

Natychmiastowa detekcja nielegalnego poboru gazu u odbiorców ze zdemontowanym gazomierzem

Immediate detection of illegal gas consumption at consumers with a disassembled gas meter

Maciej Łach

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

STRESZCZENIE: Jednym ze źródeł nierozliczonych ilości gazu w sieci dystrybucyjnej są kradzieże gazu. Najczęściej do tego typu procederu dochodzi poprzez ingerencję w gazomierz u odbiorcy indywidualnego. Operatorzy, starając się minimalizować straty gazu, prowadzą ciągłą kontrolę urządzeń pomiarowych, mającą na celu wychwycenie nieautoryzowanych ingerencji. W przypadku wykrycia nieprawidłowości gazomierz może zostać skierowany na badanie metrologiczne lub/i mechanoskopijne w akredytowanym do tego celu laboratorium, którego zadaniem, jako niezależnej strony trzeciej, jest określenie stopnia ingerencji oraz wyznaczenie błędów wskazań gazomierza. Pozwala to operatorowi sieci na oszacowanie poniesionych strat oraz wystosowanie konkretnych roszczeń w stosunku do konsumenta. Kolejnym źródłem strat przedsiębiorstwa gazowniczego mogą być kradzieże gazu z całkowitym pominięciem układów pomiarowych. Może do nich dochodzić np. po rozwiązaniu umowy z konsumentem lub nawet przed jej zawarciem. W takich przypadkach kontrola punktów pomiarowych jest szczególnie trudna, a dochodzenie należności z tytułu nielegalnego poboru gazu łatwe do zakwestionowania ze względu na brak możliwości wyznaczenia ilości pobranego gazu. Sytuację pogarsza fakt negatywnego wpływu tego typu połączeń na bezpieczeństwo działania sieci gazowej. W ramach prac badawczych prowadzonych w INiG – PIB podjęto próbę opracowania urządzenia umożliwiającego detekcję nielegalnego poboru gazu z pominięciem gazomierza. W artykule przedstawiono zagrożenia oraz skutki prawne, jakie niesie ze sobą nielegalny pobór gazu z pominięciem gazomierza, w szczególności gdy proceder jest realizowany za pomocą np. dętki. Następnie omówiono, jakie wymagania powinno spełniać urządzenie, które pozwoliłoby ograniczyć problem nielegalnego poboru gazu u odbiorców ze zdemontowanym gazomierzem. W dalszej części artykułu omówiono technologię spełniającą wskazane założenia oraz zaprezentowano rysunek koncepcyjny urządzenia. W efekcie przedstawiono sposób wykonania pierwszej wersji prototypu oraz potwierdzono poprawność jego działania. Opisana na łamach artykułu druga wersja prototypu posłużyła do zgłoszenia wynalazku do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej.

Słowa kluczowe: nierozliczone ilości gazu, nielegalny pobór gazu, kradzież gazu, detekcja nielegalnego poboru gazu.

ABSTRACT: One of the sources of unaccounted-for gas in the distribution network is gas theft. Most thefts occur by gas residential consumers tampering with gas meters. In an attempt to minimize losses, operators conduct a constant control of metering equipment in order to detect unauthorized interference. If any irregularities are detected, the gas meter can be sent for metrological and/or mechanoscopic examination in a laboratory accredited for that purpose. Its task, as an independent third party, is to determine the degree of interference and determine the error in the gas meter readings. This allows the gas network operator to estimate the losses incurred and to make specific claims against the consumer. Another source of losses for the gas company may be thefts of gas involving total bypassing of metering systems. This may occur e.g. after the termination of a contract with a consumer or even before its conclusion. In such cases, control of metering points is particularly difficult, and the recovery of amounts due to illegal gas consumption may be easily questioned due to the impossibility of determining the volumes of gas taken. The situation is exacerbated by the fact that such connections have a negative impact on the operational security of the gas network. As part of research work conducted at the Oil and Gas Institute – National Research Institute, an attempt was made to develop a device that would enable the detection of illegal gas consumption bypassing the gas meter. The article presents the risks and legal consequences of such an illegal gas consumption, in particular when carried out by means of, for example, an inner tube. Then the article discusses what requirements should be met by a device that would reduce the problem of illegal gas consumption by consumers with a dismantled gas meter. Further in the article, the technology the indicated assumptions is demonstrated and a conceptual drawing of the device is presented. As a result, the method of constructing the first version of the prototype was presented and the correctness of its operation was confirmed. The second version of the prototype, described in the article, was used to file an application for the invention at the Patent Office of the Republic of Poland.

Key words: unaccounted-for gas lost, illegal gas consumption, gas theft, detection of illegal gas consumption.

Autor do korespondencji: M. Łach, e-mail: maciej.lach@inig.pl

Artykuł nadesłano do Redakcji: 29.10.2021 r. Zatwierdzono do druku: 06.12.2021 r.

Identyfikacja problemu

Gaz ziemny, jak większość dóbr, podlega obrotowi, w ramach którego na jednym lub kilku etapach jest przedmiotem sprzedaży: najpierw pomiędzy dystrybutorami, a później odbiorcy końcowemu, czyli najczęściej indywidualnemu (Kułaga i Jaworski, 2016). Należy zatem założyć, że tam, gdzie mamy do czynienia ze sprzedażą produktu, pojawiają się przypadki dokonywania oszustw, które narażają na straty dostawcę paliwa gazowego.

Zgodnie z art. 3 pkt 18 ustawy – Prawo energetyczne (Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348, tekst ujednolicony) za nielegalne pobieranie paliw gazowych należy uznać:

- pobór bez zawarcia umowy;
- pobór z całkowitym albo częściowym pominięciem układu pomiarowo-rozliczeniowego;
- pobór poprzez ingerencję w ten układ mającą wpływ na zafałszowanie pomiarów dokonywanych przez układ pomiarowo-rozliczeniowy.

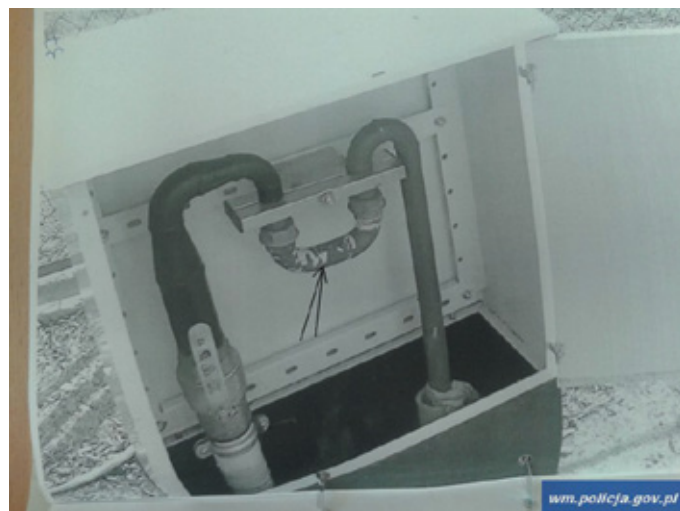
Na podstawie wieloletnich doświadczeń INiG – PIB można stwierdzić, że ingerencja w gazomierz najczęściej ogranicza się do prób blokowania liczydła lub jego manipulacji (Gacek i Jaworski, 2014; Kułaga, 2021). Pociąga to za sobą negatywne konsekwencje, ale „tylko” prawne i finansowe, ponieważ instalacja gazowa w takich przypadkach pozostaje szczelna. Zgodnie z art. 278 § 1 i § 5 Kodeksu karnego kradzież energii traktowana jest jako przestępstwo przeciwko mieniu, które zagrożone jest karą pozbawienia wolności od 3 miesięcy do 5 lat. W przypadku przestępstwa mniejszej wagi sprawca podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do roku (Kodeks karny). Konsekwencje finansowe ustalone są na mocy umowy z operatorem dostarczającym paliwo gazowe (Kodeks cywilny).

W przypadku nielegalnego poboru gazu lub zwłoki z zapłatą wynoszącej co najmniej 44 dni (miesiąc od terminu zapłaty oraz dwa tygodnie dodatkowego terminu po pisemnym powiadomieniu) istnieje możliwość wstrzymania dostaw gazu (Prawo energetyczne). Polega to najczęściej na zamknięciu zaworu doprowadzającego paliwo gazowe, demontażu gazomierza, zaślepieniu instalacji po stronie sprzedawcy gazu (wkręceniu korka w zawór główny). Instalacja po stronie klienta pozostaje nienaruszona. Na pierwszy rzut oka można o takim odbiorcy zapomnieć.

Niestety, jak pokazują doniesienia prasowe, a także dostępne orzeczenia sądów, tego typu odbiorcy nadal chcą pobierać gaz, nie płacąc za niego. W przypadku odbiorcy, u którego zdemontowano gazomierz, jedyną możliwością ponownego dostarczenia tego paliwa do domu (bez opłacenia należności) jest samodzielna ingerencja w instalację na styku sprzedawca–odbiorca. Nie jest to technicznie trudne, o czym może

świadczyć wiele przykładów takich działań publikowanych w różnych źródłach.

W styczniu 2013 roku Sąd Rejonowy w Legnicy wydał wyrok skazujący na pozwanego, który dokonał zaboru mienia pod postacią gazu wysokometanowego. Oskarżony połączył stalowe podejścia po zdemontowanym gazomierzu, dzięki czemu pobierał gaz z całkowitym pominięciem układu pomiarowego. Do kradzieży został użyty metalowy łącznik (Wyrok Sądu Rejonowego w Legnicy). Na rysunku 1 zaprezentowano przykładowe połączenie tego typu. Zdjęcie pochodzi z akt innej sprawy, w której do kradzieży dochodziło jeszcze przed montażem gazomierza (Wiadomości Olsztyn, 2014).



Rys 1. Kradzież gazu przy użyciu metalowego łącznika. Dzięki uprzejmości KWP w Olsztynie

Fig. 1. Gas theft using a steel connector. Courtesy of KWP in Olsztyn

Policjanci z Legnicy ujawnili instalację ze zdemontowanym gazomierzem, która służyła do kradzieży gazu metodą „na dętkę”. Rysunek 2 pochodzi z akt sprawy. Prezentuje fragment instalacji ze zdemontowanym gazomierzem (Legnica Nasze Miasto, 2016).

Niestety czasem służby nie miały możliwości wykrycia zagrożenia w porę. W styczniu 2007 roku w Krakowie doszło do wybuchu gazu, w którym zginęła pięcioosobowa rodzina. Przyczyną był nielegalny pobór gazu, który odbywał się z całkowitym pominięciem licznika gazu. Znamienne jest to, że do zakładu gazowniczego wpłynęło zawiadomienie od sąsiadów, którzy twierdzili, że wyczuwają zapach gazu. Niestety pracownicy nie mogli zweryfikować doniesień, ponieważ nie zostali wpuszczeni do mieszkania. Natomiast czujnik metanu, którym sprawdzono okolice wejścia do podejrzanego mieszkania, wskazywał zerowe stężenie. Tym samym pracownicy zakładu gazowniczego nie mieli podstaw, by wejść na teren lokalu (Wiadomości WP, 2007).



Rys. 2. Fragment instalacji ze zdemontowanym gazomierzem. Dzięki uprzejmości KMP w Legnicy

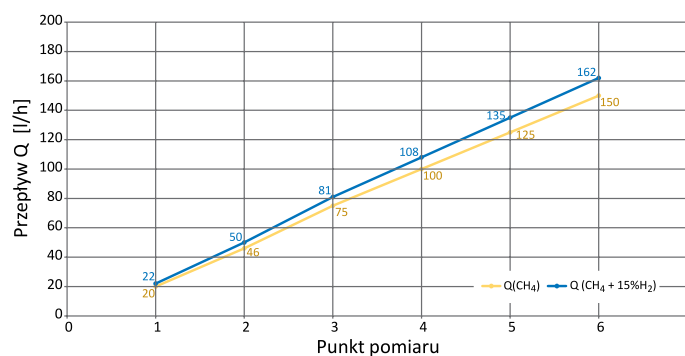
Fig. 2. Fragment of the installation with dismantled gas meter. Courtesy of the KMP in Legnica

Potencjalnych przestępców nie odstraszał fakt, że takie działania w zupełności wyczerpują znamiona czynów przeciwko bezpieczeństwu powszechnemu, co może być zagrożone karą więzienia do 8 lat (Kodeks karny). Łatwość, z jaką powyższe przykłady zostały znalezione, pozwala przypuszczać, że tego typu proceder może odbywać się na większą skalę. Fakt ten potwierdzała również liczba wyników zwracanych przez różne wyszukiwarki internetowe po wpisaniu hasła: „kradzież gazu ziemnego”.

W sytuacji, gdy dochodziło do rozszczelnienia instalacji na skutek ingerencji w celu kradzieży gazu, a następnie do wybuchu, powstawały oczywiste w takich sytuacjach straty materialne. Oprócz nich do bilansu strat należy również doliczyć straty wizerunkowe dostawców gazu.

Nieszczelne połączenia w instalacjach gazowych mogą stać się jeszcze bardziej niebezpieczne. Wobec polityki energetycznej Polski oraz Unii Europejskiej, która uznaje wodór za paliwo alternatywne, należy założyć, że gaz ten w przyszłości będzie stanowił składnik mieszaniny z gazem ziemnym. Badania INiG – PIB dotyczące wpływu dodatku wodoru do gazu ziemnego na elementy systemu gazowniczego udowadniają, że transport i spalanie takich mieszanin może odbywać się bez zmniejszenia bezpieczeństwa technicznego instalacji i odbiorników gazu (Jaworski et al., 2019). W przypadku instalacji nieszczelnych sytuacja jest odmienna. Badania prowadzone przez Szewczyka i Jaworskiego (2020) udowodniły, że wypływ mieszaniny wodoru i metanu z nieszczelnej instalacji gazowej będzie większy niż wypływ czystego metanu. Może to skutkować skróceniem czasu na reakcję, ponieważ od momentu zaistnienia nieszczelności do powstania atmosfery wybuchowej upłynie mniej czasu. W pomieszczeniach, gdzie do tej pory wentylacja była na tyle skuteczna, że udawało się w nich zachować bezpiecznie

warunki, może dochodzić do stopniowego wzrostu stężenia gazu ziemnego, co w konsekwencji doprowadzi do wybuchu. Na rysunku 3 zaprezentowano wpływ zawartości wodoru w gazie ziemnym na poziom wycieku w nieszczelnej instalacji gazowej przy założeniu stałych warunków ciśnienia, temperatury i rozmiaru nieszczelności (Szewczyk i Jaworski, 2020).



Rys. 3. Zmiana przepływu metanu (100% CH₄) i metanu z dodatkiem wodoru (85% CH₄ + 15% H₂) dla różnych nieszczelności, symulowanych precyzyjnym zaworem iglicowym (Szewczyk i Jaworski, 2020)

Fig. 3. Flow variation of methane (100% CH₄) and methane with added hydrogen (85% CH₄ + 15% H₂) for different leaks, simulated with a precision needle valve (Szewczyk and Jaworski, 2020)

Wymagania projektowe

W przypadku odbiorców, którym zdemontowano gazomierz, rozwiązaniem problemu niezdiagnozowanej ingerencji mogłoby być proste urządzenie, które pozwalałoby na natychmiastową detekcję próby nielegalnego poboru paliwa gazowego. Na potrzeby dalszych rozważań założono, że urządzenie powinno spełniać poniższe kryteria:

- być łatwe w instalacji;
- pozwalać na szybkie wysłanie wiadomości o możliwości dokonania nieuprawnionej ingerencji;
- posiadać małe gabaryty;
- być tanie w produkcji;
- być tanie w eksploatacji;
- być odporne na nieautoryzowane ingerencje.

Spełnienie wszystkich powyższych wymagań pozwalałoby na stworzenie urządzenia, które mogłoby być szeroko stosowane nie tylko w Polsce.

W ramach pracy badawczej dokonano przeglądu metod pozwalających na wykrycie ingerencji i/lub przepływu w instalacji gazowej. Stwierdzono, że przełączniki impulsowe (przyciski i wykrycie zamknięcia obwodu) są najbardziej perspektywiczną metodą natychmiastowej detekcji nielegalnego poboru gazu.

Tego typu wykrywanie ingerencji jest szeroko wykorzystywane w postaci plomb elektronicznych w gazomierzach

inteligentnych, np. miechowych (Aparator Metrix S.A.). Ich zastosowanie również pozwala na ograniczenie nielegalnego poboru gazu (Kułaga, 2014). Drukowane płytki zamontowane w tego typu gazomierzach posiadają na stałe wlutowany przycisk normalnie zamknięty. Umieszczenie przycisku jest tak dobrane, by zamocowanie pokrywy liczydła powodowało jego wciśnięcie. W momencie demontażu pokrywy przycisk jest zwalniany, w następstwie czego zamykany jest obwód. W tym momencie w pamięci liczydła jest zapisywana informacja o ingerencji, a na wyświetlaczu liczydła może pojawić się stosowna ikona (w zależności od ustawień oprogramowania liczydła). Na zdjęciu (rys. 4) zaprezentowano zdemontowane liczydło z zaznaczonym zabezpieczeniem oraz sposobem sygnalizacji ingerencji na wyświetlaczu liczydła.



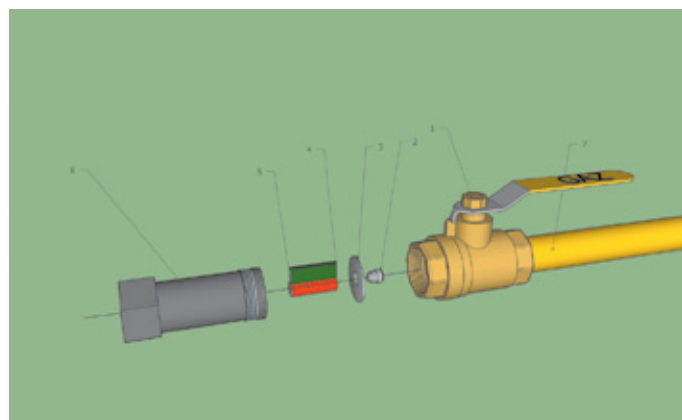
Rys. 4. Liczydło gazomierza iSmart2 produkcji Aparator Metrix S.A. po zdjęciu pokrywy liczydła

Fig. 4. iSmart2 gas meter index, manufactured by Aparator Metrix S.A. after removing the index cover

Idea wykorzystania przycisku w ramach wykrywania nielegalnej ingerencji w instalację zakłada umieszczenie go wraz z układem wysyłającym informację w obudowie korka. Przycisk z dużym skokiem (zamykający obwód przy płytkim jego wciśnięciu) byłby umieszczony w osi otworu wylotowego zaworu, tak aby wkręcanie urządzenia powodowało oparcie przycisku na kuli zaworu lub wkręconym uprzednio dystansie. Odkręcenie urządzenia spowoduje zwolnienie przycisku, w konsekwencji czego zostanie wysłana informacja o próbie nielegalnego poboru gazu. Rysunek 5 przedstawia elementy składowe opisywanego rozwiązania, a na rysunku 6 widnieje układ po montażu.

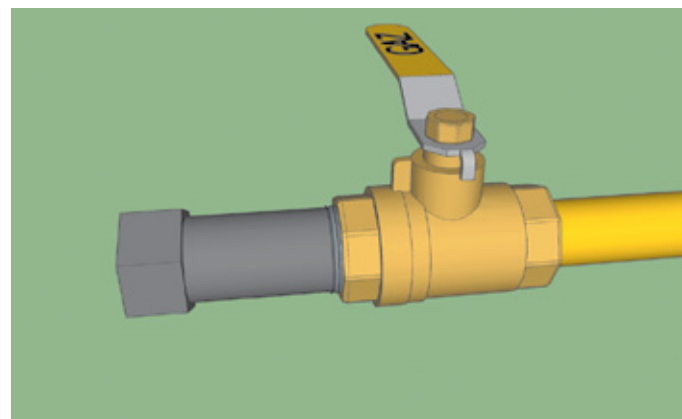
W ramach tego samego rozwiązania można rozważyć pominięcie przycisku i zamykanie obwodu poprzez elementy przewodzące obecne w urządzeniu lub zaworze. Jest to jednak rozwiązanie obciążone znacznie większym ryzykiem ze

względu na brak izolacji galwanicznej od instalacji gazowej. Istniałoby wtedy ryzyko uszkodzenia układu, np. poprzez wyładowania elektrostatyczne.



Rys. 5. Rysunek koncepcyjny układu do detekcji nielegalnego poboru gazu: 1 – zawór gazowy; 2 – przycisk lub przełącznik; 3 – dystans pozycjonujący przycisk na odpowiedniej głębokości względem obudowy; 4 – układ scalony do kontroli urządzenia; 5 – źródło zasilania; 6 – obudowa urządzenia; 7 – rura gazowa

Fig. 5. Conceptual drawing of a system for detection of illegal gas consumption: 1 – gas valve; 2 – button or switch; 3 – spacer positioning the button at an appropriate depth relative to the housing; 4 – integrated circuit for device control; 5 – power source; 6 – device housing; 7 – gas pipe



Rys. 6. Szkic koncepcyjny zabezpieczonego zaworu

Fig. 6. Concept sketch of a secured valve

Ze względu na specyfikę zastosowania wydaje się, że najodpowiedniejszym rodzajem zasilania będą akumulatory lub baterie, jednak do zasilania pierwszego prototypu wykorzystany został zasilacz USB. Wybór odpowiedniego ogniwa zasilającego w urządzeniu końcowym będzie konsekwencją wyboru obudowy oraz rozmiaru docelowego.

W ramach wykonanych już prac badawczych w Instytucie przeprowadzono kompleksową analizę różnych metod komunikacji. Przegląd technologii przygotowany na potrzeby wspomnianej pracy oraz artykułu napisanego na jej podstawie

wskazuje, że należy poszukiwać metod wykorzystujących istniejącą już sieć komórkową, np. Narrowband (NB-IoT). Istnieją technologie pozwalające na większy zasięg działania (np. system Sigfox), przy czym jednocześnie wykazują one większe zapotrzebowanie na energię (Lipka, 2020). Nie bez znaczenia jest również fakt, że w Polsce wiodącym protokołem wykorzystywanym w telemetrii gazomierzy jest protokół Smart-Gas, a co za tym idzie – urządzenie powinno komunikować się przy użyciu tego standardu. Dzięki temu będzie łatwiejsze w implementacji do istniejącej już infrastruktury teleinformatycznej, a tym samym bardziej atrakcyjne dla spółek zarządzających siecią dystrybucyjną (Syrnik, 2020). Dlatego do komunikacji wybrano sieć GSM, która pokrywa swoim zasięgiem praktycznie całą powierzchnię kraju. Opóźnienia występujące podczas komunikacji za pośrednictwem GSM, sięgające nawet 30 s, nie stanowią problemu. Jest to i tak na tyle krótki czas, by reakcja na nielegalny pobór gazu była odpowiednio szybka i właściwa (Lipka, 2020).

Budowa pierwszej wersji prototypu

W ramach pracy zostały zakupione elementy armatury oraz części elektroniczne, które posłużyły do budowy prototypu urządzenia. W tej fazie projektu jeszcze nie przykładano wagi do jego miniaturyzacji. Głównym celem było sprawdzenie słuszności koncepcji oraz opracowanie wstępnej konstrukcji przycisku, który posłużyłby do dalszych prac.

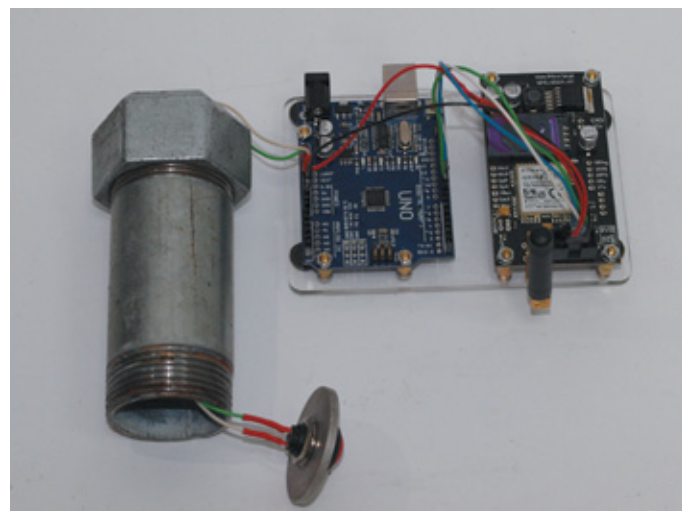
Prototyp skonstruowano z wykorzystaniem modułów Arduino:

- Uno R3 zgodne z Arduino IDE – ATmega328;
- moduł GSM G510-V2.

Układ wymagał zasilania napięciem 5V, które realizowane było poprzez gniazdo USB (Arduino.cc). Na rysunku 7 przedstawiono zdjęcie prototypu, a na rysunku 8 – schemat połączenia modułów.

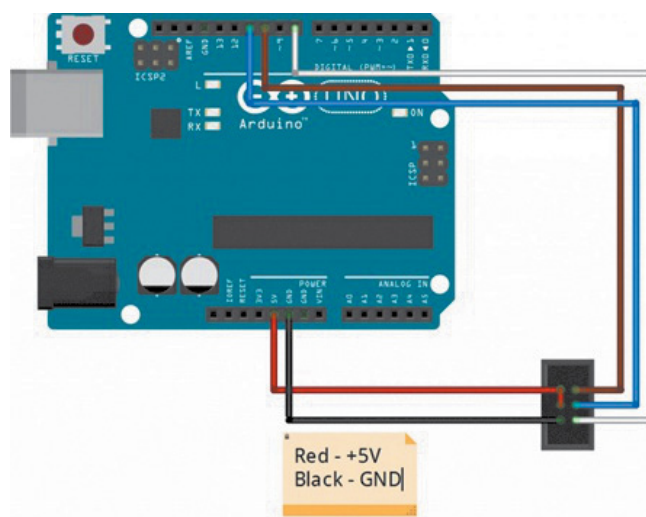
Program sterujący układem został napisany w języku C zgodnym z Arduino IDE, który jest wolnym oprogramowaniem (Badowski, 2011). Zadaniem zaprogramowanego modułu było wykrywanie zamknięcia obwodu na stykach i wysyłanie informacji o tym zdarzeniu poprzez wiadomość SMS na odpowiedni numer telefonu.

W następnym etapie przygotowano obudowę, w której umieszczano kolejno różnego rodzaju przyciski celem wybrania tego, który będzie najlepiej sprawdzał się w praktyce. Za obudowę urządzenia posłużył korek z gwintem wewnętrznym 5/4 cala oraz obustronnie nagwintowana rurka o długości 10 cm. Całość po skręceniu miała długość 11 cm. Złożony na potrzeby eksperymentu układ elektroniczny miał większe rozmiary i musiał być umiejscowiony na zewnątrz obudowy.



Rys. 7. Prototyp nr 1 z jednym z testowanych przycisków

Fig. 7. Prototype No. 1 with one of the test buttons



Rys. 8. Schemat połączenia modułu GSM z modulem Arduino (MikroTar, 2015)

Fig. 8. Scheme of connection of the GSM module with the Arduino module (MikroTar, 2015)

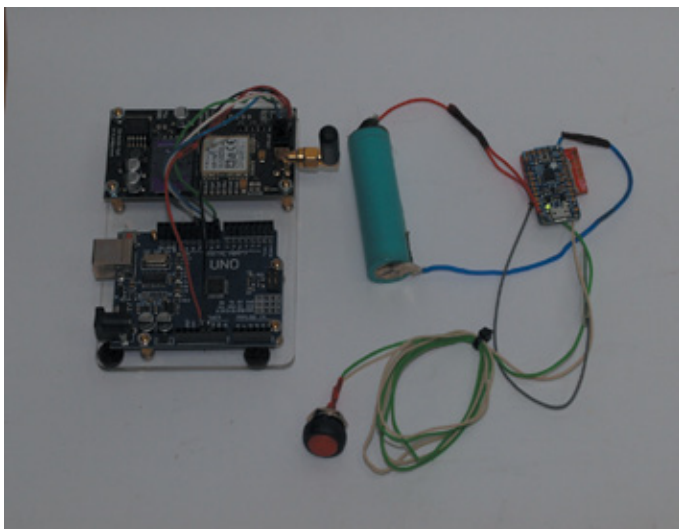
W celu zapewnienia stabilnego i nieruchomego oparcia dla przycisku opracowano korek przelotowy, wkręcany w pierwszym etapie w zawór. Wyklucza on wzbudzenie fałszywego alarmu wywołanego tylko manipulowaniem dźwignią zaworu, bez wykręcania urządzenia. Zastosowanie tego typu rozwiązania pozwala na całkowite odseparowanie części elektronicznej od gazu. Jest to istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa i przepisów ATEX. W przypadku pojawienia i utrzymywania się przez długi czas atmosfery wybuchowej wymagania są bardziej restrykcyjnie niż w przypadku chwilowych zagrożeń wybuchem lub gdy uznamy, że takiego zagrożenia nie ma (Dyrektywa 2014/34/EU). Użycie korka wewnętrznego pozwala również na zastosowanie obudowy z tworzywa sztucznego.

Testy skonstruowanego prototypu zakończono z pomyślnym wynikiem. Po około 5 sekundach od wykręcenia urządzenia otrzymywano informację o tym fakcie w postaci wiadomości SMS.

Budowa drugiej wersji prototypu

Po pozytywnych testach pierwszego prototypu urządzenia postanowiono przygotować jego drugą wersję, która byłaby mniejsza oraz zasilana bateryjnie. Tym razem do budowy urządzenia posłużyły:

- moduł GSM/GPRS SIM800L: układ GSM/GPRS umożliwiający wysyłanie oraz odbieranie wiadomości SMS oraz danych GPRS. Zasilany napięciem 3,7 V do 4,2 V, o wydajności prądowej 2 A. Układ ten najwięcej energii, około 2 A, pobiera w momencie logowania do sieci, do normalnej pracy wystarczy 18 mA, a w trybie uśpienia (czyli przez zdecydowaną większość czasu) 1 mA. Moduł dystrybuowany jest wraz z anteną drutową możliwą do ukształtowania w sposób odpowiadający użytkownikowi. Wymiary: $15,8 \times 17,8 \times 2,4$ mm (bez anteny) (SIMCom, 2013);
- moduł Pro Trinket wyposażony w mikrokontroler AVR ATmega328 z 28 kB pamięci Flash. Moduł pracuje pod napięciem 3,3 V i wymaga natężenia prądu o wartości 150 mA. Wymiary: $38 \times 18 \times 4$ mm (Adafruit);
- akumulator WL TOYS 12428/144001 7,4 V 2500 mAh. Wymiary: $85 \times 35 \times 18$ mm. Ze względu na to, że do zasilania prototypu wystarczy 3,7 V, zdecydowano się rozebrać akumulator, przez co wymiary zostały zredukowane do 18×85 mm.



Rys. 9. Wielkość części elektronicznych prototypu 2 w stosunku do części elektronicznych prototypu 1

Fig. 9. Size of the electronic parts of prototype 2 in relation to the electronic parts of prototype 1

Należy zauważyć, że największym elementem zestawu była bateria. Pozostałe moduły, które zostały wytypowane z tanich, dostępnych na rynku elementów, po złożeniu nie zajmowały więcej niż $50 \times 40 \times 30$ mm. Na rysunku 9 przedstawiono porównanie wielkości części elektronicznych prototypu 1 i 2. Ich całkowita objętość w końcowej wersji urządzenia będzie mogła zostać jeszcze pomniejszona ze względu na użycie specjalnie zaprojektowanych części.

W ramach testów prototypu nr 2 skupiono się na zastosowaniu przycisków typu LSME8111 oraz PBS26C, z których ten drugi do tej pory najlepiej sprawdzał się w testowanym zastosowaniu. Obydwa przyciski są monostabilne, normalnie zamknięte. Cały układ został umiejscowiony w obudowie urządzenia. Po zabezpieczeniu zaworu, a następnie jego otwarciu otrzymano SMS z informacją o nieautoryzowanej ingerencji. W wyniku przeprowadzonych testów uznano, że układ może być wykorzystany nie tylko w gazownictwie, ale również w instalacjach technicznych, gdzie wymagane jest wielostopniowe zabezpieczenie punktów przyłączeniowych.

Budowa urządzenia oraz sposób działania zostały wykorzystane w ramach zgłoszenia patentowego nr P.436004.

Podsumowanie

Opracowany prototyp jest najprostszym możliwym systemem sygnalizacji, wykorzystującym prosty przycisk oraz podzespoły oparte na Arduino. Dalsze prace pozwolą na miniaturyzację urządzenia oraz redukcję kosztów produkcji.

Stosowanie urządzenia będzie miało korzystny wpływ na poprawę bezpieczeństwa, szczególnie w budynkach wielorodzinnych, gdzie gazomierze montowane były lub ciągle są wewnątrz lokali mieszkalnych.

Prowadzone różnego rodzaju prace badawcze zdają się potwierdzać, że wodór zatłoczony do szczelnej sieci jest bezpiecznym i ekologicznym paliwem. Jednak tendencja do większego wypływu w przypadku gazu z dodatkiem H_2 z pewnością może przyczynić się do zwiększenia zagrożenia w przypadku instalacji, w których takie nieszczelności występują, a nielegalne przyłącza do takich można zaliczyć.

Przytoczone w niniejszym artykule przykłady świadczą o tym, że urządzenie tego typu jest potrzebne, a jego zastosowanie pozwoliłoby operatorom sieci zmniejszyć straty gazu wywołane jego nielegalnym poborem. Ponadto urządzenie można stosować wszędzie tam, gdzie wymagany jest wielostopniowy system zabezpieczeń informujący o każdej przeprowadzanej czynności w obrębie zabezpieczonej armatury. W opisanych sytuacjach z tragicznym finałem głównymi poszkodowanymi byli prawdopodobnie sprawcy oraz ich rodziny. Chociaż ludzkie życie trudno w jakikolwiek sposób wycenić i porównywać

do strat materialnych, to do bilansu należy jeszcze doliczyć straty wizerunkowe spółek gazowniczych. Tego typu zdarzenia zyskują medialny rozgłos, co powoduje, że przez długi czas znajdują się w czołówkach serwisów informacyjnych. Może to zniechęcać potencjalnych nowych odbiorców.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt. *Ocena możliwości natychmiastowej detekcji nielegalnego poboru gazu w przypadku odłączonych odbiorców* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 0076/GM/2020, nr archiwalny: DK-4100-0064/2020.

Literatura

- Adafruit. Dokumentacja techniczna producenta. <<https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/introducing-trinket.pdf>> (dostęp: listopad 2020).
- Aparator Metrix S.A. Dokumentacja techniczna gazomierza iSmart G4 produkcji Apator Metrix. <http://www.apator.com/uploads/files/Produkt/Pomiar_gazu/katalog-gas-en.pdf> (dostęp: listopad 2020).
- Arduino.cc. Dokumentacja techniczna producenta. <https://content.arduino.cc/assets/Pinout-UNOrev3_latest.pdf> (dostęp: sierpień 2020).
- Badowski J., 2011. Wizualizacja ryzyka eksploatacyjnego gazociągów w wybranym systemie informacji geograficznej (GIS). *Nafta-Gaz*, 12: 920–924.
- Gacek Z., Jaworski J., 2014. Próba wytypowania potencjalnych źródeł nielegalnego poboru gazu w sieci dystrybucyjnej gazu wśród klientów indywidualnych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 12: 463–467.
- Jaworski J., Kukulska-Zajac E., Kułaga P., 2019. Wybrane zagadnienia dotyczące wpływu dodatku wodoru do gazu ziemnego na elementy systemu gazowniczego. *Nafta-Gaz*, 10: 625–632. DOI: 10.18668/NG.2019.10.04.
- Kułaga P., 2014. Ocena zgodności gazomierzy inteligentnych w świetle wymagań dyrektywy metrologicznej. *Nafta-Gaz*, 6: 375–382.
- Kułaga P., 2021. Nielegalny pobór gazu – ogólna charakterystyka. *Nafta-Gaz*, 4: 270–278. DOI: 10.18668/NG.2021.04.07.
- Kułaga P., Jaworski J., 2016. Wyniki badań trwałości gazomierzy miechowych uzyskiwane z zastosowaniem różnych metodyk – analiza porównawcza. *Nafta-Gaz*, 8: 645–650. DOI: 10.18668/NG.2016.08.09.
- Legnica Nasze Miasto, 2016. <<https://legnica.naszemiasto.pl/legnica-kradli-gaz-w-bloku-obejscie-zrobili-z-detki/ar/c1-3947236>> (dostęp: wrzesień 2020).
- Lipka T., 2020. Internet of Things (IoT) – LoRaWAN w praktyce. *Nafta-Gaz*, 2: 119–124. DOI: 10.18668/NG.2020.02.06.
- MikroTar, 2015. Dokumentacja techniczna producenta. <<http://mikrotar.pl/produkty/modul-gsm-g510-v2-mt/>> (dostęp: sierpień 2020).
- SIMCom, 2013. Dokumentacja techniczna producenta. <https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf> (dostęp: listopad 2020).
- Syrnik M., 2020. Smart metering w gazownictwie. *Rynek Polskiej Nafty i Gazu*, 15: 69–73. ISSN 1896-4702.
- Szewczyk P., Jaworski J., 2020. Analiza wpływu dodatku wodoru do gazu ziemnego na szczelność połączeń mechanicznych wybranych elementów sieci i instalacji gazowych. *Prace Naukowe Instytutu Nafty i Gazu*, 231. DOI: 10.18668/PN2020.231.
- Wiadomości Olsztyn, 2014. <<https://wiadomosci.olsztyn.pl/nielegalnie-podlaczyl-sie-do-sieci-gazowej/>> (dostęp: wrzesień 2020)
- Wiadomości WP, 2007. <<https://wiadomosci.wp.pl/5-osobowa-rodzina-zginela-w-wybuchu-gazu-w-nowej-hucie-6037675266184321a?c=96&nil=&src01=6a4c8>> (dostęp: wrzesień 2020).

Akty prawne i dokumenty normatywne

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/EU z dnia 26 lutego 2014 r. ws. urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0034&from=EN>> (dostęp: wrzesień 2020).
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1998 r. – Prawo energetyczne, Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348, tekst ujednolicony. <<http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu19970540348>> (dostęp: wrzesień 2020).
- Ustawa z dnia 6 czerwca 1997 r. – Kodeks karny, Dz.U. z 1997 r. Nr 88, poz. 553, tekst ujednolicony. <<http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu19970880553>> (dostęp: wrzesień 2020).
- Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r. – Kodeks cywilny, Dz.U. z 1964 r. Nr 16, poz. 93, tekst ujednolicony. <<http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU19640160093>> (dostęp: wrzesień 2020).
- Wyrok Sądu Rejonowego w Legnicy z dnia 17 stycznia 2013 r. VIII K 993/12, Opublikowano: LEX nr 1913117. <<https://sip.lex.pl/orzeczenia-i-pisma-urzedowe/orzeczenia-sadow/viii-k-993-12-wyrok-sadu-rejonowego-w-legnicy-522006813>> (dostęp: wrzesień 2020).



Mgr inż. Maciej ŁACH
Starszy specjalista inżynierijno-techniczny
w Zakładzie Metrologii Przepływów
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: maciej.lach@inig.pl