

Andrzej Dietrich

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Migracja gazu związana z nieszczelnością dystrybucyjnej sieci gazowej

Dane statystyczne mówią, że liczba poważnych awarii na gazociągach dystrybucyjnych jest relatywnie wysoka w porównaniu z gazociągami przesyłowymi. W przypadku gazociągów dystrybucyjnych występują dodatkowe czynniki ryzyka, które mają wpływ na skutki ewentualnej awarii. Są nimi: zdolność gazu do migracji oraz bliskość zabudowań. W artykule przedstawiono główne czynniki mające wpływ na proces migracji gazu w gruncie.

Słowa kluczowe: migracja gazu, sieci dystrybucyjne gazu, analiza ryzyka.

Gas migration related to leakage of the gas distribution network

Statistical data show that the number of serious failures in gas distribution pipelines is relatively high compared to transmission gas pipelines. In the case of distribution pipelines there are additional risk factors that affect the consequences of potential failure. These are, gas migration ability and the proximity of buildings. This article presents the main factors which have an effect on the gas migration process.

Key words: gas migration, gas distribution networks, risk analysis.

Wprowadzenie

Wprawdzie statystyki mówią, że przesył rurociągami jest jednym z najbezpieczniejszych rodzajów transportu paliw, jednak awarie się zdarzają, czasem z poważnymi skutkami.

Według raportu EGIG (*European Gas Pipeline Incident Data Group*) [3], analizującego wszystkie awarie na gazociągach wysokiego ciśnienia w Europie Zachodniej (wśród 15 krajów zrzeszonych w EGIG) i obejmującego lata 1970–2010, ogólna częstotliwość awarii wyniosła 0,351 na rok i na 1000 km gazociągu. Przy czym, gdy analizowano jedynie ostatnie 5 lat, liczba ta w sposób istotny zmniejszyła się i wyniosła 0,162 na rok i na 1000 km gazociągu. Wprawdzie dane te dotyczą gazociągów wysokiego ciśnienia, ale wydają się interesujące z punktu widzenia analizy zagrożeń oraz badania skutków ewentualnej awarii gazociągu.

Statystyki amerykańskie podają, że w USA w latach 1984–2011 na 120 poważnych awarii (katastrof) na gazociągach dystrybucyjnych zginęło 8 osób w 5 awariach, a 33 awarie spowodowały obrażenia u 50 osób. Większość tych awarii miała swoją przyczynę w nieszczelnościach na gazociągach [7].

Dostępne dane statystyczne mówią ponadto, że liczba poważnych awarii na gazociągach dystrybucyjnych jest relatywnie wysoka w porównaniu z gazociągami przesyłowymi. Prawie 80% wszystkich poważnych awarii dotyczy gazociągów dystrybucyjnych [5]. Zatem prawdopodobieństwo wystąpienia takiej awarii na gazociągach dystrybucyjnych jest względnie wysokie.

Istotnym problemem są starzejące się gazociągi i nagle awarie prowadzące do pęknięcia gazociągu, gwałtownego wycieku gazu, często kończącego się zapaleniem i pożarem. W wyniku ewentualnej katastrofy wybuchu gazu na gazociągu główne zagrożenie dla mieszkańców i środowiska stanowi pożar i związane z nim promieniowanie cieplne. Znaczące też bywają straty materialne. Szacunkowy promień obszaru zagrożonego strumieniem promieniowania cieplnego równego $15,8 \text{ kW/m}^2$ wokół gazociągu wynosi 10 m (dla małych średnic) i do 300 m (dla bardzo dużych średnic). Przyjmuje się, że bezpieczny poziom promieniowania cieplnego dla człowieka wynosi 1 kW/m^2 . Strumień cieplny promieniowania słonecznego w lecie w południe sięga $1,2 \text{ kW/m}^2$. Dawka $12,5 \text{ kW/m}^2$

to najmniejsza doza promieniowania cieplnego powodująca zapalenie się drewna i stwarzająca duże prawdopodobieństwo uszkodzenia ciała i 1% zgonów w ciągu 60 sekund.

W przypadku gazociągów średniego i niskiego ciśnienia występują dodatkowe czynniki, które mają wpływ na skutki ewentualnej awarii. Są nimi: zdolność gazu do migracji oraz bliskość zabudowań. W wyniku nieszczelności na gazociągu następuje wyciek gazu. Może się on ulotnić w powietrzu lub migrować w gruncie. Z uwagi na skutki, jakie może wywołać migrujący gaz w obszarze zurbanizowanym, potrzebne staje się rozeznanie dotyczące kwestii przebiegu procesu migracji gazu w gruncie. W pracy zaprezentowano główne czynniki wpływające na zjawisko migracji gazu w gruncie. Omówione zostały również skutki, jakie zjawisko to może wywołać dla środowiska i mieszkańców.

Odpowiedzialny za bezpieczny transport gazu operator gazociągu prowadzi coroczną ocenę jego stanu technicznego. Kwalifikując gazociągi do przebudowy lub remontu, powinien on również rozważyć potencjalne skutki, jakie może przynieść środowisku i mieszkańcom ewentualna awaria. W przypadku gazociągu kwalifikowanego do przebudowy lub remontu należy więc znać ryzyko związane z tym gazociągiem.

Analiza ryzyka to proces przebiegający etapami. W pierwszym konieczne jest przeprowadzenie identyfikacji możliwych przyczyn nieszczelności gazociągów, następnie określenie możliwych scenariuszy zdarzeń następujących w wyniku awarii gazociągu wraz ze wskazaniem najniebezpieczniejszego przypadku zagrożenia dla życia, zdrowia i otoczenia.

W przypadku ilościowego szacowania ryzyka należy przypisać odpowiednie wartości prawdopodobieństwa wystąpienia awarii. Można to zrobić, opierając się na danych statystycznych lub za pomocą metod symulacyjnych. Następnie potrzebne staje się przeanalizowanie możliwego wpływu awarii na bezpieczeństwo mieszkańców. W całym tym procesie uwzględnia się wystąpienie migracji gazu w gruncie. W przypadku jakościowego szacowania ryzyka należy opracować model punktowy oceny poszczególnych parametrów.

Opracowany w Instytucie Nafty i Gazu – Państwowym Instytucie Badawczym system komputerowy SOREG[®] jest takim właśnie modelem, działającym jako aplikacja internetowa, do której dostęp, poprzez połączenie szyfrowane, zapewnia zwykła przeglądarka WWW. System ten opracowany został na podstawie wcześniej skonstruowanego modelu oceny stanu technicznego i analizy ryzyka gazociągów. W rękach operatora/właściciela gazociągów może stać się on narzędziem pozwalającym na podejmowanie racjonalnych decyzji, opartych na jednolitych, ustalonych wcześniej kryteriach. Może okazać się też bardzo przydatny przy planowaniu napraw, remontów i inspekcji gazociągów, jak również przyczynić się do znacznych oszczędności przeznaczonych na te cele środków. Zostaną one skierowane tam, gdzie stan techniczny gazociągu jest najgorszy i ryzyko jego awarii największe. System SOREG[®] zostać wykorzystany przy ocenie stanu technicznego gazociągu i w trakcie podejmowania decyzji co do dalszej przydatności analizowanego gazociągu do zadanego celu, któremu ma służyć [1, 2].

Identyfikacja możliwych przyczyn nieszczelności gazociągów

W jednej z krajowych spółek dystrybucyjnych gazu tylko w jednym, 2006 roku miało miejsce 1960 awarii sieci gazowej. Należy zwrócić uwagę, że awaria rozumiana jest jako nieprzewidziane zdarzenie mające związek z siecią gazową, powodujące nagłą utratę sprawności technicznej oraz stwarzające bezpośrednie zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzkiego, mienia oraz środowiska. Głównymi przyczynami były

wżery na rurociągach stalowych (w wyniku korozji, w tym wywołanej prądami błędzającymi), uszkodzenia mechaniczne sieci gazowej spowodowane ingerencją zewnętrzną (związaną najczęściej z prowadzeniem prac ziemnych w sąsiedztwie sieci gazowej) oraz rozszczelnienie połączeń.

Udziały procentowe poszczególnych przyczyn awarii przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Udział procentowy poszczególnych przyczyn awarii

Przyczyna awarii	Udział procentowy
Korozja gazociągów stalowych (naturalna lub wywołana prądami błędzającymi)	44
Uszkodzenia mechaniczne spowodowane ingerencją strony trzeciej	22
Rozszczelnienia połączeń (kołnierzowych, kielichowych, gwintowanych)	18
Pęknięcia spoin (spowodowane naprężeniami występującymi w spawach, zgrzewach, połączeniach klejonych)	9
Pozostałe (np. woda w gazociągu/przyłączu)	7

Zagrożenia związane z migracją gazu w gruncie

Wszystkie dostępne dane statystyczne wskazują, że skutki awarii gazociągów mierzone w ofiarach śmiertelnych i osobach poszkodowanych, doznających poważnych uszczerbków na zdrowiu (najczęściej z powodu oparzeń) są znacznie częściej związane z sieciami dystrybucyjnymi niż z przesyłowymi. Ma to związek z dodatkowymi czynnikami ryzyka, jakie występują w sieciach dystrybucyjnych. Są nimi przede wszystkim migracja gazu w gruncie i bliskość budynków.

W wyniku nieszczelności gazociągu następuje wypływ gazu do atmosfery, do gruntu lub do uzbrojenia podziemnego (innych sieci).

W sytuacji wypływu gazu do gruntu możliwe są następujące przypadki:

- wypływ gazu do gruntu bez możliwości przeniknięcia do budynku mieszkalnego; może nastąpić zniszczenie roślinności,
- wypływ gazu do gruntu z możliwością przeniknięcia do budynku mieszkalnego – możliwość wybuchu lub pożaru, co związane jest z zagrożeniem zdrowia i życia wielu ludzi, a także z dużymi stratami materialnymi.

W sytuacji wypływu gazu do uzbrojenia podziemnego możliwe są następujące przypadki:

- wypływ gazu do uzbrojenia podziemnego niemającego połączenia z budynkami mieszkalnymi,
- wypływ gazu do uzbrojenia podziemnego mającego połączenia z budynkami mieszkalnymi.

W obu tych przypadkach istnieje możliwość wybuchu lub zapalenia się gazu, co związane jest z zagrożeniem życia i zdrowia ludzi, a także z dużymi stratami materialnymi,

Migracja gazu w gruncie to skomplikowane zjawisko, uzależnione od wielu czynników. Poznanie go pozwala na szybsze identyfikowanie i usuwanie powstałych nieszczelności, jak również uwzględnienie w przeprowadzanej analizie ryzyka możliwych skutków awarii dla środowiska, mienia i zdrowia oraz życia mieszkańców.

Krótkie rozważania teoretyczne

Gaz ziemny grupy E, dostarczany na terenie Polski najczęściej, składa się z metanu (97%), azotu (2%) oraz węglowodorów C_2^+ (etan, propan, butan – 1%). Jest on lżejszy od powietrza, a jego gęstość wynosi około $0,72 \text{ kg/m}^3$.

Przepływ gazu w ośrodku porowatym to typowy przykład przepływu dwufazowego. Takie przepływy są często przedmiotem badań w inżynierii chemicznej, hydrologii i inżynierii złożowej. W przypadku przepływów dwufazowych przepuszczalność ośrodka porowatego zależy głównie od wielkości ziarna gleby oraz stopnia nasycenia wodą (saturacji). Proces migracji gazu w gruncie jest wysoce nieliniowy. Mo-

del matematyczny zjawiska migracji gazu w gruncie oparty jest na równaniach zachowania masy. Układ równań nieliniowych może być rozwiązany analitycznie tylko w sytuacji bardzo prostych przypadków. Do wyznaczenia jego przybliżonych rozwiązań stosuje się metody numeryczne, przeprowadzając symulacje komputerowe przy pomocy specjalistycznych programów, takich jak na przykład MUFTE-UG (*Multiphase Flow program*) [6]. Z uwagi na złożoność obliczeniową modelu, do jego rozwiązania stosuje się często przetwarzanie równoległe. W przypadku zjawiska migracji gazu w gruncie powstałej w wyniku nieszczelności gazociągu istotnym czynnikiem oddziałującym na ten proces jest również ciśnienie w gazociągu. Większe ciśnienie w gazociągu powoduje zwiększenie obszaru rozprzestrzeniania się gazu oraz zwiększenie strumienia objętościowego. Strumień objętościowy gazu przy powierzchni jest około dziesięć razy większy przy ciśnieniu 100 mbar aniżeli przy ciśnieniu 30 mbar. Stopień saturacji ma duży wpływ na obszar rozprzestrzeniania się gazu. Zwiększenie saturacji powoduje spadek przepływu gazu. Wpływ na migrację gazu ma także typ gleby. Mniejsza ziarnistość powoduje mniejszą powierzchnię rozprzestrzeniania się gazu i zmniejszony jego strumień objętościowy.

Z tych krótkich rozważań teoretycznych wynika, że migracja gazu w gruncie to zjawisko skomplikowane, uzależnione od wielu czynników. Z praktycznego punktu widzenia można założyć, że do podstawowych czynników wpływających na proces migracji gazu w gruncie należą:

- dostępność dróg migracji,
- charakter migracji.

Dostępność dróg migracji

Do możliwych dróg migracji zaliczamy przestrzenie porowate (piaski, żwiry), pęknięcia (przełomy), płaszczyzny uwarstwienia oraz linie uskoku. Kanalizacje teletechniczne i ściekowe, dreny, studzienki inspekcyjne, rurociągi i puste przestrzenie mogą istotnie wpływać na drogi migracji. Jeżeli w skałach lub w pokładach osadowych znajduje się woda, to im jest jej więcej, tym mniejsza przepuszczalność i mniej przestrzeni wolnej dla migrującego gazu.

Migracja gazu w gruncie wywołana jest zmianami stężeń (dyfuzja) albo różnicą ciśnień (konwekcja). W przypadku zaistnienia różnicy ciśnień, np. wskutek wypływu gazu z gazociągu, gaz z obszaru wyższego ciśnienia migruje do obszaru mniejszego ciśnienia, redukując gradient ciśnienia.

W sprzyjających warunkach gaz ziemny zdolny jest migrować pod ziemią na znaczne odległości. Źródła holenderskie podają maksymalną odległość 30 m od miejsca wycieku (nieszczelności) gazu, przy niskim ciśnieniu [6]. Im więk-

sze jest ciśnienie i istnieje gradient ciśnienia, tym odległość, na jaką potrafi migrować gaz, jest większa.

Gaz migruje z obszarów wyższego ciśnienia, na przykład z miejsca wycieku na gazociągu, do obszarów niskiego ciśnienia, na przykład do piwnicy budynku.

Wykorzystując wolne przestrzenie i kanalizacje teletechniczne oraz ściekowe, gaz może migrować do budynków niemających przyłączy gazowych i stanowić śmiertelne zagrożenie dla mieszkańców i samych budynków (zagrożenie wybuchem i pożarem). W budynku, w zamkniętej przestrzeni gaz miesza się z powietrzem. Zmieszany z powietrzem w ilości od 5% do 15% staje się bardzo wrażliwy na nawet niewielkie zaiskrzenie, które powoduje wybuch takiej mieszaniny, co często kończy się pożarem.

Jest wiele miejsc, poprzez które migrujący gaz może dostać się do budynku. Są to między innymi wszelkie przyłącza teletechniczne, wody i ścieków, drenaże, połączenia konstrukcyjne budynku, szczeliny i pęknięcia w fundamencie. Rodzaj zagospodarowania przestrzennego i uzbrojenia podziemnego mają więc istotny wpływ na migrację gazu w gruncie.

Fundamenty na palach lub ławy fundamentowe domów znajdujących się w pobliżu wycieku gazu mogą wpływać na drogę migracji poprzez tworzenie przeszkody zmieniającej kierunek migracji. Obszary, gdzie grunt pokryty jest twarłą nawierzchnią, np. parkingi, drogi itp., mogą wpływać na wielkość stężenia gazu i jego migrację, ponieważ tworzą prawie nieprzepuszczalne bariery dla gazu.

Charakter migracji

Czynnikami mającymi wpływ na charakter migracji są:

- warunki geologiczne – rodzaj gruntu,
- warunki hydrologiczne – opad, wody gruntowe,
- sezonowe zmiany temperatury – zima, lato.

Warunki geologiczne

Geologiczne charakterystyki warstwy gruntu pod powierzchnią ziemi istotnie wpływają na migrację gazu.

W przypadku gruntów o wysokiej przepuszczalności, takich jak piasek i żwir, gaz migruje bez przeszkód. Natomiast grunt gliniasty, mający niską przepuszczalność, utrudnia migrację, a po opadach deszczu może stanowić uszczelnienie powierzchni gruntu i drogę migracji gazu do innej lokalizacji niż miejsca, w którym nastąpił wyciek, np. do budynku.

Do czynników geologicznych mających wpływ na migrację gazu zalicza się: występujące szczeliny i pęknięcia, uskoki oraz uwarstwienia wewnątrz połączonych warstw.

Warunki hydrologiczne – opad, wody gruntowe

Znaczny opad deszczu wpływa na podniesienie poziomu wód gruntowych, a to powoduje zmniejszenie powierzch-

ni porowatej, w której gaz ziemny może istnieć w postaci lotnej. Niewielka część gazu może rozpuścić się w wodzie. Opad taki może też mieć wpływ na stężenie gazu w gruncie. W przypadku gruntu gliniastego tego rodzaju opad może spowodować efekt uszczelnienia powierzchni gruntu, o którym wspomniano wyżej.

Sezonowe zmiany temperatury – zima, lato

Podobnie jak w przypadku opadów, w gruncie gliniastym niska temperatura może prowadzić do czasowego uszczelnienia powierzchni gruntu, powodując zatrzymanie gazu w gruncie oraz jego migrację do nawet odległych od wycieku lokalizacji.

Zjawisko migracji gazu w gruncie jest szczególnie groźne w okresie zimowym, ponieważ zamrożony grunt uniemożliwia przedostanie się gazu z nieszczelności w sieci do atmosfery. Z sieci rozdzielczej systemu gazowniczego gaz może migrować w gruncie bezpośrednio lub poprzez inne przyłącza do odległych od miejsca nieszczelności budynków.

Zidentyfikowane przypadki nieszczelności gazociągu oraz migracji gazu w gruncie z poważnymi skutkami

Przykładem poważnej awarii powstałej w wyniku nieszczelności gazociągu, a następnie migracji gazu było zniszczenie budynku rotundy PKO w Warszawie 15 lutego 1975 roku. Gaz przedostał się z pękniętej zasuwy żeliwnej w ulicy Widok do budynku archiwum rotundy poprzez układ kanałów telekomunikacyjnych. W budynku nie było instalacji gazowej. Na skutek wybuchu migrującego gazu zginęło 49 osób, a 135 osób zostało rannych.

W innym zidentyfikowanym przypadku, w Nowym Targu przy ul. Waksmundzkiej, dnia 5 grudnia 2008 roku zginęły dwie osoby, a trzy zostały przewiezione do szpitala. W budynku bez instalacji gazowej nastąpił wybuch gazu. Całkowitemu zniszczeniu uległ budynek mieszkalny, a częściowemu dom z wypożyczalnią filmów, stojący naprzeciwko. Gaz przedostał się do domu siecią kanalizacyjną. Doszło do wybuchu i tragedii. Według ustaleń gazociąg uszkodziła koparka prowadząca na miejscu prace ziemne przy sieci wodociągowej. Wybuch nastąpił już po przyjeździe pogotowia gazowego. Wewnątrz nie było instalacji gazowej, gaz musiał więc dostać się do kamienicy inną drogą. Pracownicy Miejskiego Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Nowym Targu usuwali awarię sieci wodno-kanalizacyjnej, podczas której prawdopodobnie doszło do uszkodzenia gazociągu. Wybuch był tak silny, że z kamienicy zostały tylko boczne ściany i dach. Ściana frontowa budynku wypadła na zewnątrz. Oba opisane wyżej przypadki wskazują, że przy ocenie ryzyka związanego z gazociągami dystrybucyjnymi powinno się uwzględniać możliwość migracji gazu w gruncie.

Podsumowanie i wnioski

Operator gazociągu jest odpowiedzialny za bezpieczny transport gazu. Monitorowanie stanu technicznego i szybkie reagowanie na zagrożenia związane z eksploatacją gazociągów to jego podstawowe obowiązki.

Zgodnie z postanowieniami ustawy *Prawo budowlane* [14] operator corocznie powinien dokonać oceny stanu technicznego gazociągu według przyjętej procedury. Odbywa się ona na podstawie analizy dokumentów z wykonanych czynności eksploatacyjnych za dany rok kalendarzowy i ma na celu określenie zdolności gazociągu do dalszej pracy. Opinia na temat stanu technicznego części liniowej gazociągu winna znaleźć się w protokole z oceny stanu technicznego rurociągu. Stan techniczny gazociągu może być określony w trzech kategoriach: jako dobry (zalecany), zadowalający (tolerowany) lub niezadowalający (niebezpieczny). Jeżeli stan techniczny gazociągu jest niezadowalający i gazociąg stwarza potencjalne zagrożenie dla środowiska i mieszkańców, należy bezwzględnie go wymienić lub przebudować. Gazociągi

mają swój ograniczony okres trwałości. Starsze oraz mające za sobą bogatą historię związaną z występującymi na nich nieszczelnościami powinny być bezwzględnie wymienione.

Dodatkowo przebudowywać powinno się te gazociągi stalowe, na których zostały stwierdzone poważne ubytki korozyjne i które są posadowione w takim gruncie, w którym korozja postępuje w szybkim tempie.

Z uwagi na możliwość migracji gazu z miejsca nieszczelności do budynków przebudową powinny być objęte również gazociągi, których stan techniczny budzi wątpliwości przebiegające przez obszary zurbanizowane i tam gdzie trudnością może być szybkie wykrycie nieszczelności.

W przypadkach kiedy zagrożone jest życie i zdrowie oraz gdy potencjalne straty materialne mogą być wysokie, należy korzystać z możliwości, jakie daje ustawodawca. Artykuł 126 ust. 1 ustawy z dnia 21 sierpnia 1997 roku [12] pozwala na wydanie decyzji o czasowym zajęciu nieruchomości (wykwatowaniu lokatorów) na okres niezbędny do usunięcia awarii.

Prosimy cytować jako: *Nafta-Gaz* 2016, nr 1, s. 40–44, DOI: 10.18668/NG2016.01.05

Artykuł nadesłano do Redakcji 26.05.2015 r. Zatwierdzono do druku 31.08.2015 r.

Literatura

- [1] Dietrich A., Badowski J.: *System komputerowy oceny stanu technicznego i analizy ryzyka dla dystrybucyjnych sieci gazowych*. *Nafta-Gaz* 2009, nr 11, s. 895–900.
- [2] Dietrich A.: *Gas pipeline risk assessment by Internet application*. *Nafta-Gaz* 2012, nr 11, s. 817–820.
- [3] *Gas pipeline incidents*. 8th EGIG Report 1970–2010. www.egig.eu (dostęp: marzec 2015).
- [4] Holewa J., Szlęk M.: *Ocena jakości gazów palnych*. *Nafta-Gaz* 2013, nr 6, s. 450–454.
- [5] Payam A. H., Mehrzad E., Hadi F., Jamshid K.: *Quantitative Risk assessment in Iran's Natural Gas Distribution Network*. *Open Journal of Safety and Technology* 2014, vol. 4, nr 1, s. 59–72. www.scirp.org (dostęp: marzec 2015).
- [6] Praagman F., Rambags F.: *Migration of natural gas through the shallow subsurface*. University of Utrecht 2008, s. 1–96. www.geonet.nl (dostęp: marzec 2015).
- [7] Rosenfeld M. J., Van Auker M.: *Distribution Pipeline System Integrity Threats Related to Cold Weather*. Kiefner & Associates, Inc. 2012, s. 1–12. www.kiefner.com (dostęp: marzec 2015).
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 czerwca 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz. U. poz. 640).
- [10] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 9 lipca 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy produkcji, transporcie wewnątrzzakładowym oraz obrocie materiałów wybuchowych, w tym wyrobów pirotechnicznych (Dz. U. Nr 163, poz. 1577).
- [11] Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 14 listopada 1995 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe (Dz. U. Nr 139, poz. 686).
- [12] Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 627), art. 126 ust. 1.
- [13] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627).
- [14] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. Nr 89, poz. 414, z późn. zm.).

Akty prawne i normatywne

- [8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 lipca 2001 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe (Dz. U. Nr 97, poz. 1055).



Mgr Andrzej DIETRICH
Kierownik w Zakładzie Informatyki
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: andrzej.dietrich@inig.pl