

Marcin GRYGIEREK*
Politechnika Śląska, Gliwice

WPLYW KSZTAŁTUJĄCEJ SIĘ NIECKI GÓRNICZEJ NA NAWIERZCHNIĘ DROGOWĄ W ŚWIELE BADAŃ TERENOWYCH

Streszczenie. Powstająca niecka górnicza w obszarze drogi kołowej powoduje zmianę jej parametrów technicznych. Artykuł przedstawia wstępne wyniki badań wykonywanych na poligonie terenowym.

MINE – INDUCED SUBSIDENCE TROUGH INFLUENCE ON ROAD PAVEMENT ACCORDING TO EXPERIMENTAL AREA RESEARCHES

Summary. Mine – induced subsidence trough arising in road area causes changes of road technical parameters. The article describes experimental area preliminary researches results.

1. Wprowadzenie

Prawidłowe funkcjonowanie drogi w sposób zasadniczy zależy od pięciu parametrów opisujących jej stan techniczny. Należą do nich: nośność, równość podłużna, równość poprzeczna, stan powierzchni, szorstkość. Wymienione parametry stanowią o tym, czy aktualny stan techniczny drogi jest co najmniej zadowalający, czy też zmusza zarządcę rozpatrywanego odcinka drogi do włączenia go do planów naprawczych.

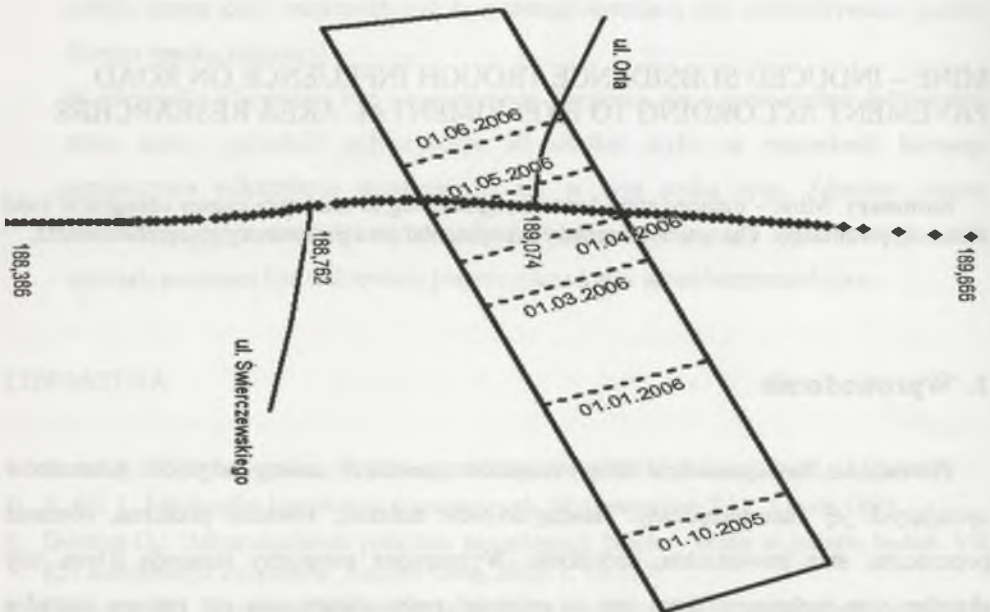
Do najistotniejszych przyczyn powodujących degradację stanu technicznego nawierzchni drogowej zalicza się: obciążenie ruchem, zmienne warunki gruntowo-wodne, wpływ czynników atmosferycznych – np. oddziaływanie wód opadowych na nawierzchnię, podłoże gruntowe, wpływ środków chemicznych - zimowe utrzymanie. Do innych przyczyn, co

* Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Antoni Motyczka, prof. w Politechnice Śląskiej

najmniej równie ważnych, należy zaliczyć wpływ czynników lokalnych specyficznych dla danego regionu. Dla obszaru Górnego Śląska będzie to wpływ górnico deformującego się podłoża nawierzchni drogowej [1],[2]. Celem zbadania wpływu eksploatacji górnicy na wymienione wyżej parametry założono poligon terenowy na użytkowanej drodze kołowej i rozpoczęto monitorowanie wpływów górnicy. W artykule przedstawiono charakterystykę poligonu oraz wstępną analizę wpływu kształtującej się niecki górnicy na nośność nawierzchni drogowej.

2. Charakterystyka poligonu terenowego

Obserwacji poddano odcinek drogi w km 188,386 – 189,666. Odcinek ten znalazł się w obszarze silnych wpływów górnicy, wywołanych eksploatacją pokładu węgla kamiennego usytuowanego bezpośrednio pod drogą (rys. 1)



Rys. 1. Lokalizacja eksploatowanego pokładu względem analizowanego odcinka drogi

Fig. 1. Location of active coal bed exploitation in consideration of analysed road section

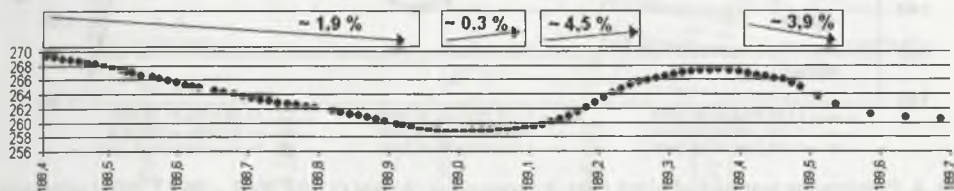
Charakterystyka warunków drogowych

Droga na analizowanym odcinku została zmodernizowana i oddana do użytku w roku 2002.

W okresie realizacji 1. etapu badań (maj – listopad 2005) zarówno pochylenia poprzeczne, jak i podłużne (rys. 2) zapewniały prawidłowe funkcjonowanie odwodnienia

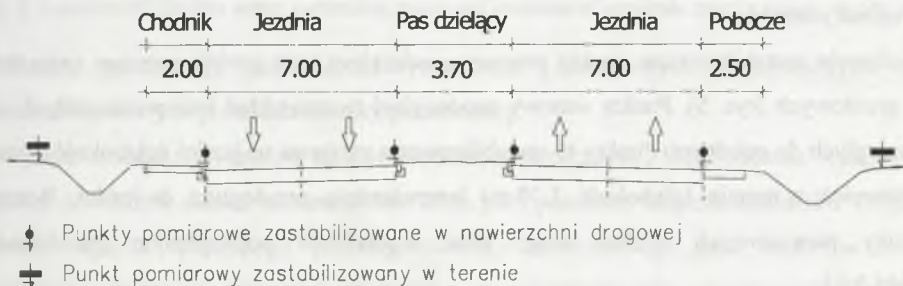
powierzchniowego. Analizowany odcinek drogi do km 189.211 ma przekrój poprzeczny 2x2 (rys. 3), dalej natomiast droga przebiega w przekroju 1x2.

Wizualna ocena stanu technicznego nawierzchni drogowej została wykonana w maju 2005 r. Przeprowadzona ocena wykazała stan techniczny co najmniej zadowalający – niewymagający prac naprawczych [3] na odcinku ~1,100 km. Na długości ~0,150 km nawierzchnia drogowa charakteryzowała się uszkodzeniami w postaci spękań poprzecznych, które zostały naprawione w okresie poprzedzającym wykonanie pierwszego pomiaru geodezyjnego oraz pomiaru nośności (listopad 2005 r.).



Rys. 2. Niweleta drogi – zinwentaryzowany stan w listopadzie 2005

Fig. 2. Road vertical alignment – catalogue state, november 2005

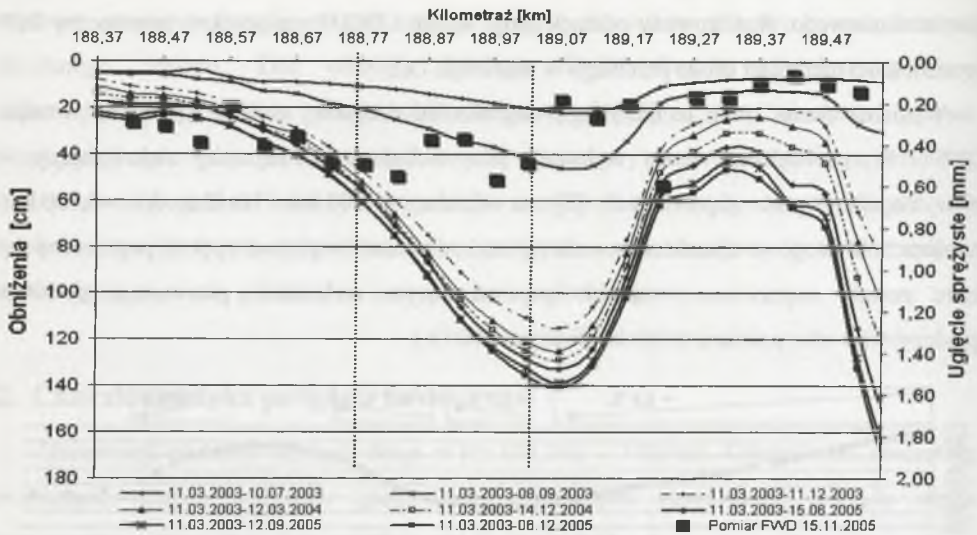


Rys. 3. Rozmieszczenie punktów pomiarowych w przekroju poprzecznym

Fig. 3. Location of measuring points in road cross – section

Charakterystyka warunków górniczych

Maksymalne pomierzone obniżenia terenu w analizowanym pasie drogowym od momentu wykonania modernizacji do grudnia 2005 r. wyniosły ~1.30 m i ~1.80 m (rys. 4). W okresie poprzedzającym rozpoczęcie obserwacji obniżenia terenu uległy ustabilizowaniu i kwartalne przyrosty obniżeń nie przekraczały wartości ~10cm (rys. 4). Eksploatowany pokład usytuowany jest względem osi drogi pod kątem ~60° (rys. 1) i znajduje się na głębokości 810 m. W momencie rozpoczęcia eksploatacji pokładu prognozowane wpływy górnicze nie przekraczały II kategorii terenu górniczego [4].



Rys. 4. Pomierzone wartości obniżeń pasa drogowego w okresie (11.03.2003 – 06.12.2005) oraz ugięć sprężystych nawierzchni drogowej (15.11.2005)

Fig. 4. Subsidence values (11.03.2003 – 06.12.2005) and rebound deflection of the road pavement values measured on the right side of the road (15.11.2005)

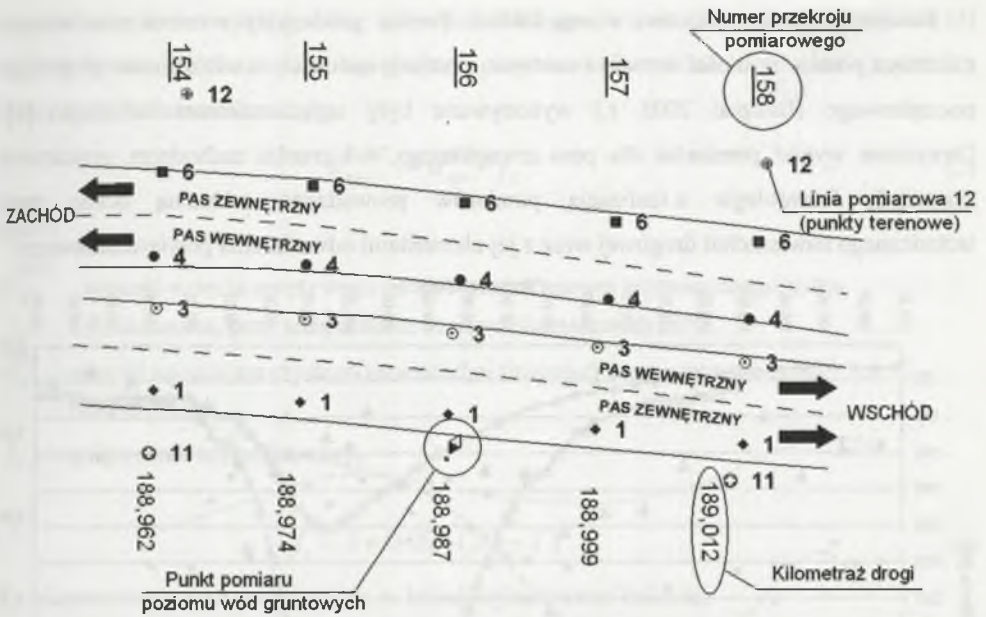
Uzbrojenie poligonu

Na poligonie zastabilizowano punkty osnowy geodezyjnej oraz punkty pomiaru zwierciadła wód gruntowych (rys. 5). Punkty osnowy geodezyjnej tworzą układ linii prostokątnych oraz równoległych do osi drogi. Punkty te zastabilizowano zarówno na jezdni (głębokość 14 cm), jak również w terenie (głębokość 1,20 m) bezpośrednio przyległym do jezdni. Rozstaw punktów pomiarowych wzdłuż drogi oraz w przekroju poprzecznym przedstawiają rysunki 3 i 5.

3. Wykonane badania

Pierwszy etap badań polegał na inwentaryzacji początkowego stanu technicznego nawierzchni drogowej. Badania polegały na wykonaniu:

- pomiaru geodezyjnego (listopad 2005 r.),
- pomiarów nośności nawierzchni drogowej (listopad 2005 r.),
- pomiaru zwierciadła wody gruntowej (listopad 2005 r.),
- wizualnej oceny stanu technicznego nawierzchni (maj – listopad 2005 r.),
- oceny stanu technicznego odwodnienia powierzchniowego (maj– listopad 2005 r.),
- pomiaru obciążenia ruchem (luty 2006 r.).



Rys. 5. Położenie punktu pomiaru zwierciadła wody gruntowej oraz rozmieszczenie punktów osnowy geodezyjnej w planie

Fig. 5. Location of Grodnu water measuring point and location of geodesic matrix points on site plan

Pomiar geodezyjny pozwolił na wyznaczenie początkowych współrzędnych x, y, z na zastabilizowanych punktach osnowy pomiarowej.

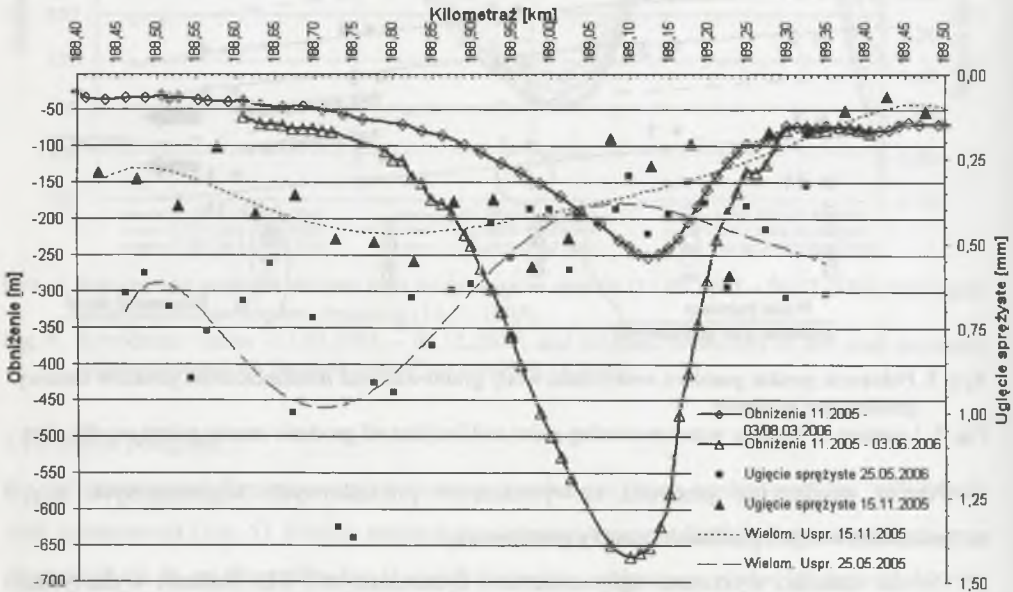
Pomiar nośności wykonano ugięciomierzem dynamicznym FWD. Badanie wykonywano co 50 m na każdym pasie z przesunięciem 25 m przy pomiarze na pasie sąsiednim. Uzyskane wartości ugięcia sprężystego dla przykładowego zewnętrznego pasa ruchu w kierunku zachodnim przedstawia rysunek 6. W dalszych rozważaniach dane z pomiaru FWD pozwolą na określenie tzw. „początkowej” trwałości zmęczeniowej nawierzchni drogowej.

Pomiar zwierciadła wody gruntowej wykazał, iż poziom wód gruntowych występuje na głębokości większej niż 1.00 m od spodu konstrukcji nawierzchni.

Wizualna ocena stanu technicznego nawierzchni drogowej została wykonana po raz pierwszy w maju 2005, wynik oceny przeprowadzonej w listopadzie 2005 r. potwierdził jej dobry stan techniczny. Ocenę wizualną wykonywano w oparciu o instrukcję SOSN [3]. Integralnym elementem prowadzonej oceny była inwentaryzacja stanu technicznego elementów odwodnienia powierzchniowego.

Pierwszy pomiar obciążenia ruchem wykonano w lutym 2006 r. Pomiar ten obejmował bardziej szczegółową identyfikację struktury rodzajowej pojazdów [5],[6] aniżeli podaje się w KTKPiP [7].

Kolejne badania wykonano wiosną 2006 r. Pomiar geodezyjny w marcu oraz w maju, natomiast pomiar nośności w maju i czerwcu. Pomiary nośności, w odróżnieniu od pomiaru początkowego (listopad 2005 r.) wykonywane były ugięciomierzem belkowym [8]. Otrzymane wyniki pomiarów dla pasa zewnętrznego, w kierunku zachodnim, przedstawia rysunek 6. Równoległe z realizacją pomiarów prowadzono wizualną ocenę stanu technicznego nawierzchni drogowej wraz z jej elementami odwodnienia powierzchniowego.



Rys. 6. Pomierzone wartości obniżenia (linia pomiarowa 6) oraz ugięć sprężystych nawierzchni drogowej (pas zewnętrzny – kierunek zachód)

Fig. 6. Measured subsidence (measure line 6) and pavement rebound deflection values (right traffic lane – west direction)

Celem porównania ugięć (rysunek 6) wyznaczonych urządzeniem FWD oraz belką Benkelmana [8] otrzymane wartości z pomiaru FWD przeliczono zgodnie z zaleceniami zawartymi w KWiRN [7] według wzoru:

Nawierzchnie podatne

$$\text{Ugięcia średnie:} \quad \text{BB} = 1.08 \text{ FWD} \quad (1)$$

gdzie:

BB – ugięcie mierzone belką Benkelmana, mm,

FWD – ugięcie mierzone ugięciomierzem FWD pod środkiem płyty, mm.

Dodatkowo, wyniki ugięć skorygowano według wzoru (2) ze względu na różne temperatury warstw bitumicznych występujące podczas pomiaru. Korekta wyników polegała

na zastosowaniu współczynnika temperaturowego f_t określonego zależnością (3) wykorzystywanego w metodzie ugięć przy projektowaniu nakładek wzmacniających [7]. Korzystano z zależności:

$$u_{spr}^{20^{\circ}\text{C}} = u_{spr}^{BB} \cdot f_t \quad (2)$$

gdzie:

$u_{spr}^{20^{\circ}\text{C}}$ - wartość ugięcia sprężystego nawierzchni drogowej wyznaczonego belką Benkelmana, przy temperaturze warstw bitumicznych 20°C ,

u_{spr}^{BB} - wartość ugięcia sprężystego nawierzchni drogowej wyznaczonego belką Benkelmana,

f_t - współczynnik temperaturowy,

$$f_t = 1 + 0.02 \cdot (20 - T) \quad (3)$$

T - temperatura warstw asfaltowych, w której wykonywano badanie.

4. Analiza wyników dotychczas wykonanych badań

Na rysunku 6. naniesiono wartości pomierzonych obniżeń jezdni wzdłuż jej krawędzi - linia pomiarowa 6 (rys. 5) obejmująca okres od pomiaru początkowego (wyjściowego) listopad 2005 r. do pomiaru 3/8.05.2006 r. oraz do pomiaru 25.05.2006 r. Na rysunku zamieszczono również wyniki badań ugięć sprężystych wykonanych w listopadzie 2005 r. (pomiar wyznaczający „stan początkowy”) przed przejściem frontu eksploatacyjnego oraz 25.05.2006 w okresie eksploatacji pokładu bezpośrednio pod pasem drogowym (rys. 1).

Dla danych reprezentujących ugięcia sprężyste nawierzchni dopasowano wielomian stopnia 6. celem uchwycenia trendu pomierzonej nośności konstrukcji drogowej.

Analiza danych przedstawionych na rysunku 6. pozwala stwierdzić, iż kształtująca się niecka górnicza wpływa na nośność nawierzchni drogowej. Zgodnie z oczekiwaniami, wartości ugięć sprężystych nawierzchni wzrastają w strefach odkształceń rozluźniających, maleją zaś w strefach odkształceń ściskających.

5. Podsumowanie

Prezentowane dane dobrze opisują jakościowo kształtowanie się nośności nawierzchni drogowej przy górniczo deformującym się podłożu gruntowym. Jednak próba ilościowej oceny spadku nośności nawierzchni drogowej od stanu początkowego do momentu

ujawnienia się części obniżen wymaga dalszej analizy. Chęć określenia faktycznych zmian nośności nawierzchni drogowej na skutek przejścia frontu eksploatacyjnego wymaga nie tylko uwzględnienia pomierzonych wskaźników deformacji terenu (w , u , T , R , ϵ), ale również wpływu ruchu pojazdów, czy też obniżenia nośności podłoża nawierzchni drogowej przez zmiany poziomu zwierciadła wody gruntowej. Nie bez znaczenia pozostaje układ warstw konstrukcyjnych nawierzchni drogowej, który ma znaczny wpływ na występujący w nich stan naprężenia i odkształcenia.

Uwzględnienie przedstawionych elementów pozwoli na możliwie dokładne oszacowanie wpływu deformującego się górnico podłoża nawierzchni drogowej na zmiany jej parametrów technicznych, zwłaszcza na nośność, jako najistotniejszy parametr.

LITERATURA

1. Strycharz B., Chlipalski K., Grygierek M., Basiński T.: Górnice deformacje i uszkodzenia nawierzchni autostrady A-4 między węzłami Wirek-Batory. XXII Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarie budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje, 17-20 maja 2005.
2. Strycharz B., Chlipalski K., Grygierek M.: Funkcjonowanie nawierzchni drogowych w warunkach górnich deformacji terenu, LII Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB, Krynica 2006 (w druku).
3. System oceny stanu nawierzchni „SOSN”. Wytyczne stosowania. GDDP, Warszawa 2002.
4. Praca zbiorowa pod red. Kwiatka J.: Ochrona obiektów budowlanych na terenach górnich, Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice 1997.
5. Szydło A., Wardęga R.: Wpływ ruchu na trwałość nawierzchni drogowych. XLVII Techniczne dni drogowe, SITK, GDDKiA, Szczyrk, 13-15.10.2004.
6. Kotasiński M., Grygierek M., Grzesik B.: Wpływ układu osi pojazdu wielokołowego na rozkład naprężeń w nawierzchni drogowej wzmocnionej geosyntetykami. Geosyntetyki i tworzywa sztuczne w geotechnice i budownictwie inżynierskim, Częstochowa, 11-13.05.2006.
7. Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych. IBDiM, Warszawa 2001.
8. BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy Kwiatek