
Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń	11
Przedmowa	14
Rozdział 1. Ogólna charakterystyka wypadków drogowych.....	17
1.1. Pojęcia i określenia.....	17
1.2. Klasyfikacja zderzeń	18
1.3. Statystyka wypadków drogowych i ich przyczyn	20
Rozdział 2. Przebieg wypadku drogowego	22
2.1. System człowiek-pojazd-otoczenie	22
2.2. Proces narastania zagrożenia w sytuacji krytycznej...	24
2.3. Fazy wypadku drogowego.....	30
2.4. Przebieg typowych wypadków drogowych.....	32
2.4.1. Zderzenie samochodów	32
2.4.2. Potrącenie pieszego	33
2.4.3. Zderzenie pojazdu jednośladowego z samochodem...	34
2.5. Kompatybilność pojazdów a przebieg zderzenia	35
Rozdział 3. Mechanika ruchu samochodu w sytuacjach krytycznych...	39
3.1. Koło jezdne samochodu	39
3.1.1. Podstawowe informacje techniczne o oponach.....	39
3.1.2. Poślizg koła	42
3.1.3. Siły i momenty działające na koło samochodu	43
3.1.4. Opór toczenia.....	44
3.1.5. Ogólna charakterystyka przyczepności	46
3.1.6. Przyczepność na mokrej nawierzchni. Aquaplaning ..	50
3.2. Siły oporu ruchu pojazdów.....	52
3.3. Napędzanie	56
3.3.1. Wyznaczanie prędkości jazdy i siły napędowej.	
Przełożenie	56
3.3.2. Równanie ruchu samochodu.....	58

3.3.3.	Bilans mocy podczas napędzania	59
3.4.	Ruch swobodny samochodu	60
3.5.	Nacisk kół na drogę. Reakcje normalne	63
3.6.	Rozpędzanie i właściwości trakcyjne	66
3.6.1.	Charakterystyka trakcyjna i zapas siły napędowej	66
3.6.2.	Maksymalne przyspieszenie osiągane podczas rozpędzania	67
3.7.	Hamowanie	70
3.7.1.	Siły działające na pojazd podczas hamowania	70
3.7.2.	Maksymalna siła hamowania. Hamowanie a przyczepność kół do drogi	71
3.7.3.	Przebieg hamowania. Długość drogi hamowania i zatrzymania	72
3.8.	Ruch krzywoliniowy	75
3.8.1.	Promień skrętu	75
3.8.2.	Boczne znoszenie ogumienia i jego wpływ na krzywoliniowy ruch pojazdu	77
3.8.3.	Nadsterowność i podsterowność pojazdu	79
3.9.	Zarzucenie samochodu i osi jezdnych	82
3.9.1.	Wyznaczenie wartości prędkości granicznej	82
3.9.2.	Wpływ nachylenia łuku drogi na prędkość graniczną	87

Rozdział 4. Zasady opisu miejsca wypadku drogowego

4.1.	Oględziny i opis miejsca wypadku	90
4.1.1.	Uwagi ogólne	90
4.1.2.	Ślady na miejscu wypadku	91
4.1.3.	Ślady kół	92
4.1.4.	Zarysowania nawierzchni	99
4.1.5.	Obszary rozrzutu odłamków	101
4.2.	Pomiary na miejscu wypadku i wykonanie szkicu	101
4.2.1.	Uwagi ogólne	101
4.2.2.	Punkty i linie bazowe	102
4.2.3.	Pozycja pojazdu	103
4.2.4.	Pomiar śladów prostoliniowych	103
4.2.5.	Pomiar śladów krzywoliniowych	105
4.2.6.	Pomiar krzywizny jezdni	107
4.2.7.	Pomiar kąta nachylenia jezdni	109
4.3.	Uwagi końcowe	110

Rozdział 5. Dokumentacja fotograficzna. Fotogrametria

5.1.	Optyka kamery fotograficznej	111
5.2.	Dokumentacja fotograficzna	111
5.2.1.	Uwagi ogólne	111
5.2.2.	Czynności wstępne na miejscu wypadku przed przystąpieniem do fotografowania	112
5.2.3.	Informacje na temat kamery oraz zdjęcia źródłowe	116
5.2.4.	Widoki sytuacyjne z dalszej odległości	116
5.2.5.	Widoki ogólne miejsca wypadku	117

5.2.6.	Widoki szczegółowe.....	119
5.2.7.	Położenia powypadkowe pojazdów i pozycje końcowe ofiar wypadku	119
5.2.8.	Uszkodzenia i odkształcenia pojazdów	119
5.2.9.	Widok z miejsca kierowcy	121
5.2.10.	Zdjęcia nocne.....	121
5.3.	Rzut środkowy i rzut równoległy prostokątny	122
5.4.	Fotogrametria	123
5.4.1.	Uwagi ogólne.....	123
5.4.2.	Metoda siatki	123
5.4.3.	Metoda restytucji koła głębokości.....	126
Rozdział 6.	Proces hamowania i jego rekonstrukcja	133
6.1.	Wiadomości wstępne	133
6.2.	Hamowanie w ruchu prostoliniowym	134
6.2.1.	Zachowanie prostoliniowego toru podczas hamowania.....	134
6.2.2.	Wyznaczanie długości śladów hamowania	135
6.3.	Ocena prędkości początkowej na podstawie śladów hamowania	136
6.3.1.	Nawierzchnia jednorodna.....	136
6.3.2.	Nawierzchnia o zróżnicowanej przyczepności.....	139
6.4.	Hamowanie w krzywoliniowym ruchu samochodu ...	141
6.4.1.	Wyznaczanie toru ruchu	141
6.4.2.	Obliczenie prędkości jazdy.....	143
6.4.3.	Obliczenia z wykorzystaniem współczynników korekcyjnych	145
6.5.	Hamowanie z niesprawnym układem hamulcowym..	151
6.5.1.	Hamowanie jednej osi kół w samochodzie dwuosiowym	151
6.5.2.	Hamowanie z wykorzystaniem jednego obwodu układu krzyżowego (diagonalnego)	153
6.6.	Hamowanie z układem ABS.....	154
6.7.	Hamowanie silnikiem.....	157
Rozdział 7.	Proces wywracania samochodu	159
7.1.	Obliczenie prędkości maksymalnej na łuku drogi.....	159
7.2.	Obliczenia z uwzględnieniem elastyczności zawieszenia.....	161
7.3.	Stan równowagi nietrwałej przy wywracaniu. Prędkość krytyczna.....	164
7.4.	Typowe odkształcenia nadwozia w procesie wywracania.....	166
Rozdział 8.	Elementy mechaniki zderzenia	168
8.1.	Podstawowe pojęcia i równania mechaniki.....	168
8.2.	Podstawowe pojęcia mechaniki zderzenia ciał.....	170
8.3.	Zderzenie centralne i mimośrodkowe	172

8.4.	Ciała gładkie i szorstkie.....	173
8.5.	Zasada zachowania pędu i krętu.....	174
8.6.	Współczynnik restytucji	176
8.7.	Energia w układzie zderzających się ciał	177
Rozdział 9.	Analiza procesu zderzenia samochodów.....	180
9.1.	Wiadomości wstępne	180
9.2.	Model matematyczny zderzenia dwóch samochodów. Równania pędu i krętu.....	181
9.3.	Oszacowanie masowego momentu bezwładności.....	185
9.4.	Oszacowanie współczynnika restytucji.....	187
9.5.	Model matematyczny zderzenia dwóch samochodów. Zapis macierzowy	192
9.6.	Metody energetyczne analizy zderzeń samochodów .	197
9.6.1.	Uwagi ogólne.....	197
9.6.2.	Charakterystyki sztywności nadwozia	197
9.6.3.	Metoda Campbella.....	200
9.6.4.	Rozwinięcie metody Campbella. Pojęcia pomocnicze.....	203
9.6.5.	Siatki energetyczne.....	204
9.6.6.	Metoda McHenry'ego	207
9.7.	Korekta obliczonych prędkości w rekonstrukcji wypadku drogowego	210
9.8.	Problem zmiany prędkości w analizie zderzenia samochodów	212
9.8.1.	Uwagi ogólne.....	212
9.8.2.	Definicje zmiany prędkości samochodów w fazie zderzenia	212
9.8.3.	Zmiana prędkości samochodów w zderzeniu czołowym	214
Rozdział 10.	Zderzenie samochodu z pieszym	216
10.1.	Wpływ różnych czynników na bezpieczeństwo pieszego	216
10.2.	Rekonstrukcja wypadku drogowego z udziałem pieszych	217
10.3.	Fazy wypadku z udziałem pieszych	219
10.4.	Konstrukcja przedniej części nadwozia.....	221
10.5.	Klasyfikacja nadwozi	221
10.6.	Trajektorie pieszego w fazie lotu.....	222
10.7.	Rozwinięcie pieszego	223
10.8.	Sunięcie pieszego	224
10.9.	Prędkość kolizyjna samochodu a prędkość odrzutu pieszego	225
10.10.	Modele matematyczne.....	226
10.10.1.	Uwagi ogólne.....	226
10.10.2.	Modele o postaci $s_{OD} = f(v)$	226
10.10.3.	Modele o postaci $v = f(s_{OD})$	229

Rozdział 11. Medycyna wypadkowa i biomechanika	232
11.1. Wiadomości wstępne	232
11.2. Charakterystyczne cechy ciała ludzkiego	232
11.3. Typologia i stopień natężenia obrażeń w niektórych rodzajach wypadków	234
11.4. Odporność ciała na urazy	240
11.5. Obrażenia szyjnego odcinka kręgosłupa „Whiplash”	244
11.6. Manekiny i komputerowe modelowanie ludzi	246
Rozdział 12. Analiza czasowo-przestrzenna wypadku drogowego	249
12.1. Wiadomości wstępne	249
12.2. Formy analizy czasowo-przestrzennej	249
12.2.1. Uwagi ogólne	249
12.2.2. Analiza czasowo-przestrzenna w formie analitycznej	250
12.2.3. Analiza czasowo-przestrzenna w formie graficznej	253
12.3. Uniknięcie potrącenia (najechania)	255
12.3.1. Uwagi ogólne	255
12.3.2. Uniknięcie potrącenia – ujęcie analityczne	256
12.3.3. Uniknięcie potrącenia – interpretacja geometryczna	257
12.4. Uniknięcie najechania poprzez omijanie	260
12.5. Czas reakcji kierowcy	263
12.6. Prędkość ruchu pieszych	266
Rozdział 13. Urządzenia rejestrujące ruch pojazdów	268
13.1. Wiadomości wstępne	268
13.2. Tachografy mechaniczne	269
13.2.1. Uwagi ogólne	269
13.2.2. Tolerancje przy zapisie na karcie tachografu	270
13.2.3. Zapis z karty tachografu w sytuacji szczególnej	271
13.3. Tachografy cyfrowe	272
13.4. Inne urządzenia rejestrujące, „czarne skrzynki”	273
Rozdział 14. Programy komputerowe wspomagające proces rekonstrukcji	276
14.1. Wiadomości wstępne	276
14.2. Programy rysunkowe	276
14.3. Programy fotogrametryczne	277
14.3.1. <i>PC-Rect</i>	277
14.3.2. <i>PhotoModeler</i>	279
14.4. Programy kalkulacyjne	280
14.4.1. <i>CRASH3</i>	280
14.4.2. <i>Rec-Tec</i>	282
14.4.3. <i>Drive3</i>	282
14.4.4. <i>RWD</i>	283
14.4.5. Programy do analizy widoczności w warunkach jazdy nocnej	285

14.5.	Programy wspomagające analizę czasowo-przestrzenną.....	285
14.5.1.	<i>Titan</i>	286
14.5.2.	<i>Slibar+</i>	287
14.6.	Programy symulacyjne.....	287
14.6.1	Uwagi ogólne.....	287
14.6.2.	<i>SMAC</i>	287
14.6.3.	<i>CARAT</i>	289
14.6.4.	<i>V-SIM</i>	290
14.6.5.	<i>Virtual CRASH</i>	291
14.6.6.	<i>PC-Crash</i>	291
14.6.7.	<i>HVE</i>	297
Rozdział 15.	Ocena wiarygodności procesu rekonstrukcji	302
15.1.	Wiadomości wstępne.....	302
15.2.	Część rekonstrukcyjna ekspertyzy	303
15.3.	Część ocenna ekspertyzy	304
15.4.	Opinie wersyjne.....	305
15.5	Rzetelność prac rekonstrukcyjnych.....	306
15.6.	Taktyka rekonstrukcji zdarzenia.....	308
Rozdział 16.	Analiza wypadków drogowych w warunkach ograniczonej widoczności	309
16.1.	Podstawy widoczności i zauważania.....	309
16.2.	Podstawowe jednostki i zależności świetlne, podstawy dostrzegania.....	314
16.3.	Uprozczone sposoby wyznaczania zasięgu widoczności w światłach mijania	319
16.4.	Zasady opiniowania wypadków drogowych w warunkach nocnych	322
16.5.	Widoczność na łuku drogi	326
Załączniki		328
Z1.	Podstawy oceny niepewności w obliczeniach związanych z rekonstrukcją wypadku drogowego	328
Z1.1.	Błąd pomiaru bezpośredniego	328
Z1.2.	Błąd a niepewność pomiaru.....	328
Z1.3.	Parametry zmiennej losowej x_i	329
Z1.4.	Niepewność pomiaru pośredniego	331
Z1.5.	Szacowanie niepewności wielkości wejściowych.....	332
Z1.6.	Wyznaczanie współczynników wrażliwości	336
Z1.7.	Inne metody analizy niepewności	342
Z2.	Protokół oględzin miejsca wypadku drogowego.....	342
Z3.	Przykład akt z postępowania sądowego	348
Bibliografia		360