



PRIROČNIK
ODVOD DIMA IN
TOPLOTE



Odvod dima in toplote

Koordinator

mag. Aleš Glavnik

Tehnični urednik

dr. Primož Može

Jezikovni pregled

mag. Petra Lončar

Oblikovanje ovitka

Kraft & Werk d. o. o.

Izdala in založila

Inženirska zbornica Slovenije
Jarška cesta 10/b, Ljubljana

Naklada

500 izvodov

Tisk

Collegium Graphicum d. o. o.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

614.84:697.8(035)

Odvod dima in toplote : priročnik. - Ljubljana : Inženirska zbornica Slovenije, 2011

ISBN 978-961-6724-13-5

255947776

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.

SPREMNA BESEDA

Pred nami je priročnik Odvod dima in toplote. To je prvi priročnik, ki se tematike odvoda dima in toplote loteva na tako širok način. Namenjen je projektantom, izvajalcem pa tudi uporabnikom in vzdrževalcem teh naprav. Obsežno delo so opravili koordinator in avtorji posameznih delov, člani strokovnega sveta matične sekcije strojnikov pa tudi prevajalka in lektorica ter strokovne službe zbornice. Vsem izrekam priznanje in zahvalo.

Kot vsak priročnik, ki je namenjen strokovni uporabi, bo tudi ta, upam, doživel nove izdaje. Zato pozivam vse uporabnike, da pošljete svoje pripombe in predloge za izpopolnjevanje naslednjih izdaj naši matični sekciji.

Predsednik upravnega odbora
matične sekcije strojnih inženirjev
g. Andrej Povšič, univ.dipl.inž.str.

PREDGOVOR

Zakonodaja s področja požarne varnosti v Sloveniji omogoča tako projektantom, nadzornikom in izvajalcem kot inšpektorjem in drugim uradnikom vrsto inovativnih načinov projektiranja in izvedbe požarnovarnostnih ukrepov, ki v Sloveniji še zdaleč niso dorečeni do podrobnosti. To pa omogoča tudi zlorabe, različna pojmovanja, izkrivljanje dejstev in zahtev predpisov, standardov in smernic. Stroka pri tem ne sme več stati ob strani.

Ureditev požarne varnosti je v Sloveniji precej drugačna kot v drugih razvitih državah Evropske skupnosti. V dodiplomskih študijskih programih ni vsebin požarne varnosti, nimamo nacionalnega programa izobraževanja na področju požarnega inženirstva, ni na razpolago ustreznih domačih tehničnih smernic v slovenskem jeziku, ni posebej verificiranih podjetij ne za projektiranje ne za izvedbo ukrepov požarne varnosti, večina odgovornih projektantov požarne varnosti nima univerzitetne strokovne izobrazbe s področja požarnega inženirstva, raziskovalna dejavnost na področju požarne varnosti je skromna, za zakonodajo požarnovarnostnih ukrepov v povsem vsakdanjih objektih sta pristojni kar dve ministrstvi, ministrstvo za obrambo in ministrstvo za okolje in prostor.

Pred kratkim je izšla nova tehnična smernica za požarno varnost TSG-I-001:2010, ki se sklicuje na več kot 26 tujih smernic, standardov in predpisov, v skupnem obsegu več kot 1.000 strani, ki so po večini iz Nemčije, Švice in delno Avstrije, seveda v nemščini, ki jo obvladajo le redki slovenski strokovnjaki. Požarnovarnostne ukrepe za večino stavb v Sloveniji določajo tudi odgovorni projektanti raznih strok (ZAPS-A, IZS-G, IZS-E, IZS-S), brez ustrezne specializacije s področja požarne varnosti, saj jim to za požarno manj zahtevne stavbe (torej približno 70 % vseh stavb) omogoča zakonodajalec s Pravilnikom o požarni varnosti v stavbah.

V večini primerov je vgradnja sistemov za naravni odvod dima in toplote, mehanski odvod dima in toplote, nadtlačno kontrolo dima in impulznega ventilacijskega sistema zaradi pomanjkanja smernic in literature s tega področja odvisna od usposobljenosti investitorja in njegove projektne naloge ter seveda izbranega projektantskega tima, ki pa je lahko uspešen le, če je bil izbran tudi na osnovi referenc podjetja in posameznikov. Ker sta na področju odvoda dima in toplote že vrsto let v Evropi vodilni Velika Britanija in Nemčija, sledijo jima še nekatere (Avstrija, Švica, Danska, Švedska ...), je razumljivo, da se po njih zgledujemo tudi pri nas. Zato boste v tem priročniku naleteli na sklicevanje na nemške (DIN), britanske (BS) in evropske standarde (EN). Pri poglobljenem delu vam bo gotovo koristil tudi priznani nemški priročnik avtorja Karla-Heinza Quenzela: *Einrichtungen zur Rauch- und Wärmefreihaltung – Naprave za nadzor dima in toplote (založba FeuerTrutz GmbH, Köln)*, ki je danes, po mojem mnenju, eden najboljših v Evropi.

Ker poskušamo področje odvoda dima in toplote urediti in dati odgovornim projektantom vsaj osnovno strokovno podporo, smo pripravili ta priročnik. Ne glede na svojo obsežnost je po mnenju avtorjev še zmeraj preskromen, saj se tudi na vseh teh straneh ni dalo povedati vsega. Gre za temeljno delo na področju odvoda dima in toplote v Sloveniji, zato se s soavtorji veselim vašega odziva in predlogov za spremembe in dopolnitve.

Želim vam čim bolj uspešno delo ob uporabi tega priročnika.

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

VSEBINA

I. POGLAVJE	1
Potek požara in širjenje dima v prostoru <i>Aleš Jug</i>	
II. POGLAVJE	19
Požarni scenarij in numerično modeliranje odvoda dima in toplote <i>Aleš Jug</i>	
III. POGLAVJE	39
Pregled sistemov in standardov ter izhodišča za načrtovanje odvoda dima in toplote <i>Aleš Glavnik</i>	
IV. POGLAVJE	115
Načrtovanje mehanskega ovoda dima in toplote <i>Aleš Glavnik</i> (poglavja 1, 2 in 3) <i>Srečo Klemenčič</i> (poglavje 4) <i>Leon Pajek</i> (poglavje 5)	
V. POGLAVJE	207
Načrtovanje naprav za naravni odvod dima in toplote <i>Janez Godnov</i>	
VI. POGLAVJE	279
Načrtovanje nadtladne kontrole dima po SIST EN 12101-6 <i>Miran Poljšak</i>	
VII. POGLAVJE	361
Načrtovanje impulznega ventilacijskega sistema <i>Mitja Lenassi</i>	
VIII. POGLAVJE	375
Krmiljenje sistemov za odvod dima in toplote po oSIST prEN 12101-9 in SIST EN 12101-10 <i>Marko Rebolj</i>	

KAZALO

I. POGlavJE	
POTEK POŽARA IN ŠIRJENJE DIMA V PROSTORU	
	1
1	Uvod _____ 1
2	Ocenjevanje požarnih nevarnosti _____ 1
3	Požarni scenarij _____ 3
3.1	Opredelelitev značilnosti požara 3
3.2	Opredelelitev značilnosti objekta 3
3.3	Opredelelitev lastnosti uporabnikov 3
4	Nastanek požara in požarna krivulja _____ 4
5	Širjenje požara po objektu _____ 6
6	Požarna obtežba _____ 7
7	Ekvivalentni čas trajanja požara _____ 8
8	Hitrost zgorevanja _____ 9
9	Nastanek in količina dima _____ 11
10	Gibanje dima _____ 12
11	Lastnosti dima _____ 13
12	Višina plamena in nastajanje dima _____ 13
13	Nastanek in širjenje dima _____ 14
13.1	Manjši požar 15
13.2	Večji požar 16
14	Vpliv avtomatskega gašenja z vodo na razvoj dima in toplote _____ 17
15	Računalniški modeli gibanja dima _____ 17
	Literatura _____ 17
II. POGlavJE	
POŽARNI SCENARIJ IN NUMERIČNO MODELIRANJE ODVODA DIMA IN TOPLOTE	
	19
1	Požarni scenarij _____ 19
1.1	Značilnosti možnih požarnih scenarijev 19
1.2	Potek požara 20
1.3	Značilnosti objekta 20
1.4	Značilnosti uporabnikov 20
1.5	Izbor požarnega scenarija 21
2	Zahteve za sisteme ODT v elaboratih ŠPV in ZPV _____ 21
3	Zahteve za izbor računalniškega programa _____ 23

3.1	Primer računalniških programov za načrtovanje ODT	24
4	Postavitev numeričnega modela	25
5	Priprava vhodnih podatkov za numerično modeliranje	27
6	Primer numeričnega modeliranja ODT	29
6.1	Opis objekta in nevarnosti	29
6.2	Požarni scenariji	30
6.3	Rezultati	32
6.4	Analiza rezultatov	37

III. POGlavJE

PREGLED SISTEMOV IN STANDARDOV TER IZHODIŠČA ZA NAČRTOVANJE ODVODA DIMA IN TOPLOTE		39
1	Splošno o sistemih za ODT po SIST-TP CEN/TR 12101-5	39
1.1	Področje uporabe SIST-TP CEN/TR 12101-5	41
2	Pregled sistemov in standardov	42
2.1	Vrste in načini ODT	42
2.2	Pregled standardov in smernic za ODT	55
2.3	Zahteve za ODT v ŠPV in ZPV	66
3	Izrazi, definicije, simboli in enote	75
3.1	Izrazi in definicije po SIST-TP CEN/TR 12101-5	75
3.2	Izrazi po slovarju SIST ISO 3261	79
3.3	Izrazi po slovarju SIST ISO 8421-1, 2, 3, 5	80
3.4	Simboli in enote po SIST-TP CEN/TR 12101-5	81
4	Splošna priporočila za načrtovanje ODT po SIST-TP CEN/TR 12101-5	85
4.1	Cilji načrtovanja	85
4.2	Zanesljivost delovanja	85
4.3	Kombinirana uporaba prezračevalnikov in ventilatorjev	86
4.4	Zaporedje delovanja naprav, ki sestavljajo posamezen sistem za ODT	87
4.5	Medsebojni vplivi med dimnimi sektorji v zgradbi	87
4.6	Dokumentacija	88
4.7	Vgradnja, vzdrževanje in varnost	89
5	Računski postopki po SIST-TP CEN/TR 12101-5	91
5.1	Območja načrtovanja	91
5.2	Dodatni koraki pri računu širjenja dima	92
6	Priporočila za delovanje ODT po SIST-TP CEN/TR 12101-5	94
6.1	Požar kot podlaga za načrtovanje	94
6.2	Požarni stebri, ki se dvigajo neposredno iz ognja v dimni zbiralnik	96
6.3	Tok vročih dimnih plinov iz prostora s požarom v sosednji višji prostor	97
6.4	Tok vročih dimnih plinov pod nadstreškom nad oknom ali odprtino prostora s požarom	98
6.5	Prelivni požarni steber	99
6.6	Dimni zbiralnik, prezračevalniki in ventilatorji	102
6.7	Zunanji vplivi	104
6.8	Dovodni zrak (nadomestni zrak)	106
6.9	Prosto viseče dimne pregrade/zavese	107

6.10	Obešeni stropi.....	108
6.11	Zmanjševanja tlaka v atriju	109
7	Povezanost ODT z drugimi sistemi požarne zaščite in drugimi sistemi v stavbi po SIST-TP CEN/TR 12101-5	111
7.1	Sprinklerji.....	111
7.2	Sistemi za odkrivanje in javljanje dima in požara	111
7.3	Nadtlačna kontrola dima (NKD).....	112
7.4	Sistemi za obveščanje javnosti in zvočno alarmiranje.....	112
7.5	Osvetlitev in oznake.....	112
7.6	Računalniški sistemi za nadzor	113
7.7	Ogrevanje, prezračevanje in klimatizacija	113
7.8	Varnostni sistemi.....	114
	Literatura	114

IV. POGlavJE

NAČRTOVANJE MEHANSKEGA OVODA DIMA IN TOPLOTE **115**

1	Splošno	115
2	Načrtovanje MODT po SIST TP CEN/TR 12101-5	124
2.1	Privzete vrednosti hitrosti sproščanja toplote	124
2.2	Požarni steber, ki se dviga neposredno iz ognja v dimni zbiralnik.....	125
2.3	Tok vročih dimnih plinov iz prostora požara v sosednji prostor	129
2.4	Tok vročih dimnih plinov pod napuščem za odprtino ali oknom prostora s požarom	132
2.5	Prelivni požarni steber	137
2.6	Dimni zbiralnik, prezračevalniki in ventilatorji.....	137
2.7	Odklon prosto visečih dimnih zaves	144
2.8	Zbirna komora	148
2.9	Zmanjševanje tlaka v atriju	149
2.10	Medsebojni vplivi sprinklerjev, sistema za ODT in gašenja požara.....	156
2.11	Učinek dvignjenega sloja dima na minimalni tlak, priporočen za zagotavljanje tlačnih razlik.....	157
3	Načrtovanje MODT po DIN 18232-5:2003-04	160
3.1	Splošno.....	160
3.2	Določitev ustrezne požarne skupine	161
3.3	Dimenzioniranje MODT po DIN 18232-5.....	162
3.4	Dimenzioniranje MODT po DIN 18232-5 za gostoto toplotnega toka, manjšo od 300 kW/m^2	164
3.5	Določila za vgradnjo	165
3.6	Oskrba z energijo	167
3.7	Krmiljenje sistema za MODT	167
3.8	Označevanje	167
3.9	Preizkus po vgradnji.....	167
3.10	Primeri dimenzioniranja MODT po DIN 18232-5.....	167
3.11	Primeri vgradnje ventilatorjev in drugih elementov MODT	175
3.12	Vgrajene naprave za avtomatsko gašenje in MODT.....	180
3.13	Kanalski razvod s pločevinastimi kanali.....	180
3.14	MODT iz zaprtih in podzemnih garaž	180

4	Požarne lopute in lopute za odvod dima	181
4.1	Požarne lopute	181
4.2	Lopute za odvod dima	184
5	Požarno odporni kanali za sistem ODT	191
5.1	Zakonske zahteve za izvedbo kanalov za odvod dima in toplote in njihovo preizkušanje	191
5.2	Zakonske zahteve za izvedbo kanalov za dovod zraka in njihovo preizkušanje	193
5.3	Pločevinasti kanali	195
5.4	Kanali za odvod dima in toplote in dovod zraka, zgrajeni iz požarno odpornih plošč	197
	Literatura	204

V. POGlavJE

NAČRTOVANJE NAPRAV ZA NARAVNI ODVOD DIMA IN TOPLOTE		207
1	Simboli in enote	207
2	Splošno – posebnosti naravnega odvoda dima	208
2.1	Vzgon toplega dima – motor naravnega ODT	208
2.2	Cilji ODT	209
2.3	Osnove delovanja naprav za NODT	209
2.4	Področje uporabe	211
2.5	Izvedba naprav	212
3	Oprema za NODT	213
3.1	Požarni prezračevalnik	213
3.2	Dovod zraka	219
3.3	Vpliv vremenskih razmer, obtežba snega in vetra	225
3.4	Vgradnja požarnih prezračevalnikov	229
3.5	Odprtine, ki se lahko uporabljajo tako za odvod dima kot za dovod zraka, a nimajo ustreznih dokazil CE, izpolnjujejo pa tehnične zahteve za pretok zraka in/ali mešanice dima in zraka	231
3.6	Dimne zavese	233
3.7	Proženje/krmiljenje naprav za NODT	245
4	Požarne zavese	250
5	Naravni odvod dima – NOD	252
5.1	Teoretične osnove naravnega odvoda dima	252
5.2	Dimenzioniranje odprtin za NODT	255
6	Naravni odvod toplote – NOT	257
6.1	Načrtovanje odvoda toplote	257
6.2	Površine za odvod toplote	258
7	Načrtovanje naprav za NODT	260
7.1	Splošno	260
7.2	Načrtovanje naprav za NODT po smernici SZPV 405-1	261
7.3	Načrtovanje naprav za NODT po standardu DIN 18232-2	264
7.4	Primeri dimenzioniranja NODT	268
8	NODT v posebnih primerih	273

8.1	Naravni odvod dima v stopniščih – NODS	273
9	Pregledi, kontrole in vzdrževanje naprav za NODT	275
9.1	Splošno	275
9.2	Prvi pregled naprav za NODT	275
9.3	Občasni pregledi naprav za NODT	276
9.4	Pregled naprav za NODT po večji rekonstrukciji	276
9.5	Vzdrževanje naprav za NODT	276
	Literatura	277

VI. POGlavJE

NAČRTOVANJE NADTLAČNE KONTROLE DIMA PO SIST EN 12101-6 **279**

1	Uvod	279
1.1	Splošno	279
1.2	Cilji sistemov za zagotavljanje tlačnih razlik	280
1.3	Načini nadzora dima	281
1.4	Analiza problema	281
2	Izrazi definicije, simboli in enote	282
2.1	Splošni izrazi in definicije pojmov	282
2.2	Simboli in enote	285
3	Klasifikacija sistemov za stavbe	287
3.1	Splošno	287
3.2	Nadtlačni sistem razreda A	287
3.3	Nadtlačni sistem razreda B	289
3.4	Nadtlačni sistem razreda C	291
3.5	Nadtlačni sistem razreda D	293
3.6	Nadtlačni sistem razreda E	295
3.7	Nadtlačni sistem razreda F	297
4	Značilnosti sistema za vzdrževanje nadtlaka	300
4.1	Splošno	300
4.2	Mesta za dovajanje zraka	304
4.3	Odzračevanje	305
4.4	Sproščanje previsokega tlaka (razbremenitev)	306
5	Prostori, v katerih mora biti nadtlak	307
5.1	Samo stopniščni jaški	307
5.2	Stopniščni jaški in predprostor	307
5.3	Nadtlak v stopniščnem jašku in v predprostoru z odzračevanjem iz hodnika	310
5.4	Nadtlak v stopniščnem jašku, predprostoru in hodniku	310
5.5	Stopnišče in jašek za dvigalo	311
5.6	Stopnišča in hodniki z odzračevanjem iz bivalnih prostorov	311
5.7	Stopniščni jaški in odzračevanje iz hodnikov/predprostora	312
5.8	Stopniščni jaški, predprostori in jaški dvigal	313
6	Načrtovanje sistemov za ustvarjanje nadtlaka	314
6.1	Splošno	314
6.2	Zahteve pri načrtovanju evakuacijskih poti	314
6.3	Načrtovanje za gašenje	315
6.4	Dodatni vidiki vzdrževanja tlaka na zaščiteneh evakuacijskih poteh	316

7	Nadtlak v začasnih zavetjih in drugih prostorih	318
7.1	Splošno	318
7.2	Zahteve za začasna zavetja in druge prostore	318
8	Povezanost z drugimi sistemi požarne zaščite in drugimi gradbenimi sistemi	319
8.1	Sistemi za odkrivanje in javljanje požara	319
8.2	Sistemi za ogrevanje, prezračevanje in klimatizacijo	319
8.3	Računalniško podprt sistem za nadzor/krmiljenje	320
8.4	Sistemi za obveščanje javnosti in zvočno alarmiranje	320
9	Vgradnja in oprema skupaj s sestavnimi deli	321
9.1	Uvod	321
9.2	Ventilatorji in pogonski mehanizem	321
9.3	Odzračevanje	322
9.4	Zahteve za aktiviranje in nadzor	323
9.5	Sproščanje previsokega tlaka	324
9.6	Električno napajanje (osnovno in rezervno)	325
9.7	Rezervni ventilatorji in pogonski mehanizmi	327
9.8	Razdelilni kanali za sisteme za zagotavljanje tlačnih razlik	327
10	Preizkušanje ustreznosti	330
10.1	Splošno	330
10.2	Zahteve za preizkus ustreznosti	330
11	Vzdrževanje	332
11.1	Splošno	332
11.2	Zahteve za vzdrževanje	332
11.3	Tedenski preizkusi	332
11.4	Mesečni preizkusi	332
11.5	Letni preizkusi	332
11.6	Ponovni preizkusi	333
11.7	Rezultati preizkusov	333
11.8	Možnosti dostopa za vzdrževanje	333
12	Projektni izračuni	334
12.1	Splošno	334
12.2	Zahteve za izračune	334
13	Priporočila za načrtovanje – informativna	336
13.1	Efektivne površine pretoka	336
13.2	Ocena puščanja	338
13.3	Zračni tok	340
13.4	Zahteve za odzračevanje iz prostorov, ki niso pod nadtlakom, pri odprtih vratih	341
13.5	Ocena potrebne površine odzračevalnih odprtin v prostoru z nadtlakom	342
13.6	Izračun sile za odpiranje vrat	343
14	Rešitve za primere, ko ni mogoče doseči načrtovane tlačne razlike – informativne	345
15	Primer uporabe standarda SIST EN 12101-6: Projekt sistema za PGD z grobim popisom materiala in del	346
15.1	Določitev potrebnega prostorninskega toka zraka za stopnišče	347
15.2	Določitev potrebnega prostorninskega toka zraka za jašek dvigala za gasilce	349
15.3	Jašek za zajem zraka (1) in kanal do strojnice (2)	349
15.4	Določitev dovodnega ventilatorja (7) in (7a)	349

15.5	Določitev dimnih loput za dovod zraka v predprostor (12 oziroma 13).....	350
15.6	Določitev razbremenilne lopute (11), ki bo zagotavljala, da nadtlak na stopnišču ne bo presegel 50 Pa.....	350
15.7	Določitev velikosti jaška za dovod zraka (15).....	350
15.8	Določitev velikosti jaška (14) za razbremenitev nadtlaka in dimnih loput (8) oziroma (9) za odzračevanje iz etaž.....	350
15.9	Določitev razbremenilne lopute (17), ki preprečuje, da bi nadtlak v jašku dvigala za gasilce presegel 50 Pa.....	351
15.10	Nasvet iz projektantske prakse.....	354
Literatura.....		359

VII. POGLAVJE
NAČRTOVANJE IMPULZNEGA VENTILACIJSKEGA SISTEMA **361**

1	Prezračevanje garaž in odvod dima in toplote v luči zakonodaje.....	361
2	Primerjava MODT in IVS.....	362
3	Vpliv IVS na evakuacijo.....	364
4	Načrtovanje IVS v garažah.....	365
4.1	Načrtovanje IVS za odvod dima.....	365
4.2	Načrtovanje IVS za zaščito dostopa gasilcev.....	366
4.3	Načrtovanje IVS za zaščito ljudi med evakuacijo.....	368
5	Primeri opreme in izvedbe.....	370
Literatura.....		373

VIII. POGLAVJE
KRMILJENJE SISTEMOV ZA ODVOD DIMA IN TOPLOTE PO OSIST prEN 12101-9 IN SIST EN 12101-10 **375**

1	Splošno o javljanju in krmiljenju.....	375
1.1	Splošni pregled krmiljenja sistemov za ODT.....	375
2	OSIST prEN 12101-9: 2005 Sistemi za nadzor dima in toplote – 9. del: Nadzorne plošče.....	380
2.1	Delitev nadzornih/krmilnih plošč (NKP).....	380
2.2	Razvrstitev NKP glede zanesljivosti delovanja.....	382
2.3	Tipi in lokacije NKP.....	382
2.4	Električni sistemi.....	383
2.5	Pnevmatski sistemi.....	388
2.6	Mehanski sistemi MNKP (mehanske nadzorne krmilne plošče).....	390
3	SIST EN 12101-10: 2005 in SIST EN 12101-10:2005/AC:2007 - Sistemi za nadzor dima in toplote – 10. del: Oskrba z energijo (napajalni del ND).....	392
3.1	Splošne zahteve (električno napajanje).....	392
3.2	Splošne zahteve (pnevmatsko napajanje).....	393
3.3	Funkcije.....	395
3.4	Ostale zahteve standarda.....	396
3.5	Povzetek funkcij napajalnega dela.....	397

4	SIST EN 54	398
4.1	Splošno o standardu	398
4.2	SIST EN 54-1	399
4.3	SIST-TS CEN/TS 54-14	400
5	Požarne centrale in sistemi javljanja	405
5.1	Primerjava SIST EN 54-2 in SIST EN 54-4 z OSIST prEN 12101-9 in SIST EN 12101-10	407
5.2	Centralni nadzorni sistem CNS/grafični nadzorni center GNC	407
6	Javljalniki požara in njihove namestitve	409
6.1	Splošno o javljalnikih	409
6.2	Ročni javljalniki požara	410
6.3	Avtomatski javljalniki požara	411
6.4	Brezžični javljalniki	420
7	Javljanje iz eksplozijsko ogroženih prostorov	421
8	Način in vrste krmiljenja, ki ga opravlja sistem za javljanja požara	423
	Literatura	424
	SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC	425

I. POGLAVJE

POTEK POŽARA IN ŠIRJENJE DIMA V PROSTORU

*Aleš Jug*¹

1 UVOD

Podatki o poteku požara in o širjenju dima so ključni pri opredeljevanju koncepta požarne varnosti. Tako toplota kot dim predstavljata nevarnost za uporabnike objektov, gasilce in premoženje. Poleg negativnih lastnosti ima dim to dobro lastnost, da ga zaznavajo elementi aktivne požarne zaščite, kot so npr. dimni javljalniki. Na proženje dimnih javljalnikov vplivajo količina dima, konfiguracija prostora, vrsta dimnega javljalnika in ne nazadnje tudi dinamika gorenja in gibanja dima po prostoru.

2 OCENJEVANJE POŽARNIH NEVARNOSTI

V nadaljevanju bomo govorili o požarnem scenariju, najprej pa moramo oceniti požarno nevarnost. To lahko storimo na dva ključna načina:

- verjetnostni,
- deterministični.

Oba načina do neke mere omogočata tudi primerjavo med posameznimi objekti, elementi požarnih scenarijev, načrtovanimi ukrepi ipd.

Medtem ko predstavlja **deterministični način projektiranja**, o katerem bo več govora kasneje, uporabo računskih metod pogosto tudi ob računalniški podpori, zajema **verjetnostni način** ocenjevanja požarnih nevarnosti statistično verjetnost, da pride do požara in do predpostavljene posledice požara.

Pri verjetnostnem načinu se lahko uporabljajo naslednji podatki:

- statistični podatki,
- analize nevarnosti,
- analize odpovedi,
- razpoložljivost in zanesljivost vgrajenih sistemov,
- stopnja tveganja za nastanek požara/eksplozije ali za odpoved sistema.

Najbolj dostopni so običajno statistični podatki, in sicer predvsem:

- Požarna statistika. Ta zajema podatke o virih požarov, mestih, kjer je do požarov prišlo, predmetih, ki so se prvi vžgali, načinih širjenja požara itd. Požarna statistika lahko zbira podatke lokalno, nacionalno ali na mednarodni ravni. Če je na voljo veliko podatkov, lahko projektant lažje najde načrtovanemu scenariju primerne podatke o predhodnih požarih. Jasno je, da mora iskati statistične podatke o objektih, ki so podobni tistim, ki jih obravnava v požarnem scenariju. Pri kompleksnih požarnih scenarijih je treba podatke statistično ovrednotiti.

¹ Aleš Jug, ales.jug@fkk.uni-lj.si

- Pregled preteklih požarov. Ti podatki se nanašajo predvsem na podatke o požarih iz preteklosti na podobnih objektih, materialih in opreми v objektih.
- Pogostost požarov oziroma število požarov na leto. Podatki se lahko nanašajo tudi na pogostost odpovedi opreme, kot npr. odpovedi sprinklerskega sistema za gašenje z vodo, odpovedi ventilov, armatur ipd.
- Pogostost požarov glede na mesto nastanka. Podatek je pomemben, saj pripomore k razumevanju obnašanja požara v objektu. Sem sodijo tudi podatki o širjenju dima in toplote po prostoru.

Vir podatkov je npr. Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, saj vodi in dopolnjuje bazo podatkov o požarih. Uporabnik lahko več podatkov najde na spletni strani: www.urszr.si.

Pri ocenjevanju požarne nevarnosti je pomemben podatek o verjetnosti nastanka požara. Po odločitvi za koncept požarne varnosti mora projektant opredeliti požarno bolj nevarne prostore. To lahko stori z ovrednotenjem pogostosti nastanka požara oziroma z opredeljevanjem požarnih tveganj. Verjetnost za nastanek požara je prikazana v preglednici 1, podatki pa izhajajo iz statističnih podatkov.

Preglednica 1: Verjetnost nastanka požara

Obseg požara	Verjetnost
Velik požar	6 %
Srednji požar	12 %
Majhen požar	82 %

V preglednici 1 navedeni podatki pričajo, da so požari večinoma manjšega oziroma srednjega obsega. Verjetnost za nastanek požara moramo po drugi strani primerjati z izvedenimi požarnovarnostnimi ukrepi. Dobri in zanesljivi požarnovarnostni ukrepi lahko kljub pričakovanemu velikemu požaru znatno vplivajo na večjo varnost uporabnikov objekta kot tudi objekta samega. Požarnovarnostni ukrepi torej tudi v pričakovanem večjem požaru vplivajo na večjo varnost.

V nadaljevanju lahko ocenjujemo tudi požarno tveganje R_p , to je produkt med verjetnostjo za nastanek požara P_p in vplivom oziroma pričakovano škodo V_p :

$$R_p = P_p \cdot V_p \quad (1)$$

Podatki za vrednosti P_p in V_p so v preglednici 2:

Preglednica 2: Izračun požarnega tveganja

Verjetnost P_p	Pričakovana škoda/vpliv V_p
1 – zelo neverjetno	1 – neznatna
2 – neverjetno	2 – srednja
3 – verjetno	3 – velika
4 – pogosto	4 – zelo velika
5 – vedno	5 – ogrožen obstoj

Ocena požarnega tveganja se lahko uporablja za oceno in predlog sprememb v obstoječih objektih. Ocenjevanje požarnega tveganja ima velik pomen za načrtovanje novih stavb, saj lahko projektant na podlagi izračunanega požarnega tveganja predlaga izvedbo/spremembo požarnovarnostnih ukrepov. Visoke ravni tveganja je tako možno nadzirati oziroma zmanjševati z uvajanjem dodatnih ukrepov npr. z načrtovanjem dodatnih evakuacijskih poti, vgradnjo sistema za odvod dima in toplote ipd.

3 POŽARNI SCENARIJ

Požarni scenarij predstavlja opis poteka požara od vžiga do polno razvitega požara. Zajema tako značilnosti objekta, uporabnikov, okolice kot načrtovane požarnovarnostne ukrepe in morebitno škodo, ki jo lahko požar povzroči.

Na splošno mora vsak požarni scenarij zajeti tri pomembne komponente:

- značilnosti požara,
- lastnosti objekta,
- lastnosti uporabnikov objekta.

3.1 Opredelitev značilnosti požara

Ob izdelavi požarnega scenarija mora projektant pri opredelitvi značilnosti požara upoštevati:

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

Projektant 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 poznati vsaj osnovne gorljive materiale v objektu ali predpostaviti vrsto in količino goriv. V študiji požarne varnosti ali poročilu o požarnih scenarijih mora opisati predpostavke in razloge za njihov izbor.

3.2 Opredelitev značilnosti objekta

Značilnosti objekta so lastnosti objekta, nanašajo pa se tudi na vsebino notranjosti in mikroklimatske razmere. Značilnosti objekta lahko pomembno vplivajo na evakuacijo uporabnikov objekta, razvoj požara in gibanje dima po objektu. Pri opisu požarnega scenarija morajo biti značilnosti objekta podrobno obdelane.

Med značilnosti objekta sodijo:

- arhitekturne značilnosti,
- konstrukcija objekta,
- namembnost objekta,
- delovni in tehnološki procesi,
- sistemi za zagotavljanje požarne varnosti v objektu,
- dostopnost objekta za gasilsko intervencijo,
- dejavniki makro- in mikroklimе.

Značilnosti objekta so sestavni del požarnega scenarija. Projektant mora dobiti podatke o značilnostih objekta na osnovi projektne dokumentacije, ogleda objekta in pogovorov z lastniki, uporabniki objekta, gasilci in reševalci, sosedi itd.

3.3 Opredelitev lastnosti uporabnikov

V požarnem scenariju je treba zajeti tudi lastnosti uporabnikov objekta. Ti podatki projektantu povedo, kako se bodo uporabniki obnašali v požaru. Pri načrtovanju požarnega scenarija mora projektant upoštevati:

- število uporabnikov v objektu,
- porazdelitev uporabnikov po objektu,

II. POGLAVJE

POŽARNI SCENARIJ IN NUMERIČNO MODELIRANJE ODVODA DIMA IN TOPLOTE

*Aleš Jug*²

1 POŽARNI SCENARIJ

Požarni scenarij predstavlja opis poteka požara od vžiga do polno razvitega požara. Zajema tako značilnosti objekta, uporabnikov, okolice kot načrtovane požarnovarnostne ukrepe in morebitno škodo, ki jo lahko požar povzroči.

Na splošno mora vsak požarni scenarij vsebovati 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 in 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 mora v požarnem scenariju posebno pozornost nameniti naslednjim dejavnikom:

- virom vžiga,
- vrsti in količini goriva, ki se bo prvo vžigalo,
- 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, lesena),
- materialom oblog (gorljivi, negorljivi, hitro goreči, počasi goreči, kapljajo ob gorenju),
- možnosti reševanja in gašenja (značilnosti uporabnikov objekta, kategorija, oddaljenost in oprema najbližje gasilske enote).

1.1 Značilnosti možnih požarnih scenarijev

Za izdelavo požarnega scenarija mora projektant poiskati ali predpostaviti podatke o objektu in njegovih uporabnikih. Ti podatki pripomorejo k razumevanju nastanka in širjenja požara ter k oceni morebitne škode in žrtev zaradi požara. Na splošno mora vsak požarni scenarij zajemati tri pomembne komponente: potek požara, značilnosti objekta in lastnosti uporabnikov v objektu.

Pri izdelavi požarnega scenarija so lahko nekateri podatki o objektu tudi nezanesljivi ali pomanjkljivi. V takšnih primerih je potrebna inženirska presoja, uporaba priročnikov in rezultatov požarnih preizkusov ali zgolj praktične izkušnje, ki morajo temeljiti na tehtnih osnovah.

² Aleš Jug, ales.jug@fkk.uni-lj.si

1.2 Potek požara

Pri določanju poteka požara za požarni scenarij mora projektant upoštevati:

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

Projektant 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 poznati vsaj osnovne gorljive materiale v objektu ali predpostaviti vrsto in količino goriv. V študiji požarne varnosti ali v poročilu o požarnih scenarijih mora opisati predpostavke in razloge za njihov izbor.

1.3 Značilnosti objekta

Značilnosti objekta so lastnosti objekta, poleg tega pa se nanašajo tudi na vsebino notranjosti in mikroklimatske razmere. Značilnosti objekta lahko pomembno vplivajo na evakuacijo uporabnikov objekta, razvoj požara in gibanje dima po objektu. Pri opisu požarnega scenarija morajo biti značilnosti objekta podrobno obdelane.

Med značilnosti objekta sodijo:

- arhitekturne značilnosti,
- konstrukcija objekta,
- namembnost objekta,
- delovni in tehnološki procesi,
- sistemi za zagotavljanje požarne varnosti v objektu,
- dostopnost objekta za gasilsko intervencijo,
- dejavniki makro- in mikroklimе.

Značilnosti objekta so sestavni del požarnega scenarija. Projektant mora dobiti podatke o značilnostih objekta na podlagi projektne dokumentacije, ogleda objekta in pogovorov z lastniki, uporabniki objekta, gasilci in reševalci, sosedji, itd.

1.4 Značilnosti uporabnikov

V požarnem scenariju je treba zajeti tudi značilnosti uporabnikov objekta. Ti podatki kažejo, kako se bodo uporabniki obnašali v primeru požara. Pri načrtovanju požarnega scenarija mora projektant upoštevati:

- število uporabnikov v objektu,
- porazdelitev uporabnikov po objektu,
- fizične in psihične lastnosti uporabnikov (mobilnost, čas reakcije),
- budnost v času požara,
- naloge, obveznosti in zadolžitve posameznikov v primeru požara,
- medsebojne vplive naštetih elementov v primeru požara.

Projektant mora ločiti med dejavniki, ki so neposredno povezani z zmožnostjo posameznikov za varen umik (npr. mobilnost), in dejavniki, ki so le posredno povezani s tem (npr. starost, spol, itd.).

1.5 Izbor požarnega scenarija

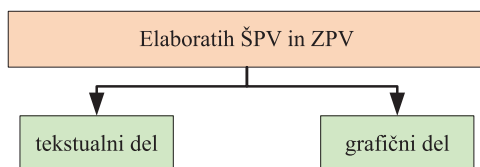
V objektu je glede na izbrane performančne cilje in merila za zagotavljanje požarne varnosti možno večje število požarnih scenarijev. V nadaljevanju je treba ob upoštevanju zbranih podatkov o značilnostih poteka požara, objekta in uporabnikov izbrati najprimernejše. Projektant se mora opredeliti za dva ali tri požarne scenarije, ki jih bo v nadaljevanju ovrednotil in preizkusil.

Požarni scenarij mora upoštevati lastnosti sistema za kontrolo dima. Vsaka vrsta ima nekaj prednosti pri posameznih vrstah in namembnostih stavb. Predpisani sistemi za kontrolo dima in drugi kontrolni sistemi morajo biti projektirani in vgrajeni po ustreznih standardih.

2 ZAHTEVE ZA SISTEME ODT V ELABORATIH ŠPV IN ZPV

Zahteve za sisteme za odvod dima in toplote je treba definirati v fazi izdelave študije požarne varnosti (ŠPV) oziroma zasnove požarne varnosti (ZPV).

ŠPV obsega **besedilo** in **grafični** del. Vseh ukrepov požarne varnosti in tako tudi sistemov za ODT namreč ni mogoče zadovoljivo opisati zgolj z besedami, ampak je treba večino konkretnih ukrepov požarne varnosti prikazati grafično.



Slika 7: Obseg ŠPV

Besedilni del po sedaj veljavnem pravilniku vsebuje vse potrebne podatke in pojasnila za uporabo ukrepov varstva pred požarom. Obsega:

1. opis zasnove objekta;
2. opis dejavnosti ali tehnoloških procesov v objektu;
3. seznam požarno nevarnih prostorov, naprav in opravil;
4. oceno požarne nevarnosti, ki jo sestavljajo:
 - možni vzroki za nastanek požara,
 - vrste in količina požarno nevarnih snovi (požarna obtežba),
 - pričakovani potek požara in njegove posledice;
5. ukrepe varstva pred požarom, ki jih sestavljajo:
 - zasnova požarne zaščite v objektu (načrtovanje požarnih in dimnih sektorjev ter morebitnih nadaljnjih delitev, vgrajeni sistemi aktivne požarne zaščite in drugo),
 - požarna odpornost zunanjih in notranjih delov objekta,
 - določitev odmikov od sosednjih objektov in parcel glede na požarne lastnosti zunanjih delov objekta,
 - odziv predvidenih gradbenih proizvodov na ogenj,
 - ukrepe varstva pred požarom pri načrtovanju električnih, strojnih in drugih tehnoloških napeljav in naprav v objektu,
 - zagotavljanje hitre in varne evakuacije,
 - načrtovanje neoviranega in varnega dostopa za gašenje in reševanje,
 - nadzor vpliva požara na okolico;

III. POGLAVJE

PREGLED SISTEMOV IN STANDARDOV TER IZHODIŠČA ZA NAČRTOVANJE ODVODA DIMA IN TOPLOTE

*Aleš Glavnik*³

1 SPLOŠNO O SISTEMIH ZA ODT PO SIST-TP CEN/TR 12101-5

Sistemi za ODT z odstranjevanjem dima ustvarjajo brezdimen sloj nad tlemi. Zato lahko izboljšajo razmere za varen izhod ali reševanje ljudi in živali, za zaščito premoženja in za gašenje, dokler je požar še v zgodnjih fazah. Sistemi za odstranjevanje dima se hkrati uporabljajo za odvod toplote in lahko odvajajo tudi vroče pline, ki se sproščajo iz razvijajočega se požara.

Uporaba takih sistemov za ustvarjanje brezdimnih območij pod dvigajočim se dimnim slojem se je zelo razširila. Nedvomno se je uveljavila njihova koristnost pri evakuaciji ljudi iz stavb in pri zmanjševanju požarne škode in finančnih izgub, saj preprečujejo zadimljenost, omogočajo lažje gašenje, znižujejo temperaturo na strehah in upočasnijo širjenje požara. Vse to pa se lahko doseže samo, če ventilatorji za ODT zanesljivo delujejo vedno, kadar jih je treba vključiti.

Sestavne dele sistemov za ODT je treba vgraditi kot del pravilno načrtovanih sistemov za ODT. Sistemi za NODT delujejo na podlagi vzgona vročih plinov, ki jih proizvaja požar.

Uspešno delovanje sistemov za ODT je odvisno od:

- temperature dima,
- velikosti požara,
- aerodinamične površine odprtih za odvod dima in toplote ali zmogljivosti ventilatorjev,
- vpliva vetra,
- velikosti, oblike in mesta odprtih za dovajani zrak,
- velikosti, oblike in mesta dimnih zbiralnikov,
- časa aktiviranja,
- razporeditve prostorov in dimenzij stavbe.

ZAŠČITA POTI UMIKA (ZAŠČITA ŽIVLJENJA)

Splošen način za zaščito poti umika je **zagotovitev brezdimnega oziroma malo zadimljenega sloja zraka pod slojem dima**, ki se tvori pod stropom zaradi toplotnega vzgona. Sistem za ODT omogoča neprekinjeno uporabo evakuacijskih poti, ki so v istem prostoru kot požar, na primer v zaprtih nakupovalnih središčih in v mnogih atrijih. Izračuna se prostorninski tok odvajanega dima (odvod s prezračevalniki - odprtinami za NODT ali ventilatorji za MODT), pri katerem se dim zadržuje na varni višini nad glavami ljudi, ki uporabljajo evakuacijske poti, in pri katerem ostane toplota, ki jo izžareva dimni sloj, na dovolj nizki ravni, da se poti umika lahko uporabljajo, čeprav požar še vedno traja. Princip delovanja za evakuacijska stopnišča je prikazan na sliki 17.

³ Aleš Glavnik, ales.glavnik@amis.net

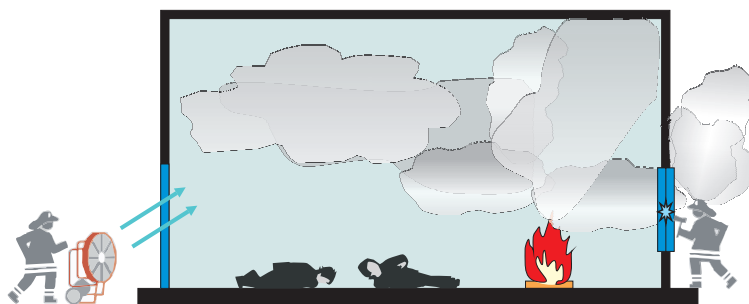


Slika 17: NODT iz evakuacijskih stopnišč

POMOČ PRI GAŠENJU

Da bi gasilci lahko uspešno obvladali požar v stavbi, morajo najprej pripeljati svojo gasilno opremo do vhodov, skozi katere lahko pridejo v notranjost stavbe. Nato morajo v objekt vstopiti, se usmeriti proti požaru in spraviti do mesta požara tudi opremo (slika 17).

V velikih in večnadstropnih kompleksnih stavbah je to lahko dolg proces in vključuje premikanje v višja ali nižja nadstropja. Celo v enonadstropnih stavbah potrebujejo gasilci ustrezno oskrbo z vodo pod zadostnim tlakom, da lahko gasijo. Toplota in dim lahko hudo ovirata prizadevanja gasilcev pri reševanju in gašenju. Namestitev sistemov za ODT za varnejšo evakuacijo in zaščito premoženja pomaga tudi pri gašenju, kar nazorno prikazuje slika 18.



Slika 18: Stavba, kjer ni primerne sistema za ODT

ZAŠČITA PREMOŽENJA

Odvod dima s prezračevanjem sam sicer ne more preprečiti naraščanja požara, zagotavlja pa stalen dovod zraka v prostor, v katerem ogenj narašča, hladi dimne pline in s tem upočasnjuje segrevanje prostora.

Sistemi za odvod dima lahko zaščitijo premoženje le tako, da omogočajo dejavno intervencijo gasilcev, ki je zato lahko hitrejša in učinkovitejša.

ZMANJŠEVANJE TLAKA

Kadar sloj dima seže zelo globoko in so prostori poleg tega sloja z njim povezani z majhnimi odprtini, kot so na primer špranje pri vratih ali majhne prezračevalne rešetke v stenah, je prehajanje dima skozi take odprtine mogoče preprečiti z zmanjševanjem tlaka plinov v dimnem sloju. Ta način je znan kot **zmanjševanje tlaka** in se uporablja zlasti v stavbah z atrijem. Primarni namen te metode je preprečiti vstop dima v sosednje prostore poleg atrija, ne pa zaščita samega atrija.

PODROČJA UPORABE SISTEMOV ZA ODT

Sistemi za ODT lahko vzpostavijo in vzdržujejo sloj relativno čistega zraka pod slojem dima in tako:

- ohranjajo proste evakuacijske in dostopne poti,
- olajšujejo gašenje,
- zmanjšajo možnosti za požarni preskok in s tem polno razvit požar,
- zaščitijo premično in vgrajeno opremo,
- zmanjšajo toplotne učinke na gradbene elemente med požarom,
- zmanjšajo škodo, ki jo povzročajo produkti toplotnega razkroja in vroči plini.

Sistemi za ODT se uporabljajo v stavbah, v katerih je nadzor dima potreben zlasti zaradi (velikih) razsežnosti, oblike ali konfiguracije stavbe.

Tipični taki primeri so:

- eno- in večnadstropna nakupovalna središča,
- velike trgovine,
- eno- in večnadstropni industrijski objekti in s sprinklerji opremljena skladišča,
- atrijske in kompleksne stavbe,
- zaprte garažne hiše,
- stopnišča,
- predori,
- gledališča.

Izbira med sistemi za NODT ali MODT je odvisna od vidikov projektiranja stavbe in njene umestitve v okolico.

Posebni pogoji veljajo pri uporabi sistemov za gašenje s plinom, kot so na primer sistemi v skladu s SIST EN 12094 ali SIST ISO 14520. Ti sistemi navadno niso združljivi s sistemi za ODT.

1.1 Področje uporabe SIST-TP CEN/TR 12101-5

Tehnično poročilo SIST-TP CEN/TR 12101-5 daje **priporočila in smernice** za posamezne komponente in računske metode za ODT pri konstantnih dinamično uravnovešenih požarih. Namenjeno je za različne vrste stavb in različna področja uporabe, za enonadstropne stavbe, medetaže, skladišča s paletami ali policami, nakupovalna središča, atrijske in kompleksne stavbe, garažne hiše, prireditvene prostore in prostore, v katerih se zbira večje število ljudi, ter nepredeljene prostore v večnadstropnih stavbah.

V tem tehničnem poročilu pa ni nobenih priporočil za parametre, pri katerih je osnovni namen sistemov za ODT le pomoč pri gašenju. O takih priporočilih se je namreč treba dogovoriti z gasilci, ki so odgovorni za stavbo. Računske postopke, ki so navedeni v prilogah k temu tehničnemu poročilu, je mogoče uporabiti za načrtovanje sistemov za ODT, tako da ti lahko izpolnjujejo vsako dogovorjeno priporočilo.

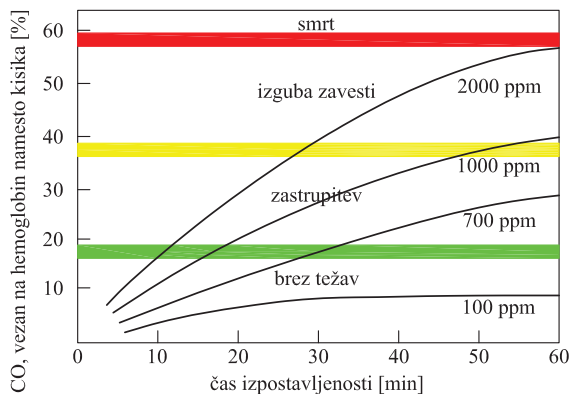
IV. POGLAVJE

NAČRTOVANJE MEHANSKEGA OVODA DIMA IN TOPLOTE

*Aleš Glavnik*⁴, *Srečo Klemenčič*⁵, *Leon Pajek*⁶

1 SPLOŠNO

Pravočasen odvod dima in toplote na prvem mestu rešuje življenja, saj koncentracije ogljikovega monoksida (CO), ogljikovega dioksida (CO₂), vodikovega klorida (HCl) in žveplovih oksidov (SO_x) izredno hitro presežejo mejo, ki je za človeški organizem še sprejemljiva. Kot vidimo iz slike 52, zastрупitev z najnevarnejšim produktom gorenja, to je s CO, pri koncentraciji 2000 ppm (ustreza 0,2 vol %) že v nekaj minutah vdihavanja pripelje do izgube zavesti in do izgube življenja, saj se ne moremo sami evakuirati. Ob pomanjkanju kisika pride do nastanka CO še veliko prej, saj koncentracije že v nekaj minutah dosežejo tudi do 50000 ppm (ustreza 5 vol %), kar takoj vodi do izgube življenja.



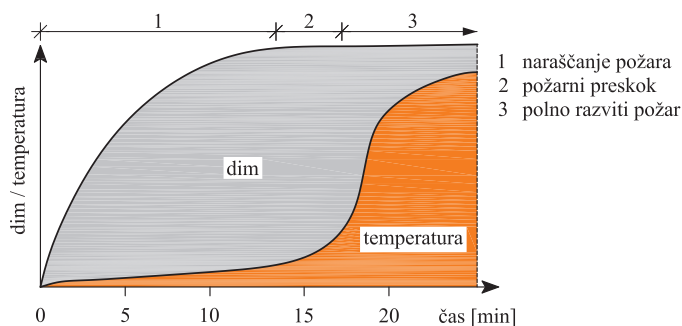
Slika 52: Vpliv koncentracije CO na človeka glede na čas izpostavljenosti

Zato je pomembno, da se začne dim odvajati takoj po nastanku požara, za kar je potrebno ustrezno odkrivanje požara in pravočasen vklop sistemov za ODT. MODT je v večini primerov gotovo najprimernejši, če gre za zaščito ljudi; razlogi so že opisani v poglavju III. Na sliki 53 je prikazana odvisnost količine dima in temperature od časa pri razvoju požara. Pri načrtovanju objektov se vsi bojimo ognja, v resnici pa bi se morali najbolj bati dima, ki se pojavi veliko prej. Dim zapolni prostor veliko prej, preden se zgodi požarni preskok.

⁴ Aleš Glavnik avtor poglavij IV.1, IV.2 in IV.3, ales.glavnik@amis.net

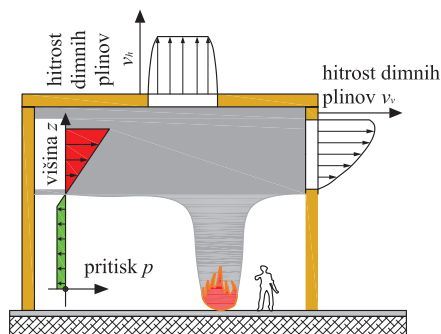
⁵ Srečo Klemenčič avtor poglavja IV.4, sreco.klemencic@hidria.com

⁶ Leon Pajek avtor poglavja IV.5, leon.pajek@siol.net



Slika 53: Razvoj dima in temperature pri požaru

Slika 54 prikazuje tlačne razmere po višini prostora pri odprtih vertikalnih in horizontalnih odprtinah za dovod zraka in odvod dima. Kot vidimo, dovoda zraka pod dimnim slojem ni, zato se parcialni tlak dima v dimnem sloju precej poveča.



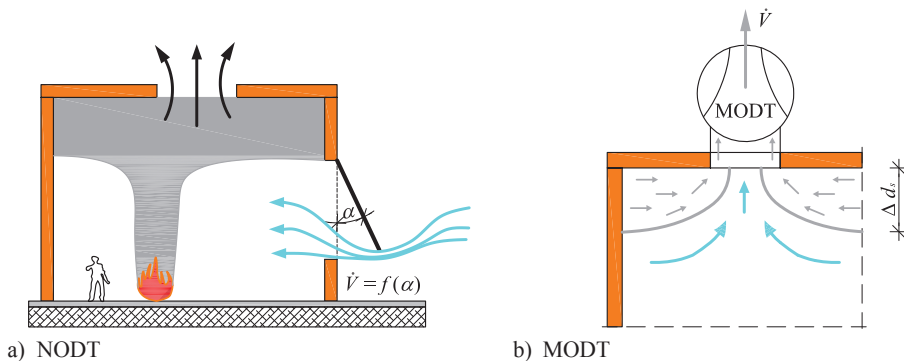
Slika 54: Razvoj dima in toplote na začetku požara

Dovod svežega zraka je eden od osnovnih pogojev za delovanje sistema za ODT. V preglednici 22 so podani koeficienti pretoka iz standarda DIN 18232-2 glede na vrsto dovodne odprtine.

Preglednica 22: Koeficienti pretoka pri različnih izvedbah odprtin za dovod svežega zraka v sistemu ODT

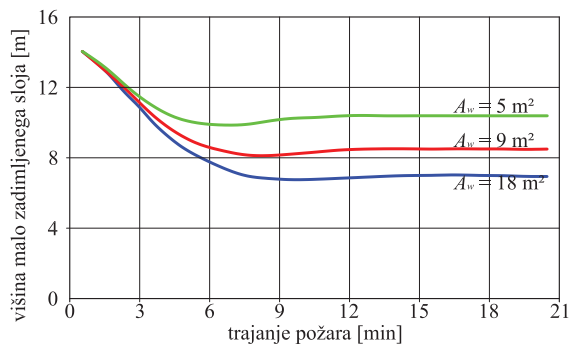
odprtina za odvod svežega zraka v sistemu ODT	faktor pretoka
Vrata, mrežasta vrata	0,7
Žaluzije, kot odpiranja 90°	0,65
Vrtljivo okensko krilo, kot odpiranja 90°	0,65
Vrtljivo okensko krilo, kot odpiranja 45°	0,4
Vrtljivo okensko krilo, kot odpiranja 30°	0,3

Slika 55 nazorno prikazujeta razmere pri dovodu svežega zraka in ODT. Primer velja tako za NODT kot MODT, dovod zraka je v obeh primerih bistven. Dovod zraka mora biti v območju malo zadimljenega zraka. Globina dimnega zbiralnika na sliki 55b je podrobneje opisana v poglavjih IV.2 in IV.3.



Slika 55: Tok zraka med dovodom svežega zraka in ODT

Pri načrtovanju ODT je treba sistem tako dolgo popravljati, da dosežemo in z izračuni potrdimo zahtevano višino malo zadimljenega zraka. Glede na čas trajanja požara moramo načrtovati takšen sistem za ODT, da se višina malo zadimljenega zraka v nobenem primeru ne zmanjša. Slika 56 prikazuje, kako se spreminja višina malo zadimljenega zraka v odvisnosti od velikosti površin za NODT in trajanja požara.



Slika 56: Časovni potek razvoja malo zadimljenega sloja zraka v odvisnosti od velikosti površin za NODT

Za omejevanje širjenja dima so pomembne predvsem dimne pregrade, kar nazorno prikazuje slika 57. Pri sistemih za ODT je treba požarni sektor (PS) razdeliti na ustrezne manjše enote – dimne sektorje (DS), ki onemogočajo širjenje dima po prostoru. Seveda je treba pri tem imeti pravo mero, saj se z manjšanjem dimnih sektorjev po eni strani povečujejo stroški za dimne pregrade, istočasno pa se tudi zmanjšuje dimni zbiralnik, ki mora biti ustrezne velikosti, da lahko zajame količino dima v načrtovanem požaru. Delitev na dimne sektorje in dimne zavese je podrobneje opisana v nadaljevanju.

V. POGLAVJE

NAČRTOVANJE NAPRAV ZA NARAVNI ODVOD DIMA IN TOPLOTE

*Janez Godnov*⁷

1 SIMBOLI IN ENOTE

Opomba: Simboli so v tem delu, ki temelji na standardih nemškega govornega območja, nekoliko drugačni kot v SIST-TP CEN/TR 12101-5 in so zato navedeni posebej.

A	m^2	površina – splošno
A_g	m^2	geometrična površina
A_R	m^2	površina dimnega sektorja
A_w	m^2	aerodinamična površina
A_{zu}	m^2	površina za dovod zraka
c_v		pretočni koeficient ali koeficient pretoka za odvodno odprtino
c_z		pretočni koeficient ali koeficient pretoka za dovodno odprtino
D	m	premer površine požara
d	m	višina malo zadimljenega področja
g	m/s^2	pospešek prostega pada
h	m	višina prostora
h_A	m	višina površine
h_{sch}	m	višina dimne zaves
h_m	m	srednja višina prostora
h_w	m	delujoča razlika v višini - vzgon
L	m	dolžina - splošno
\dot{m}_{pl}	kg/s	masni tok v zraka, ki vstopa v steber dima
\dot{m}_{RG}	kg/s	masni tok dimnih plinov
\dot{m}_{zu}	kg/s	masni tok dovajanega zraka
p	Pa	tlak [N/m^2]
Δp	Pa	tlačna razlika
R		konstanta
Q	kW	konvekcijski del toplotnega toka iz požara
w	m/s	hitrost
α		splošna oznaka za pretočni koeficient za različne fluide
α_d		naklon strehe
ζ		koeficient upora proti pretoku
λ		koeficient trenja
μ		koeficient kontrakcije
ρ	kg/m^3	gostota plina
ρ_0	kg/m^3	gostota zraka v normalnem stanju pri 0 °C
ρ_G	kg/m^3	gostota dima

⁷ Janez Godnov, janez.godnov@triera.net

ρ_L	kg/m ³	gostota zraka
φ		kombinacijski koeficient
T	K	absolutna temperatura
T_G	K	absolutna temperatura v področju dimnega sloja
T_L	K	absolutna temperatura zraka
U	m	obseg požara
\dot{V}_R	m ³ /s	prostorninski tok dima
z	m	globina dimnega sloja (h – d)

2 SPLOŠNO – POSEBNOSTI NARAVNEGA ODVODA DIMA

2.1 Vzgon toplega dima – motor naravnega ODT

Dim je pri enaki temperaturi kot zrak praviloma težji od zraka. Pri višjih temperaturah se volumen zraka in dima povečuje, gostota pa zmanjšuje, zato se dim dviguje v zaprtem prostoru pod strop, v naravi pa v višino, dokler se ne ohladi na raven okolnega zraka. Na vzgon in gibanje dima vpliva tudi okoljski zračni tlak. Ob nizkem zračnem tlaku se dim iz dimnika vleče proti tlom, medtem ko se ob visokem zračnem tlaku strmo dviga. Ta razmerja veljajo za razmere v naravi, kjer so razlike v temperaturi in tlaku majhne in s požarnega vidika zanemarljive.

Temperatura dima, ki se razvije pri požaru, v prostoru razmeroma hitro narašča, temperaturna razlika med dimom v stebru dima (pogosto ga imenujemo požarni steber) in okolnim zrakom postaja vse večja, zato je vse večji tudi vzgon. To lastnost izkoriščamo pri NODT.

Na učinkovitost NODT vplivajo številni dejavniki. Zato je treba tako pri načrtovanju kot pri izvedbi in kasneje pri vzdrževanju tega sistema upoštevati vse naravne zakonitosti in v kar največji meri izkoristiti tehnične danosti, ki omogočajo delovanje tega načina ODT.

Med glavne dejavnike štejemo:

- obliko in velikost prostora, zgradbe,
- odvod dima skozi streho/strop ali stranske stene,
- dovod zraka,
- razmere zunaj prostora, položaj stavbe,
- vpliv vetra,
- opremo v sistemu NODT.

Čim boljše je sistem NODT umeščen v koncept scenarija požarne varnosti (krajše PV), tem realneje je pričakovati njegovo dobro delovanje v požaru. Zato so potrebna specialistična znanja:

- projektanta, da bo znal predvideti sistem za NODT, ki bo ob določenih požarnega scenarija ali več scenarijev v določenem prostoru/zgradbi izpolnil cilje, ki jim je namenjen.
- projektanta opreme, da bo znal izbrati ustrezno opremo in osmisлити projekt,
- preglednika APZ, da bo znal pri kasnejšem občasnem pregledovanju ugotoviti morebitne napake sistema za NODT.

Za dober in učinkovit ODT, še posebej za NODT, pa ni potrebno le strokovno načrtovanje, potrebna je ustrezna oprema, ki mora biti strokovno vgrajena in pregledovana, da sistem dosega načrtovane lastnosti, in ne nazadnje, potrebna je usklajenost vseh delov in sklopov sistema za NODT.

K ustrezni opremi so zavezani proizvajalci opreme s certifikati CE po veljavnih standardih skupine SIST EN 12101. Za tiste dele in sklope, za katere še ni standardov, je potrebno STS (slovensko tehnično soglasje).

Zavedati se je treba, da tudi najboljši NODT ali MODT ne more pogasiti požara. Lahko le pomaga k varnejši evakuaciji prizadetih v požaru in gasilcem pri učinkovitejši intervenciji, saj ohranja gorišče v požaru nekaj časa vidno. Pri varovanju premoženja pomaga le takrat, kadar je posebej skrbno in namensko bogato načrtovan, na primer v skladiščih, proizvodnih prostorih z zahtevnimi ali dragimi stroji, z opremo občutljivo za dim idr.

2.2 Cilji ODT

Glede na lastnost vzgona vročih dimnih plinov je s pravilnim načrtovanjem naprav mogoče doseči naslednje cilje PV:

- zaščito ljudi in živali,
- podporo gasilcem pri gašenju,
- varovanje objektov.

(Glej tudi poglavje III.1.)

Podrobneje te cilje opisujeta Dr. Ullrich Schneider in Monika Oswald [1].

Preglednica 53: Cilji ODT

	Učinek ODT
Zaščita ljudi in živali	
Škoda zaradi vročine	Z odvodom toplote zmanjšuje toplotno sevanje na bežeče ljudi med evakuacijo.
Evakuacijske poti	Z odvodom dima zaščiti evakuacijske poti z ustvarjanjem malo zadimljenega sloja zraka.
Gašenje	Z odvodom dima omogoča gasilcem varnejše in učinkovitejše gašenje.
Učinek strupenih plinov	Z odvodom dima zmanjšuje koncentracijo strupenih produktov gorenja in njihov vpliv na bežeče ljudi.
Zaščita stvari in imetja	
Škoda zaradi vročine	Z odvodom toplote zmanjšuje požarno škodo zaradi produktov gorenja in vročine.
Škoda zaradi vročine	Z odvodom toplote upočasnjuje in preprečuje požarni preskok in s tem nastanek polno razvitega požara.
Škoda zaradi vročine	Z odvodom toplote zmanjšuje učinek toplote na konstrukcijo in druge dele zgradbe, izpostavljene požaru.
Škoda zaradi dima	Z odvodom dima zmanjšuje požarno škodo zaradi zadimljenja.
Škoda zaradi vročine in dima	Z odvodom dima in toplote ščiti opremo v prostoru.
Zaščita okolja	
Škodljivi produkti gorenja	S podporo gasilcem posredno pripomore k manjši količini produktov gorenja, ki izhajajo v okolje.

2.3 Osnove delovanja naprav za NODT

Ko zagori, se najprej pojavi dim in šele nato toplota. Dim se v obliki obrnjenega stožca dviguje pod strop prostora in se razširja pod stropom po vsem prostoru. Z razvojem požara je vse več dima, ki zapolnjuje prostor. Čim večji je prostor, tem daljšo pot pod stropom opravi dim in tem bolj se ohladi, zato se najprej ob stenah spusti proti tloraju (slika 125). Če ni ODT se prostor ne glede na velikost hitro zapolni z dimom.

VI. POGLAVJE

NAČRTOVANJE NADTLAČNE KONTROLE DIMA PO SIST EN 12101-6

*Miran Poljšak*⁸

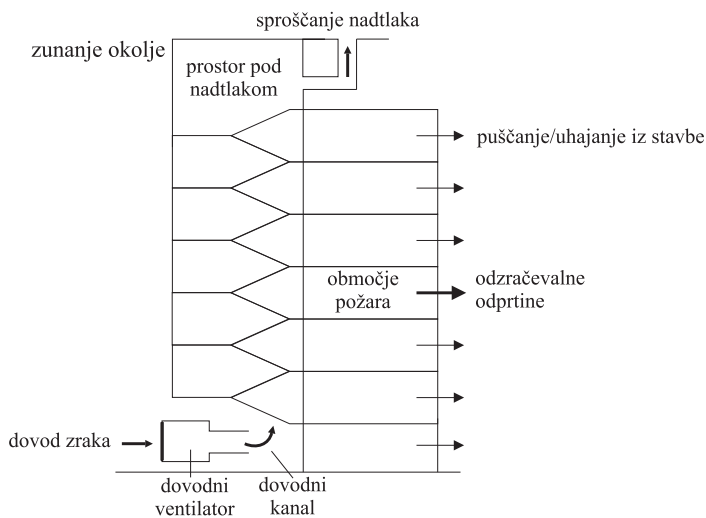
1 UVOD

1.1 Splošno

SIST EN 12101-6 Sistemi za nadzor dima in toplote – 6 del: Sistem za zagotovitev tlačnih razlik – Oprema obravnava načrtovanje, računske metode, vgradnjo in preizkušanje sistemov za omejevanje širjenja dima z zagotovitvijo tlačnih razlik.

Tlačne razlike je mogoče zagotoviti na dva načina:

1. z ustvarjanjem nadtlaka v zaščitениh prostorih (glej sliko 180),
2. z zmanjševanjem tlaka z odstranjevanjem vročih plinov iz območja požara pri manjšem tlaku, kot je tlak v sosednjih zaščitениh prostorih (glej sliko 181).

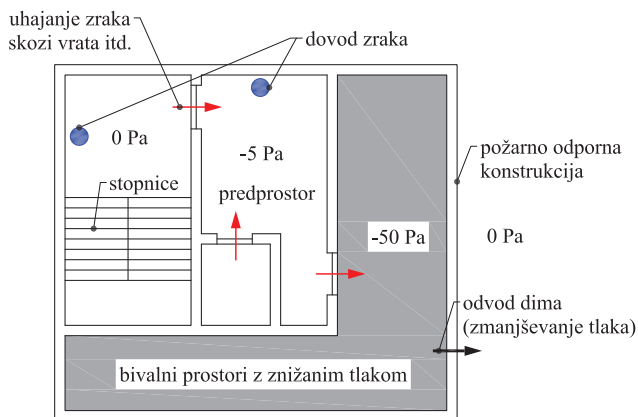


Slika 180: Primer sistema za ustvarjanje nadtlaka

Sistemi za ogrevanje, prezračevanje in klimatizacijo. Sistemi za ogrevanje, prezračevanje in klimatizacijo lahko dovajajo zrak v območje požara in pospešujejo zgorevanje ali pa hitro odvajajo dim v prostore zunaj območja požara, vendar so v požaru pogosto zaprti. Te sisteme pogosto lahko priredimo tako, da omejujejo širjenja dima ali da v kombinaciji s sistemom za zagotavljanje tlačnih razlik dovajajo ali odvajajo zrak.

⁸ Miran Poljšak, miran.poljsak@eso-lj.si

Poudariti je treba, da morajo ti sistemi v celoti ustrezati vsem požarnovarnostnim načelom in jih ne smemo zgolj deklarativno proglasiti za dodaten ukrep zaščite pred požarom. V tehnični dokumentaciji mora biti prikazano, da izpolnjujejo vse zahteve za sisteme, pri katerih se v nobenem primeru ne sme kršiti zakonitosti načrtovanja požarne zaščite objekta. Tudi režim obratovanja mora biti v celoti pojasnjen in načrtovan z vso potrebno opremo za avtomatsko delovanje v primeru požara.



Slika 181: Primer sistema za zmanjševanje tlaka – kleti in drugi prostori brez oken

1.2 Cilji sistemov za zagotavljanje tlačnih razlik

Cilj tega dokumenta je informiranje o postopkih za omejevanje širjenja dima iz enega prostora stavbe v drugega zaradi puščanja fizičnih pregrad (npr. skozi špranje okrog zaprtih vrat) ali skozi odprta vrata.

Sistemi za zagotovitev tlačnih razlik omogočajo, da se sprejemljive razmere vzdržujejo v zaščiteneh prostorih, kot so na primer evakuacijske poti, poti za dostop gasilcev, gasilski jaški, predprostori, stopnišča in druga območja, v katerih je treba vzdrževati stanje majhne zadimljenosti. Ta dokument daje informacije za zaščito življenja, gašenje in zaščito premoženja v vseh vrstah stavb. Poleg mest, na katerih je treba v stavbo dovajati zrak za ustvarjanje nadtlaka, je treba določiti tudi mesta, na katerih bo dim odtekal iz stavbe in po katerih poteh se bo pri tem gibal. Podobni razmisleki veljajo tudi pri sistemih za zmanjševanje tlaka, to je za odvodne poti zraka in dovodne poti nadomestnega zraka.

Ugotoviti je torej treba tlačni gradient (in s tem pot zračnega toka), pri čemer je tlak najvišji v zaščitenem prostoru umika, nato pa se postopoma zmanjšuje v območjih stran od evakuacijskih poti.

Sistemi za zagotovitev tlačnih razlik so eden od načinov za izboljšanje požarne varnosti v stavbi. Odločitev o tem, ali je tak sistem za projektirano stavbo primeren, je treba sprejeti v povezavi s splošno strategijo načrtovanja umika, gašenja in zaščite premoženja v stavbi. Iz tega izhajajo predpostavke, za katere pričakujemo, da bodo ustrezale posameznim načrtom, še zlasti glede najverjetnejših poti uhajanja zaradi istočasno odprtih vrat, kot je prikazano v VI.4.

Risbe ob besedilu v tem dokumentu so namenjene le ponazoritvi trditev v besedilu in so samo informativne.

Kadar projektant ne more v celoti izpolniti vseh zahtev iz tega dokumenta, se lahko odloči tudi za drugačen požarno inženirski način načrtovanja. Vendar morajo rešitve, kjer koli je to potrebno, izpolnjevati zahteve tega dokumenta.

1.3 Načini nadzora dima

V požaru nastaja dim, ki se širi na področja stran od mesta požara. Najpogostejše metode za omejitev širjenja dima ali za nadzor njegovih učinkov so:

- a) zadrževanje dima s fizičnimi ovirami, npr. s stenami ali vrati, ki zmanjšujejo širjenje dimnih plinov iz prostora s požarom v druge dele stavbe;
- b) odstranjevanje dima z uporabo različnih metod za pomoč gasilcem pri odstranjevanju dimnih plinov iz stavbe, potem ko se dim več ne tvori, to je po pogasitvi požara;
- c) redčenje dima z zadostnimi količinami čistega zraka, s čimer se zmanjša morebitna nevarnost;
- d) odvod dima (in toplote) s prezračevanjem, ki stabilno loči vroče dimne pline, ki tvorijo sloj pod stropom, od nižjih predelov prostora, ki jih je treba zaščititi pred učinki dima zaradi evakuacije uporabnikov stavbe in intervencije gasilcev. Za to je običajno potreben nenehen naravni ali mehanski odvod dima z dovajanjem čistega nadomestnega zraka pod dimni sloj v prostor s požarom;
- e) ustvarjanje nadtlaka - glej VI.2 Izrazi definicije, simboli in enote;
- f) zmanjševanje tlaka - glej VI.2 Izrazi definicije, simboli in enote.

V tem dokumentu so navodila za nadzor dima s pomočjo tlačnih razlik, to je samo z metodami, navedenimi v točkah e) in f).

Metode v točkah a) do d) v tem dokumentu niso obravnavane.

Za nadzor dima z nadtlakom je na splošno potreben manjši prostorninski tok zraka kot za metode v točkah b) in c), vendar je ta metoda omejena le na zaščito zaprtih prostorov poleg prostorov, ki so ob požaru polni dima.

1.4 Analiza problema

Namen sistema za zagotavljanje tlačnih razlik, to je ali zaščita evakuacije ali lažje gašenje ali zaščita premoženja, vpliva na načrtovanje sistema in njegove tehnične lastnosti. Zato je bistveno, da so požarnovarnostni cilji že dovolj zgodaj v postopku načrtovanja jasno opredeljeni in sprejeti v dogovoru z ustreznimi pristojnimi organi.

Sprejemljivost vsakega sistema je namreč na koncu odvisna od tega, ali so dosežene potrebne razlike v tlakih in potrebni prostorninski toki zraka. Ta dokument vsebuje navodila za izračunavanje prostorninskega toka dovodnega zraka, pri katerem so te zahteve izpolnjene. Ko so funkcionalni cilji sistemov (glej a), b) in c) v nadaljevanju) doseženi, se projektant lahko odloči še za uporabo drugih primernih računskih postopkov, s katerimi dodatno utemelji svoj načrt.

Cilji, ki jih moramo po tem dokumentu doseči, so naslednji:

- a) **varnost ljudi.** Bistveno je, da se v zaščitениh prostorih vzdržujejo sprejemljive razmere za varnost ljudi oziroma zaščito življenj toliko časa, dokler jih bodo uporabniki stavbe verjetno uporabljali;
- b) **zaščita poti, namenjenih gasilcem.** Za učinkovito gašenje je treba zaščitene dostopne poti za gasilce (npr. gasilske jaške) vzdrževati skoraj brez dima, tako da lahko do ognja v prizadetih nadstropjih pridejo brez uporabe dihalnih aparatov. Sistem za zagotovitev tlačnih razlik mora biti načrtovan tako, da pri normalnih razmerah gašenja omeji širjenje dima na poti, namenjene gasilcem;

VII. POGLAVJE

NAČRTOVANJE IMPULZNEGA VENTILACIJSKEGA SISTEMA

*Mitja Lenassi*⁹

1 PREZRAČEVANJE GARAŽ IN ODVOD DIMA IN TOPLOTE V LUČI ZAKONODAJE

Pri načrtovanju prezračevanja garaž se v RS največ uporabljata nemška smernica *VDI 2053* in ameriški standard *NFPA 88A*. Prezračevanje garaž se načrtuje predvsem zaradi vzdrževanja koncentracije ogljikovega monoksida (CO) kot referenčne vrednosti v emisiji dimnih plinov pod določeno vrednostjo, na primer 60 ppm (za čas 15 minut po *VDI 2053*) ali 35 ppm (za čas 1 h po *2007 ASHRAE HVAC Application Handbook - Enclosed Vehicular Facilities*). Lahko pa je vrednost potrebne najmanjše izmenjave zraka predpisana kar s številko (po *ASHRAE Standard 62.1-2007* kot $3,7 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2 = 222 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$ ali po *NFPA 88A-2007* kot $300 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$).

Garaže pa morajo največkrat imeti tudi sistem za odvod dima in toplote ob morebitnem požaru, saj po statistiki največ ljudi v požaru umre zaradi dima in ne zaradi neposrednega učinka ognja. Najpogosteje uporabljana nemška smernica *VDI 2053*, ki je sicer v reviziji, v točki 4.3 napoti načrtovalca odvoda dima in toplote na gradbene predpise oziroma na *DIN 18232-5* in *VDI 3819*. Ta napotek na prvi pogled ni posebno pomemben, saj mora načrtovalec upoštevati ZGO-1, v katerem varnost pred požarom predstavlja eno od šestih bistvenih zahtev, ki jih mora izpolnjevati objekt. Tretji odstavek 9. člena zakona pravi: »Gradbeni predpisi se 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.« Slovenska tehnična smernica *Požarna varnost v stavbah* pa za dimenzioniranje NODT zahteva uporabo smernice *SZPV 405-1*, za MODT pa standarda *DIN 18232-5*. Tako postane upoštevanje tega standarda za načrtovalca sistema ODT izredno pomemben dejavnik pri njegovih nadaljnjih odločitvah glede ODT.

V citiranem *DIN 18232-5* se odvod dima in toplote razume izključno kot ustvarjanje malo zadimljenega sloja d na dimni površini A_R , kjer je globina malo zadimljenega sloja d opredeljena kot čista višina od poda do spodnjega roba dimnega sloja. Po tem standardu mora biti celoten prostor razdeljen na posamezne dimne sektorje s površino A_R največ 1600 m^2 . Dimne sektorje omejujejo dimne zavese, ki morajo segati najmanj 1 m od stropa. Podobno se odvod dima in toplote razume tudi v smernici *VDI 3819*, kjer je naloga sistema za ODT opisana kot zagotovitev malo zadimljenega sloja v spodnjem območju prostora, da se omogoči evakuacija, zaščiti premoženje in olajša gasilcem gašenje. Ta nemška smernica napoti načrtovalca še na sklop standardov *DIN EN 12101*, ki smo jih prevzeli tudi v Sloveniji kot *SIST EN 12101*. Slovenska tehnična smernica *Požarna varnost v stavbah* zahteva, da ventilatorji za MODT izpolnjujejo zahteve standarda *SIST EN 12101-3*.

Zato je pomembno tudi, kako skupina standardov *SIST EN 12101* opredeljuje sistem za odvod dima in toplote. To je sistem, katerega sestavni deli odvajajo dim in toploto in s tem ustvarijo dvignjen sloj vročih plinov nad hladnejšim, čistejšim zrakom.

⁹ Mitja Lenassi, lenassi@siol.net

Skratka, slovenska tehnična smernica *Požarna varnost v stavbah* pri načrtovanju MODT od načrtovalca zahteva dvoje:

1. za dimenzioniranje sistema MODT uporabo standarda *DIN 18232-5*;
2. za ventilatorje izpolnjevanje zahtev iz standarda *SIST EN 12101-3*.

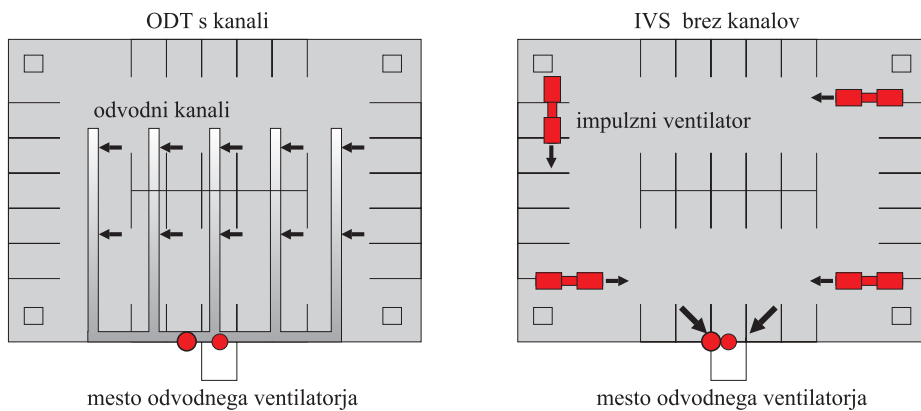
ZGO-1 dopušča tudi možnost načrtovanja po zadnjem stanju gradbene tehnike, ki je v ZGO-1 opredeljeno kot stanje, ki v danem trenutku, ko se izdeluje projektna dokumentacija ali izvaja gradnja, predstavlja doseženo stopnjo razvoja tehnične zmogljivosti gradbenih proizvodov, procesov in storitev, ki temeljijo na priznanih izsledkih znanosti, tehnike in izkušenj s področja graditve objektov. Vendar za takšne primere četrti odstavek 9. člena zakona predpisuje, da mora projekt, v katerem niso bili uporabljeni standardi oziroma tehnične smernice, temveč je projektant pri svojem delu uporabil rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, zagotavljati vsaj enako stopnjo varnosti kot projekt, pripravljen z uporabo standardov ali tehničnih smernic. To pa morajo potrditi pristojni organi za odločanje s postopkom, v katerem se to dokaže. Tako je treba projekt, pri katerem so uporabljene drugačne tehnične rešitve, kot so opredeljene z gradbenimi predpisi in v njih navedenimi tehničnimi smernicami in standardi, ne samo revidirati po ZGO-1, ampak o njem presoajo oziroma odločajo tudi pristojni organi.

2 PRIMERJAVA MODT IN IVS

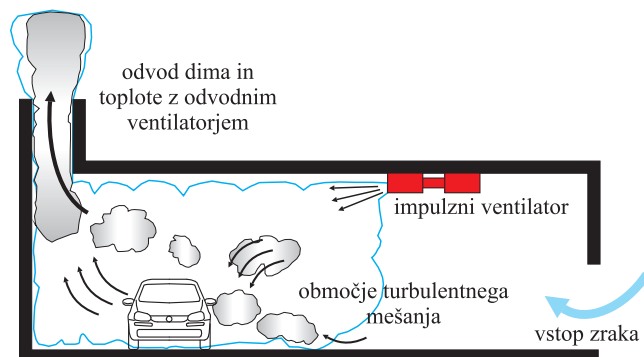
V zadnjem času si tako investitorji kot izdelovalci študij požarne varnosti za odvod dima in toplote vedno pogosteje želijo sistem impulznega prezračevanja (*impulse ventilation system*) oziroma potisni ali indukcijski sistem prezračevanja, ki je tudi sistem za MODT, vendar njegovega načina delovanja ni moč enačiti z MODT, kot ga poznata standarda *SIST EN 12101* in *DIN 18232-5*. Najbolje ponazori razliko med obema sistemoma britanski standard *BS 7346-7:2006 Components for smoke and heat control systems – Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered parks*. Ta standard namreč opredeljuje in ločuje načrtovanje obeh sistemov. Pri opredelitvi pojmov britanski standard v 3. poglavju Izrazi in definicije v dveh točkah zelo jasno loči oba sistema. V točki 3.27 opredeli **sistem impulznega prezračevanja (IVS)** kot sklop ventilatorjev, ki povzročijo zračni sunek v prostoru in s tem pospešijo zrak, da ustvari zaželen vzorec gibanja zraka in dima v tem prostoru. V točki 3.42 pa definira **sistem odvoda dima in toplote (ODT)** kot sistem, katerega sestavni deli odvajajo dim in toploto in tako ustvarijo dvignjen sloj vročih plinov nad hladnejšim, čistejšim zrakom, torej enako kot *SIST EN 12101*.

Sistem impulznega prezračevanja povzroča želen tok **mešanice zraka in dima po celotni višini prostora v določeni smeri do mesta**, od koder se nato ta mešanica odesava (sploh ne nujno pod stropom) in vodi na prosto. Sistem za odvod dima in toplote pa **vzpostavlja sloj vročega dima pod stropom, pod tem slojem pa je po celotni površini malo zadimljen sloj zraka. Dim se nato pod stropom odesava na prosto**. Na sliki 202 sta oba sistema prikazana v tlorisu.

Na sliki 203 je v prerezu garaže prikazan način delovanja impulznega sistema z mešanjem zraka in dima oziroma z redčenjem dima po celotni višini prostora.



Slika 202: ODT s kanali in IVS brez kanalov



Slika 203: Shema impulznega odvoda dima in toplote

VIII. POGLAVJE

KRMILJENJE SISTEMOV ZA ODVOD DIMA IN TOPLOTE PO oSIST prEN 12101-9 IN SIST EN 12101-10

*Marko Rebolj*¹⁰

1 SPLOŠNO O JAVLJANJU IN KRMILJENJU

Vsi se zavedamo pomena avtomatskega sistema za odkrivanje in javljanje požara (v nadaljevanju: avtomatsko javljanje požara AJP). Z modernimi tehnologijami in izvedbami požarnih javljalnikov je možno odkriti požar v zelo zgodnji fazi z minimalnim številom lažnih (nepravih) požarnih alarmov ali brez njih. Osrednji del tega sistema je požarna centrala, ki vrednoti signale iz javljalnikov, nadzira celoten sistem ter sproža vidne in slišne signale o alarmih in napakah. V odvisnosti od parametrov, ki so vpisani v za to namenjen del programa centrale, krmili avtomatsko opremo za požarno zaščito, med katero spadajo tudi sistemi za ODT. Poskrbi tudi za prenos signalov alarma in napak na oddaljeno mesto na centralno požarno alarmno postajo – na center za sprejem alarmov in/ali signalov napak. Osnovni standardi za AJP so standardi skupine SIST EN 54. Sistemi za ODT so lahko krmiljeni neposredno iz požarne centrale ali iz posebne centrale za nadzor in krmiljenje ODT, ki deluje samostojno s svojimi požarnimi javljalniki in prožilnimi napravami ali pa v povezavi s požarno centralo.

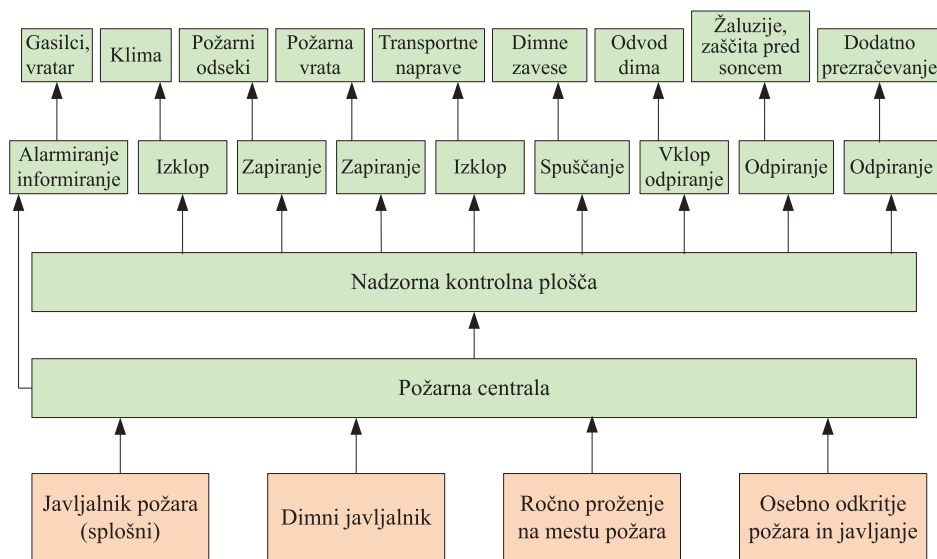
Centralo za krmiljenje in nadzor sistemov za ODT ter njen napajalni del obravnavata osnutek standarda OSIST prEN 12101-9 in standard SIST EN 12101-10. Izvleček najpomembnejših delov teh dveh standardov je v naslednjih točkah, v nadaljevanju pa sledi pregled zahtev za pravilno projektiranje AJP po SIST-TS CEN/TS 54-14 in pregled sistemov in elementov AJP.

1.1 Splošni pregled krmiljenja sistemov za ODT

Nadzorni in krmilni sistem mora biti v vsakem trenutku pripravljen za delovanje, pa naj bo to odpiranje odprtih ali vklop sistemov za ODT. Pri tem gre za funkcije in naprave, prikazane na sliki 209.

Program proženja je treba vedno prilagoditi razmeram na posameznem objektu in izvedbi sistemov za ODT. Cilj programa je kolikor mogoče skrajšati čas med nastankom požara in proženjem sistema za ODT.

¹⁰ Marko Rebolj, marko.rebolj@t-2.net



Slika 209: Pregled krmiljenja ODT v povezavi s požarno centralo

1.1.1 NODT (naravni odvod dima in toplote)

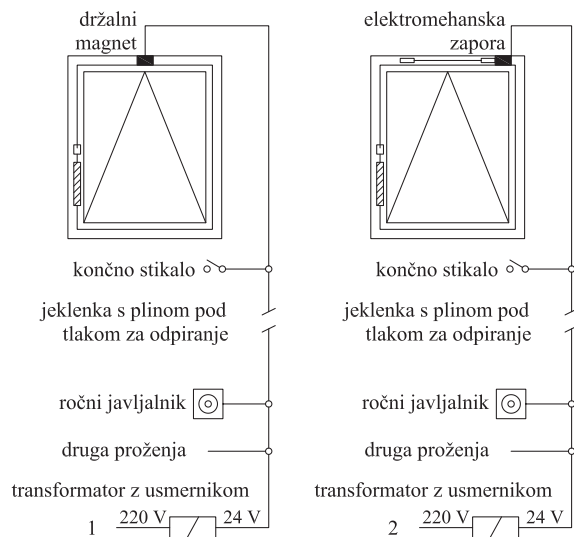
NODT lahko vključuje:

- ročno odpiranje okenskih kril ali drugih odprtín v zunanjih stenah objekta,
- ročno proženje odpiranja oken ali drugih elementov NODT preko oddaljenih javljalnikov s pomočjo električne, pnevmatske ali hidravlične pomožne energije,
- avtomatsko proženje predvidenih prezračevalnih odprtín preko avtomatskih javljalnikov požara ali temperaturnih sprožil.

Najenostavnejši način proženja odprtín za naravni odvod dima je ročno odpiranje okenskih kril različnih izvedb. Če so okna zelo velika ali niso enostavno dostopna, se lahko uporabi direkten mehanski prenos moči. V velikih prostorih predstavlja v požaru problem nedostopnost elementov za neposredno odpiranje (npr. v velikih skladiščih), zato je potrebno vsaj dodatno ročno daljinsko odpiranje.

Električno ročno daljinsko proženje predstavlja ročni javljalik (tipka), ki ustreza standardu OSIST prEN 12101-9. Tipka mora imeti ustrezno oznako stanja; zelena oznaka ali lučka pomeni normalno/v pripravljenosti, rdeča pa oznako sproženega javljalnika. Za preizkus delovanja mora biti predvidena možnost proženja, pri kateri ni treba razbiti lomljivega elementa tipke z ustreznim pripomočkom. Število in gostota javljalnikov je odvisna od objekta, razdalja med njimi naj ne bi presegala 40 m. Ročni javljalniki so po standardu OSIST prEN 12101-9 bele barve, po nemškem VdS 2592 pa oranžne. Ročni požarni javljalniki za javljanje požara po SIST EN 54 so rdeče barve.

Proženje z javljalnikom direktno ali preko nadzorne krmilne plošče (NKP) povzroči aktiviranje električnih elementov (npr. sprostitév držalnih magnetov ali vklop elektromotorjev za odpiranje ali sproženje elektropnevmatskih naprav) (slika 210).



Slika 210: Najenostavnejša izvedba ročnega električnega daljinskega odpiranja oken, levo sistem s držalnim magnetom, desno z elektromehansko zaporo.

Pri ročnem zapiranjju okna se jeklenka ponovno napolni s plinom pod tlakom za naslednje odpiranje, ob kratkem stiku ali prekinitvi napajanja se okno odpre.

Električno daljinsko proženje se lahko izvede z ročnimi javljalniki (slika 211) in z elektromotorji, ki odpirajo okna preko ustreznih prenosnih mehanskih sistemov (verige, vretena, zobate letve). Za velika okna je vzdolžni pomik vreten lahko zelo velik in je treba pri projektiranju to upoštevati. Motorji morajo delovati tudi v požaru in morajo zato ustrezati predvidenim razmeram, napajalni in krmilni kablji pa morajo biti v izvedbi E 30. Z ustrezno nadzorno ploščo (centralo) se lahko proži več elementov hkrati, pri uporabi avtomatskih požarnih javljalnikov pa je možno tudi avtomatsko proženje.

Pnevmatsko ročno daljinsko proženje (sliki 212 in 213) se navadno izvede s CO₂ z nadzorne krmilne plošče (centrale). S krmilnim tlakom iz te centrale se premaknejo pogonski pnevmatski cilindri, ki so nameščeni neposredno na elementu, ki ga odpirajo (npr. okna, žaluzije, dimne kupole). Tlak navadno zagotavljajo jeklenke s CO₂, primerne prostornine. Z uporabo dvostranskih cilindrov in dveh jeklenk je mogoče tako odpiranje kot zapiranje elementov ODT. Z uporabo enostranskih pogonskih cilindrov in ene jeklenke je možno samo neposredno ročno zapiranje.



Slika 211: Ročna javljalnika za daljinsko električno proženje NODT in NKD s potrebnimi lučkami in oznakami po nemškem standardu VdS 2592 (oranžne barve), z napisom, kaj in kje se bo zgodilo (odvod dima iz stopnišča oz. nadtlačna kontrola dima na hodniku)