

Spis treści

1. Wstęp	7
2. Powstawanie dymu w trakcie pożaru i powodowane nim zagrożenie	9
2.1. Rozprzestrzenianie się dymu w trakcie pożaru	9
2.1.1. Efekt kominowy	10
2.1.2. Wiatr	10
2.1.3. Oddziaływanie istniejących instalacji wentylacji bytowej i klimatyzacji	11
2.1.4. Bezpośredni wypór dymu pod wpływem ognia	11
2.2. Rodzaje systemów oddymiania	15
2.2.1. Systemy ciśnieniowe	15
2.2.2. Systemy przepływowe	16
2.2.3. Systemy wyporu dymu	17
2.3. Ilość ciepła powstającego w czasie pożaru	18
2.4. Zagrożenie spowodowane dymem powstającym w trakcie pożaru	23
Literatura	27
3. Wentylacja pożarowa w Polsce w świetle obowiązujących przepisów – wymagania podstawowe	29
3.1. Warunki ewakuacji w czasie pożaru	31
3.2. Wymagania dla elementów instalacji oddymiającej	32
3.3. Warunki działania ekip ratowniczych	35
3.4. Obserwacje i wnioski	37
Literatura	38
4. Oddymianie atriów	39
4.1. Rodzaje atriów	39
4.2. Podstawowe zagrożenia wynikające z niewłaściwego zabezpieczenia przed zadymieniem dróg ewakuacyjnych w atrium	41
4.3. Wyznaczanie parametrów instalacji oddymiającej atrium – pożar na posadzce atrium	43
4.4. Przykład obliczeniowy – pożar na posadzce atrium	47
4.5. Wyznaczanie parametrów instalacji oddymiającej atrium – pożar w pomieszczeniu przyległym do atrium	51
4.7. Przykład obliczeniowy – pożar w pomieszczeniu przyległym do atrium	56
4.7. Symulacje komputerowe CFD	61

4.8. Obserwacje i wnioski.....	63
Literatura	64
5. Oddymianie hal widowiskowo-sportowych	65
5.1. Wyznaczanie parametrów instalacji oddymiającej w hali widowiskowo-sportowej.....	66
5.2. Przykład obliczeniowy	69
5.3. Symulacje komputerowe CFD	75
5.4. Obserwacje i wnioski.....	78
Literatura	78
6. Wentylacja pożarowa pionowych dróg ewakuacyjnych	79
6.1. Systemy wentylacji pożarowej klatek schodowych	80
6.2. Skuteczność działania systemów wentylacji pożarowej klatek schodowych w budynkach średniowysokich.....	82
6.3. System mechanicznego oddymiania klatek schodowych w budynkach średniowysokich.....	88
6.3.1. Problemy związane z mechanicznym oddymianiem klatek schodowych w budynkach średniowysokich	89
6.3.2. Wstępne analizy komputerowe.....	89
6.3.3. Wyniki wstępnych analiz	95
6.3.4. Wydajność wentylacji przy oddymianiu klatek schodowych	96
6.4. Zabezpieczenie przed zadymieniem klatek schodowych w budynkach wysokich i wysokościowych	102
6.4.1. Funkcje systemu różnicowania ciśnienia.....	103
6.4.2. Wpływ czynników zewnętrznych na działanie systemu ciśnieniowego.....	103
6.4.3. Wpływ efektu kominowego na skuteczność działania systemów zapobiegających zadymieniu.....	105
6.4.4. Sterowanie systemami zabezpieczenia przed zadymieniem klatek schodowych	110
6.5. Obserwacje i wnioski.....	114
Literatura	115
7. Oddymianie poziomych dróg ewakuacyjnych w budynkach wysokich i wysokościowych	116
7.1. Założenia projektowe instalacji wentylacji pożarowej poziomych dróg ewakuacyjnych.....	116

7.2. Weryfikacja instalacji oddymiania korytarzy ewakuacyjnych za pomocą symulacji CFD	121
7.3. Obserwacje i wnioski.....	126
Literatura	127
8. Wentylacja pożarowa garaży	128
8.1. Wymagania wynikające z obowiązujących przepisów polskich	128
8.2. Wymagania standardów europejskich.....	131
8.3. Wielkość projektowa pożaru w garażach.....	135
8.4. Optymalny czas załączania wentylacji pożarowej w garażach.....	139
8.5. Możliwość wydłużania przejść ewakuacyjnych w garażach.....	146
8.6. Podsumowanie.....	158
Literatura	159
9. Oddymianie stalowych hal przemysłowych	161
9.1. Możliwości skutecznego działania jednostek ratowniczo-gaśniczych .	167
9.2. Określanie wymaganych parametrów instalacji oddymiającej.....	168
9.3. Obserwacje i wnioski.....	171
Literatura	172
10. Wentylacja pożarowa budynków bloków energetycznych.....	174
10.2. Podstawowe zasady oddymiania budynków bloków energetycznych.....	174
10.2. Wentylacja grawitacyjna – zasady działania	175
10.3. Oddymianie kotłowni	178
10.4. Zabezpieczenie przed zadymieniem klatek schodowych w kotłowniach przemysłowych (pylonów)	182
10.5. Oddymianie maszynowni	186
10.6. Obserwacje i wnioski.....	189
Literatura	190
11. Poprawność wykonania symulacji komputerowych CFD rozwoju pożaru i rozprzestrzeniania się dymu	191
11.1. Dostępne programy komputerowe.....	192
11.2. Założenia przyjmowane do symulacji.....	193
11.3. Analiza wyników symulacji.....	194
11.4. Zasady działania i stosowanie programu FDS	195
11.5. Wybrane scenariusze pożarowe wykorzystane do walidacji programu FDS.....	196
11.6. Ostateczne wyniki walidacji	201

11.7. Obserwacje i wnioski.....	202
Literatura	203
12.Próby odbiorowe z użyciem gorącego dymu	204
12.1. Procedury odbiorowe oparte o testy z gorącym dymem	204
12.2. Porównanie wyników testów z wynikami symulacji CFD.....	207
12.3. Ocena wyników testów z wykorzystaniem gorącego dymu	214
12.4. Obserwacje i wnioski.....	215
Literatura	215
13. Podsumowanie	216

1. Wstęp

Wentylacja pożarowa w obiektach budowlanych jest systemem odpowiedzialnym w czasie pożaru za bezpieczeństwo ewakuacji ich użytkowników i dostęp do źródła pożaru dla ekip ratowniczych. Bierze ona także czynny udział w ochronie konstrukcji budynków. W Polsce wiedza na temat odpowiednich technik projektowania wentylacji pożarowej pojawiła się po raz pierwszy około 2000 r. Jej pasjonaci, do których zalicza się autorka niniejszej publikacji, nabywali wiedzę studiując literaturę światową oraz uczestnicząc w licznych międzynarodowych konferencjach naukowo-technicznych na całym świecie. W 2009 roku nastąpił przełom w polskich przepisach techniczno-budowlanych w zakresie stosowania systemów wentylacji pożarowej i oceny przewidywanej skuteczności ich działania. Od tego momentu rozwinęła się dalsza działalność autorki, polegająca na prowadzeniu własnych badań i doświadczeń, realizowanych na dziesiątkach różnego rodzaju budynków powstających w tym okresie w Polsce, dla których opracowywane były optymalne projekty systemów wentylacji pożarowej, zapewniające odpowiedni poziom zabezpieczenia, przy jednoczesnej minimalizacji kosztów. Na ich podstawie opublikowała ona około 40 artykułów w polskich czasopismach naukowo-technicznych i wygłosiła ponad 50 referatów na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych i technicznych.

Niniejsza monografia jest poświęcona teoretycznym, jak i praktycznym aspektom projektowania systemów wentylacji pożarowej w różnych typach obiektów. Została opracowana na podstawie wybranych publikacji autorki z lat 2008-2015 oraz innych źródeł literaturowych pochodzących z ostatnich lat, związanych z wentylacją pożarową.

W pierwszych rozdziałach monografii omówiono zjawiska fizyczne towarzyszące pożarom, podstawowe ich parametry i zagrożenia stwarzane dla użytkowników obiektów, w których wystąpił pożar, jak również wymagania stawiane systemom wentylacji pożarowej przez obowiązujące obecnie w Polsce przepisy techniczno-budowlane. W kolejnych rozdziałach przedstawiono wybrane zasady oddymiania lub zapobiegania zadymieniu różnych rodzajów obiektów i ich części, takich jak:

- atria,
- hale widowiskowo-sportowe,
- pasaż handlowe,

- ewakuacyjne klatki schodowe w budynkach o różnej wysokości,
- poziome drogi ewakuacyjne w obiektach wielokondygnacyjnych,
- budynki magazynowe i produkcyjne,
- garaże,
- budynki bloków energetycznych.

W opracowaniu zaprezentowane zostały teoretyczne zasady projektowania, bazujące przede wszystkim na standardach europejskich i amerykańskich, lecz dostosowane do wymagań przepisów polskich. W większości przypadków zobrazowane zostały one przykładami obliczeniowymi i graficznymi, które ułatwiają ich interpretację. Zaprezentowane zostały także metody wykorzystania przy projektowaniu systemów wentylacji pożarowej nowoczesnych technik komputerowych, opartych o symulacje CFD. Omówiono również podstawowe zasady stosowania technik odbiorowych instalacji oddymiającej opartych o badania w skali rzeczywistej, z wykorzystaniem gorącego dymu. Poszczególne rozdziały zawierają także własne komentarze i sugestie autorki, bazujące na jej wieloletnim doświadczeniu w projektowaniu tego typu systemów.

Celem niniejszej monografii jest prezentacja wieloletniego dorobku naukowego i doświadczeń autorki, zdobytych na bazie studiowanej literatury i czynnego uczestnictwa w międzynarodowych sympozjach naukowo-technicznych, obejmującego samodzielne opracowanie ponad 400 rozwiązań instalacji wentylacji pożarowej dla różnego rodzaju budynków, takich jak hale widowiskowo-sportowe, galerie handlowe, biurowce, tunele drogowe, tunele metra, dworce kolejowe, garaże podziemne, szkoły, pensjonaty itp., które zostały w ostatnich latach zrealizowane i skutecznie funkcjonują. Może ona także służyć jako wyczerpujący zbiór wiedzy przy projektowaniu systemów wentylacji pożarowej w kolejnych, powstających budynkach oraz jako źródło literatury przy tworzeniu prac naukowych związanych z tym zagadnieniem.