

# Spis treści

<b>Streszczenie</b> .....	9
<b>Summary</b> .....	13
<b>1. Wstęp</b> .....	15
Literatura .....	18
<b>2. Oddziaływanie robót strzałowych na otoczenie</b> .....	19
2.1. Uregulowania prawne .....	19
2.2. Specyfika robót strzałowych w górnictwie i robotach inżynierskich .....	21
2.2.1. Roboty strzałowe w górnictwie podziemnym i budownictwie tunelowym .....	21
2.2.2. Roboty strzałowe w górnictwie odkrywkowym .....	23
2.2.3. Roboty strzałowe w pracach makroniwelacyjnych i wyburzeniowych .....	25
Literatura .....	27
<b>3. Problematyka drgań indukowanych robotami strzałowymi</b> .....	28
3.1. Fale propagowane w środowisku skalnym .....	28
3.2. Efekt sejsmiczny strzelania .....	32
3.3. Aparatura do pomiarów intensywności drgań .....	36
3.3.1. Aparatura z rejestracją cyfrową .....	37
3.3.2. Aparatura typu UVS .....	39
3.4. Zapis cyfrowy drgań jako sygnał zmienności parametru w czasie – analiza sygnałów .....	44
3.4.1. Analiza w dziedzinie czasu .....	47
3.4.2. Filtracja sygnału czasowego – analiza tercjowa .....	48
3.4.3. Algorytm <i>matching pursuit</i> – algorytm dopasowania krokowego .....	49
Literatura .....	60

<b>4. Znaczenie częstotliwości drgań w ocenie ich oddziaływania na budynek .....</b>	<b>62</b>
4.1. Normy stosowane w wybranych krajach .....	64
4.1.1. Standardy amerykańskie .....	64
4.1.2. Standardy niemieckie .....	67
4.2. Skale SWD normy PN-B-02170:2016-12 .....	70
4.2.1. Wymagania dotyczące pomiarów i analizy sejsmogramów drgań .....	70
4.2.2. Ocena oddziaływania drgań z zastosowaniem skal SWD .....	74
4.2.3. Wskaźnik WODB – wskaźnik odczuwalności drgań przez budynki .....	80
4.3. Podsumowanie .....	82
Literatura .....	83
<b>5. Wykonywanie robót strzałowych z opóźnieniem międzysrzalowym .....</b>	<b>85</b>
5.1. Rozwój systemów inicjowania ładunków MW .....	85
5.2. Odpalanie milisekundowe ładunków MW w górnictwie odkrywkowym – rys historyczny .....	114
Literatura .....	130
<b>6. Badania nad opóźnieniami milisekundowymi prowadzone w Polsce .....</b>	<b>135</b>
6.1. Zapalarki do milisekundowego odpalania ładunków MW .....	136
6.2. Charakterystyka prac badawczych z zastosowaniem zapalarki ZT 480t .....	139
6.2.1. Badania w kopalni gipsu przeprowadzone w 1989 roku .....	139
6.2.2. Badania w kopalni gipsu przeprowadzone w 1991 roku .....	144
6.3. Wpływ warunków geologicznych na strukturę drgań wzbudzanych detonacją ładunków MW .....	152
6.3.1. Struktura drgań wzbudzanych odpalaniem ładunków MW z opóźnieniem milisekundowym .....	157
6.3.2. Analiza czasowo-częstotliwościowa drgań wzbudzanych odpalaniem ładunków MW z opóźnieniem milisekundowym .....	160
6.4. Wpływ jakości podłoża pod budynkiem na wybór opóźnienia milisekundowego – badania z zastosowaniem zapalarki Explo-201 .....	164
6.4.1. Charakterystyka prac badawczych z zastosowaniem zapalarki Explo-201 .....	164
6.4.2. Analiza czasowo-częstotliwościowa drgań podłoża i fundamentu .....	175
6.5. Podsumowanie .....	180
Literatura .....	181

<b>7. Metoda <i>signature hole</i></b> .....	183
7.1. Zastosowanie metody <i>signature hole</i> do projektowania robót strzałowych .....	189
7.2. Procedura pracy programu Blasting Solutions .....	189
7.3. Procedura wyboru optymalnego rozwiązania .....	192
7.4. Istotne etapy pracy algorytmu projektowania robót strzałowych .....	195
Literatura .....	202
<b>8. Dobór opóźnień milisekundowych przy odpalaniu serii wielozeregowych – badania terenowe w kopalni łupków</b> .....	205
8.1. Przykład projektu doboru opóźnień milisekundowych – studium jednego przypadku .....	205
8.2. Odpalanie pojedynczych ładunków MW .....	215
8.3. Analiza intensywności drgań wzbudzanych odpalaniem serii produkcyjnych .....	225
8.3.1. Analiza serii odpalonych w piętrze poziomym I .....	260
8.3.2. Analiza serii odpalonych w piętrze poziomym Ia .....	264
8.3.3. Analiza serii odpalonych w piętrze poziomym II .....	267
8.3.4. Analiza serii odpalonych w piętrze poziomym III .....	283
8.3.5. Analiza serii odpalonych w piętrze poziomym IIIa .....	287
8.4. Podsumowanie .....	290
Literatura .....	290
<b>9. Dobór opóźnień milisekundowych przy odpalaniu serii jednoszeregowych – badania terenowe w kopalni margli</b> .....	291
9.1. Analiza wyników pomiarów intensywności drgań .....	292
9.1.1. Odpalanie pojedynczych ładunków MW .....	292
9.1.2. Ocena intensywności drgań wzbudzanych odpalaniem pojedynczych ładunków MW .....	296
9.2. Projektowanie siatki opóźnień z zastosowaniem programu Blasting Solutions .....	299
9.3. Odpalanie serii ładunków MW .....	300
9.4. Podsumowanie .....	324
Literatura .....	326
<b>10. Podsumowanie i wnioski</b> .....	327
<b>Załącznik nr 1</b> .....	333