

Wpływ magnesów neodymowych na pomiar paliwa gazowego gazomierzami miechowymi

Influence of neodymium magnet field on fuel gas metering with diaphragm gas meters

Zbigniew Gacek

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

STRESZCZENIE: Artykuł porusza problem nielegalnego poboru paliwa gazowego wśród odbiorców indywidualnych, ze szczególnym uwzględnieniem kradzieży przy użyciu magnesów neodymowych przytwierdzonych do gazomierzy miechowych. Na wstępie przedstawiono zarys historyczny wykorzystywania magnesów neodymowych w celu nielegalnego poboru paliwa gazowego. Omówiono aktualny stan prawny w zakresie wymagań odporności gazomierzy na ingerencje, a także działania Instytutu Nafty i Gazu – Państwowego Instytutu Badawczego (INiG – PIB) oraz operatorów systemów dystrybucyjnych zmierzające do wyeliminowania możliwości nielegalnego poboru gazu przy użyciu magnesów neodymowych. Przedstawiono możliwe obecnie do zastosowania sposoby potwierdzenia kradzieży gazu przy użyciu gazomierzy poddanych działaniu pola magnetycznego magnesów neodymowych. Następnie opisano metody wykonywania w laboratorium INiG – PIB ekspertyz gazomierzy z podejrzeniem o nielegalny pobór gazu po ich zdemontowaniu z sieci dystrybucyjnej oraz podano kryteria oceny tych gazomierzy. Na podstawie wykonanych w Laboratorium Metrologii Przepływów INiG – PIB ekspertyz gazomierzy w latach 2006 do 2020 przedstawiono zestawienie udziału gazomierzy miechowych poddanych działaniu magnesów neodymowych oraz gazomierzy o podwyższonym poziomie remanencji w odniesieniu do wykonanych w danym roku ekspertyz gazomierzy z podejrzeniem o nielegalny pobór gazu. Pokazano sposoby przeciwdziałania kradzieżom paliwa gazowego za pomocą gazomierzy miechowych z użyciem magnesów neodymowych. Wykazano, że na chwilę obecną certyfikat badania typu WE (dyrektywa MID), a także certyfikat zgodności z wymaganiami normy EN 1359 lub specyfikacji OIML R 137-1 & 2 nie są potwierdzeniem odporności gazomierzy na nielegalny pobór gazu z użyciem silnego pola magnetycznego. Przedstawiono wymagania dla nowych gazomierzy miechowych w zakresie ich odporności na magnesy neodymowe oraz podano zaktualizowane kryteria oceny wyników badań gazomierzy narażonych na oddziaływanie tych magnesów. Finalnie zaproponowano wniosek dotyczący konieczności wprowadzenia zapisów dotyczących wymagań w zakresie odporności gazomierzy miechowych na pole magnetyczne do odpowiednich dokumentów normatywnych dla gazomierzy w celu systemowego zabezpieczenia stron umowy na dostarczanie paliwa gazowego.

Słowa kluczowe: gazomierze miechowe, magnesy neodymowe, błędy wskazań, nielegalny pobór gazu.

ABSTRACT: The article deals with the problem of illegal fuel gas consumption among individual consumers in households, especially with regard to gas theft using neodymium magnets attached to diaphragm gas meters. First, the author presents a historical outline of the use of neodymium magnets for the purpose of illegal consumption of fuel gas. The current legal status regarding the requirements for gas meters resistance to tampering and the activities of the Oil and Gas Institute – National Research Institute (INiG – PIB) and Distribution System Operators aimed at eliminating the possibility of illegal gas consumption with the use of neodymium magnets were discussed. Currently possible methods of confirming gas theft using gas meters exposed to the magnetic field of neodymium magnets were presented. Next, the methods of performing at the INiG – PIB laboratory expert examinations of gas meters suspected to be used for illegal gas consumption after their removal from the distribution network were described, and the criteria for assessing these gas meters were given. Based on the expert examinations of gas meters carried out at the Laboratory of Flow Metrology INiG – PIB in the years 2006–2020, a summary of the share of gas meters tampered with the use of neodymium magnets and gas meters with an increased remanence level was presented in relation to performed in a given year expert examinations of gas meters suspected to be used for illegal gas consumption. The methods of counteracting the theft of fuel gas with diaphragm gas meters tampered with the use of neodymium magnets were shown. It has been proved that at present the EC type examination certificate (MID Directive) and the certificate of compliance with the requirements of EN 1359 or OIML R 137-1 & 2 specification do not confirm gas meters resistance to gas theft involving the use of a strong magnetic field. Requirements for new diaphragm gas meters in terms of their resistance to neodymium magnets were presented, and updated criteria for the evaluation of the test results of gas meters exposed to these magnets were given. Finally, a conclusion was proposed regarding the necessity to include provisions

Autor do korespondencji: Z. Gacek, e-mail: zbigniew.gacek@inig.pl

Artykuł nadesłano do Redakcji: 19.10.2020 r. Zatwierdzono do druku: 14.01.2021 r.

on the resistance of diaphragm gas meters to magnetic field in the relevant normative documents for gas meters in order to provide a systemic safeguard for the parties to fuel gas supply contracts.

Key words: diaphragm gas meters, neodymium magnets, measurement errors, illegal consumption of gas.

Wprowadzenie

Gazomierze miechowe są najczęściej stosowane na sieci dystrybucyjnej u odbiorców domowych i małych firm. Mogą być również używane na niewielkich stacjach pomiarowych (Gacek i Jaworski, 2020). Do rozliczania odbiorców paliwa gazowego oprócz gazomierzy miechowych mogą być stosowane również gazomierze domowe ultradźwiękowe oraz termiczne (Kułaga et al., 2018; Jaworski i Dudek, 2020), jednak ich liczba w systemie dystrybucyjnym jest znikoma.

Problem kradzieży energii i nośników energii jest powszechnie znany, niezależnie od długości i szerokości geograficznej (Wallace, 2011; Masood, 2013; Wang i Zhang, 2013; Dobo et al., 2014; Jaworski i Gacek, 2016; Touhidi i Davoudi, 2018). Pomysłowość odbiorców gazu w zakresie jego nielegalnego poboru jest imponująca – najprostsza metoda polega na omijaniu gazomierza za pomocą zwykłego obejścia, wykonanego np. z rowerowej dętki, najczęściej jednak użytkownicy ingerują w gazomierz w celu zatrzymania lub spowolnienia obracania się mechanizmu liczydła. Bardziej wyrafinowaną metodą jest podrabianie plomb. Niestety w dzisiejszych czasach podrobienie plomby weryfikacyjnej lub legalizacyjnej nie sprawia większych trudności i często podrobiona plomba jest bardzo trudna do odróżnienia od plomby oryginalnej.

Definicja nielegalnego poboru została zamieszczona w art. 3 pkt 18 ustawy – Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. wraz z późniejszymi zmianami (Ustawa Prawo energetyczne) w następującym brzmieniu: „nielegalne pobieranie paliw lub energii – pobieranie paliw lub energii bez zawarcia umowy, z całkowitym albo częściowym pominięciem układu pomiarowo-rozliczeniowego lub poprzez ingerencję w ten układ mającą wpływ na zafałszowanie pomiarów dokonywanych przez układ pomiarowo-rozliczeniowy”.

Na przełomie lat 2005–2006 w przestrzeni publicznej pojawiło się mnóstwo sygnałów o możliwości użycia magnesów neodymowych do fałszowania wskazań zużycia gazu, wody i energii elektrycznej. Spowodowane to było faktem upływu czasu ochrony patentowej na magnesy neodymowe, co wpłynęło na spadek ich cen, oraz dynamicznym rozwojem produkcji magnesów neodymowych w Chinach (Jaworski i Gacek, 2016). Dostępność tanich magnesów o bardzo dużej sile oddziaływania na materiały ferromagnetyczne ułatwiła poszukiwanie ich zastosowania w praktyce, nie zawsze w sposób legalny i zgodny z prawem. Ponieważ problem dotyczy głównie sektora komunalno-bytowego, stanowiącego około 7,3 mln

odbiorców gazu (Matusik i Jaworski, 2017) posiadających gazomierze miechowe – właśnie te gazomierze są przedmiotem rozważania w niniejszej publikacji.

Metoda nielegalnego poboru gazu z wykorzystaniem pola magnetycznego magnesów neodymowych jest tylko jedną z wielu możliwości kradzieży gazu, do których należą np.: ingerencje w liczydło gazomierza (układ rejestracji), ingerencja w mechanizmy wewnętrzne (układ pomiaru), obejście (ominięcie urządzenia pomiarowego), pobór paliwa gazowego z przyłącza przy braku umowy sprzedaży gazu (Gacek et al., 2007). Stosowanie magnesów jest jednak dosyć trudne do udowodnienia.

W roku 2006 w Instytucie Nafty i Gazu przeprowadzono badania wpływu magnesów neodymowych, w trakcie których udowodniono istnienie wielu typów gazomierzy nieodpornych na działanie pola magnetycznego takich magnesów, tzn. gazomierzy za pomocą których można przy użyciu magnesów neodymowych nielegalnie pobierać paliwo gazowe (Gacek et al., 2006). W pracy tej opracowano również metodykę badania odporności gazomierzy na działanie pola magnetycznego magnesów neodymowych. Działania takie kontynuowano w latach kolejnych. W ich wyniku uaktualniono metodykę i zbudowano stanowisko do badania odporności gazomierzy na działanie pola magnetycznego magnesów neodymowych, a także opracowano metodykę pomiaru szczątkowego pola magnetycznego na obudowach gazomierzy (Gacek et al., 2008). Niestety udowodnienie użycia silnego pola magnetycznego pochodzącego z magnesów neodymowych do ingerencji we wskazania gazomierza poprzez pomiar szczątkowego pola magnetycznego na obudowie gazomierza okazało się niemożliwe bez wprowadzenia dodatkowych rozwiązań systemowych.

Aby zapobiec fałszowaniu wskazań gazomierzy za pomocą magnesów, producenci gazomierzy wprowadzili zmiany technologiczne w konstrukcji urządzeń (przede wszystkim wyeliminowano ferromagnetyczne elementy gazomierzy w postaci lustra membrany, dźwigni oraz suwaków) – i należy stwierdzić, że gazomierze wprowadzane do obrotu w Polsce od roku 2006 są odporne na działanie magnesów neodymowych. Tym niemniej trzeba zaznaczyć, że w sieci do niedawna pozostawała pewna liczba starych gazomierzy nieodpornych na fałszowanie wskazań za pomocą magnesów neodymowych (wyprodukowanych przed rokiem 2006). Do tej pory gazomierze nieodporne w znakomitej większości zostały wymienione na odporne przy okazji nadzoru prawnej kontroli metrologicznej (gazomierze miały 15-letni okres ważności cech legalizacji).

W związku z końcem okresu ważności legalizacji gazomierze wyprodukowane do roku 2006 zostały wymienione na nowe. W instalacjach gazowych pozostała niewielka liczba gazomierzy, które nie zostały zezłomowane, tylko poddane legalizacji ponownej.

Mimo upływu wielu lat od pojawienia się pierwszych informacji o kradzieżach paliwa gazowego z użyciem magnesów neodymowych systemowy problem dotyczący wymagań dla gazomierzy miechowych w zakresie odporności na pole magnetyczne magnesów neodymowych pozostał jednak wciąż nierozwiązany – norma PN-EN 1359:2004+A1:2006, a także specyfikacja OIML R137-1 & 2:2012 zharmonizowane z dyrektywą metrologiczną 2014/32/UE, zwaną dalej dyrektywą MID (Dyrektywa 2014/32/UE), a także nowa norma PN-EN 1359:2017-11 nie określają wymagań w tym zakresie. Ze względu na to, że formalnie w chwili oddania publikacji normą zharmonizowaną z dyrektywą MID była norma PN-EN 1359:2004+A1:2006, natomiast zgodnie ze sztuką powinno się używać najnowszych dokumentów normalizacyjnych, w publikacji są podawane oba wydania normy EN 1359.

Aktualny stan formalno-prawny

Norma zharmonizowana dla gazomierzy PN-EN 1359:2004+A1:2006 *Gazomierze. Gazomierze miechowe*, a także jej nowe wydanie PN-EN 1359:2017-11 w punkcie 6.2 *Odporność na ingerencje* określają ogólne wymagania dla gazomierzy miechowych. Przedmiotowe normy wymagają, aby gazomierz był skonstruowany w taki sposób, by jakakolwiek ingerencja mechaniczna mogąca mieć wpływ na dokładność pomiaru powodowała trwale widoczne uszkodzenie gazomierza albo jego plomb weryfikacyjnych lub zabezpieczających.

Dokonywanie nielegalnego poboru gazu z użyciem magnesów neodymowych jest bardzo poważnym problemem, w dodatku trudnym do udowodnienia, ponieważ umiejętne użycie magnesu nie pozostawia śladów na obudowie gazomierza, a podwyższony stan szczątkowego pola magnetycznego gazomierza może być spowodowany różnymi przyczynami. Niestety norma PN-EN 1359, zarówno wydanie 2004+A1:2006, jak i 2017, nie przewiduje sprawdzenia odporności gazomierzy na nielegalny pobór gazu z użyciem silnego pola magnetycznego, pochodzącego np. od magnesów neodymowych (Jaworski, 2010). Takiego sprawdzenia nie przewiduje również OIML R137-1 & 2:2012.

Obecnie jedynie w normie PN-EN 16314:2013-11 *Gazomierze. Dodatkowe funkcjonalności* w punkcie 4.12.2 określono wymagania odporności na pole magnetyczne magnesów trwałych, ale dotyczy to wyłącznie badania urządzenia dodatkowego AFD (*additional functionality device*). Po wcześniejszym potwierdzeniu właściwości metrologicznych

gazomierza z AFD w Q_{max} i $0,2 Q_{max}$ należy umieścić magnes, który wytwarza pole magnetyczne o wartości 200 mT, na obudowie AFD i wykonać badania z przyłożonym do AFD magnesem stałym (magnes powinien być umieszczony na wszystkich powierzchniach AFD w siatce o szerokości 4 cm). Różnica średnich błędów bez magnesu i błędów z przyłożonym magnesem nie powinna przekraczać 1/5 wartości dopuszczalnych błędów granicznych (MPE) dla gazomierza.

Z powyższej analizy wynika, że ani certyfikat badania typu WE (Dyrektywa 2014/32/UE), ani certyfikat zgodności z wymaganiami normy EN 1359 lub specyfikacji OIML R 137-1 & 2 nie są potwierdzeniem odporności gazomierzy na nielegalny pobór gazu z użyciem silnego pola magnetycznego.

Z uwagi na brak tak ważnych wytycznych operatorzy systemów dystrybucyjnych zawierają swoje wymagania w tym zakresie w specyfikacji istotnych warunków zamówienia (SIWZ) do organizowanych przetargów lub jako własne wymagania techniczne, np. opisane w dokumencie *Wymagania techniczne dla gazomierzy inteligentnych stosowanych w PSG*, wyd. 1 z 10.09.2020. Wymagania te określają, że gazomierz musi być odporny na działanie magnesów neodymowych lub musi posiadać czujnik i sygnalizację zadziałania zewnętrznego pola magnetycznego. Nie wszystkie wymienione dokumenty precyzują znaczenie terminu „gazomierz odporny na działanie magnesów neodymowych”, co może powodować nieporozumienia i konflikty podczas przetargów na zakup gazomierzy pomiędzy operatorami systemów dystrybucyjnych (OSD) a producentami gazomierzy.

Odporność gazomierzy na pole magnetyczne magnesów neodymowych można potwierdzić poprzez dobrowolną certyfikację gazomierzy miechowych na znak bezpieczeństwa i jakości Q INiG na zgodność z kryteriami technicznymi KT-60-98 wyd. 6 z 11.05.2020 r. W związku z zainteresowaniem Polskiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. zastosowaniem certyfikacji dobrowolnej gazomierzy miechowych sprzedawanych na polskim rynku Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy wprowadził nowy znak Q INIG oraz dokonał zmian w programie certyfikacji dobrowolnej (Jaworski et al., 2018). Wymienione kryteria zawierają między innymi szczegółowe wymagania oraz opis badania, które gazomierze muszą spełnić, aby uzyskać miano odpornych na magnesy neodymowe. W punkcie 4.10.1 opisywanych kryteriów określono precyzyjnie wymagania dla gazomierzy, natomiast w punkcie 4.10.2 przedstawiono badania.

Potwierdzenie kradzieży gazu za pomocą magnesu

Namagnesowanie szczątkowe (remanencja) gazomierzy, na którym najpierw próbowano oprzeć udowadnianie użycia pola magnetycznego, nie sprawdziło się z kilku powodów.

Pierwszym z nich był wysoki poziom tego namagnesowania w przypadku niektórych nowych gazomierzy, niepoddawanych narażeniu na pole magnetyczne pochodzące od magnesów neodymowych (Jaworski i Gacek, 2016). Fakt ten uniemożliwia jednoznaczne potwierdzenie, że szczątkowe namagnesowanie pochodzi od użycia pola magnetycznego magnesu neodymowego. Aby jednoznacznie stwierdzić stan narażenia należałoby mieć pewność, że gazomierz przed zainstalowaniem na sieci nie posiadał podwyższonej wartości szczątkowego pola magnetycznego. A więc stan namagnesowania musiałby być mierzony przed zainstalowaniem gazomierza na sieci i dopiero wtedy, znając historię gazomierza, można by wysnuć wniosek, że podwyższony stan szczątkowego pola magnetycznego wskazuje na ingerencję. Niestety operatorzy systemów dystrybucyjnych nie posiadają takich danych i każdy odbiorca może zakwestionować pomiar natężenia szczątkowego pola magnetycznego bez udowodnienia historii namagnesowania gazomierza.

Drugim powodem jest brak dodatkowych zapisów systemowych oraz w umowie z odbiorcą, zawierających instrukcje, w jaki sposób odbiorca ma postępować z układem pomiarowym, tak żeby odbiorca był świadomy i nie mógł powołać się na niewiedzę (np. niektórzy odbiorcy stosują magnetyzery na instalacji przed piecem centralnego ogrzewania, mające na celu rzekome polepszenie efektywności spalania, a których pole magnetyczne może wpływać poprzez instalację na poziom szczątkowego namagnesowania gazomierza). Ostateczny powód jest również taki, że gazomierz po każdym użyciu magnesu lub przed wizytą inkasenta można rozmagnesować, używając do tego prostych urządzeń lub nawet samego magnesu neodymowego (Kozłowski, 2007). Dlatego na chwilę obecną praktycznie jedynym sposobem udowodnienia kradzieży gazu za pomocą magnesów neodymowych jest tzw. złapanie odbiorcy na gorącym uczynku podczas użycia gazomierza z przytwierdzonym magnesem neodymowym oraz udowodnienie, że magnes wpływa na zaniżanie wskazań gazomierza lub całkowite zatrzymanie rejestracji objętości gazu przepływającej przez gazomierz.

Sprawdzenie gazomierzy pod kątem kradzieży gazu

Laboratorium Metrologii Przepływów Instytutu Nafty i Gazu – Państwowego Instytutu Badawczego wykonuje na wniosek operatorów systemów dystrybucyjnych, sądów i prokuratury ekspertyzy gazomierzy, w tym również ekspertyzy gazomierzy zdemontowanych od odbiorców podejrzanych o nielegalny pobór gazu. Są to ekspertyzy techniczne obejmujące sprawdzenie uszkodzeń gazomierzy dokonanych w celu nielegalnego poboru gazu oraz ekspertyzy metrologiczne polegające na sprawdzeniu błędów wskazań gazomierza oraz straty

ciśnienia. Ekspertyzy metrologiczne są wykonywane zgodnie z właściwymi przepisami prawnej kontroli metrologicznej dla roku, w którym został wyprodukowany gazomierz. Ekspertyza gazomierza, którego dotyczy podejrzenie o nielegalny pobór gazu za pomocą magnesów neodymowych, jest połączeniem obydwu typów ekspertyz. Przy czym badania błędów wskazań są realizowane zgodnie z przepisami prawnej kontroli metrologicznej (PKM) dla roku produkcji gazomierza. Jeżeli gazomierz został dostarczony z magnesem neodymowym przytwierdzonym do obudowy, najpierw wykonywana jest ekspertyza metrologiczna w celu stwierdzenia wpływu magnesu na wskazania gazomierza (magnes pozostaje w takim położeniu na gazomierzu, w jakim został dostarczony do ekspertyzy), następnie po zdemontowaniu magnesu przeprowadza się oględziny. Podczas oględzin gazomierza (w kierunku nielegalnego poboru gazu z użyciem magnesu) sprawdzana jest obudowa gazomierza pod kątem zarysowań oraz przeprowadza się pomiar natężenia pola magnetycznego na obudowie gazomierza. Na koniec wykonuje się ponowne badanie błędów wskazań po zdemontowaniu magnesu neodymowego.

Kryterium oceny wyników badań gazomierza określone jest w odpowiednich przepisach prawnej kontroli metrologicznej dla roku produkcji gazomierza. Błędy wskazań gazomierza nie mogą przekraczać błędów granicznych dopuszczalnych w użytkowaniu. W przypadku gazomierza z magnesem neodymowym nie ma możliwości sprawdzenia metrologicznego gazomierza przed przyłożeniem magnesu, ponieważ gazomierz już był narażony na pole magnetyczne. Wynikiem oceny gazomierza z magnesem neodymowym zgodnie z kryterium oceny może być:

- gazomierz odporny – błędy wskazań gazomierza mieszczą się w zakresie błędów granicznych dopuszczalnych;
- gazomierz nieodporny – brak możliwości nielegalnego poboru. Błędy gazomierza nie mieszczą się w zakresie błędów granicznych dopuszczalnych. Gazomierz zawyża wskazania lub blokuje przepływ gazu. W przypadku zawyżania wskazań można powiedzieć, że odbiorca działał na własną niekorzyść;
- gazomierz nieodporny – możliwość nielegalnego poboru gazu. Błędy gazomierzy nie mieszczą się w zakresie błędów granicznych dopuszczalnych. Gazomierz zaniża wskazania lub nie rejestruje objętości przepływającego gazu.

Statystyka gazomierzy poddanych silnemu polu magnetycznemu dostarczonych do ekspertyz w laboratorium INiG – PIB

Na podstawie wykonanych w Laboratorium Metrologii Przepływów INiG – PIB ekspertyz na przestrzeni lat od 2006

do 2020 na rysunku 1 przedstawiono zestawienie procentowego udziału gazomierzy poddanych działaniu magnesów neodymowych oraz gazomierzy o podwyższonym poziomie szczątkowego pola magnetycznego w odniesieniu do wykonanych w danym roku ekspertyz gazomierzy z podejrzeniem o nielegalny pobór gazu. Ponieważ po roku 2011 do laboratorium nie dostarczono żadnych gazomierzy wymienionych powyżej, na przedstawionym wykresie w celu poprawienia jego czytelności zredukowano oś odciętych powyżej roku 2012.

Gazomierze do ekspertyz typowane były przez pracowników służb technicznych OSD. Należy zaznaczyć, że gazomierze oznaczone jako gazomierze, w których stwierdzono ingerencje za pomocą magnesu neodymowego, to przypadki, w których ustalono, że dokonano kradzieży paliwa gazowego. Gazomierze te dostarczone były do laboratorium z magnesem/magnesami na obudowie, tak jak zostały zabezpieczone u odbiorców paliwa gazowego. Badania laboratoryjne potwierdziły zaniżanie bądź całkowity brak rejestracji paliwa gazowego pomimo przepływu gazu przez gazomierz.

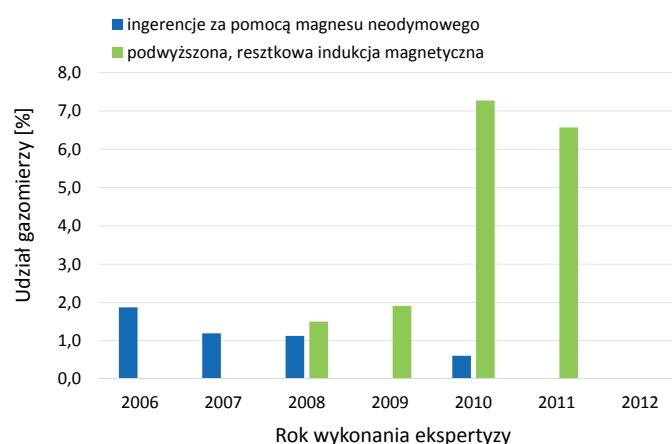
Z kolei gazomierze z podwyższoną resztkową indukcją magnetyczną to stwierdzone przez odpowiednie służby OSD przypadki podwyższonego resztkowego pola magnetycznego na obudowie gazomierza potwierdzone za pomocą elektronicznych wskaźników pola magnetycznego. Wskaźniki te uaktywniają się w przypadku wystąpienia indukcji magnetycznej przekraczającej wartość 0,2 mT (Gacek et al., 2008).

Jak można zaobserwować na prezentowanym wykresie, w pierwszym okresie po nagłośnieniu problemu w roku 2005 nastąpił wzrost liczby dostarczonych do ekspertyzy gazomierzy z magnesami (zdemontowanych u odbiorców złapanych na tzw. gorącym uczynku). Najwięcej było ich w roku 2006 i później już w mniejszym stopniu w latach 2007 i 2008. Nie stwierdzono takiego przypadku w roku 2009, a ostatnie zgłoszenie do laboratorium wystąpiło w roku 2010. Niestety nie wiadomo, ile było w rzeczywistości takich przypadków, ale obserwowany trend świadczy o dużym, jeśli nie całkowitym spadku zainteresowania tą metodą nielegalnego poboru gazu.

Nieco inaczej prezentują się wartości procentowe gazomierzy z podwyższonym szczątkowym polem magnetycznym. Pierwsze gazomierze ze stwierdzonym podwyższonym szczątkowym polem magnetycznym pojawiły się w roku 2008. Jest to związane ze swoistą bezwładnością techniczną (dwa lata od pierwszych informacji na temat magnesów neodymowych zajęło stwierdzenie problemu, przeprowadzenie badań oraz zaprojektowanie i produkcja wskaźnika namagnesowania gazomierzy, a także działania systemowe operatorów, tzn. zakup i wyposażenie pracowników w te wskaźniki). Ostatnie gazomierze z podwyższonym poziomem pola magnetycznego trafiły do laboratorium w roku 2011, czego powodów jest kilka. Zmniejszyło się zainteresowanie mediów sprawą możliwości

zaniżania wskazań gazomierzy przy użyciu magnesów. Analiza wyników badań pokazała, że podwyższone pole magnetyczne na obudowie gazomierza nie musi świadczyć o użyciu magnesu neodymowego, wobec czego operatorzy systemów zmienili podejście do pomiarów natężenia pola magnetycznego na obudowach gazomierzy, a także coraz więcej gazomierzy było odpornych na silne pole magnetyczne, wobec czego odbiorcy gazu przestali używać magnesów neodymowych.

Należy tutaj jeszcze dodać, że nieumiejętne użycie pola magnetycznego może spowodować skutek odwrotny do zamierzonego (zwiększenie zamiast zmniejszenia rejestracji zużytej ilości paliwa gazowego). Dodatkowym, bardzo niebezpiecznym rezultatem użycia magnesu neodymowego jest w wielu przypadkach bardzo duży wzrost straty ciśnienia w gazomierzu. Może to prowadzić do sytuacji, że w pracujących odbiornikach gazowych nieposiadających zabezpieczeń przed wypływem gazu dojdzie do zgaśnięcia płomienia i ulatniania się gazu, co z kolei może doprowadzić do pożaru lub wybuchu gazu.



Rys. 1. Udział gazomierzy ze stwierdzonymi ingerencjami za pomocą magnesu neodymowego i/lub z podwyższonym natężeniem szczątkowego pola magnetycznego

Fig. 1. Share of gas meters found to be tampered using a neodymium magnet and/or with detected increased residual magnetic field strength

Sposoby przeciwdziałania kradzieżom gazu z użyciem magnesów

Najlepszym sposobem przeciwdziałania nielegalnemu poborowi gazu z użyciem magnesów neodymowych jest wyeliminowanie przyczyny, a więc gazomierzy nieodpornych na działanie pola magnetycznego, lub uzupełnienie gazomierzy nieodpornych na pole magnetyczne o elementy wskazujące na użycie magnesu.

Od chwili zdiagnozowania problemu w roku 2005 zostały podjęte wspólne działania operatorów systemów dystrybucyjnych i producentów gazomierzy wprowadzających do obrotu

swoje wyroby w Polsce. Działania te na podstawie między innymi wyników prac badawczych Instytutu Nafty i Gazu spowodowały zmianę technologii produkcji gazomierzy miechowych, polegającą głównie na wyeliminowaniu niektórych elementów ferromagnetycznych gazomierzy. Spowodowało to, że już od około 2006 roku gazomierze sprzedawane na terenie Polski były odporne na działanie pola magnetycznego magnesów neodymowych. Proponowana w roku 2006 wymiana nieodpornych na magnesy neodymowe gazomierzy miechowych (Gacek et al., 2006) już się dokonała w znakomitej większości przypadków ze względu na utratę przez te gazomierze ważności okresu legalizacji. Okres ważności legalizacji gazomierzy w tamtym czasie wynosił 15 lat – a więc do chwili obecnej problem został rozwiązany niejako przy okazji za pomocą przepisów prawnej kontroli metrologicznej. Drugim z możliwych wymagań stosowanych przez operatorów systemów dystrybucyjnych jest gazomierz niemający potwierdzonej odporności na pole magnetyczne magnesów, ale posiadający czujnik i sygnalizację zadziałania zewnętrznego pola magnetycznego. Takim typowym czujnikiem może być wskaźnik pola magnetycznego, zazwyczaj w postaci naklejki z tworzywa sztucznego. Wskaźnik należy przykleić do obudowy gazomierza, niektóre są zabezpieczone dodatkową naklejką z numerem seryjnym, co uniemożliwia podmianę takiego wskaźnika. Wskaźniki takie posiadają ustaloną strukturę ułożenia domen magnetycznych, która ulega trwałej degradacji pod wpływem silnego pola magnetycznego. Odczyt wskaźnika odbywa się przy użyciu specjalnego szablonu (kieszki). Kiedy struktura jest nienaruszona, wskaźnik będzie pokazywał prawidłową strukturę domen magnetycznych w postaci pasków. Wskaźniki takie można zakupić w cenie do 3 PLN brutto. Oprócz prostych wskaźników paskowych można również stosować wskaźniki elektroniczne (np. czujnik Halla), które będą szczególnie przydatne w przypadku gazomierzy inteligentnych, kiedy to wymagane jest przesyłanie alarmu zadziałania pola magnetycznego do systemu nadrzędnego (zgodnie z wymaganiami PSG, wyd. 1 z 10.09.2020). Wówczas odpowiednie służby techniczne OSD od razu otrzymają sygnał o próbie użycia magnesu. Niestety wadą takiego rozwiązania są koszty związane z ewidencją oraz sprawdzaniem tych wskaźników u odbiorców. Inną wadą jest konieczność dokonania zapisów w umowie na dostawę gazu zawierających instrukcje, w jaki sposób odbiorca ma postępować z układem pomiarowym, podobnie jak w przypadku szczątkowego namagnesowania opisanego powyżej.

Stosowanie wskaźników lub czujników pola magnetycznego ma swoje zalety i wady, jednak najlepszym sposobem przeciwdziałania kradzieżom gazu z użyciem magnesów jest wyeliminowanie gazomierzy nieodpornych na działanie pola magnetycznego. W tym celu należy wdrożyć globalnie wymagania

w zakresie odporności na silne pole magnetyczne dla gazomierzy wprowadzanych do obrotu lub użytkowania. Taki wymóg należy ująć w dokumentach zharmonizowanych z dyrektywą metrologiczną MID, tak aby certyfikat badania typu WE był potwierdzeniem odporności gazomierzy na nielegalny pobór gazu z użyciem silnego pola magnetycznego i bezpieczeństwa ich użytkowania. Należy zatem wprowadzić odpowiednie wymagania i metody badania do normy PN-EN 1359 oraz OIML R 137, aby nakładany na gazomierze znak CE z cechą metrologiczną był synonimem bezpiecznego użytkowania i rzetelnego rozliczania stron.

Sprawdzenie odporności gazomierzy na działanie pola magnetycznego magnesów neodymowych w INiG – PIB

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy był pionierem w zakresie prac badawczych dotyczących odporności gazomierzy miechowych na pole magnetyczne magnesów neodymowych oraz pomiarów resztkowego pola magnetycznego na obudowach gazomierzy (Gacek et al., 2006, 2008; Jaworski i Gacek, 2016). W Laboratorium Metrologii Przepływów INiG – PIB już w roku 2006 opracowano metodykę badań gazomierzy pod kątem ich odporności na pole magnetyczne magnesów neodymowych (Gacek et al., 2006). Opracowana metoda została zaimplementowana do procedury badawczej PB-GM-01 Laboratorium Metrologii Przepływów, a następnie akredytowana przez Polskie Centrum Akredytacji. Ostatnie wydanie tej procedury pochodzi z roku 2018 (PB-GM-01, wyd. 8 z 20.02.2018).

Przed badaniem gazomierza z magnesem neodymowym należy potwierdzić, że jest on w pełni sprawny i spełnia wymagania właściwych norm. W tym celu należy przeprowadzić badania metrologiczne polegające na wyznaczeniu błędów wskazań gazomierza przed narażaniem go na pole magnetyczne magnesu neodymowego. Dla gazomierzy nowych wymagania określone są w normie PN-EN 1359.

Przedstawiona metoda badawcza oraz wymagania pochodzą z opracowanych w INiG – PIB kryteriów technicznych KT-60-98, wydanie 6 z 11.05.2020 r. Jest to obecnie najbardziej aktualne opracowanie metodyki badania odporności gazomierzy miechowych na pole magnetyczne magnesów neodymowych.

Wymagania

1. Błędy wskazań gazomierzy bez magnesów neodymowych (przed jakimkolwiek przyłożeniem magnesu), wyznaczone

zgodnie z p. 7.2.1, powinny mieścić się w zakresie początkowych dopuszczalnych błędów granicznych, podanych w tabeli 1. Wartość średniej straty ciśnienia w gazomierzu nie powinna przekraczać wartości początkowych podanych w tabeli 2.

2. Błędy wskazań gazomierzy z magnesami neodymowymi, wyznaczone zgodnie z p. 7.2.2, powinny mieścić się w zakresie podanym w tabeli 1 w kolumnie *Podczas badania trwałości*. Jeżeli przyłożenie magnesu neodymowego spowoduje zatrzymanie przepływu strumienia objętości przez badany gazomierz, co uniemożliwia nielegalny pobór gazu, również należy uznać wyniki badań za pozytywne.
3. Błędy wskazań gazomierzy po badaniach z magnesami neodymowymi, wyznaczone zgodnie z p. 7.2.3, powinny mieścić się w zakresie podanym w tabeli 1 w kolumnie *Podczas badania trwałości*. Wartość średniej straty ciśnienia w gazomierzu nie powinna przekraczać wartości *Podczas badania trwałości* podanych w tabeli 2.

Tabela 1. Dopuszczalne błędy graniczne dla gazomierzy miechowych wg PN-EN 1359:2004+A1:2006

Table 1. Permissible limit errors for diaphragm gas meters according to PN-EN 1359: 2004 + A1: 2006

| Strumień objętości Q [m ³ /h] | Dopuszczalne błędy graniczne E [%] | |
|---|------------------------------------|---------------------------|
| | początkowe | podczas badania trwałości |
| $Q_{min} \leq Q < 0,1 Q_{max}$ | ±3,0 | od -6% do +3% |
| $0,1 Q_{max} \leq Q \leq Q_{max}$ | ±1,5* | ±3,0 |

* Jeżeli początkowe błędy wskazań dla strumieni objętości pomiędzy $0,1 Q_{max}$ (Q_i) i Q_{max} mają ten sam znak, to nie powinny one przekraczać 1%

Tabela 2. Dopuszczalna strata ciśnienia dla gazomierzy miechowych według PN-EN 1359:2004+A1:2006 oraz PN-EN 1359:2017-11

Table 2. Permissible pressure loss for diaphragm gas meters according to PN-EN 1359: 2004 + A1: 2006 and PN-EN 1359: 2017-11

| Q_{max} gazomierza [m ³ /h] | Maksymalna dopuszczalna wartość średniej straty ciśnienia [Pa] | |
|---|--|-----------------------|
| | początkowa | po badaniu trwałości* |
| od 2,5 do 16 włącznie | 200 | 220 |
| od 25 do 65 włącznie | 300 | 330 |
| 100 i 160 | 400 | 440 |

* W normie PN-EN 1359:2017-11 tytuł nagłówka brzmi: *Kolejna/Następna (Subsequent)*

W tabeli 1 przedstawiono wartości dopuszczalnych błędów granicznych dla gazomierzy miechowych, z kolei w tabeli 2 – wartości maksymalnej dopuszczalnej straty ciśnienia dla tych gazomierzy. W zależności od wydania normy PN-EN 1359 występują niewielkie różnice w nazewnictwie błędów oraz straty ciśnienia, a także w zakresie dopuszczalnych

błędów dla strumienia objętości gazu poniżej Q_i . Na potrzeby niniejszej publikacji użyto określeń z kryteriów technicznych KT-60-98, które pochodzą ze zharmonizowanej normy PN-EN 1359:2004+A1:2006. Zastosowano kryteria oceny błędów wskazań zgodnie z PN-EN 1359:2004+A1:2006, które są nieco ostrzejsze, a także bardziej precyzyjne. Norma PN-EN 1359:2017-11 w zakresie strumienia objętości gazu $Q_{min} \leq Q < 0,1 Q_{max}$ dopuszcza błąd graniczny podczas badania trwałości o wartości ±6,0%, a zapisane w niej stwierdzenie dotyczące systematycznego niefaworyzowania stron rozliczeń za paliwo gazowe jest mniej precyzyjne.

Badania

1. Podczas badania odporności gazomierzy na magnesy neodymowe należy wykonać następujące kroki: Wyznaczyć błędy wskazań oraz stratę ciśnienia w gazomierzu bez magnesu neodymowego, tzn. przed jakimkolwiek przyłożeniem magnesu neodymowego do obudowy gazomierza, zgodnie z p. 5.1.2 a) normy PN-EN 1359:2004 lub PN-EN 1359:2017-11, stosując każdy z następujących strumieni objętości:

$$Q_{min}, 3 Q_{min}, 0,1 Q_{max}, 0,2 Q_{max}, 0,4 Q_{max}, 0,7 Q_{max} \text{ i } Q_{max}$$

2. Przyłożyć magnes neodymowy do obudowy gazomierza w miejscu, w którym znajdują się metalowe elementy organu pomiarowego gazomierza, takie jak: osie główne, lustra membrany, dźwignie wahadłowe, korbówód, sprzęgło itp. Ustalić żądany strumień objętości, a następnie wyznaczyć trzykrotnie błąd wskazania oraz stratę ciśnienia, zgodnie z metodyką z p. 5.1.2 b) normy PN-EN 1359:2004 lub PN-EN 1359:2017, stosując każdy z następujących strumieni objętości:

$$Q_{min}, 0,2 Q_{max} \text{ i } Q_{max}$$

- Wyznaczenie błędów wskazań oraz straty ciśnienia przy danym strumieniu objętości powinno być poprzedzone zatrzymaniem przepływu powietrza przez gazomierz i ustaleniem wymaganego strumienia objętości.
 - Błędy wskazań oraz stratę ciśnienia należy wyznaczyć po przyłożeniu magnesu neodymowego do obudowy gazomierza w każdym z ww. miejsc (p. 7.2.2).
 - Informacje o miejscach rozmieszczenia elementów metalowych w organie pomiarowym gazomierza należy uzyskać na podstawie analizy dokumentacji konstrukcyjnej gazomierza.
3. Po zakończeniu badań opisanych w p. 7.2.2 ponownie wyznaczyć trzykrotnie błędy wskazań oraz stratę ciśnienia w gazomierzu, zgodnie z p. 5.1.2 b) normy PN-EN 1359:2004 lub PN-EN 1359:2017-11, stosując każdy z następujących strumieni objętości:

$$Q_{min}, 0,2 Q_{max} \text{ i } Q_{max}$$

Badania, o których mowa w p. 7.2.2, przeprowadza się na pojedynczym gazomierzu, tzn. nie jest dopuszczalne badanie więcej niż jednego gazomierza jednocześnie. Badania te (p. 7.2.2) należy przeprowadzić przy ciśnieniu powietrza w gazomierzu o wartości $2 \text{ kPa} \pm 0,15 \text{ kPa}$.

Podczas badań należy zapewnić, aby w poszczególnych pomiarach strumień objętości był inny. Dopuszczalne odchyłki strumieni objętości nie mogą przekraczać podanych wartości o więcej niż $\pm 5\%$.

Do badań należy zastosować magnes neodymowy typu N38 (gęstość energii 286–302 kJ/m³) o wymiarach $\phi 70 \times 30$ lub magnes innego typu o nie gorszych parametrach. W badaniach można zastosować więcej niż jeden magnes o takich samych parametrach, przyłożony do obudowy gazomierza.

Podsumowanie

1. Z perspektywy czasu potwierdzono wnioski uzyskane przy realizacji poprzednich prac badawczych dotyczące szczątkowego pola magnetycznego. Pomiar szczątkowej indukcji magnetycznej na obudowach gazomierzy miechowych nie może być potwierdzeniem oddziaływania magnesu neodymowego.
2. System wskaźników pola magnetycznego nie przyjął się w naszym kraju – prawdopodobnie ze względu na dosyć duże koszty związane z ewidencją wskaźników oraz koszty sprawdzania tych wskaźników u odbiorców. W dodatku operatorzy, mając dowody w postaci naruszonego wskaźnika pola magnetycznego, mogliby mieć problem z udowodnieniem przed wymiarem sprawiedliwości kradzieży paliwa gazowego.
3. Z uwagi na czas, jaki upłynął od pojawienia się pierwszych informacji o możliwości fałszowania wskazań gazomierzy, wymiana gazomierzy nieodpornych na magnesy neodymowe na gazomierze odporne dokonała się przy okazji działań związanych z końcem ważności legalizacji gazomierzy, wynikającym z przepisów dotyczących prawnej kontroli metrologicznej.
4. Brak gazomierzy z podejrzeniem o nielegalny pobór gazu z użyciem magnesów neodymowych dostarczanych w ostatnich latach do ekspertyz świadczy o tym, że próby nielegalnego poboru gazu z wykorzystaniem pola magnetycznego magnesów neodymowych od kilku lat praktycznie nie występują. Duży wpływ na ten stan rzeczy ma właśnie wymiana gazomierzy na gazomierze odporne na pole magnetyczne.
5. Mimo upływu wielu lat od pojawienia się pierwszych prób użycia magnesów neodymowych brak jest wymagań

prawnych w zakresie odporności gazomierzy na pole magnetyczne. Problem w dalszym ciągu nie ma rozwiązań systemowych, poza wymaganiami Polskiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o., która jako świadoma zagrożeń wymaga na przetargach dostawy gazomierzy odpornych na działanie pola magnetycznego magnesów neodymowych. Gazomierze posiadające certyfikat badania typu WE mogą nie być odporne na działanie silnego pola magnetycznego, ponieważ normy zharmonizowane z dyrektywą metrologiczną MID nie określają wymagań w tym zakresie. Należy zatem wprowadzić odpowiednie wymagania i metody badań do normy PN-EN 1359 oraz OIML R 137, aby nakładany na gazomierze znak CE wraz z cechą metrologiczną (potwierdzający spełnienie wymagań dyrektywy MID) był synonimem bezpiecznego użytkowania gazomierzy i rzetelnego rozliczania się stron umowy na dostarczanie paliwa gazowego.

Literatura

- Dobo Z., Kovacs H., Toth P., Palotas A., 2014. Investigation of natural gas theft by magnetic remanence mapping. *Forensic Science International*, 245: 1–6. DOI: 10.1016/j.forsciint.2014.09.020.
- Gacek Z., Jaworski J., 2020. Optimisation of measuring system construction in the context of high flow variability. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 81: 103447. DOI: 10.1016/j.jngse.2020.103447.
- Gacek Z., Jaworski J., Kułaga P., Urban Z., Wojtala J., 2007. Opracowanie programów komputerowych w celu określenia potencjalnych źródeł nielegalnego poboru gazu w sieci dystrybucyjnej wśród klientów indywidualnych. *Praca INiG, nr zlec. 73/GM/2007, Archiwum Instytutu Nafty i Gazu – Państwowego Instytutu Badawczego, Kraków*.
- Gacek Z., Jaworski J., Urban Z., Wojtala J., 2006. Badania wpływu magnesów neodymowych na dokładność pomiaru gazomierzy miechowych. *Praca INiG, nr zlec. 1123/GM/2006, Archiwum Instytutu Nafty i Gazu – Państwowego Instytutu Badawczego, Kraków*.
- Gacek Z., Kułaga P., Urban Z., Wojtala J., 2008. Budowa stanowiska i opracowanie metodyki badawczej w celu wykonywania ekspertyz gazomierzy miechowych pod kątem nielegalnego poboru gazu ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania pola magnetycznego magnesów neodymowych. *Praca INiG, nr zlec. 62/GM/2008, Archiwum Instytutu Nafty i Gazu – Państwowego Instytutu Badawczego, Kraków*.
- Jaworski J., 2010. Certyfikacja gazomierzy miechowych na znak bezpieczeństwa i jakości „B” – potwierdzenie spełnienia specyficznych wymogów polskiego rynku. *Nafta-Gaz*, 12: 1144–1149.
- Jaworski J., Dudek A., 2020. Study of the Effects of Changes in Gas Composition as Well as Ambient and Gas Temperature on Errors of Indications of Thermal Gas Meters. *Energies*, 2020, 13(20): 5428. DOI: 10.3390/en13205428.
- Jaworski J., Gacek Z., 2016. Badania wpływu magnesów neodymowych na dokładność pomiaru gazomierzy miechowych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 12: 438–444. DOI: 10.15199/17.2016.12.1.
- Jaworski J., Swat M., Kułaga P., 2018. Q INiG jako element wzrostu bezpieczeństwa technicznego i jakości wyrobów – zasady badań i certyfikacji. *Gaz Woda i Technika Sanitarna*, 12: 426–430. DOI: 10.15199/17.2018.12.1.
- Kozłowski A., 2007. Metodologia ograniczania zaniżania wskazań poboru gazu wywołanych wykorzystaniem magnesów

neodymowych. *Materiały konferencyjne Izby Gospodarczej Gazownictwa, Gdynia, 17–19 października.*

- Kułaga P., Jaworski J., Gacek Z., 2018. Gazomierze termiczne w rozliczeniach indywidualnych. Charakterystyka i perspektywy zastosowania. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 11: 390–395. DOI: 10.15199/17.2018.11.1.
- Masood A., 2013. Pakistan's Gas Crisis due to Gas Theft ... & Unaccounted for Gas (UFG). *International Journal of Renewable Energy Technology Research*, 2(2): 53–58. ISSN: 2325-3924.
- Matusik J., Jaworski J., 2017. Optymalny dobór gazomierzy miechowych przez operatora systemu gazowniczego. *Nafta-Gaz*, 4: 274–286. DOI: 10.18668/NG.2017.04.08.
- Touhidi S.R.R., Davoudi I., 2018. Spatial Analysis Applied for Gas Theft Modelling in Tabriz City, Iran. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 6: 1–19. DOI: 10.4236/gep.2018.62001.
- Wallace A., 2011. Tackling gas theft. <<https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/39192/gas-theft-consultation-112-11.pdf>> (dostęp: 22.12.2020).
- Wang J., Zhang W.Y., 2013. A New Method to Prevent Stealing Gas in a Natural Gas Supply System. *Petroleum Science and Technology*, 31(20): 2065–2073. DOI: 10.1080/10916466.2011.561263.

Akty prawne i dokumenty normatywne

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/32/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku przyrządów pomiarowych, Dz. Urz. UE L 96 z 29.3.2014 r.

- Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy. Kryteria techniczne stanowiące podstawę certyfikacji na znak bezpieczeństwa i jakości Q INiG, nr KT-60-98. Wydanie 6 z 11.05.2020 r.
- OIML R 137-1 & 2:2012 Gas meters. (Including Amendment 2014). Part 1: Metrological and technical requirements. Part 2: Metrological controls and performance tests.
- PN-EN 1359:2004+A1:2006 Gazomierze. Gazomierze miechowe.
- PN-EN 1359:2017-11 Gazomierze. Gazomierze miechowe.
- PN-EN 16314:2013-11 Gazomierze. Dodatkowe funkcjonalności.
- Polska Spółka Gazownictwa. Wymagania techniczne dla gazomierzy inteligentnych stosowanych w PSG, , wydanie 1 z 10 września 2020 r.
- Procedura badawcza PB-GM-01 Sprawdzanie właściwości metrologicznych gazomierzy miechowych, wyd. 8 z 20.02.2018 r.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami (tekst jednolity opublikowany w Dz.U. z 2020 r., poz. 833).



Dr inż. Zbigniew GACEK
Adiunkt w Zakładzie Metrologii Przepływów
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: zbigniew.gacek@inig.pl

OFERTA BADAWCZA ZAKŁADU METROLOGII PRZEPŁYWÓW

- prace badawcze dla przedsiębiorstw gazowniczych z zakresu dokładności i bezpieczeństwa pomiaru objętości gazu (badania jakości gazomierzy, szacowanie nierozliczonych ilości gazu, analizy systemów rozliczeniowych, analizy stacji gazowych, szacowanie niepewności pomiaru, w tym na potrzeby emisji CO₂);
- badania w ramach akredytacji PCA nr AB 041 (w tym na potrzeby oceny zgodności z dyrektywą MID (Moduł B) nr 2014/32/UE – Jednostka Notyfikowana nr 1450):
 - » gazomierzy rotorowych, zgodnie z PN-EN 12480,
 - » gazomierzy turbinowych, zgodnie z PN-EN 12261,
 - » gazomierzy miechowych, zgodnie z PN-EN 1359 (w tym badania odporności gazomierzy miechowych na działanie magnesów neodymowych),
 - » gazomierzy miechowych, turbinowych, rotorowych, ultradźwiękowych oraz termicznych masowych zgodnie z OIML R137-1&2:2012,
 - » przeliczników objętości, przetworników ciśnienia i temperatury oraz czujników platynowych termometrów rezystancyjnych, zgodnie z PN-EN 12405-1;
- badanie odporności gazomierzy na zanieczyszczenia pyłowe i glikol (PN-EN 16314);
- wzorcowanie w ramach akredytacji AP 152, gazomierzy, ciśnieniomierzy, termometrów, przetworników pomiarowych ciśnienia i temperatury, mierników i kalibratorów wielkości elektrycznych (I, U, R);
- badanie rejestratorów objętości i gazomierzy na zgodność protokołu komunikacyjnego ze standardem Smart-Gas;
- ekspertyzy metrologiczne gazomierzy oraz ekspertyzy pod kątem nielegalnego poboru gazu;
- działalność szkoleniowa dotycząca m.in. nielegalnego poboru gazu – metod wykrywania oraz przeciwdziałania w obszarze pomiarów u indywidualnych odbiorców.



Kierownik: mgr inż. Paweł Kułaga Adres: ul. Bagrowa 1, 30-733 Kraków
Telefon: 12 617 74 26 Faks: 12 653 16 65 E-mail: pawel.kulaga@inig.pl



INSTYTUT NAFTY I GAZU
– Państwowy Instytut Badawczy