

Roman Urba, Tadeusz Kwilosz  
*Instytut Nafty i Gazu, Oddział Krosno*

## Metodyka pomiarowo-interpretacyjna wyników badań mikroklimatu i zapylenia, jako czynników środowiska w zakładach górnictwa nafty i gazu

### Wprowadzenie

Proces wykonywania otworu wiertniczego, na który składają się operacje: wiercenia, zapuszczania i wyciągania kolumny przewodu wiertniczego, sporządzania płuczki wiertniczej oraz prace pomocnicze, wywiera znaczny wpływ na kształtowanie się mikroklimatu oraz zapylenia na stanowiskach pracy i w środowisku obsługi wiertni. Wymienione wyżej czynniki środowiska znajdują uzasadnienie również na terenie prac w obiektach otworowych eksploatacji złóż ropy naftowej i gazu ziemnego oraz branż pokrewnych. Otrzymują one różne wartości, które – według przepisów i obowiązujących norm w tym zakresie – oddziałują niekorzystnie na pracowników obsługi obiektów górnictwa naftowego i gazownictwa.

Polskie kryteria oceny mikroklimatu oraz wielkości zapylenia na stanowiskach pracy ujmuje Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29.11.2002 r. w sprawie najwyższych stężeń i natężeń czynników

szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. z 18.12.2002 r. nr 217, poz. 1833), a także Dyrektywa Unii Europejskiej (2002/49/WE) [3, 13].

Rozporządzenia określają wartości dopuszczalne, co na zakłady branży naftowej nakłada obowiązek wykonywania w określonym czasie wymaganych pomiarów, w ww. zakresie. W opracowaniu przedstawiono zagadnienia mikroklimatu i zapylenia, jako czynników towarzyszących na stanowiskach pracy. Przedstawiono metody badawcze wykonywania pomiarów – z interpretacją wyników włącznie – oraz opracowano program komputerowy, jako narzędzie pozwalające w stosunkowo krótkim czasie wykonać sprawozdanie i przesłać wyniki zleceniodawcy.

Ze względu na obszerność zagadnienia, w artykule przedstawiono jedynie podstawową oraz najistotniejszą tematykę, mającą zastosowanie głównie w badaniach na stanowiskach pracy i w środowisku.

### Mikroklimat i zapylenie, jako czynniki środowiska pracy

Mikroklimat to zespół czynników meteorologicznych bezpośrednio określających bytowe warunki organizmu lub grupy organizmów pracownika, zależnych bezpośrednio od różnych przedmiotów terenowych, naturalnych lub sztucznych [4].

Mikroklimat w znaczeniu encyklopedycznym jest to klimat charakterystyczny dla małej części środowiska, której odrębność jest wynikiem specyfiki układu czynników ją tworzących, np. wysokości i wahań temperatury,

wilgotności, szybkości ruchu powietrza itp. Określonym mikroklimatem może się charakteryzować zarówno obszar lokalizacji wiertnicy obiektu górniczego (miejscowość), jak i zbudowany przez człowieka twór sztuczny (hala produkcyjna, wewnątrz zakładu itp.).

Do podstawowych czynników kształtujących mikroklimat środowiska w przemyśle naftowym należy zaliczyć głównie: temperaturę powietrza, promieniowanie cieplne i ciśnienie atmosferyczne. Wszystkie te części składowe

mikroklimatu wywierają znaczny wpływ na samopoczucie załóg wiertniczych, ich sprawność fizyczną i umysłową, wydajność pracy oraz na zachowanie dobrego stanu zdrowia. Mikroklimat w pewnym stopniu decyduje także o gospodarce cieplnej organizmu pracownika.

Badania mikroklimatu wykonano za pomocą posiadanego zestawu aparatury typu BABUC-A, produkcji włoskiej, nr fab. 1761. Aparatura posiada wymagany zestaw świadectw wzorcowania, wydany przez Główny Urząd Miar w Warszawie (rysunek 1).

Pomiary zapylenia wykonano za pomocą aspiratora indywidualnego typu AP-2A, z zastosowaniem pompki indywidualnej oraz sączków typu FIBRO-25, w pomieszczeniu spawalni zakładu górniczego.

Przykładowo, w sposób konwencjonalny przedstawiono pomiar mikroklimatu gorącego stanowiska operatora wtryskarek (rejon obsługi wtryskarki COLOSIO 1200/1) oraz zapylenia (stanowisko spawacza).

- Temperatura zewnętrzna podczas wykonywania pomiarów:  $-5^{\circ}\text{C}$ .
- Ocena energii metabolizmu, na podstawie tabeli *Klasyfikacja tempa metabolizmu* według PN-EN 27243:2005 (tablica 1),  $M = 200 \div 230$  [ $\text{W}/\text{m}^2$ ].
- Ustalona ciepłochłonność odzieży na podstawie załącznika PN-88/N-08008 lub załącznika C PN-85/N-08013 dla rękawic, butów skórzanych przemysłowych, okularów ochronnych:  $ICL = 0,8 \div 0,95$  [clo].
- Metoda wykonywania pomiarów: PN-EN 27243:2005 *Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążenia termicz-*



Rys. 1. Najnowszej generacji zestaw aparatury do badania mikroklimatu typu BABUC-A, produkcji włoskiej

*nego działającego na człowieka podczas pracy oparte na wskaźniku WBGT.*

Określenie wskaźników *PMV* oraz *PPD*, a także wymagań dotyczących komfortu termicznego.

Niepewność wyniku badań *WBGT* (przy  $P = 95\%$  i  $k = 2$ ) wynosi  $0,8^{\circ}\text{C}$ .

Tablica 1. Stanowisko operatora wtryskarek

Rodzaj mierzonych parametrów	Miejsce: rejon obsługi pieca MARCONI eksp. 60/60 min		
	Na wysokości głowy	Na wysokości brzucha	Na wysokości kostek nóg
Temperatura powietrza, $t_a$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	12,52	13,67	9,95
Temperatura wilgotna naturalna, $t_{nw}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	7,83	7,29	5,50
Temperatura kuli Vernona, $t_g$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	14,23	14,83	12,16
Średnia temperatura promieniowania, $t_r$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	15,95	16,07	14,32
Prędkość przepływu powietrza (wiatru), $v_a$ [m/s]	0,21	0,23	0,19
Wilgotność względna, $RH$ [%]	34,35	32,24	35,11
Temperatura otoczenia, $t_o$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	13,55	14,39	11,49
<b>WARTOŚĆ WSKAŹNIKÓW</b>			
<i>PMV</i> – przewidywana ocena średnia	0,81	0,93	0,50
<i>PPD</i> – przewidywany odsetek niezadowolonych [%]	18,89	23,44	10,23
<i>WBGT</i> – wskaźnik obciążeń termicznych [ $^{\circ}\text{C}$ ]	9,75	9,55	7,50
	9,09		
Wyznaczone obciążenie termiczne działające na człowieka podczas pracy oparte na wskaźniku <i>WBGT</i> na stanowisku operatora wtryskarek: $WBGT = 9,1 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$			
Na stanowisku operatora wtryskarek występuje komfort termiczny			

- Podstawa czasu wykonywanych czynności do obliczenia średniej wartości wskaźnika *WBGT* przy 60 min. Wyniki badań przedstawiono w tablicach 1 i 2. Pomiary zapylenia wykonano zgodnie z metodyką nor-

my PN-91/Z-04030/05; ważąc sączi przed i po pobraniu pyłu na stanowisku pracy, ustalając uprzednio natężenie przepływu powietrza (przy pomocy rotametu), które wynosiło 1,9 l/min.

Tablica 2. Stanowisko spawacza

Pomieszczenie stanowisko/strefa robocza – opis czynności	Fracja pyłu	Stężenie pyłu [mg/m <sup>3</sup> ]		Zawartość SiO <sub>2</sub> [%]	NDS [mg/m <sup>3</sup> ]	Krotność NDS
		oznaczone <i>C</i>	średnia ważona <i>C<sub>w</sub></i>			
Stanowisko spawacza	Pył całkowity	4,91 3,51	4,21	2,63	4,0	1,05
	Pył respirabilny	-	-	-	-	-

Na stanowisku spawacza stężenie pyłu całkowitego kształtuje się na granicy normy. Uwaga: Tok obliczeń dla pyłu respirabilnego jest taki sam jak dla pyłu całkowitego.

### Opracowanie narzędzi programistycznych – arkuszy kalkulacyjnych, dla obliczania parametrów oceny mikroklimatu i zapylenia

W celu usprawnienia obliczeń parametrów oceny mikroklimatu i zapylenia opracowano zestaw skoroszytów – arkuszy kalkulacyjnych; umożliwiając w łatwy i szybki sposób wprowadzenie danych związanych z pomiarem oraz wyliczenie podstawowych parametrów oceny badanych wielkości.

W dotychczasowych pracach wykonywanych w ramach działalności Instytutu Nafty i Gazu, narzędzia programistyczne usprawniające obliczenia wykonywane były w postaci programów komputerowych projektowanych w środowisku DELPHI i kompilowanych do plików wykonywalnych *exe*. W tym przypadku zrezygnowano z tego podejścia i opracowano zestaw skoroszytów – arkuszy kalkulacyjnych EXCEL. Powodem takiego wyboru były znaczne koszty kolejnych wersji środowiska programistycznego DELPHI oraz konieczność spełnienia, podnoszonych z roku na rok, standardów związanych z legalnością oprogramowania, a w szczególności wymogu wystawiania licencji przez twórcę oprogramowania dla użytkowników i związanych z tym problemów natury biurokratycznej.

W efekcie powstał zestaw skoroszytów, który co do zakresu funkcjonalności oraz wygody w użyciu, w zakresie wykonywanych w tym przypadku obliczeń, w niczym nie ustępuje programom komputerowym – można nawet stwierdzić, że łatwość instalacji i uruchamiania oraz prostota w użyciu jaką zapewniają arkusze kalkulacyjne daje im w tym przypadku przewagę nad skompilowanymi programami.

W skład zestawu wchodzi dwa pliki:

- *Mikroklimat.xls* – skoroszyt do szacowania parametrów oceny mikroklimatu na stanowiskach pracy,
- *Zapylenie.xls* – skoroszyt do szacowania zapylenia na stanowiskach pracy.

W przypadku skoroszytu *Mikroklimat*, ze względu na swoją funkcjonalność można wyodrębnić 3 grupy arkuszy:

- dwa arkusze zawierające dane pomiarowe i opis stanowisk pracy oraz informacje nt. pracowników,
- trzy arkusze zawierające wyniki obliczeń wielkości charakteryzujących mikroklimat,
- trzy arkusze zawierające dane tabelaryczne, pomocne do opisu zatrudnionych osób i charakteru wykonywanej przez nich pracy:
  - *Postawy* – zawierający tabelę wartości tempa metabolizmu  $M_p$  [W/m<sup>2</sup>], związanego z pozycją ciała podczas wykonywanej pracy,
  - *Praca* – zawierający tabelę wartości tempa metabolizmu  $M_m$  [W/m<sup>2</sup>], związanego z rodzajem wykonywanej pracy,
  - *Oporność* – zawierający tabelę współczynników oporności cieplnej poszczególnych części odzieży –  $I_{cl}$  [clo], w którą ubrany jest pracownik na danym stanowisku pracy.

Uzupełniając informacje nt. danych dotyczących badania i oceny mikroklimatu należy zaznaczyć, że aby zarejestrować komplet wymaganych informacji należy uzupełnić w arkuszu dane o wymaganym komplecie odzieży pracownika na danym stanowisku pracy.

Dla wszystkich rodzajów mikroklimatu wyliczane są następujące wielkości:

- tempo metabolizmu związanego z pracą –  $M$  [ $W/m^2$ ],
- tempo całkowitego metabolizmu –  $CM$  [ $W/m^2$ ],
- współczynnik ciepłochłonności odzieży –  $I_{CL}$  [clo],
- średnia temperatura promieniowania –  $t_r$  [ $^{\circ}C$ ],
- temperatura operacyjna –  $t_o$  [ $^{\circ}C$ ],
- skumulowane (głowa + brzuch + nogi) wartości  $t_a$ ,  $t_g$ ,  $V_a$  i  $RH$ .

W zależności od kodu mikroklimatu (1 – umiarkowany, 2 – gorący, 3 – zimny) obliczane są parametry oceny właściwe dla danego środowiska:

- dla klimatu umiarkowanego:
  - wskaźnik obciążenia termicznego na danym stanowisku –  $MPV$  [-],
  - przewidywany odsetek pracowników niezadowolonych z warunków klimatycznych –  $PPD$  [%],
- dla klimatu gorącego:
  - wskaźnik obciążenia termicznego człowieka dla danej czynności –  $WBGT$  [ $^{\circ}C$ ],
  - wskaźnik obciążenia termicznego człowieka dla danego stanowiska –  $WBGTs$  [ $^{\circ}C$ ],
- dla klimatu zimnego:
  - wskaźnik siły chłodzenia powietrza –  $WCI$  [ $kca/m^2h$ ],
  - wskaźnik ciepłochronności odzieży –  $IREQ$  [clo],

W przypadku stanowiska oznaczonego jako charakterystyczne dla klimatu gorącego ( $t_a > 20^{\circ}C$ ) wyliczane są również wskaźniki właściwe dla klimatu umiarkowanego (jeśli stanowisko znajduje się w pomieszczeniu zamkniętym, a mierzone temperatury powietrza nie przekraczają  $30^{\circ}C$ ).

W prezentowanym arkuszu zrezygnowano z wyliczenia niepewności wyników pomiaru, ponieważ wielkości te, a także niepewności szacowanych parametrów, automatycznie obliczają zastosowane urządzenia pomiarowe – gdyż (zgodnie z właściwą normą) są one jedynie stałym ułamkiem szacowanych wielkości.

Poniżej zaprezentowano arkusze z wynikami szacowanych parametrów oceny mikroklimatu oraz tempa metabolizmu, związanego z rodzajem wykonywanej pracy i przyjmowaną postawą ciała.

W przypadku skoroszytu *Zapylenie* występuje jeden arkusz – zawierający zarówno dane pomiarowe zebrane z jednego stanowiska pracy, jak również wyliczone wskaźniki oceny zapylenia. Komplet danych pomiarowych rejestrowanych dla stanowiska to:

### Arkusz "Formularz\_Z"

#### WYNIKI BADAŃ DLA POMIARÓW W ŚRODOWISKU ZIMNYM

Lp	Nr	Nazwa stanowiska – miejsce pomiaru	$t_a$	$t_g$	$V_a$	$t_r$	$t_o$	$WCI$	$IREQ$	$Tdop$	$M$	$I_{CL}$
1	1	Magazyn materiałów sprzętu wiertniczego	2,5	6,5	0,8	15,7	6,0	608,5	1,58	480	72	1,02
2	3	Warsztat – ślusarz	7,5	11,0	0,7	18,4	10,5	624,7	0,49	480	419	0,89

#### Oznaczenia

Nazwa	Symbol	Jednostka
Metabolizm	$M$	[ $W/m^2$ ]
Ciepłochłonność odzieży	$I_{CL}$	[clo]
Temperatura powietrza	$t_a$	[ $^{\circ}C$ ]
Prędkość ruchu powietrza	$V_a$	[m/s]
Temperatura poczerwionej kuli	$t_g$	[ $^{\circ}C$ ]
Średnia temperatura promieniowania	$t_r$	[ $^{\circ}C$ ]
Temperatura operacyjna	$t_o$	[ $^{\circ}C$ ]
Wskaźnik siły chłodzącej powietrza	$WCI$	[ $kcal/m^2h$ ]
Wskaźnik ciepłochronności odzieży	$IREQ$	[clo]
Dopuszczalny czas pracy	$Tdop$	[min]
Średnia temperatura wilgotna, naturalna	$t_{nw}$	[ $^{\circ}C$ ]

#### Legenda

##### (\*) Środowisko

Środowisko umiarkowane	1
Środowisko gorące	2
Środowisko zimne	3

##### (\*) Płeć

Mężczyzna	0
Kobieta	1

##### (\*) Budynek

Wewnątrz i na zewnątrz budynku, bez nasłonecznienia	1
Na zewnątrz budynku, z nasłonecznieniem	2

### Arkusz "Formularz\_G"

#### WYNIKI BADAŃ DLA POMIARÓW W ŚRODOWISKU GORĄCYM

Nazwa stanowiska – miejsce pomiaru		Plac manewrowy wiertni									
Lp	Nazwa czynności	$t_a$	$t_{nw}$	$t_g$	$V_a$	$RH$	$I_{CL}$	$M$	$WBGT$	$WBGTs$	
1	Prace porządkowe	27,8	21,0	31,0	0,4	18,0	0,44	85,5	18,325	17,95	
2	Układanie rur	26,5	20,3	30,3	0,4	17,3			17,575		



Arkusz "Formularz\_U"

WYNIKI BADAŃ DLA POMIARÓW W ŚRODOWISKU UMIARKOWANYM

Lp	Nr	Nazwa stanowiska – miejsce pomiaru	$t_a$	$t_g$	$V_a$	$t_r$	$t_o$	RH	PMV	PPD	M	$I_{CL}$
1	2	Kancelaria	27,1	30,6	0,4	35,0	29,8	17,6	1,24	37	86	0,44
2	4	Wiata maszynowa	12,5	14,0	0,2	15,6	13,7	13,5	-0,76	17	115	0,82

Oznaczenia

Nazwa	Symbol	Jednostka
Metabolizm	M	[W/m <sup>2</sup> ]
Ciepłochłonność odzieży	$I_{CL}$	[clo]
Temperatura powietrza	$t_a$	[°C]
Prędkość ruchu powietrza	$V_a$	[m/s]
Temperatura poczonej kuli	$t_g$	[°C]
Średnia temperatura promieniowania	$t_r$	[°C]
Temperatura operacyjna	$t_o$	[°C]
Wilgotność względna	RH	[%]
Wskaźnik obciążenia termicznego	PMV	-
Przewidywany odsetek niezadowolonych	PPD	[%]

Uwaga: Tempo metabolizmu związane z pozycją ciała, dla różnych rodzajów pracy, według PN-EN 28996.

- liczba wykonanych pomiarów,
- rodzaj pyłu (1 – pył o charakterze całkowitym, 2 – pył o charakterze respirabilnym),
- masa filtra (sączka) zmierzona przed badaniem, dla wszystkich pomiarów –  $m_1$  [mg],
- masa filtra (sączka) zmierzona po badaniu, z osadzonym pyłem, dla wszystkich pomiarów –  $m_2$  [mg],
- czas przepływu powietrza przez sączek, dla każdego pomiaru –  $t$  [min],
- wydajność przepływu powietrza przez filtr, dla każdego pomiaru –  $Q$  [m<sup>3</sup>/min],
- średnia procentowa zawartość SiO<sub>2</sub> w pyłe osadzonym na badanych próbkach [%].

Obliczenie wskaźników oceny zapylenia następuje po wczytaniu zarejestrowanych danych pomiarowych.

Wyluczane są wielkości pomocnicze i wskaźniki oceny zapylenia:

- objętość powietrza przepływającego przez każdą próbkę –  $V$  [dm<sup>3</sup>],
- stężenie pyłu w powietrzu, obliczone dla każdej próbki –  $C$  [mg/m<sup>3</sup>],
- średnie ważone stężenie pyłu w powietrzu dla danej zmiany roboczej –  $C_w$  [mg/m<sup>3</sup>],

- najwyższe dopuszczalne stężenie dla danego pyłu –  $DNS$  [mg/m<sup>3</sup>],
- krotność przekroczenia dopuszczalnego stężenia pyłu. Arkusz pn. "Formularz\_P" prezentuje dane pomiarowe i wskaźniki oceny zapylenia na stanowisku pracy.

Arkusz "Formularz\_P"

WYNIKI POMIARÓW ZAPYLENIA

Nazwa stanowiska		Pomieszczenie spawalni – stanowisko spawacza					
Liczba próbek		2					
Rodzaj pyłu (1 – całkowity, 2 – respirabilny)		1					
Nr próbki	$m_1$ [mg]	$m_2$ [mg]	$t$ [min]	$Q$ [dm <sup>3</sup> /min]	$V$ [dm <sup>3</sup> ]	$C$ [mg/m <sup>3</sup> ]	
1	34,67	36,35	180	1,9	342,00	4,91	
2	32,24	33,44	180	1,9	342,00	3,51	
$SiO_2$ [%]		2,63					
$C_w$ [mg/m <sup>3</sup> ]		4,21					
NDS [mg/m <sup>3</sup> ]		4					
krotność [-]		1,05					

Oznaczenia

$m_1$ [mg]	Masa filtra zmierzona przed badaniem
$m_2$ [mg]	Masa filtra zmierzona z osadzonym pyłem
$t$ [min]	Czas przepływu powietrza przez sączek
$Q$ [dm <sup>3</sup> /min]	Wydajność przepływu powietrza przez filtr
$V$ [dm <sup>3</sup> ]	Objętość powietrza przepływającego przez próbkę
$C$ [mg/m <sup>3</sup> ]	Stężenie pyłu w powietrzu obliczone dla próbki
$SiO_2$ [%]	Średnia procentowa zawartość SiO <sub>2</sub> w pyłe osadzonym na badanych próbkach
$C_w$ [mg/m <sup>3</sup> ]	Średnie ważone stężenie pyłu w powietrzu dla danej zmiany roboczej
NDS [mg/m <sup>3</sup> ]	Najwyższe dopuszczalne stężenie dla danego pyłu
krotność [-]	Krotność przekroczenia dopuszczalnego stężenia pyłu

## Wnioski

1. Praca ma charakter użytkowy i jest na bieżąco stosowana przy ocenach zagrożeń zapylenia oraz mikroklimatu w zakładach górniczych przemysłu naftowego.
2. Jakość wykonywanych pomiarów na obiektach naftowych ma decydujące znaczenie dla dalszej analizy zagrożeń wymienionymi czynnikami w miejscach przebywania pracowników.
3. Opracowane arkusze kalkulacyjne pozwalają w stosunkowo krótkim czasie dokonać oceny wyników badań zapylenia oraz mikroklimatu; w środowisku i na stanowiskach pracy.
4. Proponowane narzędzie programistyczne spełnia wymagania europejskie oraz obowiązujące w tym zakresie rozporządzenia.

Artykuł nadesłano do Redakcji 6.10.2010 r. Przyjęto do druku 9.11.2010 r.

Recenzent: prof. dr inż. Andrzej Froński

## Literatura

- [1] Urba R.: *Ocena środowiska związana ze szkodliwymi czynnikami w zakładach górnictwa nafty i gazu*. Rynek Polskiej Nafty i Gazu Nr 3, Kraków 2008.
- [2] Dobrzelecka I.: *Zasady pomiarów stężeń przemysłowych. Interpretacja i ocena wyników*. IMPiZŚ, materiały pomocnicze kursu podstawowego, Sosnowiec 2000.
- [3] Dyrektywa 2002/49/WE.
- [4] <http://wikipedia.wp.pl/mikroklimat> – materiały internetowe.
- [5] PN-85/N-08013 *Ergonomia. Środowiska termiczne umiarkowane. Określenie wskaźników PMV, PPD i wymagań dotyczących komfortu termicznego*.
- [6] PN-91/Z-04030/05 *Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu całkowitego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową*.
- [7] PN-91/Z-04030/06 *Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu respirabilnego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową*.
- [8] PN-EN ISO 7726:2002 (oryg.) *Ergonomia środowiska termicznego. Przyrządy do pomiaru wielkości fizycznych*.
- [9] PN-EN ISO 7730:2006 (oryg.) *Ergonomia środowiska termicznego. Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego*.
- [10] PN-EN ISO 9920:2005 (U) *Ergonomia środowiska termicznego. Ocena izolacyjności cieplnej i oporu parowania zestawu odzieżowego*.
- [11] PN-Z-04008-7:2002 *Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników*.
- [12] PN-Z-04008-7:2002/Az1/2004 *Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników*.
- [13] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. z 2007 r. nr 217, poz. 1833), (Dz.U. z 2007 r. nr 212, poz. 1769).
- [14] *Wyrażanie niepewności pomiaru*. Przewodnik Głównego Urzędu Miar, Warszawa 1999.



Dr inż. Roman URBA – pracownik Instytutu Nafty i Gazu Oddział Krosno, adiunkt, kierownik Zakładu Badań Środowiskowych i Atestacji w Przemysle Naftowym. Specjalność – badania i ocena urządzeń naftowych, środowisko wiertni.



Dr Tadeusz KWILOSZ – adiunkt w Zakładzie Podziemnego Magazynowania Gazu Instytutu Nafty i Gazu, Oddział w Krośnie. Zajmuje się optymalizacją i modelowaniem zagadnień związanych z eksploatacją złóż oraz podziemnych magazynów gazu.