

Eugeniusz BARON

Stefan MAKOSZ

Szczepan WYRA

AWARYJNOŚĆ LINIOWYCH OBIEKTÓW INFRASTRUKTURY PODZIEMNEJ NA WYBRANYM TERENIE OBJĘTYM WPŁYWAMI EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ

Streszczenie. Omówiono niektóre problemy związane z pracą sieci wodociągowej, kanalizacyjnej, ciepłowniczej i gazowej na terenach górniczych. Podjęto próbę specyfikacji przyczyn powstałych awarii, zwrócono uwagę na skalę i rodzaj zaistniałych uszkodzeń oraz na potrzebę działań profilaktycznych.

1. WSTĘP

Niektóre obszary objęte wpływami podziemnej eksploatacji górniczej charakteryzują się gęstą zabudową kubaturową, a także rozległą siecią obiektów infrastruktury podziemnej. Do takich obszarów należą przede wszystkim Okręgi Węglowe Górnośląski, Rybnicki, Wałbrzyski oraz Lubiąskie Zagłębie Miedziowe.

Na tych obszarach zlokalizowane są duże skupiska miejskie oraz związane z gospodarką miejską i komunalną liczne budowle i urządzenia inżynierskie. Większość dużych miast i osiedli usytuowana jest na filarach ochronnych. Rozpoczęcie jednak skoordynowanej eksploatacji węgla w obrębie tych filarów spowodowało, że również na tych obszarach pojawiły się zagadnienia związane z zachowaniem się istniejących budowli i z odpornością na wpływy tej eksploatacji. Eksploatacja złóż węgla z filarów ochronnych charakteryzuje się wysoką opłacalnością. Z nich wydobyto dotychczas około 20% zasobów przemysłowych węgla kamiennego; z tego prawie 60% stanowi wydobyćc uzyskane z filarów ochronnych miast i osiedli [1].

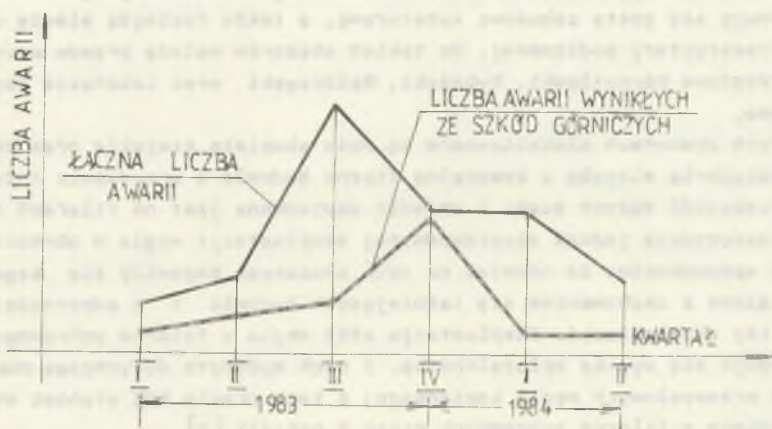
Na podstawie obserwacji i zebranych doświadczeń omówione zostaną niektóre problemy wynikające z pracy liniowych obiektów infrastruktury podziemnej miasta Jastrzębia, z uwzględnieniem szkodliwości wpływów eksploatacji górniczej na te objekty.

2. CHARAKTERYSTYKA ZABUDOWY I INFRASTRUKTURY PODZIEMNEJ MIASTA JASTRZĘBIA NA OBSZARZE CHRONIONYM

Miasto Jastrzębie zlokalizowane jest na obszarze filara ochronnego o powierzchni chronionej wynoszącej około 10 km² (rys. 1), łącznie z objek-



Rys. 1. Obszar powierzchni chronionej miasta Jastrzębia
 -----granice filara ochronnego, — granice obszarów gór., - · - granice dzielnic, ◊ zakres dokonanej eksploatacji górniczej



Rys. 2. Liczba awarii sieci wodociągowej na obszarze dzielnicy D-IV, 1.01.83 - 30.06.84

tami budownictwa naziemnego, w skład których wchodzi głównie budynki V- i XI-kondygnacyjne zrealizowane w systemie wielkopłytowym, na terenie miasta zbudowano rozległą sieć obiektów i urządzeń infrastruktury podziemnej. Na tę sieć składają się przede wszystkim przewody wodociągowe (dł. 82 km) kanalizacji sanitarnej (dł. 52 km) i deszczowej (dł. 40 km), ciepłownicze

(dł. 50 km) oraz gazowe (dł. 46 km). Na obciążeniu filara ochronnego wyróżniono sześć dzielnic. Podział na dzielnice wynika z etapów budowy poszczególnych osiedli miasta: D-I - Jastrzębie Zdrój, Jastrzębie Górne i Dolne (stare miasto), D-II - osiedle "Przyjaźń" w sąsiedztwie KWK "Jastrzębie" (zbud. w latach 1962-64), D-III - osiedla zrealizowane w pierwszej kolejności w granicach nowego miasta (1962-69), D-IV - osiedla zbudowane w latach 1972-74, D-V i D-IV - najnowsze osiedla, obecnie w dalszym ciągu rozbudowywane.

Przewody sieci wodociągowej, na które składają się magistrale zasilające, sieć rozdzielcza i przyłącza, wykonane są z rur stalowych łączonych przez spawanie. W obrębie sieci ułożonych w nowych dzielnicach założono nasuwki kompensacyjne w odstępach od 40-80 m.

Sieć kanalizacyjna składa się z przewodów kamionkowych żelbetowych - łączonych kielichowo, betonowych - na styk, stalowych - łączonych kołnierzo lub przez spawanie.

Spadki przewodów są zróżnicowane i wynoszą od 5% do 8%.

Sieć ciepłownicza obejmuje stalowe rurociągi wysokiego i niskiego parametru oraz przyłącza. Sieć zaopatrzona jest w kompensatory typu "U" oraz kompensatory mieszkowe założone w odstępach od 50-70 m. Część tych rurociągów prowadzona jest napowietrznie, część usytuowana jest w podziemnych kanałach żelbetowych.

Sieć gazowa wykonana z rur stalowych składa się z sieci średnioprężnej, niskoprężnej i przyłączy. W obrębie sieci gazowej przewidziano kompensatory dławikowe założone w odstępach od 20÷40 m.

3. EKSPLOATACJA GÓRNICZA W OBRĘBIE FILARA OCHRONNEGO

Zasoby bilansowe węgla w filarze ochronnym miasta Jastrzębia szacuje się na ok. 260 mln ton, w tym zasoby przemysłowe - na ok. 170 mln ton.

Pokłady węgla o zróżnicowanej miąższości (od 0,7 ÷ 10 m) zalegają na głębokościach od 240÷1000 m.

W roku 1963 przystąpiono do eksploatacji węgla w obrębie filara. Obecnie skoordynowana eksploatację prowadzą trzy kopalnie: Moszczenica "Jastrzębie" i "Manifest Lipcowy". Jest ona realizowana w zasadzie systemem ścianowym i filarowym z podsadzką hydrauliczną, a sporadycznie - systemem ścianowym z zawałem stropu. Dla zminimalizowania skutków działalności górniczej prowadzi się na bieżąco pomiary deformacji powierzchni, prognozuje się i analizuje wpływy eksploatacji, koryguje się - w oparciu o uzyskany materiał analityczny - programy eksploatacji. Stosuje się też różne formy profilaktyki górniczej i budowlanej.

Dotychczas zarejestrowano maksymalne deformacje terenu wyrażające się przez odkształcenie poziome $\epsilon = +5,3$ mm/m nachylenia $T = 11$ mm/m oraz obniżenia rzędu 2,2 m. Ponieważ przewiduje się, że eksploatacja pod mia-

stem Jastrzębie prowadzona będzie aż do całkowitego wyczerpania złoża zatem powierzchnia terenu w granicach filara ochronnego znajdować się będzie na przestrzeni kolejnych lat w zasięgu oddziaływania ujemnych wpływów tej eksploatacji.

4. WPŁYW DOTYCHCZASOWEJ EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA ZACHOWANIE SIĘ OBIEKTÓW LINIOWYCH

Deformacje podłoża zaistniałe pod obiektami liniowymi powodują powstanie w płaszczyźnie ich posadowienia oddziaływań pionowych i poziomych które dodatkowo obciążają te obiekty. Sposoby obliczania przemieszczeń i naprężeń wywołanych dodatkowymi obciążeniami przedstawiono m.in. w [1], [2] [3]. Nowo projektowane sieci na terenie miasta Jastrzębie - w szczególności sieci wodociągowa, ciepłownicza i gazowa - zostały w zasadzie zabezpieczone przed wpływami III kategorii terenów górniczych. Przewidziano też w obrębie tych sieci kompensatory, celem zminimalizowania wpływu deformacji terenu na te obiekty. Rurociągi wykonane wcześniej na obszarze starej części miasta, a także sieć kanalizacyjna - nie zostały zabezpieczone przed wpływami eksploatacji górniczej.

Od kilku lat prowadzone są na terenie Jastrzębia prace badawcze obejmujące m.in. sieć infrastruktury podziemnej miasta. W ramach tych prac dokonuje się oceny aktualnego stanu technicznego poszczególnych rodzajów sieci, rejestruje się i przeprowadza analizę przyczyn zaistniałych awarii, określa się kategorie odporności tych sieci. Analizując powstałe na przestrzeni ostatnich lat awarie, podjęto próbę przeprowadzenia specyfikacji tych awarii pod kątem wyodrębniania spośród nich awarii ewidentnie spowodowanych wpływami eksploatacji górniczej, awarii pośrednio zależnych od wpływów eksploatacji górniczej oraz awarii niezależnych od tych wpływów. Podział taki wydawał się być interesujący z punktu widzenia przyszłej profilaktyki oraz prognozy użytkowania sieci w następnych latach. Również ocena poziomu aktualnej odporności sieci pozwala na formułowanie zaleceń i wniosków pod adresem służb odpowiedzialnych za eksploatację. Szczególną uwagę poświęcono okresowi lat 1983-84. W tym to okresie liczba awarii wyraźnie wzrosła w porównaniu do liczby awarii zaistniałych w latach poprzednich.

Najwięcej awarii zarejestrowano w obrębie sieci wodociągowej i kanalizacyjnej. Stopień awaryjności sieci ciepłowniczej i gazowej był znacznie niższy. Zróżnicowany też był rozkład ilościowy i jakościowy awarii w poszczególnych dzielnicach miasta.

Skoncentrujmy naszą uwagę na awariach sieci wodociągowej i kanalizacyjnej. Awarie bezpośrednio spowodowane wpływami górniczymi ujawniły się na odcinkach sieci wodociągowej w postaci pęknięć bądź też rozerwania przewodów rurociągów oraz uszkodzenia elementów armatury, tj. kompensato-

rów, zasuw, stopek hydrantów. Uszkodzenia te zaistniały w szczególności w dzielnicach o dość dużej intensywności deformacji powierzchni D-III, D-IV D-VI) i to nawet w obrębie rurociągów znajdujących się w dobrym stanie technicznym. Spośród ogółu awarii, około 25% uszkodzeń spowodowanych zostało tymi wpływami. Stosunkowo łatwo można też spolaryzować awarie wynikające z lokalnego osłabienia elementów sieci z uwagi na czas ich użytkowania oraz złe wykonawstwo. Pojawiają się one na całym obszarze filara ochronnego, także na terenie dzielnic, na którym zarejestrowane wpływy górnicze są znikome. Zużycie techniczne sieci zaznacza się przede wszystkim na odcinkach sieci wodociągowej w starej dzielnicy miasta. Ogniska korozji i wżery stwierdzono także na niektórych odcinkach nowszych gałęzi sieci - głównie w miejscach źle założonej izolacji bądź też zawilgocenia podłoża. W tych miejscach pojawiły się przecieki wymagające interwencji służb naprawczych. Około 35% ogółu awarii można zaliczyć do klasy awarii niezależnych od wpływów eksploatacji górniczej. Pozostałe awarie można zakwalifikować do klasy awarii pośrednio zależnych od wpływów eksploatacji górniczej. Są to awarie powstałe w miejscach, w których stwierdzono wady wykonawstwa lub też dość wysoki stopień zużycia technicznego, lecz proces ich powstania został przyśpieszony poprzez zaistniałe deformacje podłoża. Uszkodzenia te, objawiające się w postaci pęknięć, stwierdzono w miejscach lokalnie osłabionych przez korozję, a także na stykach nasuwek kompensacyjnych, często wadliwie wykonanych. W niektórych przypadkach, celem dopasowania złączy zmniejszono w miejscach połączeń grubości ścianki przewodów, tworząc newralgiczne punkty na odcinkach sieci. Odnotowano zatem paradoksalną sytuację: z jednej strony kompensatory zmniejszają skutki wpływów eksploatacji górniczej, z drugiej - w przypadku wadliwego wykonawstwa - zwiększają one techniczne prawdopodobieństwo zaistnienia awarii. Należy też wspomnieć, że kompensatory spełniają swoją pozytywną rolę przede wszystkim na prostych odcinkach sieci. Ich sprawność nie jest zadowalająca w miejscach załomów, węzłów rurowych, odgałęzień oraz podłączeń domowych. Te ostatnie ulegają częstym uszkodzeniom.

W tabelicy 1 zestawiono dla przykładu awarie sieci wodociągowej zarejestrowane w latach 1983-84 w poszczególnych dzielnicach miasta, z wyszczególnieniem awarii bezpośrednio spowodowanych wpływami eksploatacji górniczej. Na załączonym wykresie (rys. 2) zilustrowano rozkład tych awarii w wybranej dzielnicy miasta. Zmniejszenie się intensywności procesu awarii wynika głównie z uprzednio zrealizowanych licznych przekładek odcinków sieci wykazujących się złym stanem technicznym.

Jak już wspomniano, sieć kanalizacyjna nie została w zasadzie zabezpieczona przed wpływami eksploatacji górniczej. Korzystna topografia terenu filara ochronnego miasta Jastrzębia pozwoliła na wyprofilowanie większości tras kanałów ze znacznymi spadkami. Tak zaprojektowane i zrealizowane spadki miały zagwarantować sprawność sieci nawet w przypadku zaistnienia znacznych deformacji powierzchni. W okresie lat 1983-84 zarejestro-

Tablica 1

Charakterystyka sieci wodociągowej

Dzielnica rok budowy	Długość sieci m	Liczba awarii w okresie 1.01.83- 30.06.84	Liczba awarii na 1 km sieci	Liczba awa- rii pocho- dzenia gór- niczego %	Liczba prze- kładek na 1 km sieci %
D-I 1962	19500	357	18,3	9,54	3,1
D-II 1962	4000	70	17,5	1,40	-
D-III 1969	25000	307	12,3	26,40	4,2
D-IV 1972	15000	149	9,9	40,30	3,7
D-V 1972	15000	35	2,3	14,30	1,9
D-VI 1979	3500	7	2,0	71,40	-
Σ	82000	925		22,50	

wano w obrębie sieci kanalizacji sanitarnej prawie 500 przypadków awarii, przy czym największa ich liczba zaistniała na obszarze osiedli D-III i D-IV (prawie 70% ogółu awarii). Awarie bezpośrednio wywołane wpływami eksploatacji górniczej ujawniły się w postaci zniszczenia połączeń kielichowych rur, pęknięć poprzecznych przewodów, osunięcia się studzienek kanalizacyjnych w pionie, wychylenia się studzienek od pionu, a w konsekwencji zniszczenia połączeń rur ze studzienkami. Lokalnie też zaistniały przeciwpadki niektórych odcinków sieci. Odcinki te wymagały natychmiastowej wymiany. Stwierdzono, że około 20% ogółu awarii kwalifikuje się do tej klasy uszkodzeń. Duża liczba awarii (ok. 30%) zaistniała na skutek niewłaściwego użytkowania sieci przez mieszkańców. Częste są przypadki powstania zatorów w obrębie przewodów kanalizacyjnych i studzienek na skutek wprowadzenia do nich różnorodnych przedmiotów. Zdecydowana większość przyczyn zaistniałych awarii ma charakter złożony. Często nakładają się błędy wykonawstwa, niewłaściwe użytkowanie sieci, negatywne skutki eksploatacji górniczej. Tego rodzaju awarie ujawniają się głównie na odcinkach sieci wykazujących minimalne spadki. Nawet niewielkie deformacje terenu powodują rozluźnienie podłoża gruntowego, zmianę warunków wodnych oraz utratę szczelności połączeń rur kanalizacyjnych. Wypływające z kolektorów medium powoduje rozmywanie podłoża, a w następstwie tego zjawiska - zapadanie się poszczególnych rur bądź też usuwania się studzienek. Na trasie rurociągu tworzą się przerwy i progi sprzyjające tworzeniu się zatorów, a w konsekwencji awarii. Liczbę tych awarii - pośrednio związanych z wpływami górniczymi - szacuje się na około 50% ogółu uszkodzeń.

Awaryjność sieci ciepłowniczej i gazowej jest znacznie mniejsza. Spośród zarejestrowanych awarii sieci ciepłowniczej (61 przypadków), większość spowodowana została względami zużycia technicznego oraz wadami wykonawstwa - głównie w postaci niewłaściwego wykonania izolacji bądź też wadliwie wykonanych styków przewodów. Uszkodzenia spowodowane bezpośrednio wpływami górniczymi (ok. 15% awarii) stwierdzono przede wszystkim na obszarach dużych deformacji terenu, w szczególności zaś na obrzeżu filara ochronnego, gdzie przebiegają magistrale wysokiego parametru. Uszkodzenia te ujawniają się w postaci pęknięć przewodów i uszkodzenia kompensatorów. Sieć gazowa znajduje się aktualnie w dobrym stanie technicznym. Gęsto założone nasuwki kompensacyjne, starannie wykonane wpływają na dobrą pracę sieci. Zarejestrowano zaledwie kilkanaście awarii wywołanych głównie względami eksploatacyjnymi oraz działaniem korozji.

5. UWAGI KOŃCOWE

Podjmując problematykę awaryjności sieci infrastruktury podziemnej zlokalizowanej na terenach górniczych starano się zwrócić uwagę na skalę uszkodzeń oraz złożoność procesu ich powstawania. Kilkaset awarii, pojawiających się rocznie na obszarze miasta wymaga skomplikowanych przedsięwzięć naprawczych. Prowadzenie takich prac jest często niezwykle uciążliwe, tym bardziej że na skutek wcześniej dokonanej makroniwelacji terenu część odcinków sieci zalega na głębokości kilku metrów. Awarie wywołują też określony rezonans społeczny wśród mieszkańców miasta, często narażonych na przykre skutki takich awarii.

Istnieje zatem szczególna potrzeba starannego wykonawstwa sieci realizowanych na obszarach górniczych, stosowania skutecznych zabezpieczeń a tak że prowadzenia wyprzedzających w czasie analiz zachowania się istniejących sieci. Celem takich działań jest przygotowanie przedsięwzięć zmierzających do poprawy stanu technicznego i warunków pracy sieci, a w konsekwencji do zwiększania ich odporności na wpływy eksploatacji górniczej.

LITERATURA

- [1] Skinderowicz B.: Kierunki dalszych prac naukowo-badawczych z zakresu ochrony powierzchni przed szkodami górniczymi ze szczególnym uwzględnieniem kopalń ROW. Materiały na konf. naukowo-techn. nt. "Problemy doświadczenia z eksploatacji górniczej pod m. Jastrzębie", Jastrzębie Zdrój 1984.
- [2] Budzianowski Z., Lessaer S.: Odporność i zabezpieczenie inżynierskich budowli komunalnych przed wpływami eksploatacji górniczej. Materiały na VII konf. nauk. Komitetu Inżynierii PAN i Komitetu Nauki i PZiTB Krynica 1971.

- [3] Budzianowski Z., Lessner S., Szumierz W.: Oddziaływanie niecki górniczej na obiekty liniowe. Inż. i Bud. 1973 nr 3.
- [4] Fiktus B., Mokrosz R.: Wpływ eksploatacji górniczej na rurociągi podziemne. OTG, 1971 nr 16.

АВАРИЙНОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ ПОДЗЕМНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
В ИЗБРАННОМ РАЙОНЕ ПОДВЕРГАЮЩИМСЯ ВЛИЯНИЮ ГОРНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Резюме

В работе представлены некоторые проблемы связанные с действием водопроводов, сети канализации, тепловодов и газопроводов в районах подвергающихся влияниям горной эксплуатации. Сделана попытка спецификации причин вызывающих аварии, обращено внимание и вид возникнувших аварий, а также на безусловную потребность профилактических действий.

THE EMERGENCY OF THE LINEAR UNDERGROUND NETWORKS
ON THE MINING EXPLOITATION EFFECTS

Summary

Several problems of water net works, sewage, central heating and gas piping systems in mining districts are described. A trial of failure specifications is presented. Quantity and sort of damages are exposed. A necessity of prevention activities is underlined.