

Problemy eksploatacji podtorza kolejowego na obszarze szkód górniczych

Piotr GONDEK¹

Streszczenie

Artykuł opisuje podstawowe problemy eksploatacji podtorza kolejowego na obszarach szkód górniczych. Obrazuje konieczność podejmowania radykalnych rozwiązań w celu zapewnienia funkcjonowania transportu kolejowego na terenach objętych szkodami górniczymi. Przedstawia także możliwości rozwiązania problemów eksploatacji linii kolejowych na obszarach szkód górniczych.

Słowa kluczowe: podtorze kolejowe, szkody górnicze

1. Wstęp

Górnictwo posługuje się różnymi sposobami wydobycia surowców podziemnych, jednak zawsze końcowym efektem jest ingerencja w naturalne środowisko. Szkody górnicze to zjawiska występujące na powierzchni terenu, będące skutkiem eksploatacji górniczej. Wydobycie podstawowej kopaliny – czyli węgla kamiennego – powoduje, że coraz więcej odcinków linii i stacji kolejowych znajduje się na obszarach szkód górniczych. Wśród wielu systemów eksploatacji złóż podziemnych dominuje system z zawałem stropu, nieuchronnie przyczyniający się do powstawania szkód górniczych na powierzchni terenu. Dotyczy to także obiektów infrastruktury kolejowej znajdującej się na powierzchni objętej zasięgiem wpływów eksploatacji górniczej. Dla zarządców infrastruktury kolejowej, występowanie szkód górniczych stwarza poważne problemy w utrzymaniu torów i w eksploatacji linii kolejowych.

Eksploatacja górnicza może mieć także wpływ na zmianę warunków wodnych terenu, a najbardziej niepożądanym zjawiskiem jest podniesienie się poziomu wód gruntowych (zmniejszenie głębokości jej występowania) na skutek obniżenia terenu. W efekcie tor kolejowy, położony powyżej poziomu wód, może ulec podtopieniu. Występują również deformacje w obrębie starych wyrobisk po płytkiej eksploatacji na obszarach zlikwidowanych kopalni.

2. Stan nawierzchni kolejowych na obszarze szkód górniczych

Podziemna eksploatacja górnicza prowadzona w obrębie linii kolejowych wywołuje wiele negatywnych zjawisk

w infrastrukturze kolejowej i jej otoczeniu. Pierwotnymi są zmiany stanu technicznego elementów drogi kolejowej, a wśród nich szczególnie łatwo rzucające się w oczy zmiany makrogeometrii toru. Do podstawowych typów szkód górniczych zaliczane są przede wszystkim:

- deformacje powierzchni ciągłe,
- deformacje powierzchni nieciągłe,
- zmiany stosunków wodnych i wstrząsy górnicze.

Najczęściej występujące deformacje ciągłe to tzw. górnicze niecki obniżeniowe, których zasięg często wykracza daleko poza front robót eksploatacyjnych w kopalni. Przykład falistego obniżenia terenu pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Przykład deformacji ciągłej (linia nr 133 DG Ząbkowice – Kraków, podg. Dorota – Sosnowiec Maczki; szkody KWK „Kazimierz – Juliusz”) [fot W. Bała]

¹ Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Zakład Dróg Kolejowych i Przewozów; e-mail: pgondek@ikolej.pl.

Deformacje ciągłe powstają na skutek ugięcia się warstw powierzchniowych terenu nad wyeksploatowaną przez kopalnię przestrzeń. Najczęściej występujące deformacje ciągłe mają postać obniżen, nachylenia profilu niecek obniżeniowych, krzywizn profilowych niecek i ich promienia bądź też przemieszczeń poziomych terenu oraz odkształceń poziomych.

Drugi typ odkształceń, czyli deformacje nieciągłe występują w postaci lokalnych obniżen terenu (zapadlisk) lub liniowych uskoków i szczelin, co również powoduje skokowe deformacje nawierzchni kolejowej (rys. 2).



Rys. 2. Przykład deformacji nieciągłej (linia nr 149 stacja Knurów Szczygłowice; deformacje nieciągłe KWK „Szczygłowice”) [fot. W. Bała]

Deformacje nieciągłe dzieli się na:

- deformacje nieciągłe liniowe, powstające zazwyczaj w pobliżu uskoków tektonicznych lub wychodni pokładów węgla nachylonych na skutek robót górniczych,
- deformacje nieciągłe powierzchniowe związane z występowaniem pustek w górotworze (warunkiem koniecznym do powstania takiego rodzaju deformacji jest, tzw. wystąpienie zawalu pustki); powstają w sposób gwałtowny, ale czas wystąpienia od powstania pustki może wynosić nawet kilkadziesiąt lat.

Deformacje nieciągłe mają zasięg lokalny i ze względu na fakt, iż nie są poprzedzone żadnymi oznakami, stanowią duże zagrożenie bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Zjawiska te przybierają postać zapadlisk, progów i osuwisk. Przykładem może być katastrofa szybu wentylacyjnego KWK „Szczygłowice”, jaka miała miejsce 04.09.2008 r., w bliskim otoczeniu stacji Knurów Szczygłowice, w rejonie nastawni wykonawczej KS1. Spowodowało to nadal trwające wyłączenie z eksploatacji odcinka linii nr 149 na szlaku Knurów – Szczygłowice Kopalnia SGP [3].

W Polsce na około 11% linii kolejowych koncentruje się około 60% przewozów towarowych i 11% przewozów pasażerskich. Obecny stan techniczny torów i urządzeń nie odpowiada zapotrzebowaniom przewozowym. Na sieci przebiegającej na terenach szkód górniczych są widoczne negatywne skutki eksploatacji górniczej, co powoduje ograniczenia prędkości pociągów, zmniejszając przepustowość poszczególnych linii kolejowych. Problemem do rozwiązania w utrzy-

maniu sieci kolejowej są istniejące, bądź powstające szkody górnicze. Najtańsza technologia wydobywcza, czyli zawalowa, wywołuje zarówno przemieszczenia elementów górotworu, zmianę stosunków wodnych, ale także wstrząsy górotworu, co w konsekwencji powoduje przemieszczenia, drgania i uszkodzenia obiektów.

Linie kolejowe nr 141 Katowice Ligota – Gliwice oraz linia nr 149 Zabrze Makoszowy – Leszczyny prawie na całej swej długości znajdują się pod wpływem czynnych szkód górniczych. Ten sam problem dotyczy również innych mniejszych zarządzców infrastruktury kolejowej spoza grupy PKP S.A., których nawet cała infrastruktura kolejowa jest poddana oddziaływaniu górotworu. Z powodu zaniedbań w likwidacji starych wyrobisk, wydatki na usuwanie szkód górniczych systematycznie rosną, co negatywnie odbija się na nawierzchni kolejowej.

Bardzo duże zagrożenie deformacjami nawierzchni kolejowej powodują opuszczone lub zawalone zroby, czyli puste miejsca po eksploatacji kopalni, prowadzonej na głębokości 80 m pod powierzchnią terenu. Są to pozostałości po miejscach, gdzie wydobywano węgiel przed ponad stu laty i po tzw. biedaszybach. Związane z tym osiadanie wywołuje obniżanie się terenu. Tych szkodliwych procesów nie można powstrzymać. Podejmuje się jedynie działania minimalizujące skutki deformacji przez zwiększenie grubości warstwy podsypki i podbijanie torów.

Najgorsze skutki eksploatacji węgla powstają wskutek wydobywania na zawal. Po wydobywym węglu pozostaje przestrzeń, która z upływem czasu zapada się, co wywołuje również osiadanie gruntu na powierzchni. Z biegiem lat powierzchnia terenu może się obniżyć nawet o kilkanaście metrów. Przykład obniżenia się budynku nastawni w stosunku do wersji tuż po zabudowie pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Nastawnia na linii nr 131 Chorzów Batory – Tczew, st. Bytom Karb; szkody KWK „Bobrek-Centrum” [fot. W. Bała]

3. Wpływ szkód górniczych na stan infrastruktury kolejowej

Szkody górnicze mają istotny wpływ na wyłączenia bądź ograniczenia eksploatacyjne na liniach kolejowych o długości ponad 145,5 km. Wymieniona wielkość dotyczy długości

linii kolejowych bez zróżnicowania, że mogą to być linie dwutorowe, jak również bez uwzględnienia długości torów głównych dodatkowych i torów stacyjnych. Na obszarach występowania czynnych szkód górniczych ogółem jest położonych 31 linii kolejowych (w tym 11 linii drugorzędnych, 15 linii pierwszorzędnych oraz 5 linii magistralnych zarządzanych przez PKP PLK S.A.). W 2011 roku z winy podtorza wyłączono z ruchu 130 km linii, zagrożonych wyłączeniem z ruchu jest 26 km linii [1].

Na skutek górniczych obniżen terenu zmieniają się parametry profilu podłużnego linii kolejowych. W niektórych przypadkach pochylenia miarodajne są kilkakrotnie przekroczone (na przykład na pierwszorzędnej linii nr 141, szlak podg. Radoszowy – Ruda Kochłowice pochylenie 6‰ jest przekroczone prawie pięciokrotnie). Przykład zmiany pochylenia linii kolejowej pokazano na rysunku 4.

Niekorzystne wpływy pracy górotworu powodują zmiany nośności i stateczności podłoża gruntowego i podtorza na obszarach szkód górniczych. Pojawiają się również zmiany dotyczące mikrogeometrii toru w postaci przekroczonych dopuszczalnych wartości nierówności pionowych i poziomych, szerokości toru, przechyłki oraz wichrowatości. Problemem staje się utrzymanie właściwej wielkości luzów szynowych oraz pogarszający się stan podkładów i przytwierdzeń szynowych. Wskutek zmian pochylen spowodowanych ruchami terenu odkształcają się i ulegają uszkodzeniom obiekty inżynierskie takie, jak: przepusty, wiadukty, mosty, budynki oraz urządzenia trakcyjne. W tych obiektach ulegają przesunięciu konstrukcje nośne; przechylają się filary i przyczółki mostów, a także obniżają konstrukcje wsporcze sieci trakcyjnej (rys. 5), często powstają pęknięcia obiektów kubaturowych (rys. 6).

Zjawiskiem nieuchronnie związanym z deformacją terenu na obszarach czynnej eksploatacji górniczej jest zmiana stosunków wodnych. Nawodniony teren lub powstałe w obrębie linii kolejowej powierzchniowe zbiorniki wodne są przyczyną zawilgocenia podtorza, a więc zagrożenia jego stateczności oraz nośności. Wiąże się to z koniecznością zabezpieczenia korpusu nasypu od infiltracji wody przez zabudowę elementów zaporowych. W konsekwencji niejednokrotnie powoduje to potrzebę wyjścia poza teren kolejowy, a tym samym konieczność wykupu gruntów przyległych. Przykład poszerzania wzmocnianego nasypu i jego zalegania na coraz szerszym pasie gruntu pokazano na rysunku 7. Wszystkie procedury związane z wykupem gruntów wydłużają czas naprawy powstałych szkód.

Uciążliwe sytuacje powodują powodzie. Przykładem jest zalewisko na odcinku linii magistralnej nr 139 pomiędzy podg. Brynów i stacją Katowice Ligota. W miejscu występowania niecki obniżeniowej, lustro wody przewyższało główkę szyny na wysokość do 60 cm. Skutkowało to wyłączeniem odcinka linii z ruchu przez dłuższy czas (rys. 8).



Rys. 4. Przykład zmian profilu podłużnego linii (linia nr 141 podg. Radoszowy – Ruda Kochłowice; szkody górnicze KWK „Halemba – Wirek”) [fot W. Bała]



Rys. 5. Konieczność podniesienia sieci trakcyjnej przez wydłużenie (nadspawanie) konstrukcji wsporczych [fot. P. Gondek]



Rys. 6. Pęknięcia elementów konstrukcyjnych ścian nośnych (linia nr 149 stacja Knurów Szczygłowice, budynek nast. KN1; szkody KWK „Szczygłowice”) [fot W. Bała]



Rys. 7. Coraz większa zajętość terenu (konieczność wykupu gruntów) na skutek ciągłego osiadania nasypu i konieczność podnoszenia niwelety toru [fot. P. Gondek]



Rys. 8. Zalewisko w obszarze niecki obniżeniowej – powódź 2010 r. (linia nr 139 szlak Katowice Brynów – Katowice Ligota) [fot W. Bała]

Roboty związane z rektyfikacją niwelety torów i udrożnieniem rowów bocznych wykonano na zlecenie KWK „Wujek”. Wykonanie pełnego zakresu robót związanych z prawidłowym odprowadzeniem wód z rowów bocznych przy torach nr 1 i 2 na odcinku od posterunku odgałęźnego Brynów do przejścia dla pieszych w km 4,655 było priorytetem, ponieważ w wyniku zakończonej eksploatacji górniczej w pokładzie „504” wytworzyła się kolejna niecka obniżeniowa w km 4,200–4,400, skutkująca brakiem właściwego pochylenia rowów bocznych (powstałe pochylenie odwrotne do zaprojektowanego spadku). Skutkowało to okresowym podnoszeniem się lustra wody na wysokość ław torowiska, a tym samym ponownym podtapianiem podtorza kolejowego.

Wymienione niekorzystne zjawiska wywołane eksploatacją górniczą powodują przyspieszenie procesu degradacji elementów składowych drogi kolejowej, a w konsekwencji konieczność wprowadzenia ograniczeń prędkości pociągów w celu zapewnienia bezpieczeństwa ruchu. Zmniejszenie prędkości z prędkości rozkładowej do 40 km/h, 30 km/h a nawet 20 km/h w rejonach intensywnej eksploatacji zawalowej jest ze względów bezpieczeństwa ruchu pociągów w pełni uzasadnione. Niesie jednak za sobą kolejne zagrożenia ze strony osób dokonujących kradzieży węgla. Przy małej prędkości pociągów z węglem, koksem lub złomem nagminnie dochodzi do otwierania wagonów i kradzieży przewożonego ładunku. Ocena możliwości bezpiecznego podwyższania prędkości pociągów na wielu rektyfikowanych szlakach zlokalizowanych na terenach górniczych jest dla zarządcy infrastruktury PKP PLK S.A. istotnym problemem technicznym, organizacyjnym i finansowym.

4. Metody naprawy podtorza

W myśl obowiązującej ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Dz.U. nr 163 poz. 981 „Prawo geologiczne i górnicze”, do usunięcia skutków powstałych szkód górniczych jest zobowiązany przedsiębiorca, który w chwili ujawnienia się szkody ma uprawnienia do prowadzenia działalności wydobywczej w granicach obszaru górniczego. Usuwanie powstałych szkód w infrastrukturze kolejowej polega na przywróceniu stanu poprzedniego, czyli z okresu przed eksploatacją. Przykłady takich robót zamieszczono na rysunkach 9, 10 i 11.



Rys. 9. Szkody górnicze KWK „Kazimierz – Juliusz”: a) linia nr 133 Dąbrowa Górnicza – Kraków, szlak podg. Dorota – Sosnowiec Maczki przed rektyfikacją niwelety torów; b) linia nr 180 szlak podg. Dorota – Mysłowice Brzezinka po rektyfikacji niwelety torów [fot W. Bała]



Rys. 10. Przykład stopniowej reprofiliacji nasypu kolejowego (posterunek odgałęźny Bzie Las na linii kolejowej nr 24 Bzie Las – Pniówek) [fot. P. Gondek]



Rys. 11. Reprofilacja podtorza kolejowego w torze stacyjnym stacji Pawłowice Górnicze [fot. P. Gonddek]

Przywrócenie poprzedniego stanu może nastąpić również przez dostarczenie gruntów, obiektów budowlanych, urządzeń. Dotychczasowe, wieloletnie pomiary i obserwacje terenów wskazują, że awaryjność wszystkich elementów nawierzchni oraz podtorza na terenach górniczych przewyższa około 3–4 krotnie liczbę uszkodzeń w innych rejonach sieci o porównywalnym obciążeniu i parametrach konstrukcyjnych. Pełny zakres robót naprawczych, obejmujący rektyfikację położenia torów w płaszczyźnie poziomej i pionowej wraz z wymianą uszkodzonych części składowych nawierzchni kolejowej oraz naprawą towarzyszącej infrastruktury, jest traktowany przez zarządzającego infrastrukturą kolejową jako zadanie inwestycyjne o charakterze odnowieniowym, realizowanym przez inwestora zewnętrznego, czyli przedsiębiorcę górniczego. Obecnie istnieje wiele sprawdzonych, skutecznych metod wzmacniania podłoża gruntowego [2], które niwelują ryzyko niestabilności nawierzchni kolejowej, jak na przykład:

- zbrojenie z wykorzystaniem kotwienia i palowania,
- zagęszczenia wibracyjne,
- zagęszczenia dynamiczne,
- geosiatki, geowłókniny,
- zbrojenia szkieletowe.

Przy realizacji zadań inwestycyjnych na terenach czynnej eksploatacji górniczej występuje problem doboru odpowiednich materiałów nawierzchniowych. Nie od dziś wiadomo, że przy modernizacji linii kolejowych preferowana jest konstrukcja torów bezстыkowych na podkładach strunobetonowych z przytwierdzeniem SB, która najlepiej spełnia oczekiwania eksploatacyjne. Z uwagi na obowiązujące przepisy – w myśl Rozporządzenia MTiGM nr 987 z dnia 10 września 1998 r., na obszarach górniczych zabroniono układania torów bezстыkowych. Wprawdzie żaden przepis nie określa, że nie można układać torów na podkładach strunobetonowych, jednakże na podstawie doświadczeń na obszarach czynnych szkód górniczych preferuje się stosowanie znacznie droższych podkładów z drewna twardego. Klasycznym przykładem dotyczącym przejścia z toru bezстыkowego na tor klasyczny na odcinku zagrożonym występowaniem czynnych szkód górniczych (np. KWK „Bolesław Śmiały”) jest

zmiana konstrukcji w trakcie realizacji robót na linii nr 140, szlak Łaziska Górne Brada – Orzesze. Powodem jest fakt, że utrzymanie toru bezстыkowego na terenach górniczych, nawet przy niewielkich odkształceniach powierzchni, wymaga specjalnej i ciągłej profilaktyki, a zwłaszcza:

- ciągłych pomiarów geodezyjnych terenu,
- cyklicznych pomiarów sił podłużnych w szynach,
- koordynacji wymienionych działań z profilaktyką górniczą.

5. Szacowanie kosztów szkód górniczych

Szacowanie kosztów szkód górniczych jest dużym problemem ze względu na szerokie spectrum różnic zagospodarowania powierzchni oraz warunków geologiczno-górniczych. Koszty usuwania szkód górniczych zależą od:

- jednostkowych kosztów napraw uszkodzeń,
- odporności na deformacje,
- prognozowanych deformacji nawierzchni,
- obszaru objętego wpływami eksploatacji górniczej określonego na podstawie inwentaryzacji.

Do oszacowania kosztów szkód górniczych stosuje się metodę PKSE [4] prognozowania kosztów szkód spowodowanych eksploatacją. Metoda ta zawiera następujące składowe:

- wykazy przeprowadzonych napraw wraz z zastosowaną metodyką w kierunku przeciwdziałania szkodom oraz ponoszonymi kosztami,
- wyniki pomiarów i obliczeń deformacji powierzchni wraz z danymi geologiczno-górniczymi o dokonanych i planowanych eksploatacjach,
- oceny odporności na deformacje i charakterystyki zagospodarowania powierzchni.

Założeniami metody PKSE są:

- przyjęcie podziału elementów zagospodarowania ze względu na rodzaj zabudowy (mieszkaniowa, przemysłowa, użyteczności publicznej itp.), obiektów (kolejowych, drogowych) i sieci przemysłowych różnych mediów (gazowa, energetyczna, kanalizacyjna itp.),
- koszty szkód górniczych zależne od liczby obiektów znajdujących się w obszarze oddziaływania eksploatacji górniczej, odporności tych obiektów na deformacje i intensywności tych deformacji,
- uwzględnienie w kosztach nakładów ponoszonych na naprawę uszkodzeń, nakłady na profilaktykę oraz odszkodowania za utracone korzyści,
- koszty wynikające z utraconych korzyści,
- kilkuletni okres analizy kosztów szkód górniczych – podyktowany:
 - czasem ujawnienia się deformacji wynoszącym od kilku miesięcy do około trzech lat,
 - fluktuacjami ujawniania się szkód górniczych,
 - dużym prawdopodobieństwem właściwej analizy i prognoz deformacji powierzchni.

W celu uregulowania problemu związanego z usuwaniem szkód górniczych Zakłady Linii Kolejowych, wspólnie z kopalniami i ich zarządami, opracowują coroczny plan finansowy usuwania szkód górniczych. Potrzeby finansowe PKP PLK S.A. wynoszą około 40 mln zł rocznie. Analiza wykonania za lata ubiegłe wskazuje, że plan ten jest realizowany na poziomie 30–35%, co powoduje przenoszenie zaległości na następne lata. Wskutek tego w niektórych zakładach górniczych zaległości sięgają od kilku do nawet kilkunastu lat, a kopalnie nie są już w stanie pokryć kosztów realizacji zadań w ciągu jednego roku.

6. Zakończenie

Należy podkreślić, iż nie ma możliwości ucieczki od negatywnych skutków będących wynikiem eksploatacji górniczej, nie istnieje bowiem metoda umożliwiająca eksploatację złóż bez zmian na powierzchni terenu. Zjawiska te w dużej mierze wpływają bezpośrednio na powierzchnię terenu, a trwając wiele lat wywołują deformacje ciągłe i nieciągłe oraz inne szkody górnicze. Realizacja zadań inwestycyjnych na obszarach ich występowania lub też na obszarach pogórnich, określanych przez środowisko geotechniczne jako obszary trudne, stanowi szczególne wyzwanie zarówno dla projektantów, jak i wykonawców tych zadań w zakresie opracowania i zrealizowania dobrych projektów poprawy stanu technicznego zużytej infrastruktury kolejowej.

Bibliografia

1. Biała Księga 2013. Kolej na działania – mapa problemów polskiego kolejnictwa. Railway Business Forum, Warszawa – Kraków, 2013.
2. Białobrzęski T., Sucharzewski A.: *Wzmocnienie podłoża w kontekście awarii stateczności skarpy*. Infrastruktura Transportu, 6/2013.
3. Kolej na obszarach szkód górniczych. Eksploatacja, modernizacja, inwestycje. III Konferencja, Centrum Szkoleniowo-Konferencyjne „META” w Szczyrku, 19–21 listopada 2014 r.
4. Wojdygowski Z.: *Szkody górnicze – problemem kolei*. Infrastruktura Transportu, 5/2013.