

7

MIGRACJA ŚRODKÓW CHEMICZNYCH WYKORZYSTYWANYCH DO LIKWIDACJI OBŁODZENIA NAWIERZCHNI DROGOWYCH

7.1 WPROWADZENIE

Zgodnie z ustawą z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2015 r., poz. 460, z późn. zm.) utrzymanie dróg oznacza wykonanie robót (konserwacyjnych, porządkowych i innych) zmierzających do zwiększenia bezpieczeństwa i wygody ruchu – w tym prac polegających na zwalczaniu śliskości zimowej oraz odśnieżaniu.

W zwalczaniu śliskości zimowej stosuje się trzy metody – zapobiegawczą, likwidacyjną oraz zwiększania szorstkości. Pierwsza z metod polega na prowadzeniu akcji zapobiegawczej na podstawie przesyłanych prognoz pogody, jeszcze przed wystąpieniem śliskości zimowej. Ilość użytych środków chemicznych zależy m.in. od aktualnej temperatury nawierzchni drogowej oraz od ilości spodziewanych opadów. Metodę likwidacyjną stosuje się po zaobserwowaniu gołoledzi, lodowicy czy zlodowacenia z wykorzystaniem środków chemicznych (w postaci stałej lub zwilżonej). W metodzie zwiększania szorstkości w celu poprawy przyczepności i zmniejszenia śliskości zimowej stosuje się materiały niechemiczne: piasek, kruszywo naturalne, kruszywo kamienne łamane, żużel wielkopiecowy oraz kotłowy (paleniskowy).

Standardy zimowego utrzymania dróg zarządzanych przez oddziały GDDKiA określa załącznik do zarządzenia Nr 53 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 13 października 2015 r. Środki, które mogą być używane na drogach publicznych, ulicach i placach oraz warunki ich stosowania wskazano natomiast w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 27 października 2005 r. w sprawie rodzajów i warunków stosowania środków, jakie mogą być używane na drogach publicznych oraz ulicach i placach (Dz. U. z 2005 r., nr 230, poz. 1960). Środki te stosuje się do usunięcia oraz zapobiegania powstawaniu śliskości pośniegowej – wyłącznie po mechanicznym usunięciu śniegu.

Metoda chemiczna jest najczęściej stosowaną i najbardziej opłacalną metodą zwalczania śliskości zimowej w Polsce, gdyż pozwala skutecznie zmniejszyć lub ograniczyć zakłócenia ruchu drogowego spowodowane śliskością zimową i opadami

śniegu [9, 10]. Stosowanie tych środków chemicznych wpływa jednak negatywnie na środowisko – roślinność, glebę, wody, a także na obiekty inżynierskie i pojazdy [2, 3, 4, 7, 9]. Wykazano, że środki chemiczne wnikając w tkanki roślinne zaburzają równowagę wewnętrzną roślin, co przejawia się obumarciem pędów oraz pąków [1]. Stężenia jonów soli w glebach przydrożnych mogą nawet kilkunastokrotnie przewyższać wartość graniczną (5 mg soli na 100 gram gleby), która kwalifikuje glebę jako zasoloną. W celu ograniczenia migracji tych środków do gleb, stosuje się na ich powierzchni materiał organiczny (torf, kora, kompost), w którym następuje kumulacja soli, a ponadto dostarcza się preparaty zawierające kwasy humusowe [5]. Dla wód podziemnych szczególnie niebezpiecznym zjawiskiem jest gwałtowne topnienie śniegu po jego długim zaleganiu na poboczu (duży ładunek zanieczyszczeń). Badania prowadzone w 1991 r. przez Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie jednoznacznie wykazały porównywalne stężenia zanieczyszczeń w wodach roztopowych i ściekach przemysłowych [6]. Wody roztopowe zawierające znaczne ilości chlorków zakłócają w zbiornikach wód stojących (jeziora) proces pionowej wymiany wody w okresie homotermii wiosennej, czego następstwem jest zmniejszenie zawartości rozpuszczonego tlenu w wodzie, a w skrajnych przypadkach powstanie warunków beztlenowych. Rozsypywanie środków chemicznych na nawierzchnie drogowe w połączeniu z topniejącym wskutek ich stosowania śniegiem oraz lodem powoduje powstanie roztworu wodnego chlorków, który zwiększa swoją objętość wywołując powstawanie rys, a następnie pęknięć w nawierzchniach.

Biorąc pod uwagę negatywny wpływ środków chemicznych stosowanych do likwidacji śliskości zimowej na środowisko przyrodnicze oraz nawierzchnie drogowe, przeprowadzono badania dotyczące migracji tych środków w warstwie śliskości zimowej. Ponadto oznaczono zasolenie gleb przydrożnych metodą konduktometryczną, w celu określenia zasięgu oddziaływania zastosowanych środków chemicznych.

7.2 METODOLOGIA BADAŃ

Stanowisko badawcze składało się z:

- 24 kwater wydzielonych w warstwie oblodzenia, zlokalizowanych wzdłuż drogi wojewódzkiej nr 282 (obwodnica Nowego Kisielina) o powierzchni 0,5 m² każda. Badania migracji środków chemicznych przeprowadzono trzykrotnie w lutym 2015 r. w warunkach naturalnych: temp. powietrza – (minus) 8°C, temp. warstwy śliskości zimowej – (minus) 5°C, wysokość powierzchni badawczej – 0,1 m,
- 6 prostopadłe wydzielonych transektów, z 5 punktami pomiarowymi zlokalizowanymi w odległości 10, 20, 30, 40 i 50 m od każdej z kwater. Badania na transektach przeprowadzono dwukrotnie: przed sezonem zimowym (październik 2014 r.) oraz po sezonie zimowym (marzec 2015 r.).

Dla wskazanych powyżej warunków zbadano migrację środków chemicznych w

warstwie śliskości zimowej (tab. 7.1). Środki rozproszono równomiernie na każdej powierzchni, w ilościach określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 27 października 2005 r. w sprawie rodzajów i warunków stosowania środków, jakie mogą być używane na drogach publicznych oraz ulicach i placach (Dz. U. z 2005 r., nr 230, poz. 1960). Migrację środków chemicznych określono poprzez pomiar ubytku warstwy śliskości w odstępach czasu: 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 30 min, 45 min, 60 min oraz 75 min. Badania powtórzono trzykrotnie (za wynik uznano średnią z trzech pomiarów), przy czym każde powtórzenie wykonano na nowej kwaterze.

Tabela 7.1 Środki chemiczne w postaci stałej użyte do badań

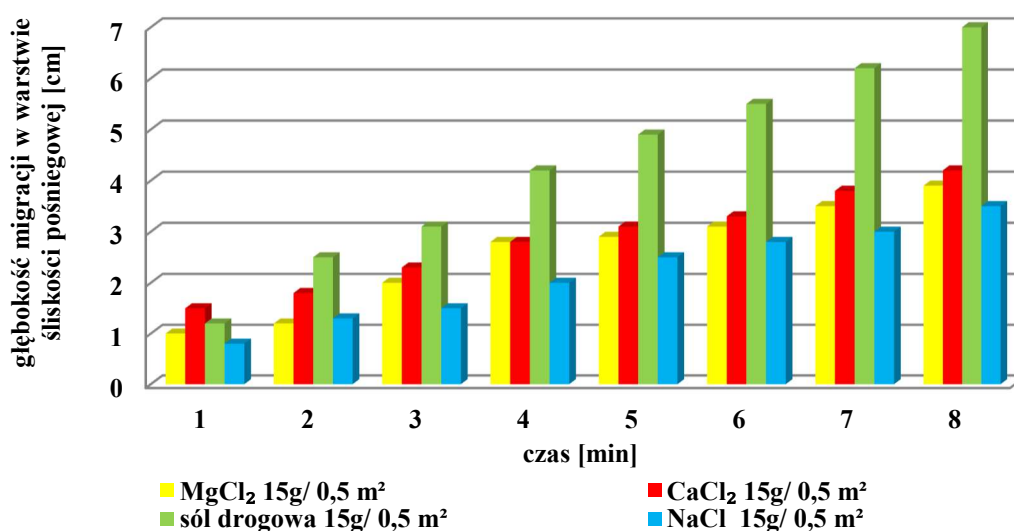
Nazwa środka chemicznego użytego do badań	Stężenie [%] środka chemicznego	Ilość środka chemicznego stosowana w zimowym utrzymaniu dróg [g/1 m ²]
chlorek sodu	100% NaCl	15,0
		20,0
		25,0
		30,0
chlorek wapnia	80% CaCl ₂	15,0
		20,0
		25,0
		30,0
chlorek magnezu	100% MgCl ₂	15,0
		20,0
		25,0
		30,0
sól drogowa	97% NaCl + 2,5% CaCl ₂ + 0,2% K ₄ Fe(CN) ₆	15,0
		20,0
		25,0
		30,0
mieszanina chlorku sodu z chlorkiem wapnia w proporcji 4:1	80% NaCl + 20% CaCl ₂	15,0
		20,0
		25,0
		30,0
mieszanina chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 4:1	80% NaCl + 20% MgCl ₂	15,0
		20,0
		25,0
		30,0

W celu oznaczenia zasolenia gleb przydrożnych położonych wzdłuż kwater pomiarowych, wyznaczono 6 prostopadłe ułożonych do nich transektów. W każdym z nich wyznaczono 5 punktów, z których pobrano próbki z wierzchniej warstwy gleby (zgodnie z normą PN-R-04031: Analiza chemiczno-rolnicza gleby – Pobieranie próbek). Próbki pobrano dwukrotnie – w październiku 2014 r. i w marcu 2015 r. Punkty lokalizowano kolejno w odległościach: 10, 20, 30, 40 i 50 m od kwater pomiarowych. Ponadto dla każdego transektu zbadano zasolenie gleb w odległości 200 m od drogi wojewódzkiej nr 282, uznając, że nie jest ona objęta oddziaływaniem środków chemicznych stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg. Przewodność elektrolityczną właściwą (PEW) oznaczono metodą

konduktometryczną.

7.3 ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

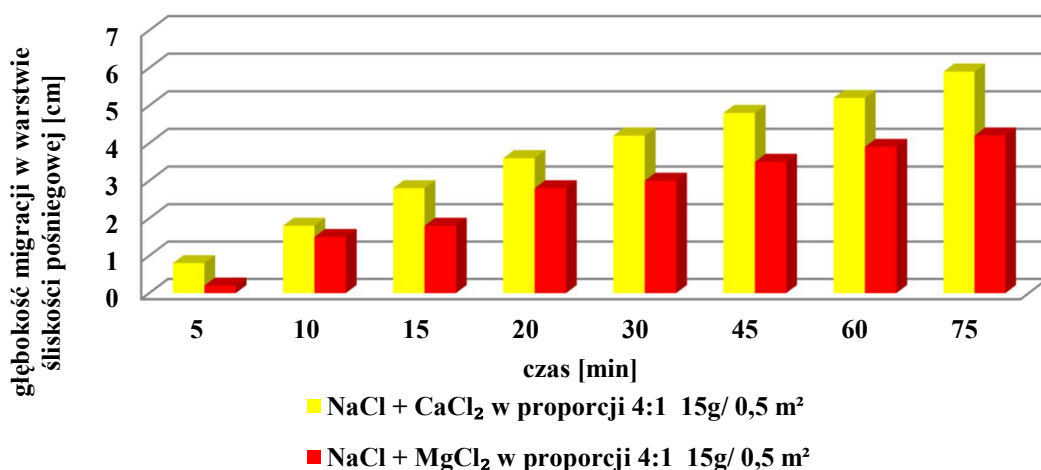
W toku prowadzonych badań na kwaterach wydzielonych w warstwie śliskości zimowej stwierdzono zależność pomiędzy: głębokością migracji środka chemicznego i czasem jego reakcji z warstwą oblodzenia. Największą migrację w kwaterach pomiarowych zaobserwowano dla soli drogowej (97% NaCl + 2,5% CaCl₂ + 0,2% K₄Fe(CN)₆) w dawce 15,0 g/0,5 m² – w wysokości 7,0 cm po upływie 75 min od rozpoczęcia badania (rys.7.1).



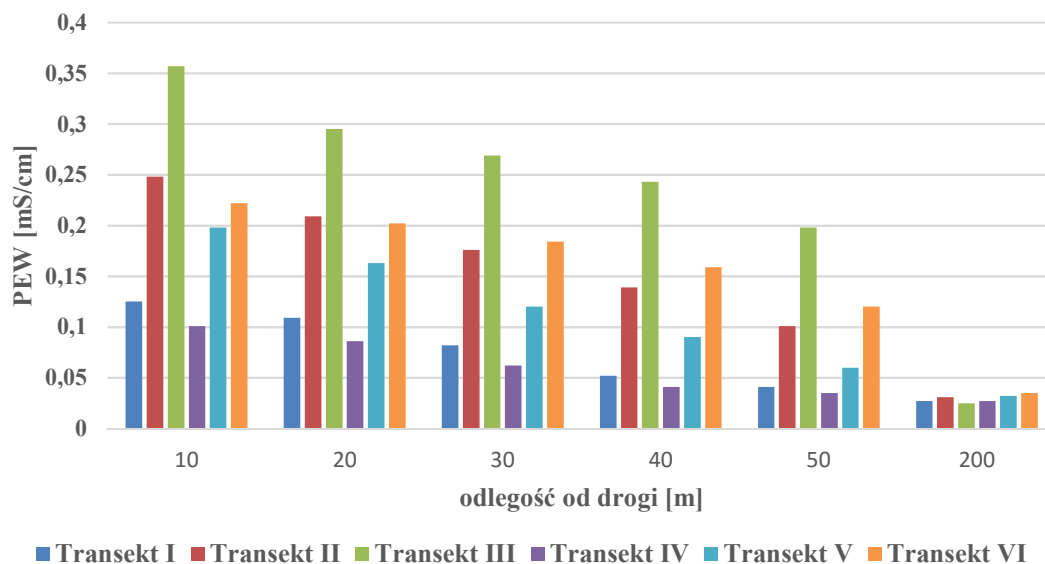
Rys. 7.1 Migracja chlorku magnezu (MgCl₂), chlorku wapnia (CaCl₂), soli drogowej (97% NaCl + 2,5% CaCl₂ + 0,2% K₄Fe(CN)₆) oraz chlorku sodu (NaCl) w dawce 15 g/ 0,5 m²

Poddając analizie głębokość migracji mieszanin: chlorku sodu (NaCl) z chlorkiem wapnia (CaCl₂) w proporcji 4:1 oraz chlorku sodu (NaCl) z chlorkiem magnezu (MgCl₂) w proporcji 4:1, stwierdzono wyższy stopień migracji mieszaniny chlorku sodu z chlorkiem wapnia – rys. 7.2.

Natomiast w próbkach gleb pobranych z transeptów wykazano zróżnicowane wartości przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW), uzależnione od dwóch czynników – miejsca ich poboru (zastosowany środek chemiczny) oraz od odległości od kwater pomiarowych (tab. 7.3.). Najwyższą wartość PEW stwierdzono na transekcje III przy którym zastosowano sól drogową (97% NaCl + 2,5% CaCl₂ + 0,2% K₄Fe(CN)₆), która jednocześnie wykazała największą migrację w warstwie oblodzenia. We wszystkich badanych próbkach zaobserwowano spadek zasolenia wraz ze wzrostem odległości od kwater pomiarowych. Ponadto przed sezonem zimowym wartości przewodności elektrolitycznej we wszystkich zbadanych próbkach były niższe niż po sezonie zimowym.



Rys. 7.2 Migracja mieszanin: chlorku sodu z chlorkiem wapnia (CaCl₂) w proporcji 4:1 oraz chlorku sodu (NaCl) z chlorkiem magnezu (MgCl₂) w proporcji 4:1, w dawce 15 g/0,5 m²



Rys. 7.3 Przewodność elektrolityczna właściwa PEW [mS/cm] w próbkach glebowych przy poszczególnych transektach

7.4 WNIOSKI

Badania dotyczące migracji środków chemicznych stosowanych powszechnie w Polsce do likwidacji śliskości nawierzchni drogowych wykazały, że:

- istnieje zależność między głębokością migracji środka chemicznego i czasem jego reakcji z warstwą śliskości pośniegowej,
- najwyższy stopień migracji występuje w przypadku zastosowania soli drogowej,
- najpowszechniej stosowany w Polsce chlorek sodu charakteryzuje się najniższym stopniem migracji,
- wartości przewodności elektrolitycznej (PEW) w zbadanych próbkach gleb uzależnione są od dwóch czynników: odległości od drogi oraz rodzaju

zastosowanego środka chemicznego, najwyższe wartości zaobserwowano w odległości 10 m od pasa drogowego,

- najwyższą wartość PEW zaobserwowano dla transektu III, przy którym stosowano sól drogową.

Przeprowadzone badania jednoznacznie wykazały wysokie zasolenie gleb zlokalizowanych w pasie przydrożnym spowodowane stosowaniem środków chemicznych w okresie zimowym.

Uwzględniając względy środowiskowe proponuje się przeprowadzić badania na alternatywnych środkach chemicznych tj. octan sodu, wapnia, magnezu, glikole, melasa.

LITERATURA

- [1] J. Borowski. „Zimowy wróg drzew”, *Zieleń miejska* Nr 12/2010, s. 40-43.
- [2] G. Cekstere, A. Osvalde, „A study of chemical characteristics of soil in relations to street trees status in Riga (Latvia)”, *Urban Forestry and Urban Greening*, 2013, s. 69-78.
- [3] A. Gałuszka, Z.M. Migaszewski. „The influence of chloride deicers on mineral nutrition and the health status of roadside trees in the city of Kielce, Poland”, *Environ. Monitor. Assess.*, 2011, s. 451-464.
- [4] S.M. Green, R. Machin. „Effect of long-term changes in soil chemistry induced by road salt applications on N-transformations in roadside soils”, *Environmental Pollution*, 2008, s. 20-31.
- [5] A. Kiepas-Kokot. „Zasolenie gleb w pasie drogowym”, *Przegląd Komunalny* Nr 3, 2011, s. 88-90.
- [6] B. Osmulka-Mróz. „Źródła zanieczyszczenia i ochrona wód w rejonach tras samochodowych”, *Współczesne problemy hydrogeologii*, Tom VII, Kraków-Krynica, 1994, s. 10-15.
- [7] A. Peceník. „Wpływ środków chemicznych na roślinność przydrożną i miejską, stosowanych do usuwania śliskości zimowej”, *Wydawnictwa Komunikacji i Łączności*, Warszawa 1981.
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 października 2005 r. w sprawie rodzajów i warunków stosowania środków, jakie mogą być używane na drogach publicznych oraz ulicach i placach (*Dz. U. z 2005 r., nr 230, poz. 1960*).
- [9] B. Stypułkowski, „Zagadnienia utrzymania i modernizacji dróg i ulic”, *Wydawnictwa Komunikacji i Łączności*, Warszawa 2000.
- [10] W. Szymański, A. Wojciechowski. „Aktualny stan oraz kierunki rozwoju techniki zimowego utrzymania dróg pozamiejskich w Polsce”, *Wydawnictwa Komunikacji Łączności*, Warszawa 1981.
- [11] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (*Dz. U. z 2015 r., poz. 460, z późn. zm.*).

- [12] Załącznik do zarządzenia Nr 53 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 13 października 2015 r.

MIGRACJA ŚRODKÓW CHEMICZNYCH WYKORZYSTYWANYCH DO LIKWIDACJI OBLODZENIA NAWIERZCHNI DROGOWYCH

Streszczenie: W ramach zimowego utrzymania dróg służby drogowe usuwają z nawierzchni drogowych śliskość zimową. W Polsce, najczęściej stosowanym topnikiem jest chlorek sodu (NaCl), sól drogowa (97% NaCl + 2,5% CaCl₂ + 0,2% K₄Fe(CN)₆), rzadziej chlorek wapnia (CaCl₂) oraz chlorek magnezu (MgCl₂). Stosowanie chlorków przyczynia się do powstawania uszkodzeń w nawierzchniach drogowych, korozji oraz do nieodwracalnych zmian w środowisku naturalnym. W artykule wskazano stopień migracji środków chemicznych stosowanych w Polsce w sezonie zimowym (luty 2015 r.) oraz zasięg oddziaływania tych środków dzięki oznaczeniu zasolenia gleb przydrożnych metodą konduktometryczną (październik 2014 r., marzec 2015 r.). Badania przeprowadzono na drodze wojewódzkiej nr 282 (obwodnica Nowego Kisielina) na 24 wydzielonych kwaterach w warstwie oblodzenia o powierzchni 0,5 m² każda oraz na 6 transektach z 5 punktami pomiarowymi zlokalizowanymi na każdym transekcie w odległości 10, 20, 30, 40 i 50 m od każdej z kwater. Badania jednoznacznie wykazały wysokie zasolenie gleb zlokalizowanych w pasie przydrożnym na którym zastosowano sól drogową, z jednoczesnym wskazaniem najwyższego stopnia migracji tego środka w warstwie śliskości zimowej.

Słowa kluczowe: nawierzchnie drogowe, oblodzenie, środki chemiczne

MIGRATION OF CHEMICALS USED TO THE LIQUIDATION ICING PAVEMENT

Abstract: In winter road maintenance service road remove snow from the road surface and slippery winter. In Poland, the most commonly used fluxing agent is sodium chloride (NaCl), road salt (97% NaCl + 2,5% CaCl₂ + 0,2% K₄Fe(CN)₆), less calcium chloride (CaCl₂) and magnesium chloride (MgCl₂). The use of chemicals to the formation of cracks in road surfaces, corrosion and to irreversible changes in the environment. The article indicates the degree of migration of chemicals used in Poland in the winter (February 2015). And the reach of these measures by the determination of soil salinity using roadside conductivity (October 2014, March 2015). The research was carried out on the road No. 282 (ring road Nowy Kisielin) for 24 separate quarters in a layer of ice on the area of 0.5 m² each and 6 transects with 5 measuring points localized on each transect 10, 20, 30, 40 and 50 m of each lodging. The study clearly showed high salinity of soils located at the waist roadside where road salt is used, while indicating the highest degree of migration of the measure in a layer of slippery winter.

Key words: road surfaces, ice on the road, chemicals

mgr inż. Magdalena Czarna
Uniwersytet Zielonogórski,
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
ul. Prof. Z. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra
e-mail: magdalena.czarna@o2.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 06.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 09.2016