

SPIS TREŚCI

WYKAZ NAJWAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ.....	7
1. WPROWADZENIE.....	9
2. CEL I ZAKRES PRACY.....	11
3. CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE BEZPIECZEŃSTWO W TUNELU DROGOWYM.....	13
3.1. Systemy tunelu drogowego wpływające na poziom bezpieczeństwa.....	16
3.2. System wentylacji eksploatacyjnej i pożarowej.....	17
4. PRZEPIĘTYWY POWIETRZA W TUNELACH – STAN WIEDZY.....	20
5. NUMERYCZNE MODELOWANIE PRZEPIĘTYWU PŁYNU.....	26
5.1. Modelowanie przepływów turbulentnych.....	28
5.2. Modelowanie procesu spalania.....	36
5.2.1. Transport produktów reakcji (<i>species transport</i>).....	36
5.2.2. Turbulentne spalanie składników (<i>non-premixed combustion</i>).....	37
5.3. Budowa i rozwiązywanie modeli numerycznych przepływów w tunelach.....	38
6. POMIARY PRZEPIĘTYWÓW POWIETRZA I PRÓBY Z GORĄCYM DYMEM W TUNELACH DROGOWYCH.....	43
6.1. Badania w tunelu Laliki.....	44
6.1.1. Opis tunelu.....	44
6.1.2. Pomiar prędkości powietrza w tunelu Laliki.....	46
6.1.3. Pomiar warunków meteorologicznych na portalach tunelu.....	49
6.1.4. Wyniki – profile prędkości powietrza.....	51
6.1.5. Próby z gorącym dymem – opis stanowiska.....	58
6.1.6. Próby z gorącym dymem – wyniki.....	61
6.2. Badania w tunelu pod Martwą Wisłą w Gdańsku.....	63
6.2.1. Opis tunelu.....	63
6.2.2. Pomiar prędkości powietrza w tunelu pod Martwą Wisłą.....	65
6.2.3. Monitorowanie warunków meteorologicznych na portalach tunelu.....	67

6.2.4. Wyniki – profile prędkości powietrza.....	68
6.2.5. Badanie dynamiki powietrza w tunelu.....	81
6.3. Podsumowanie przeprowadzonych badań.....	82
7. ANALIZY TEORETYCZNE I PORÓWNANIE Z WYNIKAMI UZYSKANYMI W POMIARACH.....	84
7.1. Specyfika modeli numerycznych przepływów w tunelach.....	84
7.1.1. Wybór modelu turbulencji.....	85
7.1.2. Modelowanie szorstkości ścian tunelu.....	87
7.1.3. Modelowanie zależności ciśnienia atmosferycznego od wysokości..	91
7.1.4. Modelowanie działania wentylatorów strumieniowych.....	92
7.2. Rozważania nad przyczynami ciągu naturalnego.....	99
7.2.1. Model numeryczny ciągu naturalnego.....	100
7.2.2. Analiza numeryczna czynników mających wpływ na ciąg naturalny.....	103
7.2.3. Model teoretyczny ciągu naturalnego.....	105
7.3. Model numeryczny przepływów wymuszonych w tunelu drogowym.....	109
7.3.1. Badanie wrażliwości wyników na gęstość siatki numerycznej.....	111
7.3.2. Porównanie wyników symulacji z pomiarami.....	112
7.4. Dynamika powietrza w tunelu.....	118
7.4.1. Uproszczony model teoretyczny.....	118
7.4.2. Model numeryczny.....	120
7.4.3. Bilans energii i pędu dla strugi wentylatora strumieniowego.....	124
7.5. Model numeryczny rozwoju pożaru w tunelu.....	127
7.6. Wnioski z rozważań teoretycznych.....	131
8. PODSUMOWANIE, WNIOSKI KOŃCOWE I KIERUNKI DALSZYCH PRAC.....	134
BIBLIOGRAFIA.....	138
Streszczenie.....	148