

Spis treści

Wstęp	9
1. Wprowadzenie	11
1.1. Czynniki fizyczne wpływające na skład atmosfery	11
1.2. Badania atmosferycznego stężenia metanu w atmosferze Polski	13
1.3. Stacja pomiaru stężenia gazów śladowych KASLAB	14
1.4. Globalny i regionalny bilans metanu	17
2. Metody pomiaru stężenia atmosferycznego metanu	25
2.1. Chromatografia gazowa	25
2.1.1. Detektor FID	26
2.1.2. Detektor PDD	31
2.1.3. Detektor TCD	31
2.1.4. Dozowniki układu chromatograficznego	32
2.2. Niechromatograficzne metody pomiaru stężenia metanu	33
2.2.1. Czujniki pelistorowe	33
2.2.2. Czujniki półprzewodnikowe	36
2.2.3. Czujniki optyczne	38
2.3. Elementy budowy analizatorów laserowych	43
2.3.1. Źródła światła: lasery DFB i DBR	46
2.3.2. Źródła światła: lasery ECDL	47
2.3.3. Źródła światła: lasery QCL	48
2.3.4. Zasilanie i tryb pracy lasera	49
2.3.5. Oscylatory parametryczne	52
2.3.6. Detektory optyczne	52
2.3.7. Wnęki optyczne	53
2.4. Technika OF-CEAS	54
2.5. Technika OA-ICOS	57

2.6. Technika CRDS	62
2.7. Inne techniki pomiarowe	67
2.7.1. Techniki oparte na QCL	67
2.7.2. Technika OP-TDLAS	68
2.7.3. Technika CP-TDLAS	69
2.7.4. Analizatory fotoakustyczne	69
2.7.5. Analizatory FTIR	70
2.7.6. Kamery OGI i kamery hiperspektralne	72
2.8. Kalibracja pomiarów stężenia metanu	74
2.8.1. Niepewność oznaczenia stężenia – międzylaboratoryjne pomiary porównawcze	77
2.8.2. Kalibracja analizatorów spektrofotometrycznych	81
3. Metodyka badania emisji metanu	85
3.1. Zmienność przestrzenna i czasowa parametrów fizycznych atmosfery	85
3.2. Pośrednie metody badania wielkości emisji metanu	93
3.2.1. Kowariancja wirów	93
3.2.2. Tomografia atmosfery wykorzystująca laser	97
3.2.3. Metoda znacznikowa	98
3.2.4. Metoda odwrotnego modelu Gaussa (IGM)	99
3.2.5. Metoda OTM33A	105
3.2.6. Bilans masy	108
3.3. Bezpośrednie metody badania wielkości emisji metanu	111
3.4. Walidacja metod wyznaczania emisji metanu przez kontrolowane uwolnienie gazu	120
3.4.1. Określenie wielkości rzeczywistej szybkości uwalniania metanu	122
3.4.2. Metoda znacznikowa	124
3.4.3. Metoda odwrotnego modelu Gaussa	128
3.4.4. Metoda przesiewowa	128
4. Mobilne pomiary stężenia metanu	131
4.1. Historia badań stężenia metanu na Górnym Śląsku	131
4.2. Badania szczelności sieci dystrybucji gazu ziemnego metodą przesiewową (screening)	136
4.3. Badania przesiewowe w pobliżu potencjalnych punktowych źródeł emisji metanu związanych z dystrybucją gazu ziemnego	156

4.4. Badania emisji metanu związanej z zakończonymi pracami górniczymi	158
4.5. Badania emisji powierzchniowej metanu związanej z gospodarką odpadami	164
4.6. Badania emisji punktowej metanu z szybów wentylacyjnych	170
5. Pomiary bilansu metanu z wykorzystaniem platform satelitarnych	179
5.1. Satelita Sentinel-5P i spektrofotometr TROPOMI	180
5.2. Satelita GOSAT i spektrofotometr TANSO-FTS	190
5.3. Satelita GHGSat Claire (GHGSat-D)	193
5.4. Inne platformy satelitarne: PRISMA, WorldView-3, EnMAP	194
5.5. Planowane misje satelitarne do określania stężenia metanu w atmosferze (2024–2030)	196
6. Podsumowanie	198
Bibliografia	203