

Renowacja przekroczenia gazociągami Wisły w Warszawie

Tadeusz Podziemski*, Henryk Bałut**

Gazowe sieci dystrybucyjne lewobrzeżnej i prawobrzeżnej Warszawy do czasu realizacji omawianego w artykule przedsięwzięcia były połączone przez Wisłę kilkoma tzw. przekroczeniami. Wszystkie one były usytuowane pod istniejącymi mostami. Wszystkie też sprawiały kłopoty eksploatacyjne, wynikające m.in. z nie najlepszych rozwiązań konstrukcyjnych, bądź wieku gazociągów, albo z permanentnego rozszczelniania się kompensatorów, powodującego zagrożenia ulatnianiem z nich gazu.

Postępujący latami rozwój sieci gazowej w Warszawie nie powodował zbyt dużego pogorszenia warunków zasilania odbiorców, z czasem można było zrezygnować z niektórych połączeń przez rzekę – przekroczeń, np. z przekroczenia pod Mostem Śląsko-Dąbrowskim. Pozostałe natomiast trzeba było poddać gruntownym remontom.

Renowację gazociągów \varnothing 200 i \varnothing 300 mm przekraczających Wisłę pod Mostem Berlinga (dawniej Łazienkowskim) wykonano na przełomie lat 1994 i 1995 technologią tradycyjną, utrzymując stosunkowo młode rurociągi stalowe.

Renowację gazociągów \varnothing 300 i \varnothing 400 przekraczających Wisłę pod Mostem Gdańskim postanowiliśmy zrealizować całkiem inną, nowoczesną technologią. Była nią wdrożona eksperymentalnie w „Gazowni Warszawskiej” metoda „nadziemnego” reliningu, a ściślej mówiąc reliningu luźnego, czyli slipliningu. Jest to technologia wykorzystująca rury PE, oparta na specjalnie opracowanym modelu współpracy rur PE – przewodowych z rurami przepustowymi – stalowymi i z konstrukcją mostu, połączona z zastosowaniem unikalnych rozwiązań punktów stałych i kompensacji całego układu.

Kilka słów o firmie

W czasie realizacji omawianego przedsięwzięcia firma nosiła nazwę Oddział Mazowiecki Okręgowy Zakład Gazownictwa (MOZG), który wchodził, jako jeden z sześciu Okręgów, w skład Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa.

Z kolei Oddział MOZG składał się z czterech pododdziałów – zakładów terenowych: Warszawy, Łodzi, Olsztyna i Białegostoku. W międzyczasie, będąc w trakcie ciągłej restrukturyzacji, Mazowiecki Okręgowy Zakład Gazownictwa przekształcił się w Mazowiecką Spółkę Gazownictwa Sp. z o.o., której jednym z oddziałów jest Oddział „Gazownia Warszawska”. Będzie jednak

uzasadnione, jeżeli dla odniesienia do panujących wówczas realiów, przedstawione zostaną podstawowe dane dotyczące firmy tylko z terenu objętego ówczesnym działaniem Zakładu Warszawa. Otóż w momencie realizacji omawianego przedsięwzięcia funkcjonował on na terenie dawnych województw: białkopodlaskiego, ciechanowskiego, płockiego, radomskiego, ostrołęckiego i warszawskiego, a jego obszar działania niemal pokrywał się z dzisiejszym województwem mazowieckim. Zatrudnienie, łącznie z rejonami gazowniczymi zajmującymi się przesyłem gazu, wynosiło ok. 3 tys. osób (obecnie w samej dystrybucji ok. 2,5 tys.). Z gazu korzystało prawie 1 mln odbiorców (obecnie ponad 1 mln), którym dostarczano rocznie 1,2 mld m³ gazu (obecnie prawie 1,5 mld).



Mapa fragmentu sieci gazowej Warszawy z gazociągami przekraczającymi Wisłę

Na sieć gazową wysokiego ciśnienia składały się cztery tłocznie gazu o całkowitej mocy 48 MW i ponad 2 tys. km gazociągów przesyłowych. Dystrybucyjna sieć gazowa liczyła ok. 15 tys. km (obecnie 16 tys.), a ciśnienia w niej panujące to: niskie – do 50 hPa i średnie – do 400 kPa. Eksploatowano również ok. 300 stacji gazowych (obecnie ok. 160), z których połowę stanowiły stacje redukcyjno-pomiarowe I stopnia.

Podkreślenia wymaga fakt, że już w tych latach rozbudowa sieci odbywała się niemal wyłącznie z rur z tworzyw sztucznych, które okazały się trwalsze, łatwiejsze w montażu, bardziej ekonomiczne i bezpieczne w eksploatacji. Stanowiły one wówczas jedną czwartą całkowitej długości sieci dystrybucyjnej Zakładu Gazowniczego Warszawa (dziś już ponad jedną trzecią).

Obecnie „Gazownia Warszawska” działając na terenie takim, jak dawniej Zakład Warszawa, nie ma już w zakre-

sie swoich kompetencji tzw. przesyłu gazu, czyli tłoczni gazu, stacji gazowych (I stopnia) i gazociągów przesyłowych wysokiego ciśnienia, a zajmuje się tylko częścią działalności związaną głównie z sieciami średniego i niskiego ciśnienia, czyli tzw. dystrybucją.

Doświadczenia branżowe w przekraczaniu gazociągami cieków wodnych

Stosowane dotychczas metody przekraczania wodnych przeszkód terenowych można z grubsza podzielić na: przekroczenie górą (nad ciekami), przekroczenie dołem (pod dnem cieku).

Przekroczenie górą następowało bądź z wykorzystaniem specjalnie budowanych konstrukcji podtrzymujących gazociąg, albo tzw. łukami samonośnymi, lub też z wykorzystaniem innych konstrukcji, tzn. głównie mostów. Z uwagi m.in. na rzadkość powtarzania się identycznych warunków terenowych istniały tylko bardzo ogólne przepisy w branży gazowniczej związane z przekroczeniami przeszkód wodnych. Zachodziła więc konieczność uzgadniania indywidualnych rozwiązań między zainteresowanymi branżami (gazownikami, konstruktorami, eksploataciami cieków itp.). Preferencje co do wyboru metod przekraczania związane były z warunkami lokalnymi, stroną ekonomiczną i możliwościami realizacyjnymi (posiadaną w danym okresie techniką) czy wręcz tradycjami regionalnymi. Przekroczenia z wykorzystaniem mostów, bo taki konkretny przypadek mieliśmy do rozwiązania, były rozwiązaniami, które projektowali z reguły nie gazownicy, lecz konstruktorzy mostów. Tak też było 40 lat temu w przypadku Mostu Gdańskiego w Warszawie.

Można dzisiaj, opierając się na wieloletniej praktyce, pokusić się o stwierdzenie, że nie było zdecydowanie złych doświadczeń, eliminujących któryś z przytoczonych wyżej sposobów przekroczeń.

Poszczególne metody spełniały swoje funkcje stosownie do czasów, w których były realizowane. Postęp technologii w światowym gazownictwie, w szczególności w materiałach stosowanych do budowy gazociągów sieci dystrybucyjnych sprawił, że w „Gazowni Warszawskiej” zaczęliśmy interesować się również ich zastosowaniem przy renowacji przekraczania gazociągami rzek z wykorzystaniem mostów. Okazało się, że na świecie jest niewiele przypadków, gdzie zrealizowano tego typu zadanie – przekroczenie rzeki z wykorzystaniem mo-



stów przy pomocy rur polietylenowych. Oczywiście chodzi tu o przekroczenia nie kilku-, lecz kilkudziesięcio-, a nawet kilkusetmetrowe. Niewielkie są więc doświadczenia światowego gazownictwa w tym zakresie, skąpo opisane i nie poparte powszechnymi aktami normalizacyjnymi.

Na początku 1993 r. ASME (American Society of Mechanical Engineers) zainicjowała opracowanie projektu oceniającego możliwości zastosowania rur PE do transportu gazu przez mosty. Opracowanie zakończyło się konkluzją, że „rury PE mogą być stosowane na mostach, jako niezawodne i bezpieczne”. Opracowanie opierało się na doświadczeniach z trzech przekroczeń rzek zrealizowanych w USA, z uwzględnieniem odstępstw od obowiązującego przepisu DOT 49 CFR część 192.192.32. (a), który brzmi: „Rury z tworzyw sztucznych muszą być zainstalowane w ziemi pod powierzchnią gruntu”.

Najwcześniej zarejestrowanym przekroczeniem rzeki rurami PE przez most była zrealizowana w 1979 r. w National Fuel Distribution Corp. w Buffalo w Nowym Jorku instalacja długości ok. 240 m. Następne dwa przekroczenia rzek zrealizowały firmy w USA: Consumers Power w roku 1984 i Commonwealth Gas w 1985 r., a następnie kanadyjska organizacja CWNG (Canadian Western Natural Gas Co.) na moście Louise Bridge w Calgary w roku 1995.

W Calgary dokonano rekonstrukcji mostu, w związku z mającą nastąpić budową nowej arterii miejskiej do centrum miasta. Podczas tej rekonstrukcji miały być tymczasowo usunięte z mostu wszystkie urządzenia inżynierskie, m.in. stalowy gazociąg o średnicy 250 mm. Został on w rezultacie zastąpiony dwoma nitkami z PE – każda o średnicy 200 mm, w rurach osłonowych z PVC – każda o średnicy 300 mm.

W Kanadzie przepisy dotyczące sieci gazowych są zawarte w opracowanym przez Oil and Gas Pipeline Systems dokumencie CSA Z662-94. Nie odzwierciedlają one jednak instalowania rur PE na mostach, jako sytuacji unikatowej. Są jednak fragmenty ogólnych przepisów, które wprawdzie pośrednio, ale dotyczą takich sytuacji. Jest też możliwość dokonania odstępstwa od CSA, choćby na podstawie zawartej wewnątrz CSA Z662-94, tzw. Klauzuli 1.7: „Nie jest intencją niniejszych przepisów ograniczenie rozwoju nowych praktyk, wyposażenia czy wprowadzania jakiegokolwiek innowacji”.

Podobnego odstępstwa od zasad realizacji sieci dystrybucyjnych w USA, opartych o DOT – OPS, zawartych w przepisach federalnych w rozdziale 49 część 192, wymagały każdorazowo wyżej wymienione trzy przypadki przekroczeń rzek gazociągami z wykorzystaniem mostów. Na te odstępstwa powoływała się ASME opracowując projekt możliwości zastosowania rur PE do transportu gazu przez mosty.

Mając w sumie niewiele przykładów i wskazówek, ale jednak ważących, przystąpiono w „Gazowni Warszawskiej” do opracowania założeń renowacji przekroczenia Wisły gazociągami usytuowanymi pod Mostem Gdańskim w Warszawie.

Rozważania projektowe



Podstawową przesłanką do renowacji przekroczenia akurat w tym czasie był fakt poddania remontowi samego Mostu Gdańskiego. Remont ten wymagał wstrzymania na ten czas wszelkiego ruchu przez most, samochodowego (poziom górny) i tramwajowego (poziom dolny), a także przerywania funkcjonowania urządzeń inżynierskich (kable, rurociągi itd.). Dodatkowymi dla nas przesłankami były: wiek gazociągów podwieszonych pod mostem – 40 lat i permanentne kłopoty z ulatnianiem gazu z kompensatorów dławicowych, usytuowanych przy przyczółkach mostowych. Były też trudności z bieżącą eksploatacją – przeglądami, ograniczonymi z powodu trwałego uszkodzenia podwieszonego wózka transportowego. Wszystko to spowodowało, że jeszcze przed remontem mostu, podwieszono pod nim gazociągi zostały wyłączone z użytkowania (eksploatacji). Stało się to możliwe, jak już wspomniano, dzięki rezerwowemu zasilaniu odbiorców spowodowanych strukturą dystrybucyjnej sieci gazowej zasilającej w gaz odbiorców tzw. strony warszawskiej i praskiej, usytuowanych po obu stronach Wisły.

Stosując wówczas wytyczoną w Zakładzie Gazowniczym Warszawa zasadę, że budowa i modernizacja sieci dystrybucyjnych ma się odbywać z rur z tworzyw sztucznych, również i to „ogniwo”, którym jest przekroczenie Wisły, chciano uczynić tak samo „trwale i żywotne”, jak pozostałe odcinki sieci i zrealizować je także w technologii PE.

Przystąpiono do opracowania założeń koncepcji, których głównymi punktami były:

- zastosowanie jako rur przewodowych rur polietylenowych z PE 80, SDR 11;
- technologia wykonania – relining luźny (sliplining) z wykorzystaniem istniejących gazociągów stalowych Ø 400 i Ø 300 mm, o długościach między przyczółkami po ok. 400 m, całość przekroczenia obejmowała dwa gazociągi po ok. 600 m;
- wykorzystanie bądź wymiana istniejących zawiesi rurociągów, po ich przeglądzie i ocenie przydatności;
- rozwiązanie kompensacji rozszerzania i kurczenia się rur stalowych oraz polietylenowych, podwieszonych pod mostem, poprzez:
 - wypełnienie ściśle przestrzeni międzyrurowych lub
 - zastosowanie odpowiedniej ilości nowoczesnych i szczelnych kompensatorów lub
 - zastosowanie układu mieszanego;
- zastosowanie łuków wejściowych na przyczółkach ze stali podwyższonej jakości, tzw. nierdzewnej;

- budowa koniecznych, dodatkowych umocowań rurociągów – podpór stałych i ruchomych;
- ścisła współpraca podczas renowacji gazociągów z właścicielem Mostu Gdańskiego, jak też z wykonawcą remontu mostu.

Jednym z podstawowych i najważniejszych zagadnień, które należało rozwiązać było zagadnienie kompensacji wydłużania i kurczenia się rur polietylenowych.

Zdawano dokładnie sobie sprawę z tego, że przy długości mostu 400 m, przy mogących nastąpić różnicach temperatur otoczenia np. od -30°C do $+30^{\circ}\text{C}$ (w projekcie przyjęto od -27°C do $+27^{\circ}\text{C}$), przy kilkunastokrotnie większej rozszerzalności PE w stosunku do stali swobodnej, maksymalne wydłużenie (skurczenie) rur PE wynosiłoby w przybliżeniu 4,8 m, na co nie można było pozwolić:

$$\Delta L = L \cdot \Delta t \cdot \alpha = 400 \cdot (30 + 30) \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} = 4,8 \text{ m}$$

gdzie: ΔL – teoretyczna zmiana długości rury PE [m],

L – długość rury (mostu) [m],

Δt – maksymalna różnica temperatur $^{\circ}\text{C}$,

α – współczynnik (dla PE) rozszerzalności liniowej $[\text{mm}/^{\circ}\text{C}]$

Rozwiązanie tego problemu i opracowanie dokumentacji technicznej zlecono warszawskiemu biurowi projektów – Pracowni „PROKOM”. Pracownia ta pięć lat wcześniej zajmowała się rehabilitacją techniczną gazociągów na Moście Berlinga, lecz – jak już wspomniano – w technologii tradycyjnej.

W wyniku różnych propozycji i gorących dyskusji powstała dokumentacja, z unikatowym rozwiązaniem sposobu skompensowania wydłużeń termicznych i mechanicznych całej instalacji przekroczenia Wisły. Sednem tego rozwiązania była odpowiednia współpraca na każdej z nitki, tzw. „korków” (w sumie sześciu), usytuowanych na przyczółkach i pośrodku mostu, z rurami przewodowymi i przepustowymi, z kompensatorami i punktami stałymi.

Ostatecznie, po rozważeniu potrzebnej przepustowości gazociągów, zdecydowaliśmy się na relining rurą przewodową o średnicy: 225 x 20,5 mm – wprowadzaną do rury stalowej Ø 300 i rurą 315 x 28,6 mm – wprowadzaną do rury stalowej Ø 400 mm. „Korki” zostały wykonane w Zakładach Produkcji Pomocniczej „STALBUD” w Tarnowie, tj. firmie, która została wybrana na wykonawcę projektu renowacji gazociągów na Moście Gdańskim.

Przed zamontowaniem „korków”, na Politechnice Warszawskiej został sprawdzony prototypowy model takiego „korka”, głównie pod względem wytrzymałościowym. Pomyślny wynik prób wytrzymałościowych prototypu, jak też uzyskanie formalnego pozwolenia na budowę – rehabilitację techniczną przekroczenia, było zwieńczeniem rozważań projektowych i zaowocowało decyzją o rozpoczęciu renowacji przekroczenia, zamierzoną metodą reliningu luźnego (sliplingu), w technologii polietylenowej.

Ciągle zdawaliśmy sobie jednak sprawę, że eksperymentalne dla nas (i nie

tylko) rozwiązanie wymagać będzie w trakcie budowy „na bieżąco” korekt, ciągłej współpracy inwestora, projektanta i wykonawcy. Tak też i było, choć nie osiągnięto, na szczęście, dramatycznego poziomu.

Czy jednak te kilka powyższych zdań zdoła oddać ówczesne wątpliwości i wahania związane z niewątpliwie unikatowym rozwiązaniem, jakim była renowacja gazociągów na moście metodą reliningu? Każdy, kto starał się zmieniać utarte technologie wie, jakie nieprzewidywalne sytuacje mogą go spotkać w trakcie eksperymentowania „na żywym organizmie”.

Jak zwykle w podobnych okolicznościach, sytuację dodatkowo utrudniał fakt braku dokumentacji archiwalnej tak mostu, jak i gazociągów. Dopiero szczegółowe oględziny i badania obiektów wyjaśniły, jakie np. są rzeczywiste różnice w grubości ścianek podwieszonych, istniejących gazociągów stalowych i w jakiej technologii były one spawane. Okazało się np. że stalowe rury były „kielichowane” i łączone przez obspawanie kielichów spoinami pachwinowymi. Z jednej strony była to korzystna sytuacja, gdyż nacieki spawalnicze, mogące powstać przy spoinach czolowych, przestały być ograniczeniem renowacji reliningiem luźnym, ale z drugiej strony został przez kielichy niemal jednoznacznie ograniczony kierunek wprowadzania rur.

Praktycznie ograniczenie spowodowane brakiem na całej długości mostu, swobodnego dostępu do podwieszonych rur stalowych podczas reliningu, wymuszało ostrożność co do przyjęcia średnic wprowadzanych rur polietylenowych. Należało brać pod uwagę możliwość ich zakleszczenia się, co z kolei skutkowało by koniecznością ich wyciągnięcia i cięcia, a więc w rezultacie negatywnymi konsekwencjami ekonomicznymi i terminowymi.

Dostęp do gazociągów w czasie remontu mógł być w miarę łatwy tylko z przyczółków i na filarach środkowym. Dzisiaj wiemy, że nasza ostrożność okazała się trochę za duża – mogliśmy zaryzykować więcej, choćby stosując PE 100 SDR 17,6 zamiast PE 80 SDR 11 i tym samym powiększając średnice wewnętrzne, a więc i przepustowość przekroczenia lub też w ogóle powiększając o jedną dymensję średnice wprowadzanych rur polietylenowych.

No tak, ale takie rzeczy wie się dopiero post factum, a przed realizacją ryzyko wydawało się zbyt duże i rozsądek nakazywał ostrożność.

Przebieg renowacji

Wspominając o przeciwnościach towarzyszących temu przedsięwzięciu, nie sposób nie wspomnieć o niezwykle ważnym czynniku sprzyjającym. Był nim dość swobodny termin i zakres czasowy realizacji. Ograniczony w zasadzie tylko czasem remontu samego mostu i koniecznością „zgrania” przebiegu renowacji z technologią remontu konstrukcji, realizowaną przez głównych wykonawców, jak też z potrzebami miasta, które go władze na pewien okres przywróciły na dolnym poziomie ruch tramwajowy, przerywający kontynuowanie „naszej” renowacji. Mogliśmy zatem w sytuacjach

wymagających dodatkowych czy wątpliwych rozwiązań, spokojnie się nad nimi zastanowić. Była to zatem sytuacja komfortowa, niemalże wymarzona i skwapliwie ją wykorzystaliśmy.



Co różniło się w rzeczywistości w stosunku do opracowanej koncepcji i posiadanej dokumentacji technicznej? Po pierwsze okazało się, że optymalnym rozwiązaniem będzie zastosowanie tzw. układu mieszanego (przytoczonego w rozdziale wyżej), czyli częściowe wypełnienie przestrzeni międzyrurowych w „korkach” (po trzy na każdej nitce), z zastosowaniem czterech kompensatorów mieszanych (po dwa na każdej nitce). Kompensatory typu DX 1 S.200 i DX 1 S.300 firmy Bredan zapewniły wystarczająco duży zakres kompensacji wydłużeń i pełną szczelność. A co ważne z punktu widzenia formalnego, posiadały pozytywną opinię IGNiG z Krakowa.

Po drugie, konstrukcja „korków” uległa pewnej modyfikacji w wyniku przeprowadzonych prób wytrzymałościowych na Politechnice Warszawskiej.

Po trzecie, zrezygnowaliśmy z przewężenia średnic gazociągów już poza mostem (w ziemi), rezygnując na pewnym krótkim odcinku z reliningu na rzecz wymiany w wykopie otwartym.

Po czwarte, zdecydowaliśmy się na montaż dodatkowych upustów gazu usytuowanych na moście – oprócz obustronnych (przy układach zasuw w ziemi) – za przyczółkami.

Pewnym zaskoczeniem była konieczność czyszczenia gazociągów na moście z dość dużego zapylenia, i to głównie jednej z dwóch nitek (jednej trzeciej prześwitu gazociągu). Z drugiej strony ekspertyza wykazała nadspodziewanie dobry stan zawiesi, które po oczyszczeniu z rdzy i pomalowaniu mogły z dużym współczynnikiem bezpieczeństwa być powtórnie zastosowane. Stosunkowo niezły okazał się też stan samych rur i ich izolacji.

Całość prac (z licznymi przerwami) rozciągnęła się na 1,5 roku, ale, jak już wspominałem, nie musieliśmy i nie chcieliśmy się spieszyć i można pokusić się o stwierdzenie, że prace mogły się zamknąć w ciągu dwóch, trzech miesięcy, a przy wiedzy i doświadczeniu, jakie mamy dzisiaj, mogłyby zostać zrealizowane w jeszcze krótszym terminie.

Co z ważniejszych wydarzeń jeszcze nas zaskoczyło? Po dokonaniu renowacji okazało się, że kompensatory nie pracują jednakowo, tzn. „ustawiły się” w różnych zakresach wysunięcia (początkowych punktach równowagi). By wyjaśnić to zjawisko, postanowiliśmy – dla bezpieczeństwa – wstrzymać na kwartał nagazowanie i obserwując zachowanie się kompensatorów dokonać pomiarów geodezyjnych ich pracy. Tak pod względem ich zakresu kompensacji, jak też

ruchów poziomych i pionowych. Do badań i pomiarów wybierano dni i noce, w których spodziewano się największych różnic temperatur. Konkluzją było wstąpienie jednego, ośmiocentymetrowego króćca rury przy tym kompensatorze, który „ustawił się” po montażu niemal na krańcu wysunięcia.

Zaskoczeniem, choć nie całkowicie niespodziewanym, było już w trakcie eksploatacji rozszczelnienie się jednego z połączeń PE/stal. O tyle było ono do ewentualnego przewidzenia, że połączenia te stanowią w ogóle najsłabsze ogniwa polietylenowych sieci gazowych, a praca w ekstremalnych warunkach mogła tylko to potwierdzić.

Generalnie, ostateczna opinia projektanta, oparta m.in. na pomiarach geodezyjnych, stwierdziła, że gazociągi na Moście Gdańskim pracowały poprawnie i mogły być napełnione gazem oraz dopuszczone do eksploatacji.

Wniosek końcowy

Nie ma przeszkód technicznych i ekonomicznych związanych ze stosowaniem w sieciach dystrybucyjnych gazociągów z PE przy przekroczeniach rzek przy pomocy mostów, nawet kilkusetmetrowych. Dowiodła tego renowacja (rehabilitacja techniczna) przekroczenia gazociągami Wisły przeprowadzona w „Gazowni Warszawskiej”.

Jesteśmy przekonani, że pozytywne doświadczenia z tej budowy (renowacji), a także z kilkulatniej, niekłopotliwej eksploatacji zaowocują w przyszłości podobnymi rozwiązaniami w Polsce, a może i na świecie.



Bibliografia

1. G.A. Harms, CWNG replaces steel gas main with two PE lines across, „Pipeline & Gas Industry” 1996.
2. T. Podziemski, *Renowacja przekroczenia gazociągiem Wisły w Warszawie*, Materiały z sympozjum PZITS, Bydgoszcz 1999.
3. A. Zgoła, *Projekt pt. Rehabilitacja techniczna przekroczenia Wisły gazociągami na moście Gdańskim w Warszawie*, Prokom 1998.

* mgr inż. Tadeusz Podziemski jest pracownikiem Mazowieckiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. Oddziału „Gazownia Warszawska”, ul. Kruczkowskiego 2, 00-412 Warszawa i pełni obecnie funkcję kierownika Biura Strategii.
** mgr inż. Henryk Bałut jest pracownikiem Mazowieckiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. Oddziału „Gazownia Warszawska”, ul. Kruczkowskiego 2, 00-412 Warszawa i pełni obecnie funkcję kierownika Sekcji Ochrony Środowiska.

Poglądy zaprezentowane w niniejszym artykule nie wyrażają oficjalnego stanowiska jakiegokolwiek instytucji, lecz jedynie prywatne poglądy autorów.