

Spis treści

Wstęp	11
1. Ogólne zasady trasowania dróg	15
1.1. Układy geometryczne stosowane w trasowaniu dróg	20
1.1.1. Podstawowe elementy geometryczne	25
1.1.2. Kombinacje elementów podstawowych	28
1.2. Trasowanie osi drogi w planie sytuacyjnym	38
1.3. Trasowanie osi drogi w profilu podłużnym	43
1.4. Kształtowanie przekrojów poprzecznych	50
1.5. Koordynacja elementów trasy w planie sytuacyjnym i przekroju podłużnym	54
2. Wyznaczanie podstawowych elementów krzywoliniowych w tradycyjnym podejściu do trasowania łuków poziomych	63
2.1. Łuki kołowe	63
2.1.1. Wyznaczanie punktów głównych łuku kołowego	63
2.1.2. Wyznaczanie punktów pośrednich łuku kołowego	65
2.2. Kłotoida jako krzywa przejściowa	71
2.2.1. Równania kłotoidy	71
2.2.2. Współrzędne prostokątne kłotoidy	76
2.2.3. Współrzędne biegunowe kłotoidy	82
2.2.4. Przesunięcie stycznej	83
2.2.5. Kłotoida jednostkowa	85
2.2.6. Elementy konstrukcyjne kłotoidy	87
2.2.7. Dobór parametru kłotoidy	89
3. Wyznaczanie różnych układów geometrycznych w tradycyjnym podejściu do trasowania łuków poziomych	95
3.1. Wyznaczanie łuku kosowego	95
3.2. Wyznaczanie układów geometrycznych w postaci łuku kołowego z kłotoidami	100
3.2.1. Łuk kołowy z symetrycznymi łukami kłotoidy	100
3.2.2. Łuk kołowy z niesymetrycznymi łukami kłotoidy	102

3.3.	Wyznaczanie krzywych esowych	105
3.3.1.	Krzywe esowe w postaci odwrotnych łuków kołowych	106
3.3.2.	Krzywe esowe w postaci odwrotnych łuków kołowych połączonych łukami klotoidy	107
3.4.	Wyznaczanie krzywych owalnych	111
3.5.	Wyznaczanie biklotoidy	115
3.5.1.	Biklotoida symetryczna	116
3.5.2.	Biklotoida niesymetryczna	118
3.6.	Wyznaczanie klotoidy koszowej	120
3.7.	Uwagi końcowe	123
4.	Tradycyjne podejście do trasowania łuków pionowych	125
4.1.	Równanie krzywej pionowej	125
4.2.	Właściwości parabolicznej krzywej pionowej	127
4.3.	Uwagi projektowe dotyczące parabolicznych łuków pionowych	131
4.3.1.	Długość pionowej krzywej parabolicznej określona przez dopuszczalne wartości przyspieszenia dośrodkowego na łuku pionowym	131
4.3.2.	Odległość widoczności na zatrzymanie	132
4.3.3.	Długość pionowego łuku wypukłego a odległość widoczności na zatrzymanie	134
4.3.4.	Długość pionowego łuku wklęsłego a odległość widoczności na zatrzymanie	138
4.3.5.	Długość pionowego łuku wklęsłego a zasięg oświetlenia jezdni reflektorami pojazdu	141
5.	Niekonwencjonalne podejście do trasowania dróg	143
6.	Krzywe przejściowe i ich rola w trasowaniu dróg	151
6.1.	Przesłanki stosowania krzywych przejściowych	151
6.2.	Ruch po torze krzywoliniowym i warunki brzegowe krzywych przejściowych	155
6.3.	Krzywe przejściowe na łukach pionowych w świetle warunków dynamiki ruchu	158
6.4.	Alternatywny punkt widzenia na potencjał aplikacyjny krzywych przejściowych	164
7.	Możliwe sposoby definiowania i matematyczny opis krzywych przejściowych	167
8.	Krzywe przejściowe określone funkcją ich krzywizny	175
8.1.	Krzywa spiralna (klotoida)	175
8.2.	Krzywa <i>Blossa</i>	178

8.3. Krzywa <i>Grabowskiego</i>	181
8.4. Krzywe <i>Auberlena</i> i <i>Kleina</i>	183
8.5. Porównanie geometrii krzywych przejściowych określonych funkcją krzywizny	184
8.6. Krzywe hamowania i przyspieszania	188
8.7. Inne krzywe przejściowe określone funkcją krzywizny	191
9. Krzywe przejściowe określone przy użyciu funkcji jawnej	195
9.1. Paraboliczne krzywe przejściowe	196
9.2. Wielomianowe krzywe przejściowe	199
9.2.1. Wielomianowe krzywe przejściowe o niegładkim wykresie krzywizny	200
9.2.2. Wielomianowe krzywe przejściowe o gładkim wykresie krzywizny	202
9.3. Sinusoidalna krzywa przejściowa	208
9.4. Inne krzywe przejściowe opisane za pomocą funkcji jawnej	210
10. Krzywe przejściowe opisane za pomocą współrzędnych biegunowych	213
10.1. Lemniskata <i>Bernoulliego</i>	216
10.2. Lemniskata jako krzywa przejściowa	220
11. Niekonwencjonalne rozwiązania krzywych przejściowych	225
11.1. Ogólne krzywe przejściowe	226
11.1.1. Ogólne krzywe przejściowe określone funkcją ich krzywizny	227
11.1.1.1. Ogólne krzywe przejściowe o niegładkim wykresie krzywizny	227
11.1.1.2. Ogólne krzywe przejściowe o gładkim wykresie krzywizny	228
11.1.2. Wielomianowe ogólne krzywe przejściowe i ich warunki brzegowe	233
11.1.3. Wielomianowe ogólne krzywe przejściowe przedstawione przez <i>Grabowskiego</i>	234
11.1.4. Zmodyfikowane wielomianowe ogólne krzywe przejściowe	238
11.1.4.1. Zmodyfikowane krzywe o niegładkim wykresie krzywizny	238
11.1.4.2. Zmodyfikowane krzywe o niegładkim wykresie krzywizny	239
11.1.4.3. Zmodyfikowane krzywe o gładkim wykresie krzywizny	242
11.1.5. Wielomianowe ogólne krzywe przejściowe przedstawione przez <i>Kobrynia</i>	245
11.1.5.1. Wielomianowe ogólne krzywe przejściowe o niegładkim wykresie krzywizny	245
11.1.5.2. Wielomianowe ogólne krzywe przejściowe o gładkim wykresie krzywizny	247

11.1.6. Sinusoida jako ogólna krzywa przejściowa	249
11.2. Esowate krzywe przejściowe jako szczególny przypadek ogólnych krzywych przejściowych	251
11.3. Uniwersalne i owalne krzywe przejściowe	252
11.3.1. Uniwersalne i owalne krzywe przejściowe o zadanym położeniu punktu końcowego	256
11.3.2. Uniwersalne i owalne krzywe przejściowe o swobodnym położeniu punktu końcowego	261
12. Niekonwencjonalne rozwiązania krzywych przejściowych w trasowaniu łuków poziomych	267
12.1. Sinusoida jako krzywa przejściowa między prostą a łukiem kołowym	267
12.2. Wielomianowe krzywe przejściowe jako element łączący prostą z łukiem kołowym	272
12.3. Ogólne krzywe przejściowe jako przejście między dwoma kierunkami prostoliniowymi	275
12.4. Esowate krzywe przejściowe jako alternatywa dla krzywych esowych	278
12.5. Projektowanie przejść krzywoliniowych za pomocą uniwersalnych i owalnych krzywych przejściowych	288
12.5.1. Postępowanie w przypadku krzywych o zadanym położeniu punktu końcowego	289
12.5.2. Postępowanie w przypadku krzywych o swobodnym położeniu punktu końcowego	293
13. Trasowanie polinomialne z użyciem ogólnych krzywych przejściowych	297
13.1. Zasady ogólne	298
13.2. Przypadki specjalne	302
13.2.1. Procedura obliczeniowa w przypadku zmodyfikowanych ogólnych krzywych przejściowych	303
13.2.2. Procedura obliczeniowa w przypadku ogólnych krzywych przejściowych o swobodnym położeniu punktu końcowego	305
13.3. Dopasowywanie krzywych do położenia punktów kierunkowych	306
13.3.1. Dopasowywanie zmodyfikowanych ogólnych krzywych przejściowych	307
13.3.2. Dopasowywanie ogólnych krzywych przejściowych o swobodnym położeniu punktu końcowego	310
13.4. Uwagi uzupełniające	310
14. Przesłanki praktyczne i zasady kształtowania łuków pionowych z użyciem krzywych przejściowych	313
14.1. Wpływ pochylenia podłużnego na zużycie paliwa w świetle norm i przepisów	314

14.2. Zużycie paliwa na łukach pionowych utworzonych przez wybrane krzywe	319
14.3. Wyokrąglenie załamów niwelety z użyciem wielomianowych krzywych przejściowych	324
15. Optymalizacja przebiegu niwelety krzywoliniowej w postaci ciągu krzywych przejściowych	333
15.1. Tworzenie równań aproksymacyjnych z użyciem parabolicznych krzywych przejściowych	334
15.2. Tworzenie równań aproksymacyjnych z użyciem wielomianowych krzywych przejściowych	338
15.3. Tworzenie równań aproksymacyjnych z użyciem ogólnych krzywych przejściowych	342
15.4. Odcinki prostoliniowe jako ewentualne dodatkowe elementy niwelety	348
15.5. Układ równań aproksymacyjnych i jego rozwiązanie	350
15.6. Przykłady liczbowe	351
16. Krzywe przejściowe w projektowaniu niwelety łącznic w obrębie węzłów drogowych	357
Literatura	373
Wykaz rysunków	381
Wykaz tabel	387