

Rozprzestrzenianie się w podtorzu skutków katastrof kolejowych z udziałem materiałów niebezpiecznych

Hazardous material-related propagation of the effects of train accidents in the trackbed



Eligiusz Mieloszyk

Prof. Dr hab. inż.

Politechnika Gdańska, Wydział
Inżynierii Lądowej i Środowiska



Sławomir Grulkowski

Dr inż.

Politechnika Gdańska, Wydział
Inżynierii Lądowej i Środowiska

slawi@pg.edu.pl



Anita Milewska

Dr

Politechnika Gdańska, Wydział
Inżynierii Lądowej i Środowiska

Streszczenie: Duża część przewozów materiałów niebezpiecznych prowadzona jest koleją. W związku z tym bezpieczeństwo tych przewozów nabiera coraz większego znaczenia. Każda katastrofa z udziałem materiałów niebezpiecznych ma negatywny wpływ na uczestników tego zdarzenia oraz na otaczające środowisko, bowiem jej zasięg na ogół nie jest lokalny. Z tego wynika, że w przypadku zaistnienia katastrofy należy minimalizować jej skutki oraz w dalszych działaniach uwzględnić remediację. Ten cały proces minimalizacji jest możliwy tylko wtedy, gdy poznamy mechanizm rozprzestrzeniania się skutków katastrofy z udziałem materiałów niebezpiecznych w torowisku, podtorzu i podłożu gruntowym. Należy pamiętać, że w skrajnym przypadku katastrofa z udziałem materiałów niebezpiecznych może nawet prowadzić do powstania katastrofy ekologicznej. Do opisu mechanizmu rozprzestrzeniania się katastrofy można wykorzystać układy dynamiczne, szczególnie o parametrach rozłożonych. Właściwości zjawisk towarzyszących analizowanym katastrofom dobrze oddają ich modele matematyczne liniowe lub nieliniowe analizowane z wykorzystaniem różnych metod operatorowych.

Słowa kluczowe: *Katastrofy kolejowe; Materiały niebezpieczne; Skutki katastrof*

Abstract: A large part of the transport of hazardous materials is carried out by rail. Therefore, the security of these transports is becoming increasingly important. Every catastrophe involving dangerous materials has a negative impact on the participants of the incident and the surrounding environment, because its range is generally not local. It follows that in the event of a catastrophe, its effects should be minimized and remediation should be considered in further actions. This whole process of minimization is possible only when we know the mechanism of spreading the effects of a catastrophe involving hazardous materials in the track, subgrade and ground. It should be remembered that in an extreme case, a catastrophe involving hazardous materials may even lead to an ecological disaster. Dynamic systems, especially those with distributed parameters, can be used to describe the mechanism of the disaster's spread. Properties of phenomena accompanying the analyzed catastrophes are well reflected in their linear or non-linear mathematical models analyzed using various operator methods.

Keywords: *Railway disasters; Dangerous materials; The effects of disasters*

Celem artykułu nie jest zajmowanie się warunkami jakim powinien podlegać przewóz materiałów niebezpiecznych, bowiem to regulują stosowne przepisy. Tego rodzaju przewozy muszą spełniać bardzo surowe wymagania w zakresie bezpieczeństwa. Jednak często dochodzi z różnych względów do zagrożeń związanych z przewozem ładunków niebezpiecznych. Nie chodzi tu tylko o przewóz niebezpiecznych substancji chemicznych, ale także materiałów wybuchowych, gazów technicznych, materiałów wytwarzających w zetknięciu z wodą gazy zapalne itp. Te niebezpieczne substancje stwarzają zagrożenie dla życia ludzi, zwierząt i środowiska. Transport dużych ilości tych materiałów jest problemem, na

przykład transportuje się duże ilości kwasu siarkowego H_2SO_4 , a także legalnie lub nielegalnie szczególnie z zagranicy różnego rodzaju niewiadomego pochodzenia śmieci. W wyniku niekontrolowanego uwolnienia znacznych ilości substancji niebez-

piecznych o właściwościach utleniających, palnych, toksycznych itp. do otoczenia (wyciek podczas zderzenia – kolizji, wykolejenia, rozszczelnienia się cysterny podczas transportu itp.) może wystąpić ryzyko katastrofy ekologicznej.



1. Katastrofy kolejowe: a) w kanadyjskiej prowincji Saskatchewan 7.10.2014; b) w Wydminach 2.01.2016. Źródła: YouTube

Ze wspomnianymi tu sytuacjami najczęściej mamy do czynienia w przypadku wykolejenia lub kolizji (rys. 1).

Wszystkie te zdarzenia mają negatywny wpływ na podtorze kolejowe (rys. 2).

Na wszelkie kolizje i wykolejenia należy też patrzeć następująco: A co by było, gdyby w składzie pociągu były ładunki niebezpieczne?

Katastrofie kolejowej na ogół towarzyszą [5]:

- wyciek materiałów ropopochodnych z cystern – bez pożaru (negatywny wpływ związków ropopochodnych na podtorze)
- wyciek materiałów ropopochodnych z cystern połączony z pożarem (dodatkowo negatywny wpływ temperatury na podtorze)
- wyciek innych materiałów niebezpiecznych (np. chlor, kwas siarkowy H₂SO₄ - negatywny wpływ związków chemicznych na podtorze)
- rozprzestrzenianie się niebezpiecznych związków lotnych, itp.

Wszystkie te materiały mają negatywny wpływ na podtorze i jego elementy, np. pod ich wpływem zmieniają się podstawowe właściwości geosyntetyków stosowanych w konstrukcjach podtorza (np. nasypy, wykopy) w zakresie ich przepuszczalności, wytrzymałości i odkształcenia. Powszechne wykorzystanie geosyntetyków do zbrojenia gruntu w podtorzu i związanych z nim konstrukcjach oporowych, czy wzmacnianie za pomocą geosyntetyków lokalnych kawern powoduje ich mobilizację na rozciąganie. W tych nowych warunkach zmienia się charakter współpracy grunt – geosyntetyk. Zmieniają się charakterystyki materiałowe wywołane wysokimi temperaturami i czynnikami chemicznymi, a dalej zmieniają się charakterystyki i parametry opisujące zachowanie się strefy kontaktowej. Są one inne niż przyjęte w projektowaniu lub badaniach teoretycznych zależności współpracy (grunt – geosyntetyk lub grunt – geosyntetyk – grunt itp.) i fakt ten należy uwzględnić przy remediacji [4].



2. Negatywny wpływ katastrofy kolejowej na podtorze. Katastrofa w Szczygłowicach 23.05.2002 [10]

Współpracę między geosyntetykiem a elementami podtorza kolejowego można opisać z wykorzystaniem operatora d'Alemberta oznaczanego symbolem \square . Prowadzi to do równania różniczkowego cząstkowego

$$\square u = f(x, y, z, t).$$

W równaniu tym $f(x, y, z, t)$ charakteryzuje ciągłe obciążenie zastępcze, x, y, z są współrzędnymi punktu $P \in \Omega$ w chwili t , a u jest funkcją odpowiedniej klasy w zbiorze $\Omega \times \langle 0, \infty \rangle$ i oznacza ugięcie (przemieszczenie, zmianę położenia punktów P geosyntetyku i jego otoczenia).

Korzystając z metod nieklasycznego rachunku operatorów możemy zapisać:

$$u(x, y, z, t) = u(P, t) = \left\{ \frac{1}{4\pi} \iint_{\sigma} \left[\frac{1}{d(P, P_0)} A \left(\frac{\partial u}{\partial n} \right) - Au \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{1}{d(P, P_0)} \right) + \frac{1}{ad(P, P_0)} A \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right) \frac{\partial d(P, P_0)}{\partial n} \right] d\sigma \right\} + \left\{ -\frac{1}{4\pi} \iiint_{\Omega} \frac{Af(P_0, t)}{d(P, P_0)} d\Omega \right\}$$

W ostatnim wzorze przyjęto oznaczenia jak w [4]. Wzór ten opisuje współpracę w warunkach typowych (bez uwzględnienia wpływu materiałów niebezpiecznych). Ich wpływ w tym wzorze można uwzględnić poprzez identyfikację modelu ze względu na istniejący we wzorze parametr a z wykorzystaniem wielowymiarowych modelowych badań laboratoryjnych współpracy grunt – geosyntetyk.

Wyciek materiałów niebezpiecznych ma też wpływ na zmianę stabilizacji mieszanin np. popiołowo – żużło-

wych stosowanych między innymi do budowy nasypów. Wykorzystywane tu mogą być spoiwa hydrauliczne, takie jak wapno, cement, Terramix, Solitex itp.

W przypadku katastrofy z udziałem cystern z substancjami niebezpiecznymi i w przypadku ich rozszczelnienia rozprzestrzenia się skażenie (zanieczyszczenie) w powietrzu i gruncie podtorza. W przypadku gruntów wiadomo, że zmiana czynników środowiskowych (termicznych, chemicznych, biologicznych) wpływa na mechaniczno – wytrzymałościowe zachowanie się podtorza.

Przepływ rowami odpływowymi płynnych materiałów niebezpiecz-

nych powoduje, że też tą drogą przenikają w głąb gruntu, przedostając się do wód gruntowych oraz dodatkowo w pewnych niekorzystnych przypadkach mogą dotrzeć do rzek lub zbiorników wodnych. W każdym z tych przypadków są one źródłem niebezpiecznych zanieczyszczeń.

Skażenie wód gruntowych ze strefy nienasyconej (wód glebowych, wód błonkowych, wód kapilarnych) i wody gruntowej zasadniczej ze strefy nasyconej oraz wód z przepływem otwar-

tym (ze swobodną powierzchnią) jest niebezpieczne z punktu widzenia zagrożeń dla środowiska naturalnego [8].

Wszystkie te zjawiska są procesami dynamicznymi [7], które szczególnie w początkowej fazie są niesterowalne i należy dążyć do tego, aby w jak najkrótszym czasie możliwe było przejście do sterowania tymi procesami ponieważ wówczas można ograniczyć skutki katastrofy szczególnie w odniesieniu do podtorza oraz będzie ułatwiona i mniej kosztowna jego remediacja [5, 6].

O modelowaniu skutków katastrofy

Ogólne można przyjąć, że skutki katastrofy kolejowej rozprzestrzeniają się według zasady, którą dobrze opisują rozwiązania równania różniczkowego cząstkowego

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial u}{\partial x} \right) = \frac{\partial u}{\partial t} \quad (1)$$

ze stałą D charakteryzującą analizowany proces przy danym warunku

$$u(x, 0) = \varphi(x)$$

Każde rozwiązanie tego problemu różniczkowego jest niezerowe natychmiast po rozpoczęciu procesu i świadczy o szybkim rozprzestrzenianiu się skutków katastrofy.

Rozwiązaniem problemu jest też funkcja opisująca rozwój zjawiska w zależności od x (położenia) i t (czasu) dla bardzo nieładkiego warunku początkowego, czyli dla $\varphi(x)$ określonego dystrybucją Diraca. Odzwierciedla to przypadek bardzo „gwałtownego” pojawienia się zjawiska negatywnego towarzyszącego katastrofom z udziałem materiałów niebezpiecznych w chwili $t=0$ (rys. 3).

Funkcja ta też pokazuje, że zjawisko towarzyszące katastrofie z czasem zanika, aż w ostateczności zniknie.

Emisja skutków katastrofy w gruncie [6]

Zanieczyszczenia powstałe przy katastrofie mogą rozpuszczać się w wodzie lub poruszać się z nią w postaci zawiesiny. W przypadku katastrofy z

udziałem materiałów niebezpiecznych istotne jest modelowanie rozchodzenia się zanieczyszczeń wód podziemnych. Związki ropopochodne przedostają się do gruntu nie tylko w przypadku kolizji, czy wykołowania, ale także w wyniku przypadkowych wylewów w czasie transportu, napełniania, przelewania itp. Zawierają one takie związki toksyczne jak benzen, toluen, czy ksyleny. W niesprzyjających warunkach mogą one migrować na znaczne odległości, a oczyszczanie wód podziemnych wiąże się z dużymi kosztami. Ocena wpływu tych i innych zanieczyszczeń na jakość wód podziemnych, a szczególnie zaprojektowanie środków minimalizujących negatywne skutki powstałego skażenia wymaga tworzenia modeli, które pozwolą na jakościowe i ilościowe przewidywanie migrowania zanieczyszczeń w gruncie podtorza, w tym zbrojonego geosyntetykami. Migracje te zależą od właściwości hydrogeologicznych gruntu. Zanieczyszczenia, które dostają się do gruntu, wpływają w dół pod wpływem sił grawitacji i dzięki przepuszczalności ośrodka trafiają do zalegającej pod ziemią wody. Ten przepływ przez ośrodek porowaty opisuje prawo Darcy’ego [1]

$$q = -K \Delta \varnothing / L$$

gdzie q jest przepływem wody przez wycinek ośrodka o jednostkowej powierzchni przekroju poprzecznego i miąższości L w jednostce czasu przy spadku hydraulicznym $\Delta \varnothing$. K jest współczynnikiem przewodności hydraulicznej, a znak minus oznacza, że kierunek przepływu jest przeciwny do kierunku wzrostu potencjału.

Jeżeli \vec{q} jest wektorowym przepływem jednostkowym, to dla izotropowego ośrodka, czyli dla ośrodka, w którym przepuszczalność nie zależy od kierunku prawo Darcy’ego ma postać

$$\vec{q}(\vec{x}, t) = -K(\vec{x}) \text{grad} \varnothing(\vec{x}, t)$$

Dla ośrodka anizotropowego, w którym przepuszczalność zależy od kierunku, przewodność hydrauliczna jest tensorem reprezentowanym przez macierz symetryczną postaci

$$K = \begin{bmatrix} K_{xx} & K_{xy} & K_{xz} \\ K_{yx} & K_{yy} & K_{yz} \\ K_{zx} & K_{zy} & K_{zz} \end{bmatrix}$$

którą po wprowadzeniu odpowiedniego układu współrzędnych można sprowadzić do postaci diagonalnej

$$K = \begin{bmatrix} K_x & 0 & 0 \\ 0 & K_y & 0 \\ 0 & 0 & K_z \end{bmatrix}$$

Równanie zachowania masy przy stałej gęstości wody jest postaci [2]

$$-\text{div} \vec{q} = \frac{1}{V_0} \frac{\partial V_w}{\partial t}$$

Skoro

$$\frac{1}{V_0} \frac{\partial V_w}{\partial t} = \frac{1}{V_0} \frac{\partial V_w}{\partial \varnothing} \frac{\partial \varnothing}{\partial t}$$

więc wykorzystując odsączalność sprężystą S_0 , która jest określona wzorem

$$S_0 = \frac{1}{V_0} \frac{\partial V_w}{\partial \varnothing}$$

gdzie V_0 i V_w oznaczają odpowiednio objętość ośrodka i objętość wody można zapisać korzystając z równania Darcy’ego

$$\text{div}(K(\vec{x}) \text{grad} \varnothing) = S_0 \frac{\partial \varnothing}{\partial t} \quad (2)$$

W ostatnim równaniu występuje wielkość \varnothing , której wyznaczenie pozwala określić przepływ jednostkowy i jest to podstawowe równanie opisujące ruch wody, która jest medium odpowiedzialnym za rozprzestrzenianie się skażeń, zanieczyszczeń w podtorzu.

Jeżeli przyjmiemy układ współrzędnych tak, że tensor K będzie tensorem diagonalnym, wtedy ostatnie równanie uprości się i przyjmie postać

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial \varnothing}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial \varnothing}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial \varnothing}{\partial z} \right) = S_0 \frac{\partial \varnothing}{\partial t}$$

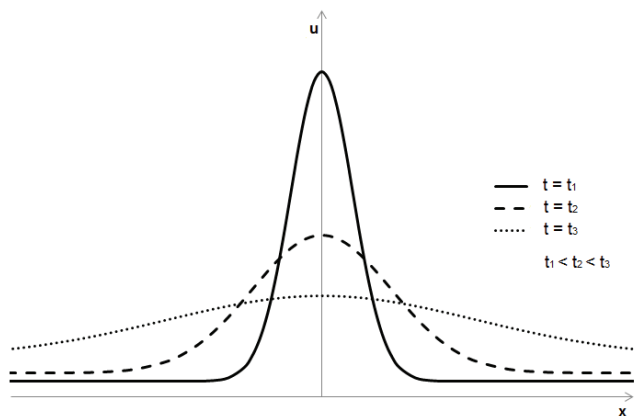
W przypadku ośrodka jednorodnego, izotropowego ostatnie równanie różniczkowe przyjmie postać

$$K \left(\frac{\partial^2 \varnothing}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varnothing}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varnothing}{\partial z^2} \right) = S_0 \frac{\partial \varnothing}{\partial t}$$

$$K = K_x = K_y = K_z.$$

Jeżeli przepływ jest stacjonarny, wtedy dla \varnothing otrzymamy równanie Laplace’a postaci

$$\frac{\partial^2 \varnothing}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varnothing}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varnothing}{\partial z^2} = 0.$$



3. Rozprzestrzenianie się zjawiska w czasie przy gwałtownym jego pojawieniu się w chwili początkowej w postaci dystrybucji

Równanie to można rozwiązywać z wykorzystaniem nieklasycznego rachunku operatorów z wieloma pochodnymi lub poprzez aproksymację laplasjanu z wykorzystaniem przepływu w rurce o średnicy δ [7].

Jeżeli zanieczyszczenie zmienia gęstość wody, tzn. $\rho = \rho(c)$, gdzie c oznacza stężenie zanieczyszczenia wtedy równanie zachowania masy przyjmie postać [9]

$$-\text{div} \rho \vec{q} = \frac{1}{V_0} \frac{\partial(\rho V_w)}{\partial t}$$

Obliczmy $\frac{\partial(\rho V_w)}{\partial t}$ oraz skorzystajmy ze wzoru $\text{div} \rho \vec{q} = \vec{q} \text{grad} \rho + \rho \text{div} \vec{q}$ z teorii pola.

Otrzymamy

$$\frac{\partial(\rho V_w)}{\partial t} = V_w \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \frac{\partial V_w}{\partial t}$$

więc

$$\begin{aligned} \frac{1}{V_0} \frac{\partial(\rho V_w)}{\partial t} &= \frac{V_w}{V_0} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\rho}{V_0} \frac{\partial V_w}{\partial t} = \\ &= -\vec{q} \text{grad} \rho - \rho \text{div} \vec{q} \end{aligned}$$

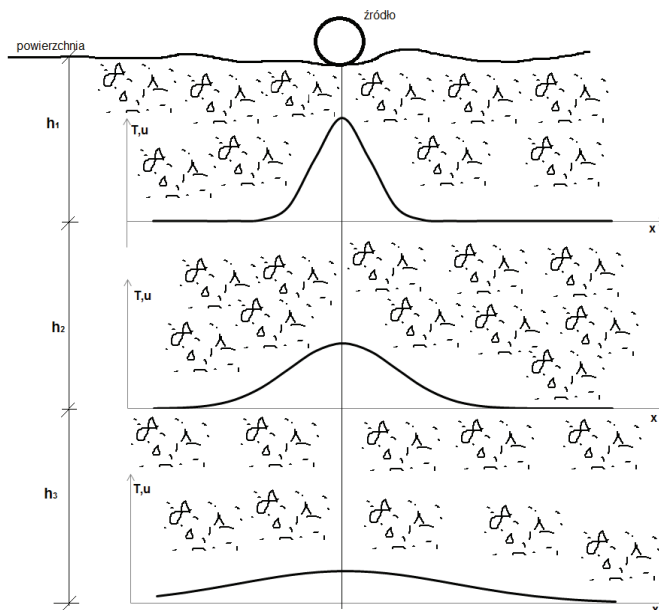
czyli

$$-\vec{q} \text{grad} \rho - \rho \text{div} \vec{q} = \frac{V_w}{V_0} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho S_0 \frac{\partial \phi}{\partial t}$$

Przyjmując, że $P = \frac{V_w}{V_0}$ jest porowatością ośrodka ostatnią zależność można zapisać w postaci

$$-\vec{q} \text{grad} \rho - \rho \text{div} \vec{q} = P \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho S_0 \frac{\partial \phi}{\partial t}$$

Przy małych zmianach gęstości można przyjąć, że pierwsze składniki po obu stronach ostatniej równości są dostatecznie małe i mogą zostać pominięte. Po uwzględnieniu tego faktu w tym przypadku też otrzymamy równanie postaci (2). To znaczy, że w kolej-



4. Zmiana temperatury i innych skutków katastrofy w podtorzu wraz ze zmianą głębokości

nym modelu otrzymujemy takie samo równanie opisujące dany problem. Z tego wynika, że rozprzestrzenianie się związków niebezpiecznych w gruncie spowodowane katastrofą kolejową na ogół może być opisywane równaniem (2) i wykorzystane w praktyce do ograniczenia jej negatywnych skutków, w tym w odniesieniu do podtorza.

Jak wspomniano, katastrofie kolejowej z udziałem materiałów niebezpiecznych może towarzyszyć pożar. Jest on dodatkowo niebezpieczny, jeżeli w pobliżu przebiega np. gazociąg. Wtedy taki niekontrolowany wzrost temperatury podtorza może dodatkowo doprowadzić do wybuchu gazu i spowodować kolejne straty. Ta zmiana temperatury ma też negatywny wpływ na stosowane mieszanki do budowy podtorza, a także zastosowane zbrojenia geosyntetykami. W takim przypadku istotne znaczenie ma opis pionowych zmian temperatury w gruncie. Można je wyznaczyć z równania

$$\frac{\partial(cT)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial T}{\partial z} \right),$$

w którym T oznacza temperaturę, c jest pojemnością cieplną jednostki objętości gruntu, a K jest przewodnością cieplną gruntu. Korzystając z tego równania można wyznaczyć rozkład temperatury w zależności od czasu i głębokości (rys. 4), a dotychczas do nie-

go składnik $f(z,t)$ charakteryzujący źródło temperatury można dodatkowo uwzględnić wpływ źródła emisji ciepła. Ostatnie równanie różniczkowe jest analogiczne do równania (1) mimo, że opisuje inne zjawisko przebiegające w podtorzu, jednak z matematycznego punktu widzenia ma te same właściwości co (1) [3]. Wygaszanie się zmian wywołanych katastrofą, a dokładniej jej skutków zgodnie z ostatnim równaniem odbywa się w czasie (rys. 3), a także wraz ze wzrostem głębokości (rys. 4). Dotyczy to też rozchodzenia się drgań np. od wybuchu.

Z tego wynika, że negatywne skutki katastrofy z punktu widzenia ich przebiegu zachowują się, jak przedstawione wyniki na rys. 3 i 4, o ile tylko zlikwidujemy źródło lub ograniczymy (zmniejszymy) jego działanie. W związku z tym, aby ograniczyć negatywne skutki katastrofy kolejowej należy w krótkim czasie wyeliminować ich źródło (wyciek, wybuch, pożar) lub przynajmniej zmniejszyć jego zasięg. Przez takie działanie można też ograniczyć jej negatywny wpływ między innymi na podtorze kolejowe.

Podsumowanie

Liczba przewozów towarów niebezpiecznych ciągle rośnie, a wśród nich przewozy tych materiałów drogami

kolejowymi. W wyniku katastrof kolejowych z udziałem materiałów niebezpiecznych może dochodzić np. do pożarów, do skażenia powietrza, podtorza, a dalej podłoża gruntowego, wody.

Katastrofy z udziałem materiałów niebezpiecznych są przyczyną wielu nieszczęść, śmiertelnych zatruc, porażen itp. Mają negatywny wpływ na środowisko.

W przypadku katastrofy należy minimalizować jej negatywne skutki i przeprowadzić remediację.

Znajomość właściwości i przebieg zjawisk towarzyszących katastrofom kolejowym z udziałem materiałów niebezpiecznych powoduje ograniczeniu ich skutków i ułatwia remediację.

Właściwości zjawisk towarzyszących analizowanym katastrofom dobrze oddają ich modele matematyczne odnoszące się do przepływów w powietrzu, wodzie i gruncie, łącznie z przepływem ciepła.

Zjawiska towarzyszące analizowanym katastrofom mogą być badane z wykorzystaniem metod operatorowych, a uzyskane wyniki zastosowane w praktyce.

Negatywny wpływ katastrofy kolejowej na podtorze wiąże się też z jego konstrukcją, w której mogą być stosowane geosyntetyki, mieszaniny itp. wrażliwe na oddziaływania różnych związków chemicznych lub temperatury. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Eagleson P. S., Hydrologia dynamiczna, Państwowe Wydaw. Naukowe, Warszawa, 1978.
- [2] Holnicki P., Nahorski Z., Żochowski A., Modelowanie procesów środowiska naturalnego, Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, Warszawa, 2000
- [3] Lawrence C. Evans, Partial Differential Equations, American Mathematical Society, 2002
- [4] Mieloszyk E., Grulkowski S., Generalized Taylor formula and shell structures for the analysis of the interaction between geosythe-

tics and engineering structures of transportation lines, Shell Structures: Theory and Applications, vol. 4/ ed. Wojciech Pietraszkiewicz & Wojciech Witkowski Londyn: Taylor & Francis, 2018, s.561-564.

- [5] Mieloszyk E., Milewska A., Grulkowski S., Rozprzestrzenianie się skutków dużych katastrof kolejowych, Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej, Poznań, iss. 25 (2017), s.301-310.
- [6] Mieloszyk E., Milewska A., Risks associated with the transportation of hazardous materials on public roads, XII Międzynarodowa Konferencja Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego Gambit 2018, Politechnika Gdańska, 12-13 kwietnia 2018

- [7] Mieloszyk E., Nieklasyczny rachunek operatorów w zastosowaniu do uogólnionych układów dynamicznych. Gdańsk: IMP PAN, 2008.
- [8] Świdziński W., Mierczyński J., Badania laboratoryjne zjawiska podatności cyklicznej w nawodnionym, Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 4/2009, 271-280
- [9] Tihonow A. N., Samarski A. A., Równania fizyki matematycznej, PWN, 1963
- [10] Węsierski T., Nagrodzka M., Wypadek kolejowy w Szczygłowicach. Przebieg zdarzenia oraz analiza zagrożeń rzeczywistych oraz potencjalnych, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, 2012, nr 1, 113-120

Są pieniądze na S1. Przetarg na budowę najdłuższego odcinka Mysłowice - Bielsko-Biała w lutym 2019 roku

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 5.06.2018

W lutym 2019 roku ma zostać ogłoszony przetarg na najdłuższy odcinek nowej trasy S1 od Mysłowic (węzeł Kosztowy) do Bielska-Białej. Termin ten potwierdził, podczas ostatniego spotkania w Urzędzie Wojewódzkim Michał Mendrok, dyrektor katowickiego oddziału Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Odbłyło się to w ramach wyjazdowego posiedzenia członków Komisji Infrastruktury z parlamentarzystami ze Słowacji (...). Na razie możemy korzystać jedynie z 85 kilometrów drogi ekspresowej S1. Po ukończeniu jej budowy, ma to być komfortowa dla kierowców droga o długości ok. 142 kilometrów. Według planów przedstawionych w grudniu 2017 roku przez ministra Adamczyka, najpóźniej w 2023 roku trasa S1 ma być jednolitą, przyjazną i komfortową drogą, dzięki której kierowcy mogą z Łotniska w Pyrzowicach pokonać trasę do Zwardonia i dalej pomknąć na południe Europy słowacką autostradą D3 (...).

Obwodnica Raciborza: wojewoda śląski dał zielone światło na budowę. Budowa ma zezwolenie na Realizację Inwestycji Drogowej

Arkadiusz Biernat, Dziennik Zachodni, 28.06.2018

Jeszcze tylko przetarg związany z wyborem wykonawcy inwestycji i prace przy raciborskiej obwodnicy za 200 mln zł ruszą pełną parą. W przyszłości ma ona połączyć Racibórz z auto-

stradą A1 (...). Mijały kolejne tygodnie, miesiące, a postępów w sprawie budowy drogi regionalnej Racibórz - Pszczyna nie było. Kierowcy musieli wierzyć prezydentowi Mirosławowi Lenkowi na słowo, który ciągle powtarzał, że inwestycja nie jest zagrożona, a urzędnicy oczekują na długo zapowiadane dokumenty. I wreszcie mamy dobre wiadomości. Miasto Racibórz uzyskało we wtorek Zezwolenie na Realizację Inwestycji Drogowej (ZRID) na budowę naszego odcinka Regionalnej Drogi Racibórz – Pszczyna (...).

Ruda Śląska: Trasa N-S będzie przedłużona. Obwodnica dzielnic Orzegów, Ruda i Goduła jest potrzebna

Arkadiusz Nauka, Dziennik Zachodni, 25.06.2018

Władze Rudy Śląskiej chcą wybudować obwodnicę dzielnic Goduła, Orzegów i Ruda. Jej funkcję mogłoby przejąć północne przedłużenie budowanej właśnie trasy N-S. Przygotowano już trzy warianty przebiegu tego fragmentu trasy. Rudzkie władze zorganizowały spotkanie z mieszkańcami Rudy Śląskiej, na którym zaprezentowano, w jaki sposób przebiegać będzie północny odcinek budowanej właśnie trasy N-S. Ten odcinek nie tylko przejąłby ruch tranzytowy w tym rejonie, ale także uwolniłby kolejne tereny pod inwestycje. - Głównym celem trasy N-S jest połączenie autostrady A4 z Drogową Trasą Średnicową i taki był początkowy zakres tej inwestycji. Uznaliśmy jednak, że warto przedłużyć ją na północ, aby zmniejszyć natężenie ruchu na ulicach Goduli, Piastowskiej i Wolności oraz ograniczyć ruch tranzytowy w środku miasta – mówi Grażyna Dziedzic, prezydent Rudy Śląskiej (...).