poti pa je lahko štirikrat večji od učinka končnega tlaka.

Posebno mesto zavzemajo eksplozije mešanic vnetljivih hlapov v atmosferi, imenovane tudi **eksplozije oblakov par** (*vapor cloud explosions*). Do nastanka teh oblakov (niso omejeni s fizičnimi zaporami) pride v primerih izhajanja vnetljivega plina ali hlapov v atmosfero. Vžig takega oblaka hlapov lahko pri določenih precej nejasnih pogojih povzroči naglo širjenje plamena in nastanek zelo visokega uničujočega nadtlaka.

Za eksplozijo oblaka vnetljivih plinov v atmosferi so potrebni naslednji pogoji:

- (1) velika količina k detonaciji nagnjenega plina/hlapov in
- (2) visokoenergijski zunanji vir vžiga.

Če do eksplozije oblaka vnetljivih hlapov pride nad industrijskim območjem, so posledice za območje in okolico lahko katastrofalne.

#### 4.4.5.5 Eksplozije prahu in meglice

**Prah** predstavljajo trdni delci v velikosti nad 1 mikron, ki porazdeljeni v plinski fazi (npr. v zraku) tvorijo suspenzije trdnih delcev v plinski fazi. **Delce meglic** predstavljajo kapljice, manjše od 10 mikronov, ki porazdeljene v plinski fazi tvorijo meglice oz. aerosole.

Pri gorenju prahu in meglic v zraku ali drugih plinskih zmesih lahko pride do nastanka plina z visokim tlakom. Ker potekajo kemijske reakcije samo na medfazni stični površini med suspendiranimi trdnimi delci oz. kapljicami in okoliškim plinom, je hitrost zvišanja tlaka odvisna od obstoječe površine suspendiranega materiala 1,5.

Za suspenzije trdnih in tekočih delcev v zraku velja, da s padajočim premerom delcev oz. kapljic medfazna površina raste, s tem pa narašča tudi intenzivnost gorenja oz. eksplozije.

Gorenje sicer lahko poteka s trdnimi delci ali kapljicami ne glede na njihovo velikost, vendar se lahko v praksi srečamo z eksplozijsko nevarnostjo pri velikosti pod 840 mikronov (20 mesh). Čim manjši so delci ali kapljice, tem večji sta stabilnost in trajnost suspenzij.

Glede na opisano predstavljajo potencialno nevarnost za eksplozijo predvsem suspenzije, ki vsebujejo v zraku ali v drugem reaktivnem plinu porazdeljene majhne trdne delce ali kapljice gorljivih snovi. Vžig teh suspenzij lahko povzroči nagel dvig tlaka in eksplozije, ki lahko uničijo ali močno poškodujejo proizvodno opremo in zgradbe.

Do širjenja gorenja z disperzijo pride le **nad minimalno koncentracijo suspenzije**. Ker reakcijo gorenja kontrolira velikost medfazne površine, pri prahu in meglicah ni zanesljive zgornje mejne koncentracije. Zgornje mejne koncentracije večinoma ne predstavljajo dejanske termodinamične mejne koncentracije, ampak tiste koncentracije prahu ali meglice, pri katerih so eksperimentalni viri vžiga pri merjenju eksplozivnih koncentracij neučinkoviti.

Pri prvem koraku procesa gorenja pride na površini delcev najprej do uparevanja hlapnih gorljivih snovi. Premog z manj kakor 20 % hlapnih snovi (brez vlage) ne omogoča širjenje plamena v suspenziji prašnih delcev v zraku. Delci gline, prevlečeni s hlapnimi organskimi spojinami, pa lahko povzročijo prašne eksplozije. Na ta način med hlapne snovi štejemo tako organske spojine, denimo mila, silikone in druge dodatke, ki pirolizirajo ali se uparijo pri visokih temperaturah, pa tudi topila in spojine z nizko temperaturo vrelišča.

**Tlak in največji doseženi tlak** pri gorenju prahu in meglic naraščata hitreje s koncentracijo dispergiranih delcev, vse dokler pri določeni koncentraciji (odvisno od velikosti delcev) ne dosežeta maksimalne vrednosti in nato počasi padata (glej *slika 33*).

Običajno so doseženi maksimalni tlaki okoli 10-krat večji od začetnega tlaka zmesi, vendar so redki.

Ker do disperzij prahu in meglice večinoma prihaja v napravah, ki glede na konstrukcijo sodijo med »lahke«, in ker se v teh obratih nahajajo večje količine mirujočega materiala, ki ga začetno gorenje lahko vrže v zrak, se gorenje praha in pogosto tudi gorenje aerosolov samodejno širi na velike razdalje do površin, kjer prvotno ni bilo vnetljive mešanice. Prašne eksplozije se pogosto opisuje kot **bobneče eksplozije** (angleško *rolling explosions*), ker jih spremlja zvok podoben oddaljenemu grmenju. Bobneče eksplozije v splošnem sproži primarna prašna eksplozija, ki ustvari in vžge nadaljnje prašne eksplozije.

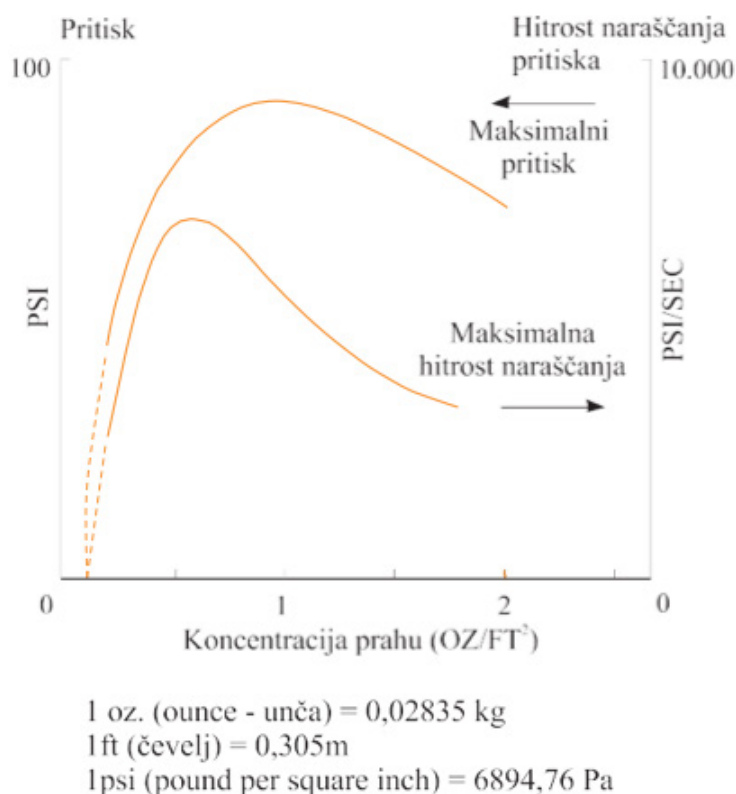
**Vžig disperzij prahu in meglice** običajno povzročijo električna razelektritev, odprti plamen ali vroče površine. **Energija potrebna za vžig**, je običajno večja od energije, potrebne za vžig mešanic vnetljivi plini/zrak, v primerjavi z v okolju prisotnimi viri vžiga pa je še zmeraj nizka, zato je nevarnost vžiga velika.

Disperzije prahu pogosto povzročajo abrazijo. Zaradi abrazije lahko pride do povišanih temperatur površin v posameznih delih naprav in opreme, kar pa lahko povzroči tudi vžig prašnih disperzij. Gibajoči se trdni delci in kapljice pogosto povzročijo akumulacijo elektrostatičnih nabojev, ki pri razelektritvah lahko vžgejo disperzijo.

V industrijskih procesih, kjer nastaja ali se predeluje prah, predstavlja največjo nevarnost nabiranje prahu v plasteh na tistih okoliških površinah, ki se lahko segrejejo in vžgejo prah. Zaradi nastalega majhnega puha vetra pride v neposredni okolici do nastanka prašne disperzije, ki jo vžgejo vročih produkti primarnega gorenja. Nastali oblak lahko potuje skozi vse področje s prahom in povzroči obsežno in močno uničenje naprav in zgradbe.

**Prisotnost vnetljivih hlapov v prašnih disperzijah (hibridne mešanice)** lahko tudi pri koncentraciji pod spodnjo mejno koncentracijo hlapov močno pospeši vžig in hitrost gorenja prahu. Ta učinek kaže, kako potrebno je ločevanje posameznih nevarnejših kemijskih procesov.

Učinek prašnih in megličnih eksplozij na okolico se analizira na enak način kakor pri plinskih eksplozijah. Za naraščanje tlaka, nastanek goreče krogle, popustitev posod, naprav in zgradb ter za sekundarne učinke veljajo enake zakonitosti in načela. V nasprotju z gorenjem plinov pa pri gorenju prahu in meglice nastaja večja količina kondenziranih produktov (v trdnem ali tekočem stanju), ki imajo visoko temperaturo, npr. vroči trdni delci, katran, guma, olja itd. Ti produkti se oprijejo okoliških površine, kjer povzročajo toplotne poškodbe, lahko pa tudi dodatne požare.



**Slika 33:** Intenzivnost prašne eksplozije je odvisna od koncentracije prašnih delcev

#### 4.4.5.6 Eksplozije v kondenzirani fazi

### TOPLOTNE EKSPLOZIJE IN POBEGLE REAKCIJE V KONDENZIRANI FAZI

Med toplotnimi eksplozijami in pobeglimi reakcijami v **kondenzirani fazi (tekočine in trdne snovi)** ter hitrim gorenjem oz. eksplozijami v **plinih** in **disperzijah prahu in meglic** obstajajo številne **razlike**:

1. V volumenski enoti kondenzirane faze se nahaja precej večja količina snovi, zato je tudi celotna količina toplote, ki se lahko sprosti pri reakciji, nekajkrat večja kakor pa pri plinu in disperzijah.
2. Tlak, ki nastane pri reakciji v kondenzirani fazi, je v splošnem precej večji, ker zaradi višjih temperatur in večje količine snovi nastane večja količina plinskih produktov v za plinsko fazo omejenem prostoru.
3. Volumen reakcijske mase se v splošnem poveča zaradi nastajanja plinskih mehurčkov in toplotne ekspanzije kondenzirane faze. V nekaterih primerih lahko že samo toplotna ekspanzija hidravlično poškoduje posodo. V tem primeru lahko pride do že opisanega BLEVE efekta.
4. Zaradi poškodbe posode ali prevretja se večje količine tekočine prelijejo čez stene posode v okolico. Ker je večina kemikalij gorljiva v zraku, lahko pri tem pride do katastrofalnih sekundarnih eksplozij.

Zaradi navedenih razlik so eksplozije v kondenzirani fazi silovitejše kakor pri plinih in disperzijah.

Toplotne eksplozije in pobegle reakcije so običajno povezane s procesi kemijske sinteze, kakršni so nitracije in polimerizacije, ter s spojinami, ki so nenasičene ali pa imajo vezi tipa N-N, N-O, Cl-O, O-O, N-Cl. V splošnem velja, da lahko vsaka reakcija, ki se v danih razmerah in okolju sama vzdržuje, povzroči nastanek toplotne eksplozije. Pri kemijskih sintezah je to vsaka reakcija, ki ji za dokončanje ni treba dovajati toplote. Pri vseh takih procesih in reakcijah je treba upoštevati dejstvo, da lahko pride do toplotne reakcije oz. toplotnega pobega. Pri načrtovanju, izvedbi naprav in obratovanju je treba upoštevati vse varnostne ukrepe, ki v čim večji meri preprečujejo nastanek toplotnega pobega in toplotne eksplozije.

## DEFLAGRACIJA IN DETONACIJA V KONDENZIRANI FAZI

Teoretično lahko vsaka eksotermna kemijska reakcija povzroči deflagracijo ali detonacijo, če se zadostna količina reakcijske toplote prenese na še nezreagirane reaktante. Značilnosti kemijskega procesa, ki pospešujejo ta **prenos toplote**, zvišujejo tudi možnost nastanka eksplozije. Tiste, ki pospešujejo **odvajanje toplote** v okolico, pa nasprotno zmanjšujejo možnost za nastanek eksplozije.

Koliko toplote bo ostalo v sistemu in koliko se je bo odvedlo v okolico, je odvisno predvsem od dolžine poti, ki jo mora toplota prepotovati do meje sistema, velikosti površine sten in toplotnih lastnosti sten sistema (toplotna kapaciteta, toplotna prevodnost, debelina sten). Na splošno je odvajanje toplote **pri večjih sistemih** slabše kakor pri manjših, kar ima za posledico večjo možnost širjenja reakcije in eksplozije pri večjih sistemih. Vsak omejeni kemijski sistem ima glede na dimenzije in lastnosti posode in glede na vrsto kemijskega procesa zanj značilen kritični minimalni premer posode, pod katerim ne pride do širjenja reakcije po sistemu. Princip kritičnega premera se uporablja tudi za neomejene sisteme. Kritični premer za neomejene sisteme je večji kakor za omejene sisteme.

Začetek reakcij, ki se širijo v kondenzirani fazi, je v večini primerov povezan z gibajočimi se napravami in deli opreme, kakršni so npr. črpalke ali hitro delujoči ventili. Zaradi kavitacije, trenja, adiabatske stisljivosti, samodejnega segrevanja in zunanjih virov, denimo varjenja, elektrostatičnih pojavov, mehanskih trkov, požara ipd., pride do lokalnega dviga temperature. Lokalni dvig temperature pa lahko sproži širjenje reakcije (npr. oksidacije, polimerizacije itd.), če to omogočata kemijski sistem in okolica. Učinek reakcije je odvisen od hitrosti širjenja.

**Ker se v kondenzirani fazi sprosti več energije na volumensko enoto, deflagracija v kondenzirani fazi povzroči v primerjavi z deflagracijo v plinski fazi ali disperziji prahu in meglice višje tlake.**



Širjenje reakcije poteka s prenosom snovi (aktivirani reaktanti in kompleksi) in toplote v področje še nezreagiranih reaktantov s hitrostjo od nekaj milimetrov na uro do nekaj metrov na sekundo. Reakcijsko področje je zelo vroče in je sestavljeno iz uplinjenih snovi. V sistemih z visoko energijo in nizko hitrostjo zaradi toplotnih poškodb lokalno pogosto popusti posamezen zaporni element (ventil, stena cevi, stena posode ipd.). Za **deflagracije** velja, da so zelo občutljive na tlak. Če popusti zapora, se zmanjša tlak. Znižani tlak omogoči uparovanje tekočih produktov in nezreagiranih reaktantov. Pri reakciji sproščena toplota se v tem primeru porablja za uparovanje. Zato temperatura ne narašča več ali pa celo pada. Številne deflagracije je dejansko mogoče pogasiti z znižanjem tlaka v posodah, do katerega pride z odvajanjem v okolico skozi odprtine (varnostni ventili ipd.) ali zaradi zloma posameznega zapornega elementa naprave oz. posode. Koncept kritičnega premera se pri deflagracijah manj uporablja, ker je **metoda znižanja tlaka** bolj učinkovita.

**Detonacije** v kondenzirani fazi povzročajo izjemno visoke tlake v zaprtih posodah. Reakcija se širi v še nezreagirani snovi z udarnimi valovi s hitrostjo nekaj večjo od hitrosti zvoka ali z nekajkratno vrednostjo hitrosti zvoka. Detonacij ne moremo zaustaviti oz. pogasiti kot pri deflagraciji, to je z znižanjem tlaka z izpuščanjem skozi odprtine. Širjenje lahko preprečimo samo, če na mestih še nezreagiranih zmesi v posodi zmanjšamo premer naprav ali delov naprav pod vrednost kritičnega premera, ali če kako drugače prekinemo kemijsko reakcijo, ki povzroča udarne valove. Ta druga možnost je le redkokdaj izvedljiva, saj udarni val potuje s hitrostjo nekaj tisoč metrov na sekundo. Pri za detonacijo potencialno nevarnih kemikalijah in postopkih se v večini primerov uporabljajo izvedbe pasti (sifoni, zožitve) s kritičnim premerom, ki v praksi dokaj uspešno ustavijo širjenje detonacij.

### **Detonacije so bolj nevarne kakor deflagracije!**

Pri določenih pogojih lahko pri deflagraciji pride do samopospeševanja, kar vodi v detonacijo. Vzrok za ta prehod je lahko tako predgretje nezreagiranih snovi zaradi prenosa toplote skozi stene posode, zvišanja tlaka in učinka bližajočih se udarnih valov, kakor tudi fizikalnih sprememb, npr. nastanka mehurčkov ipd.

### **Širjenje reakcij v kondenzirani fazi je posebej nevarno, če so večje količine trdnih snovi, tekočin in gošč povezane prek cevovodov in transportnih trakov!**

V takih primerih lahko manjša okvara ali motnja (kavitacija črpalke, trenje pri vrtanju ipd.) sproži reakcijo, ki se z deflagracijsko ali detonacijsko hitrostjo prek cevovodov prenese na skladiščne posode in transportne rezervoarje in povzroči katastrofalne posledice. Do najbolj kočljive situacije pride, če se deflagracijska reakcija širi v cevi, ki je dovolj majhna (ozka in/ali kratka), da je preprečen prehod v detonacijo. Če deflagracija preide iz take cevi v posodo, zelo verjetno lahko preide v detonacijo, ker premer posode ne kontrolira več procesa. V tem primeru lahko pride do detonacije celotne količine v posodi, ker se udarni val širi hitreje, kakor se snov lahko premika zaradi tlaka.

#### 4.4.5.7 Karakteristike eksplozivnih zmesi plina/hlapov in prahu z zrakom

**Sposobnost/nevarnost za eksplozijo plina/hlapov ali prahu** – definirana kot sposobnost mešanice plina/hlapov oz. prahu v zraku, da v primeru prisotnosti ustreznega vira vžiga (dovolj visoka energija) pride do nastanka plamenske fronte z naraščajočim tlakom, ki se hitro širi.

**Maksimalni eksplozijski tlak ( $P_{max}$ )** – največji tlak, ki nastane pri eksploziji v zaprtem prostoru. Odvisen je od:

- tlaka v času vžiga
- kemijske sestave plina/hlapov in prahu
- koncentracije plina/hlapov oz. prahu
- velikosti delcev prahu. Velja, da čim manjša je velikost delcev, večja je površina na kateri poteka oksidacija in tem silovitejši bo potek eksplozije. Koncentracije prahu za nastanek eksplozije so običajno v območju med 10 in 100  $\mu\text{m}$ , lahko pa tudi manj, odvisno od vrste prahu (Al v prahu – 29, Mg v prahu – 28, polimetilmetaakrilat – 21, sojina moka – 20, sladkor – 30)
- turbulence. Plini v turbulenci eksplodirajo močneje kakor plini v mirovanju
- oblike prostora. Najbolj nevarni so cevovodi in podolgovate posode, ne glede na to ali je prevladujoča dimenzija višina ali dolžina.

Opomba: Najvišje vrednosti so pri Al v prahu – 12 barov in Mg v prahu – 17,5 barov.

(Al v prahu – 12, Mg v prahu – 17,5, polimetilmetaakrilat – 9,4, sojina moka – 9,2, sladkor – 8,5)

**Maksimalni časovni porast tlaka ( $dP/dt$ )** – maksimalni porast tlaka v časovni enoti, do katerega pride pri eksploziji (bar/s). Ta določa silovitost eksplozije.

**Območje eksplozivnosti (med spodnjo in zgornjo mejno eksplozijsko koncentracijo)** – interval koncentracij plina/hlapov oz. prahu v zmesi plina/hlapov ali prahu z zrakom, pri katerih lahko v prisotnosti ustreznega vira vžiga (ustrezna energija) pride do vžiga in eksplozije.

Opomba: Pri eksplozijsko nevarnih vrstah prahu se mejne eksplozijske koncentracije gibljejo med 5  $\text{g}/\text{m}^3$  in 500  $\text{g}/\text{m}^3$ . Spodnja meja eksplozivnosti pri velikostih delcev pod 100 mikronov leži praviloma med 20 in 60  $\text{g}/\text{m}^3$ .

(SME: Al v prahu – 30, Mg v prahu – 30, polimetilmetaakrilat – 30, sojina moka – 200, sladkor – 200)

**Maksimalna dovoljena koncentracija kisika** – maksimalna koncentracija kisika v zmesi prah/zrak/inertni plin, pod katero ne pride do eksplozije.

**Minimalna energija vžiga** – minimalna energija vžiga zmesi plinov/hlapov ali prahu v zraku, pri kateri pride do vžiga. Pri vnetljivih plinih/hlapih se minimalna energija vžiga giblje med 0,02 do 1,50 mJ, pri prahu pa se giblje med 10 in 10000 mJ.

**Minimalna temperatura vžiga** – najnižja temperatura vroče površine, ki v stiku z zmesjo plina/hlapov oz. prahu v zraku v območju eksplozivnosti povzroči vžig.

**Eksplozijska konstanta plina/hlapov ( $K_g$ ) in prahu ( $K_{st}$ )** –  $K_{st}$  je konstanta prahu v bar·m/s, ki je za kubične posode definirana z enačbo:

$$K_{st} = \max \frac{(dp \cdot 1_3)}{d \cdot t} \sqrt{V}$$

kjer je V volumen prostora, v katerem pride do eksplozije.

Opomba: Pri isti snovi je odvisna od energije vžiga, gibanja eksplozijske zmesi (turbulenca), velikosti delcev itd.

Nevarnostni razredi prahu: glede na vrednost  $K_{st}$

- St 0: ni nevarnosti prašne eksplozije
- St 1: majhna nevarnost prašne eksplozije
- St 2: velika nevarnost prašne eksplozije
- St 3: zelo velika nevarnost prašne eksplozije

(Al v prahu – 3, Mg v prahu – 3, polimetilmetaakrilat – 2, sojina moka – 1, sladkor – 1)

Nevarnostni razred prahu	$K_{st}$ (bar m/s)
St 1	< 200
St 2	201–300
St 3	> 300

( $K_{st}$ : Al v prahu - 415, Mg v prahu - 508, polimetilmetaakrilat - 269, sojina moka - 110, sladkor - 138)

### CONE NEVARNOSTI ZA EKSPLOZIJO VNETHJIVIH PLINOV/HLAPOV

- **cona eksplozijske nevarnosti 0:** prostor, v katerem so stalno, za daljše obdobje ali pogosto prisotne eksplozijsko nevarne koncentracije plinov/hlapov
- **cona eksplozijske nevarnosti 1:** prostor, v katerem lahko pri normalnem obratovanju občasno nastane eksplozijsko nevarna zmes plinov/hlapov v zraku
- **cona eksplozijske nevarnosti 2:** prostor, v katerem se pri normalnem obratovanju eksplozijsko nevarna zmes plinov/hlapov v zraku ne pojavi, če pa se pojavi se pojavi le za kratek čas

### CONE NEVARNOSTI ZA PRAŠNO EKSPLOZIJO:

- **cona eksplozijske nevarnosti 20:** prostor, v katerem so stalno, za daljše obdobje ali pogosto prisotne eksplozijsko nevarne koncentracije prahu
- **cona eksplozijske nevarnosti 21:** prostor, v katerem lahko pri normalnem obratovanju občasno nastane eksplozijsko nevarna zmes prahu v zraku
- **cona eksplozijske nevarnosti 22:** prostor, v katerem se pri normalnem obratovanju eksplozijsko nevarna zmes prahu v zraku ne pojavi, če pa se pojavi se pojavi le za kratek čas

**Preglednica 12:** Požarna ogroženost v industrijskem okolju – tabela 7

<b>OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI INDUSTRIJA – NEVARNE SNOVI</b>						
<b>NEVARNE KOLIČINE SNOVI (t)</b>	<b>Oddaljenost oseb od objektov oziroma oddaljenost objektov, kjer so nevarne snovi, od bivalnega okolja (m)</b>					
	< 20	200	400	600	800	1000
21 – 50	250	450	700	900	1200	nad 1500
51 – 80	250	500	750	1000	1350	nad 1800
81 – 110	300	550	800	1150	1500	nad 2000
111 – 140	350	600	900	1200	1600	nad 2000
141 – 170	400	700	1000	1300	1700	nad 2000
171 – 200	450	750	1050	1350	1750	nad 2000
201 – 230	500	800	1100	1450	1850	nad 2000
231 – 260	600	1000	1400	1800	2200	nad 2200
261 – 300	700	1100	1500	1900	2300	nad 3000
> 300	900	1200	1600	2000	2400	nad 3000
<b>OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI</b>						

**Preglednica 13:** Požarna ogroženost prometa – tabela 5

<b>OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI BIVALNEGA PROMETA</b>							
<b>Prevoz vnetljivih tekočin, eksplozijskih snovi, posod s snovmi pod pritiskom, ipd.</b>							
Oddaljenost gasilske enote kategorije V., VI., ali VII. stopnje v (km)		< 1	1 – 3	3 – 5	5 – 10	10 – 15	> 15
<b>PROMETNE POVEZAVE</b>	<b>stopnja</b>	<b>faktor</b>					
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Možnost prometa po cestah in železnici	1	1	1	2	2	3	3
Možnost prometa samo po cestah	2	1	1	2	2	3	4
Možnost prometa samo po železnici	3	3	3	3	4	4	5
Prometnica po kateri prevažajo nevarne snovi	4	3	3	3	4	5	6
<b>OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI</b>							

Objekt je od gasilske enote oddaljen 6 km. Edina možnost prometa okoli objekta je samo po cestah. Presek dveh podatkov nam da oceno požarne ogroženosti, ki znaša **2**.

Poglejmo v nadaljevanju zaključno ocenjevalno *preglednico 14*, kamor vpišemo posamezne ocenjene stopnje požarne ogroženosti.

**Preglednica 14:** Zaključna ocena požarne ogroženosti

PODROČJE OPAZOVANJA	OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI
požarna ogroženost v naravnem okolju	1
požarna ogroženost v bivalnem okolju	3
požarna ogroženost v industrijskem okolju	1
požarna ogroženost – industrija – nevarne snovi	1
požarna ogroženost v prometu	2
SKUPNA POŽARNA OGROŽENOST	3

### KAKO SMO PRIŠLI DO REZULTATA, KI NAM DA TRETJO ALI SREDNJO STOPNJO POŽARNE OGROŽENOSTI?

Glede na Pravilnik o metodologiji za izdelavo ocene požarne ogroženosti izbere izdelovalec od dobljenih ocen za bivalno okolje in industrijsko okolje, ki je obremenjeno z nevarnimi snovmi, največjo vrednost od obeh določenih in jo uporabi v navpični koloni v tabeli 1. V našem primeru je to vrednost **2**.

Od dobljenih ocen za naravno okolje, industrijsko okolje, ki ni obremenjeno z nevarnimi snovmi, in v prometu izbere izdelovalec največjo vrednost od treh določenih in jo uporabi v vodoravni koloni. V našem primeru je to vrednost **3**. Presečišče obeh vrednosti faktorjev je končna skupna ocena, ki v našem primeru znaša **3**.

**Preglednica 15:** Skupna ocena požarne ogroženosti

OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI OSEB (BIVALNO OKOLJE, NEVARNE SNOVI)	OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI PREMOŽENJA (NARAVNO OKOLJE, INDUSTRIJA, PROMET)					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	2	3	4	4
2	2	2	3	3	4	4
<b>3</b>	2	<b>3</b>	3	4	4	5
4	3	3	4	4	5	5
5	4	4	4	5	5	6
6	4	4	5	5	6	6
	SKUPNA OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI					

## 4.5 Metoda SIA

Metoda za oceno požarnega tveganja SIA (Brandrisikobewertung Berechnungsverfahren, SIA Dokumentation 81) je t. i. pol-kvantitativna ocena tveganja. Metoda se uporablja za izdelavo ocene nevarnosti za neznane dogodke. Osnova za metodo SIA je Gretenerjeva računsko metoda za oceno požarne nevarnosti.

Metoda SIA je zasnovana tako, da uporabnik vsaki od neznank dodeli njeno vrednost. Določanje vrednosti je predvsem na podlagi inženirskih izkušenj in seveda v mejah intervalov, določenih z metodo.

Metodo v osnovi sestavljajo tabele, kjer uporabnik opredeli faktorje za izračun potencialnih nevarnosti in vpliv ukrepov, kamor sodijo standardni, posebni in gradbeni ukrepi.

Metoda sodi med kvantitativne metode, točneje med metode nizanja podatkov. Izvira iz zavarovalniškega sveta. Za metodo nizanja podatkov je značilno, da so spremenljivkam pripisane vrednosti (interval vrednosti), ki temeljijo na inženirski presoji in preteklih izkušnjah. V metodi so zajeti pozitivni in negativni vplivi na zagotavljanje požarne varnosti.

Prednost metode je, da omogoča primerjavo med posameznimi objekti, vrstami tehnološkega procesa in predlaganimi rešitvami. Ob zadostnem predznanju je metoda enostavna. Metoda med seboj povezuje več dejavnikov.

Slabost metode je v njeni neprilagodljivosti, slabi pokritosti področij in zamudnosti.

**Preglednica 16:** Faktorji za izračun potencialne nevarnosti P

Izračun potencialne nevarnosti P		
Mobilna požarna obremenitev	q	1,3 (za $P_n = 401 - 600 \text{ MJ/m}^2$ )
Gorljivost	c	1,2 (gorljive snovi – splošna nevarnost)
Nevarnost zadimljenja	r	1,2 (velika zadimljenost)
Nevarnost korozije	k	1,0 (splošna nevarnost za nastanek korozije)
Imobilna požarna obremenitev	i	1,0 (negorljiva konstrukcija)
Lega nadstropja	e	1,3 (1. nadstropje)
Površina	g	1,1
Potencialna nevarnost	$P = 2,68$	

**Preglednica 17:** Faktorji za upoštevanje standardnih ukrepov N

Upoštevanje standardnih ukrepov		
Število ročnih gasilnikov	$n_1$	1,0 (zadostno število aparatov za gašenje)
Hidrantni priključki	$n_2$	1,0 (notranji hidranti – so)
Voda za gašenje	$n_3$	0,85 (tlak večji kot 2 bara -)
Dovod vode	$n_4$	1,0 (dolžina linije do 70 m)
Poučene osebe	$n_5$	1,0 (osebje prisotno)
Standardni ukrepi	$N = 0,85$	

**Preglednica 18:** Faktorji za upoštevanje posebnih ukrepov S

Izračun posebnih ukrepov S		
Odkrivanje požara	$S_1$	1,0 (ni avtomatske naprave za javljanje požara)
Prenos alarma	$S_2$	1,0 (ni prenosa na dežurno službo)
Gasilci	$S_3$	1,6 (gasilsko reševalna služba Kranj)
Hitrost intervencije	$S_4$	1,0 (čas intervencije je manj kot 15 min)
Naprave za gašenje	$S_5$	1,0 (brez gasilnih naprav)
Odvod dima in toplote	$S_6$	1,0 (ni naprave za odvod dima in toplote)
Posebni ukrepi	$S = 1,6$	

**Preglednica 19:** Faktorji za upoštevanje gradbenih ukrepov

Upoštevanje gradbenih ukrepov		
Nosilna konstrukcija	$f_1$	1,2 (nosilna konstrukcija odpornosti 60 minut)
Obodne stene	$f_2$	1,1 (odpornost sten 30 – 60 minut)
Stropi	$f_3$	1,15 (brez posebej dodanih odpornih elementov)
Velikost požarne celice	$f_4$	1,2 (velikost požarnih celic < 200 m <sup>2</sup> , več kot 10% oken)
Gradbeni ukrepi	$F = 1,82$	

V nadaljevanju se izračuna skupne faktorje za potencialno nevarnost in standardne, posebne in gradbene ukrepe:

- Potencialna nevarnost:  $P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$
- Standardni ukrepi:  $N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5$
- Posebni ukrepi:  $S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6$
- Gradbeni ukrepi:  $F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$

Temu sledi izračun požarne ogroženosti:

$$B = \frac{P}{N} \cdot S \cdot F.$$

Izračun nadaljujemo z dopustnim – sprejemljivim požarnim tveganjem  $R_u$ :

$$R_u = R_n \cdot p_{HE},$$

pri čemer pomeni  $R_n$  požarno tveganje,  $p_{HE}$  je popravek za običajno tveganje, ki ga določimo glede na osebe v objektu in lego nadstropja, npr 1,0.

Izračunamo dejansko požarno tveganje  $R$ :

pri čemer je  $A$  nevarnost aktiviranja.

$$R = B \cdot A,$$

Glavni parameter odločitve v metodi SIA je parameter  $y$ , ki predstavlja koeficient med sprejemljivim požarnim tveganjem in dejanskim požarnim tveganjem.

Rečemo lahko, da je varnost zadostna v primeru, če je  $R$  (dejansko požarno tveganje) manjši ali enak  $R_u$  (sprejemljivo požarno tveganje).

Velja, da je požarna varnost zadostna, če je koeficient  $y$  večji ali enak 1.



## 4.6 Gašenje

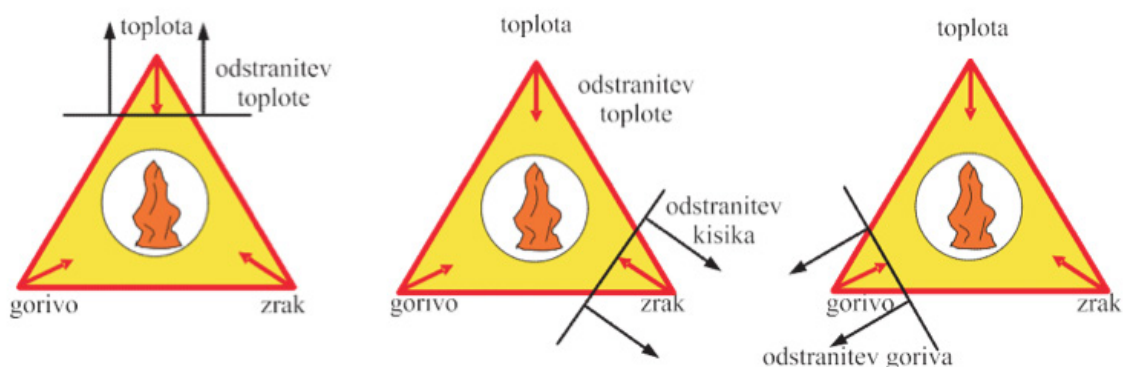
### 4.6.1 Mehanizmi gašenja

V principu je gašenje nasprotje vžiga. Pogasitev pomeni prekinitev gorenja, torej prekinitev kemijske reakcije. Ob predstavitvi osnov gorenja smo večkrat naleteli na primere, ko gorenje samo preneha (izraba goriva, izraba kisika, prekinitev verižne reakcije, prevelike izgube toplote). Te mehanizme – razloge za prenehanje gorenja lahko porabimo tudi za namerno prekinitev gorenja – gašenje.

Gašenje požara poteka s pomočjo naslednjih mehanizmov:

1. **Odstranitev toplote** – gašenje z vodo in drugimi gasili, ki ohlaja goreče materiale,
2. **Odstranitev kisika (zrak) ali oksidanta** – gašenje z gasili, ki preprečujejo dostop gasila do mesta gorenja ali vzdrževanje atmosfere, ki zagotavlja koncentracije kisika, ki preprečujejo vžig in gorenje (inertizacija, *oxygen depletion systems*)
3. **Odstranitev goriva**

Osnovni mehanizmi gašenja so prikazani na *sliki 34*.



**Slika 34:** Osnovni mehanizmi gašenja

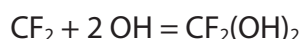
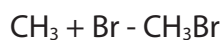
### 4.6.2 Pogasitev plamena

#### PREKINITEV VERIŽNE REAKCIJE

Gorenje s plamenom poteka kot verižna reakcija radikalov. Do prekinitve verižne reakcije pride, če radikali tvorijo molekule, ki ne nadaljujejo verižne reakcije.

Prekinitve verižne reakcije dosežemo tudi z dovajanjem inhibitorjev (negativnih katalizatorjev) v reakcijsko cono. Ti inhibitorji so lahko plinasti ali trdni.

Pri homogeni inhibiciji se radikali verižne reakcije zgorevanja vežejo z radikali plinastega inhibitorja.



Heterogena inhibicija pomeni vezavo radikalov verižne reakcije na hladno površino trdne snovi, navadno neke soli. Pri tej inhibiciji gre za površinski učinek, kjer trdna snov prevzame energijo radikalov in nastanejo stabilne molekule. Za prekinitev verižne reakcije v reakcijski coni mora imeti trdna snov veliko površino in možnost dovajanja v reakcijsko cono, zato se v ta namen uporablja prah.

Gašenje z gasilnimi postopki, pri katerih se neposredno prekine gorenje s plamenom (inhibicija), je potrebna popolna pogasitev, sicer se požar obnovi. Tudi po popolni pogasitvi obstaja nevarnost za ponoven vžig dotekajočega plina ali nastajajočih par.

## OHLADITEV REAKCIJSKE CONE

Pri gorenju se velik del toplote izgublja v okolico. Gorenje pa lahko poteka samo pri dovolj visoki temperaturi. Če temperaturo v reakcijski coni znižamo pod najnižjo temperaturo gorenja, gorenje preneha. Neposredno hlajenje reakcijske cone je mogoče z dušilniki plamena, kjer se goreča zmes ohladi ob stenah ozkih kanalov, ali hlajenje z vodo, če jo dovedemo v reakcijsko cono v plamenu kot meglo (drobne kapljice) ali vodno paro.

## ZMANJŠANJE DOVODA PLINASTEGA GORIVA

Hitrost kemijske reakcije je odvisna od koncentracije reaktantov. Ker gorenje lahko poteka samo pri sorazmerno veliki hitrosti, lahko sprememba koncentracije pripelje do prenehanja gorenja.

Gorenje plinastih snovi lahko poteka samo pri koncentracijah v področju vnetljivosti. Zmanjšanje koncentracije goriva pod spodnjo mejo vnetljivosti povzroči prenehanje gorenja.

## OHLADITEV GORIVA

Hitrost gorenja je odvisna od hitrosti nastajanja plinov in par iz tekočin in trdnih snovi.

Če z dodatnim hlajenjem goriva povečamo toplotne izgube, se zmanjša hitrost nastajanja gorljivih par, zmanjša se hitrost zgorevanja in s tem tudi toplotni tok iz plamena. Plamen ugasne, ko gorljivi plini ne morejo več tvoriti vnetljive zmesi z zrakom.

S hlajenjem površine vnetljive tekočine se zmanjša hitrost uparjanja, s tem velikost vzgonskega plamena in hitrost nastajanja toplote. Če uspemo površino tekočine ohladiti pod plameništo, gorenje preneha in plamen ugasne. To lahko uspe pri tekočinah z visokim plameniščem.

Tudi hlajenje trdne snovi upočasni nastajanje gorljivih par (piroliza), plamen se zmanjša in tudi ugasne. S tem hlajenjem preneha tudi gorenje z žarenjem, če je do njega že prišlo.

Gašenje s hlajenjem goriva (tekočine ali trdne snovi) je lahko samo delno, zmanjša se intenzivnost gorenja, čeprav ne preneha popolnoma.

## **PREKRIVANJE GORIVA**

S tesnim prekrivanjem površine tekočine ali trdne snovi, iz katere izhajajo gorljive pare, preprečimo, da bi se pomešale z zrakom in bi nastala vnetljiva zmes.

## **PREKINITEV DOVODA ZRAKA**

Za gorenje potrebno razmerje goriva in kisika porušimo tako, da prekinemo dovoda zraka za zgorevanje. Koncentracija kisika se zmanjšuje, ker se kisik porablja za zgorevanje. Hitrost gorenja se zmanjšuje in preneha, ko je dosežena najnižja za gorenje potrebna koncentracija.

Pri zmanjšanju koncentracije kisika na 15 % preneha gorenje s plamenom pri večini goriv. Pri zmanjšanju koncentracije kisika pod 5 % preneha tudi gorenje vodika.

Ko zaradi dotoka svežega zraka koncentracija kisika ponovno naraste, lahko pride do ponovnega vžiga, če ne zapremo dotoka plina ali ohladimo snovi, iz katere izhajajo gorljivi plini in pare.

## **DOVAJANJE INERTNEGA PLINA**

Zmanjšanje koncentracije goriva in kisika z dodajanjem inertnega plina zoži področje vnetljivosti in zmes lahko postane celo negorljiva.

Da ne bi prišlo do ponovnega vžiga, je treba dovolj dolgo vzdrževati dovolj visoko koncentracijo inertnega plina, da se goreče snovi ohladijo. Praktično to pomeni napolniti prostor z inertnim plinom, preprečiti prezračevanje in dodajati inertni plin, kolikor ga zaradi netesnosti uide.

### **4.6.3 Pogasitev žarenja**

#### **OHLADITEV GORIVA POD TEMPERATURO VNETIŠČA**

Tudi gorenje z žarenjem lahko poteka, dokler izgube toplote v okolico niso večje od toplote, nastale pri zgorevanju. Toplotne izgube namerno povečamo z dodatnim hlajenjem do te mere, da gorenje preneha.

Za hlajenje porabimo pojav, ki za svoj potek odvzema toploto svoji oklici. To je predvsem segrevanje in uparjanje. Za gašenje s hlajenjem je najprimernejša voda zaradi velike specifične toplote in velike uparjevalne toplote.

#### **PREKINITEV DOVODA ZRAKA**

Tudi gorenje z žarenjem preneha, če prekinemo dovod zraka, vendar šele, ko se koncentracija kisika zmanjša le na nekaj odstotkov.

#### **DOVAJANJE INERTNEGA PLINA**

Za pogasitev potrebno zmanjšanje koncentracije je praktično težko doseči. Vzdrževati bi bilo treba skoraj 100 % – koncentracijo inertnega plina, dokler se gorivo ne ohladi.

### **4.6.4 Delitev požarov po standardu SIST EN 2**

Glede na vrsto goriv se požari delijo na pet osnovnih razredov. Tako poznamo gasila za požare trdnih snovi, tekočin, plinov, lahkih snovi in jedilnih olj ter maščob. Ta zadnja skupina je nova, saj se v standardih pojavlja od leta 2004.

Grafično s pomočjo sličic so vrste požarov prikazane v nadaljevanju:



požari razreda A gorljive trdne snovi predvsem organskega izvora, ki pri gorenju tvorijo žar

požari razreda B požari tekočin in raztaljenih snovi

požari razreda C požari plinov

požari razreda D požari kovin

požari razreda F požari olj in maščob

#### 4.6.5 Gasila

Za večino gasilnih postopkov uporabljamo snovi, s katerimi gasimo. To so gasila. V praksi se je uveljavilo predvsem pet vrst gasil: voda, pena, ogljikov dioksid, gasilni prašek in haloni in nekatera druga gasila. Navedena in podrobneje opisana so zgolj najbolj uveljavljena gasila. Trg ponuja več gasil, a se ta bodisi zaradi slabšega gasilnega učinka, cene uporabe ipd. ne uporabljajo pogosto.

#### VODA

Voda je z redkimi izjemami najboljše dostopno in najcenejše gasilno sredstvo. Voda je tekočina od 0 °C do 100 °C, kar je ugodno za enostavno uporabo. Ima veliko specifično toploto in veliko izparilno toploto. **Specifična toplota vode** je 4200 J/kgK, izparilna **toplota vode** pa znaša 2,26 MJ/kg. Gasilni učinek je predvsem hlajenje. Vodna para, ki pri tem nastaja, sicer zmanjšuje koncentracijo kisika, vendar je lažja od zraka, se hitro dviguje in premalo časa ostane v plamenu ali ob žareči površini.

Poleg že naštetih lastnosti velja za vodo še, da:

- jo lahko pretakamo po ceveh ali prevažamo na večje razdalje;
- čista voda ne ogroža človeškega zdravja;
- jo uporabljamo za gašenje kot curek, prho, meglo ali paro. Močan vodni curek deluje tudi mehansko in prodre v notranjost žarečih snovi.

Vodo za gašenje uporabljamo kot:

- polni vodni curek,
- vodno prho (premer kapljic 0,5 do 1,5 mm),
- vodno meglo (premer kapljic do 0,1 mm)
- vodni aerosol (premer kapljic do 0,05 mm)

Med slabe lastnosti vode sodijo razpad vode, ko ta pri 1200°C razpade na vodik in kisik, zmrzovanje vode pri nizkih temperaturah, električna prevodnost vode in afiniteta vode za povezavo z drugimi snovmi.

Voda gasi s kombinacijo mehanizmov:

- ohlajevanje trdne ali tekoče gorljive snovi,
- ohlajevanje plamena samega,
- ustvarjanje pare, ki onemogoča dostop kisika in zmanjšuje prenos toplotnega sevanja.

## PENA

Peno sestavljajo: voda, penilo in zrak. Penilno število (ali penilno razmerje) je razmerje med volumnom pene in volumnom tekočine v peni.

Glede na penitev je pena lahko:

- **težka pena** (penilno število do 20)
- **srednja pena** (penilno število 20 do 200)
- **lahka pena** (penilno število 200 do 1000)

Penila so snovi, ki zmanjšajo površinsko napetost vode in omogočajo penjenje. Vodi jih primešamo 2 do 6 %. Penila so:

- proteinska (v vodi topne beljakovine z dodatki), uporabna za težko peno,
- sintetična (detergenti, tenzidi), uporabna za vse vrste pene, a težko razgradljiva v okolju.

Pena prekrije gorečo tekočino ali trdno snov, prepreči mešanje par z zrakom in nastajanje vnetljive zmesi. Predvsem težka pena, ki vsebuje veliko vode, tudi hladi. Večina uporabe pene je povezana z gorenjem vnetljivih tekočin in za zaščito večjih objektov, ki so izpostavljeni toplotnemu sevanju.

## OGLJIKOV DIOKSID

Ogljikov dioksid je skoraj inerten plin, 1,5-krat gostejši od zraka. V območje gorenja ga dovajamo kot plin, ki zmanjša koncentracijo kisika. Gorenje s plamenom pri večini goriv preneha, če je v območju gorenja 30 % ogljikovega dioksida. Z ogljikovim dioksidom praktično ni mogoče prekiniti gorenja z žarenjem.

## GASILNI PRAŠEK

Osnova gasilnega praška so soli (karbonati, sulfati, kloridi, fosfati), zdrobljene in obdelane s snovmi, ki odbijajo vodo (voski, stearati, silikoni). Prašek s tokom nosilnega plina dovedemo v cono gorenja v plamenu ali na gorečo površino trdne snovi.

Gasilni učinek oz. mehanizem gašenja pri gasilnem prašku je:

- redčenje gorečega medija z razkrojnimi produkti prahu ali neposredno z oblakom prahu,
- ohlajevanje cone gorenja kot rezultat porabe toplote pri segrevanju delcev prahu, njihovo izparevanje in razpad v plamenu,
- ustvarjanje fizične pregrade med plamenom in gorečo osnovo,
- zaviranje kemijske reakcije gorenja s pomočjo kemijske inhibicije.

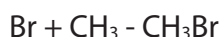
Gasilni učinek je odvisen od vrste praška:

- BC gasilni prašek ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ ) je uporaben za gašenje tekočin in plinov. Gasilni učinek je heterogena inhibicija.
- ABC gasilni prašek ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ ) je mogoče uporabiti za gašenje tekočin, plinov in trdnih snovi razen kovin. Gasilni učinek je dvojen: heterogena inhibicija in prekrivanje goreče snovi. Prašek gasi plamen z inhibicijo, ko se sesede na vročo površino, pa se raztali in prepreči dotok zraka do žareče površine.
- D gasilni prašek ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{B}_2\text{SO}_3$ ) za gašenje kovin se pri segrevanju tali in prekrije goreče kovine.

## HALONI

Haloni je skrajšano ime za halogenizirane ogljikovodike. Kot gasila sta se uporabljala predvsem halon 1211 ( $\text{CF}_2\text{ClBr}$ ) in halon 1301 ( $\text{CF}_3\text{Br}$ ). Gasilni učinek je homogena inhibicija. Za pogasitev gorenja s plamenom je potrebna koncentracija samo 4 do 6 %.

Pri segrevanju halona na visoko temperaturo se odcepijo radikali ( $\text{Cl}^*$ ,  $\text{Br}^*$ ), ki se v plamenu vežejo na radikale verižne reakcije gorenja in jo prekinejo:



Zaradi uničevanja ozonske plasti je uporaba teh halonov prepovedana in omejena le na nekaj primerov. Nadomeščajo jih z drugimi, manj učinkovitimi, a okolju prijaznejšimi (npr. heptafluoropropan  $\text{CH}_2\text{F}_6$ ). Pri nas opredeljuje zahteve za uporabo in ravnanje z haloni Pravilnik o ravnanju s snovmi, ki povzročajo tanjšanje ozonskega plašča (Ur.l. RS, št. 62/03, 41/04, 101/04).

## INERGEN

Je inertni plin sestavljen iz 40 % argona, 52 % dušika in 8 % ogljikovega dioksida. Vse komponente inergena so naravne in jih lahko najdemo v zraku. Inergen gasi na principu spodrivanja kisika iz cone zgorevanja, torej ima dušilni učinek. Gasilo ne pušča nikakršnih ostankov, zato je popolnoma neškodljivo za okolje.

Prevodnost inergena je nizka, kar je še posebej primerno za gašenje požarov v transformatorskih in visokonapetostnih sobah z vgrajenimi neizoliranimi deli. Gasilo zniža vlažnost zraka, kar zmanjša možnost preskoka isker, ki so lahko povod za ponoven vžig. Ljudje lahko zapustijo mesto požara precej pred sproženjem gasilnega sredstva, kljub temu pa inergen zaradi sestave plinov učinkuje kot stimulator dihanja: to omogoča ljudem, ki so ranjeni ali nezavestni in so ostali v prostoru, vsaj delno zaščito pred pomanjkanjem kisika.

Gasilo je dovoljeno brez omejitev, saj glede na sestavo predstavlja naravno gasilno sredstvo. Ker je inergen ob iztekanju skozi gasilne šobe v plinastem stanju, vidljivost ni zmanjšana, kar ohrani vidnost zasilnih izhodov in omogoča opravljanje dela v prostoru, zajetem v požar. Je malo težji od zraka, zato je zadrževalni čas gasilne koncentracije daljši kakor pri težkih plinih.

### **HEPTAFLUOROPROPAN HFC 227- EA (FM 200)**

Heptafluoropropan HFC 227- ea ali FM 200 je predstavnik nadomestkov halonov. Gasilo vsebuje fluor, ki je z vidika obremenitve okolja veliko manj škodljiv kakor brom, ki je bil dodan starejšim tipom halonov, denimo halon 1301. FM 200 je učinkovit že v zelo majhnih koncentracijah, ob optimalni koncentraciji 8 vol.% ima enak učinek gašenja kakor halon 1301. FM 200 je čisto gasilo, ki ne prevaja električnega toka. Gasilo je termično in kemično stabilno, uporablja pa se tudi kot potisni plin za aerosolne izdelke v farmaciji.



## 5. UKREPI VARSTVA PRED POŽAROM

### 5.1 Zasnova požarne zaščite v objektu

Koncept ali zasnova požarne zaščite tvori niz ukrepov, s katerimi želimo npr.:

- v čim večji meri preprečiti nastanek požara (splošni preventivni požarnovarnostni ukrepi),
- zagotoviti pravočasno odkrivanje požara (izvedba sistema požarnega javljanja in alarmiranja),
- zagotoviti varno evakuacijo zaposlenih (število, lega in izvedba izhodov, oznake, požarno alarmiranje, varnostna razsvetljava),
- zagotoviti naprave za gašenje začetnih požarov (ročni gasilniki, notranji hidranti),
- zagotoviti nadzor oz. gašenje požara (vgrajene naprave za gašenje požarov),
- preprečiti širjenje požara na sosednje objekte (odmiki).

Tradicionalno delimo ukrepe požarne zaščite na:

- pasivne ali gradbene ukrepe,
- aktivne ali tehnične ukrepe in
- organizacijske ukrepe.

Med pasivne ali gradbene ukrepe sodijo vrste gradbenega materiala ali materialov, iz katerih je zgrajen objekt oz. so vgrajeni v objekt, velikost objekta, število in velikost požarnih sektorjev, požarna odpornost elementov na mejah požarnih sektorjev ipd.

Če lahko rečemo, da vplivajo **pasivni ukrepi** na požarno obremenitev, količino dima, ki nastaja ob požaru in se širi po objektu, ipd., lahko za **aktivne ukrepe** požarne varnosti rečemo, da so to tehnični ukrepi, ki se aktivirajo predvsem ob požaru in se uporabljajo za alarmiranje, gašenje ipd.

Med aktivne ukrepe požarne varnosti štejemo sistem za odkrivanje požarov, denimo vse vrste javljalnikov (ročnih in avtomatskih), vgrajene sisteme za gašenje, varnostno razsvetljava, sisteme za odvod dima in toplote ter vse vire rezervnega napajanja, ki se aktivira ob požaru in je zgolj v funkciji oskrbe z energijo za sisteme za varstvo pred požarom.

Med preventivne ukrepe varstva pred požarom uvrščamo poleg gradbenih ali pasivnih, tehnoloških in tehničnih ali aktivnih tudi organizacijske ukrepe. Ti tako kakor ostali ukrepi zmanjšujejo možnost za nastanek požara in ob njegovem nastanku zagotavljajo varno evakuacijo ljudi in premoženja ter preprečujejo širjenje požara. Organizacijske ukrepe mora podrobneje opredeliti požarni red. Na podlagi navedenih ukrepov požarne zaščite mora zasnova požarne zaščite zajemati zahteve in odločitve o:

1. odmikih objekta od sosednjih objektov,
2. delitvi objekta na požarne sektorje in požarno odpornost gradbenih elementov, kamor sodi:
  - požarna odpornost nosilne konstrukcije,
  - delitev na požarne sektorje,

- požarna odpornost predelnih gradbenih elementov na mejah požarnih sektorjev,
  - požarne lastnosti fasadnih gradbenih elementov,
3. evakuacijskih poteh,
  4. napravah za odkrivanje, javljanje in alarmiranje v primeru požara,
  5. napravah za odvod dima in toplote,
  6. prezračevanju, ogrevanju in klimatizaciji,
  7. električnih instalacijah in strelovodni zaščiti, kamor sodijo:
    - splošne zahteve za električne instalacije,
    - zahteve za varnostno razsvetljava,
    - zahteve za strelovodno zaščito,
  8. specifičnih zahtevah za krmiljenje in nadzor, ki izhajajo iz narave proizvodnje, denimo polnilnice akumulatorjev, krmiljenje in nadzor tehnološkega postopka ipd.
  9. napravah za gašenje oz. nadzor atmosfere, kamor sodijo zahteve za:
    - oskrbo z vodo za gašenje,
    - ročne gasilnike,
    - zunanje hidrante,
    - notranje hidrante,
    - vgrajene naprave za gašenje požarov
    - nadzor atmosfere (npr. inertizacija)
  10. dovoznih poteh in površinah za gasilsko intervencijo z vozili in
  11. organizacijskih ukrepah.

## 5.2 Širjenje požara na sosednje objekte

Pri načrtovanju požarne varnosti glede širjenja požara na sosednje objekte je možno uporabiti tako TSG-1 kakor smernice SZPV oziroma druge tuje predpise in smernice.

Zunanje stene in strehe stavb morajo biti projektirane in grajene tako, da je z upoštevanjem njihovega odmika od meje parcele omejeno širjenje požara na sosednje objekte ter širjenje požara po zunanji vertikali stavbe. Na *sliki 35* vidimo požarni preskus v naravni velikosti, ki prikazuje širjenje požara po zunanosti stavbe.



**Slika 35:** Požarni preskus fasade

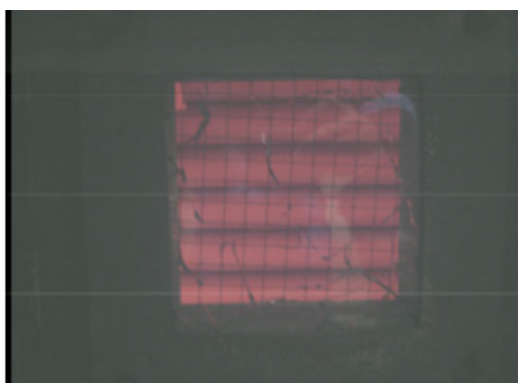
Ločilne stene skupaj z vrati, okni in drugimi preboji med posameznimi stavbami morajo biti projektirane in grajene tako, da je omejeno širjenje požara na sosednje objekte. Med posamezne stavbe štejejo tudi dvostanovanjske stavbe in vrstne hiše.

Primer dokazovanja požarne odpornosti je prikazan na slikah 36, 37 in 38. Iz slik vidimo, da vrata kljub visoki temperaturi 900 °C v notranjosti stavbe vzdržijo prenos požara. Rezultat takšnega preskusa je podatek o požarni odpornosti – certifikat.

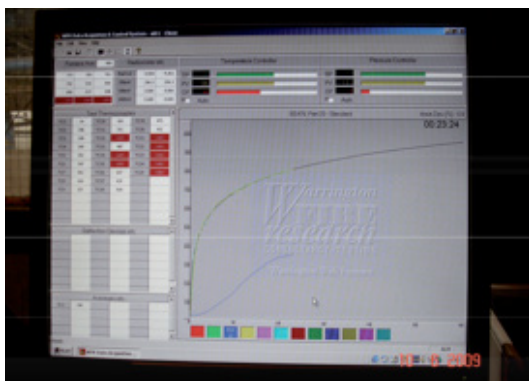
Če se načrtuje PMZ stavbo, se priporoča uporabo TSG-1, saj so zahteve TSG-1 za manjše stavbe povsem ustrezne in enoznačne. V primeru načrtovanja PZ stavbe pa je treba poznati tudi že vse referenčne dokumente, na katere se TSG-1 sklicuje v uvodnem delu. Pri tem pa se je treba zavedati, da se referenčnega dokumenta ne uporabi v celoti, saj na prvem mestu veljajo zahteve v TSG-1 in šele nato zahteve iz referenčnega dokumenta, ki ukrepe iz TSG-1 le dopolnjujejo, ne pa tudi prekrivajo in zamenjujejo. V praksi pa to pomeni, da za PZ stavbe naletimo v referenčnih dokumentih na precejšnje število določil, ki bi jih zaradi podvajanja v TSG-1 po eni strani morali izpustiti, po drugi strani pa so bistveni za konkretno namembnost, kakršne so na primer stavbe za gledališče, javne prireditve, koncerte, proizvodne stavbe, skladišča materiala, visoke stavbe, domovi za ostarele, bolnišnice ipd.



**Slika 36:** Dokaz požarne odpornosti dviznih vrat



**Slika 37:** Pogled na dvizna vrata na notranjo stran – vrata znotraj žarijo



**Slika 38:** Računalniško spremljanje požarnega preizkusa – Tvrat je 400 °C



**Slika 39:** Požarni preskus fasadnega panela po metodi SBI

Če se načrtuje stavbo po 8. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah, pa je pomembno, da se ukrepi zapišejo jasno in za konkretno stavbo, ne pa da se pišejo splošni teksti, ki lahko veljajo za večino stavb. V načrtu požarne varnosti se mora ukrepe požarne varnosti temeljito premisliti in jih aplicirati na konkretni primer stavbe. Predvsem pa se mora jasno in podrobno zapisati požarno-varnostne zahteve, da bo njihova uporaba koristila odgovornim projektantom načrtov PGD in PZI, katerim je načrtu požarne varnosti tudi namenjen.



**Slika 40:** Reakcija polnila fasadnih oz. strešnih plošč iz poli-izo-cianurata na plamen in visoko temperaturo

### 5.2.1 Določitev odmikov od sosednjih objektov in parcel glede na požarne lastnosti zunanjih delov objektov

Po Pravilniku o požarni varnosti v stavbah morajo biti zunanje stene in strehe stavb projektirane in grajene tako, da je z upoštevanjem njihovega odmika od meje parcele omejeno širjenje požara na sosednje objekte. Pri tem ni pomembno, koliko so oddaljeni sosednji objekti od obravnavanega objekta, ampak se v smislu Zakona o varstvu pred požarom požar ne sme razširiti na sosedovo parcelo. Zato morajo biti ločilne stene skupaj z vrati, okni in drugimi preboji med posameznimi stavbami projektirane in grajene tako, da je omejeno širjenje požara na sosednje objekte.

Nevarnost širjenja požara med stavbami se zmanjša z:

- znižanjem ravni toplotnega sevanja,
- zmanjšanjem velikosti sevalne površine in
- zadostnim odmikom med stavbami.

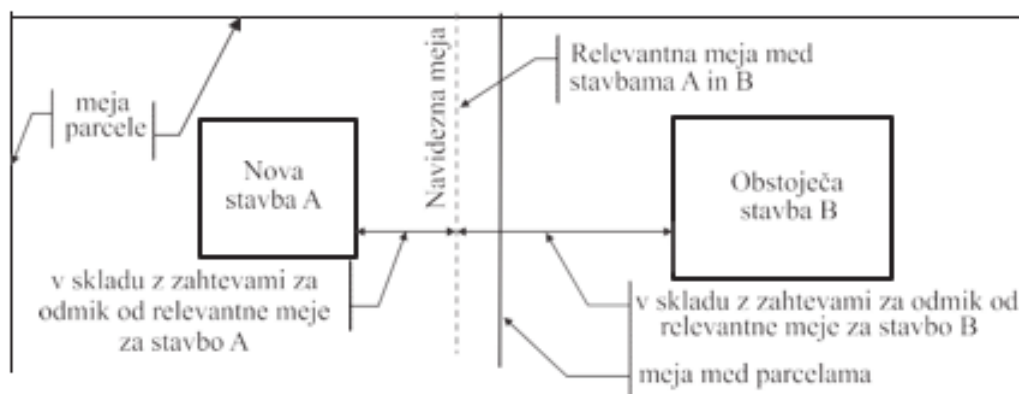
Izračun minimalnega odmika med stavbami temelji na določanju odmika stavbe od **relevantne meje**, ne pa na določanju odmika od nasproti stoječe stavbe. Na ta način določimo delež požarno nezaščitenih površin zunanjega zidu stavbe ne glede na to, ali sosednja stavba že stoji ali še ne. Odmik med stavbama je seštevek odmikov od relevantne meje obeh nasproti si stoječih stavb. Relevantna meja se običajno ujema z mejo parcele, lahko pa je sredina javne ceste, železnice, reke ali druge naravne ovire, ki trajno onemogoča gradnjo.

Če sosednja stavba na sosednji parceli že stoji, ni pa dovolj odmaknjena od relevantne meje, ker ima prevelik delež požarno nezaščitenih površin, se lahko naredi izračun odmika obstoječe stavbe do navidezne meje, ki postane za novo stavbo relevantna meja (glej sliko 6.5.3.1). V bistvu se lahko zgodi, da je **navidezna meja** sosednje stavbe znotraj naše parcele (in ne na parcelni meji) in da zato sosednja stavba že ogroža našo parcelo. Ampak če ima sosednja stavba pravnomočno gradbeno dovoljenje, tega ne moremo spremeniti in je treba našo stavbo prilagoditi trenutnemu stanju.

V praksi se uporablja več postopkov izračuna deleža požarno nezaščitenih površin, najbolj uporabljeni so:

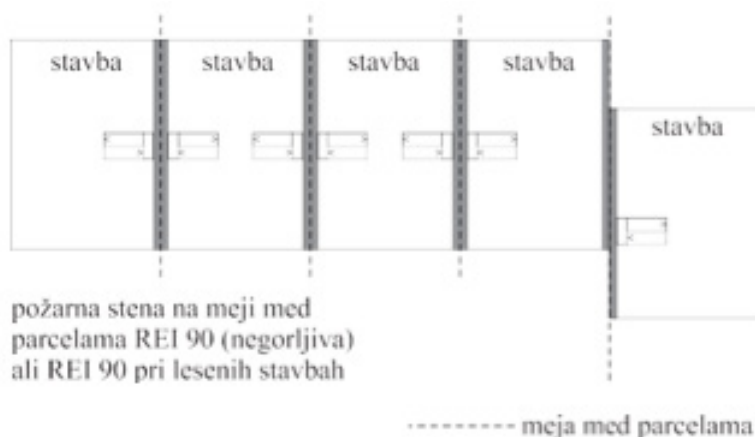
1. izračun po TSG-1 za enostanovanjske stavbe (CC-SI 111) in druge manjše stavbe, ki niso širše od 24 m in nimajo več kakor tri nadzemne etaže,
2. izračun po TSG-1 za vse ostale stavbe ali požarne sektorje, ki niso višji od 10 m in
3. izračun odmika katerekoli stavbe od relevantne meje glede na velikost očitnega pravokotnika – postopek je opisan v smernici SZPV 204.

V vseh primerih velja, da je minimalni odmik zunanjega zidu od relevantne meje najmanj 1 m. Če je odmik manjši od 1 m, mora biti zunanji zid zgrajen iz negorljivih materialov in požarno odporen. Če je v celotni stavbi vgrajen sprinklerski sistem za gašenje požara, se odmik od relevantne meje lahko prepolovi, vendar še vedno ne sme biti manjši od 1 m. Alternativno se lahko namesto zmanjšanja odmika podvoji delež požarno nezaščitenih površin.



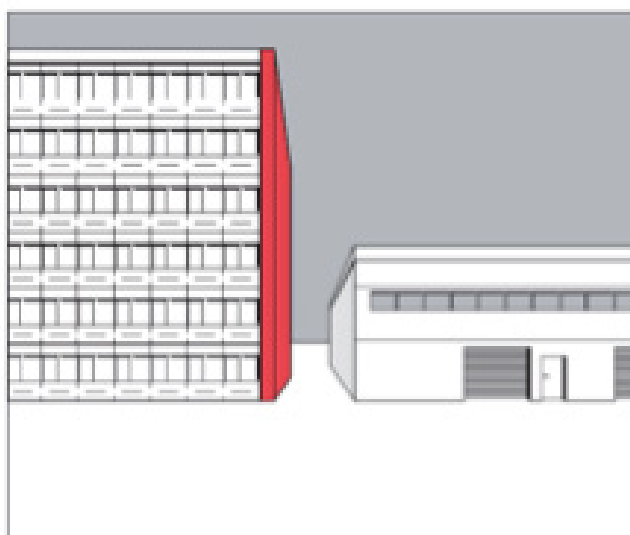
**Slika 41:** Relevantna in navidezna meja

Za primer enostanovanjskih vrstnih stavb je navidezna meja že tudi parcelna meja in hkrati tudi sredina požarnega zidu obeh sosednjih stavb, *slika 42*.



**Slika 42:** Meje med vrstnimi enostanovanjskimi stavbami

V primeru premajhnih odmikov med stavbami ali parcelnimi mejami je treba mejno zunanjo steno izvesti kot požarno odporno, shematsko to prikazuje *slika 43*.



**Slika 43:** Požarna stena med stavbama, ko je odmik premajhen (VdS 2234)

### 5.2.2 Požarno nezaščitene površine

Požarno nezaščitene površine so tiste površine v zunanjih stenah stavb, ki imajo manjšo požarno odpornost, kakor je zahtevano za stavbo, v katero so vgrajene, ali pa imajo oblogo iz gorljivega materiala razreda B, C, D ali E. Takšne površine so:

- okna, vrata in druge odprtine,
- katerikoli del zunanjšega zidu, ki ima manjšo požarno odpornost od zahtev iz poglavja V,
- katerikoli del zunanjšega zidu, ki ima oblogo iz gorljivega materiala debeline več kot 1 mm.



**Slika 44:** Steklo, ki omogoča prenos požara

Obloge zunanjih zidov so vsi nenosilni obložni sistemi, ki so pritrjeni na nosilno konstrukcijo stavbe, npr. opečne in betonske plošče, skodle, fasadni zidovi, profilirane pločevine, prav tako sendvič paneli, plošče za zaščito pred vremenskimi vplivi, toplotnoizolacijski kompozitni sistemi z omeotom, steklene fasade in drugi prezračevani fasadni sistemi.

Za požarno nezaščiteni površini se šteje tudi zunanja stena, ki ima zadostno požarno odpornost, vendar je na zunanji strani več kakor 1 mm debela obloga iz gorljivega materiala razreda B, C, D ali E, zato se v izračunu površine požarno nezaščiteni površine upošteva polovica takšne površine.

Majhne požarno neodporne površine z zadostnimi medsebojnimi odmiki v steni istega požarnega sektorja predstavljajo zanemarljivo nevarnost za širjenje požara. Take površine so:

- požarno nezaščiteni površine velikosti do 1 m<sup>2</sup>, ki so med seboj razmaknjene za več kakor 4 m,
- požarno neodporne površine velikosti do 0,1 m<sup>2</sup>, ki so od ostalih nezaščitenih površin odmaknjene najmanj 1,5 m.

V zunanji steni, ki je od relevantne meje oddaljena manj kakor 1 m, so dovoljene le zgoraj navedene majhne neodporne površine, stena pa mora imeti zadostno požarno odpornost pri požaru na notranji ali zunanji strani.

### 5.2.3 Največja skupna požarno nezaščitena površina

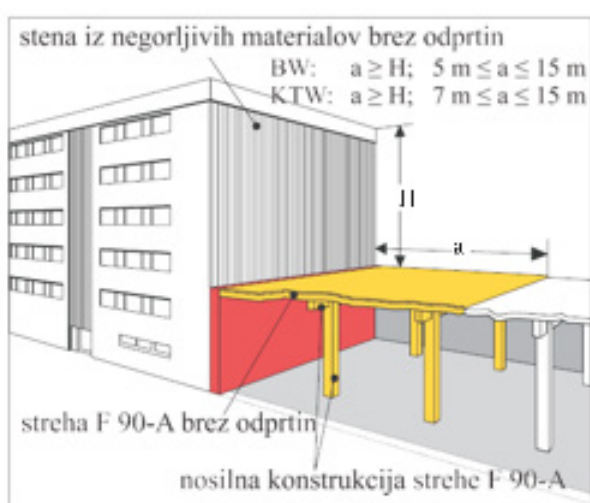
Minimalne zahteve največje skupne požarno zaščitene površine glede na odmike od relevantne meje so navedene v tabeli TSG-1:

Minimalni odmik stavbe od relevantne meje [m]	Največja skupna požarno nezaščitena površina [m <sup>2</sup> ]
manj kakor 1	skladno s točko 1.3 (4)
1	5,6
2	12
3	18
4	24
5	30
6	ni omejitev

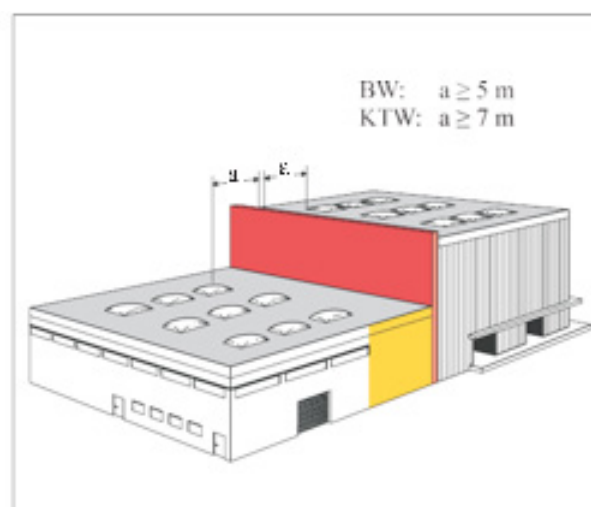
### 5.2.4 Strešne kritine in svetlobniki v strehi

Strešne kritine stavb, ki so od relevantne meje oddaljene manj kakor 10 m, morajo biti po TSG-1 odporne na požar z zunanje strani skladno s standardom SIST EN 13501-5 – B<sub>ROOF</sub>(t1). Svetlobniki, ki so oddaljeni manj kakor 5 m od relevantne meje oziroma meje požarnega sektorja, so dovoljeni le, če se za svetlobnik uporabi zastekljeno okno s požarno odpornostjo najmanj E 30. V primeru načrtovanja po 8. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah se pri uporabi nemških ali ameriških smernic oziroma z inženirskimi metodami lahko dobi drugačne rezultate, je pa to že načrtovanje po 8. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah.

Primer izvedbe strehe nižje sosednje stavbe je na *sliki 45* in je vzet iz VdS 2234. Na *sliki 46* pa so prikazani minimalni zahtevani odmiki med svetlobniki na strehi.



**Slika 45:** Izvedba strehe sosednje nižje stavbe (VdS 2234)

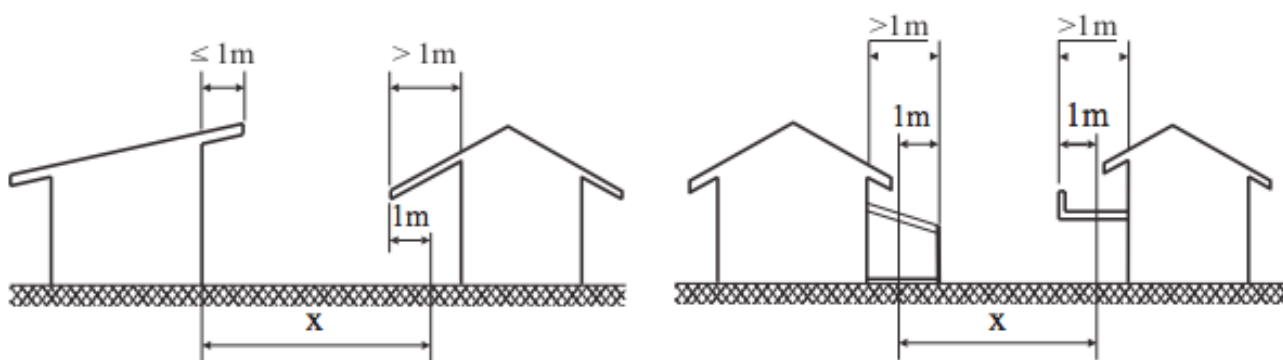


**Slika 46:** Minimalni zahtevani odmiki med svetlobniki na strehi (VdS 2234)



### 5.2.5 Vpliv nadstreška, balkona ali napušča

Odmik do relevantne meje se po TSG-1 meri od fasade stavbe. Nadstrešek, balkon ali napušč, katerega zunanji rob je več kakor 2 m odmaknjen od relevantne meje, ne vpliva na izračun odmika stavbe od relevantne meje oziroma na izračun deleža požarno nezaščitenih površin, če ni širši od 1 m. Če je tak štrleči del širši od 1 m, se izračunanemu odmiku fasade od relevantne meje prišteje del tega štrlečega dela stavbe, ki meri več kakor 1 m (npr. za balkon širine 1,7 m se prišteje 0,7 m). Tudi po raznih tujih predpisih ni glede nadstreškov, balkonov ali napuščev bistveno drugačnih zahtev.



Slika 47: Vpliv nadstreška, balkona ali napušča (VKF)

### 5.2.6 Postopki izračuna odmika od relevantne meje in požarno nezaščitenih površin

Namen določitve minimalnega odmika stavbe od meje parcele je zagotoviti, da bo toplotno sevanje zaradi požara dovolj nizko, da bo omejeno širjenje požara z goreče stavbe na sosednje objekte. To pomeni, da mora biti stavba oddaljena od relevantne meje najmanj polovico razdalje, na kateri je v brezvetrju celotno toplotno sevanje s požarno nezaščitenih površin goreče stavbe  $12,6 \text{ kW/m}^2$ .

Pri tem se predpostavlja, da je toplotno sevanje na vsaki požarno nezaščiteni površini stavbe

- iz skupine CC-SI 111, 112, 113, 121, 122, 126, 1272, 1273 ali 1274  $84 \text{ kW/m}^2$ ,
- iz skupine CC-SI 123, 124, 125 ali 1271 pa  $168 \text{ kW/m}^2$ .

Izračunov odmikov, ki sta podana v TSG-1, ne bomo posebej razlagali, to sta izračuna za

- manjše stavbe širine do 24 m, ki nimajo več kakor tri nadzemne etaže in
- za stavbe oziroma požarne sektorje, ki niso višji od 10 m.

## 5.2.7 Postopek izračuna odmika od relevantne meje in požarno nezaščitenih površin po smernici SZPV 204

Glede na razvrstitev obravnavanega objekta v ustrezno skupino po smernici SZPV 101 in višine najvišjega požarnega sektorja nad 10 metrov se izračun naredi po točki 3.3.3 – *Očrtan pravokotnik*.

Glavne skupine objektov:

1. skupina: Enostanovanjske stavbe
2. skupina: Dvo- in večstanovanjske stavbe
3. skupina: Nastanitvene stavbe za začasno bivanje
4. skupina: Nastanitvene stavbe za nego in zdravljenje
5. skupina: Nastanitvene stavbe z omejenim gibanjem
6. skupina: Poslovne stavbe in inštituti
7. skupina: Šolske stavbe in vrtci
8. skupina: Trgovske stavbe
9. skupina: Druge stavbe, kjer se zbirajo ljudje
10. skupina: Garažne stavbe
11. skupina: Industrijske stavbe
12. skupina: Skladiščne stavbe
13. skupina: Visoke stavbe
14. skupina: Druge stavbe, ki niso uvrščene drugje

Za uvrstitev stavbe v ustrezno podskupino pa je treba pogledati v smernico SZPV 101.

Postopek po točki 3.3.3 – *Očrtan pravokotnik* je daljši od postopkov v TSG-1, vendar daje natančnejše rezultate in je primeren predvsem v gostih naseljih, kjer so odmiki med stavbami minimalni.

Očrtan pravokotnik je minimalni pravokotnik, ki zajema vse požarno neodporne površine na posamezni zunanji steni stavbe. Sam postopek obsega 12 korakov, v katerih se točno določi največja dopustna požarno nezaščiteni površina pri znani razdalji do relevantne meje:

- **korak 1:** Določitev referenčne ravnine
- **korak 2:** Projekcija neodpornih površin na referenčno ravnino
- **korak 3:** Določitev pravokotnika, ki zajema vse neodporne površine, projicirane na referenčno ravnino
- **korak 4:** Določitev deleža neodpornih površin iz tabele 3 (za pravokotnik neomejene širine in višine od 3 m do 27 m)
- **korak 5:** Izračun celotne neodporne površine in določitev neodporne površine kot deleža površine očrtanega pravokotnika
- **korak 6:** Nadaljnje določanje največje dopustne neodporne površine za dano lego relevantne meje za obravnavano stavbo

Določitev največje dopustne požarno nezaščitene površine glede na dano relevantno mejo:

- **korak 7:** Glede na namembnost stavbe ali požarnega sektorja in velikosti očrtanega pravokotnika se iz tabele 3 določi dopustni delež požarno neodpornih površin za določen odmik od relevantne meje
- **korak 8:** Če je dobljeni delež prevelik za znani odmik, se mora zmanjšati požarno neodporno površino ali pa zmanjšati očrtani pravokotnik (požarni sektor)
- **korak 9:** Postopek se ponovi za vse zunanje stene stavbe

Delež požarno neodpornih površin za izbrano stavbo:

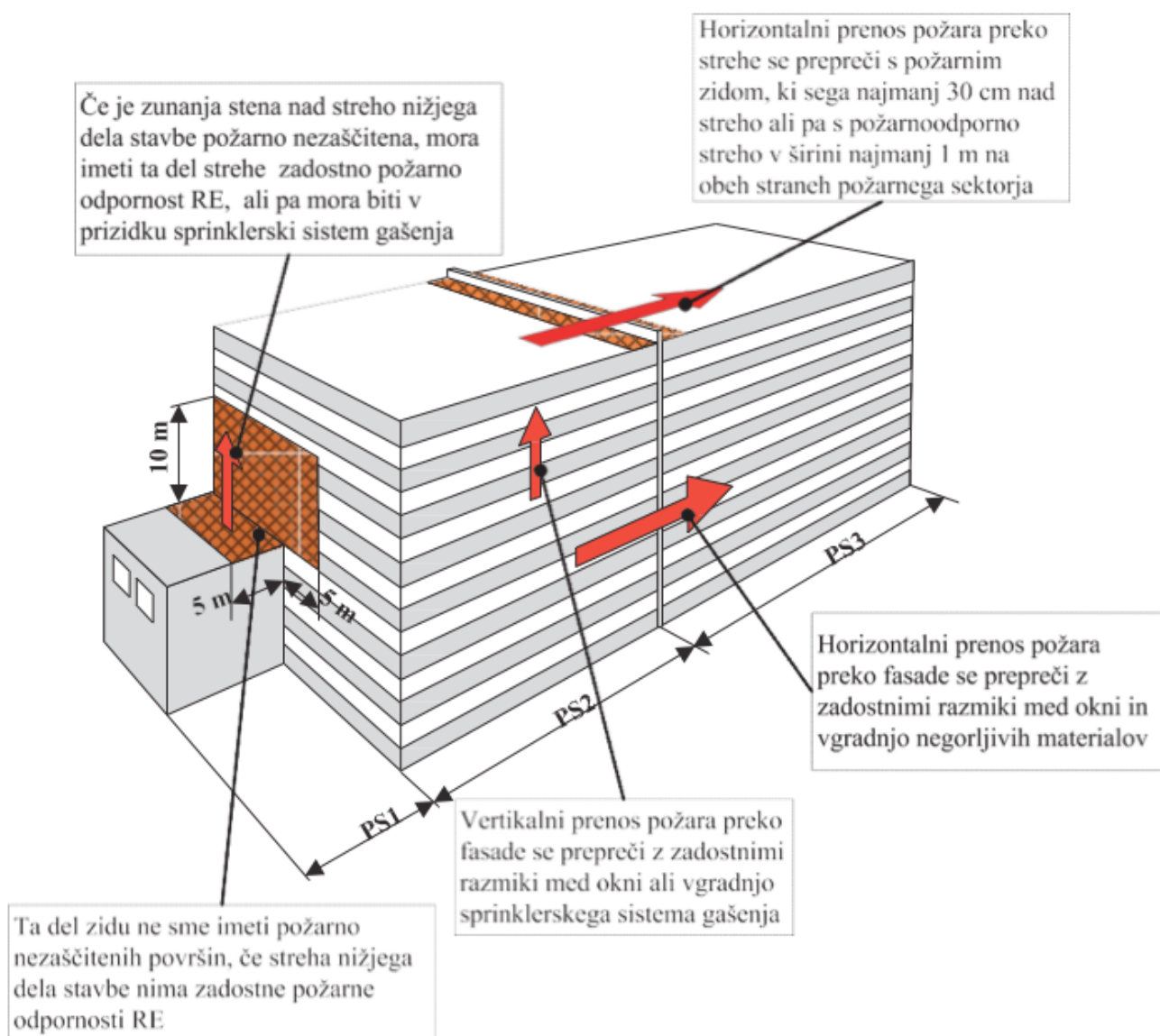
- **korak 10:** Glede na namembnost stavbe oziroma požarnega sektorja in velikost očrtanega pravokotnika se iz tabele 3 določi minimalni odmik za določen delež požarno neodpornih površin
- **korak 11:** Postopek se ponovi za vse zunanje stene stavbe
- **korak 12:** Tako določeni minimalni odmiki določajo površino okoli stavbe, na kateri se relevantna meja ne sme nahajati

Izveček iz tabele 3 iz SZPV 204 – Dopustni delež požarno neodpornih površin v očrtanem pravokotniku – primer za višino očrtanega pravokotnika **6 m in s požarno obremenitvijo večjo kakor 800 MJ/m<sup>2</sup>**:

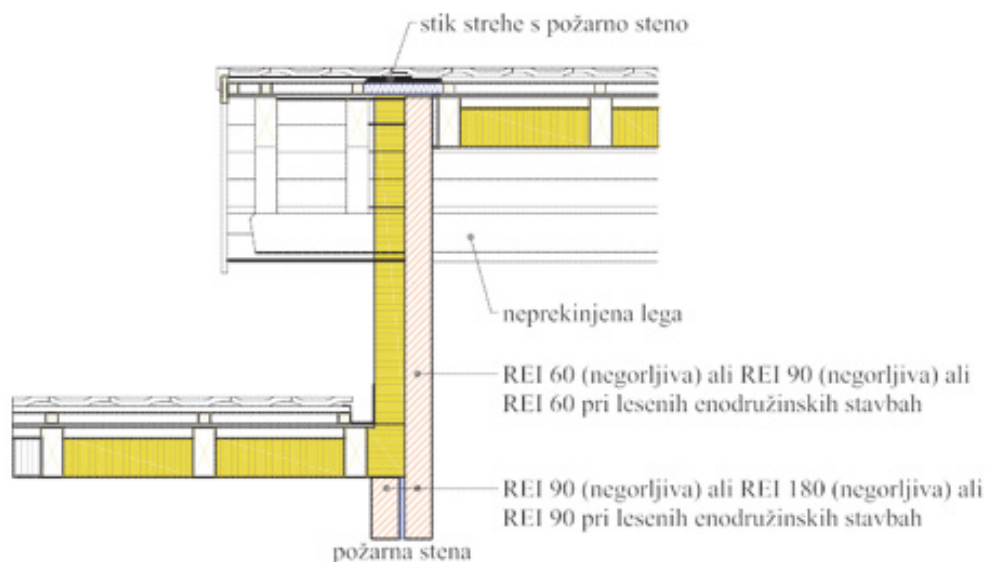
Širina očrtanega pravokotnika (m)	Minimalni odmik relevantne meje od stavb iz skupine 1 do 8 oziroma stavb s požarno obremenitvijo > 800 MJ/m <sup>2</sup>								
	Delež požarno neodpornih površin								
	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
3	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0
6	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	5,5	6,0
9	2,5	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	7,0	7,0
12	3,0	4,0	5,0	5,5	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
15	3,0	4,5	5,5	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0	9,0
18	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,0	9,0	9,5	10,0
21	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,5	10,0	10,5
24	3,5	5,0	6,0	7,0	8,5	9,5	10,0	10,5	11,0
27	3,5	5,0	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,0	12,0
30	3,5	5,0	6,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	12,5
40	3,5	5,5	7,0	8,5	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
50	3,5	5,5	7,5	9,0	10,5	11,5	13,0	14,0	15,0
60	3,5	5,5	7,5	9,5	11,0	12,0	13,5	15,0	16,0
80	3,5	6,0	7,5	9,5	11,5	13,0	14,5	16,0	17,5
100	3,5	6,0	8,0	10,0	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0
120	3,5	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	15,5	17,0	19,0
ni omejitvev	3,5	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	19,0

### 5.2.8 Širjenje požara po zunanjih stenah in strehi stavbe

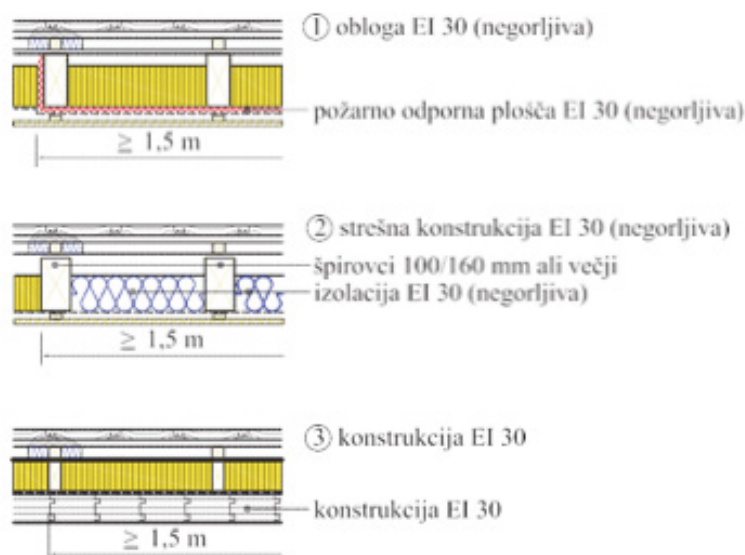
Zunanje stene in streha stavbe morajo biti projektirane in grajene tako, da je zaradi toplotnega sevanja omejen vertikalni prenos požara po zunanjih stenah na niže ležeče strehe stavbe oziroma horizontalni prenos požara po zunanjih stenah in strehi, kar lahko ogrozi sosednji objekt, ali izhodne poti zunaj stavbe. Možen prenos požara je lepo prikazan v TSG-1 (*slika 48*), detajli na *sliki 49*.



**Slika 48:** Prenos požara preko zunanjih sten in strehe



**Slika 49:** Primer detajla požarne zaščite na stiku višje in nižje stavbe, VKF



**Slika 50:** Primeri detajlov požarne zaščite na stikih iz slike 49 (VKF)

### 5.2.9 Materiali za zunanje stene in strehe stavb

Minimalne zahteve glede razreda gorljivosti obložnih materialov zunanjih sten so na primer navedene v tabeli v TSG-1:

Višina stavbe [m]	Stavbe iz skupin CC-SI 111, 112, 113, 121, 122, 126, 1272, 1273 ali 1274	Stavbe iz skupin CC-SI 123, 124, 125 ali 1271
do 10	normalno gorljivi materiali <b>D-s2,d1</b>	normalno gorljivi materiali <b>D-d1</b>
10 do 22	težko gorljivi materiali <b>B-d1</b>	težko gorljivi materiali <b>C-s2,d1</b>

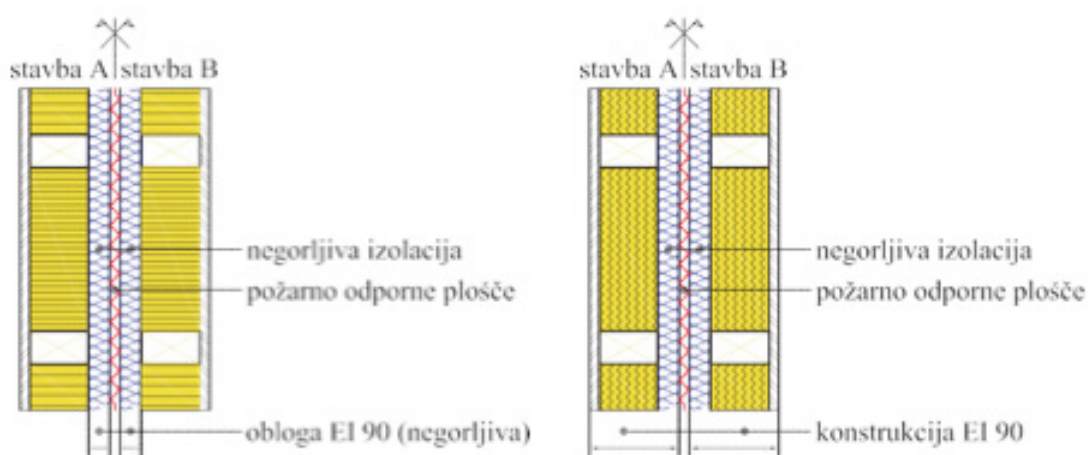
Čedalje več objektov se danes gradi iz sendvič fasadnih plošč s kovinsko oblogo. In ker na širjenje požara vpliva tudi notranjost – sredica sendvič plošč, mora biti ta najmanj iz materiala razreda **E-d0**. Strešne plošče morajo glede na namen uporabe objekta izpolnjevati naslednje minimalne zahteve odziva na ogenj:

Namen uporabe sendvič plošč	odziv na ogenj
Sendvič plošče za notranje predelne stene stavb iz skupin CC-SI 111, 112, 113, 121, 122, 126, 1272, 1273 ali 1274	A2-s1,d0
Sendvič plošče za zunanje in notranje stene stavb iz skupin 123, 124, 125 ali 1271	C-d0

Za stavbe z višino od 10 do 22 m se lahko uporablja ETICS z izolacijo iz polistirena razreda najmanj B-d1, vendar mora biti zunanji sloj teh fasad iz negorljivih materialov. Če je zahtevana požarna ločitev med etažami, se širjenje požara v predelu nad okni ali vrati omeji tako, da se pas polistirena zamenja z negorljivo izolacijo višine najmanj 20 cm, pas negorljive izolacije pa sega najmanj 30 cm preko roba okna ali vrat. Negorljiva izolacija mora biti pritrjena s sidri iz negorljivega materiala. Zamenjava polistirena z negorljivo izolacijo ni potrebna, če je sloj izolacije tanjši od 10 cm. Za visoke stavbe višine nad 22 m vgradnja toplotno izolacijskega sistema z izolacijo iz polistirena ni dovoljena.

Izolacijski material za izdelavo prezračevane fasade mora biti iz negorljivih materialov razreda A1 ali A2-s1,d0.

Strešne kritine stavb, ki se uporabljajo za stavbe iz skupin CC-SI 111, 112, 113, 121, 122, 126, 1272, 1273 ali 1274, ki niso odporne proti požaru z zunanje strani ( $F_{\text{ROOF}}(t1)$  po standardu SIST EN 13501-5), so dovoljene na stavbah, kjer ni zahtev po vertikalni ločitvi strehe s požarnim zidom.

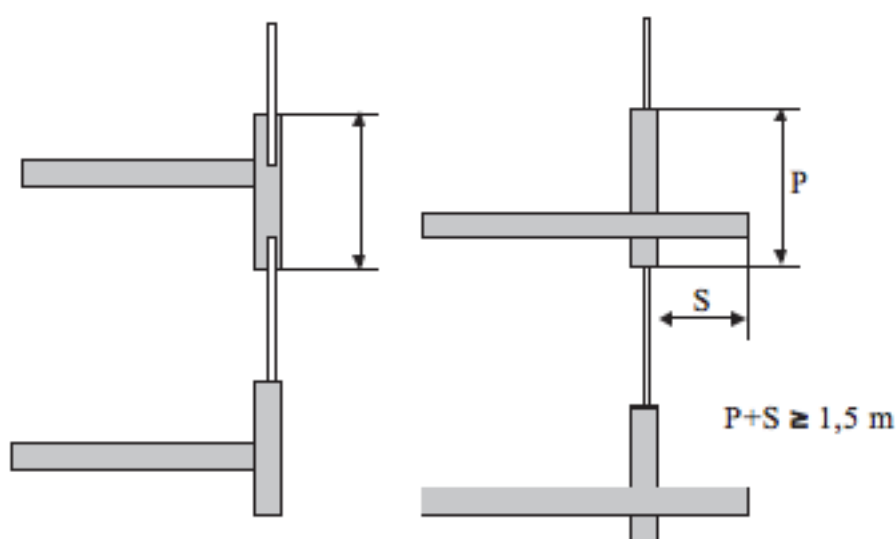


**Slika 51:** Požarna stena montažne lesene izvedbe, VdS

### 5.2.10 Prenos požara v vertikalni smeri

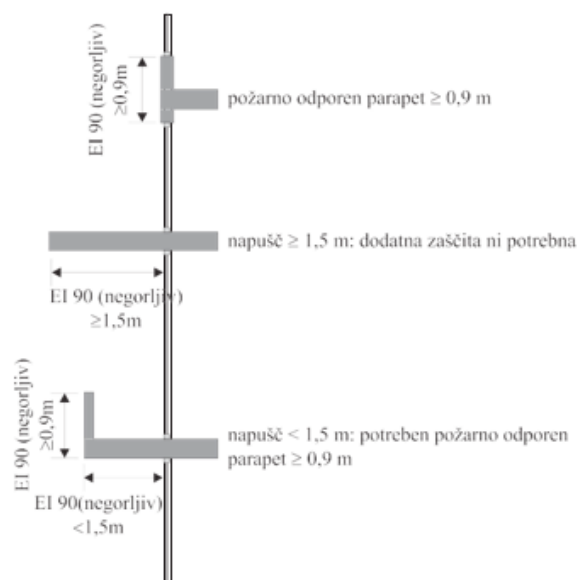
Prenos požara v vertikalni smeri je možen po zunanji strani stavbe ali s sosednje nižje stavbe. Zahteve so zadovoljivo opisane v TSG-1 in v smernici SZPV 203.

Če je požarni sektor v **visoki stavbi** požarno ločen z medetažno konstrukcijo, ki ima najmanj tolikšno požarno odpornost, kolikor je zahtevana v smernici TSG-1, morajo biti neodporne zunanje površine zgornjega požarnega sektorja vertikalno ločene s požarno odpornimi parapeti višine najmanj 1 m ali napuščem širine 1,5 m ali pa kombinacijo obeh tako, da je njun seštevek najmanj 1,5 m (glej *slika 52*). Isto velja tudi za zunanje zidove na tisti strani vseh ostalih stavb, če na tej strani stavbe ni omogočeno posredovanje gasilcev.

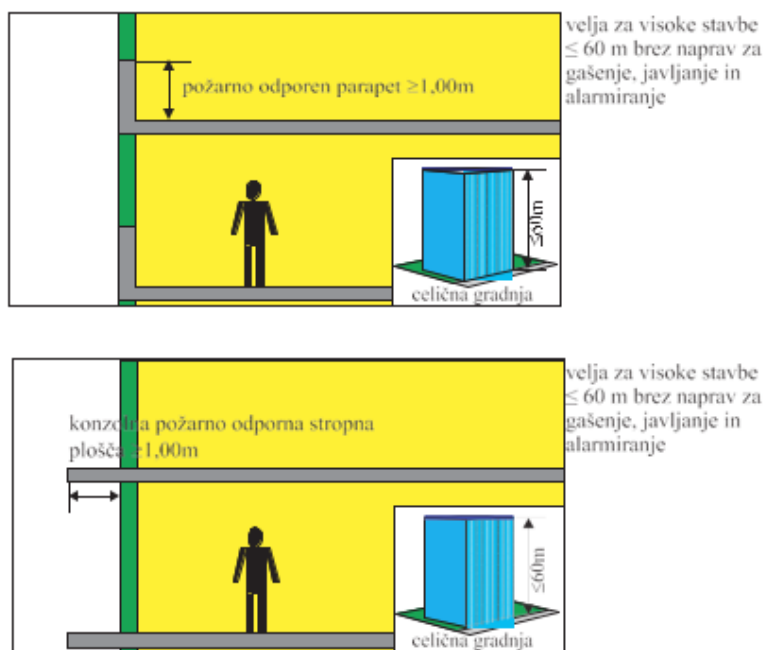


**Slika 52:** Vertikalni razmik med okni v zunanji steni visokih stavb

Za **visoke stavbe** veljajo v vseh predpisih in smernicah zmerom še dodatne, ostrejše zahteve, primer iz VKF, *slika 53*, primer iz MBO MHHR na *sliki 54*.



**Slika 53:** Preprečitev prenosa požara v vertikalni smeri za visoke stavbe po VKF



**Slika 54:** Preprečitev prenosa požara v vertikalni smeri za visoke stavbe po MBO MHHR

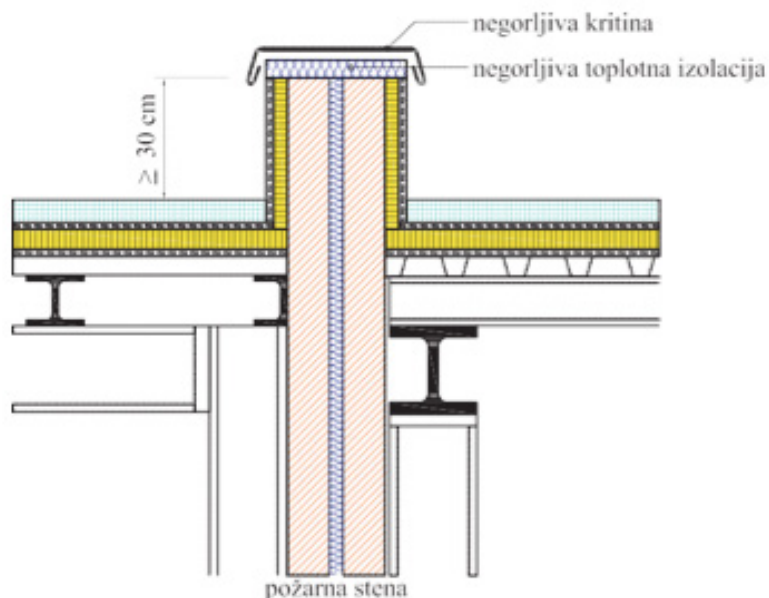
Obešana fasada mora biti na vsaki medetažni plošči stavbe pritrjena z jeklenimi pritrdilnimi elementi, špranja med fasado in ploščo pa mora biti zatesnjena tako, da ni možen prenos požara v zgornje nadstropje. Za toplotno izolacijo se v prezračevanih fasadah lahko uporablja le negorljiv material.

Prenos požara z nižje stavbe, v kateri ni vgrajenega sprinklerskega sistema, na poleg stoječo višjo stavbo bo omejen, če bo imel 5 m široki pas strehe nižje stavbe ali pa 10 m visoki pas višje stavbe najmanj tolikšno požarno odpornost, kakršna je zahtevana v TSG-1.

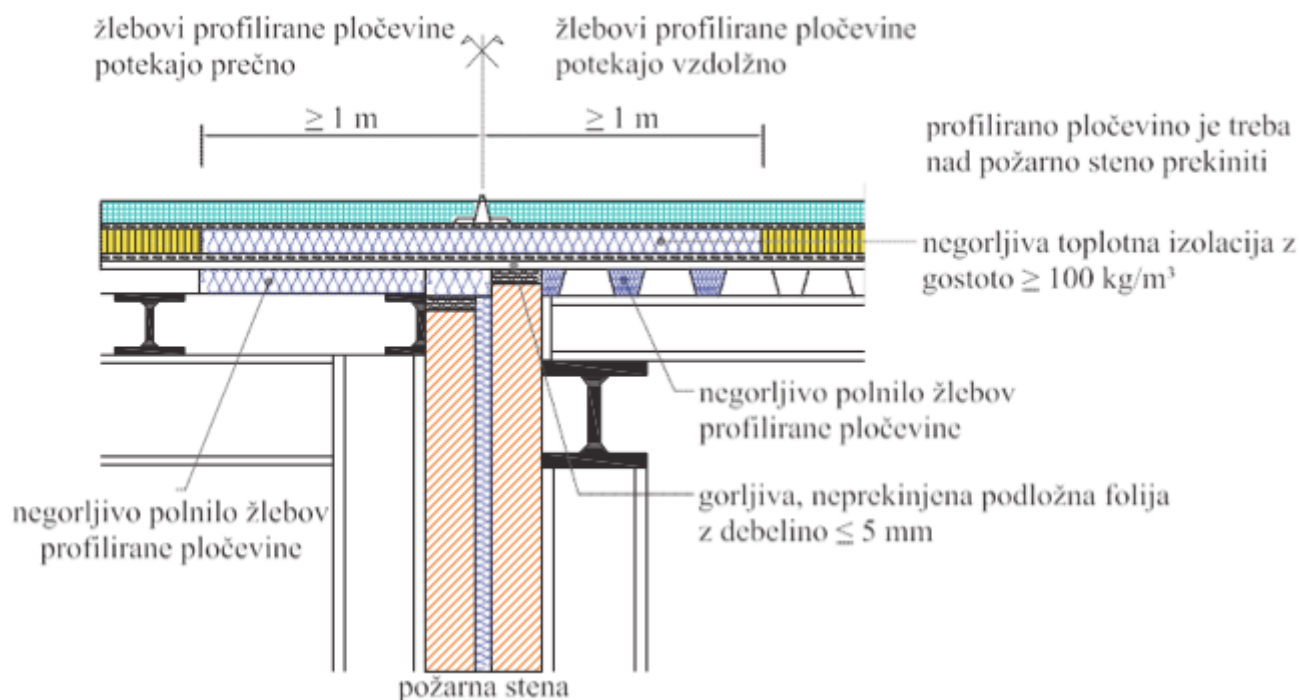


### 5.2.11 Prenos požara v horizontalni smeri

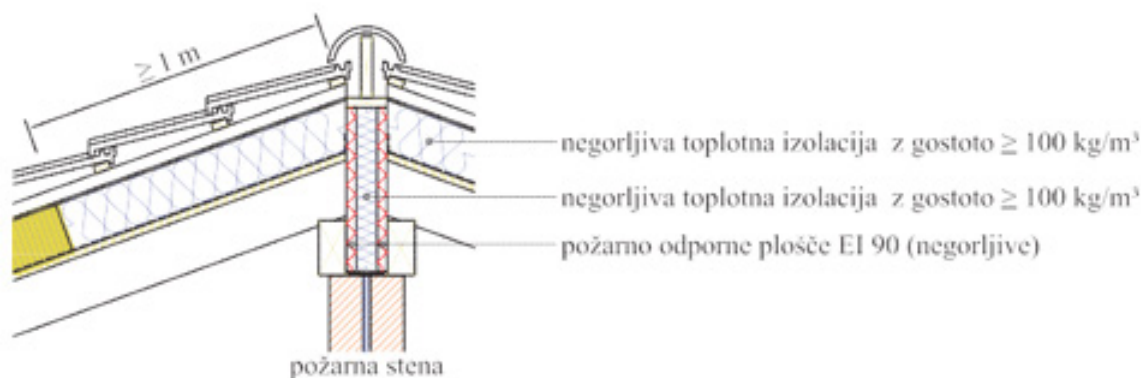
Prenos požara v horizontalni smeri je možen preko notranjega vogala stavbe ali preko strehe. Zhteve so zadovoljivo opisane v TSG-1 in v SZPV 203, zato se priporoča uporaba ene od teh. Veliko detajlov pa najdemo v tujih smernicah, na primer VKF, *slike 55, 56, 57 in 58.*



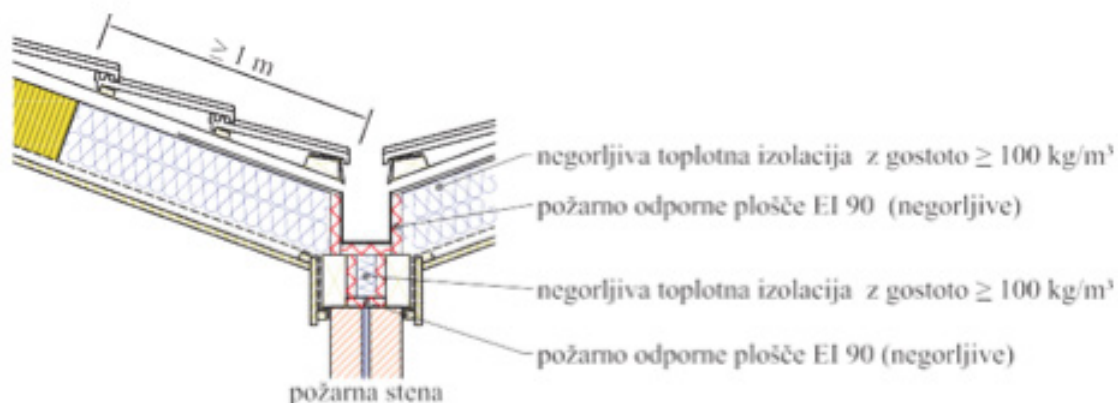
**Slika 55:** Horizontalna požarna ločitev



**Slika 56:** Horizontalna požarna ločitev brez nadvišanja požarnega zidu preko strehe



**Slika 57:** Horizontalna požarna ločitev preko slemena



**Slika 58:** Horizontalna požarna ločitev preko žleba

Požarno neodporne površine notranjih vogalov stavbe različnih požarnih sektorjev, ki med seboj oklepajo kot  $135^\circ$  ali manj, morajo biti med seboj oddaljene minimalno za razdaljo  $D_0$ .

$$D_0 = 2 \cdot D \cdot \frac{(\varepsilon - 90)}{90} \cdot D_1$$

pri čemer je:

$D_0$  – minimalna razdalja požarno neodpornih površin (minimalno 1 meter)

$\varepsilon$  – notranji kot med zunanjsima stenama ( $^\circ$ )

$D$  – odmik stavbe od relevantne meje

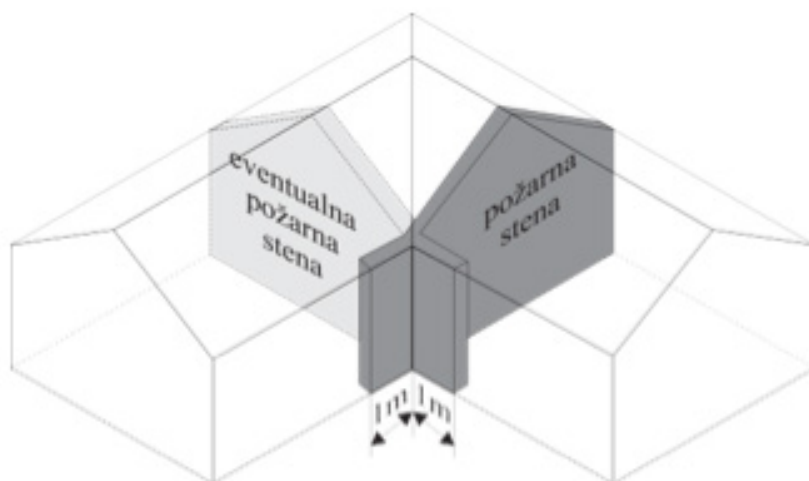
Znotraj razdalje  $D_0$  mora imeti zunanja stena obeh požarnih sektorjev takšno požarno odpornost, kakršna je zahtevana za sektor z višjo požarno odpornostjo.

Vse zahteve glede požarne odpornosti zaradi prenosa požara preko strehe se nanašajo na požar s spodnje strani. Kadar je streha pod zunanjim zidom sosednje stavbe, ki ima požarno nezaščitene površine, mora biti nosilna konstrukcija strehe požarno odporna skladno z zahtevami iz TSG-1. Če je v prostoru pod streho vgrajen sprinklerski sistem za gašenje požara, se lahko požarna odpornost zmanjša za eno stopnjo (npr. z R60 na R30).

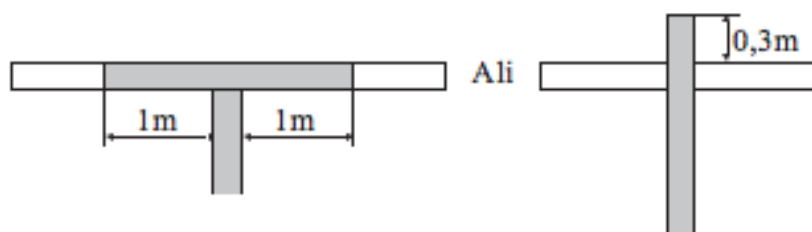
Pri ločilni steni med dvema požarnima sektorjema se horizontalni prenos požara onemogoči tako (glej *sliko 60*):

- da ima del strehe, ki je od ločilne sten oddaljen 1 m, požarno odpornost najmanj RE 30 ali
- da ločilna stena z odpornostjo najmanj RE 30 ravnino strehe preseže za najmanj 30 cm.

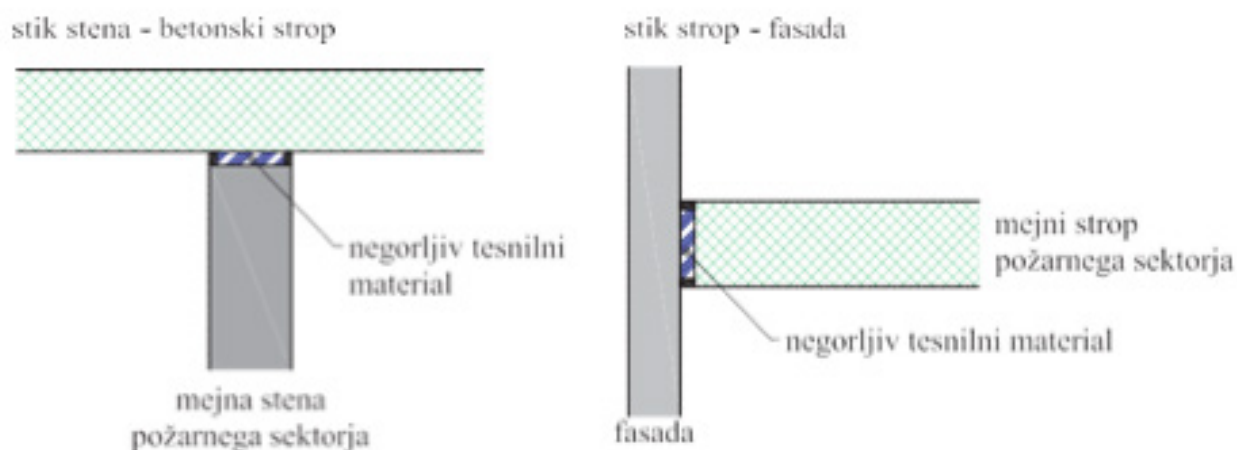
Nekaj detajlov pravilne izvedbe požarnih sten in prehodov med požarnimi sektorji je prikazanih na *slikah 61 in 62*.



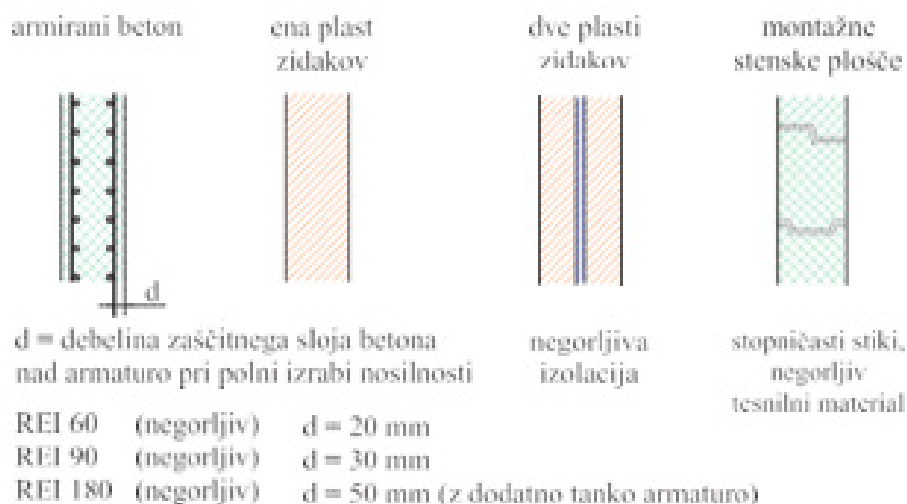
**Slika 59:** Preprečen prenos požara preko notranjega vogala



**Slika 60:** Shematski prikaz požarne ločitve na stiku strehe in ločilne stene



**Slika 61:** Detajli spojev med zunanjo steno in notranjo steno med požarnimi sektorji (VKF)



**Slika 62:** Različne izvedbe zidov za doseg zahtevane požarne odpornosti (VKF)

## 5.3 Nosilnost konstrukcije in širjenje požara po stavbah

Že Zakon o varstvu pred požarom podaja vse temeljne zahteve in načela varstva pred požarom. V Pravilniku o požarni varnosti v stavbah pa je še nedvoumno zapisano, da

**morajo biti stavbe projektirane in grajene tako, da njihova nosilna konstrukcija ob požaru določen čas ohrani potrebno nosilnost.**

To je zelo pomembno zaradi evakuacije, intervencije in ohranitve premoženja.

Ko govorimo o odpornosti zunanjih in notranjih delov objektov ter o nosilnosti in širjenju požara po stavbi, je treba opredeliti naslednje požarne ukrepe:

1. načrtovanje požarnih in dimnih sektorjev,
2. definiranje požarne odpornosti,
3. požarna zaščita prehodov med požarnimi sektorji,
4. odziv na ogenj za gradnjo objekta predvidenih gradbenih proizvodov,
5. predvideni sistemi aktivne požarne zaščite,
6. energetske prostori (kotlovnica, tehnični prostori za električne instalacije, strojnice sistemov aktivne požarne zaščite)
7. ukrepi varstva pred požarom pri načrtovanju električnih, strojnih in drugih tehnoloških napeljav in naprav v objektu:
  - odvod dima in toplote,
  - sprinklerski sistemi,
  - stabilne gasilne naprave,
  - varnostno napajanje,
  - varnostna razsvetljava,
  - tehnološke napeljave.

### 5.3.1 Razdelitev na požarne sektorje

Za omejitev hitrega širjenja požara morajo biti stavbe razdeljene na požarne sektorje, če gre za večje površine ali ločene namembnosti ter posebne nevarnosti in če preprečitev širjenja požara ni rešena na kakšen drug način, npr. s sprinklerskimi sistemi. Stavbe se mora projektirati in graditi tako, da se v največji možni meri omeji hitro širjenje požara po navpičnih oziroma vodoravnih povezavah.

Razdelitev stavbe na požarne sektorje in njihova velikost sta odvisni od:

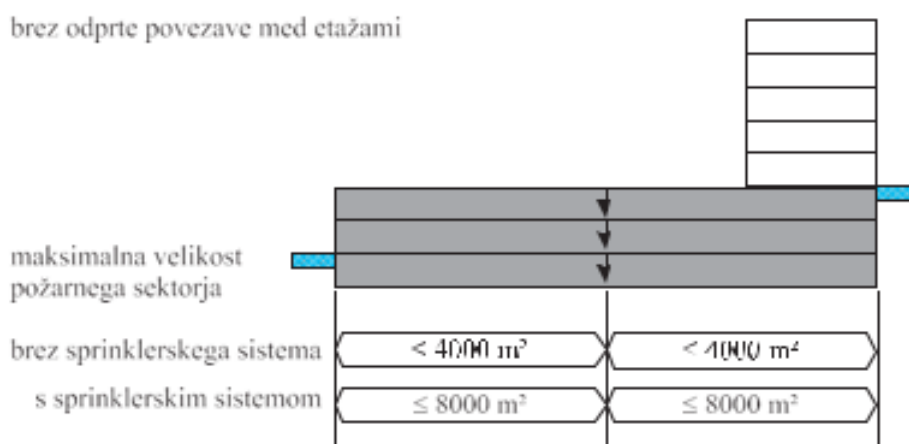
- namembnosti stavbe,
- velikosti in drugih arhitekturnih lastnosti posamezne stavbe,
- proizvodnega procesa, ki poteka v stavbi,
- od vrste in količine gorljivih snovi, ki se nahajajo v stavbi,
- vgrajenih oziroma postavljenih sistemov za gašenje in
- drugih izvedenih požarnovarnostnih ukrepov.

Za omejitev hitrega širjenja požara po stavbi morajo biti uporabljeni taki gradbeni materiali oziroma gradbeni proizvodi, ki:

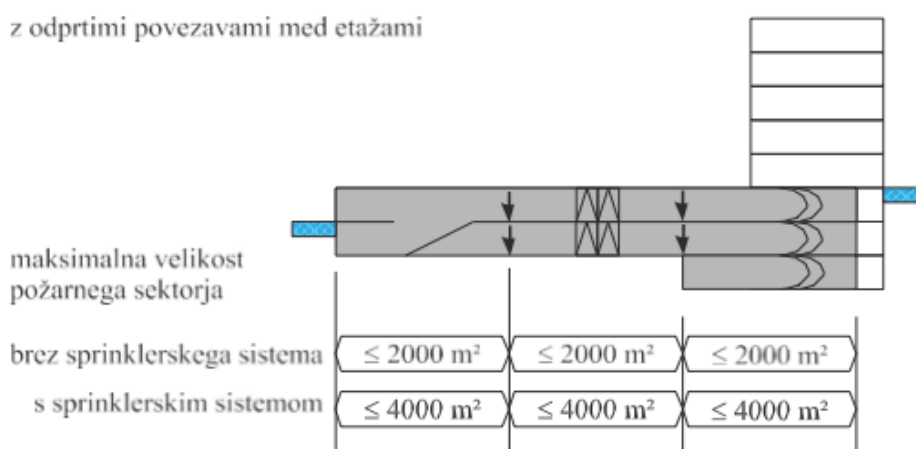
- se težko vžgejo,
- v primeru vžiga oddajajo nizke količine toplote in dima ter
- omejujejo hitro širjenje požara po površini.

V NPV se mora **za vse požarne sektorje** in dele stavbe jasno definirati naslednje:

- požarne lastnosti nosilne konstrukcije,
- požarne lastnosti gradbenih elementov, ki omejujejo hitro širjenje požara po objektu,
- razdelitev objekta v požarne sektorje,
- odvod in kontrolo dima in toplote,
- sprinklerske sisteme in
- varnostno napajanje.



**Slika 63:** Zahteve za velikosti požarnih sektorjev za stavbo brez odprte povezave med etažami (VKF)



**Slika 64:** Zahteve za velikosti požarnih sektorjev za stavbo z odprtimi povezavami med etažami (VKF)

### 5.3.2 Hitrost širjenja požara

Hitrost širjenja morebitnega požara je odvisna od mesta nastanka požara. Na širjenje požara vplivajo predvsem arhitekturne in tehnološke značilnosti objekta.

Med arhitekturne značilnosti objekta prištevamo:

- velikost in geometrijske značilnosti delov objekta, višino stropov, lastnosti stropov (nakloni, podpore itd.),
- požarne in termodinamične lastnosti notranjih oblog (toplotna prevodnost, specifična toplota, gostota itd.),
- požarne in termodinamične lastnosti fasadnih in strešnih obložnih materialov,
- položaj, velikost in število odprtih (okna, vrata itd.) na zunanjih fasadnih stenah in strehi, ki v primeru požara popustijo in vplivajo na odvod dima in dovod zraka,
- število nadstropij nad nivojem tal in pod njim,
- lokacija objekta na parceli glede na sosednje objekte in potencialne požarne nevarnosti,
- povezava med požarnimi sektorji,
- položaj požarno bolj nevarnih in požarno bolj ogroženih prostorov v objektu.

Projektant mora arhitekturne značilnosti objekta prikazati v obliki grafičnih prilog, ki morajo biti enostavne in pregledne.

Pri projektiranju požarnovarnostnih ukrepov je treba upoštevati tudi naslednje značilnosti tehnoloških procesov, denimo:

- vrsto in lokacijo delovnih in tehnoloških procesov v objektu,
- obratovalne pogoje v tehnoloških napravah (temperatura, tlak itd.),
- vpliv delovnih in tehnoloških procesov na potek požara v objektu,
- vrsto, kapaciteto in izvedbo prezračevalnih naprav v objektu,
- namestitev ter priključno moč električne instalacije v objektu,
- morebitne vire vžiga,
- opremo, ki poškodovana ali uničena v primeru požara povzroči večje izgube imetja ali prekinitev dela.

Upoštevana mora biti tudi zasedenost objekta v posameznem delu dneva (delo v izmenah). Delovni proces v objektu je po navadi odvisen od ure in dneva v tednu. Podatek je izredno pomemben za uspešno načrtovanje požarne varnosti v objektu.

Na širjenje požara vplivajo:

- razdelitev na požarne sektorje – Objekt lahko s požarnimi pregradami razdelimo na več ločenih požarnih sektorjev in s tem preprečimo širjenje dima in toplote z mesta nastanka požara.
- požarne pregrade – Požarne pregrade preprečujejo širjenje požara in dima v horizontalni in vertikalni smeri. Izvedene morajo biti tako, da določen čas preprečujejo prehod plamenov, toplote in dima; primer dimne zavese je na *sliki 65*.

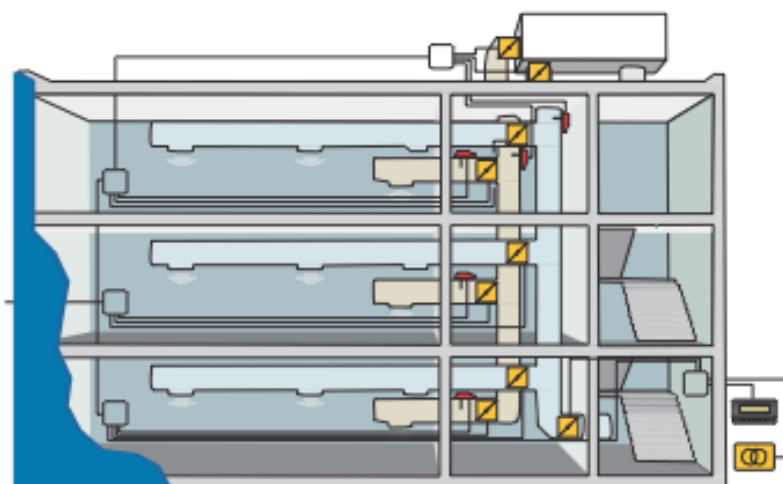


**Slika 65:** Dimna zavesa



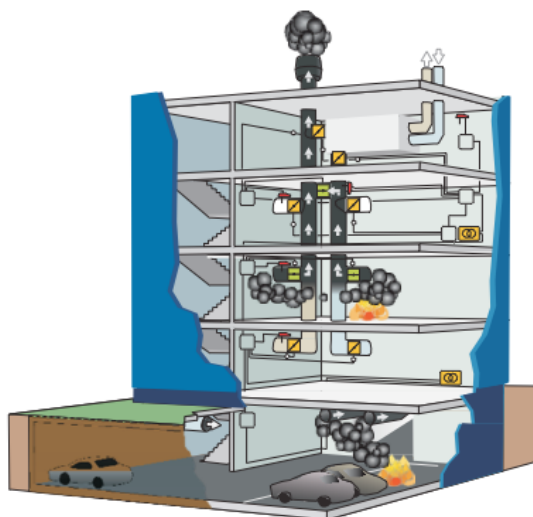
**Slika 66:** Požarna loputa na meji požarnih sektorjev pri prehodih prezračevalnih kanalov

- zaščita odprtín – Skozi odprtine se požar lahko širi iz prostora nastanka v sosednje prostore. Da bi preprečili širjenje požara, je treba odprtine zapreti z:
  - o s požarnimi zaporami na prehodih instalacij, npr. požarne lopute (*slika 66*),
  - o s požarnimi vrati, ki morajo biti v primeru požara zaprta ali se morajo zapreti s pomočjo avtomatskih naprav za zapiranje. Pri izvedbi vrat z zasteklitvijo je treba upoštevati ustrezno požarno odpornost stekla.
  - o Širjenje požara po fasadi objekta – Pri projektiranju je treba upoštevati tudi možnost prehoda požara skozi zunanje fasadne stene in zaporne elemente (okna, zasteklitve) na višje etaže. Širjenje požara po fasadi lahko močno pospešijo gorljivi obložni materiali.
  - o Nadzor nad širjenjem požara – Širjenje požara po objektu lahko omejimo z izvedbo naprav za naravni ali mehanski odvod dima in toplote (*slike 67, 68 in 69*) ali avtomatskih naprav za gašenje požara.

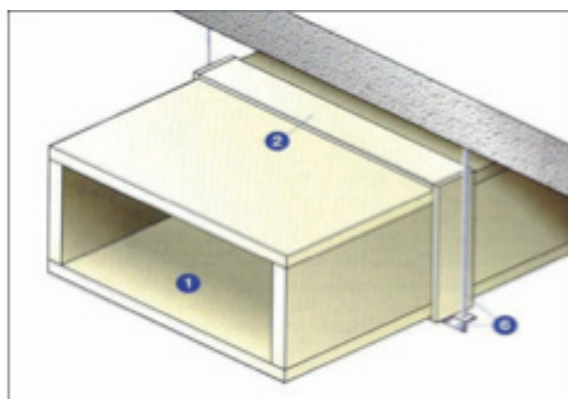


**Slika 67:** Shematski prikaz MODT (mehanskega odvoda dima in toplote) po etažah in s stopnišča





**Slika 68:** Primer delovanja MODT (mehanskega odvoda dima in toplote) v primeru požara v kleti ali nadstropju



**Slika 69:** Klasični primer izvedbe MODT v garažah (požarni kanali za ODT)

### 5.3.3 Označevanje požarne odpornosti

Pri označevanju požarne odpornosti elementov gradbenih konstrukcij je treba vselej uporabiti evropsko klasifikacijo:

**R** – nosilnost

**E** – celovitost

**I** – toplotna izolativnost v pogojih standardnega požara ( $\Delta T = 140 \text{ K}$ )

**W** – toplotno sevanje ( $15 \text{ kW/m}^2$  na razdalji 1 meter)

**M** – mehanska trdnost

**C** – samozapiranje

**S** – omejeno puščanje dima

**G** – odpornost na požar saj

**H** – odvod dima in toplote

**P** – funkcioniranje energetskega voda v primeru požara

**PH** – funkcioniranje signalnega voda v primeru požara

Vsi tipski elementi gradbenih konstrukcij (serijski proizvodi) morajo biti obvezno atestirani v skladu z veljavno zakonodajo in označeni v skladu z *Odredbo o videzu in uporabi certifikacijskega znaka za označevanje proizvodov, ki jih je treba certificirati*. Omenjeno velja za vse:

1. zidove (nosilne in nenosilne)
2. stebre
3. medetažne konstrukcije
4. nosilce
5. strešne kritine
6. vrata in druge elemente za zapiranje
7. dimnike
8. prezračevalne kanale

Vsi gradbeni proizvodi, ki izpolnjujejo bistvene zahteve za gradbene objekte in predvsem varnost pred požarom, morajo biti skladni z Zakonom o gradbenih proizvodih. Za potrjevanje skladnosti gradbenega proizvoda z zahtevami tehničnih specifikacij je odgovoren proizvajalec.

Odziv na ogenj za gradnjo objekta predvidenih gradbenih proizvodov in načrtovanje gradbenih nosilnih, predelnih in obložnih materialov mora biti v skladu z evropsko klasifikacijo:

<b>Evrerazred A (Afl)</b>	<b>Negorljivi materiali – materiali ne prispevajo k razvoju požara:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zelo nizka kalorična vrednost in sproščanje toplote</li> <li>• ni gorenja s plamenom</li> </ul>
<b>Evrerazred B (Bfl)</b>	<b>Težko gorljivi materiali – materiali zelo malo prispevajo k razvoju požara:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zelo nizka kalorična vrednost in sproščanje toplote</li> <li>• praktično ne širi plamena</li> <li>• zelo majhno sproščanje dima</li> <li>• ni plamtečih kapelj / delcev</li> </ul>
<b>Evrerazred C (Cfl)</b>	<b>Težko gorljivi materiali – materiali malo prispevajo k razvoju požara:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zelo majhno širjenje plamena</li> <li>• majhno sproščanje dima</li> <li>• omejena vnetljivost</li> <li>• omejen pojav plamtečih kapelj/delcev</li> </ul>
<b>Evrerazred D (Dfl)</b>	<b>Težko gorljivi materiali – materiali imajo še sprejemljiv prispevek k požaru:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omejeno širjenje plamena</li> <li>• omejeno sproščanje toplote</li> <li>• omejeno sproščanje dima</li> <li>• sprejemljiva stopnja vnetljivosti</li> <li>• omejen pojav plamtečih kapelj / delcev</li> </ul>
<b>Evrerazred E (Efl)</b>	<b>Normalno gorljivi materiali – materiali imajo še sprejemljiv odziv na ogenj</b>
<b>Evrerazred F (Ffl)</b>	<b>Ni zahtev – se ne smejo uporabljati kot izpostavljen gradbeni proizvod</b>

Dokaz o požarni odpornosti nosilne konstrukcije stavbe je lahko statični izračun po predpisih o mehanski odpornosti ali pa klasifikacija proizvoda po standardu SIST EN 13501-2 na osnovi preiskovanja požarne odpornosti elementa konstrukcije. Pri graditvi se ne smejo uporabljati gradbeni materiali razreda F, razen če je sestavni del gradbenega proizvoda, ki je klasificiran v višji razred.

Ko načrtujemo visoke stavbe (višina najvišje etaže > 22 m od okoliškega terena), je treba uporabiti še dodatne specifične predpise in smernice iz držav EU, saj v RS ni zahtev za tovrstne stavbe. Prav tako nam manjkajo predpisi za kurilnice, plinske instalacije, kuhinje, tehnične prostore za električne naprave, kakršni so transformatorji, prostori visoke, srednje in nizke napetosti ter prostori centralnih baterij ipd. Ko načrtujemo stavbo po TSG-1, so v teh primerih napotila na konkretne tuje predpise, sicer pa moramo v vsakem primeru uporabiti ustrezen tuji predpis.

#### 5.3.4 Določanje požarnih sektorjev po predpisu

Ko stavbo načrtujemo po 7. členu Pravilnika o požarni varnosti v stavbah, so največje velikosti požarnih sektorjev določene s preprosto tabelo. Če je v stavbi vgrajen sprinklerski sistem, se zahtevana požarna odpornost mejnih elementov po večini predpisov zniža, saj sprinklerski sistemi zagotavljajo dodatno požarno odpornost in preprečujejo ali omejujejo širjenje požara. V tej tabeli so podane zahteve za velikost največjega požarnega sektorja v eni etaži. Če se požarni sektor razteza čez dve ali največ tri etaže, seštevek površine vseh etaž v istem požarnem sektorju ne sme presežati 50% dovoljene velikosti požarnega sektorja. Če ima stavba več požarnih sektorjev in je glede na tabelo samo za nekaj požarnih sektorjev zahtevan sistem AJP ali sprinklerski sistem, se mora ta sistem namestiti v celotni stavbi, kar se v praksi ne izvaja dosledno. Ta zahteva lahko velja samo za del stavbe, če so drugi deli stavbe požarno ločeni s stenami (R)EI90, imajo zaščito prehodov EI90 in popolnoma ločene evakuacijske poti, vendar vse v skladu z izbranim predpisom oz. smernico.

Pri stavbah, katerih deli imajo različno namembnost (npr. trgovina in garažna stavba), se požarna odpornost mejnih elementov določi z upoštevanjem najvišje določenih zahtev za del stavbe z določeno namembnostjo uporabe. Praviloma morajo biti izvedene požarne ločitve na požarne sektorje za:

- vsako etažo,
- evakuacijska stopnišča in evakuacijske hodnike,
- vertikalne povezave, denimo dvigala, jaški,
- prostore z različnimi namembnostmi, še posebej če so različne požarne obremenitve.

#### 5.3.5 Določanje požarne odpornosti požarnih sektorjev po izračunu

Kadar načrtujemo objekt, ki presega velikosti izbranega predpisa ali smernice, oziroma smo kot koncept požarne varnosti izbrali 8. člen Pravilnika o požarni varnosti, je treba projektirati z uporabo ukrepov iz drugih smernic ali z uporabo inženirske metode skladno z členom 8. Pravilnika o požarni varnosti v stavbah.

Za izračun lahko uporabimo ustrezno tujo smernico oz. metodologijo, na primer **DIN 18230 – 1,2**, pri čemer v izračunu potrebne požarne odpornosti konstrukcije objekta upoštevamo:

1. vrsto in količino gorljivih snovi,
2. način pakiranja in skladiščenja,
3. toplotno – prevodnostne lastnosti obodnih konstrukcijskih elementov,
4. površine odprtih za odvod dima in toplote,
5. velikost objekta ter
6. izvedene ukrepe za gašenje (naprave, gasilci).

Določiti moramo specifično požarno obremenitev (gR) v vsakem požarnem sektorju, nato lahko faktor odvoda toplote v primeru požara določimo po enačbah:

$$w = w_0 \cdot \alpha_w$$

$$a = \frac{A_v}{A};$$

$$a = \frac{A_h}{A}$$

w – faktor odvoda toplote

w<sub>0</sub> – faktor iz *diagrama 3*

a<sub>v</sub> – faktor vertikalnih odprtih

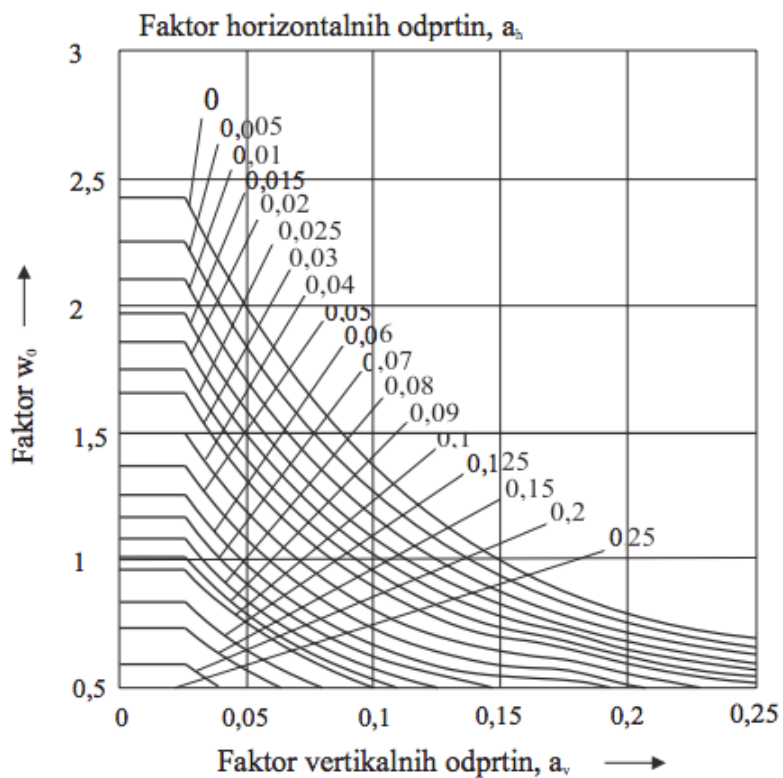
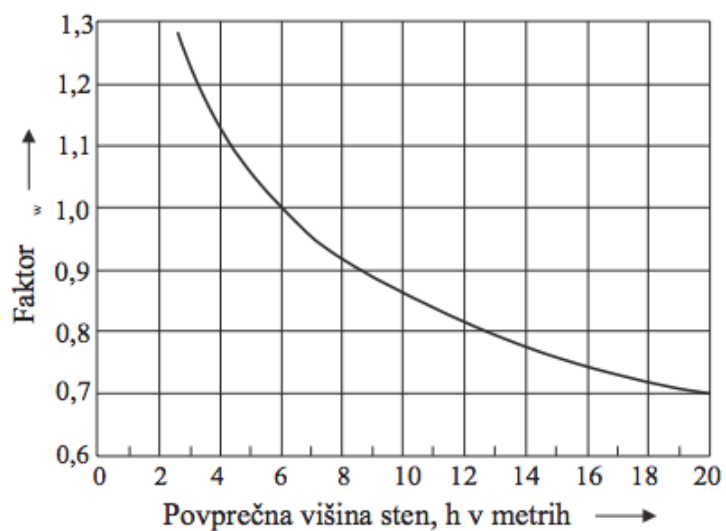
a<sub>h</sub> – faktor horizontalnih odprtih

A<sub>v</sub> – vertikalne odprtine na zunanjem zidu

A<sub>h</sub> – horizontalne odprtine v strehi

A – površina požarnega sektorja

α<sub>w</sub> – faktor iz *diagrama 4*

**Diagram 3:** Faktor  $w_0$  (diagram 1, DIN 18230-1)**Diagram 4:** Faktor  $\alpha_w$  (diagram 2, DIN 18230-1)

Ekvivalentni čas trajanja požara določimo po enačbi:

$$t_a = q_R \cdot c \cdot w$$

- $t_a$  – ekvivalentno trajanje požara (min)
- $q_R$  – specifična požarna obremenitev ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ )
- $c$  – računski faktor (min  $\text{m}^2/\text{kWh}$ ), preglednica 20
- $w$  – faktor odvoda toplote v primeru požara

**Preglednica 20:** Računski faktor (min m<sup>2</sup>/kWh) (tabela 1, DIN 18230-1)

Faktor c, v min·m <sup>2</sup> /kWh	Skupina elementov/materialov <sup>1)</sup>
0,15	I
0,20	II
0,25	III

<sup>1)</sup> The enclosing elements and materials are grouped according to the extend to which heat penetrates them in the event of fire, as follows.

**skupina I**  
elementi/materiali z zelo hitrim prehodom toplote (npr. aluminij, steklo, jeklo)

**skupina II**  
elementi/materiali s srednje hitrim prehodom toplote (npr. navaden beton, lahek beton z gostoto nad 1000 kg/m<sup>3</sup>, omet, opeka)

**skupina III**  
elementi/materiali s počasnim prehodom toplote (npr. vlaknasti izolacijski materiali, aeriran beton, les, plošče iz lesne volne, lahek beton, izolacijski omet, kompozitni gradbeni elementi)

Če material ali element na meji požarnega sektorja zaradi izpostavljenosti požaru izgubi svoje izolativne lastnosti, ker ga požar uniči ali poškoduje, lahko za c upoštevamo vrednost 0,15.

Računska vrednost potrebne požarne odpornosti tako znaša:

- **SK<sub>b</sub>3 elementi** (vse obodne konstrukcije, nosilne konstrukcije, preboje klima kanalov, preboje električnih instalacij)
- **SK<sub>b</sub>2 elementi** (gradbeni deli, katerih porušitev ne vpliva na porušitev vse konstrukcije, vrata na meji požarnega sektorja, dostopna gasilcem)
- **SK<sub>b</sub>1 elementi** (deli nosilne strešne konstrukcije, katerih porušitev ne vpliva na porušitev vse strehe; gradbeni deli, katerih porušitev ne vpliva na porušitev vse konstrukcije, neno-silne zunanje stene)

$$\text{erf } t_F = t_a \cdot \psi \cdot \alpha_L$$

**erf t<sub>F</sub>** – računski vrednost potrebne požarne odpornosti (min)

**t<sub>a</sub>** – ekvivalentno trajanje požara (min)

**ψ** – varnostni faktor (-), *preglednica 21* in *22*

**α<sub>L</sub>** – dodana vrednost (-), *preglednica 23*

**Preglednica 21:** varnostni faktor ψ (tabela 2, DIN 18230-1)

1 Površina požarnega sektorja ali podsektorja v m <sup>2</sup>	2 Enoetažne stavbe	3 Večetažne stavbe
:S 2500	1,00	1,25
5000	1,05	1,35
10000	1,10	1,45
20000	1,20	1,55
30000	1,25	1,6
60000 *)	1,35	/
120000 *)	1,50	/

\*) Za pojasnila glej Dodatek D

**Preglednica 22:** Varnostni faktor  $\psi$  (tabela 3, DIN 18230-1)

1	2	3	4	5
Površina požarnega sektorja ali podsektorja v m <sup>2</sup>	Enoetažne stavbe		Večetažne stavbe	
	SK <sub>b2</sub>	SK <sub>b1</sub>	SK <sub>b2</sub>	SK <sub>b1</sub>
:S 2500	0,60	0,50	0,90	0,50
5000	0,60	0,50	1,00	0,60
10000	0,70	0,50	1,10	0,70
20000	0,80	0,50	1,20	0,80
30000	0,90	0,50	1,25	0,90
60000 *)	1,00	0,55	/	/
120000 *)	1,10	0,60	/	/

\*) Za pojasnila glej Dodatek D

**Preglednica 23:** Dodana vrednost  $\alpha_L$  (tabela 4, DIN 18230-1)

1				2	3	4	5
Gasilska brigada				Avtomatsko odkrivanje, javljanje požara in alarmiranje <sup>2)</sup>	Delno vgrajene naprave za gašenje <sup>1)</sup>	Vgrajen avtomatski sistem za gašenje <sup>2)</sup>	Celotna vrednost $\alpha_L$ <sup>3)</sup>
	Velikost (število)	Osnovna enota	Pomožna enota				
1	0	1,00	1,00	0,90	0,95 <sup>4)</sup>	0,60	produkt stolpcev (1)«(2)«(3) ali produkt stolpcev (1)«(2)«(4)
2	1 ekipa (6)	0,90	0,95	0,95	0,85		
3	1 velika ekipa (9)	0,85	0,90				
4	2 ekipe (12)	0,80	0,85				
5	3 ekipe (18)	0,70	0,80				
6	4 ekipe (24)	0,60	0,75				

<sup>1)</sup> Stolpec 3 se lahko uporablja le skupaj s stolpcem 2. Učinkovitost opreme je treba preveriti za vsak primer posebej.  
<sup>2)</sup> Vključuje avtomatsko javljanje nadzornemu centru s stalnim dežurstvom.  
<sup>3)</sup> Če ni ničesar od navedenega v stolpcih 1 do 4, je treba upoštevati vrednost 1.  
<sup>4)</sup> Ta vrednost se lahko upošteva le, če je odgovorna javna gasilska enota potrdila ustreznost opreme.

### 5.3.6 Širjenje požara po notranjosti stavbe

Požar se po notranjosti stavbe lahko širi le v primeru, ko ni požarnih sektorjev. Znotraj požarnega sektorja pa lahko domnevamo, da bo prej ali slej gorelo vse, kar je gorljivega. Zato je pomembno, da so **meje požarnih sektorjev resnično požarno odporne na vseh mestih** (stene, preboji za instalacije, vrata, okna, jaški). Prav tako pa je pomembno, da so obložni materiali negorljivi oz. da ne prispevajo bistveno k razvoju požara, kar je še posebej pomembno na evakuacijskih poteh, kjer ne sme biti ničesar gorljivega. Minimalni razred odziva obložnih materialov na ogenj mora biti določen skladno s SIST EN 13501-1, na zaščitnih evakuacijskih poteh se morajo uporabljati materiali, podani v TSG-1:

	V stavbah do vključno treh etaž		V stavbah z več kakor tremi etažami	
	Stene in stropi	Tla	Stene in stropi	Tla
Hodniki	C-s1, d0	D <sub>f</sub> -s1	A2-s1, d0	C <sub>f</sub> -s1
Stopnišča	B-s1, d0	C <sub>f</sub> -s1	A2-s1, d0	B <sub>f</sub> -s1

Za stavbe z določeno namembnostjo, denimo:

- stavbe s prostori za veliko uporabnikov,
- stavbe za zdravstvo,
- prevzgojni domovi, zapor, vojašnice, stavbe za nastanitev policistov in gasilcev,
- stavbe za posebne namene,
- v industriji s posebno nevarnimi snovmi (kemična industrija) in
- v industriji z več kakor 600 MJ/m<sup>2</sup> požarne obremenitve,

morajo biti obložni materiali določeni z zahtevami za stene in stropje najmanj A2-s1, d0, za tla na hodnikih najmanj C<sub>f</sub>-s1 in za tla na stopniščih najmanj A2<sub>f</sub>-s1.

Glede na namembnost stavbe mora biti minimalni razred odziva obložnih materialov na ogenj v prostorih določen skladno z izbranim predpisom, npr. s TSG-1:

CC-SI		Namembnost prostorov v stavbi	V prostorih	
			Stene in stropi	Tla
113		Stanovanjske stavbe za posebne namene (domovi za starejše osebe, študentski in dijaški domovi, begunski centri, ...)	C-s1, d0	C <sub>f</sub> -s2
124	1241	Terminali na letališčih, železniških in avtobusnih postajah, ...	C-s1, d0	B <sub>f</sub> -s1
	1242	Garažne stavbe	A2-s1, d0	B <sub>f</sub> -s1
126	1261	Stavbe za kulturo in razvedrilo (gledališča, dvorane za prireditve, diskoteke, ...)	C-s1, d0	D <sub>f</sub> -s1
	1264	Stavbe za zdravstvo (bolnišnice, ...)	C-s1, d0	C <sub>f</sub> -s1
127	1274	Druge nestanovanjske stavbe (zapori, ...)	A2-s1, d0	B <sub>f</sub> -s1

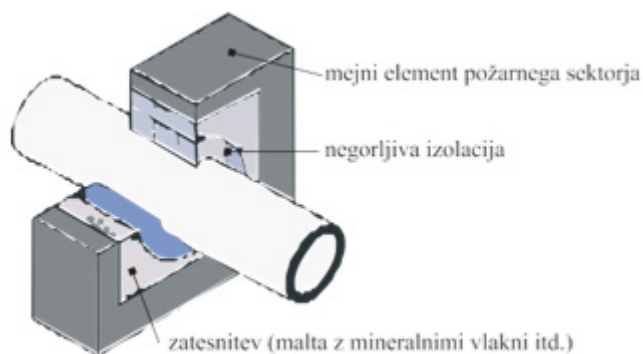
V prostorih za veliko uporabnikov so vedno podane še specifične dodatne zahteve, saj se v takšnih stavbah nahajajo predvsem obiskovalci, ki stavbe praviloma ne poznajo, zato je zahtevana povišana požarna varnost. Primer je podan v TSG-1:

Velikost prostora	Brez sprinklerskega sistema		S sprinklerskim sistemom	
	Stene in stropovi	Tla	Stene in stropovi	Tla
Prostori do 1000 m <sup>2</sup>	B-s1, d0	B <sub>f</sub> -s2	D-s2, d0	C <sub>f</sub> -s2
Prostori nad 1000 m <sup>2</sup>	A2-s1, d0	A2 <sub>f</sub> -s1	B-s1, d0	B <sub>f</sub> -s1



Če so v stavbi prostori različnih namembnosti, veljajo zahteve za obložne materiale znotraj prostorov glede na namen uporabe obravnavanega prostora, za obložne materiale na evakuacijskih poteh pa veljajo najvišje zahteve, ki so določene za posamezen namen uporabe znotraj stavbe ali ti-stega dela stavbe, ki je vezan na obravnavano evakuacijsko pot.

Posebno pozornost je treba nameniti **prenosu požara skozi preboje zaradi instalacij**. Vse zatesnitve teh prebojev morajo zagotavljati isto požarno odpornost, kakor so zahteve za požarni sektor. Primere izvedbe lahko vidimo na *slikah 70 do 75*.



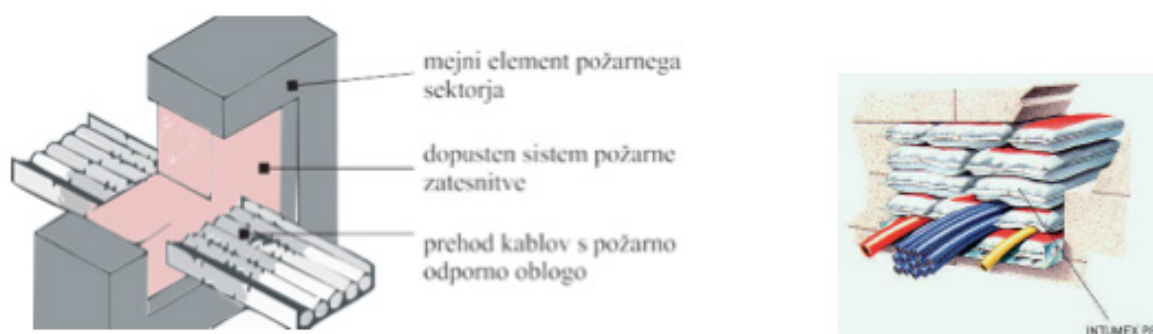
**Slika 70:** Prehod negorljive cevi skozi požarno steno



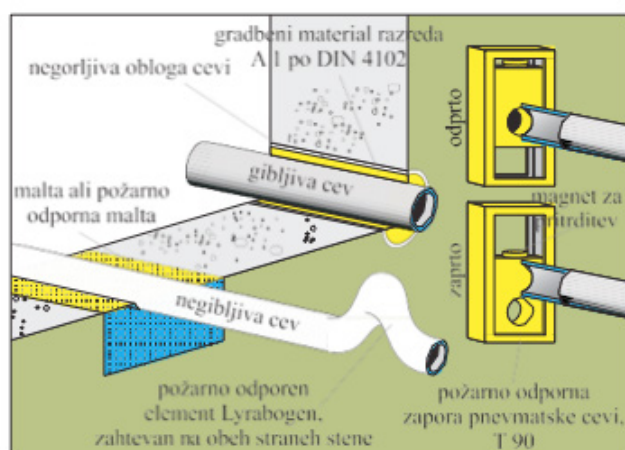
**Slika 71:** Prehod gorljive cevi skozi požarno steno s požarno manšeto



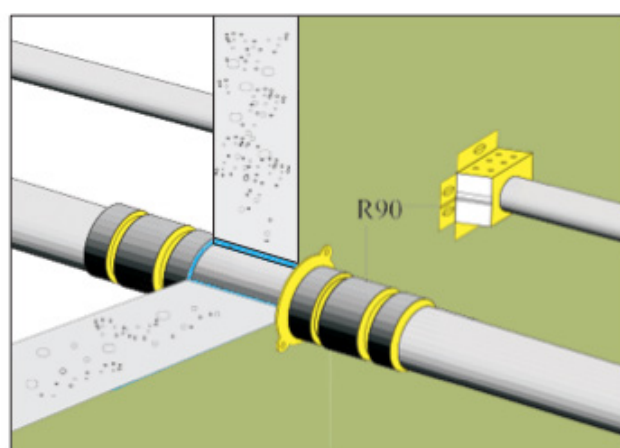
**Slika 72:** Primer zatesnitve prehoda gorljive cevi skozi požarno steno s požarno manšeto



**Slika 73:** Prehod električnih kablov skozi požarno steno

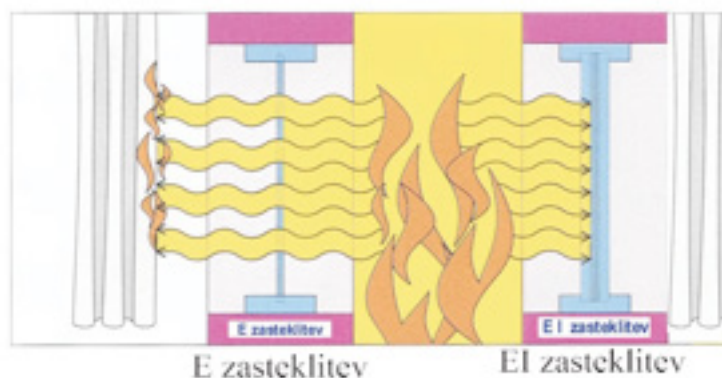


**Slika 74:** Prehodi skozi meje požarnega sektorja za negorljive cevi (VdS)



**Slika 75:** Prehodi skozi meje požarnega sektorja za gorljive cevi (VdS)

Posebno pozorno je treba izbirati tudi steklene površine. Tako je obvezna zasteklitev na evakuacijskih poteh z oznako EI, *slika 76*. Iz slike se nazorno vidi, da zaradi sevalnega učinka pri zasteklitvi z oznako E pride do vžiga obsevanih materialov brez dodatnega vira vžiga.



**Slika 76:** Razlika med E in EI zasteklitvijo

### 5.3.7 Zahteve za požarno odpornost konstrukcijskih elementov

Nosilnost (R) kot merilo za požarno odpornost nosilne konstrukcije stavbe mora biti določena tako, da stavba v primeru požara za določen čas ohrani stabilnost. Določitev potrebnih požarnih lastnosti nosilnih gradbenih elementov je odvisna od:

- števila etaž,
- specifične požarne obremenitve,
- namembnosti oziroma nevarnosti za požar,
- velikosti stavbe in
- vgrajenega sprinklerskega sistema.

Če za stavbo ni zahtevana požarna odpornost nosilne konstrukcije, zahtevana pa je ločitev na požarne sektorje, morajo biti te ločitve načrtovane tako, da se v požaru ne porušijo meje požarnega sektorja. Pri stavbah, katerih deli imajo različno namembnost (npr. trgovina in garažna stavba), se nosilnost celotne konstrukcije določi z upoštevanjem najvišje določenih zahtev za del stavbe z določeno namembnostjo uporabe.

Projektant mora poleg opredelitve požarne odpornosti nosilne konstrukcije podati tudi zahteve za gradbene materiale (odziv materialov na ogenj), s katerimi je konstrukcija izvedena. Običajno so za nosilno konstrukcijo zahtevani materiali razreda A1 ali A2.

**Požarna odpornost glede nosilnosti (R) kletnih etaž mora biti najmanj enaka nosilnosti višje ležečih etaž.** Tako lahko v večini predpisov zasledimo, da mora biti nosilnost najmanj:

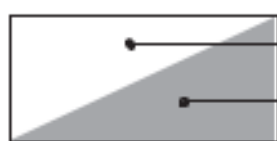
- R30, če ima stavba samo eno kletno etažo,
- R60, če ima stavba dve kletni etaži,
- R90, če ima stavba tri ali štiri kletne etaže,
- R120, če ima stavba pet ali več kletnih etaž.

V švicarskih predpisih (VKF) se zahteve nekoliko razlikujejo, glej *sliki 77* in *78*.

Število etaž nad terenom	1 2 in najvišja etaža	3	4	5 6	7 8 brez stolpnic
Zahteve za nosilnost v požaru po BSV §§ 1 in 4 (izjema so stavbe za obrt)	ni zahtev po požarni odpornosti	R 30 (negorljiv) R 30	R 60 (negorljiv) R 60	R 60 (negorljiv) R 60/ EI 30 (zno)	R 60 (negorljiv)

zno - zaščiten z negorljivo oblogo

legenda:



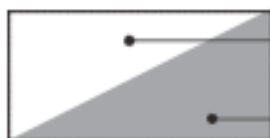
nosilna konstrukcija iz negorljivih gradbenih materialov

nosilna konstrukcija iz gorljivih gradbenih materialov

**Slika 77:** Zahteve za nosilnost glede na število etaž (VKF)

Število etaž nad terenom	1 - 2	najvišja etaža	3	4	5 6	7 8 brez stolpnic
Zahteve za nosilnost v požaru po BSV §§ 1 in 4 (izjema so stavbe za obrt)	EI 30 (negorljiv) [1] EI 30 [1]	EI 30 (negorljiv) EI 30	EI 30 (negorljiv) EI 30	EI 60 (negorljiv) EI 60 [2]	EI 60 (negorljiv) EI 60/ EI 30 (zno) [2] [3]	EI 60 (negorljiv)

zno - zaščiten z negorljivo oblogo



stene in stropi iz negorljivih gradbenih materialov na mejah požarnih sektorjev

stene in stropi iz gorljivih gradbenih materialov na mejah požarnih sektorjev

**Slika 78:** Zahteve za požarno odpornost med požarnimi sektorji (VKF)

Za vsak objekt je treba v načrtu požarne varnosti določiti požarne odpornosti za posamezne elemente objekta:

**A) Nosilni konstrukcijski elementi**

1. notranje stene
  - splošno,
  - meja med požarnimi sektorji,
  - mejna med objekti,
2. nosilci,
3. stebri,
4. medetažne plošče,
5. streha – splošno,
6. streha ob fasadi kot zaščita prenosa požara v vertikalni smeri in
7. streha – materiali strešne konstrukcije.

**B) Nenosilni konstrukcijski elementi**

1. mejne stene med požarnimi sektorji,
2. mejne stene med dimnimi sektorji,
3. spuščeni stropi – konstrukcija pritrditve,
4. spuščeni stropi – plošče,
5. vrata med požarnimi sektorji,
6. vrata, ki mejijo na evakuacijske poti oz. so na evakuacijski poti,
7. vrata med dimnimi sektorji,
8. dimne zaveses in
9. konstrukcija pritrditve dimnih zaves.

**C) Zunanje stene objekta**

1. splošne konstrukcijske zahteve,
2. zaščita ob zunanjem evakuacijskem stopnišču (dodatno 1,5 metra levo in desno ob stopnišču),
3. obložni materiali fasade in
4. zaščita pred prenosom požara v vertikalni smeri.

**D) Notranja evakuacijska stopnišča**

1. stene,
2. plošče podestov in stopniščnih ram,
3. streha in
4. obloge.

Minimalna debelina in pripadajoči osni odmiki armature za gradbene dele iz armiranega betona (stropi, stene, nosilci, stebri) morajo biti izvedeni v skladu z ustreznim standardom (SIST EN 1992-1,2).

Minimalne debeline betonskih sten glede na požarno odpornost morajo ustrezati standardu, na primer:

Nenosilne stene		Nosilne stene	
Standardna požarna odpornost	Minimalna debelina betonske stene (mm)	Standardna požarna odpornost	Minimalna debelina betonske stene za $\mu=0.7$ in enostransko izpostavljenost požaru (mm)
EI 30	60	REI 30	120
EI 60	80	REI 60	130
EI 90	100	REI 90	140
EI 120	120	REI 120	160
EI 180	150	REI 180	210
EI 240	175	REI 240	270

Lesene konstrukcijske elemente je treba dimenzionirati na zahtevano požarno odpornost. Pri izračunu požarne odpornosti se za nosilni presek upošteva nepoogleneli del nosilca. Podatki o hitrosti odgorevanja različnih vrst lesa so v naslednji tabeli.

Vrsta lesa	Hitrost pooglenevanja (mm/min)
Mehak les (smreka, jelka, bor): $\pi > 290 \text{ kg/m}^3$ , minimalna dimenzija 35 mm	0,8 0,7
Trd les (hrast, kostanj, javor) $\pi > 450 \text{ kg/m}^3$	0,5

## 5.4 Odziv na ogenj za gradnjo objekta predvidenih gradbenih proizvodov

Požarne lastnosti gradbenih materialov se določajo s pomočjo t. i. preskusov odziva na ogenj:

1. SIST EN ISO 1182:2002 – Preskusi odziva gradbenih proizvodov na ogenj – Preskus negorljivosti (ISO 1182:2002) – *Reaction to fire tests for building products – Non-combustibility test* (ISO 1182:2002)
2. SIST EN ISO 1716:2002 – Preskusi odziva gradbenih proizvodov na ogenj – Ugotavljanje specifične toplote zgorevanja (ISO 1716:2002) – *Reaction to fire tests for building products – Determination of the heat of combustion* (ISO 1716:2002)
3. SIST EN ISO 11925-2:2002 – Preskusi odziva na ogenj – Sposobnost vžiga gradbenih proizvodov v neposrednem stiku s plamenom – 2. del: Preskus z enim gorilnikom (ISO 11925-2:2002) – *Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test* (ISO 11925-2:2002)
4. SIST EN 13823:2002 – Preskusi odziva gradbenih proizvodov na ogenj – Gradbeni proizvodi razen talnih oblog, izpostavljeni toplotnemu delovanju enega samega gorečega predmeta – *Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item*

5. SIST EN ISO 9239-1:2002 – Preskusi odziva talnih oblog na ogenj – 1. del: Ugotavljanje obnašanja pri gorenju z uporabo sevalnega vira toplote (ISO 9239- 1:2002) – *Reaction to fire tests for floorings – Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source* (ISO 9239-1:2002).

#### 5.4.1 Klasifikacija gradbenih materialov v razrede

Gradbeni material se najprej preskusi z enim ali več preskusnimi postopki, ki so zapisani v preskusnih standardih, potem pa klasificira v razrede od A do F skladno s klasifikacijskim standardom SIST EN 13501-1:2007 – Požarna klasifikacija gradbenih proizvodov in elementov stavb – 1. del: Klasifikacija po podatkih iz preskusov odziva na ogenj – *Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests*. Na ta način se lahko enoznačno določi lastnost nekega gradbenega materiala.

Odziv na ogenj za nekaj materialov je podan v *preglednici 24*. V preglednice uporabljena opredelitev materialov predstavlja lastnosti materialov, ki opredelijo možnost napredovanja požara do požarnega preskoka.

**Preglednica 24:** Odziv materialov na ogenj

Razred	Čas do požarnega preskoka (flashover) [min]	Primer gradbenega materiala
A1	ne	beton, opeka, steklo, kalcijev silikat, keramika, jeklo, baker, aluminij, če ni v obliki finih delcev večina proizvodov iz kamenih ali steklenih vlaken mavec in nekatere mavčne plošče anoroanski materiali z manj kot 1 % organskih snovi
A2	ne	mavčno kartonske plošče cementno vlaknene plošče nekateri proizvodi iz kamenih ali steklenih vlaken sendvič plošče z mineralno volno
B	ne	barvane mavčno kartonske plošče lesocementne plošče EN 634-2 z več kot 1000 kg/m <sup>3</sup> nekatere lesene plošče, obdelane z zavirali gorenja
C	med 10. in 20. minuto	fenolna pena z Al folijo poliizocianuratna pena z Al folijo večina lesenih plošč, obdelanih z zavirali gorenja sendvič plošče s PUR
D	med 2. in 10. minuto	ekstrudiran polistiren večina lesa in lesenih proizvodov sendvič plošča z EPS
E	prej kot v 2. minuti	mehka lesno vlaknena plošča poliuretanska pena z laminatom poliizocianuratna pena
F	zelo hitro	ekspandiran polistiren material, ki ne dosega razreda E, ali material, ki ni bil preskušen

## 5.5 Ukrepi varstva pred požarom pri načrtovanju električnih, strojnih in drugih tehnoloških napeljav in naprav v objektu

Vsi objekti morajo biti projektirani in zgrajeni tako, da so v primeru požara izpolnjene naslednje **bistvene zahteve**:

- zagotovljena nosilnost konstrukcije objekta za določen čas,
- omejena možnost nastanka in širjenja ognja in dima po objektu,
- omejeno širjenje požara na sosednje objekte,
- zagotovljena varna evakuacija vseh uporabnikov objekta in
- upoštevana varnost reševalcev/gasilcev.

Če pri požaru v prostoru popustijo predelni elementi, denimo stene, spuščeni stropi ipd., ali zaporni elementi, denimo vrata, lopute, zapore, prehodi napeljav ipd., se požar lahko razširi na sosednje prostore neposredno s plameni ali pa s prenosom toplote s konvekcijo, kondukcijo in sevanjem. Če pride do deformacij (pomikov) nosilnih gradbenih elementov, denimo stebrov, nosilcev, nosilnih sten in stropnih plošč, pa se lahko poruši del ali ves objekt.

**Da bi v primeru požara v objektu nosilni in nenosilni gradbeni elementi izpolnjevali navedene zahteve glede zagotavljanja nosilnosti, preprečevanja prenosa požara ter zagotavljanja varne evakuacije in dostopa gasilcev, morajo tako materiali kakor tudi sami gradbeni elementi izpolnjevati določene zahteve glede vnetljivosti, gorljivosti, toplotne prevodnosti, sproščanja dima in požarne odpornosti. Tako se ti ukrepi nanašajo tudi na načrtovanje električnih, strojnih in drugih tehnoloških napeljav in naprav v objektu.**

Ukrepi varstva pred požarom pri načrtovanju električnih, strojnih in drugih tehnoloških napeljav in naprav v objektu se nanašajo npr. na naprave za:

- odvod dima in toplote,
- sprinklerski sistemi,
- stabilne gasilne naprave,
- varnostno napajanje,
- varnostna razsvetljava in
- tehnološke napeljave.

Obstaja več različnih vrst sistemov za kontrolo dima. Vsaka vrsta ima nekaj prednosti pri posameznih vrstah in namembnostih stavb. Kjer so predpisani sistemi za kontrolo dima in drugi kontrolni sistemi, morajo biti projektirani in vgrajeni po ustreznih standardih.



### 5.5.1 Odvod dima in toplote (ODT)

Cilj odvoda dima je ohraniti sloj brez dima na predvidenih področjih stavbe, da se tako omogočita evakuacija ljudi iz stavbe in prihod gasilcev v stavbo zaradi gašenja požara in pomoči pri evakuaciji. Običajen sistem za odvod dima vključuje naslednje:

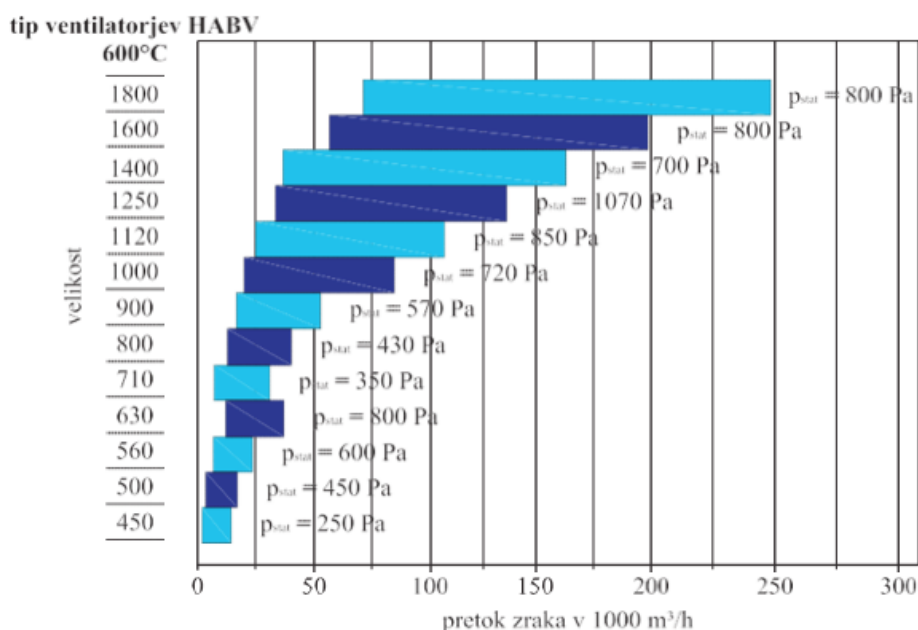
- odvodne naprave, ki so vgrajene visoko v prostoru in omogočajo izhajanje produktov gorenja. Prezračevanje je lahko naravno ali prisilno.
- zbiralnik dima, v katerem se zbere dim za nadaljnje odvajanje. Velikost zbiralnika ne sme biti prevelika, da ne pride do neželenega ohlajanja dima.
- dovodne naprave, ki so nameščene na spodnjih delih prostora ali v sosednjih conah in zagotavljajo, da se odvedeni produkti gorenja nadomestijo s čistim zrakom.

Običajno se odvod dima uporablja na velikih odprtih področjih, kakršna so atriji ali nakupovalna središča, kjer lahko evakuacija poteka skozi področje atrija. V takih primerih je stavba lahko razdeljena na več dimnih zbiralnikov.

Iz *slike 79* so razvidne dimenzije odvodnih ventilatorjev sistema odvoda dima in toplote, iz *slike 80* pa pretočne količine. Kakor vidimo, gre za velike sisteme, ki niso primerni za vgradnjo v manjše stavbe.



**Slika 97:** Prikaz velikosti ventilatorjev za MODT



**Slika 80:** Ventilatorji za MODT (pretoki zraka tudi do 250000 m<sup>3</sup>/h)

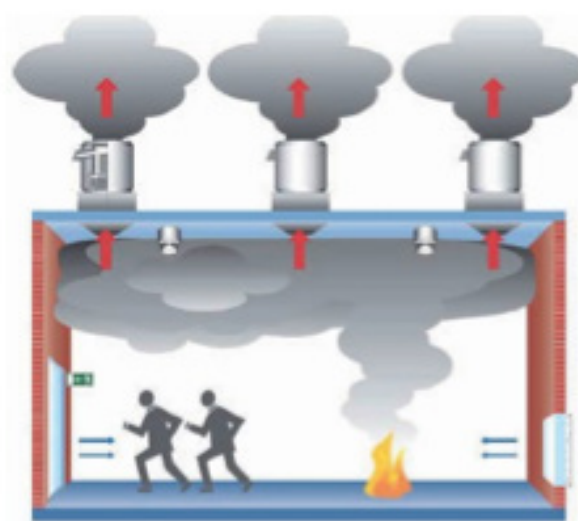
### 5.5.1.1 Načini odvoda dima in toplote (ODT)

Odvisno od vrste stavbe, njene velikosti, etažnosti, namembnosti... je treba predvideti ustrezne sisteme za ODT. V splošnem delimo sisteme ODT na:

- **naravni odvod dima (NOD):** to so naprave za odvod dima na osnovi naravne konvekcije, pri kateri se vroči dim v prostoru vedno višje, hladnejši zrak pa pada proti tlu; učinkovitost je odvisna od aerodinamičnosti površin za odvod dima in površin za dovod zraka; shematski primer je prikazan na *sliki 81*;

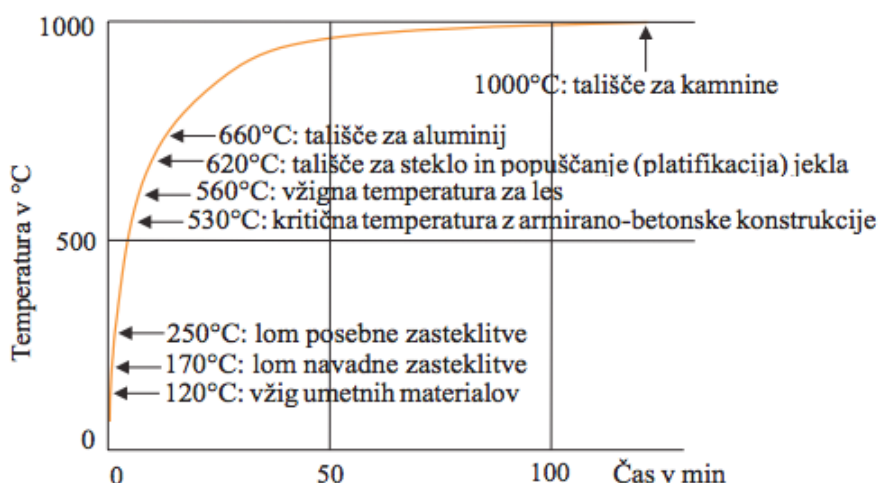


**Slika 81:** Shematski prikaz naravnega odvoda dima



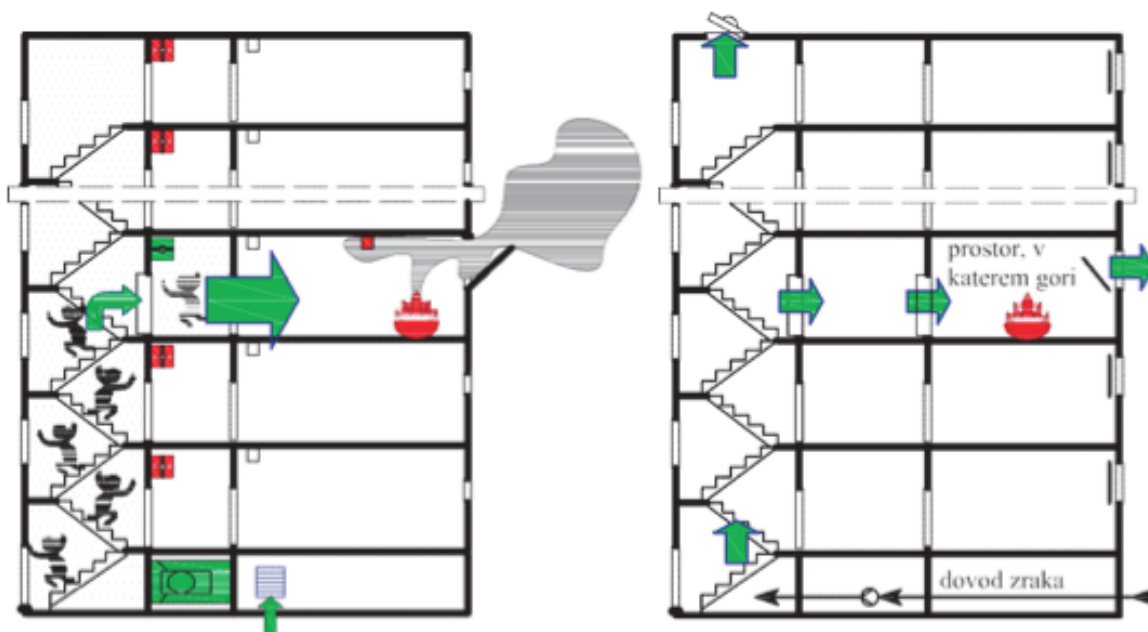
**Slika 82:** Shematski prikaz mehanskega odvoda dima

- **mehanski odvod dima (MOD):** to so naprave, ki s pomočjo ventilatorjev odvajajo dim iz prostora; v nasprotju z NOD je delovanje MOD vselej uspešno in hitrejše, zato zagotavlja višjo varnost; shematski prikaz je na *sliki 82*;
- **odvod toplote (OT):** to so naprave in sistemi za odvod toplote na naravni (**NODT**) ali mehanski način (**MODT**), preprečujejo poškodbe na konstrukciji zaradi povišane temperature dima, zato se uporabljajo v stavbah, kjer bi se zaradi povišane temperature utegnilo kaj porušiti (jeklne konstrukcije, vitke armirano-betonske konstrukcije ipd.); *slika 83* nazorno prikazuje, pri katerih temperaturah pride do vžiga in kje so kritične temperature za določene materiale.



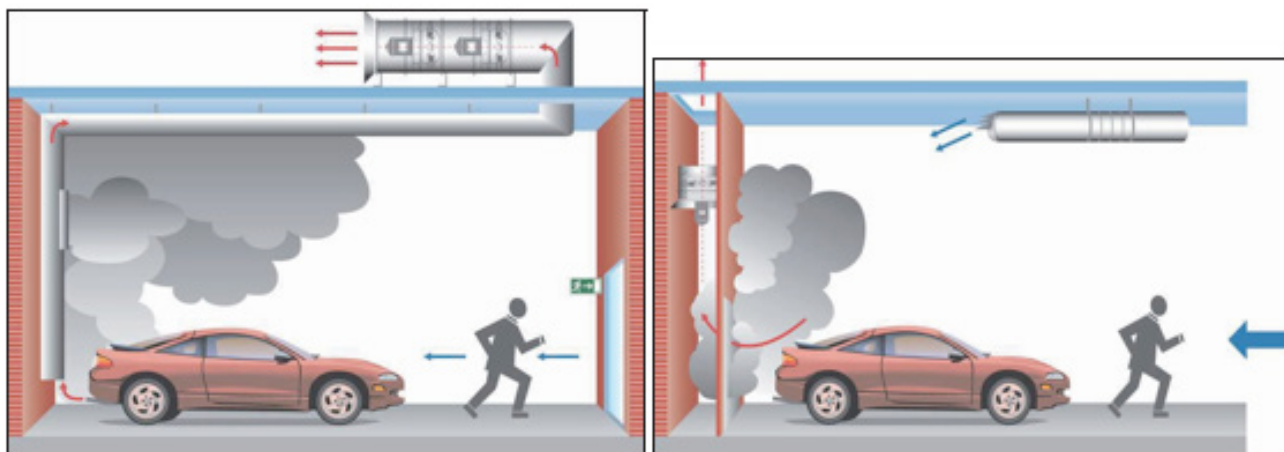
**Slika 83:** Potek temperature v požaru in vpliv na nosilno konstrukcijo

- **nadtlačna kontrola dima (NKD):** to so sistemi za zagotovitev tlačnih razlik, namenjeni zaščiti pred dimom na evakuacijskih poteh (stopnišča, hodniki, predprostor); na *sliki 84* vidimo poenostavljen shematski prikaz delovanja NKD sistema;



**Slika 84:** Dva shematska prikaza delovanja sistema NKD

- **sistemi s potisnimi ventilatorji (IVS):** to so sistemi ventilatorjev, ki v povezavi z avtomatskim javljanjem požara potiskajo dimne pline v določeni smeri proti odvodnemu jašku z odvodnim ventilatorjem; primerni so predvsem za garaže, kjer ni na voljo ustrezne višine za dimni rezervoar in bi dim zelo hitro napolnil malo zadimljeno cono pod 2,0 m, kar lahko ogrozi evakuacijo; na *sliki 85* vidimo klasični sistem ODT v garaži, na *sliki 86* pa sistem ODT z IVS.

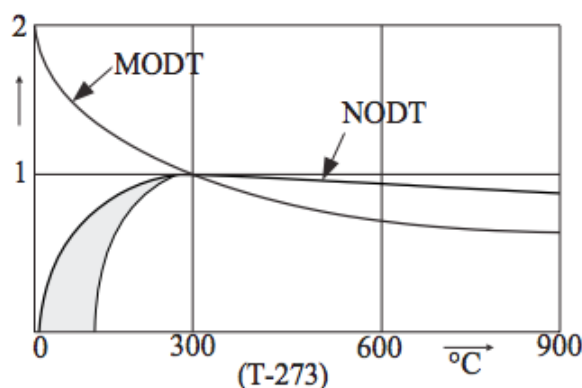


**Slika 85:** Princip klasičnega sistema odvoda dima in toplote iz garaž – sistem MODT

**Slika 86:** Princip sistema odvoda dima in toplote iz garaž s sistemi IVS

### 5.5.1.2 Prednosti in pomanjkljivosti NODT in MODT

Kakor smo že povedali, je glavna razlika med NODT in MODT v fizikalnem delovanju odstranjevanja dima iz prostora. Iz *slike 87* vidimo, da je za NODT masni pretok največji pri temperaturi dimnih plinov 300 °C, pri njenem povišanju pa se zelo malo zmanjša. Pri temperaturi pod 200 °C je učinkovitost zelo slaba. To pa pomeni, da je odvod dima z naravnim vzgonom učinkovit predvsem za višje temperature nad 200 °C oz. 300 °C. Zelo učinkovit je tudi za preprečevanje požarnega preskoka in faze razvitega požara. Za temperature pod 200 °C in za hladen dim pa je neučinkovit.



**Slika 87:** Učinkovitost delovanja NODT in MODT v odvisnosti od temperature dimnih plinov

Za MODT velja ravno nasprotno: najbolj učinkovit je pri sobni in nekoliko povišani temperaturi (hladen dim), učinkovitost pa z rastočo temperaturo pada. Pri okoli 300 °C pade skoraj za polovico, od 300–900 °C pa še za nadaljnjo polovico. To pomeni, da je MODT primeren predvsem za odvod hladnejšega dima in dima s temperaturo do največ 300 °C. Predvsem je primeren za odvod hladnega dima, ki je izredno nevaren za ljudi v fazi evakuacije. Če želimo s prisilno ventilacijo tudi pri visokih temperaturah (>300 °C) zagotoviti enake masne pretoke kakor z odvodom z naravnim prezračevanjem, potrebujemo ventilatorje visoke zmogljivosti. Cena ventilatorja in poraba električne energije pa z rastočo kapaciteto ventilatorja raste. Ali bomo v stavbi preprečili prehod požara v polno razviti požar, pa ni odvisno samo od odvoda dima in toplote, ampak tudi oz. pogosto predvsem od požarnih lastnosti vnetljivih in gorljivih materialov (količina, vrsta in razporeditev), konstrukcije stavbe ter izvedenih sistemov za AJP in gašenje požara.

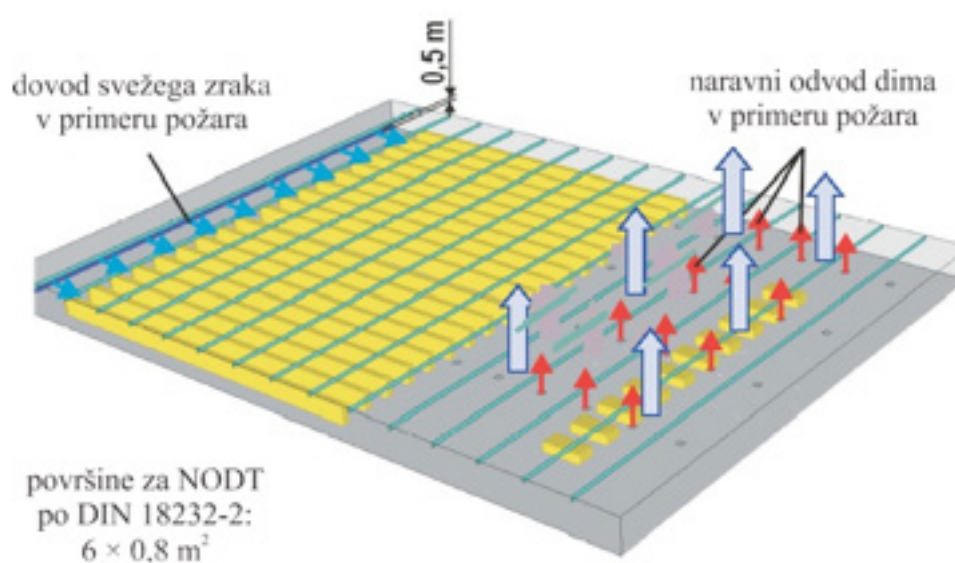
V večini razvitih držav EU, ZDA in Avstralije se odvod dima z ventilatorji projektira predvsem za uporabo pri nižjih temperaturah (do 300 °C) oziroma za pogoje, ko je z drugimi požarno varnostnimi ukrepi, kakršni so požarno javljanje in alarmiranje ter avtomatsko gašenje, preprečeno, da bi se požar razvil in razširil. Odvod dima v teh primerih zagotavlja predvsem varno evakuacijo in omogoča hitro in učinkovito posredovanje gasilcev v prostoru, kjer je nastal požar.

Glavne prednosti in pomanjkljivosti lahko prikažemo v naslednji preglednici:

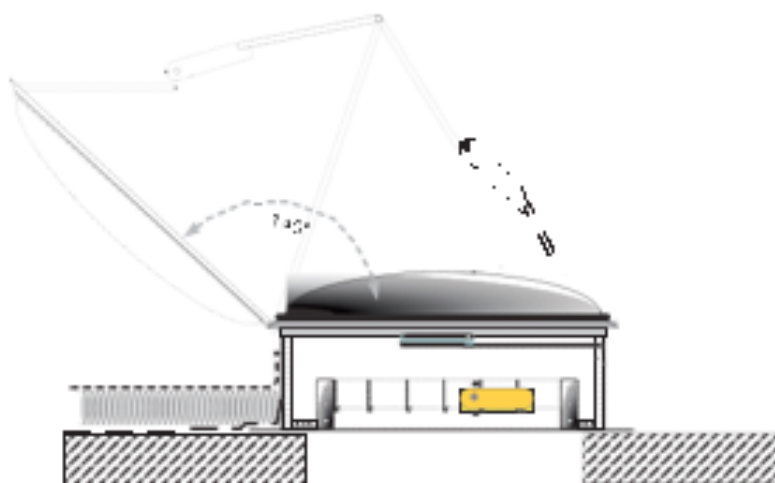
Način ODT	Prednosti	Pomanjkljivosti
<b>Odvod z vzgonom (strešne lopute) (NODT)</b>	1) nizka teža 2) samodejna regulacija 3) enostavna usposobitev za ponovno uporabo 4) deluje pri visokih temperaturah 5) odprtine zunaj dimne cone lahko zagotavljajo dovod zraka	1) velik vpliv vetra 2) potrebne velike površine za odvod 3) večje število velikih odprtin na strehi 4) ni učinkovit za hladen dim 5) deformacija konstrukcijskih materialov 6) minimalna temperatura za delovanje
<b>Odvod z ventilatorji (MODT)</b>	1) zagotovljena hitrost odvoda dima 2) manjše število manjših odprtin na strehi 3) učinkovit za hladen dim 4) potrebne manjše površine za odvod 5) uporaba pri večnadstropnih stavbah (vertikalni jaški, dimni sektorji) 6) ventilatorji so lahko nameščeni zunaj cone nevarnosti	1) teža ventilatorja lahko predstavlja težave 2) električno napajanje in napeljave v požarno varni izvedbi 3) usposobitev za ponovno uporabo ni zmeraj mogoča 4) visoka cena, če se odvod dima dimenzionira za visoke temperature (>400 °C)

### 5.5.1.3 Primer računalniške simulacije NODT

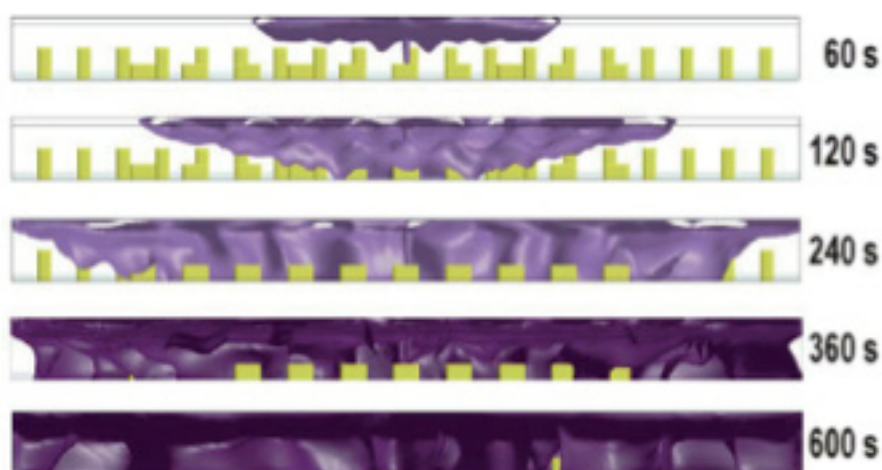
Na slikah 88 do 93 je prikazan potek požara za nakupovalni center s prodajo blaga široke potrošnje, dobljen z računalniško simulacijo. Površine za NODT so izračunane po DIN 18232-2, predvidenih je 6 strešnih odprtin z aerodinamično površino  $0,8 \text{ m}^2$ . Iz rezultatov računalniške simulacije vidimo, da sistem NODT ne izpolni svoje funkcije, čeprav je bil pravilno načrtovan. Količin dima je enostavno preveč, saj so moderni izdelki v tovrstnih prodajalnah skoraj brez izjeme pakirani v takšne in drugačne umetne materiale, kar izjemno poviša količino dima (samo pri gorenju  $1 \text{ kg}$  nastane v nekaj minutah tudi  $1000 \text{ m}^3$  ali več dima, kar je neobvladljivo za naravni odvod s pomočjo vzgona. Ker gre za prostore z veliko prostornino in ovirami (regali), se dim hitro ohladi, saj je možen prenos toplote iz dima na ostale materiale. Posledica je »hladen dim«, ki se spusti proti tlu.



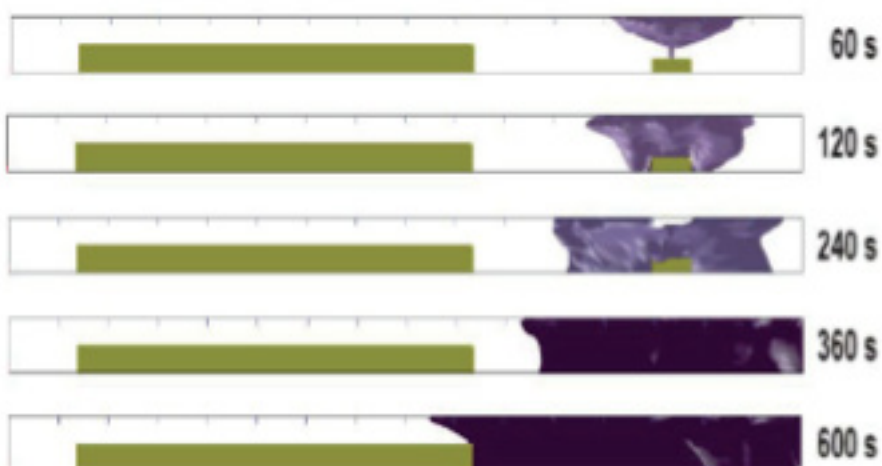
**Slika 88:** Postavitev sistema NODT: rdeče puščice so odvod dima, modre dovod svežega zraka



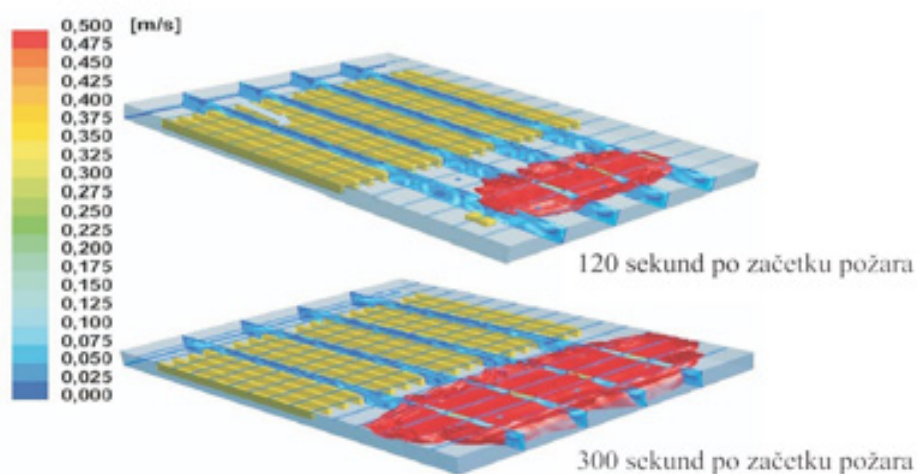
**Slika 89:** Naprave za NODT



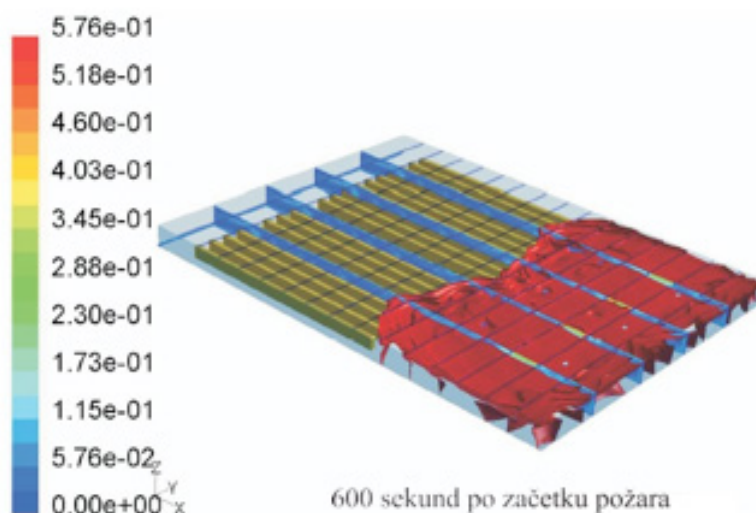
**Slika 90:** Prečni prerez s *slike 89* kaže na razvoj dima in delovanje sistema NODT



**Slika 91:** Vzdolžni prerez s *slike 89* kaže na razvoj dima in delovanje sistema NODT



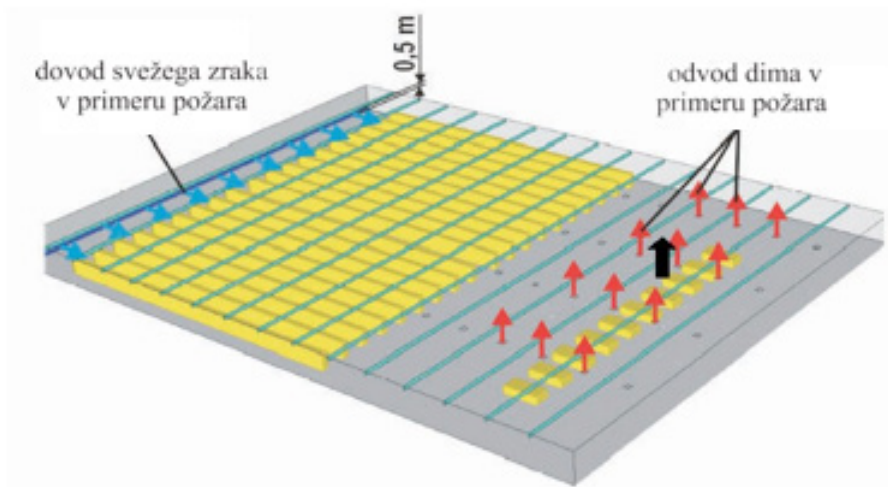
**Slika 92:** Prikaz zadimljenja z računalniško simulacijo in hitrostni profil, v času 120 s in 300 s



**Slika 93:** Dim se po 600 s (10 min) širi po vsem prostoru

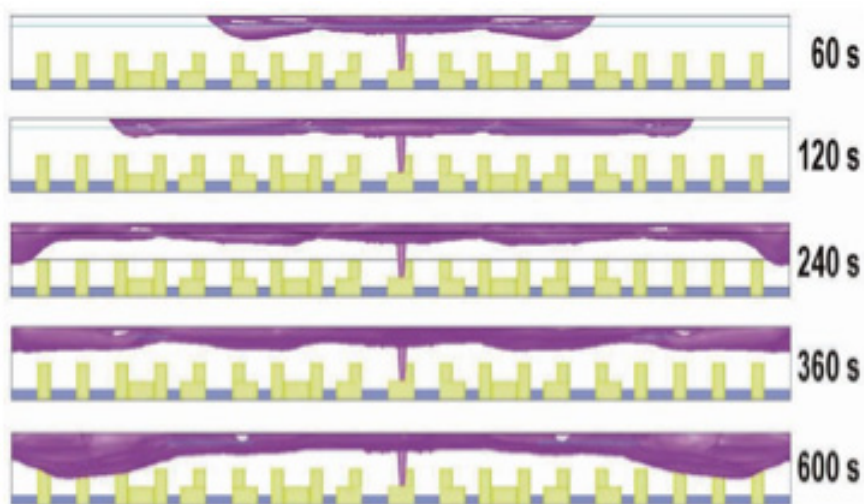
#### 5.5.1.4 Primer računalniške simulacije MODT

Na slikah 94 do 97 je prikazan potek požara za isti nakupovalni center, kakršen je v poglavju **V.5.5.1.3**, prav tako dobljen z računalniško simulacijo.

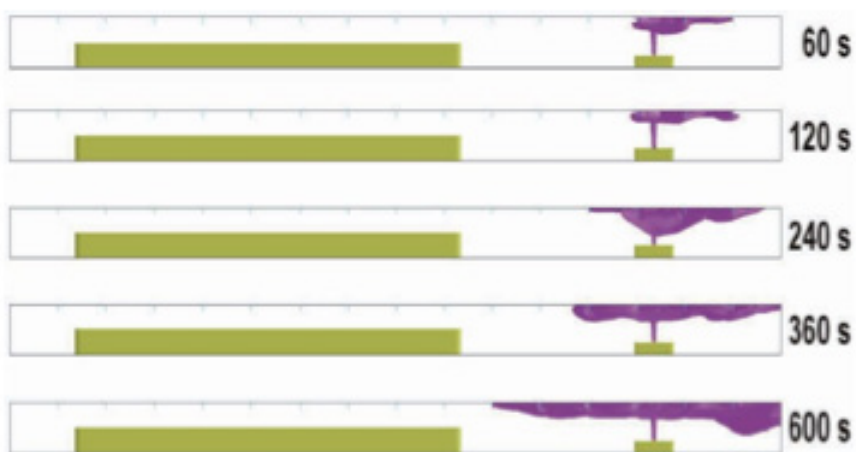


**Slika 94:** Postavitev sistema MODT: rdeče puščice so odvod dima, modre dovod svežega zraka

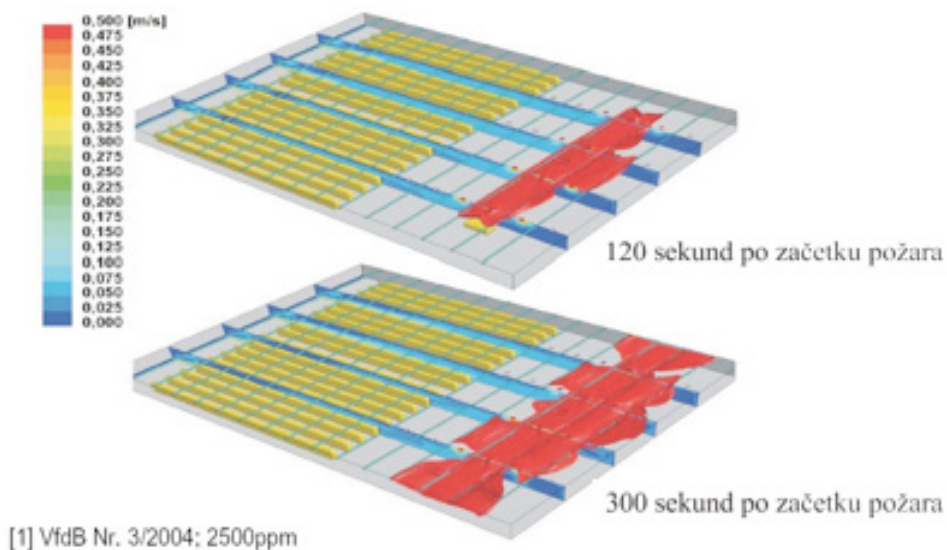




**Slika 95:** Prečni prerez s slike 94 kaže na razvoj dima in delovanje sistema MODT



**Slika 96:** Vzdolžni prerez s slike 94 kaže na razvoj dima in delovanje sistema MODT



**Slika 97:** Prikaz zadimljenja z računalniško simulacijo in hitrostni profil

### 5.5.1.5 Nadtlak

Ti sistemi se običajno uporabljajo za preprečevanje vdora dima na zaščitene evakuacijske poti in v jaške za gasilce. Sistem napolni zaščiteno prostor z dodatnim zrakom in tako ustvari nadtlak (običajno ne manj kakor 50 Pa). To povzroči razliko v tlakih med zaprtimi področji evakuacijskih poti in drugimi področji in s tem preprečuje, da bi dim vdrl na evakuacijske poti.

Ta sistem je mehanski sistem, ki dovaja zrak v zaščiteno prostor, običajno s cevovodnim razdelilnim sistemom z odprtinami v ta prostor. En ali več ventilatorjev prisilno dovajajo zrak. Pri dimenzioniranju je treba upoštevati netesnosti in možnost, da ostanejo posamezna vrata odprta.

### 5.5.1.6 Redčenje s prezračevanjem

Po tej metodi se v posamezne dele zaščitene stavbe dovaja svež zrak, ki razredči dim do sprejemljive stopnje.

Sistem za odvod dima in toplote lahko aktivirajo javljalniki, le tak sistem je torej avtomatski sistem. V nekaterih primerih je aktiviranje posamezne lopute za odvod dima urejeno s pomočjo ampul oz. taljivih členov, kjer je aktiviranje podobno kakor pri sprinklerskem sistemu.

Poleg odvajanja dima in toplote na prosto lahko kontrolo dima v stavbah dosežemo tudi z omejevanjem dima s formiranjem pregrad in tlačnih razlik.

Na *sliki 98* je prikazan primer IVS ventilatorja za MODT v garažah, na *slikah 99* in *100* pa praktični prikaz izvedbe MODT z IVS sistemi.



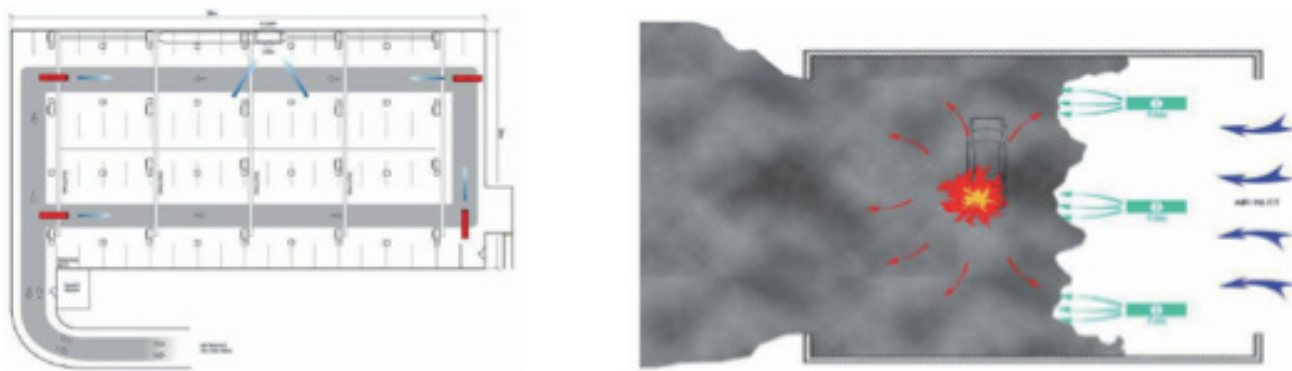
#### tehnični podatki:

sila: 50 N  
moč motorja: 1,3 kW  
temp. klas.: 300°C / 120 min  
domet: cca 20 – 30 m

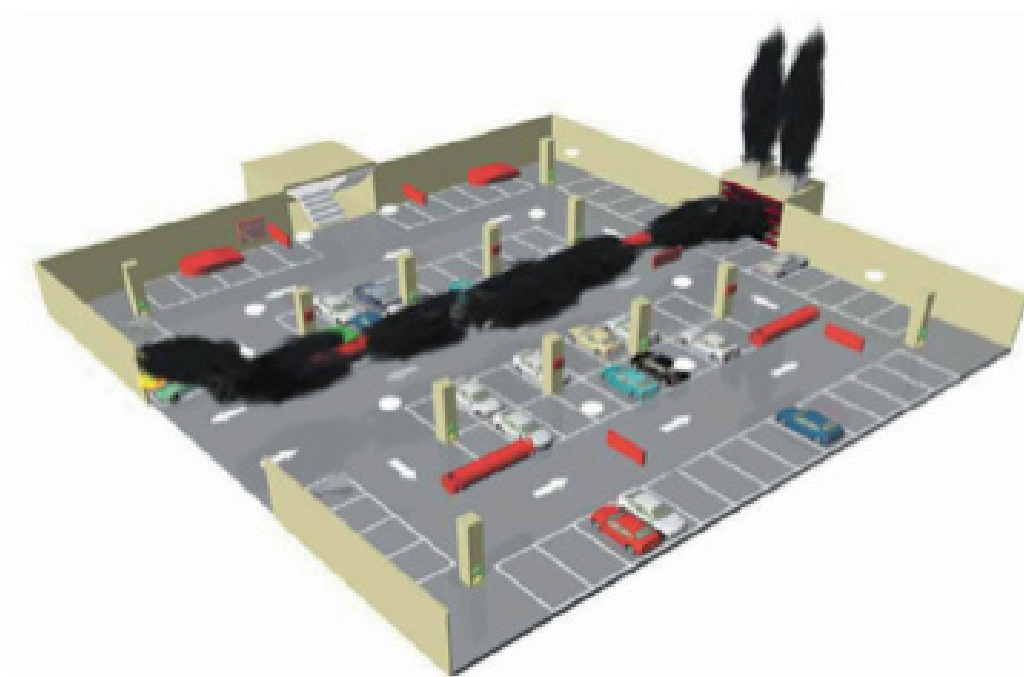
preskušen po: EN 12101 - 3

pretok: 7200 m<sup>3</sup>/h  
izstopna hitrost: 24,1 m/s  
teža: 80 kg

**Slika 98:** Primer MODT v garažah z IVS sistemi



**Slika 99:** Dva praktična primera rešitve MODT z IVS sistemi



**Slika 100:** Praktični primer rešitve MODT z IVS sistemi

### 5.5.1.7 Pregrade in conski nadzor

V primeru pregrad gre za formiranje dimnih odsekov ali sektorjev, s pomočjo katerih naj bi preprečili vdor dima v druge dele stavbe. Pregrade rade vključujejo strope, tla in zapore za komunikacijske in instalacijske odprtine. Vključena so tudi dimna vrata, ki imajo pomembno vlogo pri nadzoru dima v stavbah. Nivo dimne tesnitve v pregradah mora ustrezati namenu nadzora. Volumni, kakršni so odprti pisarniški prostori in industrijski objekti, ne zahtevajo pretiranega tesnjenja. Po drugi strani pa morajo biti majhni volumni kar dobro tesnjeni, ker jih je v splošnem mogoče hitro zadimiti. Vrata in dimne pregrade so med požarom lahko izpostavljene visokim temperaturam. Te lahko povzročijo deformacijo pregrad ali vrat, kar lahko izniči delovanje celotnega sistema nadzora dima v stavbi. Take pregrade morajo biti zato iz ustreznih materialov in ustrezne izdelave, da bodo vzdržale predvidene toplotne učinke.

Conski nadzor zahteva delitev stavbe z dimnimi pregradami v dimne sektorje. Pri požaru v enem od požarnih sektorjev preklopimo posebno prilagojen mehanski prezračevalni sistem v »režim kontrole dima«, tako da ta ustvari podtlak v sektorju s požarom in nadtlak v sosednjih sektorjih. Rezultat je tlačni gradient v smeri prostora požara in s tem gibanje zraka proti temu prostoru. S tem se prepreči širjenje dima iz prostora požara v sosednje dele stavbe. Da ustvarimo primeren podtlak v prostoru požara, moramo zagotoviti dvoje:

1. ustaviti moramo dovod svežega zraka in nadaljevati z odvodom zraka iz prostora požara;
2. v sosednjih dimnih sektorjih je postopek obraten: ustavimo odvod zraka in nadaljujemo z dovodom svežega zraka.

Celoten prezračevalni sistem mora seveda takoj izključiti recirkulacijo. Ta pristop je smiseln in stroškovno učinkovit, ker omogoča dobre rezultate z uporabo rahlo spremenjenega sicer, pa normalnega prezračevalnega sistema. Velja opozoriti, da zahteva ta pristop popolno evakuacijo dimnega sektorja.

### 5.5.2 Sprinklerski sistemi

Eden najstarejših avtomatskih sistemov za gašenje je t.i. sprinklerski sistem za gašenje z vodo. Začetki uporabe segajo v leto 1878. Ob nenehnem razvoju predstavlja danes sprinklerski sistem predvsem zanesljivo napravo za gašenje ali nadzor nad razvojem požara v objektu.

Na splošno je mogoče sprinklerski sistem opisati kot razvod cevi, povezan z vodnim virom na eni strani in šobami na drugi strani. Šobe so lahko zaprte ali odprte, prav tako pa so lahko sprinklerske glave viseče, stoječe in stenske. Zaprte šobe zapira čep, ki ga v ustju šobe zadržujeta steklena ampula ali taljivi člen (*slika 101.*). Primer delovanja (odpiranja) sprinklerske šobe je prikazan na *sliki 102.*



**Slika 101:** Shema sprinklerske šobe



**Slika 102:** Sprinklerji in prikaz proženja

Odprta šoba je po zasnovi enaka zaprti šobi, le da nima čepa in steklene ampule oz. taljivega člana. Med osnovne komponente sprinklerskega sistema poleg sprinklerskih šob prištevamo (slika 103):

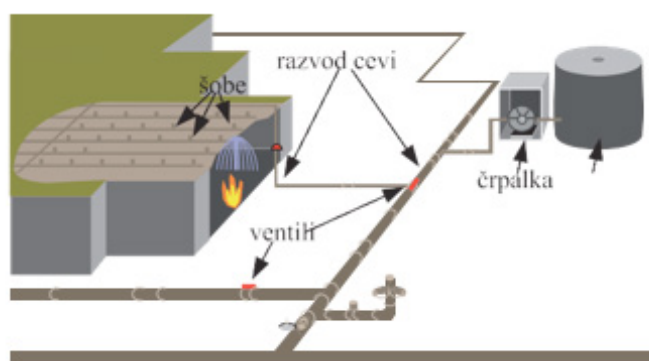
- razvod cevi s sprinklerskimi šobami,
- sprinklersko črpalko,
- rezervoar za vodo ter
- ventile in ostale armature.

Ločimo štiri izvedbe sprinklerskih sistemov: mokra izvedba, suha izvedba, izvedba s predaktiviranjem in poplavna izvedba. Najpogostejši in osnovni sprinklerski sistem je t. i. mokri sprinklerski sistem.

Pri **mokrem sprinklerskem sistemu** je cevna mreža v stanju pripravljenosti napolnjena z vodo pod tlakom. Ko se razpoči ampula ali raztali spoj na taljivem členu, prične iz sprinklerskih šob teči voda. Zaradi lastnosti vode, ki zmrzne pri temperaturah pod lediščem, mokra izvedba sprinklerja ni primerna za prostore, ki so pozimi odprti, denimo hladilnice ipd.

Druga najpogostejša izvedba sprinklerja je t. i. **suhi sprinklerski sistem**. Pri tej izvedbi sprinklerja je v cevni mreži komprimiran zrak ali dušik. Ko se razpoči ampula ali raztali spoj na taljivem členu, iz sprinklerskih šob najprej uhaja zrak in šele kasneje tudi voda. Suha izvedba sprinklerja je primerna za prostore, kjer ni mogoče uporabiti mokre izvedbe.

Posebna izvedba sprinklerskega sistema je t. i. predaktivirani sistem. To je sistem, kjer je v cevni mreži zrak, aktiviranje sistema pa poteka elektronsko preko javljalnikov. Prednost predaktiviranega sistema je v tem, da ne more priti do neželenega aktiviranja sprinklerskega sistema in tako iztekanja vode iz sprinklerskih šob. Razlog za to je v načinu aktiviranja sistema, kjer morata požar zaznati tako javljalnik kakor taljivi člen ali steklena ampula na sprinklerski šobi.



**Slika 103:** Shematski prikaz sprinklerske instalacije

### 5.5.3 Stabilne gasilne naprave

Med vgrajene sisteme za gašenje z vodo lahko prištevamo tudi nekatere druge gasilne sisteme. Ti delujejo podobno, kakor sprinklerski sistem (deluge sistem), enaki pa so tudi glavni sestavni deli.

## SISTEM S PRŠEČO VODO

Pri tem sistemu je razvod cevi in šob podoben klasičnemu sprinklerskemu sistemu. Šobe so odprte, cevna mreža pa je suha. Sistem gašenja se lahko aktivira ročno preko zasuna ali pa avtomatsko s pomočjo vgrajenih javljalnikov. Najpomembnejša lastnost sistema s pršečo vodo je, da ob aktiviranju sistema voda izteka iz vseh šob. Ta sistem je primeren za gašenje površin, kjer pričakujemo hiter razvoj požara.

## VODNA ZAVESA

Poseben primer vgrajene naprave za gašenje z vodo je vodna zavesa. Tvori jo več šob, ki so nameščene po obodu odprtine na mejah požarnega sektorja. Pogost primer uporabe vodne zavesa je zaščita prehodov požarnih sektorjev, ko dva sektorja povezujejo odprte stopnice (npr. v nakupovalnih središčih). Aktivacija t. i. obroča šob vodne zavesa zmanjša oz. ustavi prehod zgorevalnih produktov med sektorji. Sistem delovanja požarne zavesa je enak kakor pri delovanju sistema s pršečo vodo.

## VGRAJENE NAPRAVE ZA GAŠENJE Z VODNO MEGLO

Sistemi z vodno meglo so vgrajene naprave za gašenje, kjer je gasilni medij voda. Na trgu so različni tipi sistemov z meglo. Razlike v sistemih temeljijo na več dejavnikih, glavna pa sta velikost vodnih kapljic in tlak, pod katerim kapljice prihajajo iz šob. Tlake delovanja sistemov z vodno meglo razvrščamo v naslednje kategorije:

- nizek tlak (12 barov ali manj),
- srednji tlak (12 do 34,5 barov) in
- visok tlak (večji od 34,5 bara).

Zaradi velike površinske napetosti vode je nastajanje fine megle odvisno od tlaka delovanja in oblike šob. Zato pri sistemih s srednjim in visokim tlakom in dvofaznih sistemih z meglo nastaja finjša megla kakor pri sistemih z nizkim tlakom.

Glede na tveganje lahko izberemo sistem lokalne uporabe, popolnega poplavljenja (*total flooding*) ali delnega poplavljenja (*zone flooding*). Sistemi za popolno poplavljenje kot nadomestilo za plinske sisteme so ponavadi tisti, ki proizvajajo fino meglo z uporabo odprtih posameznih šob ali šob v skupinah, medtem ko se pri splošni lažji ali navadni nevarnosti uporabljajo nizkotlačni sistemi z delnim poplavljenjem ali sistemi za lokalno uporabo. Ti sistemi so najbolj učinkoviti, če se uporabljajo v prostoru z minimalnimi odprtinami.

Vgrajene naprave za gašenje z vodo se izvaja po načrtu, ki ga izdelata projektant strojnih instalacij na osnovi predpostavk, ki jih v študiji požarne varnosti predpostavi projektant požarne varnosti.

Za vsak nov sprinklerski sistem mora lastnik glede na Pravilnik o pregledovanju in preizkušanju vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite pridobiti potrdilo o brežhibnem delovanju, ki ga izda pooblaščen preglednik po uspešno opravljenem pregledu in preizkusu vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite. Potrdilo o brežhibnem delovanju za vgrajene naprave za gašenje z vodo velja 2 leti.

Lastnik ali uporabnik objekta mora v požarnem redu določiti periodične preglede vgrajenih naprav za gašenje z vodo. To so lahko enostavni dnevni, tedenski, mesečni, polletni ali letni pregledi.

## VGRAJENI SISTEMI ZA GAŠENJE S PENO

Vgrajeni sistemi za gašenje s peno so v osnovi podobni komponentam sistema za gašenje z vodo. Razlika je predvsem v tem, da ima sistem za gašenje s peno dodano penilo in medmešalni ventil, ki skrbi za mešanje vode in penila in tako preko šob nastaja zračna pena (*slika 104*). Zračna pena se glede na stopnjo penjenja deli na težko (4-20), srednjo (21-200) in lahko (201-1000) peno. Stopnja penjenja je število, ki ga dobimo iz razmerja med prostornino nastale pene in prostornino penilne raztopine, iz katere je nastala pena.

Pri sistemih za gašenje s peno so v ščitene objekte speljani cevovodi, ki imajo na konceh posebne šobe za peno. Napajanje sistema je podobno kakor pri sprinklerskem sistemu, iz bazena ali tlačnega rezervoarja.

Vgrajeni sistemi za gašenje s peno se ločijo glede na vrsto pene, s katero gasijo, saj za različne vrste goriv uporabljamo različne vrste pene. Ločimo sisteme s težko, srednjo in lahko peno.

**Sistemi s težko peno** se vgrajujejo tam, kjer je pričakovati požare rezervoarjev gorljivih tekočin in lovilnih bazenov okoli rezervoarjev. Po ceveh se v trenutku aktiviranja sistema pretaka mešanica vode in penila. Speljana je v posebne komore za penjenje, ki se nahajajo pri rezervoarjih. Iz sistema tako izhaja pena, ki glede na vrsto pene bolj ali manj uspešno prekriva gorečo površino. Ena od lastnosti sistemov s težko peno je tudi v tem, da ima pena zaradi velike količine vode v mešanici domet.

**Sistemi s srednjo peno** se uporabljajo predvsem za gašenje požarov vnetljivih tekočin v skladiščih vnetljivih tekočin. Pena, ki izhaja iz šob na stropu ali steni, prekrije horizontalne dele prostora in tako gasi požar.

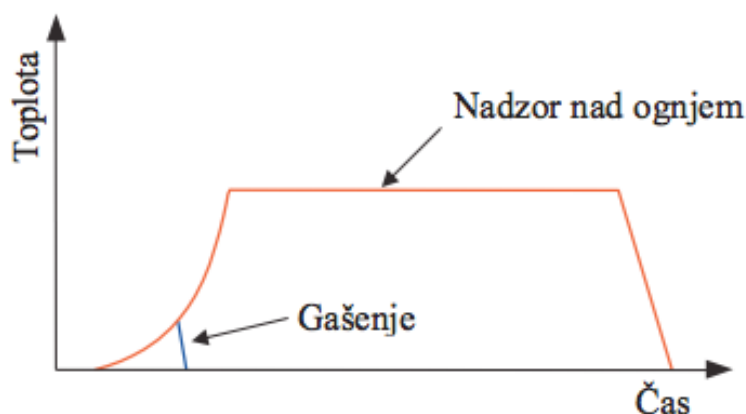


**Slika 104:** Sistem za gašenje s peno

**Sistemi z lahko peno** se uporabljajo in vgrajujejo v prostorih, kjer mora zaradi vrst gorljive snovi in pričakovanega požara pena zapolniti prostor v celoti. Za gašenje z lahko peno se uporablja generator lahke pene. To je naprava za pridobivanje lahke zračne pene. Glavni del generatorja lahke pene je ventilator, ki ima po obodu šobe za dovajanje penila. Do ventilatorja pod tlakom dovajamo vodo, ki se na območju ventilatorja meša s penilom. Taka mešanica napreduje do mrežice, kjer nastaja lahka pena, ki zapolni prostor. Prostor, kjer je vgrajen sistem za lahko peno mora, biti opremljen s t. i. razbremenilnimi odprtini, ki omogočajo odvajanje zraka, ki ga izpodriva lahka pena.

## SISTEMI ZA GAŠENJE S PLINASTIMI GASILI

Vgrajene naprave za gašenje požarov imajo lahko pri zagotavljanju varstva pred požarom v podjetju dve nalogi. Prva je gašenje požarov, druga pa se nanaša na nadzor nad požarom. Sistemi za gašenje s plinskimi gasili sodijo v skupino naprav, katerih naloga je gašenje požarov. Vgrajena naprava za gašenje z vodo – sprinkler lahko požar le nadzira in tako vpliva na zmanjšanje toplote v okolico in posledično na požarno krivuljo (*slika 105*).



**Slika 105:** Vpliv na požarno krivuljo s sistemi za gašenje

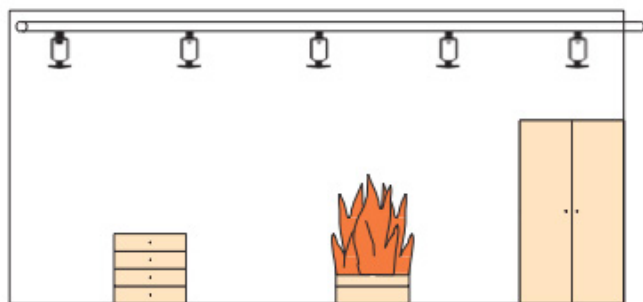


Sisteme za gašenje s plinastimi gasili uporabljamo, kadar z drugimi gasili požara ne moremo pogasiti in najpogosteje tudi takrat, ko bi druga gasila lahko povzročila škodo ali kako drugače negativno vplivala na posledice požara. Ločimo več sistemov za gašenje s plinskimi gasili. Tako poznamo:

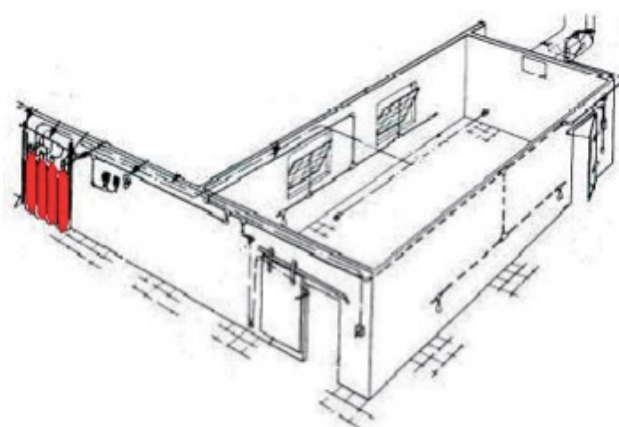
- **sisteme s halogeniranimi ogljikovodiki oz. njihovimi nadomestki**, pri katerih se za pogasitev požara uporablja princip kemijske inhibicije oz. kemijsko zaviranje plamenov. Najstarejši predstavniki halogeniziranih ogljikovodikov so haloni, ki pa so dandanašnji zaradi škodljivega vpliva na okolje prepovedani. Od prenehanja uporabe halonov se je pojavilo več novih gasil. Zahteve pri uvedbi novih gasil so predvsem:
  - o čisto gasilo,
  - o nizka raven toksičnosti,
  - o učinkovitost,
  - o nizka ali nična razgradnja ozonske plasti in majhen potencial za ogrevanje ozračja,
  - o cena,
  - o obstojnost in
  - o združljivost z drugimi materiali.
- **sisteme z inertnimi plini**, ki dušijo požar, dokler ga ne pogasijo. V začetku izpraznitve imajo tudi nekaj hladilnega učinka. Na voljo je več gasil, ki običajno temeljijo na ogljikovem dioksidu, argonu in dušiku.

Sisteme za gašenje s plinastimi gasili aktivirajo javljalniki, ki morajo biti prilagojeni vrsti pričakovane požara.

Za vgrajene sisteme za gašenje s plinastimi gasili velja, da je treba gasilo določen čas zadrževati v prostoru, ki ima lahko samo minimalne odprtine oziroma netesnosti. Prostor je v celoti zapolnjen z gasilom. To je t. i. način gašenja s popolnim prekrivanjem oz. zapolnitvijo (*sliki 106 in 107*).



**Slika 106:** Shema sistema s popolnim prekrivanjem



**Slika 107:** Prikaz sistema s popolnim prekrivanjem v prostoru

V nekaterih primerih se plinasto gasilo dovaja na mesto požara lokalno, kar ponavadi imenujemo sistem za lokalno uporabo. Za lokalno gašenje s plinastimi gasili so primerna samo nekatera plinasta gasila (npr. haloni in njihovi nadomestki).

#### 5.5.4 Varnostno napajanje

Vse v objektu vgrajene električne naprave in napeljave, ki so v funkciji požarne zaščite, morajo biti izvedene tako, da delujejo tudi ob požaru. Zagotovljeno mora biti tudi rezervno napajanje, ki zagotavlja delovanje sistemov tudi v primeru izpada javnega elektrooomrežja. Glavni namen naprav za nemoteno napajanje je zaščita električnih porabnikov pred električnimi motnjami, ki lahko ogrozijo pravilno delovanje naprav.

Tradicionalno lahko varnostno napajanje lahko poteka s pomočjo agregatov, kot vir energije pa lahko ob izpadu javnega elektrooomrežja rabijo UPS ali inverterji.

Pri opredelitvi virov za varnostno napajanje je treba poleg vira samega opredeliti tudi nujne porabnike, ki bodo priključeni na varnostno napajanje. Med nujne porabnike, ki se predvidevajo za priklop na varnostno napajanje, štejemo: krmiljenje sistemov požarnega javljanja in alarmiranja, krmiljenje in pogon sistemov v sklopu naprav za gašenje, krmiljenje vrat na evakuacijskih poteh, dvigalo za gasilce, sistem prezračevanja in odvoda dima in toplote ipd.

Pri opredelitvi vira varnostnega napajanja je treba opredeliti moč vira in čas delovanja varnostnega napajanja.

#### 5.5.5 Varnostna razsvetljava

Sistem varnostne razsvetljave lahko povežemo z evakuacijo iz objekta ob požaru. Namen sistema varnostne razsvetljave je ob izpadu napajanja splošne razsvetljave zagotoviti minimalno osvetljenost.

Razsvetljava v stavbi lahko razdelimo na:

- osnovno, ki normalno sveti (v nočnem času ali ves dan) in
- zasilno, ki sveti takrat, ko osnovna razsvetljava zaradi prekinitve napajanja ugasne. Pojem zasilne razsvetljave predstavlja varnostno in nadomestno razsvetljava. Medtem ko je varnostna razsvetljava podrobneje opredeljena v nadaljevanju, velja, da nadomestna razsvetljava v objektu ali delu objekta omogoča normalno nadaljevanje dejavnosti.

S sistemom varnostne razsvetljave moramo v primeru izpada razsvetljave zagotoviti ustrezno varnostno razsvetljava, ki omogoča:

- da lahko varno končamo delo in
- da lahko hitro in varno zapustimo stavbo.

Varnostna razsvetljava je lahko izvedena s:

- **svetilkami s posameznim akumulatorskim napajanjem**, ki imajo vgrajeno indikacijo polnjenja. Te svetilke se vklopijo ob izpadu napetosti (npr. zaradi požara v objektu) in delujejo na lastni akumulator. Na trgu so na voljo tudi svetilke, pri katerih je v običajno svetilko za splošno razsvetljavo vgrajen modul z akumulatorjem za delovanje ob izpadu napetosti.
- **s svetilkami s centralnim akumulatorskim napajanjem**. Vir oskrbe z energijo mora biti neodvisen in v prostoru, ki je določen čas odporen proti požaru.

Pri nas je varnostna razsvetljava urejena s standardom SIST EN 1838:1999, ki podaja zahteve za razsvetljavo prostorov, kadar osnovna razsvetljava ne deluje.

Varnostna razsvetljava mora na splošno izpolnjevati naslednje pogoje (podrobni pogoji so odvisni od predpisanih zahtev in zahtev, podanih v študiji požarne varnosti)

- ob izpadu omrežne napetosti mora zasvetiti v času, ki je krajši od 5 sekund,
- zahtevana osvetljenost pri tleh je minimalno 1 lux v smeri osi evakuacijskih poti in
- čas delovanja svetilk varnostne razsvetljave ob izpadu omrežne napetosti mora biti najmanj 1 uro.

### 5.5.6 Tehnološke napeljave

Na nastanek in razvoj požara vplivajo tudi tehnološke napeljave. Te se uporabljajo za pretok raznih medijev (tekočin, plinov) po cevovodih; ti so lahko plastični, kovinski ali iz drugih materialov. Ker se po tehnoloških napeljavah lahko pretakajo vnetljive tekočine in plini, predstavljajo poškodbe teh napeljav v primeru požara večjo požarno obremenitev.

V fazi načrtovanja požarnovarnostnih ukrepov po objektu je treba definirati vrsto, lokacijo in zahteve za posamezne instalacije po objektu, denimo

- način oz. vrsta energije, ki bo v objektu,
- predvidene instalacije, kakršne so:
  - o instalacija ogrevne in hladne vode za ogrevanje in hlajenje objekta,
  - o instalacija prezračevalnih in klimatizacijskih naprav in kanalskih razvodov,
  - o instalacija utekočinjenega naftnega plina (UNP) za plinske potrošnike,
  - o instalacija sanitarne hladne in tople vode v sanitarnih vozlih,
  - o instalacija notranjega hidrantnega omrežja in
  - o predvidene jakotočne in šibkotočne električne instalacije.
- eksplozijsko nevarna območja po Ex predpisih.

Poudariti je treba, da morajo prehodi instalacij po objektu izpolnjevati enake zahteve glede požarne odpornosti kakor stena, skozi katero instalacija prehaja. Instalacije (strojne in elektro instalacije) lahko požarno ločujemo tudi v instalacijskih jaških, kjer je treba ob opredelitvi požarnovarnostnih zahtev opredeliti tudi zahteve za požarno odpornost instalacijskih jaškov.

### 5.5.7 Znaki za varstvo pred požarom

Zahteve za načrtovanje znakov za varstvo pred požari morajo biti upoštevane v **načrtih elektroinstalacij in arhitekture** (oprema):

- **Oblika:** vsi znaki za označitev smeri evakuacijskih poti in izhodov iz prostorov, v stopnišča, v prehode in iz objekta na prosto morajo biti pravokotne oblike, pri čemer je vodoravna stranica ( $l$ ) daljša in je praviloma dvakrat večja od višine ( $h$ ),  $l=2h$
- **Barva:** barve morajo biti v skladu z zahtevami SIST ISO 3864, in sicer bel simbol na zeleni podlagi, pri čemer mora zeleno obarvani del zavzemati najmanj polovico celotne površine znaka. Varnostna barva je zelena.
- **Namestitev znakov:** nameščeni morajo biti na vseh glavnih in zasilnih izhodih ter na vseh mestih spremembe nivoja (stopnice, rampe,...). V primeru požara morajo znaki nedvoumno usmerjati ljudi do izhodov na varno. Nameščeni morajo biti na dobro vidnih mestih in sicer v pokončnem položaju na steni ali obešeni s stropa pravokotno na smer gibanja. Spodnji rob znaka naj bo 2,0 do 2,5 m od tal.
- **Mere znakov:** odvisne so od razdalje razpoznavnosti, pri kateri je znak še prepoznaven in viden in se izračuna po standardu SIST 1013.
- **Osvetlitev znakov** za označitev smeri evakuacijskih poti in izhodov v objektih z varnostno razsvetljavo se lahko zagotavlja kot:
  - o v znak vgrajeno svetilo – svetleči znaki (nalepke z varnostnimi znaki nalepljene neposredno na prosojne kape varnostnih svetilk); znak med obratovalnim časom stalno sveti
  - o zunanje svetilo, ki osvetljuje znak – osvetljeni znaki (osvetljuje jih dnevna svetloba ali splošna razsvetljava in varnostna razsvetljava); minimalna svetlost površine znaka je  $5 \text{ cd/m}^2$  oz. osvetljenost minimalno  $30 \text{ lx}$  (pri faktorju odbojnosti 0,5)
- **V primeru izpada omrežne napetosti** morajo znaki zasvetiti s 50 % zahtevane svetlosti v največ 5 sekundah, s polno zahtevano svetlostjo pa v največ 15 sekundah po izpadu omrežne napetosti.
- Znaki morajo biti v primeru izpada omrežne napetosti **osvetljeni najmanj eno uro** po izpadu omrežne napetosti.

Za sisteme varnostne razsvetljave si mora investitor ali uporabnik pridobiti od pooblaščenega podjetja **potrdilo o brežhibnem delovanju**, ki ga lahko izdajo samo pooblaščene družbe za izvajanje pregledov v smislu Zakona o varstvu pred požarom.

### 5.5.8 Splošno prezračevanje in klimatizacija

Pri projektiranju požarno varnega prezračevanja in klimatizacije objekta je treba upoštevati zahteve iz priporočenih smernic in veljavnih pravilnikov.

## **ZAHTEVE ZA MATERIALE IN POŽARNO ODPORNOST**

Prezračevalne naprave morajo biti zasnovane in izvedene tako, da onemogočajo širjenje dima in požara po objektu. Omogočati morajo varno evakuacijo.

Ventilatorji morajo biti iz negorljivih materialov, če so predvideni za delovanje v primeru požara, morajo imeti ustrezno požarno odpornost.

Prezračevalni kanali morajo biti iz negorljivih in trdnih materialov. Fleksibilni kanali so dovoljeni le kot priključki na posamezne naprave.

Med prezračevalnimi kanali in gorljivimi materiali je treba zagotoviti odmik najmanj 10 cm (odmik ni potreben pri vsaj 30 minut požarno odpornih kanalih).

Vertikalni kanali, ki potekajo skozi več nadstropij, morajo biti 90 minut odporni na požar oz. biti vgrajeni v jašku z 90-minutno požarno odpornostjo.

Horizontalni kanali, ki potekajo skozi druge požarne sektorje ali prostore, v katerih nimajo priključkov in so predvideni za delovanje v primeru požara, morajo imeti tolikšno požarno odpornost, kolikor je največja požarna odpornost sektorja, skozi katerega potekajo.

Izolacija kanalov mora biti iz negorljivih materialov.

Vsi instalacijski preboji (s kabelskimi preboji vred), ki prehajajo skozi gradbene elemente na mejah požarnih sektorjev, morajo biti po končani montaži zatesnjeni z ognjeodpornimi materiali, ki imajo vsaj takšno požarno odpornost, kakršna je požarna odpornost požarnega sektorja, skozi katerega mejo je izveden prehod instalacij.

Kanali za odvod vročega dima ( $T > 100\text{ °C}$ ) in toplote morajo imeti požarno odpornost enako kakor požarni sektor, iz katerega odvajajo dim in toploto, vendar ne nižjo od mej požarnih sektorjev, skozi katere potekajo.

### **ZAHTEVE ZA POŽARNE LOPUTE:**

Na prehodih prezračevalnih kanalov skozi meje požarnih sektorjev in požarnih celic, v katere lahko vstopa vroč dim ( $T > 100\text{ °C}$ ), je treba vgraditi požarne lopute s požarno odpornostjo, ki je lahko za eno stopnjo nižja od zahtevane požarne odpornosti za steno, vendar ne manj kakor EI30-S.

Zapiranje požarnih loput s termoelementom je dovoljeno v stavbah, kjer ni zagotovljeno krmiljenje z avtomatskim javljanjem požara (AJP).

V primeru požara se morajo samodejno zapreti (termična sprožila), tudi če izpade sistem požarnega krmilja ali če se zaradi požara izključi prezračevalni sistem. Če se sistem prezračevanja zaradi požara še ni izključil, mora zaprtje požarnih loput izključiti tudi prezračevalni sistem kot celoto.

Zaprta lega požarnih loput mora biti signalizirana na komandni plošči prezračevalnega sistema ali v požarni centrali.

Vgrajene požarne lopute morajo imeti ustrezen atest, ki ga priskrbi dobavitelj.

## PREZRAČEVANJE ZA EVAKUACIJSKE POTI

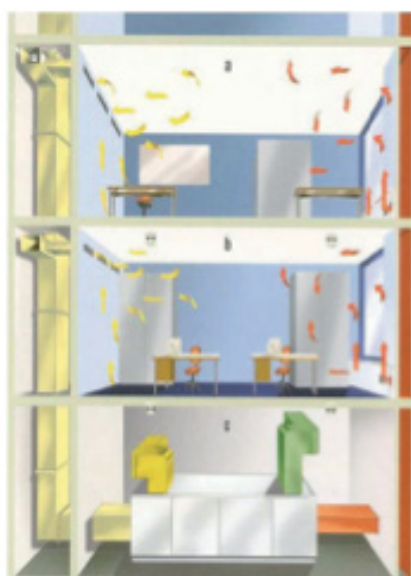
Iz zaščitениh delov evakuacijskih poti (koridorji, stopnišča – varnostna izvedba) se ne sme jemati zraka za prezračevanje drugih prostorov.

### POŽARNO KRMILJENJE PREZRAČEVALNIH SISTEMOV:

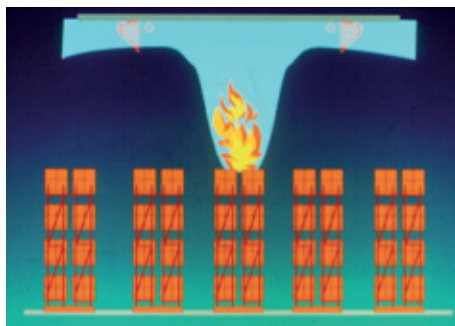
V obravnavanem objektu je treba v primeru požara ustaviti prezračevalne dovodne in odvodne naprave, ki niso predvidene za delovanje v primeru požara.

Avtomatsko ustavitev lahko zagotovijo sistem za javljanje požara, avtomatske gasilne naprave, aktiviranje požarnih loput, kar mora obdelati elektroprojektant.

Ročno ustavitev s posebnimi stikali zagotovijo uporabniki objekta, ki so usposobljeni za take primere, in gasilci. Stikalo za izklop vseh prezračevalnih naprav mora biti nameščeno na dobro dostopnem mestu (npr. v požarni centrali).



**Slika 108:** Sistem prezračevanja in klimatizacije, ki lahko deluje tudi kot MODT, če je ustrezno dimenzioniran



**Slika 109:** Sproščanje dima in toplote pri požaru v regalnem skladišču proži sprinklerje

## PREZRAČEVALNE NAPRAVE ZA EKSPLOZIJSKO OGROŽENE PROSTORE

V primeru izvedbe skupnih dovodnih prezračevalnih naprav je treba pred vstopom v eksplozijsko ogrožen prostor namestiti požarne dimotesne lopute, ki se morajo ob ustavitvah dovoda zraka avtomatsko zapreti.

Odvodni sistem prezračevanja eksplozijsko ogroženih prostorov mora biti ločen od prezračevanja ostalih prostorov. Za vse elemente odvodnega sistema prezračevanja se zahteva 90-minutna požarna odpornost.

Vse prezračevalne naprave in druge električne naprave v območju eksplozijske ogroženosti morajo biti izvedbe Ex. Kanali ne smejo povzročati elektrostaticnih naelektritev.

V elektrofiltre ne sme vstopati zrak, ki vsebuje primesi vnetljivih plinov, hlapov, aerosolov in prahu. Za vse naprave v Ex je treba pridobiti certifikat o skladnosti vgradnje z veljavnimi normativi.

Od 1. 1. 2010 velja nova tehnična smernica **Niskonapetostne električne instalacije TSG-N-002:2009**, ki jo je treba pri načrtovanju upoštevati, še posebej poglavje 10.3.

### **AVTOMATSKO JAVLJANJE POŽARA V PREZRAČEVALNIH SISTEMIH:**

Najprimernejša je vgradnja dimnih detektorjev, in sicer na dovodnih sistemih za filtri in dovodnih vejah z zmogljivostjo  $> 3400 \text{ m}^3/\text{h}$ .

V odvodnih sistemih prezračevanja je treba vgraditi dimne detektorje v vsaki etaži pred priključkom na odvodni zbirni prezračevalni kanal in pred priključkom recirkuliranega zraka ali pred priključkom svežega zraka na recirkulacijski sistem. Omenjeno velja za zmogljivost prezračevalne naprave  $> 25000 \text{ m}^3/\text{h}$  za več etaž.

Če je zagotovljen popoln nadzor z avtomatskimi javljalniki požara na celotnem območju, ni potrebna vgradnja dimnih detektorjev v sistemu prezračevanja za etaže, ki so nad zemljo. Za kletne etaže je vgradnja obvezna.

### 5.5.9 Ogrevalni sistemi

Podanih je nekaj zahtev glede na vir ogrevanja:

#### OGREVANJE Z ZEMELJSKIM PLINOM

Prostor kotlovnice je svoj požarni sektor in mora imeti požarno odpornost najmanj **30 minut** oz. v skladu s predpisi. Kotlovnica ne sme biti v prostoru brez zunanje stene.

Vrata kotlovnice se morajo odpirati navzven in imeti mehanizem na jekleno vzmet za avtomatsko zapiranje: **EI 30-C**.

Zagotoviti je treba ustrezno naravno ali prisilno prezračevanje kotlovnice – v skladu s DVGW, SVGW oz. TSG-1.

#### OGREVANJE Z UTEKOČINJENIM PLINOM PROPAN/BUTAN

Pri projektiranju je treba upoštevati Pravilnik o utekočinjenem naftnem plinu.

Prostor kotlovnice je svoj požarni sektor in mora imeti požarno odpornost **30 minut**. Kotlovnica ne sme biti v prostoru brez zunanje stene.

Vrata kotlovnice se morajo odpirati navzven in imeti mehanizem na jekleno vzmet za avtomatsko zapiranje: **EI 30-C**.

Zagotoviti je treba ustrezno naravno ali prisilno prezračevanje kotlovnice – v skladu s prej omenjenim Pravilnikom.

#### OGREVANJE Z EKSTRA LAHKIM KURILNIM OLJEM

Prostor kotlovnice je svoj požarni sektor in mora imeti požarno odpornost **30 minut**.

Vrata kotlovnice se morajo odpirati navzven in imeti mehanizem na jekleno vzmet za avtomatsko zapiranje: **EI 30-C**.

Zagotoviti je treba ustrezno naravno prezračevanje kotlovnice:

- površina dovodne rešetke  50 % preseka dimnika
- površina odvodne rešetke  25 % preseka dimnika

Prostor za rezervoar za kurilno olje je treba sprojektirati v skladu s TSG-1 oz. VKF. Prostor mora biti 60 minut odporen na požar in predstavlja svoj požarni sektor. Zagotoviti je treba naravno prezračevanje: dovod in odvod zraka, ki mora biti speljan direktno na prosto ali pa preko požarno odpornih kanalov na prosto. Prostor mora imeti direkten izhod na prosto.



### 5.5.10 Električne instalacije

#### SPLOŠNE POŽARNOVARNOSTNE ZAHTEVE

Treba je zagotoviti požarno ločitev za vse energetske in signalne električne kable, ki so potrebni za zagotavljanje varnosti.

Urediti je treba zanesljivo varnostno razsvetljavo in ustrezen vir napajanja.

Predvideti je treba ustrezno ožičenje za vse sisteme aktivne požarne zaščite in omogočiti delovanje v primeru požara, če je to zahtevano.

Od 1. 1. 2010 velja nova tehnična smernica **Niskonapetostne električne instalacije TSG-N-002:2009**, ki jo je treba pri načrtovanju električnih instalacij upoštevati.

Požarno varstvo za elektroenergetske naprave nad 1kV izmenične napetosti je opredeljeno v SIST HD 637 S1.

#### OZEMLJITEV IN ZAŠČITNI VODNIKI

Upoštevati je treba standard SIST HD 384.5.54 za določitev prerezov ozemljitvenih vodov in zaščitnih vodnikov.

### 5.5.11 Zaščita pred delovanjem strele

Od 1. 1. 2010 velja nova tehnična smernica **Zaščita pred delovanjem strele TSG-N-003:2009**, ki jo je treba pri načrtovanju upoštevati.

### 5.5.12 Izenačitev potenciala

Vse kovinske dele instalacij je treba medsebojno povezati v točko enotnega potenciala. S tem preprečimo preboje na ohišja in kovinske dele drugih naprav instalacij, kar je posledica razelektritvenega toka, ki ustvari po udaru strele močno magnetno polje v okoliških zankah, ta pa inducira napetosti, ki uničujejo naprave.

## 5.6 Zagotavljanje hitre in varne evakuacije

Ena najpomembnejših tematik, ki na področju požarne varnosti govorijo o varnosti, je ravno evakuacija. Razlog za to je seveda v tem, da neposredno zadeva varnost uporabnikov objekta. Uspešnost varne evakuacije je odvisna od več dejavnikov, kamor sodijo v glavnem lastnost objekta, značilnosti uporabnikov objekta, požarna obremenitev in način posredovanja ob požaru ali drugem dogodku.

Terminološko gledano pomeni evakuacija preselitev ljudi ali česa drugega s področja, ki je ogroženo zaradi naravne nesreče, vojne ipd. Na izvajanje evakuacije vpliva veliko dejavnikov, ki pa so podrobneje opredeljeni v nadaljevanju.

Poznamo več vrst evakuacije, ločimo pa jih glede na število evakuiranih oseb in na lokacijo, kamor osebe evakuiramo. Ko govorimo o številu oseb, ki jih evakuiramo, poznamo **popolno in delno evakuacijo**.

Popolna evakuacija pomeni umik vseh oseb iz objekta na varna mesta, ki so zunaj ali znotraj zgradbe. Popolna evakuacija je lahko takojšnja ali postopna. Za delno evakuacijo velja, da iz objekta umaknemo samo del ljudi. Ponavadi evakuiramo ljudi iz dela objekta, ki je zajet v požar oz. kjer pričakujemo razvoj oz. napredovanje zgorevalnih produktov. Ker zaradi narave gorenja in razvoja požara ter konfiguracije objekta ni možno takoj pričeti z evakuacijo vseh oseb v objektu, govorimo o t. i. postopni evakuaciji. Obseg te vrste evakuacije je odvisen od ogroženosti ter poteka in širjenja požara.

Evakuacijo lahko izvajamo tako, da osebe premeščamo na varno mesto, ki je v istem nivoju ali etaži in ga še ni zajel požar. To vrsto evakuacije imenujemo **horizontalna evakuacija**. Po drugi strani ob intenzivnem razvoju požara in v primerih, ko požar hitro zajame ves objekt, izvajamo **vertikalno evakuacijo**.

Ko je govor o varni evakuaciji, je najbolj pomemben razpoložljivi čas za varen umik (ASET – *available safe escape time*), ki mora biti večji od potrebnega časa za varen umik (RSET – *required safe escape time*).

Na odziv uporabnikov objekta na požarne in druge razmere, ko je potrebna evakuacija, vpliva cela vrsta spremenljivk, ki so odvisne od števila uporabnikov, razporeditve uporabnikov po stavbi ob različnih časih, njihovega poznavanja stavbe, njihovih sposobnosti, obnašanja in drugih lastnosti, lastnosti stavbe z njeno uporabo, razporeditvijo prostorov in instalacijami vred, obstoja opozoril, sredstev umika in strategije ravnanja v sili, interakcije vseh teh vidikov z razvojem požara in ukrepi za intervencijo (naprave za gašenje in za reševanje).

### 5.6.1 Opredelitev osnovnih evakuacijskih časov

Pri obravnavi evakuacije sta najpomembnejša dva časovna intervala:

- ASET – *available safe escape time* ali razpoložljivi čas za varen umik in
- RSET – *required safe escape time* ali potrební čas za varen umik.

#### **ASET – (AVAILABLE SAFE ESCAPE TIME) IZRAČUNI RAZPOLOŽLJIVEGA ČASA ZA VAREN UMIK**

Napovedovanje razpoložljivega časa za varen umik zahteva inženirsko oceno, ki upošteva dejavnike, kakršni so konfiguracija objekta, požarni scenarij z napovedanim razvojem požara, količino dima in temperaturo v požaru.

#### **RSET – (REQUIRED SAFE ESCAPE TIME) IZRAČUNI POTREBNEGA ČASA ZA VAREN UMIK**

Čas umika je odvisen od odkrivanja, javljanja in alarmiranja, opozoril in vrste parametrov, ki se nanašajo na obnašanje in gibanje uporabnikov pri evakuaciji. Opis in določanje obnašanja pri evakuaciji lahko poenostavimo z uporabo dveh širših kategorij obnašanja:

- **Obnašanje pred začetkom umika** se nanaša na odzive uporabnikov, preden se začno gibati po poteh umika. Čeprav lahko obnašanje pred začetkom umika vsebuje obdobja, ko so uporabniki stavbe neaktivni, vsebuje tudi različne vrste obnašanja, ki vključujejo gibanje, vendar to običajno ne pomeni gibanja po poteh umika. Pomembna ugotovitev raziskav obnašanja je, da faza pred začetkom umika pogosto pomeni najdaljši del celotnega časa umika.
- **Obnašanje pri umiku** se nanaša na fizično gibanje uporabnikov do evakuacijskih poti in po njih.

Če je predvideno, da bodo uporabniki stavbe med evakuacijo videli ogenj ali dim, ali bodo izpostavljeni vročini ali produktom gorenja, lahko to vpliva na njihovo obnašanje pred začetkom umika in pri gibanju; v tem primeru je treba upoštevati podatke o požarnih razmerah.

Takojšnja evakuacija ob odkritju požara pogosto ni najbolj zaželena (ali možna) začetna reakcija pri mnogih vrstah stavb in namembnosti. Pri mnogih velikih stavbah se uporablja postopna evakuacija, pri kateri se uporabniki postopoma evakuirajo iz delov stavbe, ki jim grozi požar. Pri takih stavbah kapaciteta evakuacijskih poti ne zadostuje za hitro, simultano evakuacijo vseh uporabnikov.

Problem je tudi motnja, ki nastane zaradi popolne evakuacije velike stavbe kot odziv na manjši požarni incident. Pri stanovanjih in garsonjerah je s projektno strategijo predvideno, da se bodo evakuirali samo sektor, v katerem je nastal požar, in sosednja področja, na katera vpliva požar. Pri stavbah, kakršne so bolnišnice, je hitra evakuacija lahko nepraktična. Pogosto se uporablja postopna horizontalna evakuacija, pri kateri se uporabniki stavbe evakuirajo v sosednje požarne sektorje, ki predstavljajo začasno zatočišče. Celó pri takojšnji simultani evakuaciji je čas evakuacije lahko dolg (do približno ene ure) pri nekaterih namembnostih, predvsem pri tistih, ki so namenjene spanju.

Za posamezne izračune ASET (*available safe escape time*) in RSET (*required safe escape time*) predstavlja varnostna razlika ( $t_{\text{varnost}}$ ) razliko med ASET ( $t_{\text{ASET}}$ ) in RSET ( $t_{\text{RSET}}$ ), kakor je prikazano v naslednji enačbi:

$$t_{\text{varnost}} = t_{\text{ASET}} \text{ (razpoložljivi čas za varen umik)} - t_{\text{RSET}} \text{ (potreben čas za varen umik)}$$

Zaradi nezanesljivosti posameznih korakov izračuna je morda koristno pri izračunih uporabiti varnostni faktor.

Osnovna formula, ki se uporablja za določitev časa umika iz stavbe (RSET), je prikazana v enačbi:

$$t_{\text{RSET}} = \square t_{\text{det}} + \square t_{\text{a}} + (\square t_{\text{pred}} + \square t_{\text{pot}})$$

OPOMBA: RSET (čas umika) vsebuje vse štiri izraze v zgornji enačbi. Evakuacijski čas ( $t_{\text{evak}}$ ) pa obsega samo zadnja dva izraza v enačbi.

$\square t_{\text{det}}$  je čas od vžiga do *detekcije*, to je trenutka, ko avtomatski sistem ali prvi uporabnik odkrije požar. Odvisen je od vgrajenega sistema za odkrivanje požara in od požarnega scenarija.

$\square t_{\text{a}}$  je čas od detekcije požara do splošnega *alarma*. Ta čas je lahko od praktično nič (če požar odkrije avtomatski sistem, ki ob prvem odkritju sproži splošni alarm) do več minut (če se na primer uporabljajo alarmni sistemi z zamikom ali če ni avtomatskega odkrivanja požara).

$\square t_{\text{pred}}$  je čas *pred začetkom umika* uporabnikov prostora ali stavbe. Ta čas vsebuje pri vsakem individualnem uporabniku dva elementa vedenja (prepoznanje in odziv), ki se lahko upoštevata pri nekaterih evakuacijskih modelih. Vendar pa je treba pri umiku in evakuaciji skupin uporabnikov ločiti dve fazi:

- obdobje od splošnega alarma do začetka umika prvih uporabnikov, to je čas pred začetkom umika prvih uporabnikov ( $\square t_{\text{pred}} \text{ (prvih uporabnikov)}$ ).
- nadaljnja distribucija časa pred začetkom umika za skupino, ki je lahko izražena kot distribucija časov umika posameznikov ali predstavljena z enim samim časom, to je časom pred začetkom umika zadnjega v skupini, odvisno od vrste analize ( $\square t_{\text{pred}} \text{ (distribucija)}$ ).

$\square t_{\text{pot}}$  je čas, potreben za pot uporabnikov prostora ali stavbe do varnega mesta. Razdeljen je v podkategorije, ki jih je treba identificirati in oceniti pri pregledu požarnovarnostnih dejavnikov in vključiti v performančno oceno.

Vsebuje dve glavni komponenti:

- Čas, ki ga uporabniki potrebujejo, da pridejo do izhoda, ki vodi na zaščiteno pot umika, to je čas *hoje* ( $\square t_{\text{pot (hoja)}}$ ). Čas hoje lahko izrazimo kot distribucijo posameznih časov ali predstavimo z enim samim časom, kolikor je povprečni čas, ki je potreben za hojo do izhodov, ali čas, ki ga zadnji uporabnik potrebuje za hojo do izhoda. Čas hoje je določen z dimenzijami stavbe, distribucijo uporabnikov in njihovo neovirano hitrostjo hoje. Predstavlja minimalni čas, ki je potreben za hojo do izhodov, saj v njem ni upoštevana možnost, da bi bila hoja ovirana zaradi velike gostote uporabnikov v prostoru.
- Čas, ki ga uporabniki potrebujejo za *prehod* skozi izhode in po zaščiteni evakuacijski poti, to je čas prehoda ( $\square t_{\text{pot (prehod)}}$ ). Čas prehoda je določen s pretočno kapaciteto izhodov. Tudi ta čas se lahko oceni za posamezne uporabnike ali pa predstavlja celoten čas, ki ga vsi uporabniki skupaj potrebujejo za prehod skozi izhode. Čas prehoda predstavlja čas, ki je potreben za evakuacijo prostora pod predpostavko, da so vsi uporabniki že pri izhodih in je uporaba izhodov optimalna.

Izkazalo se je, da je pri oceni evakuacijskih časov koristen koncept »idealnega časa evakuacije posameznika«, ki predstavlja čas od opozorila do trenutka, ko se posamezen uporabnik pojavi pri izhodu, da bi zapustil prostor pod predpostavko, da njegovo napredovanje skozi prostor in skozi izhod ni ovirano (tako da nič ne ovira hitrosti hoje).

Še en koristen koncept je čas do pojava vrst ( $\square t_{\text{vrste}}$ ). To je čas od splošnega alarma do trenutka, ko se pri izhodih pojavijo vrste. Vrste se pojavijo, kadar hitrost pojavljanja uporabnikov pri izhodih presega maksimalno pretočno kapaciteto izhodov.

### 5.6.2 Ocena časa pred začetkom umika na podlagi scenarija vedenja

Medtem ko lahko čas detekcije ali čas alarmiranja predstavimo z eno vrednostjo, nastopijo pri času pred začetkom umika in času, potrebnem za pot do varnega mesta, težave, ker ima vsak uporabnik stavbe svoj individualni čas. Zato je treba upoštevati distribucije časa pred začetkom umika in časa, potrebnega za pot skupin uporabnikov do varnega mesta, najprej za posamezne prostore, nato pa za vso stavbo in evakuacijske poti. Nadaljnji problem predstavlja dejstvo, da v vsakem prostoru pride do interakcije med distribucijami časa pred začetkom umika in časa, potrebnega za pot skupin uporabnikov do varnega mesta, tako da se teh dveh izrazov ne da enostavno sešteti.

Distribucija časa pred začetkom umika je odvisna predvsem od kategorije projektnega scenarija vedenja in stopnje organizacije požarne varnosti, delno pa tudi od kompleksnosti stavbe. Pri računalniških simulacijah evakuacij lahko upoštevamo evakuacijski čas in čas, potreben za pot do varnega mesta za vsakega posameznega uporabnika stavbe. Vendar je mogoče evakuacijski čas v večini situacij tudi oceniti, in sicer z upoštevanjem dveh osnovnih meril: časa pred začetkom umika prvih nekaj uporabnikov v prostoru (čas pred začetkom umika prvega percentila uporabnikov) in časa pred začetkom umika zadnjih nekaj uporabnikov (99. percentila uporabnikov). Podatki o distribucijah časa pred začetkom umika pri različnih scenarijih vedenja so zaenkrat še zelo redki,

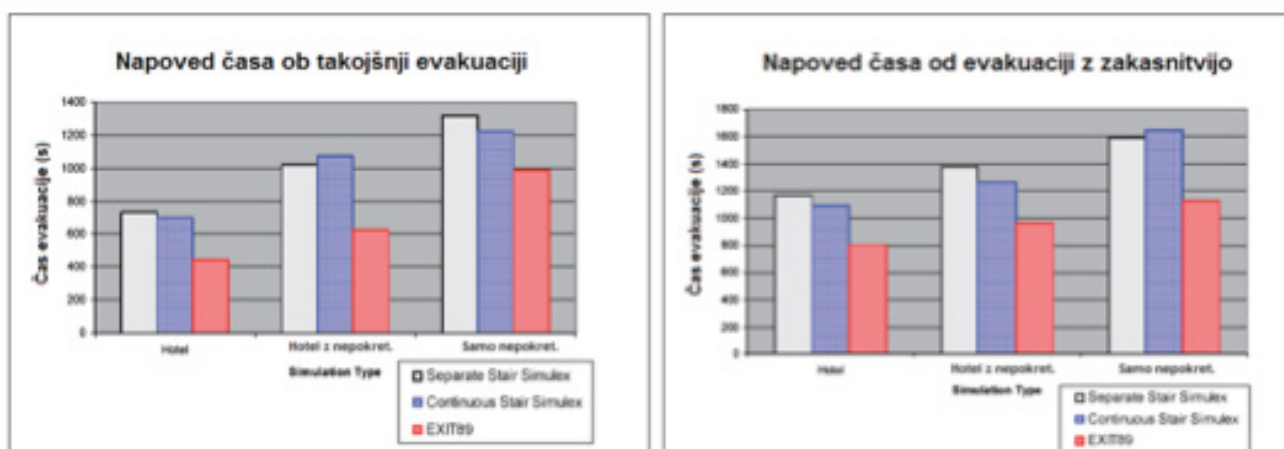
vendar obstaja nekaj izmerjenih distribucij. Na osnovi podatkov lahko sklepamo, da sta čas pred začetkom umika prvih in zadnjih nekaj uporabnikov lahko zelo kratka (nekaj minut ali manj) in da ju lahko napovemo, če so uporabniki budni in je organizacija požarne varnosti na visoki ravni. Če pa sta organizacija požarne varnosti in opozorilni sistem na nižji ravni in če uporabniki morda spijo, sta ta dva časa precej daljša in teže napovedljiva.

### 5.6.3 Ocena časa premikanja proti izhodu na podlagi projektnega scenarija vedenja

Čas, potreben za pot iz posameznega prostora do zaščitene evakuacijske poti, je odvisen od dveh glavnih vidikov:

- oddaljenosti uporabnika od izbranega izhoda (ali povprečne dolžine evakuacijske poti do izhodov za skupino uporabnikov) in njihove hitrosti hoje in
- maksimalne pretočne kapacitete uporabljenih izhodov.

Razdalja, ki jo mora vsak uporabnik prehoditi do zaščenega izhoda (in povprečna razdalja za skupino uporabnikov), je odvisna od položaja uporabnika oziroma uporabnikov v prostoru, velikosti in oblike prostora, razporeda razpoložljivih izhodov in vedenja uporabnikov pri izbiri izhoda. Izračun časov evakuacije za večji objekt je prikazan na *sliki 110*.



**Slika 110:** Izračun časov evakuacije

Pri izračunu dolžine evakuacijske poti običajno zanemarimo največji izhod (predpostavimo, da ga lahko blokira požar) in izračunamo evakuacijski čas pod predpostavko, da so ostali izhodi na voljo.

Dolžine evakuacijskih poti morajo odsevati vpliv razporeda prostorov v stavbi in ne direktne razdalje za prazno lupino stavbe.

Pri izračunu hitrosti evakuacije lahko uporabimo okvirne podatke o hitrostih napredovanja mobilnih oseb po objektu:

- hitrost napredovanja po ravnih gladkih površinah – približno 1,6 m/s
- hitrost napredovanja po klančini – 10 % naklon – približno 1,1 m/s
- hitrost napredovanja po klančini – 30 % naklon – približno 1,1 m/s
- hitrost napredovanja po stopnišču – približno 0,6 m/s – 0,9 m/s.

Na hitrost evakuacije vpliva tudi mobilnost oseb. Tako se fizično mobilne osebe lahko po ravnih gladkih površinah gibljejo s hitrostjo okoli 1,6 m/s, omejeno mobilne osebe (otroci in starejše osebe) s hitrostjo 0,85 m/s, osebe ki potrebujejo pomoč pri gibanju, pa s hitrostjo 0,5 m/s.

Pri evakuaciji skupin uporabnikov iz prostora v praksi hitro narašča gostota uporabnikov pri izhodih, zato nastanejo vrste in je evakuacijski čas odvisen od maksimalne pretočne kapacitete izhodov.



**Slika 111:** Poenostavljena časovna shema procesov, ki jih vsebuje čas umika, v primerjavi z razpoložljivim časom varnega umika

#### 5.6.4 Stanje uporabnikov stavbe

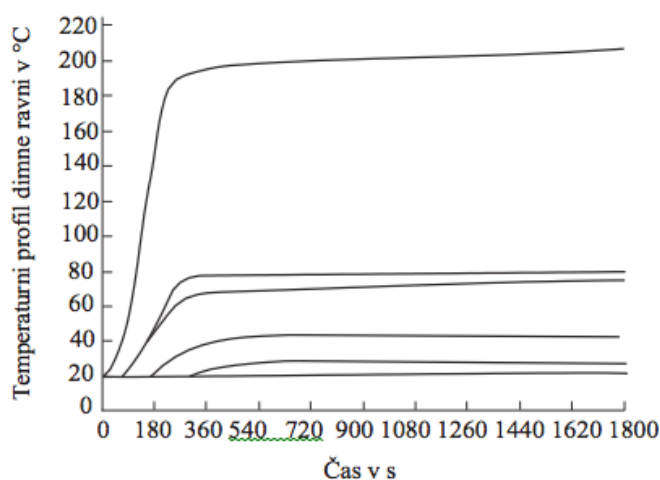
Izpostavljenost uporabnikov stavbe produktom gorenja ali vročini vpliva tako na ASET kakor na RSET, ki sta odvisna od:

- krivulj čas-koncentracija (ali intenzivnost) za glavne toksične produkte, optično gost dim in vročino v požaru v področju dihanja, ki so odvisne od:
  - o krivulje naraščanja požara, izražene s hitrostjo izgube mase goriva (kg/s) in volumnom, v katerega se razširi (kg/m<sup>3</sup>) v odvisnosti od časa,
  - o masnega donosa toksičnih produktov, dima in vročine v požaru (na primer v kg CO na kg zgorele snovi),
- toksične ali fiziološke moči vročine in produktov gorenja (koncentracija izpostavljenosti (kg/m<sup>3</sup>) ali od doze izpostavljenosti (kg·m<sup>-3</sup>·min ali ppm·min), ki je dovolj velika, da ima toksičen učinek (in ekvivalentne učinke vročine in zamračitve zaradi dima).

Pri tem je treba upoštevati tri vidike:

1. koncentracije ali doze izpostavljenosti, ki verjetno ovirajo ali zmanjšajo učinkovitost izhoda zaradi psiholoških in/ali fizioloških učinkov,
2. koncentracije ali doze izpostavljenosti, ki verjetno onemogočijo gibanje ali preprečijo izhod zaradi psiholoških in/ali fizioloških učinkov, in
3. smrtno koncentracijo ali dozo izpostavljenosti.

Končna točka izračuna ASET je čas, ko postanejo razmere v vsakem prostoru stavbe nevzdržne (porast temperature v dimni ravni je prikazan na *sliki 112*). Nevzdržne razmere nastopijo, ko lahko napovemo, da se en uporabnik, ki je v prostoru ali vanj vstopa, verjetno ne bo mogel rešiti (je povsem onesposobljen) zaradi učinkov izpostavljenosti dimu, vročini ali toksičnim produktom.



**Slika 112:** Temperatura dimne ravni v odvisnosti od časa

Psihološki in fiziološki učinki izpostavljenosti strupenemu dimu in vročini se v požaru kombinirajo in na različne načine vplivajo na sposobnost umika, kar lahko vodi do fizične nesposobnosti in trajnih poškodb ali smrti.

Učinki, ki spremenijo vedenje ali povzročijo nezmožnost gibanja, so:

- učinki vidne zaznave dima ali plamenov, ki vključujejo:
  - o strah pred bližajočim se dimom ali vročimi področji in potmi umika,
  - o strah pred ognjem ali dimom v požarnem sektorju, v katerem so ljudje; ta lahko učinkuje kot vzpodbuda k umiku ali kot ovira umiku, odvisno od lokacije in intenzivnosti ognja ali dima;
  - o privlačnost ognja v požarnem sektorju, v katerem so ljudje (sindrom prijaznega ognja), in želja po opazovanju ali spopadu z njim.
- poslabšana vidljivost, ki nastane zaradi optične gostote dima in zaradi bolečih učinkov dražečih dimnih produktov in vročine na oči,
- bolečine v dihalnih organih in težave pri dihanju ali celo poškodba dihalnih organov, ki nastane zaradi vdihavanja dražečega dima, ki je lahko zelo vroč. V skrajnih primerih lahko to v nekaj minutah vodi do kolapsa zaradi dušenja, ki nastane zaradi laringalnega krča in/



ali zožitve bronhijev (posebno pri astmatikih in drugih občutljivih ljudeh). Pojavi se lahko tudi vnetje pljuč, ponavadi po nekaj urah, kar prav tako lahko vodi do različnih stopenj dihalnih težav.

- dušenje zaradi vdihavanja strupenih plinov, ki ima za posledico zmedenost in izgubo zavesti (posebno pri občutljivih ljudeh, denimo starejših ali srčnih bolnikih),
- bolečine izpostavljene kože in zgornjih dihalnih poti, ki jim sledijo opekline ali dvig telesne temperature zaradi učinkov vročine, kar preprečuje umik in vodi do kolapsa.

Vsi ti učinki lahko ovirajo umik in vodijo do trajnih poškodb in vsi razen a) in b) so lahko smrtni, če je stopnja izpostavljenosti dovolj velika.

Pri ocenjevanju tveganja in določanju meril vzdržljivosti so osnovni premisleki glede evakuacijskih poti in varnosti ljudi naslednji:

- psihološki učinki vidne zaznave produktov gorenja na obnašanje pri umiku, kadar ni direktne izpostavljenosti požaru,
- psihološki in fiziološki učinki izpostavljenosti vročini in strupenemu dimu na obnašanje pri umiku in sposobnost umika,
- točka, pri kateri izpostavljenost povzroči nezmožnost gibanja, in
- točka, pri kateri izpostavljenost povzroči smrt.

Sposobnost gibanja skozi dim je odvisna od učinkov dražljivosti in zamračitve na sposobnost gibanja skozi prostore v stavbi in na sposobnost najti evakuacijske poti in izhode. Bolj stroga merila so potrebna pri velikih prostorih kakor pri stanovanjskih prostorih, ker morajo v tem primeru uporabniki videti na večje razdalje, da najdejo izhode, in bolj verjetno ne poznajo okolja.

Na podlagi spoznanja, da se ljudje gibljejo v mraku pri vidljivosti 5 m ( $D \cdot m^{-1} = 0,2$ ) v dražečem dimu in da dim pri večini požarov vsebuje različne dražeče kemične snovi, se priporoča, da se projektna meja vzdržljivosti 5 m vidljivosti uporablja pri majhnih ali stanovanjskih prostorih in 10 m vidljivosti ( $D \cdot m^{-1} = 0,8$ ) pri večjih prostorih. Dražljivost dima je v praksi odvisna od sestave gorečega goriva in razmer za njihov razkroj v požaru.

Izpostavljenost dimu vpliva tudi na izračune RSET, saj je bilo ugotovljeno, da je hitrost hoje povezana z gostoto in dražljivostjo dima.

Pomembno merilo pri plamenih je vidna zaznava ognja (področja in višine plamenov) in njegov položaj glede na uporabnike in možne evakuacijske poti. Predpostavimo lahko, na primer, da se bodo uporabniki gibali proč od lokacije, kjer je širina ali višina plamenov večja kot 30 % dimenzij prostora, ali da verjetno ne bodo vstopili na pot umika, na kateri plamti ogenj.

Do izpostavljenosti sevajoči vročini lahko pride, kadar morajo uporabniki mimo ognja ali pod vročim slojem produktov gorenja. Kombinirana izpostavljenost sevalni in konvekcijski toploti nastopi, če so uporabniki direktno izpostavljeni vročemu zraku ali produktu požara.

Za mejo vzdržljivosti pri izpostavljenosti kože sevalni toploti je bila predlagana izpostavljenost, ki povzroči hude bolečine nezaščitene kože. Ta se pojavi nad pragom toplotnega toka  $2,5 \text{ kW/m}^2$ . Pod tem pragom je izpostavljenost mogoče vzdržati nekaj minut, pri večjih toplotnih tokovih pa se čas vzdržljivosti hitro zmanjša na nekaj sekund. Predpostavlja se, da bo uporabnik močno prizadet, če bo izpostavljen takim razmeram.

Strupene požarne pline sestavlja mešanica dražil in dušljivcev. Dražila vplivajo na učinkovitost umika in hitrost gibanja pri majhnih koncentracijah zaradi bolečih in škodljivih učinkov na oči in bolečin in težav pri dihanju zaradi učinkov na nos, usta, grlo in pljuča. Pri visokih koncentracijah lahko povzročijo onesposobitev. Učinki so odvisni od koncentracij dražil v požarnih plinih in moči vsake vrste dražeče snovi. Toksičnost požarnih plinov je odvisna od vrste gorljivih snovi, temperature, pri kateri ta zgoreva, in oskrbe s kisikom. Pri gorenju plastičnih materialov nastaja veliko različnih plinastih produktov zgorevanja, denimo

- ogljikov oksid (CO),
- ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>),
- fosgen (COCl<sub>2</sub>),
- vodikov cianid (HCN),
- dušikov oksid (NO<sub>x</sub>),
- vodikov klorid (HCl) in
- žveplov oksid (SO<sub>x</sub>).

Evakuacijske poti morajo biti projektirane tako, da se upošteva predvsem:

- vrsto stavbe, njeno velikost in razdelitev v požarne sektorje,
- število etaž in
- število ter vrsto uporabnikov stavbe.

### 5.6.5 Primer zahtev za evakuacijo

Evakuacija, evakuacijske poti ter sistemi za javljanje in alarmiranje so v neposredni povezavi, zato jih moramo obravnavati skupaj. Tako istočasno določimo požarne ukrepe za:

- zagotavljanje hitre in varne evakuacije:
  - o maksimalne dolžine evakuacijskih poti
  - o izračun širin evakuacijskih poti po požarnih sektorjih,
  - o evakuacijska stopnišča,
- sisteme za javljanje in alarmiranje.

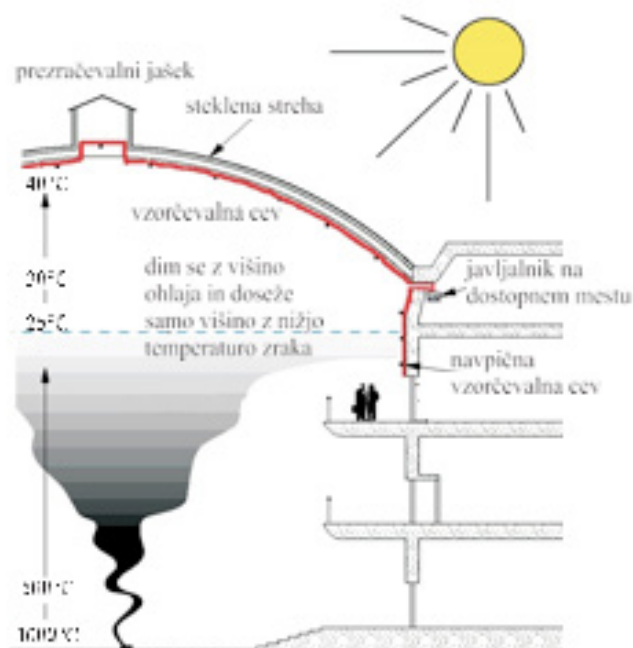
Evakuacija iz objekta mora biti opredeljena glede na položaj in zmogljivost evakuacijskih poti (ob upoštevanju števila uporabnikov, njihove mobilnosti in gostote glede na objekt). Upoštevanji morajo biti število in lokacija izhodov, dolžina in širina evakuacijskih poti, požarna odpornost obodnih gradbenih elementov, varnostna razsvetljava in oznake.

Po tehnični smernici Požarna varnost v stavbah TSG-1 veljajo za evakuacijo naslednje zahteve (podan zgolj povzetek zahtev):

1. Če ima **prostor samo en izhod**, ne sme biti nobena točka v prostoru od njega oddaljena več kakor **20 m**.
2. Če evakuacijska pot vodi **do enega zaščitenega stopnišča ali enega končnega izhoda**, skupna dolžina evakuacijske poti ne sme biti daljša kakor **35 m**.
3. **Slepi hodnik** ne sme biti daljši od **15 m**.
4. Če vodita iz **prostora najmanj dva izhoda**, pot za umik ne sme biti daljša od **35 m**.
5. Izhodi morajo biti razporejeni tako, da so razdalje med njimi prilagojene številu uporabnikov stavbe. Če evakuacijska pot vodi do **dveh** ali več ločenih **zaščitenih stopnišč** ali **ločenih končnih izhodov**, skupna dolžina evakuacijske poti ne sme biti daljša od 50 m, pri čemer velja, da je nezaščiteni del poti po prostoru dolg največ **35 m**.
6. Širina izhodov iz prostorov:
  - do 50 uporabnikov: en izhod širine 0,9 m
  - do 100 uporabnikov: dva izhoda širine po 0,9 m
  - do 200 uporabnikov: trije izhodi širine po 0,9 m ali dva izhoda, en izhod širine 0,9 m in drugi izhod širine 1,2 m
  - nad 200 uporabnikov **skupna širina izhodov iz prostora**:
    - o Pritličje: po 0,6 m na 100 ljudi o Nadstropja: po 0,6 m na 60 ljudi o Klet: po 0,6 m na 50 ljudi
    - o Najmanjša širina posameznih stopnišč in hodnikov mora biti 1,2 m. Iz stanovanjskih enot je najmanjša dovoljena širina 0,9 m.
    - o Če je skupna potrebna širina izhodov večja od 1,2 m, se širine povečujejo za 0,6 m (npr. 1,8 m, 2,4 m).
7. Zavite stopnice so dovoljene kot notranje povezave v stanovanjih in kot servisni dostopi za največ pet ljudi.
8. Vrata se morajo odpirati v smeri umika. Izjeme so vrata iz prostorov:
  - o s površino do 200 m<sup>2</sup>, ki niso namenjeni zadrževanju uporabnikov,
  - o ko je manj kakor 20 uporabnikov,
  - o kjer ni povečanega požarnega tveganja (npr. mokri prostori, strojnice, toplotne postaje).
9. Vrata se morajo odpirati brez pripomočkov in morajo biti taka, da jih lahko intervencijske enote odprejo od zunaj.
10. Avtomatska dvizna, vrtljiva, drsna in rolo vrata so dovoljena samo, če so poleg njih na voljo tudi vrata za osebni prehod, ki se odpirajo v smeri umika. **Ustreza tudi tehnična rešitev**, da se v primeru prekinjenega električnega napajanja rolo, vrtljiva ali drsna vrata avtomatsko odprejo, oziroma da je možno odpiranje brez tuje pomoči in pripomočkov.
11. **Zaščiteno (požarno) stopnišče** mora biti ločeno od ostale stavbe. Stene stopnišča morajo imeti požarno odpornost, določeno s predpisi.
12. Stopnice in podesti v požarnih stopniščih ter stenske in stropne obloge v zaščitenih (požarnih) stopniščih morajo biti iz materialov z odzivom na ogenj A1 ali A2, talne obloge pa najmanj razreda C<sub>fl</sub>.
13. **Oznake izhodov** in oznake evakuacijskih poti morajo biti neposredno ali posredno osvetljene z varnostno razsvetljavo.

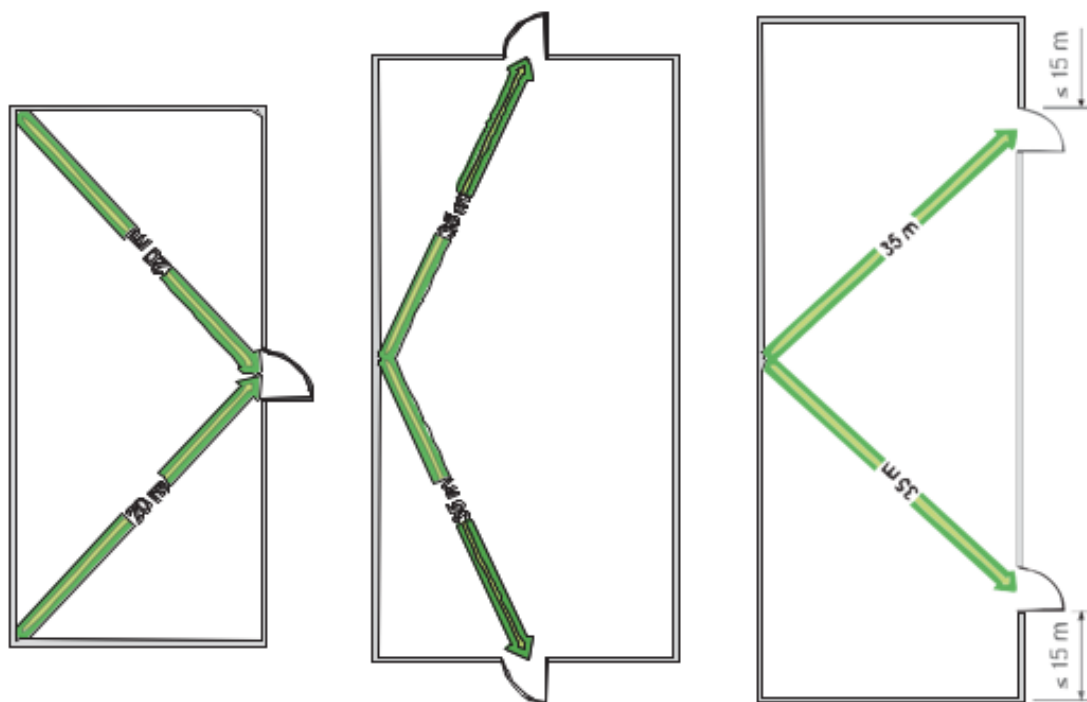


**Slika 113:** Otežena evakuacija invalidov

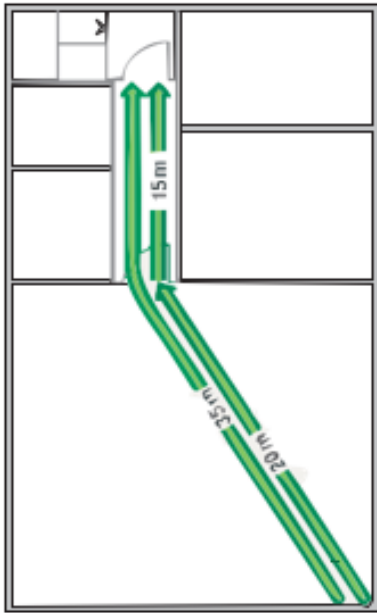


**Slika 114:** Primer izvedbe sistema javljanja požara v večjih objektih z atrijem

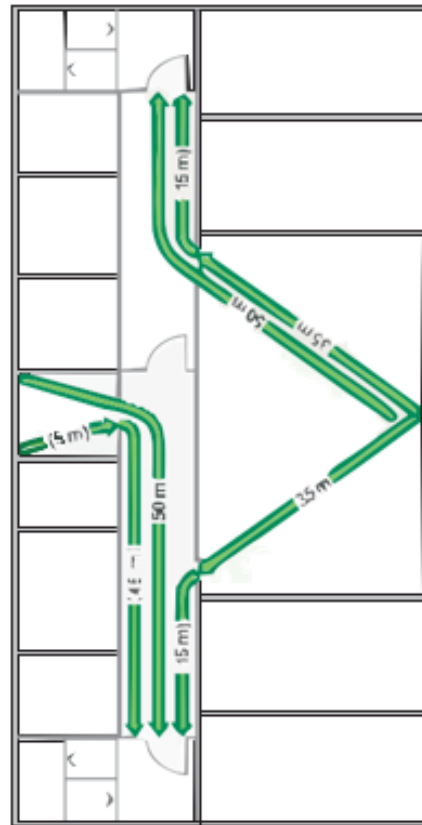
Osnovne zahteve so podobno opisane tudi v švicarskih VKF ali nemških MBO smernicah, shematsko so prikazane na slikah 115 do 125. Slike povedo dovolj, dodatni komentar za razumevanje ni potreben. Je pa seveda treba uporabljati celotno smernico, ko načrtujemo ukrepe požarne varnosti.



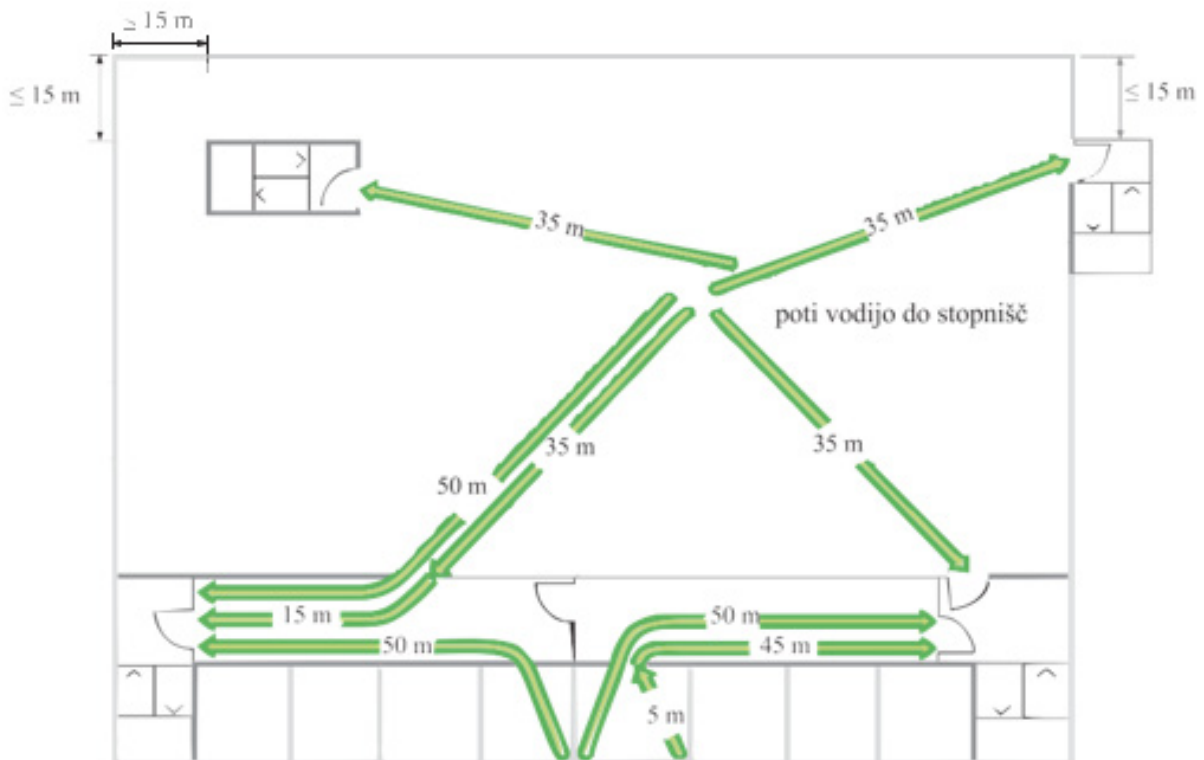
**Slika 115:** Shematska predstavitev zahtev za izvedbo dolžin evakuacijskih poti glede na število izhodov (VKF)



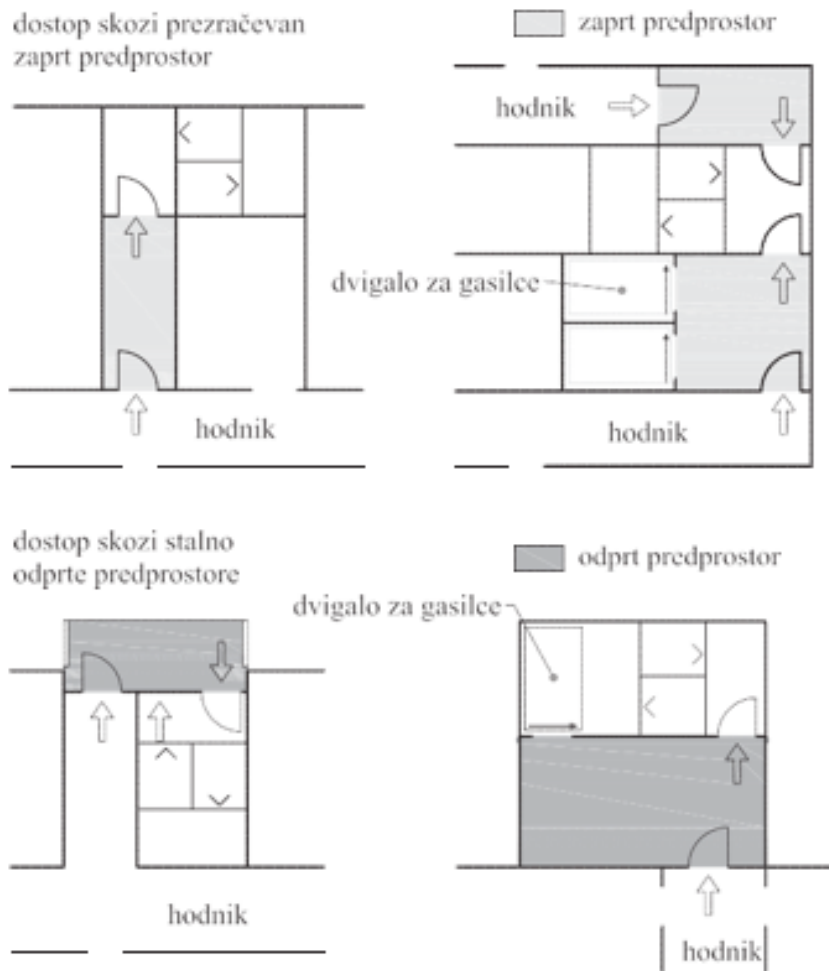
**Slika 116:** Primer enega zaščenega stopnišča (VKF)



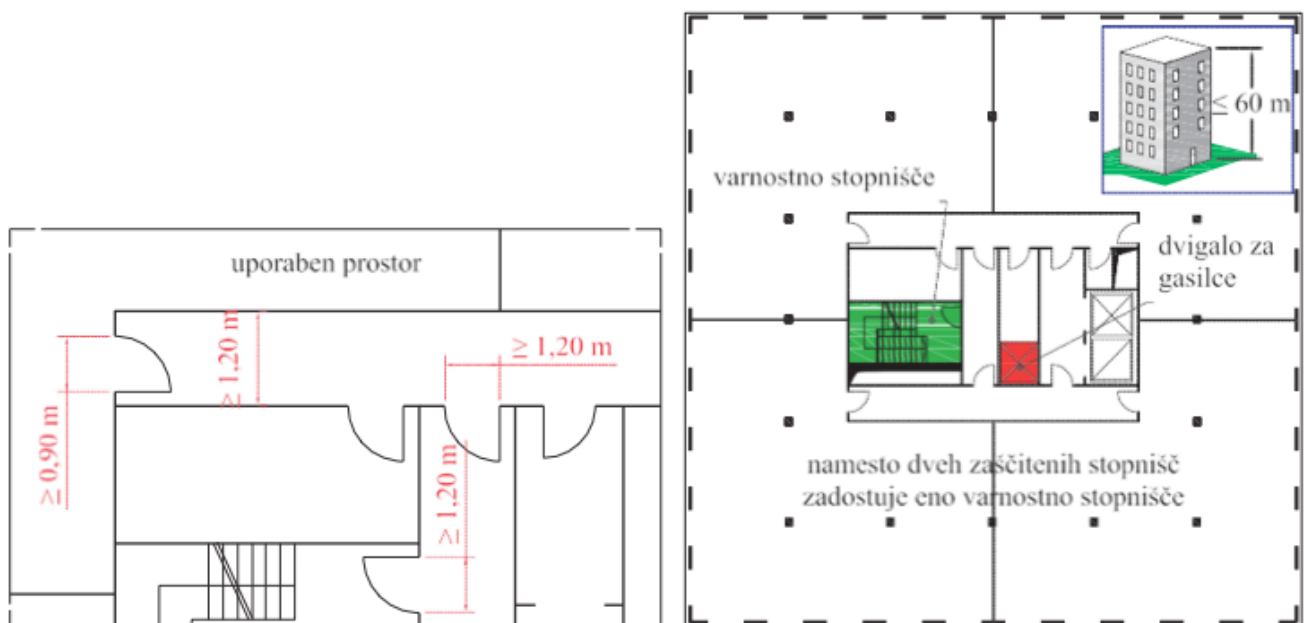
**Slika 117:** Primer dveh zaščenih stopnišč (VKF)



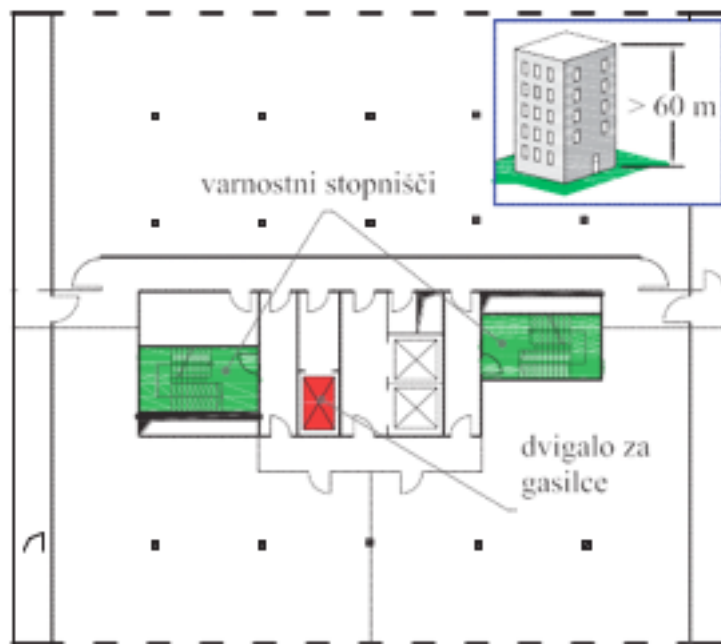
**Slika 118:** Primer zahtev za evakuacijo z več stopnišči (VKF)



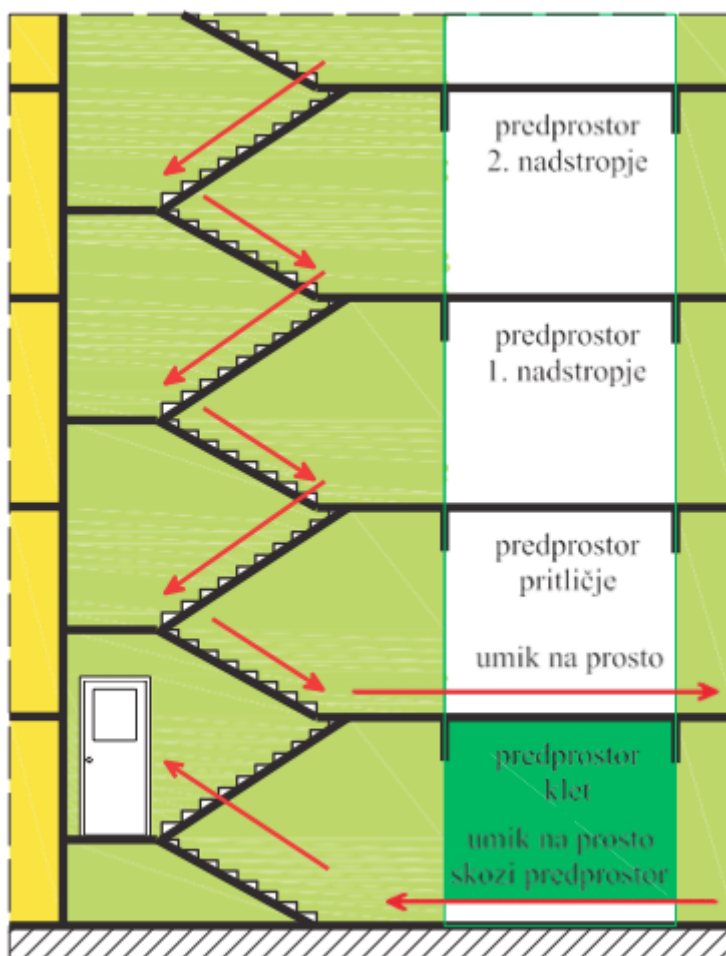
**Slika 119:** Primer zahtev za predprostore za visoke stavbe (VKF)



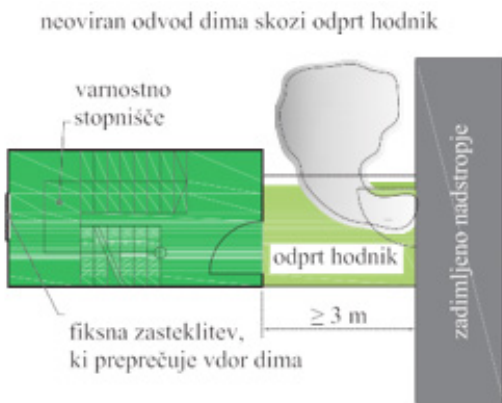
**Slika 120:** Primer zahtev za evakuacijo za visoke stavbe  $< 60\text{ m}$  po MBO MHHR



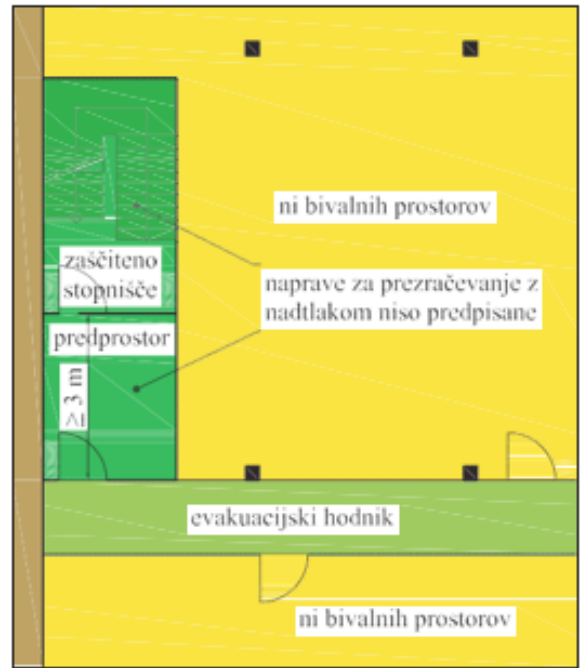
**Slika 121:** Primer zahtev za evakuacijo za visoke stavbe > 60 m po MBO MHHR



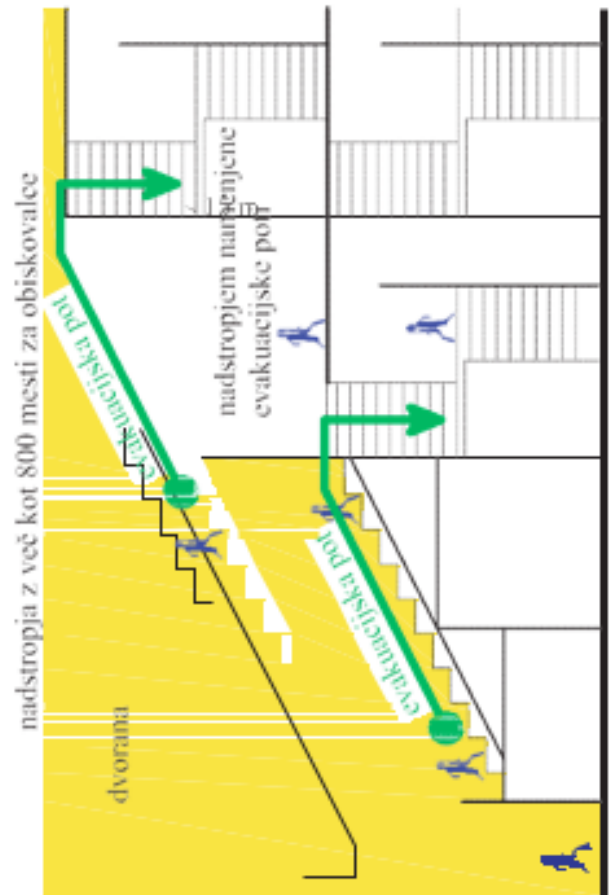
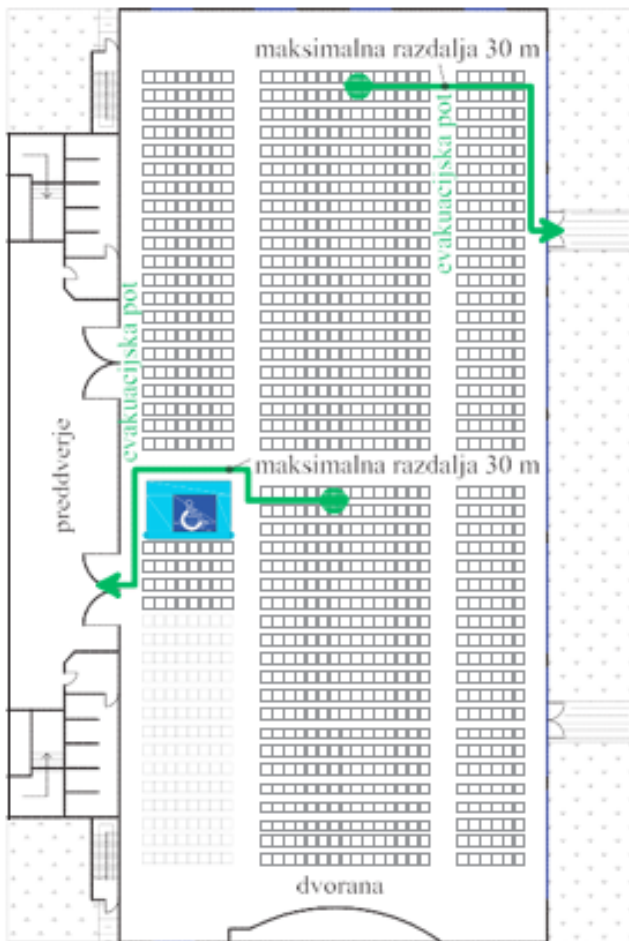
**Slika 122:** Obvezna ločitev evakuacije iz kleti in nadzemnih etaž za visoke stavbe po MBO MHHR



**Slika 123:** Zahteve za zunanja stopnišča za visoke stavbe po MBO MHHR



**Slika 124:** Zahteve za zaščiten stopnišča iz kleti za visoke stavbe po MBO MHHR



**Slika 125:** Zahteve za evakuacijo za zbirališča MBO MVStättV



## 5.7 Načrtovanje neoviranega in varnega dostopa za gašenje in reševanje

Z vidika dostopa in posredovanja gasilcev okoli stavb so pomembni naslednji elementi:

- dostop gasilcev do stavbe z gasilskimi vozili,
- delovne površine za gasilska vozila in
- peš dostop gasilcev do stavbe.

### DOSTOP GASILCEV DO STAVB

Dostop gasilcev do stavb zajema dva elementa: dovozne in dostopne poti ter delovne površine. Te opredeljuje tehnična smernica Požarna varnost v stavbah TSG - 1 – 001: 2019. Izvedene morajo biti skladno z zahtevami SIST DIN 14090:2005 – Površine za gasilce na zemljišču.

**Dovozne poti** so utrjene površine na terenu, ki so neposredno povezane z javnimi prometnicami. Omogočajo dovoz gasilskih vozil do postavitvenih in manipulativnih površin.

**Postavitvene površine** so namenjene gašenju, reševanju in postavljanju dvizhnih reševalnih naprav, to je vozil z lestvijo ali lestvijo s košaro, zgibnim dvigalom s košaro ali teleskopskim dvigalom s košaro.

Intervencijske poti in površine za gasilsko intervencijo morajo biti ustrezno označene in nenehno proste.

**Dovozne poti** morajo izpolnjevati naslednje zahteve (glej *sliko 126*):

1. **nosilnost poti:** minimalno 10 ton osnega pritiska
2. **širina poti:** za ravne dele poti minimalno 3,0 m ali 3,5 m, če je dostopna pot na dolžini več kakor 12 m omejena s stenami, stebri ali drugimi ovirami. Če pot ni ravna, se minimalna širina poti določi po naslednji preglednici (*preglednica 25*):

**Preglednica 25:** Širina poti glede na radij

Radij poti (m)	Širina poti (m)
10,5 – 12,0	5,0
>12,0 – 15,0	4,5
>15,0 – 20,0	4,0
>20,0 – 40,0	3,5
>40,0 – 70,0	3,2
>70,0	3,0

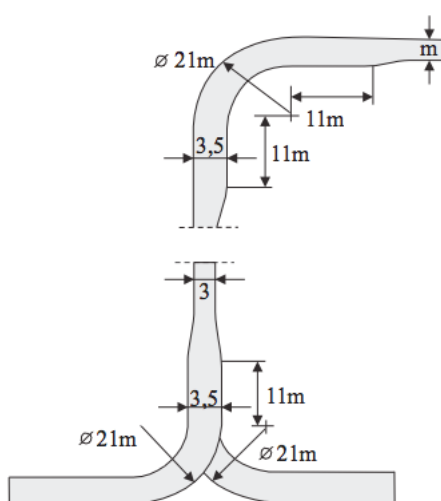
3. **svetla višina poti:** najmanj 3,5 m na katerikoli točki poti
4. **odmik poti od objekta:** minimalno 3 m, maksimalno 9 m
5. **dovoljeni nakloni poti:** vzdolžni < 10 %, prečni < 5 %

Prehod iz enega v drug nivo mora biti speljan v vertikalnem radiju, večjem od 15 m.

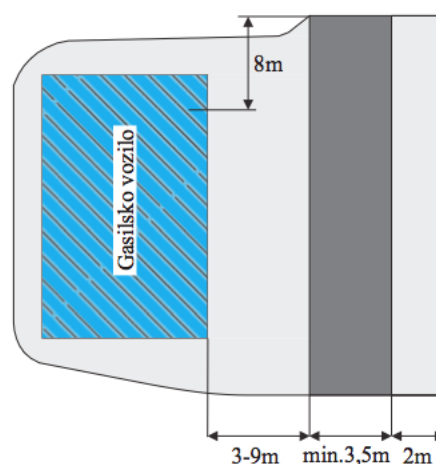
**Postavitvene površine** za gasilska vozila morajo imeti naslednje karakteristike (glej *slika 127*):

1. **nosilnost:** minimalno 10 ton osnega pritiska
2. **širina:** minimalno 3,5 m, na strani stran od objekta pa mora biti ob postavitveni površini 2 m širok pas nenehno proste površine, potreben za manipulacijo gasilske lestve.
3. **odmik od objekta:** minimalno 3 m, maksimalno 9 m
4. **dovoljeni nakloni poti:** vzdolžni < 10 %, prečni < 5 %

Prehod z enega na drug nivo mora bit speljan v vertikalnem radiju, večjem od 15 m.



**Slika 126:** Elementi dostopnih poti in postavitvenih površin



**Slika 127:** Elementi dostopnih poti in postavitvenih površin

Dostopne poti in postavitvene površine morajo biti nenehno proste.

## PEŠ DOSTOP GASILCEV DO STAVB

Tehnična smernica Požarna varnost v stavbah TSG -1 opredeljuje zahteve za peš dostop do stavb. Pri stavbah s tlorisno površino do 600 m<sup>2</sup> mora biti zagotovljen peš dostop, pri stavbah s tlorisno površino nad 600 m<sup>2</sup> do 6000 m<sup>2</sup> in razmerjem dolžine in širine tlorisa najmanj 3:1, mora biti zagotovljen dostop do najmanj ene strani stavbe ter najmanj ena delovna površina za intervencijo. Pri stavbah s tlorisno površino nad 6000 m<sup>2</sup> mora biti zagotovljen dostop do najmanj dveh stranic stavbe ter najmanj dve delovni površini za intervencijo, ki morata biti urejeni ob različnih stranicah stavbe.

Na *sliki 5* so zahteve lepo prikazane za primer MBO MHHR smernic za visoke stavbe.

## 5.8 Nadzor vpliva požara na okolico

V primeru požara zmerom pride do vpliva na okolico, česar ne moremo v celoti preprečiti, ne glede na požarne ukrepe. Pri tem se v okolje spusti manjša ali večja količina emisij in kvarno vpliva na naše bivalno okolje ali pa s požarom ogrožamo sosedovo premoženje.

Nekatere vplive požara na okolico se da delno preprečiti oz. omejiti:

- pravilna aktivna požarna zaščita, ki omogoča pravočasno zaznavanje požara in njegovo gašenje,
- postavitve stabilnih gasilnih naprav za avtomatsko gašenje,
- zadrževalni bazeni, ki preprečujejo izliv požarne vode v okolico oz. v kanalizacijski sistem,
- ustrezni odmiki med objekti, ustrezna požarna odpornost zunanjih sten in streh...

Kadar s sistemi za naravni ali mehanski odvod dima in toplote odvajamo dim v okolico, presežemo vse emisije v okolje, za katere tako lepo skrbimo pri načrtovanju kurilnih naprav. Vendar je na prvem mestu vselej zaščita ljudi in premoženja, šele nato okolja. In na okolje večkrat kar pozabimo.

Glede na načrtovani objekt lahko veliko pripomoremo k manjšim obremenitvam okolja tudi s pravilnim izborom materialov, ki v primeru gorenja ne povzročajo takšne obremenitve okolja.

Tako lahko namesto poliuretanskih toplotnih izolacij uporabljamo kameno volno in podobno. V načrtu požarne varnosti bi tudi temu poglavju morali nameniti pozornost.

Med ukrepe za preprečevanje širjenja požara med objekti sodijo tako ukrepi gradbene kakor tudi ukrepi tehnične požarne zaščite. Med gradbene ukrepe sodijo izvedbe požarnih ločitev s požarno odpornimi gradbenimi elementi in odmik med objekti.

Pri določitvi odmikov med sosednjimi objekti so pomembni podatki, kakršna sta namembnost in gorljivost konstrukcije in obodnih površin sosednjega objekta, velikosti požarno neodpornih površin na obodnih stenah predvidenega in sosednjega objekta. Če, ko odmiki niso ustrezni, uporabljamo ukrepe tehnične požarne zaščite.

Razdalja med objekti zaradi preprečevanja prenosa med požari je odvisna od:

- namembnosti objekta;
- požarne odpornosti zunanjih sten in požarne lastnosti fasadnih oblog;
- velikosti zunanjih fasadnih površin;
- velikosti nezaščitenih fasadnih odprtin.

Zahteve za preprečitev napredovanja požara na sosednje objekte bodo izpolnjene, če:

- so zunanji zidovi iz težko gorljivih gradiv – s tem se zmanjša nevarnost vžiga z zunanjim virom in širjenje plamena po površini;
- je velikost površin v zunanjih zidovih z neustrezno požarno odpornostjo omejena – s tem se zmanjša toplotno žarčenje skozi zunanji zid v primeru požara v zgradbi;
- je streha izdelana tako, da je omejena možnost prenosa požara skozi streho z zunanje strani in je kritina iz gradiv, po katerih se plamen ne širi.

Za izpolnjevanje zahtev za požarne ločitve med objekti oz. preprečevanje širjenja požara med objekti morajo biti zunanje stene in strehe stavb projektirane in grajene tako, da je z upoštevanjem odmika od meje gradbene parcele omejeno širjenje požara na sosednje objekte. Ločilne stene skupaj z vrati, okni in drugimi preboji med posameznimi stavbami morajo biti projektirane in grajene tako, da je omejeno širjenje požara na sosednje objekte.

Po Tehnični smernici TSG-1 veljajo npr. za poslovne objekte za odmike od parcelne meje in namišljene parcelne meje določila točke 1.3 smernice – osnovne zahteve:

1. **0 m** – če so zunanje stene izvedene iz materialov razreda A1 ali A2 in imajo požarno odpornost 60 minut (nosilne REI 60, nenosilne EI 60)
2. **5 m** – obložni fasadni materiali glede na odziv na ogenj A1 ali A2 po evropski klasifikaciji
3. **10 m** – ni zahtev za požarne lastnosti zunanjih sten objekta

## 6. PRIMERI PERFORMANČNEGA NAČRTOVANJA POŽARNE VARNOSTI

Performančno načrtovanje ali načrtovanje požarne varnosti z metodami požarnega inženirstva predstavlja poseben izziv pri reševanju problemov na področju požarne varnosti v objektih. Do sedaj uporabljani t.i. predpisni sistem načrtovanja požarne varnosti pogosto ni mogel dovolj dobro rešiti nekaterih problemov zagotavljanja požarne varnosti. Pomanjkljivosti se bolj izrazito pokažejo pri gradnji kompleksnih in nestandardnih objektov. Med te objekte sodijo objekti, kjer lahko že manjši požar predstavlja veliko tveganje. Rešitve, ki jih projektantu in uporabniku nudi predpisni sistem, so pri gradnji objektov, ki predstavljajo visoko stopnjo tveganja, pogosto vprašljive in neustrezne. Prav tako predpisni način projektiranja požarne varnosti ne zajema različnih požarnih scenarijev, do katerih bi utegnilo priti v objektu v primeru požara.

Performančno načrtovanje požarne varnosti po drugi strani pomeni drug pristop, ki se zadnje čase uveljavlja po svetu. Performančno projektiranje pomeni istočasno tudi uporabo inženirskih metod ter znanstveni pristop k reševanju problemov požarne varnosti. Nanaša se na varovanje ljudi, premoženja in okolja. Ta način projektiranja predstavlja alternativni način projektiranja požarne varnosti v objektih.

Pri zagotavljanju ustrezne požarne varnosti govorimo o štirih ciljih, ki se med seboj dopolnjujejo:

- zagotoviti varnost ljudi (javnost, zaposleni, gasilci);
- preprečiti škodo na premoženju (konstrukcija objekta, vsebina, oprema);
- zagotoviti neprekinjen delovni proces;
- omejiti vplive na okolje.

Naloga performančnega projektiranja je, da navedene cilje poveže med seboj in jih obenem poveže z lastnostmi objekta, zahtevami uporabnika, lastnika, okolice itd.

Koncept za projektiranje požarne varnosti z inženirskimi metodami v okviru performančnih predpisov je zasnovan tako, da ga lahko uporablja tisti, ki pozna osnove dinamike gorenja, požara in gašenja ter osnovna inženirska načela in metode.

Projektant, ki uporablja performančni način projektiranja, mora:

- imeti ustrezno predznanje;
- biti usposobljen in izkušen v ocenjevanju tveganj, ki nastajajo v objektu zaradi posledic požara;
- razumeti nevarnosti in z njimi povezano tveganje;
- razumeti in biti seznanjen z osnovami aktivne in pasivne požarne varnosti v objektu, avtomatskim odkrivanjem in javljanjem požara;
- poznati vpliv požara na objekt, delovne in tehnološke procese ter uporabnike objekta.

Izdelavo koncepta požarne varnosti ali performančno projektiranje sestavljajo naslednje faze:

- opredelitev izhodišč za performančno projektiranje,
- izbor požarnih scenarijev,
- ovrednotenje načrtovanega požarnega scenarija,
- izbor preskusnega koncepta,
- vrednotenje preskusnega koncepta,
- izbor koncepta,
- izdelava študije požarne varnosti na podlagi inženirskih metod.

Začetek performančnega projektiranja požarne varnosti sestavljajo naslednji koraki:

- opredelitev projektne naloge,
- opredelitev ciljev,
- opredelitev performančnih meril.

## 6.1 Opredelitev projektne naloge

Opredelitev projektne naloge je postopek, ki od projektanta zahteva, da opiše, kaj je v projekt vključeno. Opredelitev projektne naloge mora opisati, kaj je predmet projekta, denimo:

- Projekt obravnava del objekta, celoten objekt ali kompleks objektov itd.
- Projekt obravnava obstoječo zgradbo, rekonstrukcijo, rekonstrukcijo mansarde itd.
- Projekt obravnava spremembo namembnosti objekta, spremembo tehnološkega procesa itd.
- Projekt obravnava izvedbo stabilne naprave za gašenje s FM 200.

Opredelitev projektne naloge je odvisna od udeležениh strani v projektu, kamor prištevamo npr. lastnike, upravljavce objektov, inšpekcijo, zavarovalnice, najemnike objekta, gasilce, sosede itd.

Pomemben del opredelitve projektne naloge je tudi *časovna opredelitev* poteka projekta. Navesti je treba časovne okvire, v katerih bo projekt nastajal. *Prav tako je treba navesti tudi osebe, ki so odgovorne za ustreznost in skladnost končnega dokumenta.*

Projektant mora ob začetku del zbrati podatke o objektu, z aktivnostmi, ki bodo v objektu potekale (namembnost objekta in vrsta tehnološkega procesa), vred. Med izhodiščne podatke sodijo tudi:

- zakoni, tehnični predpisi, uredbe, standardi in smernice,
- makro- in mikrolokacija objekta,
- zunanja ureditev in oskrba objekta z vodo, gorivom, elektriko itd.,
- okoljevarstvene zahteve,
- podatki o gasilskoreševalnih službah v bližini objekta (kategorizacija, oddaljenost, čas prihoda itd.),
- način nadzora in upravljanja objekta,
- tržna vrednost objekta in vsebine objekta,
- druge značilnosti objekta, kakršne so zgodovinska in kulturna dediščina in
- časovni roki izdelave projekta.

Seznanjanje z značilnostmi objekta zahteva sodelovanje projektanta z investitorjem oz. lastnikom, naročnikom, arhitektom, uporabniki in predstavniki javnih služb (npr. inšpekcijske službe). Le tako zagotavlja ustrezne in verodostojne podatke.

## 6.2 Opredelitev ciljev

Naslednji korak pri projektiranju požarne varnosti z inženirskimi metodami je opredelitev ciljev performančnega projektiranja. V projektu je s svojimi cilji vselej udeleženih več strani. Projektant PV mora biti pri opredelitvi ciljev pazljiv, saj cilji med seboj pogosto tekmujejo ali si nasprotujejo. Lastnik objekta, denimo, si lahko za cilj zastavi poceni izgradnjo objekta in minimalne zahteve pasivne požarne varnosti. Po drugi strani ima lahko uporabnik za cilj večjo varnost objekta, saj bo v objektu hranil dobrine, nekajkrat dražje od vrednosti celotnega objekta.

Cilji se v glavnem ločijo na: cilje, ki so neposredno povezani z zagotavljanjem požarne varnosti, kamor prištevamo: zagotoviti varnost ljudi, zavarovati lastnino, zagotoviti neprekinjen proizvodni in tehnološki proces, in tako imenovane druge cilje, ki so z zagotavljanjem požarne varnosti povezani posredno. Mednje sodijo varovanje npr. zgodovinskih objektov, varovanje okolja, maksimalna fleksibilnost objekta, večja varnostna zavest zaposlenih itd.

Projektant, ki uporablja performančni način projektiranja, mora opredeliti prednostne cilje, saj ti omogočajo opredelitev potrebnih ukrepov za zagotavljanje požarne varnosti v objektu.

## 6.3 Opredelitev performančnih meril

Performančna merila so vrednosti, ki pripomorejo k oblikovanju in h končnem ovrednotenju poskusnih požarnih scenarijev. Vezana so na že postavljene cilje. Merila morajo biti natančno določena in merljiva. Nanašajo se lahko npr. na jakost toplotnega sevanja, ki ga požar predstavlja v kW/m<sup>2</sup>, temperaturo požaru izpostavljenih stene, koncentracijo škodljivih plinov, ki nastajajo kot produkt gorenja itd.

Primeri performančnih meril so lahko:

- Temperatura pod stropom, kjer je požar, ne sme preseči 300 °C.
- Vidljivost na evakuacijskih poteh ne sme pasti pod 5 m.
- Temperatura na nezavaranem jeklenem nosilcu ne sme preseči 500 °C.
- Višina sloja brez dima ne sme biti manjša od 2 m, merjeno od tal.

Po opredelitvi performančnih meril je naloga projektanta, da izbranim merilom prilagodi ustrezne rešitve in ukrepe, ki bodo zagotovili potrebno požarno varnost v objektu. To nalogo projektant izvede z izborom možnih požarnih scenarijev, ki jih v nadaljnjem postopku vrednoti, analizira in izbere najprimernejše glede na izbrani koncept za zagotavljanje požarne varnosti.

## 6.4 Računalniški programi pri načrtovanju požarne varnosti z inženirskimi metodami

Širjenje požara v sobi nastanka v splošnem opisujeta dve vrsti inženirskih modelov:

- verjetnostni modeli in
- deterministični modeli.

### 6.4.1 Verjetnostni modeli

Uporaba verjetnostnih modelov je pogosto povezana z uporabo determinističnih modelov. Vhodne spremenljivke determinističnih modelov so pogosto statistično nezanesljive in tukaj nastopajo verjetnostni modeli. Na področju požarnega inženirstva so na splošno v rabi tri vrste verjetnostnih modelov:

- mrežni modeli,
- statistično modeliranje in
- simulacijski modeli.

#### MREŽNI MODELI

Mrežni modeli predstavljajo grafično ponazoritev poti ali dogodkov, po katerih lahko energija, predmeti, informacije itd. potujejo z ene točke ali oblike na drugo. Drevesa odločanja so tipičen predstavnik mrežnih modelov. Vsak dogodek je v drevesu odločanja opisan z dvema ali več možnostmi. Drug predstavnik mrežnih modelov so dogodkovni diagrami. Ti v primerjavi z drevesi odločanja omogočajo večjo fleksibilnost.

#### STATISTIČNO MODELIRANJE

Mrežni modeli pripisujejo posameznim spremenljivkam samo eno vrednost, statistično modeliranje pa zajema tudi porazdelitev naključnih spremenljivk. Porazdelitev je matematična funkcija, ki definira verjetnost dogodka. Nekateri bolj obsežni statistični modeli uporabljajo načela teorije verjetnosti in tako načrtujejo porazdelitev tudi dveh ali več naključnih spremenljivk. Porazdelitev spremenljivk temelji na zgodovinskih podatkih in inženirski presoji.

#### SIMULACIJSKI MODELI

Simulacijski modeli temeljijo na računalniškem modeliranju, kjer se med seboj primerja več vrst začetnih pogojev in vplivov na predvidene rezultate. Ena bolj uveljavljenih metod statistične simulacije je Monte Carlo metoda. Z uporabo te metode je pri raziskovanju razvoja požara lahko preučevan vpliv posameznih parametrov, spremenljivk in celotnih procesov.



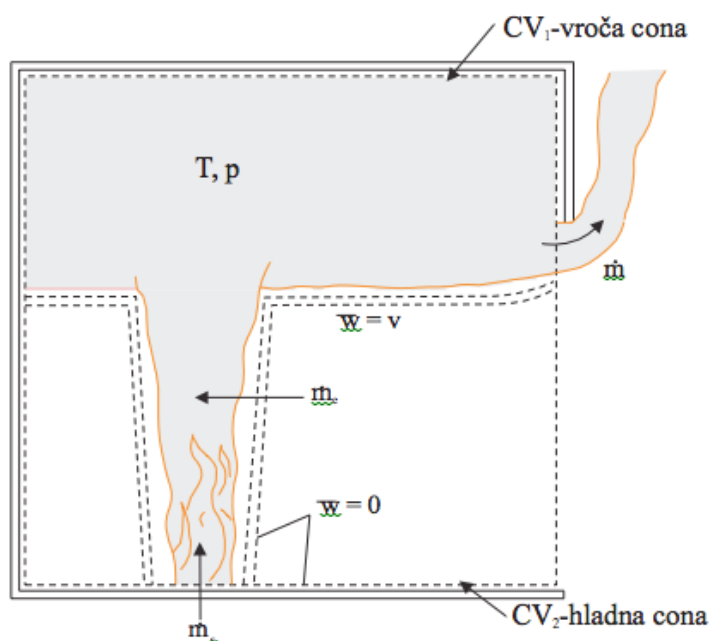
## 6.4.2 Deterministični modeli

Deterministični modeli se v osnovi lahko delijo na štiri modele:

- modeli con,
- modeli polja,
- pomožni modeli in
- računski modeli s temeljnim izračunavanjem in uporabo kalkulatorja.

### MODELI CON

Pri **modelu con** se požarno okolje izračunava z razdelitvijo vsakega požarnega sektorja na dve homogeni coni (slika 128).



**Slika 128:** Razdelitev prostora na dve coni

Prva cona je zgornja cona vročega dima, ki vsebuje produkte zgorevanja. Druga cona je spodnja cona, kjer ni dima in je hladnejša kakor vroča cona. Med razvojem požara se razmerje med conama v navpični smeri spreminja, ponavadi se večja zgornja cona. Model con se je razvil iz opažanj takšnih plasti pri obsežnih požarnih preskusih. Pri takšnih preskusih se izkaže, da sicer obstajajo razlike v pogojih znotraj con, vendar so običajno majhne v primerjavi z razlikami med conama.

Z modeli con lahko ocenimo temperaturo zgornje in spodnje plasti, položaj meje med conama, koncentracijo kisika in ogljikovega monoksida, vidljivost in pretok skozi odprtine v sektorju kot funkcijo časa. Ti podatki so lahko koristni za ovrednotenje osnovnih kriterijev varnosti v požarnem sektorju ali za oceno, kdaj lahko v prostoru nastopi požarni preskok. Model con lahko uporabimo na eni sobi z eno samo odprtino ali na več sobah z več odprtinami.

Vhodni podatki za model con so zelo odvisni od modela in od informacij, ki jih želimo dobiti iz modela. Za model con so vhodni podatki v splošnem skromni v primerjavi z modeli polja. Oblika sektorja in dimenzije odprtin so potrebne za določitev prostora in njegove okolice. Toplotne lastnosti meja sektorja so potrebne za oceno toplotnih izgub skozi stene, strop in tla. Vnesena mora biti velikost požara, vendar lahko modeli spremenijo hitrost sproščanja toplote glede na koncentracijo kisika v sektorju, ki se zmanjša zaradi gorenja. Nekateri modeli con upoštevajo tudi vpliv mehanskega prezračevanja, kar pomeni, da je treba vnesti tudi pretok ventilatorja in položaj vhodnih in izhodnih prezračevalnih odprtin.

## MODELI POLJA (CFD MODELI)

**Model polja** se uporablja za oceno razvoja požara v prostoru z numeričnim reševanjem enačb za ohranitev gibalne količine, mase, energije, difuzije, snovi itd. pri požaru. Pri tem ponavadi uporabimo diferenčno metodo, metodo končnih elementov ali metodo robnih elementov. Te metode niso značilne samo v požarni varnosti, uporabljajo se tudi v letalstvu, strojništvu, konstrukcijski mehaniki, ekološkem inženiringu, če navedemo samo nekatere. Modeli polja razdelijo prostor na veliko število prostorskih elementov in rešujejo ohranitvene enačbe v vsakem izmed teh elementov posebej. Čim več je elementov, bolj natančna je rešitev. Število elementov opredeljuje gostota mreže. Rezultati so tridimenzionalni in so bolj podrobni kakor pri modelih con.

Čeprav modeli polja ponujajo zelo podrobne ocene vplivov požarnega okolja v sektorju, lahko traja računalniški izračun zaradi ogromnega števila operacij, ki jih morajo opraviti, zelo dolgo. Nekatere učinke, denimo sevanje, je mogoče obdelati samo na poenostavljenem nivoju. Na splošno je ravno element sevanja v modelih polja najslabše zajet.

Kakor modeli con zahtevajo tudi modeli polja opis oblike sektorja in odprtin sektorja. Modeli polja niso omejeni na sektorje, lahko jih uporabljamo tudi za modeliranje požarov na prostem in v jaških. Z modeli polja je mogoče obravnavati tudi polkrožne geometrije. Pri večini modelov polja mora biti na začetku podana hitrost sproščanja toplote. Modeli polja ne zmanjšujejo zmeraj hitrosti sproščanja toplote glede na zmanjšanje količine kisika. Izguba toplote skozi meje sektorja se izračuna na osnovi toplotnih lastnosti mejnih materialov.

## POMOŽNI MODELI

Med pomožne modele prištevamo računske metode oz. programske pakete, ki se ponavadi povezujejo z modeli polj. To so lahko modeli za napovedovanje kemijske kinetike, pirolize ipd. Ti modeli so lahko z modeli polj povezani tako, da so sestavni del modela.

## RAČUNSKI MODELI

Četrta vrsta modelov so računski modeli, kjer uporabnik parametre o razvoju požara (višina plama, hitrost širjenja ognja, temperatura, hitrost aktiviranja sprinklerja itd) izračuna na osnovi empiričnih metod, ki jih lahko razdelimo na tri podskupine:

- metode, ki se nanašajo na gorečo snov,
- metode, ki se nanašajo na razmere v okolju in
- metode, ki zajemajo prenos toplote.

Izračunavanje hitrosti širjenja požara in energije, ki se pri gorenju sprošča, zahteva poznavanje vrste in količine gorljive snovi. Podatki za tipične snovi so podani v literaturi. Količina energije, ki se pri gorenju sprošča, je odvisna tudi od količine za gorenje potrebnega kisika. Stopnja prezračevanja v prostoru je podatek, ki pripomore k boljši oceni količine energije, ki se sprošča pri gorenju. Presežek gorljive snovi bo ob prisotnosti kisika iz okolice izgoreval zunaj sobe nastanka in tako predstavljal še dodatno nevarnost.

### 6.5 Splošne zahteve za izbor računalniškega modela

Uporaba modela mora temeljiti na požarnem scenariju.

Ob izboru računalniškega modela in njegove primernosti za načrtovanje ukrepov požarne varnosti mora uporabnik zagotoviti, da:

- je model primeren za obravnavani problem (npr. požarni scenarij),
- model izpolnjuje v scenariju podane zahteve in
- je bil izbrani računalniški model ustrezno ocenjen in verificiran.

*Pred uporabo modela je treba definirati namen in cilj uporabe računalniškega modela.*

Uporabnik računalniškega modela mora:

- oceniti požarno nevarnost in požarno tveganje,
- opredeliti, ali je uporaba računalniškega modela glede na namen in cilj ter oceno požarne nevarnosti primerna, in
- navesti, kateri modeli so primerni za reševanje problema.

*Po izboru ustreznega modela mora uporabnik:*

- opredeliti in dokumentirati vse predpostavke,
- opredeliti in dokumentirati spremenljivke, ki jih je vnesel v model,
- opredeliti in dokumentirati vse vhodne podatke, ki jih je vnesel v model; ob navedbi vhodnih podatkov, je treba navesti vir podatkov, standardne metode, ki so bile uporabljene za pridobivanje podatkov in oceno zanesljivosti podatkov ter
- ovrednotiti rezultate in jih, če je mogoče, primerjati z rezultati požarnih preskusov ali rezultati, pridobljenimi s podobnim modelom.

Če podatkov za primerjavo ni, je treba na pridobljenih podatkih opraviti analizo občutljivosti.

Analiza občutljivosti modela predstavlja proučevanje vplivov sprememb vhodnih parametrov modela na rezultate, ki jih daje model.

Analiza občutljivosti se uporablja za:

- identifikacijo dominantnih spremenljivk v modelih,
- določanje sprejemljivega razpona vrednosti vsake vhodne spremenljivke,
- dokazovanje občutljivosti izhodnih spremenljivk na spreminjanje vhodnih podatkov,
- informiranje in opomin možnim uporabnikom o stopnji previdnosti, potrebni pri izbiri vhodnih podatkov in uporabi modela ter
- vpogled, katere parametre je treba spremljati pri požarnih preskusih.

## 6.6 Pridobivanje ustreznih podatkov za uporabo računalniškega modela

Uporabnik mora pred zagonom računalniškega modela zagotoviti verodostojne vstopne podatke.

Običajno sta uporabniku na voljo dve poti, po katerih lahko pride do podatkov:

- podatki so shranjeni v knjižnicah, ki jih uporablja računalniški model,
- podatke je treba pridobiti s pomočjo literature ali praktično v požarnem laboratoriju.

Ob uporabi podatkov, ki so zajeti v knjižnici podatkov, mora uporabnik zagotoviti, da so ti podatki odsev zadnjega stanja tehnike oz. da je računalniški model nadgrajen z najnovejšo razpoložljivo knjižnico podatkov.

Pridobivanje podatkov s pomočjo literature predstavlja uporabo knjig, priročnikov, člankov in spletnih virov. Kadar se za pridobivanje podatkov izvaja preskus v požarnem laboratoriju (ali se uporablja rezultate požarnega preskusa), ga mora registrirati oz. priznati EGOLF (*European Group of Organisations for Fire Testing, Certification and Inspection* – Združenje evropskih požarih laboratorijev) oz. druge mednarodno priznane ustanove. Polnopravni član EGOLF je tudi požarni laboratorij ljubljanskega Zavoda za gradbeništvo.

## 6.7 Preverjanje modela

Uporaba računalniškega modela zahteva preverjanje postopkov dela, rezultatov in sklepov. Kljub ustrezno izbranemu, nastavljenemu in ovrednotenemu modelu se v modelu lahko pojavijo napake.

Metode za odkrivanje napak v modelu se lahko razvrstijo na naslednji način:

- pregled teoretičnih osnov modela,
- primerjava med modeli,
- empirična potrditev,
- preverjanje računalniškega programa,
- preverjanje numerične natančnosti in
- analiza občutljivosti.

## **PREGLED TEORETIČNIH OSNOV MODELA**

Pri kompleksnih modelih mora teoretične osnove pregledati eden ali več strokovnjakov, ki poznajo kemijske in fizikalne osnove nastanka in razvoja požara in niso sodelovali pri pripravi modela. V pregledu je treba oceniti popolnost dokumentacije, predvsem glede predpostavk in približkov. Na tej stopnji je treba presoditi, ali je v dostopni literaturi dovolj znanstvenih dokazov, ki upravičujejo izbrani način in predpostavke. Prav tako je treba glede natančnosti in uporabnosti v kontekstu modela oceniti podatke za konstante in izbrane vrednosti.

## **PRIMERJAVA Z DRUGIMI PROGRAMI**

Napovedi modela, ki se preverja, se primerjajo z napovedmi drugih modelov pri enakih podatkih. Če so šli ti drugi programi skozi proces potrditve, se z njimi lahko presoja program, ki se preverja. Če se primerjave med modeli uporabljajo previdno in preudarno, lahko odkrijejo področja, na katerih programi niso primerni.

## **EMPIRIČNA VERIFIKACIJA**

Primerjava napovedi modela z eksperimentalnimi podatki je postopek, s katerim uporabnik lahko napove zanesljivost uporabljenega modela. To je predvsem pomembno pri ocenjevanju kompleksnih modelov. Z empiričnim preverjanjem se lahko preskusi, ali je predstavitev pojava, ki se slabo razume ali ne razume popolnoma (npr. gibanje dima in čas aktiviranja javljalnika ali sistema za gašenje v visokih atrijih), v modelu (programu) primerna za uporabo v programu.

Požarni preskusi, namenjeni primerjavi z matematičnimi modeli požara, morajo biti skrbno načrtovani, izpeljani in dokumentirani.

Uporabniki modelov se morajo glede podrobnih informacij o preskusnih postopkih in natančnosti uporabljenih naprav sklicevati na dokumentacijo preskusnega laboratorija. Podatki, pridobljeni iz požarnih preskusov, se shranjujejo in so dostopni za uporabo v računalniških modelih, programih za risanje in za pisanje poročil.

## PREVERJANJE PROGRAMOV

Pri odkrivanju nepravilnosti in nedoslednosti se struktura programa lahko preverja ročno z enostavnimi enačbami ali z uporabo programov za preverjanje.

Zaupanje v zanesljivost programa se poveča, če so metode in postopki, uporabljeni pri preverjanju programa, skupaj z odkritimi pomanjkljivostmi jasno identificirani in navedeni.

## NUMERIČNA NATANČNOST

Matematični modeli so običajno izraženi v obliki diferencialnih in integralnih enačb. Pri preverjanju kompleksnih modelov je analitične rešitve težko ali nemogoče dobiti. Za približne rešitve so potrebne numerične metode. Uporabljene algoritme je treba preveriti, saj lahko uporabnik le tako zagotovi, da zmerom dovolj natančno in stabilno konvergirajo k realni rešitvi.

Pri tem se lahko pojavijo problemi, če je velikostni red spremenljivk zelo različen. Pri dobrih algoritmih so spremenljivke določene tako, da so po možnosti istega velikostnega reda.

Preverjanje stopnje konvergence s ponavljanjem računov pri različnih korakih diskretizacije lahko poveča zaupanje v numerično metodo. Če se napake z zmanjševanjem koraka zmanjšujejo, je metoda konsistentna.

Večina kompleksnih programskih paketov vsebuje diagnostične informacije o naraščanju zaostalih napak pri vsaki rešeni enačbi. Te informacije naj uporabniku rabijo za sprotno preverjanje delovanja modela. Med diagnostične informacije o naraščanju napak štejejo npr. podatki o:

- celotnemu ravnotežju mase in energije, ki mora biti v celotnem področju računanja v sprejemljivih mejah;
- izstopnem masnem toku iz požarnega sektorja, ki mora biti v ravnotežju z vstopnim masnim tokom;
- toploti, ki je prešla v konstrukcijo, skupaj s toploto, izgubljeno iz požarnega sektorja oz. računskega območja skozi njegove odprtine; biti mora v ravnotežju s toploto, ki je nastala v požaru.

Pomembno je doseči, da se rešitev »lepo obnaša«. Zagotoviti je na primer treba, da ne vsebuje lažnih oscilacij, da so lastnosti vira požara, posebno njegov vzgonski tok in dolžina plamenov, pravilno simulirane in da so napovedane temperature pri oddaljevanju od kemijske reakcije nižje kakor pri izvoru požara. Če se pojavijo problemi take narave, mora uporabnik premisliti o zmanjšanju mrežnih razdalj in/ali časovnega intervala.

Ob uporabi računalniških modelov se lahko pojavijo primeri, ko računalniška simulacija z modeli polja kaže na nepričakovano obnašanje. Če je le mogoče, je zato nujno preveriti numerično rešitev z znanimi preprostimi numeričnimi metodami.

## ANALIZA OBČUTLJIVOSTI

Analiza občutljivosti modela je skrbno proučevanje, kako spremembe parametrov modela vplivajo na rezultate, ki jih daje model.

Napovedi modelov so lahko občutljive na nezanesljivost vhodnih podatkov, na raven strogosti pri modeliranju ustreznih fizikalnih ali kemijskih pojavov in na uporabo neustreznih numeričnih postopkov.

Dobro načrtovana in izpeljana analiza občutljivosti se uporablja za:

- identifikacijo dominantnih spremenljivk v modelih,
- določanje sprejemljivega razpona vrednosti vsake vhodne spremenljivke,
- dokazovanje občutljivosti izhodnih spremenljivk na spreminjanje vhodnih podatkov,
- informiranje in opomin možnim uporabnikom o stopnji previdnosti, potrebni pri izbiri vhodnih podatkov in uporabi modela in
- vpogled, katere parametre je treba spremljati pri požarnih preskusih v velikem merilu.

Razlikovati je treba tudi med notranjimi in zunanji parametri modela. Iz prvih je razvidno, kako dobro fizikalne in matematične zakonitosti, uporabljene v modelu, odsevajo dejansko obnašanje požara, zato jih je treba preveriti.

## OBSEG PREVERJANJA

Obseg, do katerega uporabnik in tretje osebe preverjajo model, je odvisen od kompleksnosti modela in obsega vseh predpostavk in algoritmov.

Obseg preverjanja je lahko odvisen tudi od posledic napak. Pri nekaterih konceptih so pripadajoči varnostni faktorji taki, da napake pri modeliranju niso pomembne. V drugih primerih je lahko prav nasprotno.

Na splošno imajo majhne spremembe v začetnih predpostavkah (npr. v hitrosti naraščanja požara) veliko večji vpliv kakor napake in nezanesljivost dobro zasnovanega modela.

## 6.8 Priprava poročila o uporabi računalniškega modela

Uporabnik računalniških modelov na področju požarne varnosti mora o uporabi modela pripraviti pisno poročilo, ki obsega:

### Informacije o programu:

- polno in skrajšano ime programa,
- podatke o avtorju oz. izdajatelju programa,
- podatke o nosilcu licence oz. omejitvah uporabe programa,
- osnovni tehnični opis programa,
- minimalne zahteve za strojno opremo in
- podatke o nadgradnjah osnovnega programa.

### Informacije o uporabniku programa:

- priimek in ime,
- registracija pri IZS ali ustanovi, ki jo določi pristojno ministrstvo,
- podatki o osnovni izobrazbi,
- podatki o usposabljanjih, povezanih z uporabo računalniškega modela na področju požarne varnosti in
- referenčna lista o poprejšnjih uporabah računalniškega modela.

### Vhodne podatke, uporabljene v modelu:

- podrobne informacije o virih za pridobivanje vhodnih podatkov,
- predpostavke, ki morajo biti utemeljene in
- podroben opis računskih metod ali drugih modelov, ki se uporabljajo za pridobivanje oz. izračun vhodnih podatkov.

### Rezultate:

- prikaz rezultatov v numerični in grafični obliki,
- kratko oceno rezultatov glede na vhodne podatke in
- primerjavo rezultatov s požarnimi preskusi ali z izračuni s podobnimi modeli.

## 6.9 Primeri in kratek opis nekaterih modelov za simuliranje požarov

### MODELI CON

Nazivi modelov con, uporabnih na področju požarne varnosti, so navedeni v *preglednici 26*. Nekaj bolj znanih in med stroko sprejetih modelov je v nadaljevanju tudi podrobneje opisanih.



**Preglednica 26:** Seznam modelov con

ARGOS	ASET	ASET-B	BRANZFIRE
BRI-2	CALTECH	CCFM.VENTS	CFAST/FAST
CFIRE-X	CiFi-2002	CISNV	COMPBRN-III
COMPBRN-III	COMPF2	DACFIR-3	DSLAYV
FASTlite	FFM	FIGARO-II	FIRAC
FireMD	Firepro	FIREWIND	FIRIN
FIRM-2002	FIRST	FLAMME-S	FMD
HarvardMarkVI	HEMFAST	HYSLAV	IMFE
MAGIC	MRFC	NAT-2002	NBS
NRCC1	NRCC2	OSU	Ozone
POGAR	RADISM	RFIRES	R-VENT
SFIRE-4	SICOM	SMKFLW	Smokepro
SP	WPI-2	WPIFIRE	ZMFE

**ASET** – program je namenjen izračunu temperature in položaja vroče zgornje ravni dima v sobi ob zaprtih vratih in oknih. ASET lahko rabi za opredelitev kritičnega časa, ko postane prostor za uporabnike in lastnino nevaren. Vhodni parametri programa so podatki o toplotnih izgubah, višini goriva nad tlemi, merilu za stopnjo tveganja in odkrivanje požara, višini stropa, talni površini in toploti, ki se sprošča pri gorenju. Izhodni (izračunani) parametri programa so: temperatura, gostota in (opcija) koncentracija produktov gorenja v dimni ravni glede na čas ter kritični čas, ko postane prostor za uporabnike in lastnino nevaren.

**ASET – B** – program je skržena verzija ASET programa. Namenjen je uporabi na osebnih računalnikih. Vhodni parametri programa so podatki o toplotnih izgubah, višini plamena, višini stropa, talni površini, času trajanja simulacije in toploti, ki se sprošča pri gorenju. Izhodni (izračunani) parametri programa so: temperatura, gostota v zgornji vroči plasti. Program je napisan v programskem jeziku BASIC.

**CFAST** – CFAST je tipičen primer modela con. Rabi za napoved parametrov okolja v primeru objekta z več oddelki. Napovedi vsebujejo razvoj požara in širjenje dima. Uporabnik programa mora vnesti podatke o tlorisnih površinah in prezračevalnih odprtinah. Program omogoča izračun ocene širjenja dima v objektu z do 18 prostori, 18 prezračevalnimi jaški in 5 ventilatorji. Program omogoča hkratno uporabo več virov požara. Za pomoč uporabniku so programu dodane nekatere termofizikalne lastnosti gradbenih in zaključnih materialov v gradbeništvu. Uporabnik lahko izbira temperaturo, tlak in hitrost pretoka zraka v prostoru. Vhodni podatki programa so: geometrija prostora, termofizikalne lastnosti stropa, sten in tal, značilna izguba mase pri gorenju začetnega požara ter količina produktov zgorevanja na časovno enoto.

Program računa temperaturo v zgornji in spodnji ravnini, višino vroče (zgornje) ravnine, količino toplote, ki se sprošča ob požaru, sevalno toploto, ki jo zgornja raven oddaja na tla, količino toksičnih in korozivnih produktov gorenja ter možnost vžiga ciljnega (v požarnem scenariju izbranega) predmeta. Program je napisan v programskem jeziku FORTRAN in je brezplačen.

**COMPBRN III** – program je v glavnem namenjen uporabi v povezavi z verjetnostnimi modeli in rabi za oceno tveganja v nuklearnih elektrarnah. Model temelji na predpostavki o nastanku razmeroma majhnega požara v velikem prostoru ali obstoju velikih požarnih obremenitev v fazi nastanka in razvoja požara. Program temelji na termodinamičnih lastnostih elementov v prostoru in podatkih o temperaturah za vžig. Izhodni (izračunani) parametri programa so: količina toplote, ki se sprošča pri gorenju, temperatura in debelina zgornje vroče plasti, hitrost odgorevanja mase za posamezna goriva in toplotni tok na mestih, ki jih določi uporabnik.

**COMPF 2** – program rabi za izračun značilnih parametrov faze požara po požarnem preskoku. Prilagojen je za en objekt, predpostavlja pa z razvojem požara pogojeno prezračevanje skozi ena vrata ali okno. Program je namenjen za dimenzioniranje načrtovanega požara in analiziranje požarnih preskusov. Izhodni (izračunani) parametri programa so temperature plinov in toplotnih pretokov. S programom je mogoče ovrednotiti les, termoplastične materiale in tekoče gorljive snovi. Program je napisan v programskem jeziku FORTRAN.

**FIRST** – program napove razvoj požara in razmere ob požaru v prostoru. Uporabnik izbere vrsto požara in način vžiga. Program izračuna hitrost ogrevanja in možnost za vžig na največ treh izbranih »tarčah«. Vhodni podatki so: geometrija prostora in odprtih, termofizikalne lastnosti stropa, sten, izbranega goriva in tarč. Opredeljena mora biti raven nastajanja saj in ostalih produktov gorenja. Moč požara je lahko opisana s hitrostjo odgorevanja mase ali osnovnimi podatki o gorivu. Izhodni (izračunani) parametri so: temperatura, debelina in gostota vroče in hladne plasti v prostoru. Program podaja tudi temperature na površini izbranih predmetov ali sten, tal oz. stropa. Program je napisan v programskem jeziku FORTRAN.

**WPI/FIRE** – program izhaja iz programov HARVARD V in FIRST in vsebuje nekaj prvin obeh. Program obravnava pretoke skozi stropne prezračevalne odprtine, aktiviranje sprinklerja ali javljalnika z dvema modeloma plamenov pod stropom, vsiljeno prezračevanje skozi prezračevalne odprtine na stropu in tleh in vmesnik za izračun izoterm in vročih mest. Program je napisan v programskem jeziku FORTRAN.

## MODELI POLJA

Izbor modelov polja je podan v *preglednici 27*. Nekaj bolj znanih in v stroki sprejetih modelov je v nadaljevanju tudi podrobneje opisanih.

**Preglednica 27:** Seznam modelov polja

ALOFT-FT	ANSYS CFX	FDS	FIRE
FLOTRAN	FLUENT	JASMINE	KAMELEON FireEx
KOBRA-3D	MEFE	PHOENICS	RMFIRE
SMARTFIRE	SOFIE	SOLVENT	SPLASH
STAR-CD	STREAM	UNSAFE	VESTA

**ANSYS CFX** – je eden od splošnih programskih paketov za simulacijo obnašanja tekočin in toplotnih problemov v tekočinah in trdninah, ki temeljijo na opisu fizikalnih polj. Uporabniku ponuja veliko funkcionalnosti za načrtovanje pasivne in aktivne požarne zaščite in za analizo različnih požarnih scenarijev. Programski paket tako omogoča simulacijo gorenja različnih plinskih, tekočih in trdnih goriv. Poleg konvekcijskega in difuzijskega prenosa toplote je na voljo tudi več modelov za simulacijo toplotnega sevanja. Programski paket prav tako vključuje modele za simulacijo generacije in transporta saj in dima. Mogoče so tudi simulacije gašenja s plini, tekočinami (npr. sprinklerji) in z gasilnimi praški. Program se še posebej odlikuje v hitrosti paralelnega računanja. V povezavi z ostalimi ANSYS-ovimi paketi nudi vezane simulacije dinamike tekočin in obnašanja trdnih konstrukcij pod vplivom toplote.

**FDS** – je specializiran programski paket za simulacijo dinamike požara v prostoru. Programski paket rešuje sistem Navier Stokesovih enačb, ima pravokotno mrežo in zgorevalni model mešalnih razmerij (*mixture fraction*). Model vsebuje osnovno bazo gorljivih snovi in podatke o glavnih konstrukcijskih elementih v objektu. Program omogoča izračun napovedi odkrivanja požara s toplotnim javljalnikom in sprinklersko šobo. Programu je dodan tudi paket za grafični prikaz rezultatov, imenovan Smokeview.

**FLUENT** – je vodilni splošni programski paket za simulacijo mehanike tekočin in toplotnih problemov. Ta programski paket je splošno razširjen v večini industrijskih sektorjev, požarnemu inženirju pa ponuja večino potrebne funkcionalnosti. Prav tako je mogoča povezava s programskim paketom ABAQUS za simulacijo trdnostnih in toplotnih problemov v konstrukcijskih strukturah. Osnova programskega paketa FLUENT temelji na dveh ločenih jedrih, ki sta namenjeni izračunom podzvočnih in nadzvočnih tokov. Zaradi te ločenosti so izračuni deflagracijskih in detonacijskih problemov težavni. Sama učinkovitost simulacij statičnih tokovnih polj prav tako zaostaja npr. za programskim paketom ANSYS CFX.

**JASMINE** – uporabniku prijazen program, nastal v Fire Research Station v Veliki Britaniji. Model rabi za analizo gibanja dima. Namestitev programa je možna na računalniku VAX. Program je drag, dodatne informacije so na voljo na spletni strani: [www.bre.co.uk/frs/frs2\\_1.html](http://www.bre.co.uk/frs/frs2_1.html).

**KAMELEON FIRE Ex** – tridimenzionalni model polja za analizo »razlitega« požara. Program je napisan v programskem jeziku FORTRAN, namestitev je možna na osebem računalniku preko DOS-a ali UNIX-a. Program je na voljo pri načrtovalcu SINTEF.

**KAMELEON II** – tridimenzionalni model za izračun gibanja dima in toksičnih plinov v kompleksnih prostorih (več prostorov, odprti prostori). Namestitev programa je možna na osebem računalniku preko DOS-a ali UNIX-a. Program je na voljo pri načrtovalcu SINTEF.

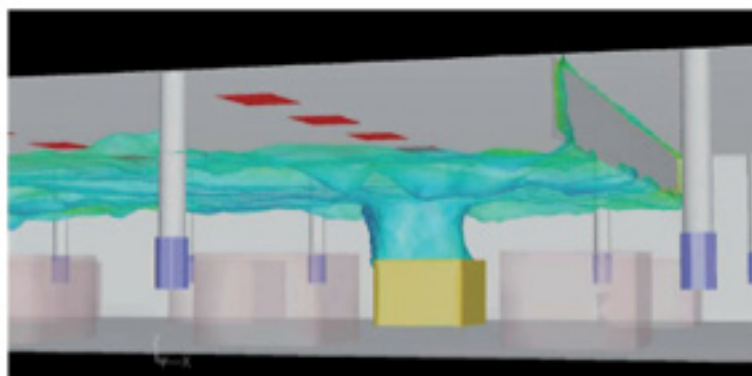
**KOBRA – 3D** – tridimenzionalni model za izračun hidrodinamičnih tokov v prostoru. Namestitev programa je možna na osebem računalniku. Program je na voljo pri načrtovalcu Intellex GmbH.

**SMARTFIRE – CFD** model, razvit na univerzi v Greenwichu. Program je uporabniku prijazen, njegova uporaba pa zahteva nekaj osnovnih znanj o CFD modelih.

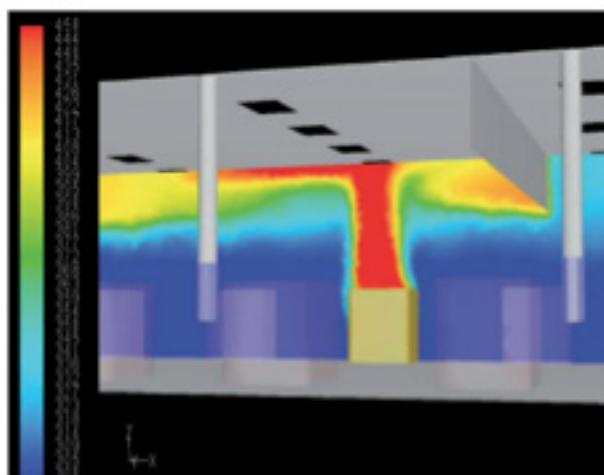
Dodatne informacije o programu so na voljo na spletni strani: [fseg.gre.ac.uk/fire/lsmrt.html](http://fseg.gre.ac.uk/fire/lsmrt.html)

**SOFIE** (*Simulation of Fires in Enclosures*) – program, ki je nastal na univerzi v Cranfieldu, vsebuje množico aplikacij, uporabnih na področju požarne varnosti. SOFIE je model polja s  $k-\sigma$  turbulentnim modelom. Temelji na izračunih Navier Stokesovih enačb z upoštevanjem Reynoldsovega povprečja. V model so vključeni popravki, potrebni zaradi vzgona.

**STAR-CD** – je splošni programski paket za simulacijo mehanike tekočin in toplotnih problemov. Še posebej je razširjen v Evropi. Po funkcionalnosti zaostaja za ostalima dvema paketoma (ANSYS CFX in FLUENT). Program ima že vključene osnovne modele obnašanja trdne strukture, vendar pa se le omejeno navezuje na druge pakete za simulacijo strukturne mehanike. Podjetje, ki je izdelalo program (Adapco), prav tako razvija simulacijska orodja, ki omogočajo numerične simulacije preko internetnega vmesnika, kar zmanjšuje potrebno začetno investicijo v strojno in programsko opremo.



**Slika 129:** Primer računalniške simulacije požara in širjenja dima po prostoru



**Slika 130:** Prostorski prikaz izračunane temperature v simuliranem požaru

## 7. HIDRANTNA OMREŽJA IN DVIŽNI VODI

Ukrepi požarne varnosti za naprave za gašenje in dostope gasilcev morajo vsebovati določila za:

1. notranje hidrante (suhi, mokri),
2. suhe dvižne vode,
3. zunanje hidrante (na gradbeni parceli, javno vodovodno omrežje),
4. zagotovitev skupne požarne vode za vse sisteme gašenja,
5. določitev gasilnikov,
6. načrtovanje neoviranega in varnega dostopa za gašenje in reševanje,
  - postavitvene površine za gasilska vozila ob stavbi,
  - dvigala za gasilce,
7. nadzor vpliva požara na okolico.

Glavne izraze lahko opredelimo:

- **Voda za gašenje** je voda, ki je namenjena za gašenje požara.
- **Neposredno gašenje požara** je gašenje požara z uporabo zunanjega hidrantnega priključka, cevi in ročnika, ne da bi uporabili gasilno vozilo in njegovo opremo.
- **Javni vodovodni sistem** je sklop objektov, naprav in omrežja, ki so namenjeni pridobivanju, tehnološki obdelavi, transportu in razdelitvi vode porabnikom. Je hidravlično ločen od ostalih vodovodnih sistemov in ga upravlja en upravljavec.
- **Požarni bazen** je objekt, ki je namenjen zbiranju in skladiščenju zahtevanih količin vode za gašenje.
- **Notranji hidranti** so priključki za gašenje z vodo v stavbi.
- **Zunanje hidrantno omrežje** so vsi gradbeni objekti in/ali naprave, s katerimi se voda za gašenje po cevovodih dovaja od vira vode za gašenje do zunanjih hidrantnih priključkov, ki se uporabljajo za neposredno gašenje požara ali pa se nanje priključijo gasilna vozila z vgrajenimi črpalkami ali prenosne gasilne črpalke.
- **Suho zunanje hidrantno omrežje** je zunanje hidrantno omrežje, v katerem v normalnih razmerah ni vode.
- **Mokri dvižni vod** je v stavbi vgrajen cevovod za vodo za gašenje, ki je neposredno povezan s cevovodom za oskrbo stavbe s pitno vodo in je zato pod stalnim tlakom.
- **Suho/mokri dvižni vod** je v stavbi vgrajen cevovod za vodo za gašenje, ki je posredno povezan s cevovodom za oskrbo stavbe s pitno vodo.
- **Suhi dvižni vod** je dvižni vod, s katerim dovajajo vodo za gašenje izključno gasilci za svojo uporabo.
- **Industrijsko notranje hidrantno omrežje** je notranje hidrantno omrežje, ki ga je možno oskrbovati z vodo posredno iz požarnih bazenov z vodo za gašenje s črpalkami za vzpostavljanje ustreznega tlaka.
- **Daljinsko krmiljena postaja** je naprava, ki je namenjena polnjenju in praznjenju suho/mokrega dvižnega voda.
- **Stalni postroj** so gradbeni objekti in/ali stalno vgrajene naprave, s katerimi se omogoča odvzem vode za neposredno gašenje požara iz vira vode za gašenje.

- **Začasni postroj** za zajemanje vode za gašenje je postroj za neposredno gašenje požara ali za neposredno napajanje hidrantnega omrežja z uporabo prenosnih gasilnih črpalk ali gasilnih vozil z vgrajeno črpalko.
- **Naprava za dvig/spust tlaka** je naprava, ki za določeno vrednost zviša/zniža tlak v cevovodu ob stalnem pretoku.
- **Tlak** v cevovodu je nadtlak glede na atmosferski tlak. V mirovanju vode je to statični tlak, pri pretoku vode pa dinamični tlak. Praviloma je statični tlak vselej višji od dinamičnega.
- **Statični tlak** je nadtlak v cevovodu, ki ga izmerimo, ko medij v cevovodu miruje.
- **Dinamični tlak** je nadtlak v cevovodu, ki nastane pri pretoku medija v cevovodu. Merimo ga s Pitot-Prandtlovo cevjo.
- **Obratovalni (delovni) tlak** je tisti dinamični tlak, pri katerem je dosežen načrtovani pretok.

## 7.1 Vodni viri

Ob gradnji objekta je treba zagotoviti tudi oskrbo z vodo, ki se pri večini požarov uporablja za gašenje in hlajenje. Za ustrezen vir za oskrbo z vodo za gašenje velja vsak vir, katerega zmogljivost in izdatnost lahko zagotovi zahtevano količino vode za gašenje. To se da zagotoviti iz javnega ali posebnega vodovoda, s postavljanjem črpališč na naravnih vodnih virih (potoki, reke, jezera) ali z gradnjo posebnih rezervoarjev. Med ustrezne vire za oskrbo z vodo za gašenje štejemo izčrpne in neizčrpne vodne vire (slika 131). Med **izčrpne vodne vire** sodijo javno vodovodno omrežje, požarni bazeni, gasilske cisterne ipd. Med **neizčrpne vodne vire** štejemo naravne in umetne vodne vire, denimo reke, jezera, ribnike, morje ali vodnjake.



Slika 131: Viri vode za gašenje

Pri zagotavljanju zahtevane količine vode za gašenje je treba preveriti, v kolikšni meri je možno vodo za gašenje dobiti iz lastnih oskrbovalnih naprav in kakšne količine vode se zajemajo iz javnega vodovodnega omrežja.

Med ustrezne vire za oskrbo z vodo za gašenje štejemo:

- **Javno vodovodno omrežje**

Je sklop objektov, naprav in omrežja, ki so namenjeni pridobivanju, tehnološki obdelavi, transportu in razdelitvi vode porabnikom. Hidravlično je ločen od ostalih vodovodnih sistemov in ga upravlja en upravljavec. Za uporabo javnega vodovodnega omrežja je potrebno soglasje upravljavca, ki z njim zagotovi potrebno količino vode in dinamični tlak.

- **Požarni bazen**

Je objekt, ki je namenjen izključno zbiranju in skladiščenju potrebnih količin vode za gašenje. Voda je v njem shranjena pod atmosferskim tlakom. Požarni bazen se lahko napaja iz virov vode za gašenje ali z atmosfersko (meteorno) vodo.

- **Neizčrpen vodni vir**

Med neizčrpane vodne vire štejemo naravne in umetne vodne vire, kakršne so reke, jezera, ribniki, morje in vodnjaki. Za njihovo uporabo je potrebno vodno soglasje po Zakonu o vodah. Za dimenzioniranje je pomemben podatek o 100-letnih vodah.

Za vsak vodni vir mora biti zagotovljena:

- izdatnost vira vode za gašenje,
- zanesljivo delovanje sistema za oskrbo z vodo za gašenje,
- uporabnost in dostopnost vira vode za gašenje in sistema za oskrbo z vodo za gašenje.

Pri uporabi vode za gašenje je treba najprej ugotoviti, v kolikšni meri se lahko voda zajema iz odprtih vodotokov, ribnikov, vodnjakov, zbiralnikov itd., ali pa jo je treba jemati iz javnega vodovodnega omrežja.

Projektant mora preveriti, katera sredstva za gašenje požarov bodo uporabljena na nekem območju. Na območju, kjer je izkazana potreba po vodi za gašenje požarov, mora projektant preveriti, v kakšni količini se lahko ta voda zagotovi iz odprtih vodotokov, vodnjakov, ribnikov, umetnih vodnih teles oziroma iz javnega vodovodnega omrežja. Določi se ekonomsko najugodnejša rešitev za zagotavljanje vode za gašenje, pri čemer so neizčrpani viri vode zunaj vodovodnega omrežja še posebej pomembni.

Količina vode za gašenje požarov, ki se odvzema iz javnega vodovodnega sistema, je odvisna od razpoložljivih količin vode v vodovodnem omrežju, pretočne sposobnosti cevovodov in stanja oskrbe s pitno vodo. Pri tem je treba posebno pozornost posvetiti preverjanju hidravličnih razmer v vodovodnem sistemu, ki ne smejo ovirati standardov oskrbe s pitno vodo.

Tako bi moral upravljavec vodovodnega omrežja k projektnim pogojem (za katere zaprosi projektant pri načrtovanju PGD) zmerom predložiti rezultate hidravličnega izračuna, torej dinamični tlak pri zahtevanem pretoku.

Zahteve za oskrbo vode za gašenje so podane in so odvisne od namembnosti objekta in nevarnosti za širitev požara. Pri ugotavljanju potrebne količine vode za gašenje požarov pa ni določen tudi način tega zagotavljanja in v kakšnih količinah bo določen vir izrabljen. Praviloma se morajo količine vode za gašenje zagotavljati za 2-urno trajanje požara.

Pri zagotavljanju zahtevane količine vode za gašenje pri varstvu stavbe pred požarom je treba preveriti, v kolikšni meri je vodo za gašenje mogoče dobiti iz lastnih oskrbovalnih naprav, požarnih bazenov, ribnikov, zajetij, vodotokov ipd. oziroma kolikšne količine vode za gašenje se lahko odvzamejo iz javnega vodovodnega omrežja. Če celotne potrebne količine vode za gašenje ni mogoče neposredno zagotoviti iz javnega vodovodnega omrežja, je treba paziti, da se iz tega omrežja ob požaru odvzame le predvidena oziroma dogovorjena količina vode. Posamezni oddaljeni objekti si lahko zahtevane količine vode za gašenje zagotovijo z rezervoarji, s požarnimi bazeni ipd. Minimalna priporočena količina zajete vode za gašenje je 30 m<sup>3</sup> oziroma je odvisna od namembnosti stavbe in požarne nevarnosti. Če se zagotavlja voda za gašenje iz javnega vodovodnega omrežja, mora za tehnične posege poskrbeti lastnik varovanega objekta. Pri tem je treba paziti, da se zaradi zastajanja vode v cevovodu kakovost vode ne poslabša pod še sprejemljivo mejo. Ukrepi in vprašanja povezana z varovanjem stavbe pred požarom, se usklajujejo z lastnikom objekta in z upravljavci javnega vodovodnega omrežja, če se voda zagotavlja iz tega omrežja.

Pogosto ni mogoče zagotavljati celotne zahtevane količine vode za gašenje iz javnega vodovodnega omrežja, ker količine vode za gašenje močno presegajo količino običajne porabe pitne vode. Ker bi v takem primeru zagotavljanje vode za gašenje iz javnega vodovodnega omrežja zahtevalo predimenzioniranje zmogljivosti (priključnine upravljavcev vodovodnih omrežij so včasih nenormalno visoke), se lahko pojavijo težave z zastajanjem vode v cevovodu in poslabšanje njene kakovosti. Če je zaželeno zagotavljati vodo za gašenje iz javnega vodovodnega omrežja, je treba preveriti transportno sposobnost cevovodov ob največji urni porabi povprečnega dne v letu. Za gašenje požara je treba zagotoviti vire vode za gašenje v območju 300 m. V vsakem samostojnem delu vodovodnega omrežja se upošteva hkratnost enega požara. Ustreznost zagotavljanja vode za gašenje iz javnega vodovodnega omrežja se določi s hidravličnim izračunom omrežja in z meritvami hidravličnih veličin na kritičnih mestih omrežja. Če ni treba zagotavljati hidravličnih razmer za posebne odjemalce, velja za primerno, če dinamični tlak v celotnem omrežju ne pade pod 1,5 bara. To pa ni dovolj za odjem na hidrantu, zato je treba v teh primerih vgraditi naprave za dvig tlaka.

Če vode za gašenje požarov ne moremo v celoti zagotoviti iz javnega vodovodnega omrežja in v bližini ni drugih neizčrpnih virov vode za gašenje, se za kritje celotne zahtevane količine vode lahko uporabijo vodnjaki, zajetja, požarni bazeni, kopalni bazeni ipd. Lokalne skupnosti lahko poleg omenjenih alternativnih virov vode za gašenje uporabljajo tudi dodatna gasilna vozila s cisternami.

Tudi slovenska smernica TSG-1 v tabeli v dodatku 2 opredeljuje potrebne količine vode za posamezne vrste stavb. V tabeli 1 omenjenega dodatka je glede na namembnost objekta podana količina vode v litrih na sekundo, potrebna za en požar v odvisnosti požarnega sektorja v stavbi. Omenjeno smernico se uporabi pri načrtovanju »po 7. členu«.



## 7.2 Metoda za določitev količine vode za gašenje

V RS trenutno ni na voljo pravilnikov za določitev količine vode za gašenje, zato lahko v primeru načrtovanja po 8. členu uporabimo razno tujo literaturo in metode. V razvojno-raziskovalni nalogi Oskrba vode za gašenje iz leta 2005 (Ministrstvo za obrambo) je podana ena od možnih metod, ki za različna tveganja omogoča dimenzioniranje minimalnih količin vode, potrebnih za začetno gašenje in gašenje gasilcev. V nadaljevanju je delno povzeta.

Osnova za dimenzioniranje oskrbe z vodo je pogasitev požara, ki je omejen na maksimalno površino požarnega sektorja, in ne pogasitev požara, ki zajame celotno stavbo. Maksimalna površina požarnega sektorja je definirana za vsako metodo v ustreznem poglavju.

**Tako določene potrebe po vodi se seštevajo s potrebami za gašenje z avtomatskimi napravami za gašenje v obravnavani stavbi (avtomatsko gašenje z vodo, sprinklerski sistemi, pena...), če se zajemajo iz istega vira. V večini primerov je bolje imeti na voljo različna vira vode.**

Posebej so obravnavane:

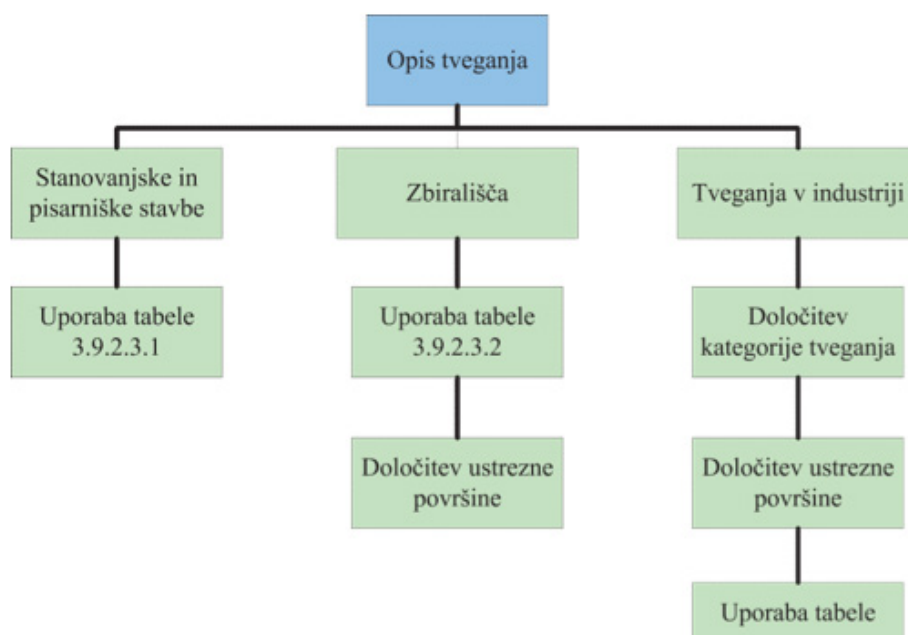
- stanovanjske in pisarniške stavbe, z zelo visokimi stavbami vred;
- stavbe, v katerih se zbirajo ljudje;
- tveganja v industriji.

Ta metoda se ne nanaša na skladišča naftnih derivatov, na kemično industrijo (ki predstavljajo posebno veliko tveganje) niti na druga posebna tveganja (klasifikacija RS – posebna tveganja v dodatku 1).

Za posebna tveganja se lahko predvidijo dodatne zahteve (druga gasila, dodatne količine vode ...).

Tveganja s posebno majhnim kaloričnim potencialom in s posebno veliko razprostranjenostjo (cementarne, jeklarne, ...) je treba obravnavati od primera do primera.

## 7.2.1 Diagram poteka metode



## 7.2.2 Požarne skupine

Glede na različno namembnost se v objektih pojavljajo različne požarne nevarnosti, ki so v neposredni zvezi z dejavnostjo in skladiščenjem materialov. Zaradi podobnih požarnih lastnosti prisotnih materialov razvrstimo objekte v požarne skupine, in sicer:

**LH** (*Light Hazard*) – manjša požarna nevarnost

**OH** (*Ordinary Hazard*) – normalna požarna nevarnost

**HH** (*High Hazard*) – velika požarna nevarnost

### LH-1 – Stanovanjske stavbe:

Enostanovanjske stavbe

Dvostanovanjske stavbe

Večstanovanjske stavbe

### LH-2 – Upravne in pisarniške stavbe:

Upravne in pisarniške stavbe brez skladišč (arhivi, papir)

### LH-3 – Zbiranje večjega števila ljudi, kjer ni večje požarne nevarnosti zaradi gorljivih materialov:

Gostinske stavbe: gostilne, restavracije, točilnice Upravne in pisarniške stavbe s skladišči arhivov Izobraževalne ustanove (šole, fakultete)

Vrtci, jasli Zdravstvene ustanove Domovi za ostarele

Hoteli in stavbe za nastanitev ljudi

Druge nestanovanjske stavbe za nastanitev ljudi (vojašnice, nastanitev policistov, gasilcev, prevzgojni domovi, zapori)

Verski objekti

Športne dvorane

**OH-1:** Gledališča

Večnamenske dvorane

Muzeji

Plesišča

Diskoteke

Garažne hiše

Razstavni avtomobilski saloni

Pekarne

Predelava živil

Slaščičarne

Predelava mlečnih izdelkov

Proizvodnja elektronike

Proizvodnja stekla in steklenih izdelkov

Pralnice perila

Obrtna dejavnost razen dejavnosti, ki so zajete pod OH-2

Storitvene dejavnosti

Postaje, terminali, stavbe za izvajanje elektronskih komunikacij

**OH-2:** Tribune in odri

Trgovske stavbe z živili in neživili

Knjižnice

Razstave

Kemične tovarne brez povečane požarne nevarnosti

Konfekcija

Destilacija Kemično čiščenje

Predelava usnja in usnjenih izdelkov

Prodaja strojev

Obdelava kovin

Tržnice

Pošte Tisk

Servisne delavnice za avtomobile

Proizvodnja in predelava tekstila

Proizvodnja tobačnih izdelkov

Žage

**HH:** HH – A: Posamezna dodatna tveganja, skupna različnim industrijam

HH – B: Prehrambena industrija

HH – C: Tekstilna industrija

HH – D: Oblačila in modni dodatki. Usnje in usnjeni izdelki

HH – E: Lesna industrija, plutovina, mizarstvo, pletarstvo

HH – F: Metalurška in strojna industrija

HH – G: Električni proizvodi

HH – H: Apno, cement, keramika, steklarne

HH – I: Anorganska kemična industrija

HH – J: Proizvodi živalskega izvora in maščobe

- HH – K: Pigmenti in barve, laki in črnila, proizvodi za vzdrževanje  
 HH – L: Voski, smole, kavčuk, plastične mase  
 HH – M: Trdne, tekoče in plinaste vnetljive snovi  
 HH – N: Kemični proizvodi, ki niso klasificirani drugje  
 HH – O: Lesne mase, papir in karton, tiskarne, knjigoveznice  
 HH – P: Gledališča, kinodvorane, koncertne dvorane in podobno  
 HH – Q: Transport  
 HH – R: Trgovine, skladišča, zaloge, različna skladišča za les in gradbeni material

### 7.2.3 Stanovanjske in pisarniške stavbe ter zelo visoke stavbe

Preglednica 28 predstavlja oskrbo z vodo za gašenje stanovanj in pisarn.

**Preglednica 28:** Oskrba z vodo – Stanovanjske in pisarniške stavbe

	LH-1	1. primer: individualne hiše največ P+1	3. primer A: H :: 22 m in razdalja od stopnišča do stanovanja :: 7 m	3. primer B: H :: 22 m in brez upoštevanja enega od pogojev 3. primera A			Opombe
		2. primer: individualne hiše večstanovajske hiše največ P+3		4. primer: H > 22 m			
	LH-2	H :: 8 m in S :: 500 m <sup>2</sup>	H :: 22 m in S :: 2000 m <sup>2</sup>		H :: 22 m in S :: 5000 m <sup>2</sup> ali visoke stavbe > 22 m ne glede na površino	S > 5000 m <sup>2</sup>	
Minimalna količina		60 m <sup>3</sup> /h	120 m <sup>3</sup> /h	120 m <sup>3</sup> /h	180 m <sup>3</sup> /h	240 m <sup>3</sup> /h	najmanjša hkrati razpoložljiva količina na področju
Število hidrantov		1×100mm	2×100 mm	2×100 mm	3×100 mm	2×100 mm in 1 z 2x 100 mm ali 1×150 mm	število nazivnih hidrantov z ozirom na najmanjšo zahtevano količino
Največja razdalja med hidranti		200 m	200 m	200 m	200 m	200 m	po prometnih poteh (promet z vozili)
Največja razdalja med 1. hidrantom in glavnim vhodom v stavbo		150 m	150 m	100 m (CS=60 m)	100 m (CS=60 m)	100 m (CS=60 m)	po utrjenih poteh (min. širina 1,8 m) CS = suhi dvizni vod (če je zahtevan)

Minimalno trajanje Razen v posebnih primerih mora oskrba z vodo trajati 2 uri

S: požarni sektor s požarno odpornostjo najmanj 1 uro, razen pri zelo visokih stavbah, pri katerih mora biti ta požarna odpornost 2 uri  
 H: višina poda najvišje etaže glede na okoliški teren

## 7.2.4 Stavbe, v katerih se zbirajo ljudje, in druge stavbe

Preglednica 29: Oskrba z vodo – Zbirališča in druge stavbe

TVEGANJE (1)	LH-3	OH-1	OH2	Vsi razredi, če je stavba opremljena s sprinklerji (6)
POVRŠINA (2)	OSKRBA Z VODO (m <sup>3</sup> /h) (3)			
:S 500 m <sup>2</sup>	60	60	60	60
:S 1000 m <sup>2</sup>	60	75	90	60
:S 2000 m <sup>2</sup>	120	150	180	120
:S 3000 m <sup>2</sup>	180	225	270	180
:S 4000 m <sup>2</sup>	210	270	315	180
:S 5000 m <sup>2</sup>	240	300	360	240
:S 6000 m <sup>2</sup>	270	330	405	240
:S 7000 m <sup>2</sup>	300	375	450	240
:S 8000 m <sup>2</sup>	330	429	495	240
:S 9000 m <sup>2</sup>	360	450	540	240
:S 10000 m <sup>2</sup>	390	480	585	240
:S 20000 m <sup>2</sup>	Obravnavati od primera do primera			300
:S 30000 m <sup>2</sup>				360
NAČELO	0 do 3000 m <sup>2</sup> : 60 m <sup>3</sup> /h za vsakih 1000 m <sup>2</sup> in za del nad zadnjim mnogokratnikom od 1000 m <sup>2</sup> > 3000 m <sup>2</sup> : dodati 30 m <sup>3</sup> /h za vsakih 1000 m <sup>2</sup> in za del nad zadnjim mnogokratnikom od 1000 m <sup>2</sup> (primer: 4300 m <sup>2</sup> se obravnava kot 5000 m <sup>2</sup> )			0 do 4000 m <sup>2</sup> : 60 m <sup>3</sup> /h za vsakih 1000 m <sup>2</sup> in za del nad zadnjim mnogokratnikom od 1000 m <sup>2</sup> , vendar največ 180 m <sup>3</sup> /h. 4 × 60 m <sup>3</sup> /h nad 10000 m <sup>2</sup> : 60 m <sup>3</sup> /h za vsakih 10000 m <sup>2</sup> in za del nad zadnjim mnogokratnikom od 10000 m <sup>2</sup>
ŠTEVILO HIDRANTOV (4)	glede na celotno zahtevano površino in razporeditev glede na geometrijo stavbe			
NAJVEČJA RAZDALJA MED HIDRANTI	200 m	200 m	200 m	200 m
NAJVEČJA RAZDALJA MED PRVIM HIDRANTOM IN GLAVNIM VHODOM (5)	150 m (CS = 60 m, če je tako zahtevano)	150 m (CS = 60 m, če je tako zahtevano)	100 m (CS = 60 m, če je tako zahtevano)	150 m (CS = 60 m, če je tako zahtevano)
MINIMALNI ČAS DELOVANJA	najmanj 2 uri.			
<p>(1) Zbirališča in kampinge je treba obravnavati od primera do primera.</p> <p>(2) Pojem površine je definiran kot razvita površina požarnega sektorja brez pregrad z minimalno požarno odpornostjo 1 ure.</p> <p>(3) Najmanjša zahtevana količina ne sme biti manjša od 60 m<sup>3</sup>/h. Pri tem gre za najmanjšo količino, ki je hkrati na voljo (4)</p> <p>(4) Število nazivnih hidrantov, ki so na voljo glede na najmanjšo zahtevano količino.</p> <p>(5) Po utrjenih poteh (najmanjša širina 1,8 m). CS = suhi dvižni vod (če je zahtevan).</p> <p>(6) Tveganje se obravnava, kakor da obstajajo sprinklerji, če:</p> <p>a. obstoja avtonomna zaščita, popolna in dimenzionirana glede na naravo skladiščenja in proizvodnje, ki dejansko poteka, po pravilih stroke in obstoječih referencah;</p> <p>b. je instalacija redno vzdrževana in pregledovana;</p> <p>c. instalacija stalno deluje.</p>				

## 7.3 Cevovodi za zunanje hidrantno omrežje

Zunanja hidrantna mreža je namenjena za oskrbo z vodo za gašenje.

Hidranti morajo biti praviloma nadzemni. Do njih mora biti zagotovljen stalen dostop. Njihova lokacija je označena s tablicami, izdelanimi skladno s standardom SIST 1007, Označevalne tablice za hidrante. Povezani morajo biti v obročast sistem cevovodov, razen pri stanovanjskih stavbah, kjer je dovoljen slep cevovod največje dolžine do 200 m.

Razdalja med hidranti se določi tako, da je mogoče požar na stavbi gasiti z najmanj enim hidrantom, za požarno zelo zahtevne stavbe pa z najmanj dvema hidrantoma. Razdalja med hidrantoma ne sme biti večja od 80 m, v naseljenih krajih, kjer so večinoma stanovanjski objekti, pa največ 150 m. Razdalja med hidranti in stavbo ne sme biti manjša od 5 m in ne večja od 80 m.

Premer hidranta mora biti najmanj DN 80.

Cevi razdelilnega cevovoda morajo ustrezati hidravličnemu izračunu, vendar njihov notranji premer ne sme biti manjši od 100 mm. Hidravlični izračun je treba priložiti že v PGD, da je možno izdati požarno soglasje in revidirati načrte.

Pred pričetkom dimenzioniranja omrežja je treba od upravljavca vodovodnega omrežja dobiti naslednje podatke:

- statični tlak na mestu priključitve,
- dinamični tlak in maksimalni pretok na mestu priključitve (za najmanj dve uri obratovanja).

Pri dimenzioniranju omrežja je treba upoštevati vse tlačne padce (izgube):

- vodomer,
- vsi zaporni ventili in zasuni,
- trenje v cevovodu,
- lokalni upori zaradi lokov, zožitev, razširitev.

Priklop in uporaba gasilske črpalke ne sme povzročiti podtlaka in s tem sesanja v ceveh javnega hidrantnega omrežja.

### 7.3.1 Kako določimo tlačni padec v cevovodu

Cevovodi morajo biti projektirani in izvedeni tako, da so pretočne hitrosti pri srednji porabi med 0,8 in 1,4 m/s, še primerno je območje med 0,5 in 2,0 m/s. Maksimalna računsko hitrost v cevovodu zunanje hidrantne mreže je 3 m/s. Za dimenzioniranje se uporablja *preglednica 30*.

Tlačni padec zaradi lokalnih uporov se izračuna za gostoto vode  $\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$ :

$$Z = 5 \cdot v^2 \cdot l \cdot \rho$$

oziroma se lahko razbere iz *preglednice 34*.

**Preglednica 30:** Dimenzioniranje cevodov zunanje hidrantne mreže po DIN 1988

Odsek	Vršni pretok	Maksimalna računsko hitrost $v_{max}$	Notranji premer cevodov	Tlačni padec v cevodu ( $R < 100$ )	Dejanska hitrost v cevodu (točka 4.1)	Dolžina cevodov računskega odseka	Lokalni upori (tabela 4.2)	Tlačni padec zaradi lokalnih uporov pri dejanski hitrosti v za $\rho = 1$	Tlačni padec zaradi lokalnih uporov, skupaj	Skupni tlačni padec v cevodu, za računski odsek $\rho \cdot X$
	$V_r$		DN	R	v	L	$\rho$	Z	$\rho \cdot X$	$L \cdot R + \rho \cdot X \cdot Z$
	(l/s)	(m/s)	(mm)	(mbar/m)	(m/s)	(m)	(---	(mbar)	(mbar)	(mbar)
skupni tlačni padec zaradi trenja v cevodu – $\rho \cdot X \cdot R =$										
tlačni padec vodomernega števca – $\rho \cdot v =$										
tlačni padec na zapornih elementih (ventili, zasuni) – $\rho \cdot p_z =$										
Skupni tlačni padec v cevodu – $\rho \cdot X \cdot p =$										

**Preglednica 31:** Tlačni padec za posamezne upore Z za koeficient lokalnega upora  
( = 1 (pri  $\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$ ) v odvisnosti od računske hitrosti v:

Računska hitrost (m/s)	Tlačni padec za $\leq 1$ (mbar)	Računska hitrost (m/s)	Tlačni padec za $\leq 1$ (mbar)
0,1	0,1	1,1	6,1
0,2	0,2	1,2	7,2
0,3	0,5	1,3	8,5
0,4	0,8	1,4	9,8
0,5	1,3	1,5	11,3
0,6	1,8	1,6	12,8
0,7	2,5	1,7	14,5
0,8	3,2	1,8	16,2
0,9	4,1	1,9	18,1
1,0	5,0	2,0	20,0

Za izračun tlačnega padca zaradi trenja se uporablja formula **Hazen-Williamsa**:

$$\Delta p = 6,05 \cdot 10^5 \cdot v^{1,85} \cdot C^{1,85} \cdot d^{4,87} \cdot L$$

**L<sub>p</sub>** – padec tlaka (bar)

**V<sub>r</sub>** – vršni pretok (l/min)

**C** – konstanta (za PE in PEHD cevi C=150)

**d** – notranji premer cevi (mm)

**L** – ekvivalentna dolžina cevi (m)

Za koeficiente lokalnega upora se uporabljajo podatki proizvajalcev cevi in armatur, če so na voljo, sicer pa *preglednica 32*.

**Preglednica 32:** Koeficienti lokalnega upora ( $\square$ ) po DIN 1988

Naziv	$\square$
odcep – ločitev toka	1,3
odcep – združitev toka	0,9
sprememba smeri 90°	0,7
reducirni element	0,4
ventil – ravnosedežni	5,0
ventil – poševnosedežni	0,7
zasun	0,3
protipovratni ventil	2,5
ventil z objemko za navrtanje	5,0



Za določitev tlačnega padca zaradi trenja se lahko za cevi DN 100 uporabi tudi *preglednica 33*.

**Preglednica 33:** Določitev tlačnega padca zaradi trenja v cevovodu DN 100 do  $v : S$  2 m/s

Pretok Vr (l/s)	Pretok Vr (l/min)	Tlačni padec v cevovodu R (mbar/m)	Hitrost v (m/s)
10	600	1,3	1,2
11	660	1,6	1,3
12	720	1,9	1,5
13	780	2,2	1,6
14	840	2,5	1,7
15	900	2,8	1,8
16	960	3,2	2,0

### 7.3.2 Določitev obratovalnega tlaka v cevovodu

Potreben obratovalni tlak v zunanjem hidrantnem omrežju se izračuna v odvisnosti od višine objekta, vendar ne sme biti manjši od 2,5 bara pri zahtevanem pretoku. Cevovod zunanje hidrantsne vode mora biti nenehno pod tlakom vode, tako da je zagotovljen stalen zanesljiv dotok vode s primernim tlakom, ki je določen s tehničnim izračunom. Omrežje cevovodov mora omogočati vsaj minimalni zahtevani pretok, pri čemer je treba upoštevati maksimalne pretoke glede na tlak na ročniku (glej *preglednico 34*).

**Preglednica 34:** Pretok skozi šobo 22 mm v odvisnosti od tlaka na ročniku (DIN 14200)

Pretok (l/s)	Pretok (l/min)	Tlak na ročniku (bar)
7,5	449	2,0
8,4	502	2,5
9,2	550	3,0
9,9	594	3,5
10,6	636	4,0
11,2	674	4,5
11,9	711	5,0
12,4	745	5,5
13,0	778	6,0
13,5	810	6,5
14,0	841	7,0
14,6	876	7,5
15,0	899	8

Višina dometa za šobo 22 mm glede na obratovalni tlak in pretok se lahko določi iz *preglednice 35*, pri čemer je upoštevano, da je višina dometa približno 3/4 dolžine dometa curka pod kotom 45°.

**Preglednica 35:** Višina dometa glede na obratovalni tlak in pretok vode

Višina dometa (m)	Obratovalni tlak na hidrantu (bar)	Minimalna količina vode na ročniku (l/s)	Minimalna količina vode na ročniku (l/min)
22	3	9,25	555
25	4	10,67	640
28	5	11,92	715
30	6	13,08	785
32	7	14,08	845
34	8	15,08	905
36	9	16,00	960
37	10	16,83	1010
38	11	17,67	1060
39	12	18,50	1110

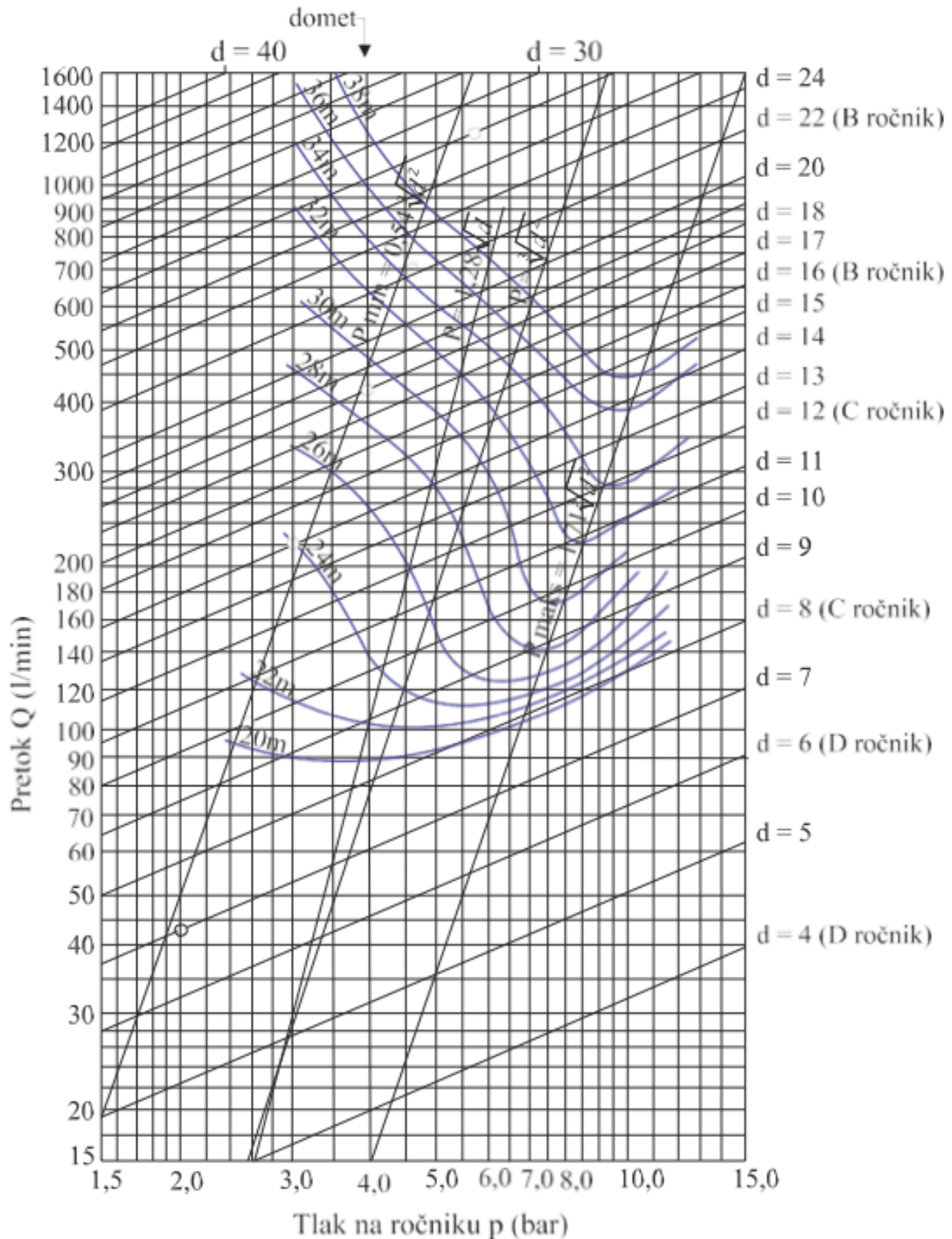
Dometa curka vode pod kotom 32° pri šobi 22 mm v odvisnosti od tlaka na ročniku je prikazan v *preglednici 36*.

**Preglednica 36:** Dometa curka vode pod kotom 32° pri šobi 22 mm v odvisnosti od tlaka na ročniku

Tlak na ročniku (bar)	Dometa (m)
3	29,0
3,5	30,5
4	33,0
4,5	34,5
5	37
6	40
7	43
8	46
9	48
10	50
11	52
12	53

Zvezo med pretokom na šobi, dometom curka glede na vrsto (dimenzijo) šobe in tlakom na ročniku prikazujejo *diagrama 5 in 6* ter *preglednici 37 in 38*.

**Diagram 5:** Pretok vode (l/min) v odvisnosti od tlaka na ročniku in premera šobe

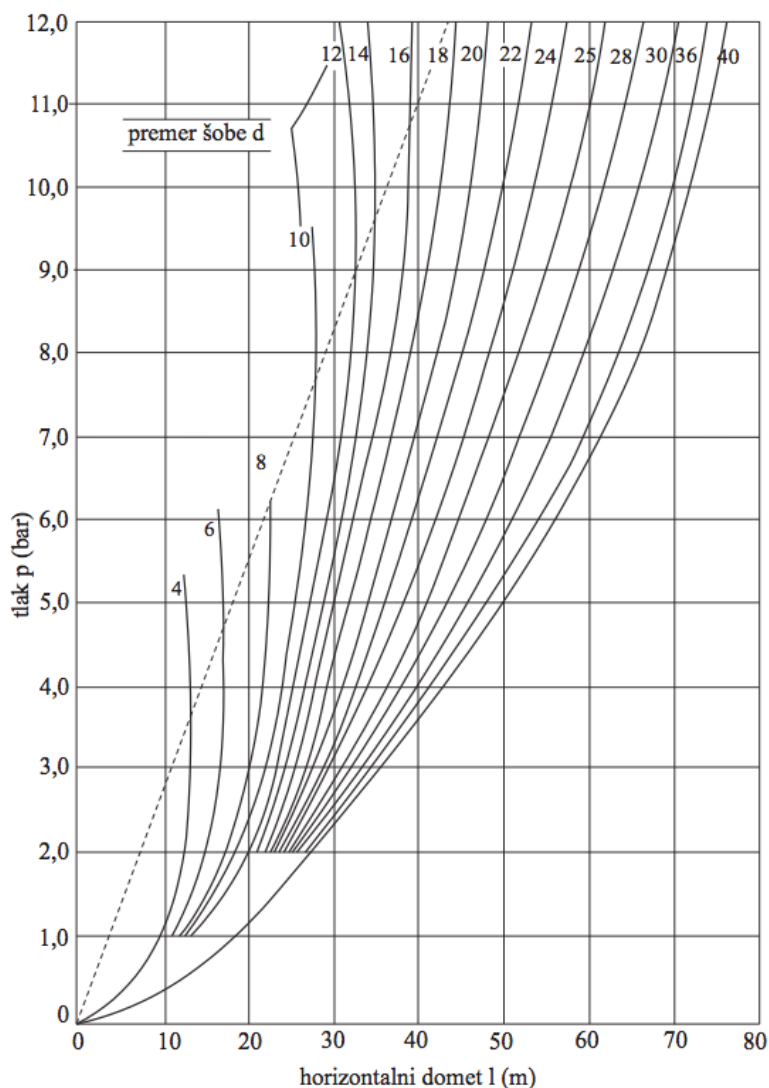


**Preglednica 37:** Pretok vode (l/min) v odvisnosti od tlaka na ročniku in premera šobe (po DIN 14200)

Premer šobe d (mm)													Tlak na ročniku (bar)
16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
167	212	262	317	378	444	515	592	673	760	852	949	1052	1,0
205	260	321	389	463	544	631	725	825	931	1044	1163	1280	1,5
236	300	370	449	535	628	729	837	952	1075	1205	1343	1488	2,0
264	335	414	502	598	703	815	936	1064	1202	1348	1502	1664	2,5
290	367	454	550	655	770	893	1025	1167	1317	1477	1615	1823	3,0
313	397	490	594	708	832	970	1107	1260	1423	1594	1777	1969	3,5
335	424	524	636	757	889	1031	1184	1347	1521	1706	1900	2105	4,0
355	450	556	674	803	943	1094	1256	1429	1613	1809	2015	2233	4,5
374	474	586	711	846	994	1153	1324	1506	1701	1908	2124	2354	5,0
392	497	615	745	888	1043	1209	1388	1579	1783	1999	2227	2408	5,5
410	519	642	778	927	1089	1263	1450	1650	1863	2089	2327	2578	6,0
427	541	668	810	965	1134	1315	1509	1717	1939	2174	2422	2684	6,5
443	561	694	841	1001	1176	1366	1566	1782	2012	2256	2513	2784	7,0
458	581	718	870	1037	1218	1412	1621	1845	2083	2335	2602	2883	7,5
473	600	741	899	1071	1258	1460	1675	1905	2151	2411	2687	2977	8,0
488	618	764	926	1104	1296	1503	1726	1964	2217	2484	2770	3068	8,5
502	636	787	953	1136	1335	1549	1777	2021	2282	2558	2850	3158	9,0
516	654	808	980	1167	1371	1590	1825	2076	2344	2628	2928	3244	9,5

**Preglednica 38:** Največji domet curka vode v odvisnosti od premera šobe in tlaka na ročniku pri kotu 32°

Premer šobe d (mm)	Tlak na ročniku p (bar)											
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
4	13,0	13,5	13,5	13,5	12,5	/	/	/	/	/	/	/
6	16,5	16,5	17,0	17,0	17,0	16,5	/	/	/	/	/	/
8	19,5	20,5	21,5	22,0	22,5	23,0	22,5	22,0	/	/	/	/
9	20,5	22,0	22,5	23,0	24,0	25,0	26,0	25,5	24,5	/	/	/
10	21,5	23,0	23,5	24,5	25,5	27,0	28,0	28,5	28,0	27,5	26,5	/
11	22,5	23,5	24,5	25,5	26,5	28,8	31,0	32,0	32,0	32,0	31,0	30,5
12	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	29,0	32,0	33,0	34,0	34,0	33,0	33,0
13	23,5	25,0	25,5	26,5	27,5	29,5	32,5	33,5	32,5	35,0	34,0	34,0
14	24,0	25,5	26,0	27,5	28,0	30,0	33,0	34,0	35,0	36,0	35,0	35,0
15	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	31,0	34,0	36,0	38,0	38,5	38,5	38,5
16	26,0	26,5	28,0	29,0	30,0	32,0	35,0	38,0	40,0	41,0	42,0	42,0
17	26,0	27,0	28,5	29,5	31,0	33,0	36,0	38,5	40,5	42,0	43,0	43,5
18	27,0	28,0	29,0	30,5	32,0	34,0	37,0	40,0	42,0	43,0	44,0	45,0
19	27,5	28,5	30,0	31,5	33,0	35,5	38,5	41,5	43,5	45,0	46,0	47,0
20	28,0	29,0	31,0	32,5	35,0	37,0	40,0	43,0	45,0	47,0	48,0	49,0
21	28,5	30,0	31,5	33,5	35,0	38,5	41,0	44,5	46,5	48,5	50,0	51,0
22	29,0	30,5	33,0	34,5	37,0	40,0	43,0	46,0	48,0	50,0	52,0	53,0
23	29,5	31,5	33,5	35,5	37,5	41,0	44,0	47,0	49,5	51,5	53,5	55,0
24	30,0	32,0	34,0	36,5	38,0	42,0	45,0	48,0	51,0	53,0	55,0	57,0
25	30,5	32,5	35,0	37,5	40,0	44,0	47,0	50,0	53,0	55,0	58,0	60,0
26	31,0	33,5	36,0	38,5	41,0	45,0	49,0	52,0	55,0	58,0	61,0	63,0
28	32,0	35,5	39,0	41,5	44,0	49,0	53,0	57,0	60,0	63,0	66,0	68,0
30	33,0	36,5	40,0	43,0	46,0	52,0	56,0	60,0	64,0	67,0	70,0	72,0
32	34,0	37,5	41,0	44,5	47,0	54,0	58,0	62,0	66,0	68,0	71,0	73,0
36	35,0	38,5	42,0	45,5	48,5	55,0	60,0	64,0	68,0	70,0	73,0	75,0
44	35,0	38,0	43,0	46,5	50,0	56,0	61,0	66,0	70,0	72,0	75,0	77,0

**Diagram 6:** Največji doomet (m) curka vode v odvisnosti od premera šobe in tlaka na ročniku pri kotu 32°

## 7.4 Zunanji hidranti

Za oskrbo z vodo za gašenje ločimo nadzemne in podzemne zunanje hidrante. Zunanji hidranti sodijo k napravam/armaturam za oskrbo z vodo za gašenje. Uporabljajo jih gasilci, glede na določila požarnega reda pa tudi za to usposobljene osebe.

### 7.4.1 Nadzemni hidranti

Nadzemni hidranti so fiksno, na vodovodno cev nameščeni nastavki za oskrbo z vodo za gašenje. Kakor pove že ime samo, se priklon za vodo nahaja nad nivojem zemlje. Z vidika gasilcev je nadzemni hidrant ugodnejši kakor podzemni. Je viden na daleč, hitro uporaben in dobavlja več vode. Za investitorje je pogosto moteč, ker se vanj lahko kdo zaleti in ker je dražji. Nadzemni hidranti so trajno označeni z belo-rdečo-belo barvo. Poznamo več vrst nadzemnih hidrantov, med seboj pa se ločijo po premerih priključkov.

Nadzemni hidranti se krmilijo s standardiziranim ključem (DIN 3223 – Ključ za aktiviranje armatur), pri katerem so nastale manjše spremembe, in sicer je bil četverorobnik 15/16 na zakrivljenem koncu ključa zamenjan s šesterorobnikom SW 17.

### 7.4.2 Podzemni hidranti

Podzemni hidranti so fiksno nameščeni na vodovodno cev. Hidrant je v celoti vkopan, zavarovan s posebnim litoželeznim ohišjem in pokrit s pokrovom. Nameščeni so večinoma na javnih prometnih površinah. Za gasilce imajo to slabost, da jih ni lahko najti, priprava za uporabo je zamudna, ker je treba najprej odmakniti kapo podzemnega hidranta in namestiti nastavek. To je posebej problematično, če so tam parkirana vozila, lahko pa so hidrantne kape tudi prekrite z ledom in snegom. Dobava vode je manjša kakor pri nadzemnih hidrantih, ker je določen manjši svetli premer hidrantnih nastavkov.

Za oskrbo z vodo iz podzemnega hidranta potrebujemo več opreme, kakor pri nadzemnem hidrantu. Tako potrebujemo hidrantni nastavek, ključ za odpiranje ventila (nekateri podzemni hidranti se odpirajo direktno preko hidrantnega nastavka in ključa, ki je vdelan v nastavek, pri nekaterih pa je ventil posebej) in ključ za dvigovanje pokrova. Podzemni hidranti za gasilske namene so standardizirani v DIN 3221, 1. del.

Podzemni hidranti so označeni z opozorilno tablico, ki je izdelana po DIN 4066, 1. del – Opozorilna tablica za vodo za gašenje.

### 7.4.3 Uporaba zunanjih hidrantov

Podzemni hidranti DN 80 se vgrajujejo v cevovode,

- kjer je veliko prometa in bi nadzemni hidranti ovirali promet,
- kjer so razvodni cevovodi na prometnih površinah in je zato možna direktna priključitev na razvodni cevovod.

Nadzemni hidranti se vgrajujejo v cevovode:

- v bližini večjih stavb,
- v industrijskem območju,
- v območju zunaj prometnih površin,
- kjer je možno, da podzemne hidrante zasuje snežni plaz s streh ali pobočij,
- pri obsežnih stavbah,
  - o kjer morajo biti vidni od daleč,
  - o kjer je možna takojšna uporaba,
  - o kjer je možna takojšna uporaba brez nastavkov,
- za objekte, kjer je treba zagotoviti večji pretok (DN 150)

#### 7.4.4 Osnovna načela vgradnje zunanjih hidrantov

##### LEGA NA CESTI

Lega na cesti mora biti izbrana tako, da uporaba hidranta ne moti normalnega prometa.

##### ODMIKI MED HIDRANTI

Pri postavitvi hidrantov na javnih prometnih površinah so določene naslednje medsebojne razdalje:

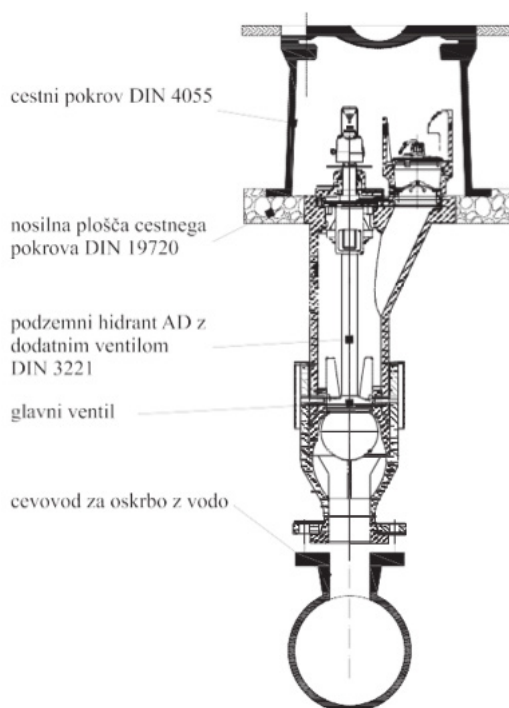
- v odprtem stanovanjskem področju do 120 m,
  - v zaprtem stanovanjskem področju do 100 m,
  - v ulicah s poslovno dejavnostjo do 80 m,
- vsakokrat merjeno vzdolž ulice. Pri tem so hidranti razporejeni zunaj cestišča, njihova razporeditev pa takšna, da je možno požar na objektu gasiti z najmanj dveh zunanjih hidrantov.

Razdalja med hidrantom in zidom objekta mora biti najmanj 5 m in ne sme biti v porušitvenem območju objekta.

##### PRIKLJUČITEV HIDRANTOV

Hidranti se lahko priključujejo na cevovod

- neposredno, predvsem v izvedbi z dodatno armaturo,
- stransko z dodatno zaporno armaturo ali brez nje in z vmesnim zapiranjem.



**Slika 132:** Direktna priključitev na cevovod – podzemni hidrant (po DIN 3221-1)





**Slika 133:** Direktna priključitev na cevovod – nadzemni hidrant z dodatnim zapiranjem (po DIN 3222-1)

Hidranti naj bodo nadzemni in zmerom nezasedeni in dostopni. V izjemnih primerih se lahko namestijo podzemni hidranti, če namestitev nadzemnih ni možna. V tem primeru je treba tako odločitev utemeljiti.

Globina vgradnje hidrantov je odvisna od lege cevovoda in naj bi bila med 0,8 m in 1,5 m.

Pred montažo je treba hidrante higiensko pregledati, da ne bi povzročili onesnaženja vode v cevovodu. Po montaži je treba hidrante sprati z vodo iz cevovoda.

#### 7.4.5 Izbor dimenzije zunanjih hidrantov

Minimalna dimenzija zunanjega hidranta je DN 80. Ustrezna dimenzija, ki je lahko tudi DN 100 oziroma v posebnih primerih DN 150, se izbere glede na potreben pretok.

Dopustni pretok skozi hidrante je razviden iz tehničnih podatkov proizvajalca, če pa niso na voljo, se lahko upošteva:

- DN 80: **55 m<sup>3</sup>/h** (15,3 l/s) pri hitrosti 3,3 m/s,
- DN 100: **110 m<sup>3</sup>/h** (30,6 l/s) pri hitrosti 3,3 m/s.

Za gašenje se uporabljajo šobe z B ročnikom dimenzije 22 mm. Izbrana dimenzija zunanjega hidranta je odvisna od:

- zahtevane količine vode za gašenje,
- števila zunanjih hidrantov.

#### **POSTOPEK DOLOČITVE ZUNANJIH HIDRANTOV:**

1. Določimo požarno skupino.
2. Izberemo eno izmed metod za določanje količine vode za gašenje.
3. Iz tabel določimo zahtevano količino vode za gašenje, predvideno trajanje gašenja, največjo razdaljo med hidranti, največjo razdaljo med prvim hidrantom in glavnim vhodom.
4. Izračunamo tlačne izgube v omrežju od mesta priključitve do najbolj oddaljenega hidranta
5. Glede na razpoložljivi obratovalni tlak določimo iz tabel količino vode na en hidrant oziroma glede na zahtevano višino dometa določimo iz tabele potrebni tlak na ročniku, s čimer dobimo količino vode na en hidrant.
6. Zahtevano količino vode za gašenje porazdelimo glede na število zunanjih hidrantov ob izpolnjevanju kriterijev za domet.

#### **7.4.6 Primer določitve zunanjih hidrantov**

Kot primer je izbran naslednji objekt:

- zdravstvena ustanova,
  - brez sprinklerjev,
  - s skupno površino 1000 m<sup>2</sup>,
  - z maksimalno višino tal zadnje etaže 16 m,
  - po podatkih iz diagrama upravljavca vodovodnega omrežja je razpoložljivi dinamični tlak pri pretoku 30 l/s 3,5 bara, pri pretoku 20 l/s pa 4,5 bara,
1. Požarna skupina: OH-1
  2. Izberemo metodo za določitev količine vode za gašenje: po poglavju 7.2.4, *preglednica 38*
  3. Določimo zahtevano količino vode za gašenje:
    - količina: 75 m<sup>3</sup>/h (= 1250 l/min = 20,9 l/s)
    - predvideno trajanje gašenja: 2 h
    - največja razdalja med hidranti: 200 m
    - največja razdalja med prvim hidrantom in glavnim vhodom: 150 m

4. Izračunamo tlačne izgube v omrežju od mesta priključitve do najbolj oddaljenega hidranta, na primer za en odsek od točke 1 do točke 2:

Odsek	Vršni pretok	Maksimalna računsko hitrost $V_{max}$	Notranji premer cevovoda	Tlačni padec v cevovodu ( $R < 100$ )	Dejanska hitrost v cevovodu (točka 4.1)	Dolžina cevovoda računskega odseka	Lokalni upori (tabela 4.2)	Tlačni padec zaradi lokalnih uporov pri dejanski hitrosti v za $\square=1$	Tlačni padec zaradi lokalnih uporov, skupaj	Skupni tlačni padec v cevovodu, za računski odsek $\square \xi p x$
	$V_r$		DN	R	v	L	$\square$	Z	$\square \wedge$	$LxR + \wedge \square xZ$
	(l/s)	(m/s)	(mm)	(mbar/m)	(m/s)	(m)	(--)	(mbar)	(mbar)	(mbar)
1-2	20,9	2,0	150	0,8	1,1	70	5,4	7,2	39	95
skupni tlačni padec zaradi trenja v cevovodu – $\wedge \square p c =$										95
tlačni padec vodomernega števca – $\square p v =$										900
tlačni padec na zapornih elementih (ventili, zasuni) – $\square p z =$										700
Skupni tlačni padec v cevovodu – $\wedge \square p =$										1695

5. Glede na razpoložljiv obratovalni tlak določimo iz tabele količino vode na en hidrant oziroma glede na zahtevano višino dometa iz tabele potrebni tlak na ročniku, s čimer dobimo količino vode na en hidrant.
- Razpoložljivi dinamični tlak na priključku (pred vodomernom) pri pretoku 20,9 l/s odčitamo iz diagrama upravljalca vodovodnega omrežja: 4,4 bara.
  - Tlačne izgube do najbolj oddaljenega hidranta: 1,695 bar :: 1,7 bara.
  - Razpoložljivi obratovalni tlak na hidrantu: 4,4 bar – 1,7 bara = 2,7 bara.
  - Iz *preglednice 43* dobimo z interpolacijo (2,5 bara, 502 l/min; 3,0 bari, 550 l/min) pretok na ročniku 22 mm: približno 8,7 l/s (521 l/min).
  - Ker je objekt nižji od 22 m, tlak 2,7 bara na ročniku zadošča in ni potrebno zviševanje tlaka.
  - Iz tega izračunamo, da potrebujemo za obravnavani objekt  $20,9 / 8,7 = 2,4$ , torej 3 ročnike s šobo 22 mm.
6. Zahtevano količino vode za gašenje porazdelimo glede na število zunanjih hidrantov ob izpolnjevanju kriterijev za domet:
- Izberemo **dva hidranta DN 80**, od katerih ima vsaj eden dva priključka, s čimer zadostimo zahtevi o možnosti hkratnega gašenja s tremi ročniki,
  - ali izberemo **en hidrant DN 100** s tremi priključki, s čimer prav tako zadostimo zahtevi o možnosti hkratnega gašenja s tremi ročniki.

## 7.5 Dvižni vodi v stavbah

### 7.5.1 Mokri dvižni vodi

Mokri dvižni vodi so v stavbo vgrajeni cevovodi za vodo za gašenje, ki so neposredno povezani s cevovodi za oskrbo stavb s pitno vodo in so zato pod stalnim tlakom. Na mestih odvzema vode za gašenje so nameščeni notranji hidranti **tipa S** (namenjeni za začetno gašenje), notranji hidranti tipa G (namenjeni za začetno gašenje in za uporabo gasilcev) pa le izjemoma.

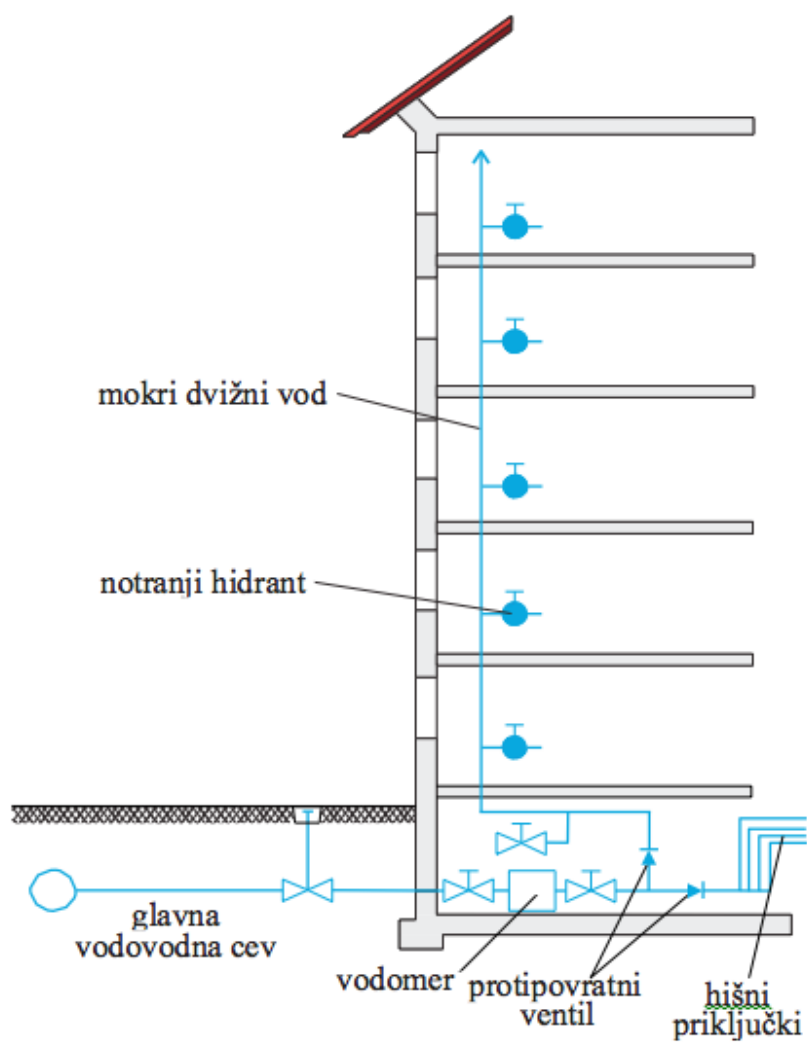
Ker so bili mokri dvižni vodi v preteklosti praviloma neposredno priključeni na cevovod za oskrbo stavbe s pitno vodo, je bilo treba zaradi zavarovanja kvalitete pitne vode zagotoviti stalno obnavljanje vode. Zato je bilo treba na koncu dvižnih vodov predvideti odzemna mesta, ki so se pogosto uporabljala (v večini primerov večji umivalniki). Če to ni bilo mogoče, se je na koncu cevovoda vgradila iztočna odprtina, s pomočjo katere se je enkrat tedensko zamenjal 1,5-kratni volumen vode, vsebovane v mokrem dvižnem vodu, in sicer pri ustreznem tlaku.

Opisane spremembe (direktiva EU) so poostrile parametre za zagotavljanje kakovosti pitne vode, tako da te kakovosti ni več mogoče zagotavljati s tedensko zamenjavo vode v mokrem dvižnem vodu. Zato naj bi bili mokri dvižni vodi kot naprave za oskrbo stavb z vodo za gašenje, ki so direktno povezane s sistemi za oskrbo stavb s pitno vodo, od sedaj naprej vgrajeni izjemoma le še takrat, ko bi bili notranji hidranti, priključeni na te naprave, tipa S (namenjeni za začetno gašenje požarov, ki ga izvajajo uporabniki stavb – predvidene manjše količine vode pri manjših tlakih) ali ko bi poraba pitne vode v stavbi dokazano presegala predvidene količine vode za gašenje in bi bilo zagotovljeno ustrezno kroženje vode. To je možno predvsem v industrijskih stavbah, kjer je predvidena velika poraba pitne vode v tehnološke namene, zelo redko pa npr. v stanovanjskih stavbah.

Na področjih, kjer obstaja nevarnost zmrzovanja vode v mokrih dvižnih vodih, je treba obvezno predvideti suho/mokre dvižne vode.

Sestavni deli:

- protipovratni ventil,
- moker dvižni vod,
- priključki za priklop notranjih hidrantov.



**Slika 134:** Shematski prikaz mokrega dvižnega voda

## 7.5.2 Suho/mokri dvižni vodi

Suho/mokri dvižni vodi so v stavbo vgrajeni cevovodi za vodo za gašenje, ki so posredno povezani s cevovodi za oskrbo stavb s pitno vodo.

Zaradi opisanih sprememb (direktiva EU) na področju zagotavljanje kakovosti pitne vode v evropskem prostoru, ki so poostriale parametre za zagotavljanje te kakovosti, naj bi imele prednost naprave za oskrbo stavb z vodo za gašenje, ki se oskrbujejo z vodo preko suho/mokrih dvižnih vodov, in sicer s pomočjo daljinsko krmiljenih postaj za polnjenje in praznjenje teh vodov.

Cevovod suho/mokrega dvižnega voda je v stanju pripravljenosti prazen. Če je treba dobaviti vodo do notranjega hidranta, se ta dvižni vod z odprtjem ventila na notranjem hidrantu napolni z vodo iz sistema za oskrbo stavbe s pitno vodo, in sicer s pomočjo daljinsko krmiljene postaje. Cevovod se avtomatsko izprazni šele, ko se zaprejo vsi ventili na uporabljenih notranjih hidrantih.

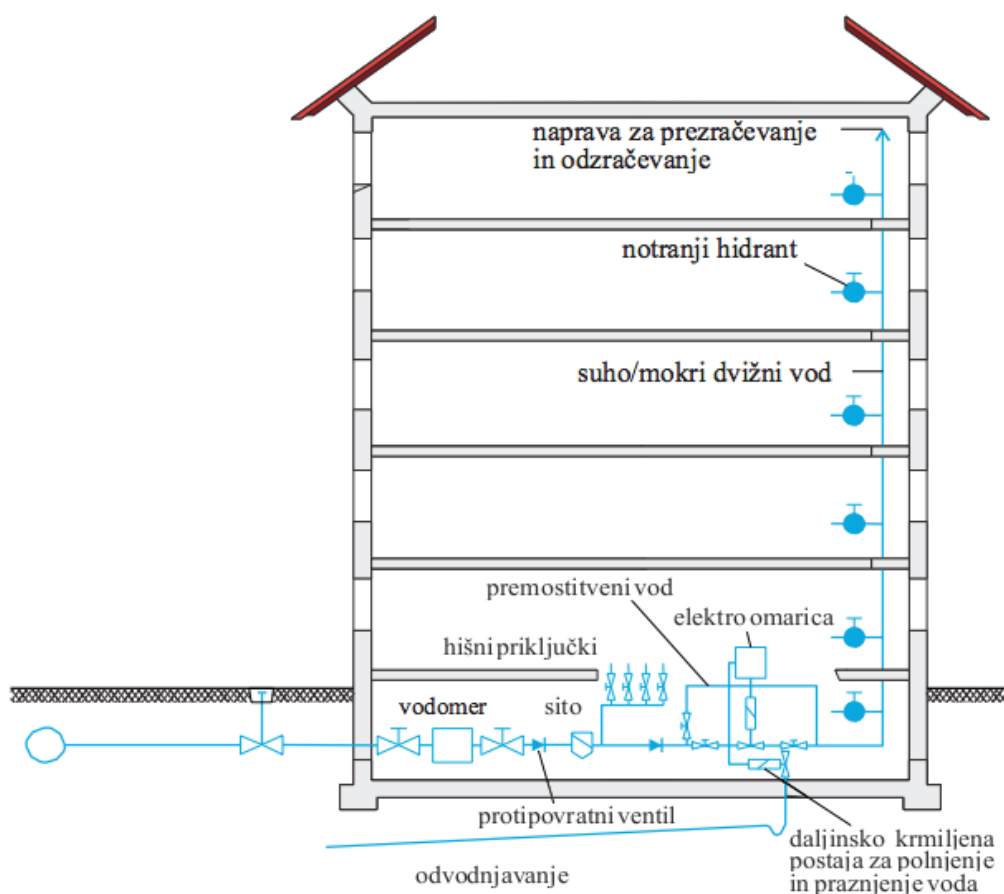
Odzračevanje naprave mora biti dimenzionirano tako, da je voda v primeru uporabe na voljo na notranjem hidrantu, ki leži z vidika izgube tlaka na najbolj neugodnem mestu v stavbi, najkasneje v 60 sekundah.

Na mestih odvzema vode za gašenje so nameščeni notranji hidranti tipa G (namenjeni za začetno gašenje, ki ga izvajajo uporabniki stavbe, in za uporabo gasilcev).

Sestavni deli:

- protipovratni ventil,
- varnostni obvod (*by-pass*),
- elektroomarica,
- daljinsko krmiljena postaja za polnjenje in praznjenje voda,
- odvodnjavanje,
- suho/mokri dvižni vod,
- priključki za priklop notranjih hidrantov,
- naprava za odzračevanje in prezračevanje.

Namestitev suho/mokrega dvižnega voda je odvisna od lokacije predvidenih tipov notranjih hidrantov v stavbi.



**Slika 135:** Shematski prikaz suho/mokrega dvižnega voda

### 7.5.3 Suhi dvižni vodi

Suhi dvižni vodi so dvižni vodi, ki so namenjeni izključno za dovajanje vode za gašenje, ki ga izvajajo gasilci, nikakor pa ne za začetno gašenje uporabnikov stavb. Suhi dvižni vodi ne smejo biti povezani (niti posredno niti neposredno) s sistemi za oskrbo stavb s pitno vodo.

Ker predvidene količine vode za gašenje, ki naj bi jih dovedli mokri ali suho/mokri dvižni vodi, pogosto zadostujejo le za začetno gašenje in omejevanje širjenja požara, ki ga izvajajo gasilci, se v večini stavb, višjih od 10 oziroma 22 m, predvideva tudi vgradnja suhih dvižnih vodov. Ti vodi omogočajo, da gasilci dobijo vodo v višjih nadstropjih v primerih, ko bi se požar ob prihodu gasilcev že zelo razširil, ko bi požar zaradi neustrezne gradnje zajel več požarnih sektorjev ali če bi v posameznem požarnem sektorju potekala dejavnost, ki pri projektiranju stavbe in načrtovanju varstva pred požarom ni bila predvidena, in bi bistveno spremenila stanje varstva pred požarom v stavbi.

Vgradnja suhih dvižnih vodov omogoča gasilcem lažjo dobavo večjih količin vode za gašenje v višja nadstropja, ker ni treba polagati tlačnih vodov po stopniščih ali zunanjih delih stavb. Suhi dvižni vodi tako bistveno pripomorejo k hitrejšemu omejevanju širjenja požara in k hitrejši pogasitvi požara.

## MESTO ZA DOVOD VODE

Mesto za dovod vode za gasilce predstavlja posebna armatura z 2 B priključkoma za gasilske cevi, protipovratnim ventilom in cevko za odvodnjavanje voda; vse skupaj je vgrajeno v zaščitno kovinsko omarico. Mesto za dovod vode mora biti urejeno v bližini predvidenih površin za gasilsko intervencijo, dobro dostopno, vidno in označeno, armatura pa naj bo nameščena  $0,8 \pm 0,2$  m nad površino, po kateri prispejo gasilci.

Armatura ima 2 B priključka zato, da se oba hkrati napajata z vodo za gašenje iz gasilskega vozila. Pri dobavi vode na velike višine namreč obstaja večja možnost, da tlačna cev, ki vodi od gasilskega vozila do armature, počí, kar bi lahko ogrozilo napadalne skupine. Armatura ima vgrajen protipovratni ventil, da iz suhega dvižnega voda ne izteče že dovedena količina vode, kar bi podaljšalo čas do ponovne dobave vode, če bi tlačna cev, ki vodi od gasilskega vozila do armature, počíla. Armatura ima vgrajeno cevko za odvodnjavanje, da se suhi dvižni vod po končani uporabi izprazni in s tem prepreči morebitno zamrznitev vode v vodu. Cevka za izpraznitev dvižnega voda mora biti izvedena tako, da pri praznjenju voda ne odteka v omarico.

## SUHI DVIŽNI VOD

Suhi dvižni vod mora biti izdelan iz pocinkane jeklene cevi DN 80. Na zgornjem delu suhega dvižnega voda mora biti vgrajena avtomatska naprava za prezračevanje in odzračevanje.

Po vgradnji suhega dvižnega voda se stabilnost in požarna odpornost bližnjih gradbenih elementov ne sme spremeniti.

Če je v stavbi vgrajenih več suhih dvižnih vodov, morajo biti med seboj ločeni in imeti ločena mesta za dovod vode.

## ODVZEMNO MESTO ZA GASILCE

Na suhem dvižnem vodu mora biti v vsakem nadstropju vgrajena posebna armatura z 1 C priključkom za priklop gasilske cevi. Zaščitena mora biti s kovinsko omarico. V tujini obstajajo tudi variante z B izhodi, kar dopuščajo tudi nemški standardi. Vsak odcep mora imeti najmanj nazivni premer priključnega ventila.

Ventil armature za priklop gasilske cevi se lahko odpre z gasilsko sekuro ali s ključem za nadzemni hidrant. Ročni ventil ni več predviden, da se v čim večji meri prepreči zloraba, saj je bilo treba pri starejših izvedbah suhih dvižnih vodov z ročnim ventilom pred uporabo preveriti zaprtost vseh odvzemnih mest, da se je preprečilo nekontrolirano iztekanje vode.



Armatura za priklop gasilske cevi mora biti nameščena 1,20 m ( $\pm 0,40$  m) nad tlemi, zaprti ventil se mora neovirano odpreti, gasilska cev pa se lahko priključi brez prepogibanja.

Če je najvišje odzemno mesto za gasilce višje kakor 40 m nad mestom za dovajanje vode, mora biti suhi dvižni vod opremljen z napravo za zvišanje tlaka.

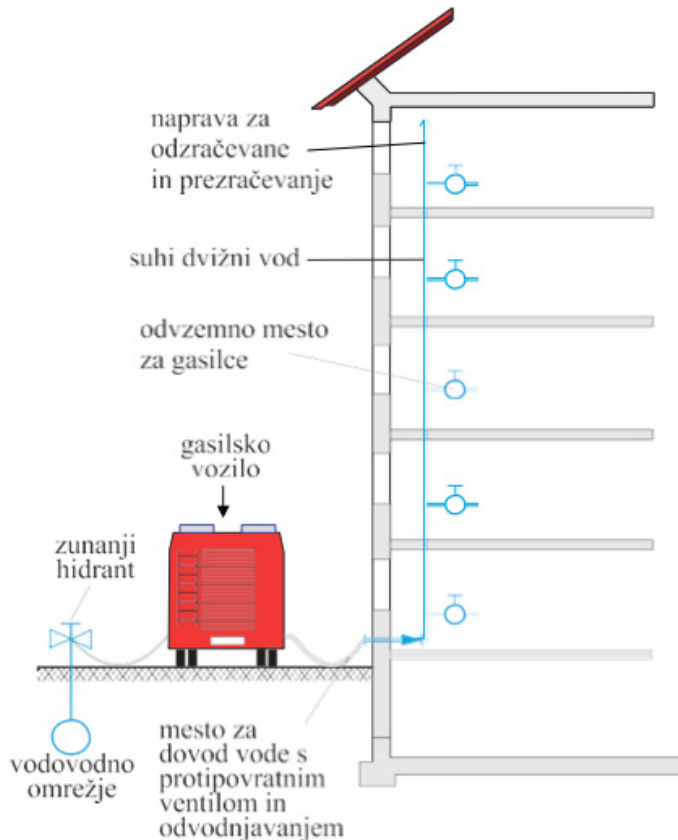
Odvzemna mesta za gasilce so načeloma razporejena na vseh stopniščih, ki predstavljajo samostojne požarne sektorje in se uporabljajo tudi kot možna evakuacijska pot. Odvzemna mesta so na takšni lokaciji zato, da se cev priključi v varnem območju, nato pa lahko gasilci v skladu z načeli interveniranja prodirajo v zadimljenih območjih s polnimi gasilskimi cevmi, gasijo in rešujejo. Pri tem sicer prihaja do delnega gibanja dima iz zadimljenih prostorov na hodnik in dalje na stopnišče, vendar so po svetu ugotovili, da je varnost napadalnih skupin pomembnejša.



**Slika 136:** Mesto za dovod vode



**Slika 137:** Odvzemno mesto za gasilce



**Slika 138:** Shematski prikaz suhega dvižnega voda

## 7.6 Notranji hidranti

Notranji hidranti sodijo med opremo za gašenje požarov. Vgrajeni so na stenah objektov, priključeni pa so bodisi na stalni vir oskrbe z vodo ali pa so preko cevi zgolj povezani z mestom, ki ga lahko oskrbujemo z vodo. Tako ločimo mokre in suhe notranje hidrante. Oboji so vzdani v stene in nameščeni v kovinske, steklene, lesene ali kakšne druge omarice.

Notranji hidranti so priključki za gašenje z vodo v stavbi. V nadaljevanju bosta predstavljena dva osnovna tipa notranjih hidrantov, in sicer takšnih, ki so v stavbi namenjeni izključno za začetno gašenje z vodo (tip S), in takšnih, ki so namenjeni tako za začetno gašenje z vodo kakor tudi za priključitev in oskrbo gasilcev z vodo (tip G). Notranji hidranti tipa G se nadalje delijo še glede na premer priključnih cevi.

V evropski, torej tudi naši in nemški standardizaciji (SIST EN 671-1 in SIST EN 671-2) sta predvideni izvedbi notranjih hidrantov s poltogo in še zmerom tudi s plosko gasilsko cevjo. Zaradi varnejšega in lažjega ravnanja uporabnikov stavb z notranjimi hidranti s poltogo cevjo se v evropskem prostoru priporočajo in tudi uporabljajo predvsem notranji hidranti s poltogo cevjo. Notranji hidranti s plosko gasilsko cevjo so uporabni predvsem v industriji, kjer so delavci posebej izurjeni za ravnanje z njimi in kjer jih uporabljajo industrijske gasilske enote.

Poudarek v tem poglavju je na uporabi notranjih hidrantov s poltogo cevjo. Uporaba notranjih hidrantov z gasilsko cevjo, ki so pri nas v splošni uporabi, je predvidena izključno kot varianta za industrijo, kjer se delavci urijo za ravnanje z njimi. Gasilska taktika predvideva, da takšno kombinacijo (gasilska C cev 52 mm in pripadajoči C ročnik) uporabljata najmanj dva gasilca. To je potrebno tako zaradi varnostnih zahtev kakor tudi zaradi velike reakcije ročnika na uporabnika.

Težko je pričakovati, da bi uporabnik stavbe sam varno in učinkovito uporabil takšen tip notranjega hidranta.

Če se notranji hidranti priključijo na mokre dvizne vode, so stalno pod tlakom, če se priključijo na suho/mokri dvizni vod, pa se po potrebi sami napolnijo z vodo. Notranji hidranti imajo v omarici pripravljeno priključeno cev in ročnik.

Pri obeh osnovnih tipih notranjih hidrantov (tip S in tip G) je oprema nameščena v omarici, ki se izdeluje kot montažna omarica ali kot nadometna omarica.



**Slika 139:** Notranji hidrant tipa S  
(s poltogo cevjo)



**Slika 140:** Notranji hidrant tipa G  
(s poltogo cevjo)



**Slika 141:** Zidni hidrant G52  
(s plosko gasilsko cevjo)

### 7.6.1 Notranji hidrant kot priključek za začetno gašenje

Notranji hidrant kot priključek za začetno gašenje uporabljajo izključno uporabniki stavb za gašenje začetnih požarov, ni predvideno, da bi ga uporabljali gasilci.

Predvidena oznaka tega tipa notranjega hidranta je črka S (samopomoč), poleg nje pa je naveden tudi nazivni premer priključene cevi (v tem primeru le 19 mm). Ta tip notranjega hidranta je glede na pretok in potrebni tlak primeren za priključitev na mokri dvizni vod, ki je direktno povezan s sistemom za oskrbo stavbe s pitno vodo, saj voda ne more zastajati oziroma je zagotovljeno dovolj veliko kroženje vode zaradi drugih porabnikov v stavbi.

#### NOTRANJI HIDRANT S19:

Ta tip notranjega hidranta je sestavljen iz

- omarice z gibljivim cevnim kolutom,
- 30 m dolge poltoge cevi z notranjim premerom 19 mm (3/4 cole),
- ročnika D s šobo 4 mm, ki ima možnost zapiranja in spreminjanja oblike curka,
- ventila G 1A.

#### DIMENZIONIRANJE

Pri istočasnem pretoku vode 25 l/min na dveh notranjih hidrantih, priključenih na en dvizni vod, mora biti dinamični tlak na ročniku najmanj 2 bara; notranja hidranta pri tem ležita z vidika izgube tlaka na najbolj neugodnem mestu v stavbi. Za doseganje zahtevanega pretoka je treba izbrati ročnike z ustrezno šobo. Največji dovoljeni dinamični tlak sme biti največ 7 barov pri pretoku 25 l/min.

## 7.6.2 Notranji hidrant kot priključek za začetno gašenje in kot priključek za gasilce

Ta tip notranjega hidranta uporabljajo tako uporabniki stavb za gašenje začetnih požarov kakor tudi gasilci pri notranjih napadih na požar.

Predvidena oznaka tega tipa notranjega hidranta je črka G (gasilci), poleg nje pa je naveden tudi nazivni premer priključene cevi (25 mm, 33 mm, 52 mm).

Notranji hidrant tipa G je lahko priključen na mokri ali suho/mokri dvižni vod. Na mokri dvižni vod je lahko priključen le tedaj, ko je poraba pitne vode v stavbi večja, kakor je predvidena poraba vode za gašenje, saj sicer del vode zastaja v sistemu za oskrbo stavbe s pitno vodo in ogroža kakovost pitne vode. Če je poraba pitne vode v stavbi manjša, kakor je predvidena poraba vode za gašenje, mora biti notranji hidrant priključen na suho/mokri dvižni vod ali notranje industrijsko hidrantno omrežje.

Če uporabniki stavbe ne morejo pogasiti začetnega požara in je zato potrebno posredovanje gasilcev, ti po potrebi odklopijo cevni kolut s poltogo cevjo in na vgrajeno spojko priključijo gasilske tlačne C (52 mm) cevi in ročnik, ki so jih prinesli s seboj. Pri notranjih napadih so se najbolj izkazali turboročniki različnih proizvajalcev, ki omogočajo poleg nastavljanja oblike curka, odpiranja in zapiranja pretoka tudi nastavitve okvirne količine pretoka – 100 l/min, 200 l/min, 300 l/min, 400 l/min.

### NOTRANJI HIDRANT G25:

Ta tip notranjega hidranta je sestavljen iz

- omarice z gibljivim cevnim kolutom,
- 30 m dolge poltoge cevi z notranjim premerom 25 mm (1 cola),
- ročnika D s šobo 6 mm, ki ima možnost zapiranja in spreminjanja oblike curka,
- ventila G 2A.

### DIMENZIONIRANJE

Pri istočasnem pretoku vode 100 l/min na treh notranjih hidrantih, priključenih na en dvižni vod ali vejo notranjega hidrantnega omrežja, mora biti dinamični tlak na ročniku najmanj 3 bare; notranji hidranti pri tem ležijo z vidika izgube tlaka na najbolj neugodnem mestu v stavbi. Največji dovoljeni dinamični tlak sme biti pri pretoku 100 l/min največ 7 barov, največji delovni tlak pa 12 barov. Istočasno se preskuša delovanje 3 zidnih hidrantov s priključenimi C tlačnimi cevmi in klasičnimi kombiniranimi ročniki C s šobo 9 mm.

### NOTRANJI HIDRANT G33:

Ta tip notranjega hidranta je sestavljen iz

- omarice z gibljivim cevnim kolutom,
- 30 m dolge poltoge cevi z notranjim premerom 33 mm (1 1/4 cole),
- ročnika s šobo 8 mm, ki ima možnost zapiranja in spreminjanja oblike curka,
- ventila G 2A.

## DIMENZIONIRANJE

Pri istočasnem pretoku vode 150 l/min na treh notranjih hidrantih, priključenih na en dvižni vod ali vejo notranjega hidrantnega omrežja, mora biti dinamični tlak na ročniku najmanj 3 bare; notranji hidranti pri tem ležijo z vidika izgube tlaka na najbolj neugodnem mestu v stavbi. Največji dovoljeni dinamični tlak sme biti pri pretoku 150 l/min največ 7 barov, največji delovni tlak pa 12 barov. Istočasno se preskuša delovanje 3 zidnih hidrantov s priključenimi C tlačnimi cevmi in klasičnimi kombiniranimi ročniki C s šobo 12 mm.

### NOTRANJI HIDRANT G52:

Ta tip notranjega hidranta je primeren predvsem kot priključek na večjih notranjih industrijskih hidrantnih omrežjih, ki so s cevovodi s pitno vodo povezani le posredno. Ti hidranti so uporabni predvsem v industriji, kjer so delavci posebej izurjeni za ravnanje z njimi in kjer jih uporabljajo industrijske gasilske enote.

Ta tip notranjega hidranta je sestavljen iz

- omarice,
- 20 m dolge gasilske cevi z notranjim premerom 52 mm (2 palca),
- ročnika s šobo 12 mm, ki ima možnost zapiranja in spreminjanja oblike curka,
- ventila G 2A.

## DIMENZIONIRANJE

Pri istočasnem pretoku vode 200 l/min na treh notranjih hidrantih, priključenih na en dvižni vod ali vejo notranjega hidrantnega omrežja, mora biti dinamični tlak na ročniku najmanj 3 bare; notranji hidranti pri tem ležijo z vidika izgube tlaka na najbolj neugodnem mestu v stavbi. Največji dovoljeni dinamični tlak sme biti pri pretoku 200 l/min največ 5 barov, največji delovni tlak pa 10 barov. Istočasno se preskuša delovanje 3 zidnih hidrantov s priključenimi C tlačnimi cevmi in klasičnimi kombiniranimi ročniki C s šobo 12 mm.

### 7.6.3 Dodatne zahteve za notranje hidrante

- Dodatne naprave za požarno varnost v okolici notranjih hidrantov (npr. gasilnik, ročni javljalnik požara in druge) ne smejo ovirati njihove uporabe.
- Notranji hidranti ne smejo biti zaščiteni z ovirami, ki preprečujejo takojšnjo uporabo (pripomočki proti zmrzovanju, poškodovanju, zamazanju in nenamerni uporabi).
- Znotraj hidrantne omarice mora biti na dobro vidnem mestu pritrjeno navodilo za uporabo notranjega hidranta.
- Pri priklopu notranjega hidranta na suho/mokri dvižni vod mora biti na opozorilni plošči poleg ostalega opozorjeno na zakasnjeno dobavo vode.

#### 7.6.4 Diagrami in preglednice

Naslednji diagrami in preglednice se uporabljajo pri načrtovanju notranjega hidrantnega omrežja. Za največji domet curka vode v odvisnosti od premera šobe in tlaka na ročniku pri kotu 32° se uporablja preglednico 38.

#### 7.6.5 Merila za namestitev notranjih hidrantov

Načeloma naj bi bili notranji hidranti razporejeni tako, da se pri enkratnem pokrivanju prostorov doseže vsako mesto v stavbi s cevovodom in ročnikom iz enega notranjega hidranta, pri dvakratnem pokrivanju pa je isto mesto možno doseči z dvema cevovodoma in ročnikoma iz dveh notranjih hidrantov.

Poraja se vprašanje, ali je primerno upoštevati tudi domet curka, ki se pri različnih šobah in tlakih zelo spreminja, zelo pa je odvisen tudi od oblike curka (strnjen, razpršen). Po načelih gasilske stroke naj bi se dometa curka ne upoštevalo, saj se pri dejanski uporabi notranjega hidranta pojavljajo dodatne ovire (npr. pohištvo, različne druge ovire), ki niso bile predvidene pri projektiranju požarne varnosti v stavbi, in s tem dodatne izgube pri dolžini cevovoda. To vse otežuje doseganje vsakega mesta v stavbi.

V tujini se pri merilih za namestitev notranjih hidrantov poleg meril iz tega poglavja pojavlja tudi merilo velikosti požarnega sektorja. Tako so notranji hidranti obvezni v stavbah, kjer je požarni sektor večji od 400 m<sup>2</sup>, pri manjših požarnih sektorjih pa je treba upoštevati le zahtevano opremljenost z gasilniki. Poleg tega je določeno, da lahko v požarnih sektorjih, večjih od 400 m<sup>2</sup>, ustrezni notranji hidranti nadomeščajo do 1/3 gasilnih enot, ki jih predvidi projektant za določen prostor, ostalo se zagotovi z gasilniki.

Notranjih hidrantov ni dovoljeno namestiti v prostore (npr. proizvodnja, skladišča), kjer bi uporaba vode utegnila povzročiti nastanek vnetljivih plinov, eksplozijo, požar ali bi to na kakšen drug način ogrožalo varnost uporabnikov stavb in gasilcev.

Lokacijo notranjih hidrantov je pri današnjem oblikovanju stavb težko določiti, vsej pregledani literaturi pa je skupnih naslednjih nekaj smernic:

- Notranji hidranti naj bodo nameščeni na evakuacijskih poteh, da se ljudje lahko varno evakuirajo in pričnejo z gašenjem začetnega požara glede na svojo usposobljenost, razmere na mestu požara in druge razmere. Dolžine evakuacijskih poti do neke mere tudi oblikujejo možne lokacije notranjih hidrantov.
- Namestitev notranjih hidrantov se priporoča na stopniščih, ki predstavljajo samostojne požarne sektorje. Hodniki pred prostori so sicer bližji morebitnemu mestu nastanka požara, uporabniki stavbe jih ponavadi tudi bolje poznajo; vendar pa se v primeru, da navzočim ne uspe pogasiti požara in se ta razširi, lahko zgodi, da postane notranji hidrant na hodniku nedostopen gasilcem, ki bi se nanj priključili, zato morajo cevi napajati npr. iz spodnjega nadstropja.
- Notranji hidranti naj bodo nameščeni na dobro vidnem mestu, v t.i. požarnih kotičkih, kjer sta poleg notranjega hidranta nameščena tudi ustrezen gasilnik in ročni javljalnik požara oziroma druge naprave za varstvo pred požarom.

V preglednici 39 je prikazana razporeditev notranjih hidrantov glede na različno namembnost stavb, v katerih se pojavljajo različne požarne nevarnosti, ki so v neposredni zvezi z opravljanjem dejavnosti in skladiščenjem materialov. Zaradi podobnih požarnih lastnosti materialov v njih razvrstimo stavbe na naslednje požarne skupine:

- LH (1,2) – manjša požarna nevarnost
- OH (1,2) – normalna požarna nevarnost
- HH (1,2) – velika požarna nevarnost

Stavbe ločimo tudi po višini in sicer do 10 m, od 10 m do 22 m in nad 22 m. Stavbe, visoke do 10 m, so od zunaj običajno dosegljive s tridelnimi gasilskimi lestvami, po njih lahko gasilci dokaj hitro položijo tudi tlačni cevovod, zato za stavbe do te višine niso predvideni suhi dvizni vodi.

Stavbe, visoke med 10 m in 22 m, so od zunaj dosegljive le gasilskim enotam, ki imajo na voljo vozila za reševanje z višin (gasilske avtolestve – ALK, gasilska zgibna dvigala – ZD ali gasilska teleskopska dvigala – TD), po katerih se tudi hitro položi tlačni cevovod. Pri tem velja opozoriti, da je v Sloveniji z naštetimi vozili opremljenih malo gasilskih enot, ki v svojem požarnem okolišu skrbijo za stavbe te višine, zato je za te stavbe smotrno predvideti suhe dvizne vode.

Stavbe, visoke nad 22 m, so z napravami za gašenje in reševanje ter s tem tudi za zunanjo oskrbo z vodo za gašenje od zunaj dosegljive le redkim večjim gasilskim enotam v Sloveniji, zato so za te stavbe obvezni suhi dvizni vodi.

**Preglednica 39:** Določitev notranjih hidrantov glede na različno namembnost stavb

Požarna skupina	Višina stavbe (m) (zgornji rob tal)			Pokrivanje
	<10 m	10 m – 22 m	>22 m	
LH-1 samo tri- ali večstanovanjske stavbe	notranji hidrant S19 2×25 l/min, 2,0 bar	notranji hidrant G25 3×100 l/min, 3,0 bare ali (stvar odločitve) notranji hidrant S19 + suhi dvižni vod 2×25 l/min, 2,0 bara	notranji hidrant G25 + suhi dvižni vod 3×100 l/min, 3,0 bar	1×
LH-2	notranji hidrant S19 2×25 l/min, 2,0 bar	notranji hidrant G25 3×100 l/min, 3,0 bar	notranji hidrant G25 + suhi dvižni vod 3×100 l/min, 3,0 bar	1×
LH-3	notranji hidrant G25 3×100 l/min, 3,0 bar	notranji hidrant G25 + suhi dvižni vod 3×100 l/min, 3,0 bare	notranji hidrant G33 + suhi dvižni vod 3×150 l/min, 3,0 bar	1×
OH-1	notranji hidrant G25 3×100 l/min, 3,0 bar	notranji hidrant G33 + suhi dvižni vod 3×150 l/min, 3,0 bare	notranji hidrant G33 + suhi dvižni vod 3×150 l/min, 3,0 bar	1×
OH-2	notranji hidrant G33 3×150 l/min, 3,0 bar	notranji hidrant G33 + suhi dvižni vod 3×150 l/min, 3,0 bare	notranji hidrant G33 + suhi dvižni vod 3×150 l/min, 3,0 bar	1×
HH – vse skupine (od HH-A do HH-R)	notranji hidrant G33 3×150 l/min, 3,0 bar ali notranji hidrant G52 3×200 l/min, 3,0 bar	notranji hidrant G33 + suhi dvižni vod 3×150 l/min, 3,0 bare ali notranji hidrant G52 + suhi dvižni vod 3×200 l/min, 3,0 bare		2×



## 8. ORGANIZACIJSKI UKREPI

Med preventivne ukrepe varstva pred požarom uvrščamo poleg gradbenih ali pasivnih, tehnoloških in tehničnih ali aktivnih tudi organizacijske ukrepe. Ti tako kakor ostali ukrepi zmanjšujejo možnost za nastanek požara in ob njegovem nastanku zagotavljajo varno evakuacijo ljudi in premoženja ter preprečujejo njegovo širjenje. Organizacijske ukrepe mora podrobneje opredeliti požarni red.

Na normativnem področju urejajo organizacijske ukrepe predvsem:

- Zakon o varstvu pred požarom;
- Zakon o gasilstvu;
- Pravilnik o požarnem redu;
- Pravilnik o požarnem varovanju;
- Pravilnik o izbiri in namestitvi gasilnih aparatov;
- Pravilnik o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom in o usposabljanju odgovornih oseb za izvajanje ukrepov varstva pred požarom.

Organizacijo varstva pred požarom na ravni podjetje tvorijo **odgovorna oseba za varstvo pred požarom, pooblaščen oseba za izvajanje ukrepov varstva pred požarom, oseba, odgovorna za gašenje začetnih požarov in izvajanje evakuacije, in drugi zaposleni glede na določila požarnega reda.**

Na osnovi določil *Zakona o varstvu pred požarom* velja, da je lastnik ali uporabnik stanovanjskih, poslovnih in industrijskih objektov **odgovoren** za varstvo pred požarom. Lastnik ali uporabnik lahko pooblasti ustrezno usposobljeno fizično ali pravno osebo, ki mu je odgovorna za izvajanje ukrepov varstva pred požarom in izpolnjuje pogoje za izvajanje nalog na področju varstva pred požarom. Kot odgovorno osebo se lahko pooblasti tudi fizična oseba, ki ni zaposlena pri lastniku ali uporabniku. V večstanovanjskih hišah se lahko za izvajanje ukrepov varstva pred požarom pooblasti tudi upravitelja, če je ustrezno usposobljen.

Poseben pomen ima v organizaciji varstva pred požarom v povezavi z izvajanjem evakuacije **odgovorna oseba za gašenje začetnih požarov in izvajanje evakuacije.**

To je od odgovorne osebe izbrana oseba oz. zaposleni delavec, ki na ravni podjetja, oddelka, nadstropja, večstanovanjskega objekta ipd. skrbijo za gašenje začetnih požarov in izvajanje evakuacije.

### **Naloge teh oseb naj bi bile:**

- se seznaniti z nevarnostmi, jih razumeti in poznati nastanek in razvoj pričakovanih požarov v delu objekta, za katerega je oseba odgovorna,
- poznati delovanje in način uporabe naprav za začetno gašenje požarov (gasilniki, notranji hidranti, požarne odeje ipd.),
- poznati evakuacijske poti, skrbeti za njihovo prehodnost in o tem obveščati in opozarjati odgovorno osebo, pooblaščen osebo in zaposlene,

- usmerjati zaposlene ob vaji evakuacije in dejanski evakuaciji na evakuacijske poti,
- voditi evidenco o osebah, ki so v času evakuacije ostale v objektu,
- druge naloge glede na vrsto in namembnost objekta.

Naloge oseb, ki tvorijo organizacijo varstva pred požarom, so zapisane v **požarnem redu**, ki ga morajo glede na *Zakon o varstvu pred požarom* izdelati lastniki ali uporabniki stanovanjskih objektov, razen eno- in dvostanovanjskih stavb, ter lastniki ali uporabniki poslovnih in industrijskih objektov.

Podrobneje obravnava požarni red *Pravilnik o požarnem redu*.

Med splošne zahteve in organizacijske ukrepe sodijo nekateri splošni preventivni ukrepi:

- V objektih je treba vzdrževati red in čistočo;
- V proizvodnih objektih in skladiščih naj bo prepovedano kajenje;
- Evakuacijski izhodi morajo biti zmeraj prosti in odprti;
- Vsi zaposleni morajo biti usposobljeni za gašenje začetnih požarov;
- V proizvodnih prostorih naj se nahajajo samo materiali, ki so potrebni za enodnevno proizvodnjo, ostali materiali naj se nahajajo v posebej za te snovi urejenih skladiščih;
- Če se v objektih izvajajo rekonstrukcijska dela in vzdrževalna dela, kakršna so npr. varjenje, lotanje ali rezanje kovin, morajo ta potekati v prisotnosti požarne straže, ki mora poskrbeti za potrebne preventivne ukrepe;
- Dostopne poti za gasilsko intervencijo z vozili morajo biti zmerom proste;
- Dostopi do kabelskih kinet, hidrantnih priključkov, gasilnikov morajo biti nenehno prosti.

V zgornji alineji omenjeno požarno stražo opredeljuje *Zakon o varstvu pred požarom*, kjer je navedeno, da mora **požarno stražo** organizirati:

1. kdor pretaka količine nad 5 m<sup>3</sup> lahko vnetljivih snovi in gorljivih plinov;
2. kdor vari, uporablja odprt plamen ali orodje, ki pri uporabi proizvaja iskre, v prostoru, ki je nevaren za požar in ni posebej prilagojen za ta opravila;
3. prireditelj javnega shoda ali prireditve, na kateri je nevarnost, da izbruhne požar ali pride do eksplozije;
4. lokalna skupnost, lastnik oziroma upravljavec gozda ali drugega zemljišča, ko je razglašena povečana nevarnost požarov v naravnem okolju.

Požarno stražo lahko opravljajo le gasilci v skladu z *Zakonom o gasilstvu*, ki ureja gasilstvo, v primeru iz 1. in 2. točke iz prejšnjega odstavka pa tudi za gašenje usposobljene osebe, če ne gre za opravljanje del v požarno bolj ogroženih objektih in objektih, v katerih se zbira več ljudi, določenih v skladu z *Zakonom o varstvu pred požarom*.

Požarna straža se mora izvajati, dokler traja povečana požarna nevarnost. Med splošne tehnične in organizacijske ukrepe sodijo ukrepi, denimo:

- izvedba vklopa sirene na več mestih po objektih/tovarni;

- uskladitev dejanskega načrta alarmiranja znotraj podjetja s požarnim redom, njegovimi izvlečki in navodili za zaposlene;
- izdelava načrta alarmiranja za objekte za različne časovne termine (požar v industrijskem objektu – dopoldanski delovni čas, popoldanski delovni čas, nočni čas in dela prosti dnevi; glej prilogo);
- ustrezno poučevanje in predstavitev udeležnim osebam ter vključitev načrta alarmiranja v program usposabljanja zaposlenih za varstvo pred požarom;
- ureditev obveščanja v okviru požarnega reda;
- ohranitev ter stalno posodabljanje in usposabljanje gasilskega kadra (poklicni in prostovoljni gasilci);
- preveriti naloge in zadolžitve odgovorne osebe za varstvo pred požarom ter sprejem ustreznih ukrepov za aktivnejše delovanje;
- redno izpolnjevanje kontrolnih in evidenčnih listov in seznanjanje odgovornih oseb v oddelkih o odkritih pomanjkljivostih;
- pregled razporeditve gasilnikov po objektih, analiza funkcionalnosti in potreb ter morebitnih premestitev, dopolnitev ali odstranitvev (gasilnik v neposredni bližini potencialno ogroženega predmeta ali naprave ni ustrezno nameščen);
- prenos signalov vseh požarnih javljanj do stalno zasedenega mesta (npr. v vratarnico tovarne, ki jo mora zato 24 ur na dan zasedati usposobljena oseba, ki med opravljanjem nadzora javljanja in opravljanjem receptorske službe ne sme imeti drugih zadolžitvev zunaj vratarnice);
- izvajanje rednih gasilskih vaj v sodelovanju z gasilskimi enotami, ki so v občinskem načrtu alarmiranja gasilskih enot predvidene kot dodatne sile za posredovanje v primeru požara v tovarni, usposabljanje naštetih gasilcev za gašenje najbolj ogroženih objektov (npr. lakirnice, filtri, silosi, skladišča vnetljivih tekočin, regalna skladišča);
- izdelava operativno taktičnega načrta nastopa gasilskih enot za požarno najbolj ogrožene objekte;
- definiranje dela in pravic zunanjih izvajalcev del s posebno pogodbo, katere poseben dodatek so tudi specifične lastnosti objekta, njegove nevarnosti ter seznam potrebnih ukrepov pri izvajanju del, da ne bi prišlo do požara; preverjati njihovo dejansko usposobljenost za izvajanje požarne straže ter samo izvajanje dogovorjenih ukrepov;
- izvajanje požarne straže tudi z gasilskimi vozili s cisterno (GVC) in potrebno zaščitno opremo gasilcev, saj se lahko požar pri določenih delih in v nekaterih objektih izredno hitro razširi;
- izdelava ocene ogroženosti in sprejetje ter izvedba potrebnih ukrepov, v primeru izvajanja posebej nevarnih del v najbolj ogroženih objektih (vodja vzdrževanja, odgovorna oseba za varstvo pred požarom, vodja gasilcev);
- redno in sprotno teoretično in praktično usposabljanje vseh zaposlenih, tudi sezonskih delavcev in občasno zaposlenih, o varstvu pred požarom;
- redno teoretično in praktično usposabljanje odgovornih oseb v oddelkih o delovanju aktivne in pasivne požarne zaščite, ki je nameščena v njihovem oddelku;
- ustrezno sankcioniranje kršiteljev določb požarnega reda.

## 8.1 Navodila za zagotavljanje požarne varnosti v objektu

Osnova za pripravo navodil za zagotavljanje požarne varnosti v objektu je **Pravilnik o požarnem redu**, ki opredeljuje t. i. organizacijske ukrepe na področju varstva pred požarom v podjetju.

Ta pravilnik določa objekte, za katere je treba izdelati požarni red, požarni načrt in načrt evakuacije ter vsebino in pogoje za izdelavo požarnega reda, požarnega načrta ter načrta evakuacije.

Glede na določila Pravilnika o požarnem redu morajo lastniki ali uporabniki objektov določiti požarni red, da preprečijo nastanek požara in izboljšajo požarno varnost.

Pravilnik podrobneje opredeljuje tudi obvezne priloge požarnega reda:

- izvleček požarnega reda (*slika 142*) – to je dokument, ki mora biti nameščen na vidnem mestu v objektu. Vsebuje podatke o:
  - o organizaciji varstva pred požarom s predvidenim številom uporabnikov glede na namembnost objekta vred;
  - o ukrepih varstva pred požarom;
  - o navodilih za ravnanje v primeru požara.
- navodila za posameznike – navodila za posameznike se izdelajo za osebe, ki v objektu začasno ali stalno stanujejo, hotelski gostje, oskrbovanci ali zaradi drugih razlogov oziroma ki v objektu občasno opravljajo storitvene ali druge dejavnosti, ki lahko povzročijo požar;
- evidenčni listi o rednem vzdrževanju, pregledih, preskusih opreme, naprav in drugih sredstev za varstvo pred požarom, vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite ter izvajanju drugih ukrepov varstva pred požarom;
- evidenčni listi o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom ter seznanitvi s požarnim redom;
- evidenčni listi o požarih, eksplozijah in gasilskih intervencijah;
- kontrolni listi.

Za požarno bolj ogrožene objekte in za objekte, v katerih se zbira več ljudi, je treba izdelati tudi **požarne načrte in načrte evakuacije** ob požaru.

Požarni načrt in načrt evakuacije se morata izdelati za objekte, opredeljene v **Pravilniku o požarnem redu**, v katerih obstaja najmanj srednja požarna ogroženost po predpisih o ugotavljanju ocene požarne ogroženosti oziroma za objekte, v katerih je hkrati lahko več kakor 100 ljudi.

Požarni načrt je grafični prikaz situacije objekta in delov objekta z označenimi nevarnostmi ter sistemi, napravami in sredstvi za preventivno in aktivno požarno zaščito, s katerim se zmanjšuje nevarnost nastanka požara oziroma zagotavlja učinkovito gašenje, če do požara pride. Namenjen je uporabnikom objekta, gasilcem in drugim reševalcem. Dokument vsebuje podatke (grafični prikaz podatkov) o prikazu objekta v prostoru (npr. tlorisi, intervencijske poti, stopnja požarne obremenitve ipd.), prikazu požarne varnosti objekta v tlorisih posameznih etaž (npr. sistemi za gašenje, požarne ločitve, gasilniki, hidranti ipd.). Zgled požarnega načrta je prikazan na *sliki 143*.

## IZVLEČEK IZ POŽARNEGA REDA za objekt:

### 1. ORGANIZACIJA VARSTVA PRED POŽAROM

Za požarno varnost odgovorna oseba v objektu je g. \_\_\_\_\_, tel. št. \_\_\_\_\_.

Predvideno število uporabnikov objektu je: \_\_\_\_\_

### 2. PREPREČEVANJE POŽARA

- Zaposleni in obiskovalci so dolžni upoštevati določila požarnega reda.
- V prostorih objekta ne uporabljajte lastnih naprav in pripomočkov za ogrevanje, osvetljevanje in kuhanje, ampak samo vgrajene naprave.
- Pri uporabi vgrajenih električnih naprav upoštevajte vsa varnostna navodila.
- Kajenje v objektu je prepovedano!
- Evakuacijske poti naj bodo vedno proste.
- Gasilniki in notranji hidranti morajo biti vedno dostopni.

### 3. V PRIMERU POŽARA

- KO POŽAR OPAZITE, GA POIZKUSITE POGASITI Z NAJBLIŽJIM GASILNIKOM ALI NOTRANJIM HIDRANTOM.



Znak za gasilnik



Znak za hidrant

- PO TELEFONU OBVESTITE GASILCE NA ŠTEVILKO **112**.

- AKTIVIRAJTE ROČNI JAVLJALNIK



Znak za ročni javljalik

- POŽARA NA ELEKTRIČNIH NAPELJAVAH IN NAPRAVAH NE GASITE Z VODO.

- SLEDITE OZNAKAM ZA EVAKUACIJO IN PO NAJBLIŽJI POTI ZAPUSTITE PROSTOR IN ZGRADBO.



Znak za pot umika



Znak za zbirno mesto

- PRI EVAKUACIJI IZ STAVBE NE UPORABLJAJTE DVIGALA.

- UPOŠTEVAJE NAVODILA ODGOVORNE OSEBE ZA IZVAJANJE EVAKUACIJE IN GAŠENJE POŽARA.

- ČE STA HODNIK IN/ALI STOPNIŠČE ZADIMLJENA IN NEPREHODNA, OSTANITE V PROSTORU.

Počakajte reševalce ob oknu na zunanji steni objekta.

### 4. PRIJAVA POŽARA

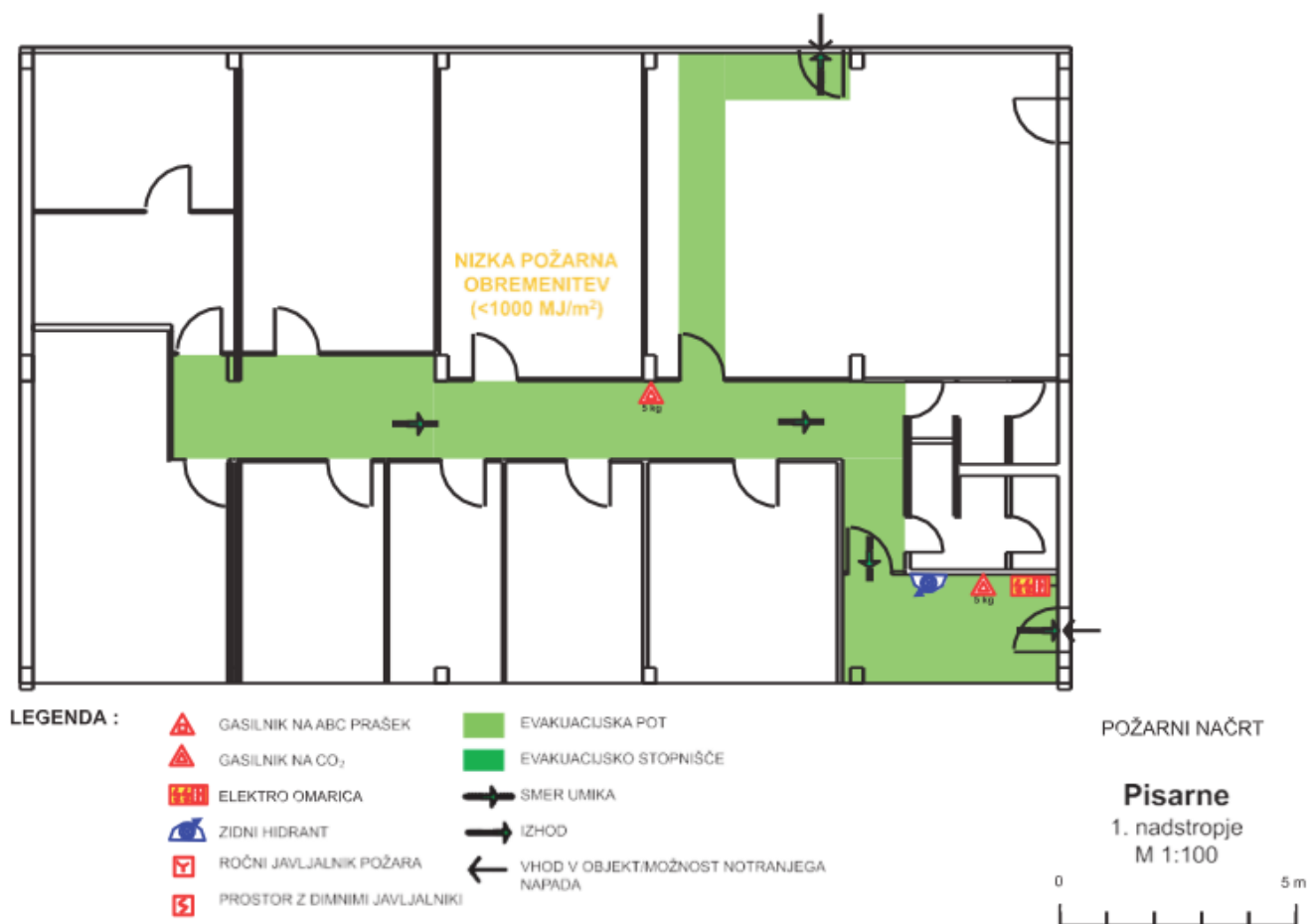
Požar javite:

centru za obveščanje (gasilcem) na številko **112!**

Datum sprejetja požarnega reda: \_\_\_\_\_

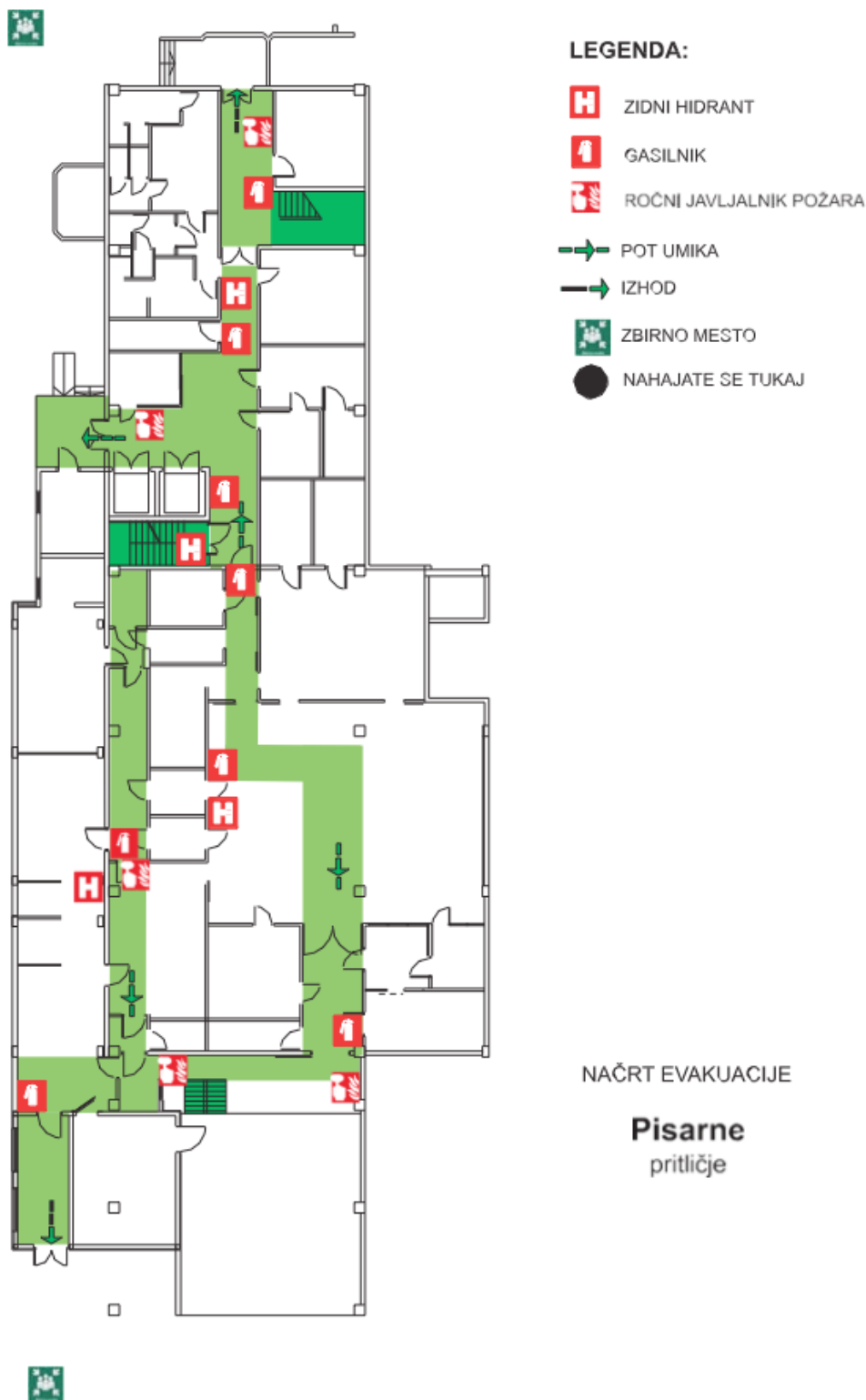
Podpis: \_\_\_\_\_

**Slika 142:** Izvleček požarnega reda



**Slika 143:** Požarni načrt

**Načrt evakuacije** je grafični prikaz objekta ali delov objekta s podatki, ki prikazujejo možnost urejenega gibanja oseb na varno mesto ob požaru ali drugi nevarnosti. V njem morajo biti vrisani položaj posamezne sobe ali posameznega prostora oziroma točka nahajanja, evakuacijska pot, zbirno mesto, mesta, kjer so nameščene naprave, oprema in sredstva za gašenje ter položaj ročnih javljalnikov požara. Zgled načrta evakuacije je prikazan na *sliki 144*.



**Slika 144:** Načrt evakuacije

Glede na določila Pravilnika o požarnem redu je treba za označevanje opreme, naprav in drugih sredstev za varstvo pred požarom ter vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite in elementov evakuacijskih poti upoštevati Pravilnik o grafičnih znakih za izdelavo prilog načrta požarne varnosti in požarnih redov.

**Evidenčni listi o rednih pregledih ter vzdrževanju in servisiranju** opreme, naprav in drugih sredstev za varstvo pred požarom, kjer mora lastnik ali uporabnik objekta oziroma oseba, ki jo za izvajanje ukrepov varstva pred požarom v objektu v skladu s predpisi pooblasti lastnik ali uporabnik, določiti način in pogostnost periodičnih pregledov opreme, naprav in drugih sredstev za varstvo pred požarom glede na predpise in navodila proizvajalcev ter požarno ogroženost objekta. Primer evidenčnega lista o servisiranju naprav in sistemov za požarno zaščito je prikazan v *preglednici 40*.

**Preglednica 40:** Evidenčni list

Zap. št.	Vrsta naprave	Lokacija	Pregled opravlja	Datum pregleda:	Veljavnost do:
1	dimna zavesa	1. klet	XY d.o.o.	12. 03. 2007	12. 09. 2007
2	dimna zavesa	2. klet	XY d.o.o.	12. 03. 2007	12. 09. 2007
3	lopute - dimne	pritličje	A d.o.o.	09. 01. 2008	09. 01. 2009
4	gasilniki – prašek	objekt A	XY d.o.o.	16. 05. 2008	16. 05. 2009
5.					
6.					

**Evidenčni listi o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom** in seznanitvi s požarnim redom – to je opredeljeno v *Pravilniku o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom in o usposabljanju odgovornih oseb za izvajanje ukrepov varstva pred požarom*. Zgled evidenčnega lista o usposabljanju zaposlenih je prikazan *sliki 145*.



## EVIDENČNI LIST O USPOSABLJANJU ZAPOSLENIH S PODROČJA VARSTVA PRED POŽAROM (primer)

Zaporedna številka:	012/2008		
Ime in priimek:	Ime in Priimek		
Datum in kraj rojstva:	01.01.1971		
Stalno ali začasno prebivališče:	Ljubljana		
Poklic:	Kuhar		
Izobrazba:	Kuhar – Gostinska srednja šola		
Delovno mesto:	Vodja kuhinje		
Pričetek delovnega razmerja:	15.10.2000		
Zaključek delovnega razmerja:	-		
Vrsta in način usposabljanja	osnovno, dopolnilno, praktično		
	Osnovno ob nastopu na delovno mesto:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- seznanitev z nevarnostmi</li> <li>- postopki ob vžigu olja v cvrtniku</li> <li>- primerna gasila in gasilniki za gašenje požara v kuhinji</li> <li>- evakuacija – pregled izhodov</li> <li>- praktično usposabljanje za delo z gasilnikom</li> </ul>		
	Osnovno:	Dopolnilno:	
	20.10.2000	23.11.2002	
	Dopolnilno:	Dopolnilno:	
14.12.2004	5.11.2006		
Dopolnilno:	Dopolnilno:		
Dopolnilno:	Dopolnilno:		
Dopolnilno:	Dopolnilno:		
Dopolnilno:	Dopolnilno:		
Datum sprejema požarnega reda:	30.6.2008	Podpis:	
Opombe:			

Slika 145: Evidenčni list o usposabljanju zaposlenih

**Evidenčni listi o požarih, eksplozijah, gasilskih intervencijah** ter nastali škodi vodi lastnik ali uporabnik objekta na obrazcu, ki je sestavni del tega pravilnika, *slika 146*.

EVIDENČNI LIST O POŽARU-EKSPLOZIJI (primer)		<input type="checkbox"/> POŽAR <input type="checkbox"/> EKSPLOZIJA		
1	Zaporedna številka požara		leto	_____
2	Datum:	_____	Ura nastanka:	_____
3	Objekt (prostor)	_____		
4	Način odkrivanja požara	<input type="checkbox"/> ljudje <input type="checkbox"/> avtomatsko <input type="checkbox"/> ostalo		
5	Način povzročitve	<input type="checkbox"/> namenoma <input type="checkbox"/> malomarnost <input type="checkbox"/> nepazljivost <input type="checkbox"/> otroška igra <input type="checkbox"/> naravni pojav <input type="checkbox"/> neznano		
6	Vzroki nastanka požara:			
	<input type="checkbox"/> poškodba, okvara stroja	<input type="checkbox"/> samovžig	<input type="checkbox"/> električne naprave in aparati	
	<input type="checkbox"/> cigaretni ogorek	<input type="checkbox"/> varjenje	<input type="checkbox"/> kratek stik	
	<input type="checkbox"/> kurjenje na prostem	<input type="checkbox"/> brušenje	<input type="checkbox"/> preobremenitev vodnikov	
	<input type="checkbox"/> ognjišča	<input type="checkbox"/> udarec	<input type="checkbox"/> eksplozija	
	<input type="checkbox"/> eksotermna reakcija	<input type="checkbox"/> trenje	<input type="checkbox"/> ostalo	
	<input type="checkbox"/> ogrevala	<input type="checkbox"/> gradbene in konstrukcijske pomanjkljivosti	<input type="checkbox"/> neznano	
	<input type="checkbox"/> naravni pojavi			
7	Udeležba pri gašenju		Število	Del.ure
7.1	Zaposleni v podjetju			
7.2	GE			
7.3	GE			
7.4	GE			
7.5	Gostje			
7.6	Občani			
8	Ocena požarne intervencije	<input type="checkbox"/> uspešna <input type="checkbox"/> delno uspešna <input type="checkbox"/> neuspešna		
9	Požarna škoda	_____		
10	<b>Udeleženci</b>	<b>Gasilci</b>	<b>Zaposleni</b>	<b>Občani</b>
10.1	Mrtvi			
10.2	Poškodovani			
11	Ukrepi za odpravo posledic:			
12	Preventivni ukrepi:			
13	Drugi ukrepi:			
14	Pripombe:			
LIST IZPOLNIL:		DATUM:		
SKICA:				

**Slika 146:** Evidenčni list o požarih, eksplozijah, gasilskih intervencijah ter nastali škodi

Kontrolni listi so namenjeni evidenci o periodičnih pregledih naprav in drugih sredstev za varstvo pred požarom. Vzorec kontrolnega lista je sestavni del pravilnika. Pomembno je, da je kontrolni list z navedeno opremo prilagojen vrsti naprav in da se podatke, ki so zajeti v kontrolnem listu sproti dopolnjuje. Zgled kontrolnega lista je prikazan v nadaljevanju na *sliki 147*.

<b>KONTROLNI LIST OPREME, SREDSTEV IN NAPRAV ZA VARSTVO PRED POŽAROM (primer)</b>		
Podjetje:	Datum:	
Objekt:	Ura:	
List št.:	kontrolor:	
<b>Vrsta kontrole:</b>	<b>Ustreza: da/ne</b>	<b>Opombe: 1. mesto in vrsta napake 2. predlog za odpravo napake 3. način odprave napake 4. odgovoren za odpravo napake 5. rok za odpravo napake 6. morebitni nadomestni ukrepi</b>
1. Aktivni ukrepi – vizualni pregled sistema za gašenje		
2. Aktivni ukrepi – vizualni pregled sistema za odkrivanje požarov		
3. Aktivni ukrepi – preizkus požarne centrale		
4. Aktivni ukrepi – preizkus ročnih javljalnikov		
5. Gradbeni ukrepi – vizualni pregled dimoodvodnih loput		
6. Organizacijski ukrepi – dostopnost in prehodnost evakuacijskih poti		
7. Organizacijski ukrepi – pregled namestitve izvlečkov požarnega reda		
8. Organizacijski ukrepi – vizualni pregled gasilnikov		

**Slika 147:** Kontrolni list

## 8.2 Usposabljanje zaposlenih

Usposabljanje zaposlenih na področju varstva pred požarom opredeljujeta Zakon o varstvu pred požarom in Pravilnik o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom in o usposabljanju odgovornih oseb za izvajanje ukrepov varstva pred požarom, ki je podrejen Zakonu o varstvu pred požarom in ureja področje zahteve za usposabljanje odgovornih oseb za izvajanje ukrepov varstva pred požarom v podjetju.

Zakon o varstvu pred požarom v 20. členu opredeljuje usposabljanje zaposlenih za varstvo pred požarom. Delodajalec mora poskrbeti, da je vsak, ki je redno ali začasno oziroma občasno zaposlen pri njem, usposobljen za varstvo pred požarom ob:

- nastopu dela;
- premestitvi na drugo delovno mesto;
- začetku opravljanja drugega dela;
- spremembi ali uvajanju nove delovne opreme;
- spremembi in uvajanju nove tehnologije.

Glede na zahteve iz pravilnika mora delodajalec poskrbeti, da je vsak, ki je redno ali začasno oziroma občasno zaposlen pri njem (v nadaljnjem besedilu: delavec) ob pogojih iz 20. člena zakona o varstvu pred požarom poučen o varstvu pred požarom po programu, ki zajema teoretično in praktično znanje, predvsem pa o:

- pogojih na delovnem mestu v posameznem poslovnem ali industrijskem objektu (delovnih razmerah),
- nevarnostih za nastanek požara ali eksplozije,
- preventivnih ukrepov,
- normativih, standardih ter o tehničnih predpisih za varstvo pred požarom,
- opremi, napravah in drugih sredstvih za varstvo pred požarom,
- uporabi sredstev za gašenje začetnih požarov.

Pri usposabljanju se mora upoštevati nove in spremenjene požarne nevarnosti, posebnosti delovnega mesta ter znanje občasno obnavljati. Programi usposabljanja morajo tako biti prilagojeni glede na zahteve 20. člena zakona o varstvu pred požarom in specifične razmere v delovnem okolju.

Delavce na splošno usposabljujejo izvajalci usposabljanja, ki so si pridobili pooblastilo Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje v skladu z 8. členom pravilnika o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom in o usposabljanju odgovornih oseb za izvajanje ukrepov varstva pred požarom in izpolnjujejo naslednje pogoje:

- registrirani morajo biti za opravljanje dejavnosti izobraževanja in usposabljanja odraslih,
- redno, začasno ali občasno zaposlenega morajo imeti vsaj enega delavca z visoko izobrazbo in najmanj 3 leti delovnih izkušenj na podobnih delih ter pridobljeno pedagoško-andragoško izobrazbo ali vsaj dva delavca, in sicer enega z visoko izobrazbo in najmanj 3 leti delovnih izkušenj na podobnih delih ter enega delavca z visoko izobrazbo pedagoško-andragoške smeri; ne glede na izobrazbo morajo imeti delavci opravljen strokovni izpit iz

tretje točke 14. člena pravilnika o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom in o usposabljanju odgovornih oseb za izvajanje ukrepov varstva pred požarom,

- imeti morajo reference s področja izobraževanja za varstvo pred požarom ali podobnega izobraževanja,
- na voljo morajo imeti ustrezne prostori, kjer se poučuje varstvo pred požarom,
- na voljo morajo umeti ustrezna avdiovizualna sredstva in pripomočke za izvajanje poučevanja.

V poslovnih, industrijskih in drugih objektih, kjer obstaja zelo majhna, majhna ali srednja požarna ogroženost, lahko usposabljuje delavce tudi delavci, ki so si od lastnika poslovnih, industrijskih in drugih objektov pridobili pooblastilo za izvajanje ukrepov varstva pred požarom (v nadaljnjem besedilu: strokovni delavci) in izpolnjujejo pogojev skladu z 2. točko prvega odstavka 14. člena tega pravilnika.

Za izvajanje ukrepov varstva pred požarom v poslovnih in industrijskih objektih, kjer obstaja zelo majhna, majhna ali srednja požarna ogroženost, mora imeti strokovni delavec najmanj V. stopnjo izobrazbe tehnične ali gasilske smeri in opravljen splošni del strokovnega izpita iz varstva pred požarom.

Stopnja požarne ogroženosti se opredeli na podlagi Pravilnika o metodologiji za ugotavljanje ocene požarne ogroženosti.

V poslovnih, industrijskih in drugih objektih, kjer obstaja srednja do povečana ali velika požarna ogroženost, lahko usposabljuje delavce tudi delavci, ki so si od lastnika poslovnih, industrijskih in drugih objektov pridobili pooblastilo za izvajanje ukrepov varstva pred požarom (v nadaljnjem besedilu: strokovni delavci) in izpolnjujejo pogoje v skladu s 3. točko prvega odstavka 14. člena tega pravilnika.

Za izvajanje ukrepov varstva pred požarom v poslovnih, industrijskih in drugih objektih, kjer obstaja srednja do povečana, velika ali zelo velika požarna ogroženost, mora imeti strokovna oseba najmanj višjo izobrazbo ustrezne tehnične ali gasilske smeri (VI. stopnja zahtevnosti) ter opravljen splošni in posebni del strokovnega izpita iz varstva pred požarom.

Stopnja požarne ogroženosti se opredeli na podlagi Pravilnika o metodologiji za ugotavljanje ocene požarne ogroženosti.

Preskuse znanj ali strokovne izpite iz varstva pred požarom opravljajo kandidati pred komisijo Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje za preskuse znanj in strokovne izpite.

Lastniki ali uporabniki objektov iz petega odstavka Zakona o varstvu pred požarom morajo najmanj enkrat letno izvesti praktično usposabljanje za izvajanje evakuacije iz objekta ob požaru.

Evidence o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom so opredeljene v Pravilniku o požarnem redu in Pravilniku o usposabljanju zaposlenih za varstvo pred požarom in o usposabljanju odgovornih oseb za izvajanje ukrepov varstva pred požarom.

Poseben pomen ima pri usposabljanju evakuacija iz objekta. Kakor smo že omenili, morajo lastniki ali uporabniki požarno bolj ogroženih objektov in objektov, v katerih se zbira več ljudi (več kakor 100) najmanj enkrat letno izvesti praktično usposabljanje za izvajanje evakuacije iz objekta ob požaru.

Na splošno je treba pri usposabljanju za izvajanje evakuacije iz objekta izpolniti nekaj temeljnih zahtev:

- Zaposleni, obiskovalci, stanovalci oz. vsi potencialni uporabniki objekta naj bodo z objektom seznanjeni. To pomeni, da morajo uporabniki objekta poznati evakuacijske poti in zbirna mesta. Statistični podatki kažejo, da ob evakuaciji ljudje uporabljajo poti, ki jih poznajo. Pogosto ob evakuaciji en ali več izhodov ostane povsem neuporabljenih pa čeprav so povsem varni in vodijo varno na prosto. Z izvajanjem vaj evakuacije uporabniki objekta spoznajo tudi druge potencialne poti, ki vodijo iz objekta.
- Zaposleni, obiskovalci, stanovalci oz. vsi potencialni uporabniki objekta naj bodo seznanjeni z načinom oz. vrsto alarmiranja po objektu ob požaru. Uporabniki objekta morajo poznati zvok alarma oz. načine, kako bo alarmiranje teklo. Tako bo ob evakuaciji odziv uporabnikov objekta večji in hitrejši.
- Zaposleni, obiskovalci, stanovalci oz. vsi potencialni uporabniki objekta morajo biti seznanjeni s postopki ob evakuaciji. Uporabniki objekta morajo poznati način odpiranja ali zapiranja požarnih vrat, delovanje tehnološkega postopka v času evakuacije, delovanje sistemov aktivne in pasivne požarne zaščite ipd. Ob požaru se ljudje zelo neradi gibljejo skozi področje, kjer se je aktiviral sprinklerski sistem in prši voda. Seznanjenost z delovanjem sistemov za gašenje je zelo pomembna.
- Posamezniki morajo biti seznanjeni z nalogami, ki jih imajo oz. bi jih imeli ob evakuaciji. Uporabniki objekta morajo poznati naloge, ki jih morajo na delovnem mestu v času evakuacije izvršiti. Na tem mestu je treba uporabnike objekta seznaniti z izklopom energentov (elektrika, plin ipd.), tehnoloških postopkov ipd. Zaposleni ali drugi uporabniki objekta morajo poznati in razumeti svoje naloge ob evakuaciji.
- Odgovorne in pooblaščen osebe morajo biti seznanjene z nalogami, ki jih imajo oz. bi jih imele ob evakuaciji. Odgovorna ali pooblaščen oseba mora poznati svojo vlogo in naloge, ki bi jih imela v času evakuacije. To še posebej velja za večetažne in tlorisno velike objekte, kjer je smiselno evakuacijo nadzirati in spremljati po delih objekta.
- Zaposleni, obiskovalci, stanovalci oz. vsi potencialni uporabniki objekta in odgovorne osebe morajo biti seznanjeni s postopki in načini obveščanja gasilcev in reševalcev ob požaru. Vsi uporabniki objekta, še posebej pa odgovorne in pooblaščen osebe morajo podrobneje poznati postopke obveščanja gasilcev in reševalcev ob požaru.
- Odgovorne in pooblaščen osebe morajo poznati svoje naloge in pristojnosti na zbirnem mestu oz. po evakuaciji. Ko se po evakuaciji uporabniki objekta zberejo na zbirnem mestu, je treba opraviti evidenco prisotnosti ter zbrati podatke o pogrešanih oz. poškodovanih osebah. Te podatke je treba posredovati gasilcem in reševalcem.

O vsakem usposabljanju in izvajanju vaje evakuacije je treba voditi tudi evidence o času, sodelujočih in načinu izvedbe usposabljanja, kakor to v 11. členu zahteva *Pravilnik o požarnem redu*. Izvajanje vaj evakuacije bo pripomoglo k večji varnosti uporabnikov objekta. Namen vaj evakuacije je tudi, da se preizkusi sistem varstva pred požarom na ravni podjetja. Tako lahko vaje evakuacije s pridom izkoristimo za preizkušanje sistema v praksi.

# Seznam literature

## PREDPISI:

- *Gradbeni zakon* (Uradni list RS, št. 61/17, 72/17 – popr., 65/20 in 15/21 – ZDUOP)
- *Zakon o varstvu pred požarom* (Uradni list RS, št. 3/07 – uradno prečiščeno besedilo, 9/11, 83/12, 61/17 – GZ in 189/20 – ZFRO)
- *Zakon o urejanju prostora* (Uradni list RS, št. 61/17)
- *Zakon o prostorskem načrtovanju* (Uradni list RS, št. 33/07, 70/08 – ZVO-1B, 108/09, 80/10 – ZUPUDPP, 43/11 – ZKZ-C, 57/12, 57/12 – ZUPUD-PP-A, 109/12, 76/14 – odl. US, 14/15 – ZUUJFO in 61/17 – ZUreP-2)
- *Zakon o gasilstvu* (Uradni list RS, št. 113/05 – uradno prečiščeno besedilo, 23/19 in 189/20 – ZFRO)
- *Zakon o gradbenih proizvodih* (Uradni list RS, št. 82/13)
- *Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami* (Uradni list RS, št. 51/06 – uradno prečiščeno besedilo, 97/10 in 21/18 – ZNOrg)
- *Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti* (Uradni list RS, št. 17/11)
- *Uredba o razvrščanju objektov* (Uradni list RS, št. 37/18)
- *Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov* (Uradni list RS, št. 36/18, 51/18 – popr. in 197/20)
- *Pravilnik o izdelavi ocen požarne ogroženosti* (Uradni list RS, št. 180/20)
- *Pravilnik o gradbiščih* (Uradni list RS, št. 55/08, 54/09 – popr. in 61/17 – GZ)
- *Pravilnik o požarni varnosti v stavbah* (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13 in 61/17 – GZ)
- *Pravilnik o zasnovi in študiji požarne varnosti* (Uradni list RS, št. 12/13, 49/13 in 61/17 – GZ)
- *Pravilnik o požarnem redu* (Uradni list RS, št. 52/07, 34/11 in 101/11)
- *Pravilnik o varnostnih znakih* (Uradni list RS, št. 89/99, 39/05, 34/10, 43/11 – ZVZD-1 in 38/15)
- *Pravilnik o grafičnih znakih za izdelavo prilog študij požarne varnosti* (Ur.l. RS, št. 138/2004)
- *Pravilnik o izbiri in namestitvi gasilnih aparatov* (Ur. list RS, št. 67/05)
- *Pravilnik o minimalnih tehničnih in drugih pogojih za vzdrževanje ročnih in prevoznih gasilnih aparatov* (Uradni list RS, št. 108/04, 116/07, 102/09 in 55/15)
- *Pravilnik o preizkušanju hidrantnih omrežij* (Uradni list RS, št. 22/95, 102/09 in 60/20)
- *Pravilnik o nadzoru vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite* (Uradni list RS, št. 53/19)

## STANDARDI IN SMERNICE:

- ATEX guidelines, Guidelines on the application of directive 94/9/ec of 23 march 1994 on the approximation of the laws of the member states concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres, 2005
- CEA VdS – 4001 – Sprinkler Systems: Planning and Installation, 2003
- CEA 4002: 1996-04, Installing Firms of Security Systems against Fire and/or Theft, CEA 4003: 1996-04, Electrical Installers of Security Systems against Fire and/or Theft, CEA 4007: 1997, CO<sub>2</sub> systems – Planning and Instalation,
- CEA 4008: 1997, Fire Extinguishing Systems using non liquified Inert gases – Planning and Instalation,
- CEA 4009: 1997-07 (2000-02), CO<sub>2</sub> Fire – Fighting Systems, Requirements and Test Methods, Requirements and test methods for selector valves and their actuators,
- CEA 4010: 1997-07 (2000-02), CO<sub>2</sub> Fire – Fighting Systems, Specifications for CO<sub>2</sub> fire-fighting systems, requirements and test methods for nozzles,
- CEA 4011: 1997-07 (2000-02), CO<sub>2</sub> Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for non-electrical control and delay devices,
- CEA 4012: 1997-07 (2000-02), CO<sub>2</sub> Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for check and non-return valves,
- CEA 4013: 1997-07 (2000-02), CO<sub>2</sub> Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for hoses and container connection pipes,
- CEA 4014: 1997-07 (2000-02), CO<sub>2</sub> Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for high-pressure container valve assemblies and their actuators,
- CEA 4015: 1997-07 (2000-02), Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for container valves, assemblies and their actuators,
- CEA 4016: 1997-07 (2000-02), Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for nozzles,
- CEA 4017: 1997-07 (2000-02), Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for hoses and container connection pipes,
- CEA 4018: 1998-02, Specifications of centralised technical management systems CEA 4019: 1998-05, Monitoring of CO<sub>2</sub> systems
- CEA 4021: 1999-06, Specifications for fire detection and fire alarm systems, Requirements and test methods for multisensor detectors, which respond to smoke and heat, and smoke detectors with more than one sensor CEA 4022: 1999-12, Specifications for fire detection and fire alarm systems, Requirements and test methods for aspirating smoke detectors
- CEA 4023: 1999-12, Specifications for sprinkler systems, Requirements and test methods for K 57, K 80, K 115 and K 160 sprinklers
- CEA 4024: 1999-12, Specifications for sprinkler systems, Requirements and test methods for ESFR sprinklers
- CEA 4025: 2000-02, Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for pressure reduction devices for inert gas systems,
- CEA 4026: 2000-02, Inert Gas Fire – Fighting Systems,, Requirements and test methods for pressure switches,
- CEA 4027: 2000-02, Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for mechanical weighing devices,
- CEA 4028: 2000-02, Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for alarm devices, CEA 4029: 2000-02, Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for system approval, CEA 4030: 2000-02, Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for pressure gauges
- CEA 4031: 2000-02, Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for manual triggering and stop devices,



- CEA 4032: 2000-02, Inert Gas Fire – Fighting Systems, Requirements and test methods for nonelectrical disable devices,  
CEA 4033: 2000-09, Spark Extinguishing Systems, Requirements and test methods for water-based spark extinguishing devices in ducts,  
CFPA E Guideline No 4 2003: Introduction to Qualitative Fire Risk Assessment  
DIN 4102- 4: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile  
DIN 18232-1:1981 – Baulicher Brandschutz, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen – Teil 1: Begriffe und Anwendung DIN 18232-5: Rauch- und Wärmeabzugsanlagen – Teil 5: Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA); Anforderungen, Bemessung  
DIN V 18232 Teil 6:1997- Rauch- und Wärmeabzug – Maschinelle Rauchabzüge (MRA) – Teil 6: Anforderungen an die Einzelbauteile und Eignungsnachweise  
DVGW, Technische Regeln für Gas Installationen, Deutscher Verein für Gas und Wasserfaches  
MLAR – Muster-Leitungsanlagenrichtlinie, Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungen, Fassung 2000-03  
NFPA 1: 2006, Fire Prevention Code,  
NFPA 11 – Standard for Low-Expansion Foam, 2005  
NFPA 12 – Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems, 2008 NFPA 12A – Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing Systems, 2009 NFPA 13 – Standard for the Installation of Sprinkler Systems, 2007  
NFPA 13D, Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes, 2007  
NFPA 13E, Recommended Practice for Fire Department Operations in Properties Protected by Sprinkler and Standpipe Systems, 2005  
NFPA 13R, Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and Including Four Stories in Height, 2007  
NFPA 14, Standard for the installation of standpipe and hose systems, 2007 NFPA 15, Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection, 2007  
NFPA 16 – Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems, 2007 NFPA 17 – Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems, 2009  
NFPA 17A- Standard for Wet Chemical Extinguishing Systems, 2009  
NFPA 20, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, 2007  
NFPA 25, Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems, 2008 NFPA 70: 2008, NEC – National Electrical Code,  
NFPA 72: 2007, National Fire Alarm Code, NFPA 88A: 2007, Standard for parking structures  
NFPA 90A:2009, Standard for the installation of air-conditioning and ventilation systems NFPA 90B:2009, Standard for the installation of warm air heating and air-conditioning systems NFPA 92A: 2009, Recommended practice for smoke-control systems  
NFPA 92B: Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Areas, 2009 NFPA 101:2006, Life safety code  
NFPA 105:2007, Recommended practice for the installation of smoke-control door assemblies NFPA 106: 2000, Life Safety Code,  
NFPA 204:2007, Guide for smoke and heat venting  
NFPA 551: Evaluation of Fire Risk Assessments, NFPA, Boston, ZDA, 2007 NFPA 2001 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, 2008 Edition  
SIA-Dokumentation 81: Brandrisikobewertung, Berechnungsverfahren (Methode Gretener), 1996 SIST 1007:1998 – Označevalne tablice za hidrante  
SIST 1013:1996 – Požarna zaščita – Varnostni znaki – Evakuacijska pot, naprave za gašenje in ročni javljalniki požara SIST EN 54-1:2001; Odkrivanje in javljanje požara in alarmiranje – 1. del: Uvod  
SIST EN 54-2:1997/AC:2000; Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 2. del: Požarna centrala SIST EN 54-3:2001; Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 3. del: Naprave za alarmiranje – Zvočne naprave  
SIST EN 54-4:1997/AC:2000; Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 4. del: Oprema za napajanje SIST EN 54-5:2001; Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 5. del: Toplotni javljalniki – Točkovni javljalniki  
SIST EN 54-7:2001; Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 7. del: Dimni javljalniki -Točkovni javljalniki na principu sipanja svetlobe, prepuščene svetlobe ali ionizacije  
SIST EN 54-10:2002; Odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 10. del: Plamenski javljalniki – Točkovni javljalniki  
SIST EN 54-10:2002/A1:2006 – Odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 10. del: Plamenski javljalniki – Točkovni javljalniki  
SIST EN 54-11:2001; Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 11. del: Ročni javljalniki  
SIST EN 54-12:2003 – Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 12. del: Dimni javljalniki – Linijski javljalniki z optičnim žarkom  
SIST EN 54-13:2005 – Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 13. del: Ocenjevanje združljivosti sestavnih delov sistemov  
SIST-TS CEN/TS 54-14:2004 – Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 14. del: Smernice za načrtovanje, projektiranje, vgradnjo, preverjanje, uporabo in vzdrževanje  
oSIST prEN 54-15:2006 – Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – Kombinirani točkovni javljalniki požara  
oSIST prEN 54-16:2004 – Fire detection and fire alarm systems – Components for fire alarm voice alarm systems SIST EN 54-17:2006 – Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 17. del: Kratkostični ločilniki SIST EN 54-18:2006 – Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 18. del: Vhodno/izhodne naprave SIST EN 54-21:2006 – Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – 21. del: Oprema za usmerjanje alarma  
oSIST prEN 54-23:2004 – Fire detection and fire alarm systems – Part 23: Fire alarm devices – Visual alarms  
oSIST prEN 54-24:2006 – Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje – Sestavni deli zvočnih sistemov za javljanje požara – 24. del: Zvočniki – Fire detection and fire alarm systems – Components of voice alarm systems – Part 24: Loudspeakers  
oSIST prEN 54-25:2005 – Odkrivanje in javljanje požara in alarmiranje – 25. del: Sestavni deli za radijske povezave in zahteve sistema – Fire detection and fire alarm systems – Part 25: Components using radio links and system requirements  
SIST EN ISO 1182:2002; Preskusi odziva gradbenih proizvodov na ogenj – Preskus negorljivosti; Reaction to fire tests for building products – Non-combustibility test (ISO 1182:2002);  
SIST EN 1366-1:1999, Preskusi požarne odpornosti servisnih inštalacij – 1. del: Kanali  
SIST EN 1366-2:1999, Preskusi požarne odpornosti servisnih inštalacij – 2. del: Požarne lopute

- SIST EN 1634-1:2001, Preskusi požarne odpornosti vrat in drugih zapornih elementov – 1. del: Požarna vrata in zapore,
- SIST EN 1634-3:2002, Preskusi požarne odpornosti vrat in drugih zapornih sestavov – 3. del: Dimna vrata in zapore SIST EN ISO 1716:2002; Preskusi odziva gradbenih proizvodov na ogenj – Ugotavljanje specifične toplote zgorevanja (ISO 1716:2002);
- SIST ISO 8421-5: 1995 (sl) – Požarna zaščita – Slovar – 5. del: Nadzor dima
- SIST EN ISO 9239-1:2002; Preskusi odziva talnih oblog na ogenj – 1. del: Ugotavljanje obnašanja pri gorenju z uporabo sevalnega vira toplote (ISO 9239-1:2002);
- SIST EN ISO 11925-2:2002; Preskusi odziva na ogenj – Sposobnost vžiga gradbenih proizvodov v neposrednem stiku s plamenom – 2. del: Preskus z enim gorilnikom (ISO 11925-2:2002);
- SIST EN 12101-3:2002; Sistemi za nadzor dima in toplote – 3. del: Specifikacije za električne ventilatorje za odvod dima in toplote
- SIST CR 12101-5:2001; Sistemi za odvod dima in toplote – 5. del: Navodila za delovanje in računske metode za sisteme za odvod dima in toplote
- SIST EN 13501-1:2002; Požarna klasifikacija gradbenih proizvodov in elementov stavb – Klasifikacija na osnovi podatkov iz preskusov odziva na ogenj;
- SIST EN 13823:2002; Preskusi odziva gradbenih proizvodov na ogenj – Gradbeni proizvodi, izpostavljeni toplotnemu delovanju enega samega gorečega predmeta; izvzete so talne obloge;
- SIST EN 13823:2002, Preskusi odziva gradbenih proizvodov na ogenj – Gradbeni proizvodi, izpostavljeni toplotnemu delovanju enega samega gorečega predmeta; izvzete so talne obloge,
- SIST EN 12101-1:2005 – Sistemi za nadzor dima in toplote – 1. del: Določila za ovire proti širjenju dima
- SIST EN 12101-2:2003 – Sistemi za nadzor dima in toplote – 2. del: Določila za odvod dima in toplote z naravnim prezračevanjem
- SIST EN 12101-3:2002 – Sistemi za nadzor dima in toplote – 3. del: Specifikacije za električne ventilatorje za odvod dima in toplote
- SIST-TP CEN/TR 12101-5:2005 – Sistemi za nadzor dima in toplote – 5. del: Navodila za delovanje in računske metode za sisteme za odvod dima in toplote
- SIST EN 12101-6:2005 – Sistemi za nadzor dima in toplote – 6. del: Sistemi za zagotovitev tlačnih razlik – Oprema SIST EN 12101-10:2005 – Sistemi za nadzor dima in toplote – 10. del: Oskrba z energijo
- SIST EN 1366-2:1999 – Preskusi požarne odpornosti servisnih inštalacij – 2. del: Požarne lopute
- SIST EN 1366-8:2004 – Preskusi požarne odpornosti servisnih inštalacij – 8. del: Kanali za odvod dima
- OSIST prEN 1366-9:2005 – Preskusi požarne odpornosti servisnih napeljav – 9. del: Kanali za odvod dima iz enega požarnega sektorja
- OSIST prEN 1366-10:2005 – Preskusi požarne odpornosti servisnih napeljav – 10. del: Nadzor dimnih loput
- SIST EN 12845:2005 – Vgrajene naprave za gašenje – Avtomatski sprinklerski sistemi – Projektiranje, vgradnja in vzdrževanje
- SIST EN 12416-2:2001 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sistemi s praškom – 2. del: Projektiranje, izvedba in vzdrževanje SIST EN ISO 13943:2001 – Požarna varnost – Slovar (ISO 13943:1999)
- SIST EN ISO 13943:2002 – Požarna varnost – Slovar SIST EN 14604:2005 – Javljalniki dima
- oSIST prEN 15004-1:2005; Vgrajeni gasilni sistemi – Sistemi za gašenje s plinom – 1. del: Splošne zahteve za načrtovanje in vgrajevanje
- SIST EN 1866:2006 – Prevozniki gasilniki
- SIST EN 3-1:1996 (en) – Prenosni gasilniki – 1. del: Opis, trajanje gašenja, požarna preskusa razredov A in B SIST EN 81-73:2005 – Varnostna pravila za konstruiranje in vgradnjo dvigal (liftov) – Posebne izvedbe osebnih in osebno-tovornih dvigal – 73. del: Obnašanje dvigal v primeru požara
- oSIST prEN 3-10:2006 – Prenosni gasilniki – 10. del: Določbe za vrednotenje skladnosti prenosnih gasilnikov z EN 3-7
- SIST EN 60598-2-22:2000 – Luminaires – Part 2-22: Particular requirements – Luminaires for emergency lighting SIST EN 13501-5:2006 – Požarna klasifikacija gradbenih proizvodov in elementov stavb
- SIST EN 1991-1-2:2004 – Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-2. del: Splošni vplivi – Vplivi požara na konstrukcije SIST EN 14339:2005 – Podzemni hidranti
- SIST EN 14384:2005 – Nadzemni hidranti
- SIST ISO 6182-1:1995; Požarna zaščita – Avtomatski sprinkler sistemi – 1. del: Zahteve in preskusne metode za sprinklerje
- SIST ISO 6182-2:1995; Požarna zaščita – Avtomatski sprinkler sistemi – 2. del: Zahteve in preskusne metode za mokre alarmne ventile, zadrževalne komore in alarmne naprave na vodni pogon
- SIST ISO 6182-3:1995; Požarna zaščita – Avtomatski sprinkler sistemi – 3. del: Zahteve in preskusne metode za suhe alarmne ventile
- SIST ISO 6182-4:1995; Požarna zaščita – Avtomatski sprinkler sistemi – 4. del: Zahteve in preskusne metode za hitro odpirajoče se zaporne elemente
- SIST ISO 6182-5:1997; Požarna zaščita – Avtomatski sprinklerski sistemi – 5. del: Zahteve in preskusne metode za poplavne ventile
- SIST ISO 6183:1995; Oprema za požarno zaščito – Vgrajeni gasilni sistemi z ogljikovim dioksidom – Načrtovanje in vgradnja
- SIST EN 12094-5:2001; Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 5. del: Zahteve in preskusne metode za visokotlačne in nizkotlačne sortirne ventile in njihova sprožila za sisteme s CO<sub>2</sub>
- SIST EN 12094-6:2001; Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 6. del: Zahteve in preskusne metode za neelektrične naprave za zaustavitev pri sistemih s CO<sub>2</sub>
- SIST EN 12094-7:2001; Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 7. del: Zahteve in preskusne metode za šobe pri sistemih s CO<sub>2</sub>
- SIST EN 12094-8:1998; Vgrajeni gasilni sistemi – Komponente za plinske gasilne sisteme – 8. del: Zahteve in preskusne metode za gibljive spoje v sistemih za gašenje s CO<sub>2</sub>
- SIST EN 12094-13:2001; Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 13. del: Zahteve in preskusne metode za kontrolne ventile in nepovratne ventile
- SIST EN 12094-13:2001/AC:2002; Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 13. del: Zahteve in preskusne metode za kontrolne ventile in nepovratne ventile
- SIST EN 12259-1:1999 + A1:2001; Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 1. del: Sprinklerji
- SIST EN 12259-2:1999/A1:2001; Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 2. del: Mokri alarmni ventili
- SIST EN 12259-2:2000; Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerjev in sistemov s pršečo vodo – 2. del: Mokri alarmni ventili

- SIST EN 12259-3:2000/A1:2001; Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 3. del: Suhi alarmni ventili
- SIST EN 12259-3:2001; Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerjev in sistemov s pršečo vodo – 3. del: Suhi alarmni ventili
- SIST EN 12259-4:2000/A1:2001; Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerjev in sistemov s pršečo vodo – 4. del: Naprave za alarmiranje z vodnim pogonom
- SIST EN 12259-4:2001; Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerjev in sistemov s pršečo vodo – 4. del: Naprave za alarmiranje z vodnim pogonom
- SIST EN 12416-1:2001; Vgrajeni gasilni sistemi – Sistemi s praškom – 1. del: Zahteve in preskusne metode za sestavne dele
- SIST EN 12416-2:2001; Vgrajeni gasilni sistemi – Sistemi s praškom – 2. del: Projektiranje, izvedba in vzdrževanje SIST ISO 8421-3:1999 – Požarna zaščita – Slovar – 3. del: Odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje
- SIST ISO 8421-4:1999 – Požarna zaščita – Slovar – 4. del: Naprave in sredstva za gašenje požarov SIST ISO 8421-5:1995 – Požarna zaščita – Slovar – 5. del: Nadzor dima
- SIST ISO 8421-6:1995 – Požarna zaščita – Slovar – 6. del: Evakuacija in sredstva za umik
- SIST ISO 8421-8:1999 – Požarna zaščita – Slovar – 8. del: Izrazi, ki so specifični za gašenje požara, reševalne službe in ravnanje z nevarnimi snovmi
- SIST ISO/TR 13387-1:2001 – Požarno inženirstvo – 1. del: Uporaba performančnega načina projektiranja požarne varnosti – Fire safety engineering – Part 1: Application of fire performance concepts to design objectives
- SIST ISO/TR 13387-1:2001 – Požarno inženirstvo – 1. del: Uporaba performančnega načina projektiranja požarne varnosti
- SIST ISO/TR 13387-2:2001 – Požarno inženirstvo – 2. del: Požarni scenariji
- SIST ISO/TR 13387-3:2001 – Požarno inženirstvo – 3. del: Ocenjevanje in preverjanje matematičnih požarnih modelov
- SIST ISO/TR 13387-4:2001 – Požarno inženirstvo – 4. del: Začetek in razvoj požara in dimnih plinov SIST ISO/TR 13387-5:2001 – Požarno inženirstvo – 5. del: Širjenje dimnih plinov
- SIST ISO/TR 13387-6:2001 – Požarno inženirstvo – 6. del: Odziv konstrukcije in širjenje požara izven prostora nastanka požara
- SIST ISO/TR 13387-7:2001 – Požarno inženirstvo – 7. del: Odkrivanje, aktiviranje in gašenje
- SIST ISO/TR 13387-8:2001 – Požarno inženirstvo – 8. del: Varnost ljudi v stavbah – Obnašanje v požaru SIST EN 615:1994/A1:2001; Požarna zaščita – Gasila – Specifikacije za praške (razen za praške razreda D) SIST EN 615:1997; Požarna zaščita – Gasila – Specifikacije za praške (razen za praške razreda D)
- SIST EN 1568-1:2001; Gasila – Penila – 1. del: Določila za penila za srednjo peno za površinsko uporabo pri tekočinah, netopnih v vodi
- SIST EN 1568-2:2001; Gasila – Penila – 2. del: Določila za penila za lahko peno za površinsko uporabo pri tekočinah, netopnih v vodi
- SIST EN 1568-3:2001; Gasila – Penila – 3. del: Določila za penila za težko peno za površinsko uporabo pri tekočinah, netopnih v vodi
- SIST EN 1568-4:2001; Gasila – Penila – 4. del: Določila za penila za težko peno za površinsko uporabo pri tekočinah, topnih v vodi
- SIST ISO 5923:1995; Požarna zaščita – Gasila – Ogljikov dioksid
- SIST EN 25923:1997; Požarna zaščita – Gasila – Ogljikov dioksid (ISO 5923:1989)
- SIST EN 27201-1:1997; Požarna zaščita – Gasila – Halogenirani ogljikovodiki – 1. del: Specifikacije za halon 1211 in halon 1301 (ISO 7201-1:1989)
- SIST EN 27201-2:1997; Požarna zaščita – Gasila – Halogenirani ogljikovodiki – 2. del: Praktična pravila za varno ravnanje in postopke prenosa (ISO 7201-2:1991)
- SIST EN 12094-1:2003 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 1. del: Zahteve in preskusne metode za električne naprave za avtomatsko kontrolo in zakasnitev proženja naprav s CO<sub>2</sub>
- SIST EN 12094-2:2003 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 2. del: Zahteve in preskusne metode za neelektrične naprave za avtomatsko kontrolo in zakasnitev proženja
- SIST EN 12094-3:2003 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 3. del: Zahteve in preskusne metode za naprave za ročni vklop in izklop
- SIST EN 12094-4:2004 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 4. del: Zahteve in preskusne metode za ventile in prožilne naprave na visokotlačnih rezervoarjih
- SIST EN 12094-5:2006 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 5. del: Zahteve in preskusne metode za visokotlačne in nizkotlačne sortirne ventile in njihova sprožila
- SIST EN 12094-6:2006 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 6. del: Zahteve in preskusne metode za neelektrične naprave za zaustavitev
- SIST EN 12094-7:2001 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 7. del: Zahteve in preskusne metode za šobe pri sistemih s CO<sub>2</sub>
- SIST EN 12094-7:2001/A1:2005 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 7. del: Zahteve in preskusne metode za šobe pri sistemih s CO<sub>2</sub>
- SIST EN 12094-8:2006 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 8. del: Zahteve in preskusne metode za spojke
- SIST EN 12094-9:2003 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 9. del: Zahteve in preskusne metode za posebne požarne javljalnike
- SIST EN 12094-10:2003 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 10. del: Zahteve in preskusne metode za merilnike tlaka in tlačna stikala
- SIST EN 12094-11:2003 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 11. del: Zahteve in preskusne metode za mehanske naprave za tehtanje
- SIST EN 12094-12:2003 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 12. del: Zahteve in preskusne metode za pnevmatske alarmne
- SIST EN 12094-13:2001 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 13. del: Zahteve in preskusne metode za kontrolne ventile in nepovratne ventile
- SIST EN 12094-13:2001/AC:2002 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom – 13. del: Zahteve in preskusne metode za kontrolne ventile in nepovratne ventile

- SIST EN 12094-16:2003 – Vgrajeni gasilni sistemi – Sestavni deli sistemov za gašenje s plinom -16. del: Zahteve in preskusne metode za naprave za zagotavljanje vonja za nizkotlačne sisteme s CO<sub>2</sub>
- SIST EN 12259-1:2000 + A1:2001 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 1. del: Sprinklerji
- SIST EN 12259-1:2000 + A1:2001/A2:2004 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 1. del: Sprinklerji
- SIST EN 12259-1:2000 + A1:2001/A3:2006 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 1. del: Sprinklerji
- SIST EN 12259-2:2000 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerjev in sistemov s pršečo vodo – 2. del: Mokri alarmni ventili
- SIST EN 12259-2:2000/A1:2001 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 2. del: Mokri alarmni ventili
- SIST EN 12259-2:2000/A2:2006 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 2. del: Mokri alarmni ventili
- SIST EN 12259-2:2000/AC:2002 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 2. del: Mokri alarmni ventili
- SIST EN 12259-3:2001 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerjev in sistemov s pršečo vodo – 3. del: Suhi alarmni ventili
- SIST EN 12259-3:2001/A1:2001 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 3. del: Suhi alarmni ventili
- SIST EN 12259-3:2001/A2:2006 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 3. del: Suhi alarmni ventili
- SIST EN 12259-4:2001 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerjev in sistemov s pršečo vodo – 4. del: Naprave za alarmiranje z vodnim pogonom
- SIST EN 12259-4:2001/A1:2001 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerjev in sistemov s pršečo vodo – 4. del: Naprave za alarmiranje z vodnim pogonom
- SIST EN 12259-5:2002 – Vgrajene naprave za gašenje – Sestavni deli sprinklerskih sistemov in sistemov s pršečo vodo – 5. del: Javljalniki vodnega pretoka
- SIST EN 12845:2005 – Vgrajene naprave za gašenje – Avtomatski sprinklerski sistemi – Projektiranje, vgradnja in vzdrževanje
- SIST ISO 14520-1:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 1. del: Splošne zahteve SIST ISO 14520-2:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 2. del: Gasilo CF3I SIST ISO 14520-5:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 5. del: Gasilo FK-5-1-12 SIST ISO 14520-6:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 6. del: Gasilo HCFC, mešanica A
- SIST ISO 14520-8:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 8. del: Gasilo HFC 125 SIST ISO 14520-9:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 9. del: Gasilo HFC 227ea
- SIST ISO 14520-10:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 10. del: Gasilo HFC 23 SIST ISO 14520-11:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 11. del: Gasilo HFC 236fa
- SIST ISO 14520-12:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 12. del: Gasilo IG-01 SIST ISO 14520-13:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 13. del: Gasilo IG-100 SIST ISO 14520-14:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 14. del: Gasilo IG-55 SIST ISO 14520-15:2006 – Naprave za gašenje s plinom – Fizikalne lastnosti in projektiranje – 15. del: Gasilo IG-541 SIST EN 13565-1:2004 – Vgrajene naprave za gašenje – Gašenje s peno – 1. del: Zahteve in preskusne metode za sestavne dele
- Smernica SZPV 101/99 – Klasifikacija zgradb po namembnosti z vidika požarne varnosti, Požar, št. 1, Letnik 5, 1999 Smernica SZPV 102/99: Požarna varnost v gradbenih objektih, Požar, št. 1, Letnik 5, 1999
- Smernica SZPV 103/99: Požarnovarnostne lastnosti gradbenih proizvodov, Požar, št. 1, Letnik 5, 1999 Smernica SZPV 203/99: Preprečevanje širjenja požara po zunanji strani stavb, Požar, št. 2, Letnik 5, 1999
- Smernica SZPV 204/99: Požarnovarnostni odmiki med stavbami, Požar, št. 2, Letnik 5, 1999 Smernica SZPV – CFPA Europe, št. 02/2002: Naprave za izhode ob paniki in zasilne izhode Tehnična smernica MOP TSG-1 – 001: 2019 Požarna varnost v stavbah
- TRbF 110 – Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten VdS 2005: 1996-06, Elektrische Leuchten, Richtlinien
- VdS 2015:1998-05, Elektrische Geräte und Einrichtungen, Richtlinien, VdS 2025:1999-04, Kabel und Leitungsanlagen, Richtlinien,
- VdS 2033:1998-11, Feuergefährdete Betriebsstätten und diesen gleichzustellende Risiken, Richtlinien VdS 2046:1998-05, Elektrische Anlagen bis 1000 V, Sicherheitsvorschriften
- VdS 2134:1999-01, Verbrennungswärme der Isolierstoffen von Kabeln und Leitungen, Merkblatt für die Berechnung von Brandlasten
- VdS 2581: 2000-09, Elektrische Steuereinrichtungen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS 2098: 1990-05, Rauch und Wärmeabzugsanlagen (RWA), Richtlinien für Planung und Einbau
- VdS 2159: 1987-05 – Bauteile und Systeme für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA), Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS 2205: 1988 – Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA), Anerkennung von Systemen und Bauteilen VdS 2221: 2001-08, Entrauchungsanlagen in Treppenträumen, Richtlinien für Planung und Einbau
- VdS 2257: 1999-06, Betriebsbuch für RWA
- VdS 2343: 1995-04, Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen, Verfahren
- VdS 2344: 199-02, Anerkennung und Prüfung von Bauteilen, Geräten und Systemen, Verfahren VdS 2474: 2002-01, VdS-anerkannte Bauteile und Systeme für RWA, Verzeichnis
- VdS 2580: 2000-09, Elektromechanische Antriebe, Anforderungen und Prüfmethoden VdS 2581: 2000-09, Elektrische Steuereinrichtungen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS 2592: 2000-09, Elektrische Handsteuereinrichtungen, Anforderungen und Prüfmethoden VdS 2594: 2000-09, Systeme, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS 2598: 2000-07, Betriebsbuch für Entrauchungsanlagen in Treppenträumen

- VdS 2815: 2001-03, Zusammenwirken von Wasserlöschanlagen und RWA, Merkblatt zum Brandschutz VdS 2093: 1997-10, CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen, Richtlinien für Planung und Einbau
- VdS 2093-S: 2001-10, CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen, Richtlinien für Planung und Einbau, Übergangsregelung G 1/2001
- VdS 2109: 2002-06, Sprühwasser-Löschanlagen, Planung und Einbau
- VdS 2092: 1999 – 08, Sprinkleranlagen, Richtlinien für Planung und Einbau
- VdS 2092-S1: 2001 – 06, Richtlinien für Planung und Einbau, Übergangsregelung S1 VdS 2160: 2000-05, Glasfassauslöseelemente. Anforderungen und Prüfmethoden VdS 3473: 2002-01, VdS-anerkannte Bauteile für Gaslöschanlagen, Verzeichnis
- VdS 2325: 1992-04, Betrieb von CO<sub>2</sub> Feuerlöschanlagen, Merkblatt VdS 2212: 1999-08, Betriebsbuch für Wasserlöschanlagen
- VdS 2246: 1994-09, Berechnungsverfahren nach VdS für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen
- VdS 2304: 1998-12, Einrichtungsschutz für elektrische und elektronische Systeme, Richtlinien VdS 2343: 1995-04, Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen, Verfahren
- VdS 2344: 1999-02, Anerkennung und Prüfung von Bauteilen, Geräten und Systemen, Verfahren VdS 3473: 2002-01, VdS-anerkannte Bauteile für Gaslöschanlagen, Verzeichnis
- VdS 2325: 1992-04, Betrieb von CO<sub>2</sub> Feuerlöschanlagen, Merkblatt VdS 2373: 1998-09, Frostschutz in Sprinkleranlagen, Merkblatt
- VdS 2377: 1988-12, Sprinkleranlagen – Grenzen der Einsatzmöglichkeiten, Merkblatt
- VdS 2395-1: 1999-11, Halbstationäre Sprühwasser-Löschanlagen, Richtlinien für Planung und Einbau VdS 2496: 1996-12, Ansteuerung von Feuerlöschanlagen, Richtlinien
- VdS 2558: 2002-01, VdS-anerkannte Bauteile für Schaumlöschanlagen, Verzeichnis
- VdS 2815: 2001-03, Zusammenwirken von Wasserlöschanlagen und RWA, Merkblatt zum Brandschutz VdS 2846: 2001-11, Revision von Sprinkleranlagen durch Sachverständige, Prüfungsfang
- VdS 3423: 2000-11, E 90 Kabel mit zusätzlichem Funktionserhalt bei Einwirkung von Wasser, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4001: 2000 – 04, Sprinkleranlagen, Richtlinien für Planung und Einbau
- VdS CEA 4001-S1: 2001 – 06, Sprinkleranlagen, Richtlinien für Planung und Einbau, Übergangsregelung S1 VdS 2238: 1989-03, Branderkennungselemente für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden VdS 2240: 1999-08, Betriebsbuch für Inertgas- und Pulverlöschanlagen
- VdS 2325: 1992-04, Betrieb von CO<sub>2</sub> Feuerlöschanlagen, Merkblatt
- VdS 2343: 1995-04, Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen, Verfahren
- VdS 2344: 1999-02, Anerkennung und Prüfung von Bauteilen, Geräten und Systemen, Verfahren VdS 2562: 1997-06, Verfahren für die Anerkennung neuer Löschtechniken
- VdS 2578: 2001-03, Elektronische Wiegeeinrichtungen für CO<sub>2</sub>-Niederdruck- Behälter VdS 3473: 2002-01, VdS-anerkannte Bauteile für Gaslöschanlagen, Verzeichnis
- VdS CEA 4009: 2001-05, Bereichsventile und deren Auslöseeinrichtungen für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4010: 1997-07, Düsen für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4011: 2001-05, Nichtelektrische Steuer- und Verzögerungseinrichtungen für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4012: 2001-05, Rückflussverhinderer und Rückschlagventile für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4013: 2001-05, Schläuche und Flaschenanschlussrohrleitungen für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4014: 2001-05, Hochdruck- Behälterventilbaugruppen und deren Auslöseeinrichtungen für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4016: 1997-07, Düsen für Inertgas-Feuerlöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden VdS CEA 4019: 1998-5, Überwachung von CO<sub>2</sub> – Anlagen, Richtlinien
- VdS CEA 4025: 2001-05, Druckreduziereinrichtungen für Inertgas-Feuerlöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4026: 2001-05, Druckschalter für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4027: 2001-05, Mechanische Wiegeeinrichtungen für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden VdS CEA 4028: 2001-05, Alarmeräte für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4030: 2001-05, Manometer für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS CEA 4032: 2001-05, Nichtelektrische Blockeinrichtungen für Gaslöschanlagen, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS 2106: 1993-05, Funkenlöschanlagen, Richtlinien für Planung und Einbau VdS 2496: 1996-12, Ansteuerung von Feuerlöschanlagen, Richtlinien
- VdS 2562: 1997-06, Verfahren für die Anerkennung neuer Löschtechniken VdS 2240: 1999-08, Betriebsbuch für Inertgas- und Pulverlöschanlagen
- VdS 2241 1993-12, Betriebsbuch für Funkenlöschanlagen
- VdS 2095: 2001- 03, Brandmeldeanlagen, Richtlinien für Planung und Einbau
- VdS 2102: 2001-07, Wartungsfreie Blei-Batterien für GMA, Anforderungen und Prüfmethoden VdS 2105: 1996-12, Schlüsseldepots, Anforderungen, Planung und Einbau
- VdS 2140: 2002-01, Wartungsfreie Batterien für Gefahrenmeldeanlagen, Verzeichnis VdS 2135: 2001-01, Symbole für Gefahrenmeldeanlagen, Richtlinien
- VdS 2139: 2002-01, Schlüsseldepots und -adapter, Verzeichnis
- VdS 2173: 1987-05, Softwaregesteuerte Gefahrenmeldeanlagen, Studie zu Anforderungs- und Prüfkriterien VdS 2203: 2001-03, Softwaregesteuerte Anlagenteile, Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS 2221 VdS-Richtlinien für Entrauchungsanlagen in Treppenträumen (EAT); Planung und Einbau, Ausgabe 2001- 08
- VdS 2227: 2002-05, Richtlinien für Einbruchmeldeanlagen, Einbruchmeldeanlagen, Allgemeine Anforderungen und Prüfmethoden
- VdS 2270: 2002-03, Richtlinien für Einbruchmeldeanlagen, Alarmgläser, Anforderungen VdS 2332: 2002-04: Einbruchmeldeanlagen, Glasbruchmelder, Anforderungen
- VdS 2343: 1995-04, Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen, Verfahren
- VdS 2344: 1991-02, Anerkennung und Prüfung von Bauteilen, Geräten und Systemen, Verfahren
- VdS 2347: 2002-01, Integrierte Gefahrenmeldeanlagen, Anforderungen

VdS 2475: 2002-01, VdS-nerknannte Bauteile, Geräte und Systeme für BMA, Verzeichnis VdS 2489: 1996-12, Brandmeldesysteme, Anforderungen und Prüfmethode  
 VdS 2496: 1996-12, Ansteuerung von Feuerlöschanlagen, Richtlinien VdS 2503: 1996-12, Wärmemelder, Anforderungen und Prüfmethode VdS 2504: 1996-12, Rauchmelder, Anforderungen und Prüfmethode  
 VdS 2540: 1996-12, Brandmeldezentralen, Anforderungen und Prüfmethode VdS 2541: 1996-12, Energieversorgungsgeräte, Anforderungen und Prüfmethode VdS 2542: 1996-12, Feuerwehrbedienfelder, Anforderungen und Prüfmethode VdS 2463: 1995-05, Übertragsgeräte für Gefahrenmeldeanlagen, Anforderungen VdS 2465: Übertragungsprotokoll für Gefahrenmeldeanlagen, Richtlinien  
 VdS 2465-S1: 2001-5, Übertragungsprotokoll für Gefahrenmeldeanlagen, Richtlinien, Ergänzung S1 VdS 2466: 1996-04, Alarmempfangseinrichtungen f. Gefahrenmeldeanlagen, Anforderungen  
 VdS 2471: 1998-04, Übertragungswege in Alarmübertragungsanlagen, Richtlinien  
 VdS 2471-S1: 2001-03, Übertragungswege in Alarmübertragungsanlagen, Richtlinien, Ergänzung S1 VdS 2532: 2002-01, Übertragungswege in Alarmübertragungsanlagen, Verzeichnis  
 VdS 2808: 2002-01: VdS-nerknannte Alarmübertragungsgeräte, Verzeichnis VdS 2969 Evakuierung und Räumung von Gebäuden; Ausgabe 2005-07  
 VdS CEA 4020 Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRA); Planung und Einbau Ausgabe 2003-11

#### DODATNA LITERATURA:

Aktivna požarna zaščita, SZPV/DSIT – zbornik seminarja, Maribor, 2001 Bartknecht W.; Staubexplosionen. Springer-Verlag, 1987  
 Brandschutz Atlas, FeuerTRUTZ, 2006  
 Brenčič M., Vloga požarnih in dimnih loput v stavbah, Revija Požar, letnik 7, št. 3, SZPV, Ljubljana, 2001 Buchanan Andrew H., Structural Design for Fire Safety, John Wiley & Sons, 2001  
 Bursac Z. s sodelavci; Opasne stvari – Mjere sigurnosti, sprečavanje i saniranje posljedica. ZOODS SRH, Zagreb 1990. Cozad F.W., Water Supply for Fire Protection, Prentice Hall, 1981  
 Custer Richard L. P., Meacham Brian J.; Sfpe Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection Analysis and Design of Buildings, SFPE, 2000  
 Dow's Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide, 7th Edition, American Institute of Chemical Engineers (AIChE), 2005  
 Drysdale D., Introduction to Fire Dynamics, 2nd Edition, 1997  
 Eckhoff R., Dust Explosions in the Process Industries, Gulf Professional Publishing; 3 edition, 2003 Fitzgerald R. W., Building Fire Performance Analysis, John Wiley&Sons, 2004  
 Gagnon R., Design of Water-Based Fire Protection Systems, Thomson Delmar Learning, 1996  
 Glavnik A., Grm B., Tomazin M., Oblak J., Oskrba z vodo za gašenje, Razvojno-raziskovalna naloga financirana s strani požarnega sklada, 2005  
 Gradivo za pripravo na strokovni izpit iz varstva pred požarom, Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje, 2009  
 Grm B., Evakuacija v bolnišnicah, Revija Požar, letnik 3, št. 4, SZPV, Ljubljana, 1997  
 Grm B., Deset pravil za varen umik v primeru požara iz objektov, v katerih potekajo prireditve, Revija Požar, letnik 5, št. 2, SZPV, Ljubljana, 1999  
 Grm B., Jug A., Inženirske metode in računalniški programi za uporabo pri performančnem projektiranju požarne varnosti v objektih – poročilo 2. faze, Koncept za projektiranje požarne varnosti z inženirskimi metodami, Razvojno-raziskovalna naloga financirana s strani požarnega sklada (pogodba MO št. 404-09-391/2000)  
 Grm B., Jug A., Inženirske metode in računalniški programi za uporabo pri performančnem projektiranju požarne varnosti v objektih – poročilo 9. faze, 6. del: Varnost ljudi – evakuacija, vedenje in odziv uporabnikov stavb (Podsistem 6), Razvojno-raziskovalna naloga financirana s strani požarnega sklada  
 Grm B., Jug A., Inženirske metode in računalniški programi za uporabo pri performančnem projektiranju požarne varnosti v objektih – poročila 1. – 10. faze, Razvojno-raziskovalna naloga financirana s strani požarnega sklada (pogodba MO št. 404-09-391/2000)  
 Grm B., Stevanovič B., Kemija v gasilstvu, Gasilska zveza Slovenije, 2000 Horrocks A.R., Price D., Fire Retardant Materials, CRC press, 2001  
 Hunt S., Računalniški požarni modeli, Revija Požar, letnik 7, št. 2, SZPV, 2001 Izkaz požarne varnosti št. 1919-714/2007 s prilogami, PIN d.o.o. Maribor  
 Izkaz požarne varnosti št. 1919-096/2007 s prilogami, PIN d.o.o. Maribor  
 Janežič J., Ocenjevanje požarne ogroženosti, Revija Požar, letnik 8, št. 1, SZPV, Ljubljana, 2002 Janežič J.; Osnove požarnovarne gradnje. Delo in varnost, št. 108, ZVD, Ljubljana 1994  
 Jug A., Koncept požarne varnosti v nakupovalnih središčih, Gasilska zveza Slovenije, Maribor 2005  
 Jug A., Ocena časa evakuacije ob požaru ali drugem dogodku, Dnevi zasebnega varovanja, VI strokovni posvet, Zbornica RS za zasebno varovanje, Ljubljana, 2006  
 Karlsson B., Quintiere James G.; Enclosure Fire Dynamics, CRC press, 1999 Klemenčič F., Eksplozivne snovi, MORŠ, Ljubljana 1997  
 Klote J.H., Milke J.A., Design of Smoke Management Systems, American Society of Heating, 1992 Kontrola dima v stavbah, SZPV – zbornik seminarja, Ljubljana, 2003  
 Kordina Meyer-Ottens, Beton Brandschutz Handbuch, Verlag Bau+Technik, 1999  
 Lataille J., Fire Protection Engineering in Building Design, First Edition, Butterworth-Heinemann, 2002 Merschbacher A., Brandschutz, Verlagsges. Müller, 2006  
 Muhič A., Muhič B.G., Evakuacija večjega števila ljudi – projekt »Mega kino centra« – BTC, Ljubljana, Revija Požar, letnik 5, št. 4, SZPV, Ljubljana, 1999  
 Munič P., Gorenje in upočasnitev gorenja polimernih materialov, Revija Požar, letnik 3, št. 2, SZPV, Ljubljana, 1997 NFPA, Automatic Sprinkler Systems Handbook, NFPA, Boston, 2007 Edition  
 NFPA Fire protection handbook, NFPA, Boston, 2003  
 NFPA 5000, Building Construction and Safety Code Handbook, NFPA, Boston, 2003 Oblak-Lukač A., Nevarne snovi. DDU Ljubljana 1985  
 Pajek L., Požarne zasteklitve in kombinacija požarnega stekla in lesa, Revija Požar, letnik 7, št. 3, SZPV, Ljubljana, 2001  
 Petriček S., Kako napovemo obnašanje nekaterih materialov v požaru?, strokovno posvetovanje, Varstvo pri delu, varstvo pred požari in medicina dela, FKKT, Ljubljana 2003  
 Polič M., Vedenje ljudi ob požarih, Revija Požar, letnik 2, št. 1, SZPV, Ljubljana, 1996  
 Polič M., Evakuacija, Psihološki vidiki nesreč, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje pri Ministrstvu za obrambo, Ljubljana, 1994

Požarna varnost v zabaviščnih objektih, SZPV – zbornik seminarja, Ljubljana, 2004 Predtechenskii V. M., Planning for foot traffic flow in buildings, Amerind, 1978 Projektiranje javljanja in alarmiranja požara, SZPV – zbornik seminarja, Ljubljana, 2005 Purkiss J. A., Fire Safety Engineering – Design of Structures, Butterworth-Heinemann, 1996 Quintiere James G.; Fundamentals of Fire Phenomena, John Wiley & Sons, 2006 Rasbash D., Ramachandran G., Kandola B., and Watts J.; Evaluation of Fire Safety, John Wiley & Sons, 2004 Remec, Č. – urednik, Požarna varnost je- klenih konstrukcij, Zbornik mednarodnega seminarja, Ljubljana, Inženirska zbornica Slovenije, 2006 Risk management for organizations and systems, ONR 49000 Romeike F., Finke R.; Brand risk management, Beitrag, 2003 Santos, G.; Aguirre, B. E., A Critical Review of Emergency Evacuation Simulation Models, NIST SP 1032, 2005 Schröder H., Prendke W., Hermann, Lexi- kon der Feuerwehr, Kohlhammer, Stuttgart, 2001 Seminar: Izkaz požarne varnosti, Ig, 20.11.2008 Seminar: Kaj elaborati so in kaj niso, IZS, 25.11.2009 SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition, NFPA, SFPE, 2002 SIA-Brandrisikobewertung berechnungsverfahren (švicarska metoda za ocenjevanje požarnega rizika) Sistemi za avtomatsko gašenje, SZPV – zbor- nik seminarja, Ljubljana, 2002 SIQ – zbornik, Mednarodni seminar o protieksplzijski zaščiti, Bled, april 2003 Slovensko združenje za požarno varnost, zbornik referatov, Pregled novosti na področju gasilnikov in praktični preizkus gašenja požarov razreda A, B in F z ročnimi gasilniki, Kranj, 2006 Slovensko združenje za požarno varnost, zbornik referatov, Sistemi za gašenje s plinskimi gasili, Ig, 2005 Stevanovič B., CFD modeli, Revija Požar, letnik 4, št. 4, SZPV, Ljubljana, 1998 Tipizacija gasilskih vozil, Gasilska zveza Slovenije, Ljubljana, 2005 Tisu B., Požarno-odporni paneli – paneli z mineralno volno, Revija Požar, letnik 7, št. 3, SZPV, Ljubljana, 2001 Verbič M., Kovačič B., Tehnika I – IV, Ga- silska zveza Slovenije, Ljubljana, 2004 Verdnik D., Požarnozaščiteni kabelski sistemi, Revija Požar, letnik 7, št. 3, SZPV, Ljubljana, 2001 Prospektno gradivo Klima Celje d.d., Celje Prospektno gradivo Colt, CPV Slovenija Katalog podjetja JGZ Pohorje Mirna, Slovenska vas 14, Šentrupert Katalog podjetja SRI Steel Eecon Industries Sdn. Bhd

**ELEKTRONSKI VIRI:**

## ČLANKI, RAZISKAVE

DIFISEK; [http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/difisek/difisek\\_gradivo.pdf](http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/difisek/difisek_gradivo.pdf)  
 Raziskovalne naloge na področju varstva pred požarom – Uprava RS za zaščito in reševanje; <http://www.sos112.si/slo/index.php/>  
 National Institute of Standards and Technology, ZDA; <http://fire.nist.gov/bfrlpubs>  
 Safetynet; <http://www.safetynet.de/>  
 National Research Council Canada; [http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/index\\_e.html](http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/index_e.html)

## SMERNICE

CEA; <http://www.cea.assur.org/cea/v2.0/uk/accueil.php>  
 CFPA; [http://www.cfpa-e.org/cfpa\\_europe.asp](http://www.cfpa-e.org/cfpa_europe.asp)  
 VdS; <http://www.vds.de/>  
 NFPA; <http://www.nfpa.org>  
 Tehnične smernice za plinske inštalacije nemškega združenja DVGW TRGI; izdajatelj: DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn; Deutscher Verband Flüssiggas e.V., Kronberg; <http://www.dvgw.de/gas/>  
 Tehnične smernice za inštalacije utekočinjenega naftnega plina nemškega združenja DVFG TRF Technische Regeln Flüssiggas TRF 1996, izdajatelj: DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn ; Deutscher Verband Flüssiggas e.V., Kronberg; <http://www.dvgw.de/gas/>  
 Vzorčna smernica za zbirališča (Muster-Versammlungsstättenverordnung 2002 (MVStättV)); <http://www.is- argebau.de/>  
 Vzorčna smernica za visoke stavbe, Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (Muster-Hochhaus- Richtlinie - MHHR), izdajatelj: Konferenz der fuer Saedtebau, Bau-und Wohnungswesen zustaendigen Minister und Senatoren der Laender (ARGEBAU), Nemčija, [www.is- argebau.de](http://www.is- argebau.de)  
 Zbirka švicarskih požarnovarnostnih predpisov združenje kantonalnih požarnih zavarovalnic, VKF (Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen); <http://bsvonline.vkf.ch>

## PROGRAMSKA OPREMA

CFAST, FDS (NIST); <http://fire.nist.gov/>

## ORGANIZACIJE IN ZDRUŽENJA

Slovensko združenje za požarno varstvo; <http://www.szpv.si>  
 International Association of Fire Safety Science; <http://www.iafss.org/index.htm>

## GASILSTVO, GASILSKA TAKTIKA, OPREMA

<http://www.firetactics.com/>  
<http://www.gasilci.org/>  
<http://www.gasilec.net/>

# Priloga 1: IZKAZ POŽARNE VARNOSTI STAVBE

## PODATKI O STAVBI

**Naziv stavbe:** 12202 – STAVBE BANK, POŠT, ZAVAROVALNIC

Lokacija stavbe:

Investitor:

Odgovorni vodja projekta:.

Pooblaščen inženir požarne varnosti:

Datum izdelave projektne dokumentacije:

## POŽARNOVARNOSTNI UKREPI

V spodnji *preglednici* so prikazani požarnovarnostni ukrepi za obravnavano stavbo.



Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Širjenje požara na sosednje objekte</b>			
Odmiki od mej parcele:	Odmiki od sosednjih objektov, stavb, cest ali parcelnih mej so po gradbenem dovoljenju:	Izvedeno po PZI projektu.	feb.09
	• od sosednje večstanovajske stavbe na S strani je odmik 9,11 m		
	• od parcelne meje na S strani je odmik 5,0 m		
	• od parcelne meje na Z strani je odmik 11,40 m		
	• od javne ceste na S strani je odmik 23,20 m		
	• na V strani se na oddaljenosti 19,73 m nahaja stanovanjska hiša.		
	• na J strani bo novo parkirišče		
	• na J strani je cesta oddaljena 22,00 m		
Požarne lastnosti fasadnih oblog:	Zunanje stene na severni strani imajo finalno oblogo iz materialov z odzivom na ogenj razreda A1 ali A2. Zunanja stena stavbe, ki meji na »Novaka« je iz materialov z odzivom na ogenj A1 ali A2 in je požarno odporna (R)EI90; pod kapjo so obloge požarne odpornosti EI30	Izvedeno skladno s PZI projektom.	apr.09
			Odmiki na severni, vzhodni in južni strani so enaki, kot so bili pred rekonstrukcijo. Narejen je geodetski posnetek novega stanja.
			Fasada je steklena, z varovanjem proti prenosu požara v vertikalni smeri v višini 1 m.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Nosilnost konstrukcije ter širjenja ognja po stavbi</b>			
<p>Požarna odpornost nosilne konstrukcije:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notranje stene               <ul style="list-style-type: none"> <li>– splošno RE60</li> <li>– meja med požarnimi sektorji REI60</li> <li>– meja med objekti REI90</li> <li>– računalniški center REI90</li> </ul> </li> <li>• nosilci in stebri R60</li> <li>• medetažne plošče REI60</li> <li>• streha – splošno R60</li> <li>• streha ob fasadi kot zaščita prenosa požara v vertikalni smeri RE60</li> <li>• streha – materiali strešne konstrukcije razred A ali B</li> </ul>	<p>Izvedeno skladno s PZI projektom.</p>	<p>feb. 09</p>	<p>Nosilna konstrukcija je armiranobetonska skeletna konstrukcija, debeline &gt;30 cm. Etažne plošče so prednapete votle armiranobetonske plošče, debeline 26,5 in 32 cm. Streha je pohodna, ravna iz PVP plošč. Konstrukcija je temeljena na točkovnih ter po obodu na pasovnih armiranobetonskih temeljih. Dvojni pod ima po DIN 4102 požarno odpornost F30, kar je vidno iz tehničnih podatkov dvojnega poda v prilogah. Izvajalec je dostavil dokazila o vgrajenem materialu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EC Izjava o skladnosti za cement 42,5 – osnovni, na osnovi certifikata št. 1404-CPD-686 (ZAG)</li> <li>• EC Certifikat o skladnosti za Maltit, na osnovi standarda SIST EN 413- 1:2004</li> <li>• EC Izjava o skladnosti za opečni zidak LD Uniblock mega 19/50, kategorija 1 z dne 1.12.2008</li> <li>• Izjava o skladnosti št. 03-07 in št. 02-09 z dne 31.07.2009 za oblogo za dvojni pod</li> </ul>

Oznaka požarnega sektorja	Opis prostorov obravnavanega požarnega sektorja	Površina požarnega sektorja (m <sup>2</sup> )	Požarna odpornost sektorja (minut)
P.S.1	Pritličje	845,49	60
P.S.2	Severno varovano stopnišče	94,32	60
P.S.3	Južno varovano stopnišče	36,92	60
P.S.4	Zahodno varovano stopnišče	120,95	60
P.S.5	1. nadstropje	936,86	60
P.S.6	2. nadstropje	936,86	60
P.S.7	3. nadstropje	843,39	60
P.S.8	Kletni prostori	360,55	60
P.S.9	Prostor klimatov	161,10	60
P.S.10	Varovan računalniški center	62,50	90
P.S.11	Komunalno vozlišče in sistemski prostor	81,62	60 in 90
P.S.12	Jašek za tovorno dvigalo	5,66	60
P.S.13	Kotlovnica na zemeljski plin	26,13	60
P.S.14	Strojnica za dvigalo	21,30	60
P.S.15	Garaže, parkirišče pod nivojem terena	1435,60	60
P.S.16	Prostor za diesel agregat, rezervoar za EL olje = 2000 litrov	36,42	60
P.S.17	Povezovalni hodnik z laboratorijem	239,65	60 in 90
Oznaka dimnega sektorja	Opis prostorov obravnavanega sektorja	Površina dimnega sektorja (m <sup>2</sup> )	
DS 1 je del PS 2	Severno varovano stopnišče	94,32	
DS 2 = PS 4	Zahodno varovano stopnišče	120,95	
DS 3 = PS 15	Garaže, parkirišče pod nivojem terena	1435,60	

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Razdelitev stavbe v požarne in dimne sektorje:</b>			
<p>Požarna odpornost na mejah požarnih sektorjev:</p> <p>NENOSILNI KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mejne stene med požarnimi sektorji EI60</li> <li>• mejne stene med požarnim sektorjem računalniškega centra EI90</li> <li>• dvojni pod RE30</li> <li>• vrata med dimnimi sektorji E30-C</li> <li>• vrata med ostalimi požarnimi sektorji EI30-C</li> </ul> <p>ZUNANJE STENE OBJEKTA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zaščita ob zunanjem evakuacijskem stopnišču EI60</li> <li>• (dodatno 1,5 metra levo in desno ob stopnišču)</li> <li>• obložni materiali fasade A, B ali C</li> <li>• obložni materiali fasade stopnišča 1 A1 ali A2</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zaščita pred prenosom požara v vertikalni smeri 60 min</li> </ul> <p>NOTRANJA EVAKUACIJSKA STOPNIŠČA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stene EI60</li> <li>• plošče podestov in stopniščnih ram R60</li> <li>• streha EI60</li> <li>• obloge A1 ali A2 V gradni elementi:</li> <li>• Požarna vrata EI30-C na mejah PS v skladu z načrti</li> </ul>	<p>Izvedeno skladno s PZI projektom.</p> <p>jul. 09</p>	<p>Nenosilne stene na mejah požarnih sektorjev so opečne, debeline 20 cm in na meji med kotlovnico in računalniškim centrom 30 cm.</p> <p>Iz kataloga proizvajalca je razvidno, da vgrajena opečna stena debeline 20 cm zagotavlja &gt;REI90.</p> <p>Izvedeno je varovanje proti prenosu požara med požarnimi sektorji v vertikalni smeri v višini 1 m.</p> <p>Izvedeno je varovanje proti prenosu požara med požarnimi sektorji v horizontalni smeri v širini 1 m.</p> <p>Na mejah požarnih sektorjev so vgrajena požarna vrata.</p> <p>Nad sosednjim uporabnikom ni oken. Izvedena je opečna stena z negorljivo fasadno oblogo.</p> <p>Izvajalec je dostavil Izjavo o skladnosti za izolacijo nenosilnih predelnih sten, Tervol DDP debeline 60 – 140 mm, z rokom veljavnosti do dne 31.12.2009.</p> <p>Podana je izjava o skladnosti enokrilnih in dvokrilnih požarnih vrat EI30 z dne 1.8.2009.</p> <p>Podano je potrdilo ZAG-a (STS – Slovensko tehnično soglasje) za požarna vrata, št. S-652/08 z dne 23. 12. 2008.</p>	

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
Ukrepi		Datum in podpis	Opombe
<b>Razdelitev stavbe v požarne in dimne sektorje:</b>			
Požarna odpornost prehodov električnih in cevni inštalacij na mejah požarnih sektorjev in požarnih celic:	Zaščito električnih kablov pred učinki požara zagotovimo tako, da položimo kable v požarno odporne kinete ali jih zaščitimo s požarno odpornimi premazi ali ometi. Požarna odpornost mora biti enaka času, ki se zahteva za delovanje sistema odvoda dima.	mar. 09	<p>Vgrajeni so električni požarni kabli (rdeči) 1x2x0,8 mm. Inštalacijski jašek zagotavlja 60 minutno požarno odpornost. Izolacija cevni inštalacij Kaifex ST je po prEN 13501-1:2006 uvrščena v razred B-s3,d0.</p> <p>Podano je strokovno mnenje ZAG-a št. M 0902/09-530-1 z dne 03.08.2009 za požarno odpornost tesnjenja prehoda izoliranih jeklenih cevi.</p> <p>Podano je poročilo o preiskavi požarne odpornosti sistemov tesnjenja prebojev izoliranih cevi pri pogojih standardnega požara št. P 1423/05-530-2 z dne 29.11.2005.</p> <p>Podana je Izjava o skladnosti št. 012/2006 z dne 17. 05. 2006 za Požarno zaščito prehodov negorljivih cevi toplotno zaščiteneh z gorljivo izolacijo, požarne odpornosti EI30, EI60, EI90.</p> <p>Podana je Izjava o skladnosti št. 015/2006 z dne 17. 05. 2006 za Požarno tesnjenje gradbenih fug na meji požarnega sektorja.</p> <p>Podana je Izjava o skladnosti št. 0039/2006 z dne 20. 03. 2007 za Požarno zaporo prehoda EI90.</p> <p>Podana je Izjava o skladnosti št. 0040/2006 z dne 20.03.2007 za Požarno zaporo prehoda EI90 – EI120.</p> <p>Podana je Izjava o skladnosti št. 051/2006 z dne 17.05.2006 za Požarno tesnjenje prehoda inštalacij na meji požarnega sektorja.</p> <p>Podana je izjava o požarni klasifikaciji toplotne izolacije Kaifex ST dobavitelja Bossplast d.o.o. z dne 25.8.2008 in Klasifikacijsko poročilo za toplotno izolacijo proizvajalca MPA NRW št. 230005729-3 z dne 25.8.2008.</p> <p>Podana je izjava Nemskega inštituta za gradbeno tehniko, št. Z-19.15-1353 za prehode elektro kabselskih inštalacij skozi mejo požarnega sektorja »Hilti Brandschutz-System CP 620 – Kombi« za razred požarne odpornosti S90 po DIN 4102-9.</p>

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrepi	Datum in podpis
<b>Širjenje dima po stavbi in prezračevanje</b>			
Razdelitev stavbe v dimne sektorje:	<b>DS01</b> Severno varovano stopnišče 94,32 m <sup>2</sup>	Izvedeno skladno s PZI projektom.	jul.09
	<b>DS02</b> Zahodno varovano stopnišče 120,95 m <sup>2</sup>		
	<b>DS03/PS03</b> Garaže, parkirišče pod nivojem terena 1.435,60 m <sup>2</sup>		
			Dimni sektorji so izvedeni po gradbenem dovoljenju.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
Ukrep		Datum in podpis	Opombe
<b>Širjenje dima po stavbi in prezračevanje</b>			
Naprave za odvod dima in toplote z mehanskim prezračevanjem:	Aktiviranje posamezne naprave naj se izvede avtomatsko, s pomočjo javljalnikov in mikroprocesorjev, ki usmerjajo delovanje posameznih naprav in podsistemov.	<p>naprave za odvod dima in toplote z mehanskim prezračevanjem so izvedene.</p> <p>jul.09</p>	<p>Naprave za ODT so izvedene.</p> <p>Narejen je preizkus delovanja sistema ODT v kleti.</p> <p>Za NODT v stopniščih se je uporabil predpis VdS 2221: Richtlinien für Entrauchungsanlagen in Treppenträumen (EAT), Planung und Einbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• za odvod je potrebnih maksimalno 5% vodoravnega preseka stopnišča, kar je <math>15 \text{ m}^2 \times 5\% = 0,75 \text{ m}^2</math>, minimalno <math>1,0 \text{ m}^2</math>. Izvedena je večja odvodna odprtina od minimalno potrebne.</li> <li>• za dovod je potrebnih 1,5x večja odprtina, kar so vrata na prosto več kot dovolj. Izvedena je večja dovodna odprtina od minimalno potrebne.</li> </ul> <p>JZ stopnišče ima vrata na prosto, sredinsko stopnišče pa dobiva sveži zrak preko drsnih električnih vrat, ki se v primeru požara odprejo.</p> <p>Odpirtine za NODT se bodo uporabljale tudi za naravno prezračevanje stopnišča. Odpiranje/zapiranje je ročno. Kontrolno stikalo (signal, ki kaže odprto/zaprto) se nahaja pri vratarnju v pritličju.</p> <p>Podana je Izjava o skladnosti št. 032/2006 z dne 05.05.2008 za Požarno odporne kanale za prezračevanje ter ODT sistema Promaduct 500; EI90 (I +--- o), kategorija 3</p> <p>Podan je certifikat skladnosti ZAG-a št. 0942/07-1294 z dne 01 .08. 2008 za Ventilatorje za odvod dima in toplote proizvajalca Klima Celje d.d.</p>

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis	Opombe
<b>Širjenje dima po stavbi in prezračevanje</b>				
Požarne lopute v prezračevalnih kanalih	<p>Predvidene so požarne lopute s požarno odpornostjo, ki je lahko za eno stopnjo nižja od zahtevane požarne odpornosti za steno, vendar ne manj kakor EI30-S.</p> <p>Zapiranje požarnih loput s termo elementom je dovoljeno v stavbah, kjer ni zagotovljeno krmiljenje z avtomatskim javljanjem požara (AJP).</p> <p>V primeru požara se morajo samodejno zapreti (termična sprožila), tudi če izpade sistem požarnega krmilja ali če se zaradi požara izključi prezračevalni sistem. Če se sistem prezračevanja zaradi požara še ni izključil, mora zaprtje požarnih loput izključiti tudi prezračevalni sistem kot celoto.</p> <p>Zaprta lega požarnih loput mora biti signalizirana na komandni plošči prezračevalnega sistema ali v požarni centrali.</p>	Izvedeno skladno s PZI projektom.	<p>požarne in dimne lopute so vgrajene. Iz izjave o skladnosti (HIDRIJA IMP Klima, Godovič z dne 1. 8. 2008) je razvidno, da omenjene požarne in dimne lopute zagotavljajo zahtevano požarno varnost:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PL-12-K60</li> <li>• PL-14-K90</li> <li>• DOL-1R</li> <li>• DOL-1RK</li> </ul> <p>Priloženo je potrdilo št. APZ/LOP 0653- 08-09 o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite – požarne lopute</p>	
Izklop sistema prezračevanja in klimatizacije ob požaru:	<p>V obravnavanem objektu se v primeru požara prezračevalne dovodne in odvodne naprave, ki niso predvidene za delovanje v primeru požara, izklopijo.</p> <p>Ročno ustavitev s posebnimi stikali zagotovijo uporabniki objekta, ki so usposobljeni za take primere in gasilci. Stikalo za izklop vseh prezračevalnih naprav mora biti nameščeno na dobro dostopnem mestu.</p>	Izvedeno skladno s PZI projektom.	<p>jul. 09</p>	<p>Izklop sistema prezračevanja je izveden. Iz poskusnega zagona je bilo ugotovljeno, da se sistem prezračevanja ob požaru izklopi.</p> <p>To velja tako za klimate, kot za odvodni ventilator iz sanitarij.</p> <p>Preizkus delovanja je izveden, kar je razvidno iz priloženih potrdil o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite – prezračevanje</p>



Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis	Opombe
<b>Evakuacijske poti</b>				
Največje število uporabnikov:	Največje skupno število oseb v celotni banki je 290.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	jul. 09	
Število izhodov iz stavbe:	Iz pritličja so izvedeni 4 izhodi na prosto. Iz kleti še dodatno dva.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	jul. 09	
Število požarnih stopnišč in požarna odpornost požarnih stopnišč:	Izvedeni sta dve požarni stopnišči – EI60.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	jul. 09	Tudi tretje stopnišče, na JV strani, je izvedeno kot požarno varno stopnišče EI60. Stopnišče iz garaže, na severo zahodni strani, ni certificirano kot požarno varno, niti ni zahtevano. Konstrukcije je iz armiranega betona.
Požarne lastnosti obloženih materialov:	V stopniščih in na hodnikih se morajo za obložne materiale (pod, stene, strop) uporabljati negorljivi materiali evrorazreda A ali materiali, ki ne širijo ognja po površini evrorazreda B. Na zaščiteneh delih evakuacijskih poti se smejo uporabljati materiali z odzivom na ogenj razreda A1 ali A2, razen če ni drugih zahtev.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	mar. 09	Obložni materiali so izvedeni in so negorljivi.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Evakuacijske poti</b>			
Varnostna razsvetljava:	<p>Varnostna razsvetljava se uporablja za najnujnejšo osvetlitev prostorov ali nevarnejših delovnih mest ter izhodnih poti na prosto v primeru izpada splošne razsvetljave. Poleg navedenega mora osvetljevati tudi varnostne znake ter požarnovarnostno oz. varnostno opremo vzdolž izhodne poti, kot so hidranti, gasilniki, ročni javjalniki požara ter oprema za prvo pomoč.</p> <p>Osvetlitev min 1lx, požarnovarnostne točke min 5 lx, za čas min 1 uro.</p> <p>Varnostna razsvetljava mora omogočiti ljudem (uporabnikom objekta) zapustiti prostore in, če je potrebno, pred tem še izvesti za varnost nujna opravila. Namestiti jo je treba na evakuacijskih poteh in v prostorih, kjer se zbira večje število ljudi (nad 25), ter v prostorih, kjer ni dnevne svetlobe in izpad napajanja splošne razsvetljave ob vsakem dnevnem času povzroči temo (kleti, notranji prostori).</p> <p>Za sisteme varnostne razsvetljave si mora investitor ali uporabnik pridobiti od pooblaščenega podjetja potrdilo o brezhibnem delovanju, ki ga lahko izdajo samo pooblaščen družbe za izvajanje pregledov v smislu Zakona o varstvu pred požarom in Pravilnika o pregledovanju in preskušanju vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite.</p>	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
			<p>Narejene so meritve varnostne razsvetljave iz katerih je razvidno, da varnostna razsvetljava ustreza.</p> <p>Varnostne svetilke imajo rezervno napajanje za čas min. 1 uro.</p> <p>Dostavljeno je Poročilo o pregledu in preizkusu varnostne razsvetljave, št. 0727-08-09-VR z dne 4.8. in 6. 8. 2009</p> <p>Ponovni pregled varnostne razsvetljave je potrebno opraviti pred potekom dveh let.</p>

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Evakuacijske poti</b>			
Oznake na evakuacijskih poteh:	<p>Nameščene so na vseh glavnih in zasilnih izhodih ter na vseh mestih spremembe nivoja (stopnice, rampe,...). V primeru požara znaki nedvoumno usmerjajo ljudi do izhodov na varno. Nameščeni so na dobro vidnih mestih in sicer v pokončnem položaju na steni ali obešeni s stropa pravokotno na smer gibanja. Spodnji rob znaka bo 2,0 do 2,5 m od tal.</p>	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
		Oznake na evakuacijskih poteh so izvedene skladno s SIST 1013. Iz potrdila št. APZ/VR 0655-08-09 o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite z dne 6.8.2009 je razvidno, da so evakuacijske poti označene, piktogrami so nameščeni.potekom dveh let.	

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Sistemi za javljanje in alarmiranje</b>			
Naprave za javljanje požara:	Naprave za javljanje požara so predvidene: <ul style="list-style-type: none"> <li>• dimni javljalniki</li> <li>• ročni javljalniki</li> <li>• termični javljalnik</li> </ul> Vgrajeni so tudi javljalniki zemeljskega plina in plina CO.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
		<p>Naprave za javljanje požara so izvedene, prav tako javljalniki plina.</p> <p>Preizkus delovanja je izveden, kar je razvidno iz priloženih potrdil o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite – prezračevanja, NODT, hrupa, MODT in požarnih loput.</p> <p>Dostavljeno je poročilo o pregledu in preizkusu sistema za odkrivanje in javljanje požara, št. 0712-08-09-JP-JPlina z dne 31.7 in 5. 8. 2009. Ponovni pregled za sistem za javljanje požara je potrebno narediti pred iztekom 5 let in za sistem detekcije plina pred iztekom 2 let.</p> <p>Iz potrdila št. APZ/JP 0641-08-09 o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite z dne 5.8.2009, je razvidno, da naprave za odkrivanje in javljanje požara delujejo brezhibno.</p> <p>Iz potrdila št. APZ/JPL 0642-08-09 o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite z dne 5. 8. 2009, je razvidno, da naprave za odkrivanje in javljanje prisotnosti gorljivih plinov delujejo brezhibno.</p>	

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrepi	Datum in podpis
<b>Sistemi za javljanje in alarmiranje</b>			
Naprave za alarmiranje uporabnikov:	<p>Izvedeno je alarmiranje uporabnikov:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ozvočenje oz. sirene</li> <li>• svetlobni signali</li> <li>• avtomatski prenos signala v sprejemni alarmni center po nadzorovani liniji ali z avtomatskimi telefonskimi pozivniki</li> </ul> <p>Signal alarma se vodi tudi na dežurno mesto k varnostniku.</p>	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
Naprave za alarmiranje uporabnikov:	<p>Naprave za javljanje alarmiranje (zvočno in svetlobno) so izvedene.</p> <p>Narejen je preizkus delovanja.</p> <p>Podana je izjava o skladnosti za požarno centralo, z dne 17. 4. 2009.</p> <p>Podan je certifikat št. 97027-C514P9 za protivlomno in protipožarno požarno centralo z dne 17. 11. 2006.</p> <p>Podana je izjava o skladnosti za ročni javljalnik požara, z dne 17.4.2009.</p> <p>Podana je izjava o skladnosti za avtomatski dimni javljalnik požara, z dne 17. 4. 2009.</p> <p>Podana je izjava o skladnosti za adresibilne sirene, z dne 17. 4. 2009.</p> <p>Podan je certifikat št. 0505006-C-803P3 za javljalnik plina CO, metan, propan, butan z dne 19. 6. 2009.</p>		

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis	
<b>Sistemi za javljanje in alarmiranje</b>				
Krmiljenje sistemov in naprav za požarno varnost v stavbi:	<p>V objektu je izvedena conska kontrola dima, da preprečimo širjenje dima skozi odprtine in razpoke po objektu ter škodljiv vpliv vročega dima na ljudi, konstrukcijo objekta in opremo. Objekt je razdeljen v dimne sektorje.</p> <p>Zahteve za krmiljenje instalacij glede odvoda dima so:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dimni detektor mora javiti signal v požarno centralo</li> <li>• požarna centrala vklopi zvočni alarm za evakuacijo iz požarnega sektorja, kjer je nastal požar, in istočasno vklopi sistem za odvod dima</li> <li>• glede na lokacijo požara se morajo odpreti le tiste dimne lopute, ki so v bližini požara, vendar v skupnem številu, ki omogoča nazivno odsesavanje dima glede na projektne parametre odvodnega ventilatorja</li> <li>• izključiti je treba ostale sisteme prezračevanja oz. jih preklopiti v »kontrolni režim« ali »režim ventilacije«</li> <li>• sistem za odvod dima je treba dimenzionirati za delovanje 90 minut in ga lahko prej izključijo le pooblaščen oseba. v požarni centrali.</li> </ul>	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	
			<p>Požarna centrala se nahaja v prostoru varnostnika v kleti.</p> <p>Narejen je preizkus delovanja.</p> <p>Požarna centrala ima rezervno napajanje.</p> <p>Priložena je Izjava o skladnosti št. S048/2009 z dne 28.7.2009 za Požarno odporno električno napeljavo BETAfixss – BETAflam za 30 minutno zanesljivo napajanje naprav v primeru požara.</p> <p>Podano je Slovensko tehnično soglasje št. STS- 06/043 z dne 18. 8. 2006, ki ga je izdal ZAG za Ognjeodporne kabelske lestve, kanale in objemke.</p>	

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis	Opombe
<b>Sistemi za javljanje in alarmiranje</b>				
Prenos signala do gasilcev ali druge ustrezne institucije je avtomatski preko požarne centrale.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Javljanje požara je izvedeno tudi na dežurno mesto k vratarju. Potrdilo št. APZ/JP 0641-08-09	
Prenos signala do gasilcev ali druge ustrezne institucije je avtomatski preko požarne centrale.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Javljanje požara je izvedeno tudi na dežurno mesto k vratarju. Potrdilo št. APZ/JP 0641-08-09	
<b>Požarna zaščita električnih instalacij požarno varnih naprav in sistemov</b>				
Električno napajanje sistemov in naprav za požarno varnost v stavbi (čas zagotavljanja napajanja, izvedba. požarna odpornost kablov ali kinet):	Predvideno je napajanje sistemov požarne varnosti preko UPS naprave in lastnega akumulatorskega napajanja.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Rezervno napajanje z diesel agregatom je izvedeno. Požarna centrala s sistemom AJP ima rezervno napajanje. Varnostna razsvetljava ima akumulatorsko napajanje za čas najmanj 60 min.
<b>Naprave za gašenje in dostopne poti</b>				
Oskrba z vodo:	Objekt je oskrbljen s požarno vodo. 10 l/s	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Količina požarne vode je zagotovljena iz zunanega in notranjega hidrantnega omrežja. Narejene so meritve zunanje hidrantne mreže, ki so pokazale, da je potrebno povečati vodomerno uro. Vgradila se je vodomerna ura DN80/20. Obstoječa vodomerna ura DN50/20 je povzročala prevelike tlačne padce, zaradi česar ni bilo dovolj požarne vode na zadnjem zunanem hidrantu. Dostavljeno je poročilo o Preizkusu notranjega hidrantnega omrežja z dne 25. 7. 2009.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis	Opombe
<b>Naprave za gašenje in dostopne poti</b>				
Zunanja hidrantna mreža slepi cevovodi, krožna mreža:	Zunanja hidrantna mreža obstaja, a se je za časa gradnje začasno uknila in se po končani gradnji vrnila v prvotno stanje.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Zunanja hidrantna mreža se je vezala za merilno uro. Dostavljeno je poročilo o Preizkusu zunanjega hidrantnega omrežja z dne 6. 8. 2009.
Število zunanjih hidrantov v oddaljenosti do 80 m od objekta (nadtalni ali podtalni):	2 nadzemna zunanja hidranta.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Zunanji hidranti so na enakih lokacijah, kot so bili pred gradnjo.
Notranja hidrantna mreža – Mokri sistem:	Predvidena je notranja hidrantna mreža, ki vsebuje 11 hidrantov. Še en notranji hidrant pri »Novak« izpušni sistem je napajanje iz banke.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Meritev notranjega hidrantnega omrežja je izvedena. Tlačne in pretočne razmere ustrezajo. Naprava za dvig tlaka deluje in je vezana na rezervno napajanje – na diesel agregat
Gasilniki:	Razporeditev gasilnikov je podrobneje označena v grafičnih prilogah situacij arhitekture in v študiji požarne varnosti. Skupaj so predvideni: • 26 × 21A ( S-6, prah 6 kg ) • 13 × 27A ( S-9, prah 9 kg )	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Gasilniki so montirani.
Število dostopov do stavbe za gašenje in reševanje z gasilskimi vozili:	Obravnavani objekt je od poklicne gasilske brigade na Cesti proletarskih brigad oddaljen 2,1 km. Obstoječi dovozi k objektu so danes urejeni z Zagrebske ceste in Volodjeve ulice. Dostop k objektu je možen s severne in južne strani.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Okolica je urejena in asfaltirana. Dostop za gasilska vozila je urejen. Na parkirišču je narisana rumena oznaka, ki prikazuje prostor za gasilsko vozilo. Izvajalec je dostavil poročilo št. 04-6/BAM-9 o kontroli kakovosti asfaltiranih zmesi na gradbišču, z dne 13. 8. 2009



Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Naprave za gašenje in dostopne poti</b>			
Število strani stavbe, do katerih je mogoč dostop gasilskih vozil:	Obstoječi dovozi k objektu so danes urejeni z Zagrebske ceste in Volodjeve ulice. Dostop k objektu je možen s severne in južne strani. Obstoječe sredstvo za gašenje obravnavanega objekta je zunanje hidrantno omrežje.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
		Glavni uvoz za zaposlene in poslovne partnerje na parkirišče banke je iz zahodne strani, kjer je kontrola pristopa. Na sredini uvoza je izveden otok, kjer se nahajata dve rampi. Na severo vzhodni strani je dostop za stranke.	
<b>Električne instalacije</b>			
Glavno električno stikalo:	Glavno električno stikalo je izvedeno.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
Rezervni vir napajanja:	Rezervni vir napajanja je UPS in diesel agregat.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
Elektrostatične razelektritve	Elektrostatična razelektritev je predvidena, prav tako izenačevanje potencialov.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
		Glavno električno stikalo je izvedeno in se nahaja v elektro močnostni omari v kleti. Rezervno napajanje je izvedeno. Vgrajen je diesel agregat in UPS. Elektrostatična razelektritev in izenačevanje potencialov je izvedeno. Priložena je meritev upornosti izolacije ter zaščite pri posrednem udaru el. toka, z dne 30. 7. 2009.	
<b>Strelovodne instalacije in ozemljitve</b>			
Strelovodne instalacije in ozemljitve:	Strelovodna instalacija je izvedena. Upoštevan je standard SIST EN 1024.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
		Meritve strelovodne instalacije so opravljene, uporabljena je dvokleščna merilna metoda. Priložena je meritev strelovodna z dne 20. 7. 2009.	

# Priloga 2:

# IZKAZ POŽARNE VARNOSTI OBJEKTA

## PODATKI O STAVBI

**Naziv stavbe:** 23020 – ENERGETSKI OBJEKTI

Lokacija stavbe:

Investitor:

Odgovorni vodja projekta:

Pooblaščen inženir požarne varnosti:

Datum izdelave projektne dokumentacije:

## POŽARNOVARNOSTNI UKREPI

V spodnji *preglednici* so prikazani požarnovarnostni ukrepi:

Načrtovani ukrepi (PZI)	Izvedeni ukrepi (PID)		
	Ukrep	Datum in podpis	Opombe
<p><b>Širjenje požara na sosednje objekte</b></p> <p>Odmiki od mej parcele:</p> <p>Obravnavani objekt – hidroelektrarna je lociran ...  Objekt rezervoarja hladilne vode se nahaja višje v hrib nad lokalno cesto. Zapornična komora se nahaja približno na sredini dovodno/odvodnega cevovoda, med strojnico in zgornjim bazenom. Informacijski paviljon se nahaja v bližini zgornjega bazena.</p> <p>Vtočno iztočni jašek se nahaja v bližini strojnice hidroelektrarne. Obravnavno zemljišče je nepozidano.</p> <p>Strojnica hidroelektrarne je od najbližje sosednje stavbe, to je nenaseljena kamnita hiša, ki je v lasti investitorja, oddaljena 22 m.</p> <p>Železniška proga je oddaljena od strojnice hidroelektrarne 17,5m.</p> <p>Vtočno iztočni jašek je oddaljen od strojnice hidroelektrarne 1,8 m in je v celoti pod zemljo.</p> <p>Rezervoar hladilne vode je oddaljen od lokalne ceste 7 m in je večinoma pod zemljo (zgrajen v hrib). Objekt je iz armiranega betona.</p> <p>V bližini zapornične komore (več kakor 100m) ni razen elektrarniškega cevovoda in vodostana nobenega drugega objekta.</p> <p>V bližini informacijskega paviljona (več kakor 100m) ni razen zgornjega jezera nobenega drugega objekta. Jezero je oddaljeno ca 32m.</p> <p>Ustrezne požarne delite s požarno varnimi gradbenimi elementi in proizvodi iz negorljivih materialov po EN razred A bodo zagotavljale osnovni preventivni ukrep tj. preprečitev prenosa požara v času požara iz enega požarnega sektorja v drugega in obratno.</p>	<p>Izvedeno po PZI projektu</p>	<p>September 2009</p>	<p>Vsi zgrajeni objekti so iz armiranega betona, razen objekta Informacijskega paviljona (Info točka), ki je iz opeke.</p> <p>Pomožni tunel je izveden v skalo.</p>

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Širjenje požara na sosednje objekte</b>			
Požarne lastnosti fasadnih oblog	Izvedba razreda A1 in A2 po EN klasifikaciji. Vgrajeni material zagotavlja požarno odpornost min. EI60 oz. tudi R60.	Izvedeno po PZI projektu	September 2009
			Finalna fasada objektov je iz negorljivega materiala (armiran beton), razen pomožnih prostorov (PS7) objekta hidroelektrarne, kjer je izvedena demit fasada. Ker so odmiki od parcelnih mej na mestu, kjer je demit fasade večji od 10 m, je izvedba ustrezna. Pri vseh objektih, kjer je oddaljenost od parcelne meje večja kot 10 m, ni zahtev za požarno odpornost fasadnih oblog.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
Nosilnost konstrukcije in širjenja ognja po stavb		Ukrep	Datum in podpis
<p>Požarna odpornost nosilne konstrukcije in razdelitev v požarne sektorje:</p> <p><b>STROJNICA HIDROELEKTRARNE</b></p> <p>POŽARNI SEKTOR 1: Prostor za diesel agregat REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 2: Klet 400V distribucija REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 3: GIS 110kV-sistema I. In II. REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 4: Olje in prečiščevalni sistem REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 5: Konverterski transformator REI180</p> <p>POŽARNI SEKTOR 6: Strojnični jašek in strojnica nad jaškom generatorja na kotah 113 in 120, kabelska galerija, izmenični vzbujačni sistem in menjava faz REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 7: Pomožna delavnica, garderobe s sanitarijami in stopnišče REI90 POŽARNI SEKTOR 8: Prostor za dva transformatorja REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 9: Komanda elektrarne REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 10: 20 kW stikališče REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 11: Stopnišče jaška REI90</p> <p>POŽARNI SEKTOR 12: Aku baterije 110V REI90</p>	<p>Izvedeno po PZI projektu</p>	<p>September 2009</p>	<p>Požarna sektorja označena v PGD kot PS6 in PS10 sta se združila. Razlog je v tehnologiji elektrarne. Skozi steno vodijo trije sklopi jakostnih instalacij, od katerih je vsaka cev premera f75 cm. Zaradi same izvedbe cevnih sklopov (vsebujejo votel izolacijski prostor) se na ekonomsko smotrno način ne da izvesti požarne zatesnitve. Rešitev, kot je izvedena, imajo tudi primerljive elektrarne v Evropi.</p> <p>Vse stene na mejah požarnih sektorjev so iz armiranega betona.</p> <p>Izvajalec je dostavil sledeča dokazila oz. izjave:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• izjava o skladnosti za beton C25/30, XC4, XD3, CI02, Dmax 32, S3, PV-I, z dne 22.6.2009</li> <li>• končno oceno ZAG št. O 585/05-430-614 o kakovosti betona vgrajenega v objekt – pvp plošče MB50, z dne 18.2.2008</li> <li>• izjavo o skladnosti za montažne betonske izdelke – votle plošče pvp 400, pvp 320, pvp 265, z dne 25. 9. 2007</li> <li>• izjavo o skladnosti za montažne strešne betonske izdelke – specialni strešni elementi; strešne plošče II50, z dne 25. 9. 2007</li> <li>• ZAG – poročilo p preizkusu keramičnih stikalnih talnih neločenih ploščic, št. P 1120/97-450-28 z dne 27.7.2001</li> <li>• ZAG – Tehnična soglasja za sisteme Knauf, ki dokazujejo požarno odpornost F30, F60, F90 in F120, št. 530/HM, z dne 13.2.2008</li> </ul>

Načrtovani ukrepi (PZI)	Izvedeni ukrepi (PID)		
	Ukrepi	Datum in podpis	Opombe
<p>Požarna odpornost nosilne konstrukcije in razdelitev v požarne sektorje:</p> <p>INFORMACIJSKI PAVILJON</p> <p>POŽARNI SEKTOR 13: Informacijski paviljon REI30</p> <p>REZERVOAR HLADILNE VODE</p> <p>POŽARNI SEKTOR 14: Rezervoar hladilne vode REI30</p> <p>VTOČNO/IZTOČNI JAŠEK</p> <p>POŽARNI SEKTOR 15: Vtočno/iztočni jašek REI90</p> <p>ZAPORNIČNA KOMORA</p> <p>POŽARNI SEKTOR 16: Zapornična komora REI30</p> <p>GALERIJA T11</p> <p>POŽARNI SEKTOR 17: Galerija T11 REI30</p> <p>POMOŽNI TUNEL</p> <p>POŽARNI SEKTOR 18: Pomožni tunel REI30</p> <p>Streha elektrarne je negorljiva, razreda A1 oz. A2. Za ostale pritične spremljevalne objekte ni zahteve po požarni odpornosti strehe. Nekateri objekti (vkopani v zemljo, tuneli,...) nimajo strehe.</p> <p>Požarna vrata EI60-C.</p>	<p><b>Nosilnost konstrukcije in širjenja ognja po stavb</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onnegliano serramenti s.r.l. – Izjavo o skladnosti za rolo vrata, tip SZCN102 z dne 24.9.2008 in tip SZCN103 z dne 14. 7. 2008</li> <li>• Certifikat za dvojni pod tip 5 NA38; MERO-TSK International GmbH&amp;Co. KG, kjer je razvidno, da je nosilna konstrukcija negorljiva razreda A1, z dne december 2008 in iBMB MPA št. P-3435/7182-MPA BS z dne 24. 10. 2006.</li> <li>• Izjavo monterja požarnih vrat z dne 14. 10. 2009</li> <li>• ZAG – certifikat o skladnosti REG2-0004-03-ZGPro-1396 za enokrilna požarna vrata UNIVER EI60 z dne 6.4.2009</li> <li>• ZAG – certifikat o skladnosti REG2-0004-03-ZGPro-1398 za dvokrilna požarna vrata UNIVER EI60 z dne 6.4.2009</li> <li>• Izjavo izvajalca obrtniških del, izjava za dvokrilna protipožarna vrata Forster Fuego lighete EI60-C, z dne 6.10.2009</li> <li>• ZAG – certifikat o skladnosti REG2-0004-03-ZGPro-1195 za Požarna vrata s stranskim svetlobami in nadsvetlobami sistema Forste Fuego Light EI60 z dne 11. 10. 2007</li> </ul>

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
Ukrep	Datum in podpis	Opombe	
<b>Nosilnost konstrukcije in širjenja ognja po stavb</b>			
<p>Požarna odpornost prehodov električnih in cevnih instalacij na mejah požarnih sektorjev in požarnih celic:</p> <p>Prehodi ali instalacijski jaški in kanali za cevne in elektroinstalacije EI60. Zaščito električnih kablov pred učinki požara zagotovimo tako, da položimo kable v požarno odporne kinete ali jih zaščitimo s požarno odpornimi premazi ali ometi.</p>	<p>Izvedeno skladno s PZI projektom.</p> <p>Oktober 2009</p>	<p>Vgrajeni so električni protipožarni kabli (rdeči) 1x2x0,8 mm. Požarno odporni kabli so ločeni od jakostnih kablov in se nahajajo na svojih kabelskih policah. Dostavljena je Izjava o skladnosti za požarno odporni kabel BETAflamm in kabelsko polico KR, št. S078/2009 z dne 18. 11. 2009.</p> <p>Dostavljene so tri Izjave o skladnosti dobavitelja kabelskih polic in stropnih nosilcev z montažnim materialom ELBA Novo mesto d.o.o., z dne 16. 12. 2007.</p> <p>Dostavljena je izjava o ustreznosti kovinskih kabelskih kanalov OPTIM s pripadajočo opremo Z dne 27. marec 2008 in poročili o preiskavi.</p> <p>Dostavljena je bila Izjava o vgradnji požarnih materialov za Sistem PROMASTOP, z dne 12. 8. 2009.</p> <p>Dostavljena je bila Izjava o skladnosti št. 012/2006 za Promafoam C, Promapyr 150, Intumex LFSK in Promastop Coating, z dne 17.05.2006.</p> <p>Dostavljena je bila Izjava o vgradnji požarnih materialov za Sistem PROMASTOP, z dne 14.10.2009.</p> <p>Tesnenje požarnih prehodov sta izvajala dva izvajalca. En je po sistemu Promat, drugi po sistemu Hilti.</p> <p>Dostavljena je bila Izjava o skladnosti št. 011/2006 za Silikatne plošče Promatect L500/AD – požarno odporni kanali za prezračevalne sisteme s požarno odpornostjo EI90, z dne 17. 05. 2006.</p> <p>Dostavljena je Izjava o skladnosti za požarni sistem CP620 – požarno tesnjenje prehoda kablov in cevi, z dne 17. 3. 2009.</p>	

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis	Opombe
<b>Širjenje dima po stavbi in prezračevanje</b>				
Razdelitev stavbe v dimne sektorje:	Objekt ni razdeljen na dodatne dimne sektorje. Dimni sektorji so enaki požarnim sektorjem.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009	Objekti niso razdeljeni v dodatne dimne sektorje. Dimni sektorji so enaki požarnim sektorjem
Naprave za odvod dima in toplote z mehanskim prezračevanjem	Ni naprav za odvod dima in toplote z mehanskim prezračevanjem. Predviden je naraven odvod dima in toplote. Iz strojničnega jaška se odvaja argon, ki se uporablja za gašenje generatorja v strojničnem jašku. Nekateri prostori v objektu strojnice so prisilno prezračevani.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009	Izveden je nadtlak na stopnišču. Narejena je meritev nadtlaka na stopnišču, z dne 1. 12. 2009. V zapisniku je navedeno, da je izvajalec odpravil pomanjkljivosti, zaradi katerih je bil prvi preizkus nadtlaka na stopnišču neustrezen. Dostavljeno je potrdilo o brezhibnem delovanju sistema za vzpostavljanje nadtlaka zraka, št. B087/2009 z dne 4. 12. 2009. Dostavljena je ES – Izjava o skladnosti 0036 CPD RG04 05 za električni ventilator za odvod dima in toplote serije WVA proizvajalca Systemair GmbH z dne 8.3.2006.
Požarne lopute v prezračevalnih kanalih:	Na prehodih prezračevalnih kanalov skozi meje požarnih sektorjev in požarnih celic, v katere lahko vstopa vroč dim ( $T > 100\text{ °C}$ ), je treba vgraditi požarne lopute s požarno odpornostjo, ki je lahko za eno stopnjo nižja od zahtevane požarne odpornosti za steno, vendar ne manj kakor EI30- S.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009	Kanalnski razvod se je speljal tako, da je bilo potrebno vgraditi le eno požarno loputo. Dostavljena je Izjava o skladnosti požarne lopute PL-14-K90 dobavitelja Hidrija IMP Klima, z dne 1. 8. 2008. Iz Poročila o opravljenem pregledu Naprav za javljanje požara, ki ga je opravil Gorazd Jeromec s.p. z dne 26. 10. 2009 je razvidno, da požarna loputa deluje. Dostavljeno je bilo Potrdilo o brezhibnem delovanju požarne lopute, št. B069/2009 z dne 26.10.2009, ki je opravil Gorazd Jeromec s.p.
Izklop sistema prezračevanja in klimatizacije ob požaru:	Požarna centrala krmili izklop prezračevalnega sistema. V primeru požara se odvodni ventilatorji izklopijo.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009	Izklop sistema prezračevanja je izveden in deluje, kar je razvidno iz Poročila o opravljenem pregledu, z dne 26. 10. 2009.



Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis	Opombe
<b>Evakuacijske poti</b>				
Največje število uporabnikov:	Ves kompleks hidroelektrarne je projektiran na daljinsko vodenje. V obravnavani hidroelektrarni sta predvideni dve občasni delovni mesti. Glede na specifično namembnost objekta ni dovoljen vstop v objekt osebam, ki nimajo pooblastila, oz. lahko vstopijo samo v spremstvu pooblaščenih oseb. V primeru vzdrževanja in remonta se bo lahko v posameznih objektih nahajalo do 20 oseb	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Po izjavah investitorja, se v objektih hidroelektrarne ne bo nahajalo stalnega delovnega mesta, občasno se bosta na objektu nahajala dve osebi (vzdrževalci). Elektrarna je v celoti izvedena na daljinsko upravljanje.
Število izhodov iz stavbe:	Objekt strojnice hidroelektrarne ima 12 izhodov. Objekt informacijskega paviljona ima 3 izhode. Objekt rezervoarja za hladilno vodo ima 1 izhod. Objekt vtočno/iztočnega jaška ima 2 izhoda. Objekt zapornične komore ima 1 izhod. Galerija T11 se nahaja v zemlji. Izhod je preko objekta zapornične komore. Pomožni tunel ima 1 izhod.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	
Število požarnih stopnišč in požarna odpornost požarnih stopnišč:	Strojnica hidroelektrarne ima eno varovano stopnišče, ki vodi v strojnični jašek – REI90. Drugo stopnišče v strojnici, ki vodi iz kote 113 na koto 120, je sestavni del požarnega sektorja P.S.7. in ima REI90.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	
Požarne lastnosti obložnih materialov	Obložni materiali morajo imeti takšno surovinsko sestavo, ki v primeru požara ne sprošča strupenih plinov in mora biti negorljivi razreda A1 ali A2.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Marec 2009	Obložni materiali so izvedeni in so negorljivi.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
Ukrep	Datum in podpis	Opombe	
<b>Evakuacijske poti</b>			
<p>Varnostna razsvetljava je predvidena v vseh objektih. Zagotavljati mora vklop v par sekundah po izpadu napetosti in goreti min 60 min.</p> <p>Namestitvev in osvetljenost:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• varnostne razsvetljave (merjeno na tleh):</li> <li>• izhodne poti (evakuacijske poti) (minimalno 1 lux)</li> <li>• prostori z več kakor 25 ljudmi (minimalno 0,5 lux, izjema je 50 cm širok robni pas po obodu prostora)</li> <li>• nevarnejša delovna mesta (potrebna osvetlitev 10% prejšnje splošne razsvetljave ali minimalno 15 lux)</li> <li>• požarnovarnostna oprema (hidrantne omarice, gasilniki, ročni javljalniki požara, mesta z opremo za prvo pomoč (minimalno 5 lux)</li> </ul>	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	<p>Narejene so meritve varnostne razsvetljave iz katerih je razvidno, da varnostna razsvetljava ustreza.</p> <p>Varnostne svetilke imajo rezervno napajanje za čas min. 1 uro.</p> <p>Dostavljeno je potrdilo o brezhibnem delovanju varnostne razsvetljave – Info točka, št. A363/2009 z dne 26. 10. 2009 in poročilo o opravljenem pregledu varnostne razsvetljave v Info točki z dne 26.10.2009.</p> <p>Dostavljeno je potrdilo o brezhibnem delovanju varnostne razsvetljave – Zapornična komora, št. A365/2009 z dne 26.10.2009 in poročilo o opravljenem pregledu varnostne razsvetljave v Zapornični komori z dne 26. 10. 2009.</p> <p>Dostavljeno je potrdilo o brezhibnem delovanju varnostne razsvetljave – Hidroelektrarna, št. A366/2009 z dne 26.10.2009 in poročilo o opravljenem pregledu varnostne razsvetljave v Hidroelektrarni z dne 26. 10. 2009.</p>
Oznake na evakuacijskih poteh	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Oznake na evakuacijskih poteh so izvedene skladno s SIST 1013.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
Ukrep	Datum in podpis	Opombe		
<b>Sistemi za javljanje in alarmiranje</b>				
Naprave za alarmiranje uporabnikov:	Alarmiranje je predvideno v vseh objektih.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Naprave za javljanje alarmiranja (zvočno in svetlobno) so izvedene in preizkušene – glej Potrdilo št. A269/2009 o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite – naprava za javljanje požara, Siemens tip FC2040, z dne 1. 8. 2009.
Krmiljenje sistemov in naprav za požarno varnost v stavbi:	Predvideno je krmiljenje sistemov in naprav za požarno varnost.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009	Požarna centrala je vgrajena. Narejen je preizkus delovanja. Požarna centrala ima rezervno napajanje. Dvigalo se v primeru požara postavi v izhodiščni položaj – glej Potrdilo št. A269/2009 o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite – naprava za javljanje požara, Siemens tip FC2040, z dne 1. 8. 2009. Krmiljenje v primeru požara je izvedeno in deluje, kot je razvidno iz Poročila o opravljenem pregledu Naprav za javljanje požara, z dne 26.10.2009. Krmilje se izvaja: • vklop siren S1 do S14 • krmiljenje dvigala • zapiranje požarne lopute PL • izklop ventilacije • prenos alarma na 24 urno dežurno mesto
Prenos signala do gasilcev ali druge ustrezne institucije	Predviden je prenos signala do gasilcev ali druge ustrezne institucije.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009	Signal »požar« in »okvar« se prenese na 24 urno dežurno mesto – glej Potrdilo št. A269/2009 o brezhibnem delovanju vgrajenega sistema aktivne požarne zaščite – naprava za javljanje požara, Siemens tip FC2040, z dne 1. 8. 2009.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
		Ukrep	Datum in podpis
<b>Požarna zaščita električnih instalacij požarno varnih naprav in sistemov</b>			
Električno napajanje sistemov in naprav za požarno varnost v stavbi (čas zagotavljanja napajanja, izvedba, požarna odpornost kablov ali kinet):	V obravnavanih prostorih bodo vgrajeni posebni sistemi in naprave za katere mora biti predvidena požarno zaščitena električna napeljava (krmilni kabli). Instalacijski kanali za električne kable in podobno imajo požarno odpornost za eno stopnjo nižjo, kakor se zahteva za ostale požarne elemente požarnega sektorja, vendar ne manj kakor EI30.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009
		Požarna centrala s sistemom AJP ima rezervno napajanje. Varnostna razsvetljava ima akumulatorsko napajanje za čas najmanj 60 min. Naprave za nadtlak na stopnišču imajo rezervno napajanje, kar je vidno iz Potrdila o brezhibnem delovanju sistema za vzpostavitev nadtlaka zraka št. B087/2009 z dne 4. 12. 2009.	
<b>Naprave za gašenje in dostopne poti</b>			
Oskrba z vodo:	Potrebna količina požarne vode za stojnico hidroelektrarne je 20 l/s. Za ostale spremljevalne objekte je potrebna količina požarne vode 10 l/s. Požarna voda je zagotovljena iz zunanjega in notranjega hidrantnega omrežja in rezervoarja hladilne vode volumna 500 m <sup>3</sup> /h.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009
		Količina požarne vode je zagotovljena iz zunanjega in notranjega hidrantnega omrežja. Narejene so meritve zunanje hidrantne mreže. Dostavljeno je bilo potrdilo Gasilske enote Nova Gorica, da je zunanje in notranje hidrantno omrežje zgrajeno, št. potrdila 7/30-09 z dne 15. 10. 2009. Dostavljeni so merilni listi za zunanje in notranje hidrantno omrežje. Dostavljeni so hidrantni listi za posamezne zunanje in notranje hidrante. Dostavljeno je bilo poročilo kontrolnega pregleda – tlačni preizkus, z dne 19. 6. 2009. Dostavljena je Izjava o ustreznosti za hidropostajo, št. HFHP 4/40/SV 1604, podjetja VIP Tehnika.	

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
Ukrep	Datum in podpis	Opombe		
<b>Naprave za gašenje in dostopne poti</b>				
Zunanja hidrantna mreža slepi cevovodi, krožna mreža:	je krožna izvedba in je zgrajena okrog strojnice hidroelektrarne.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Dostavljen je Certifikat za nadzemni zunanji hidrant (Klasik), dobavitelja Armex Armature d.o.o. Dostavljena je bila Izjava o skladnosti za PE cevi Totraplastika, z dne 7. 1. 2008. Dostavljeno je bilo Slovensko tehnično soglasje STS- 07/010 za PE cevi Totraplastika DN 20 do 400 mm, z dne 15. 11. 2007. Dostavljeno je Potrdilo o preizkusu notranjega in zunanjega hidrantnega omrežja, ki ga je naredil Javni zavod za gasilsko in reševalno dejavnost – Gasilska enota Nova Gorica, Številka:7/30-09 z dne 15. 10. 2009.
Število zunanjih hidrantov v oddaljenosti do 80 m od objekta (nadtalni ali podtalni):	V oddaljenosti do 80 m od strojnice hidroelektrarne in vtočno iztočnega jaška so 4 zunanji hidranti. V oddaljenosti 80 m od objekta rezervoarja hladilne vode se nahajata dva zunanja hidranta. Zunanji hidranti se lahko uporabljajo za gašenje samo v breznapetostnem stanju hidroelektrarne.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
Ukrep	Datum in podpis	Opombe	
<b>Naprave za gašenje in dostopne poti</b>			
Ostale naprave za gašenje:	Predvideno je gašenje v sklopu vgrajene opreme.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009 Dostavljeno je Potrdilo št. B057/2009 za Gasilni sitem s plinastim gasilom Argonite (generatorski prostor), z dne 16.10.2009. Dostavljeno je Potrdilo št. B048/2009 za Gasilni sitem s plinastim gasilom N2-Dušik (zaščita transformatorja), z dne 05. 10. 2009. Dostavljeno je Potrdilo št. B067/2009 za Gasilni sitem s plinastim gasilom FM-200 (komandni prostor), z dne 26.10.2009. Dostavljeno je Poročilo o opravljenem pregledu Gasilnega sistema s plinastim gasilom FM-200, z dne 26. 10. 2009. Dostavljeno je Potrdilo št. B068/2009 za Gasilni sitem s plinastim gasilom FM-200 (TK prostor), z dne 26.10.2009. Dostavljeno je Poročilo o opravljenem pregledu Gasilnega sistema s plinastim gasilom FM-200, z dne 26.10.2009.
Notranja hidrantna mreža Mokri sistem:	Notranja hidrantna mreža je v strojnici hidroelektrarne. Notranji hidranti se lahko uporabljajo za gašenje samo v breznapetostnem stanju hidroelektrarne.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009 Meritev notranjega hidrantnega omrežja je izvedena. Tlačne in pretočne razmere ustrezajo. Dostavljeno je Potrdilo o preizkusu notranjega in zunanjega hidrantnega omrežja, ki ga je naredil Javni zavod za gasilsko in reševalno dejavnost – Gasilska enota Nova Gorica, Številka:7/30-09 z dne 15.10.2009. Dostavljeni so Certifikati za pocinkane cevi podjetja Agrokumanovo, Makedonija, številke certifikata 2700, 2701, 2702, 2703, 2704 in 1812 z dne 11. 9. 2003. ZAG – Dostavljeno je bilo Potrdilo o skladnosti št. C247/02-200-1 za zidne EURO hidrante in hidrantne omarice z dne 5.4.2002.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis	Opombe
<b>Naprave za gašenje in dostopne poti</b>				
Gasilniki:	<p>V vseh objektih so nameščeni ročni gasilni aparati. Skupaj je:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strojnica hidroeletarne ima 56 gasilnikov S-9 in 9 gasilnikov S-6</li> <li>• informacijski paviljon ima 3 gasilnike S-9</li> <li>• objekt rezervoarja za hladilno vodo ima 2 gasilnika S-9 in 1 gasilnik S-6</li> <li>• objekt vtočno/iztočnega jaška ima 2 gasilnika S-9 in 1 gasilnik S-6</li> <li>• objekt zapornične komore ima 2 gasilnika S-9</li> <li>• Galerija T11 ima 1 gasilnik S-9 kg.</li> <li>• Pomožni tunel ima 1 gasilnik S-9 kg.</li> </ul>	Izvedeno skladno s PZI projektom	Oktober 2009	Gasilski aparati so montirani. Glede na pripombo požarne inšpektorice na delnem dehničnem pregledu z dne 6.11.2009, da so gasilni aparati montirani previsoko (višina montaže 1,5 m), so se prestavili niže (višina montaže od 0,8 do 1,2 m). To je razvidno iz Izjave glavnega izvajalca z dne 2. 12. 2009
Število dostopov do stavbe za gašenje in reševanje z gasilskimi vozili	Vsi obravnavani objekti imajo urejene dovoze za gasilska vozila. Strojnica, vstopno/izstopni jašek in objekt rezervoarja hladilne vode imajo dva dostopa, informacijski paviljon in zapornična komora pa imata en dostop.	Izvedeno skladno s PZI projektom	Julij 2009	Okolica hidroeletarne z bližnjimi spremljevalnimi objekti je urejena in asfaltirana. Dostop za gasilska vozila je urejen do vseh objektov
Število strani stavbe, do katerih je mogoč dostop gasilskih vozil:	Vsi objekti razen objekta rezervoarja hladilne vode imajo dostop z vseh štirih smeri. Objekt rezervoarja hladilne vode je delno vkopan in ima dva dostopa.	Izvedeno skladno s PZI projektom	Oktober 2009	Pomožni tunel, ki se je ohranil, ima dostop iz ene strani.

Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)	
Ukrep	Datum in podpis	Opombe	
<b>Električne instalacije</b>			
Glavno električno stikalo:	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	V elektrarni se nahaja glavno 110 kV stikališče za celotno regijo okrog Nove Gorice (Vipavske doline), katero deluje tudi v primeru zaustavitve elektrarne.
Rezervni vir napajanja:	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Oktober 2009	Varnostna razsvetljava in požarna centrala imajo lastno akumulatorsko napajanje. Ventilatorji za nadtlak na stopnišču imajo rezervno napajanje z diesel agregatom. Diesel agregat se nahaja v požarno ločenem prostoru REI 90 in proti vzbujevalnemu transformatorju REI 180. V istem prostoru se nahaja dnevni rezervoar diesel goriva volumna 1.500 litrov. Glede na VKF Wärmetechnische Anlagen 25-03d, točka 7.4 skladiščenje tekočega goriva ni potrebno zazidati cisterne velikosti 1.500 litrov. Upoštevani so ustrezni odmiki > od zahtevanih 0,6 m. Jeklena cisterna proizvajalca GET ima že dvojno dno, kot varovanje proti izlivu. Debelina pločevine rezervoarja je 3 mm. Dimenzije cistrene so: D×Š×V=1.500×1.660×690 cm Cisterna je prebarvana v modro barvo.



Načrtovani ukrepi (PZI)		Izvedeni ukrepi (PID)		
Ukrep	Datum in podpis	Opombe		
<b>Električne instalacije</b>				
Elektrostatične razelektritve:	Elektrostatične razelektritve so predvidene. Izenačevanje potencialov in ozemljitve so predvidene.	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Elektrostatična razelektritev in izenačevanje potencialov je izvedeno. Dostavljeno je Poročilo o meritvah HE AVČE inštalacije – meritve splošnih električnih instalacij, št. 20/2009, z dne 12 do 19. 9. 2009. Dostavljeno je Poročilo o meritvah INFO TOČKA – meritve elektro instalacije, št. 17/2009, z dne 12 do 13.7.2009. Dostavljeno je Poročilo o meritvah ZAPORNIČNA KOMORA – meritev napajalnega kabla, št. 19/2009, z dne 12 do 18. 8. 2009.
<b>Strelvodne instalacije in ozemljitve</b>				
Strelvodne inštalacije in ozemljitve:	Strelvodne instalacije so predvidene za vse objekte razen za tiste, ki so vkopani v zemljo (vstopno izstopni jašek in objekt rezervoarja požarne vode).	Izvedeno skladno s PZI projektom.	Julij 2009	Meritve strelvodne instalacije so opravljene. Dostavljeno je poročilo št. P 1605/99-440-1 o preiskavi jeklenega vroče pocinkanega traku za strelvodno instalacijo z dne 21.12.1999. Dostavljena je Izjava o ustreznosti opreme za strelvodno zaščito z dne 17. 3. 2009 in za nerjaveči trak RH1, kataloška št. 090701 z dne 9. 8. 2007.

# Seznam uporabljenih kratic

<b>NPV</b>	Načrt požarne varnosti
<b>GZ</b>	Gradbeni zakon
<b>ZGO</b>	Zakon o graditvi objektov, ZGO-1, ZGO-1A, ZGO-1B, ZGO-1C
<b>ZVZD</b>	Zakon o varnosti in zdravju pri delu
<b>ZVD</b>	Zakon o varstvu pred požarom
<b>PPVS</b>	Pravilnik o požarni varnosti v stavbah
<b>TSG-1</b>	Tehnična smernica za požarno varnost TSG-1-001:2007, delovni osnutek TSG- 001:2009
<b>PZ stavbe</b>	Požarno zahtevne stavbe po Pravilniku o požarni varnosti v stavbah
<b>PMZ stavbe</b>	Požarno manj zahtevne stavbe po Pravilniku o požarni varnosti v stavbah
<b>PGD</b>	Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja
<b>PZI</b>	Projekt za izvedbo
<b>PID</b>	Projekt izvedenih del
<b>IDP/IDZ</b>	Idejni projekt / Idejna zasnova
<b>PI</b>	Pooblaščen inženir
<b>PI-PV</b>	Pooblaščen inženir požarne varnosti

Čprav je bilo besedilo pripravljeno skrbno in v želji po čim večji kakovosti in celovitosti, izdajatelj in avtorji ne prevzemajo nobene odgovornosti za kakršnokoli škodo, nastalo zaradi uporabe informacij, podanih v tej publikaciji.



**Inženirska zbornica Slovenije**

Jarška cesta 10/b, 1000 Ljubljana, Slovenija

**T:** +386 (0)1 547 33 40

**E:** [izs@izs.si](mailto:izs@izs.si) / **I:** [www.izs.si](http://www.izs.si)