

MAGDALENA CZARNA\*

## SKUTECZNOŚĆ ŚRODKÓW CHEMICZNYCH STOSOWANYCH DO LIKWIDACJI ŚLISKOŚCI ZIMOWEJ

### *Streszczenie*

*Sposoby zimowego utrzymania dróg, stosowane aktualnie w większości krajów uzależnione są od przyjętych standardów utrzymania dróg. Obserwowany z roku na rok wzrost ilości stosowanych w Europie i na świecie środków chemicznych (przede wszystkim chlorku sodu NaCl), wymusza na służbach drogowych podjęcia odpowiednich działań, zmierzających do ograniczenia ilości stosowanego powszechnie chlorku sodu na korzyść bardziej nowoczesnych środków, które mogą być bardziej skuteczne dla nawierzchni drogowych, a jednocześnie bardziej bezpieczne dla środowiska przyrodniczego. W artykule przedstawiono skuteczność działania tych środków oraz wskazano substancje najbardziej skuteczne.*

Słowa kluczowe: zimowe utrzymanie dróg, chlorek sodu, śliskość zimowa

### WSTĘP

Najważniejszym zadaniem jednostek zarządzających zimowym utrzymaniem dróg jest zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa dla ich użytkowników. Jest to wielkie wyzwanie, wymagające od służb drogowych znalezienia kompromisu pomiędzy wyborem środka chemicznego, który zapewni przejezdność dróg w każdych warunkach atmosferycznych oraz nie spowoduje pogorszenia stanu środowiska przyrodniczego [Kołodziejczyk 2007, Kołodziejczyk i Cwiąkała 2009, Findlay i Kelly 2011].

Aktualnie w Europie i na świecie testuje się szereg środków chemicznych, między innymi pod względem: korozyjności wobec betonu [Forman i in. 2003], biodegradacji w środowisku [Jansson 2004, Kołodziejczyk 2008] oraz wzniosu kapilarnego, decydującego o mrozoodporności gruntu wbudowanego w nasypy drogowe [Cwiąkała, Kołodziejczyk i Rafalski 2012].

---

\* doktorantka; Instytut Inżynieria Środowiska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

Przykładowo, w Finlandii od 2004 r. The Finnish Road Administration (FINRA) prowadzi badania nad alternatywnymi środkami chemicznymi, które można wykorzystać w zimowym utrzymaniu dróg. Testy dokonane na wybranych odcinkach dróg wskazały, że powszechnie stosowany chlorek sodu można z powodzeniem zastąpić mrówczanem potasu (HCOOK) lub octanem potasu (KAc), które ulegają biodegradacji na nieszkodliwe dla środowiska produkty. Jednak analiza kosztów zakupu tych środków wykazała, że są one około piętnastokrotnie wyższe od kosztów zakupu chlorku sodu – wynoszą około 570 euro za tonę [Jansson 2004]. Należy również wspomnieć, że w Finlandii obowiązuje zakaz stosowania suchej soli do odładzania nawierzchni drogowych. Z uwagi na jej negatywny wpływ na środowisko przyrodnicze oraz szybkie usuwanie z dróg przez koła samochodów oraz wiatr, dopuszcza się jedynie stosowanie roztworów soli (solanek) lub soli zwilżonej [Komulainen 2011].

W USA na obszarach, na których istnieje możliwość kumulacji zbyt dużej ilości chlorku sodu (np. na lotniskach), z powodzeniem stosuje się octan wapniowo-magnezowy (CMA) w postaci stałej lub 25% roztworu.

W Polsce do usuwania śniegu, gołoledzi oraz lodowicy wykorzystuje się środki chemiczne, które powinny sprawnie oraz szybko topić śnieg oraz lód. Środki, które mogą być używane na drogach publicznych, ulicach i placach oraz warunki ich stosowania, określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 października 2005 roku (Dz. U. z 2005 r., Nr 230, poz. 1960). Są to środki:

- niechemiczne:
  - piasek o średnicy cząstek od 0,1 do 1 mm,
  - kruszywo naturalne lub sztuczne o uziarnieniu do 4 mm;
- chemiczne w postaci stałej:
  - chlorek sodu (NaCl),
  - chlorek magnezu (MgCl<sub>2</sub>),
  - chlorek wapnia (CaCl<sub>2</sub>);
- chemiczne w postaci zwilżonej:
  - chlorek sodu (NaCl),
  - chlorek magnezu (MgCl<sub>2</sub>),
  - chlorek wapnia (CaCl<sub>2</sub>);
- mieszaniny środków niechemicznych i chemicznych.

## METODYKA BADAŃ

Badania doświadczalne nad skutecznością działania różnych środków chemicznych przeprowadzono zimą 2013 r., w Instytucie Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego. W warunkach naturalnych, na wydzielonych powierzchniach badawczych, utworzonych z warstw śniegu o powierzchni 0,5 m<sup>2</sup> każda, rozprowadzono środki chemiczne stosowane w likwidacji ślisko-

ści zimowej (tab. 1) w ilościach: 7,5 g, 10,0 g, 12,5 g oraz 15,0 g. Badania powtórzone trzykrotnie, wykonując kolejno każdy pomiar na nowej kwaterze. Ubytek warstw śniegu sprawdzano po upływie: 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 30 min, 45 min, 60 min oraz 75 min.

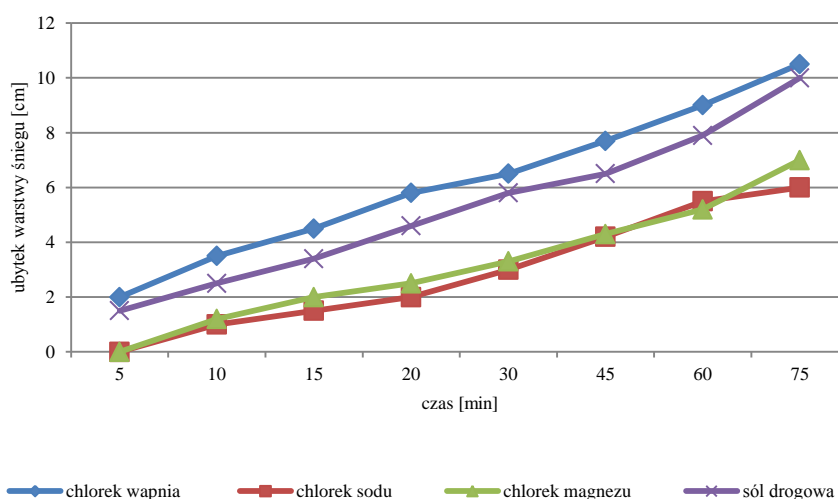
*Tab. 1. Zestawienie środków chemicznych użytych do badań [Czarna 2013]*

*Tab. 1. List of chemicals used to the study [Czarna 2013]*

Numer powierzchni badawczej	Środek chemiczny użyty do badań	Stężenie środka chemicznego użytego do badań [%], wzór chemiczny	Ilość środka chemicznego zastosowanego w celu likwidacji śliskości zimowej [g/0,5 m <sup>2</sup> ]
1	chlorek sodu	100% NaCl	7,5
2			10,0
3			12,5
4			15,0
5	chlorek wapnia	80% CaCl <sub>2</sub>	7,5
6			10,0
7			12,5
8			15,0
9	chlorek magnezu	100% MgCl <sub>2</sub>	7,5
10			10,0
11			12,5
12			15,0
13	mrówczan potasu	100% HCOOK	7,5
14			10,0
15			12,5
16			15,0
17	octan potasu	100% CH <sub>3</sub> COOK	7,5
18			10,0
19			12,5
20			15,0
21	octan wapniowo-magnezowy	100% CMA	7,5
22			10,0
23			12,5
24			15,0

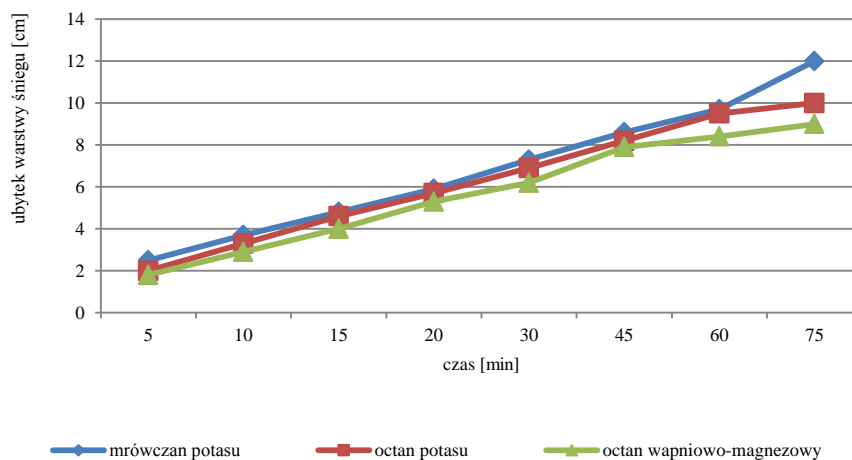
## ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Analiza wyników badań wykazała liniową zależność pomiędzy intensywnością topnienia śniegu i czasem reakcji związku chemicznego (rys. 1). Wysoką skuteczność działania wykazał chlorek wapnia w dawce  $15 \text{ g}/0,5 \text{ m}^2$  – po 75 min. zaobserwowano ubytek warstwy śniegu o wysokości 10,5 cm. Najniższą skuteczność działania spośród chlorków wykazał chlorek sodu - ubytek warstwy śniegu o wysokości 6 cm uzyskano po 75 min.



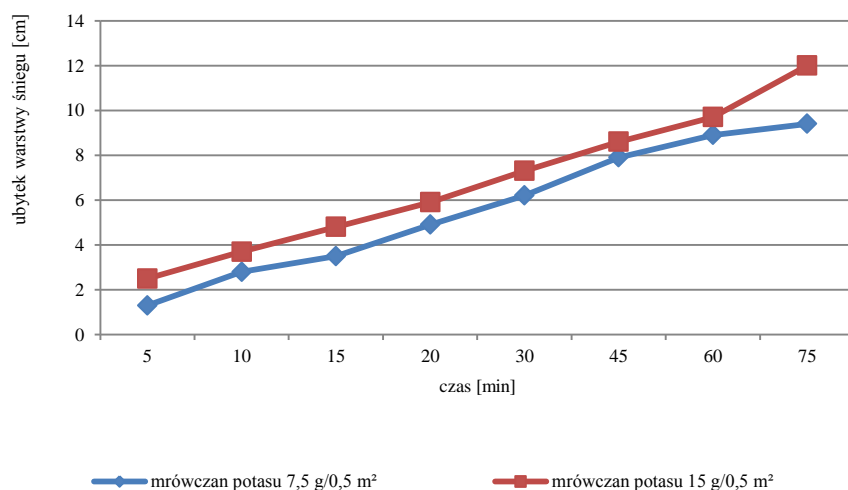
Rys. 1. Wpływ chlorku wapnia, chlorku sodu, chlorku magnezu oraz soli drogowej, w dawce  $15 \text{ g}/0,5 \text{ m}^2$ , na szybkość topnienia śniegu  
 Fig.1. The influence of calcium chloride, sodium chloride, magnesium chloride and road salt, in dose  $15 \text{ g}/0,5 \text{ m}^2$ , on speed melting snow

Podczas badań porównano również skuteczność działania alternatywnych środków chemicznych. Przykładowo, analizując działanie mrówczanu potasu, octanu potasu oraz octanu wapniowo-magnezowego (rys. 2) najlepsze rezultaty zaobserwowano przy wykorzystaniu mrówczanu potasu (ubytek śniegu w wysokości 12 cm). Ponadto, zaobserwowano wyższą skuteczność działania alternatywnych środków chemicznych o wyższym stężeniu, zaznaczającą się w postaci większego ubytku warstwy śniegu – zatem dawka reagenta miała wpływ na intensywność procesu topnienia śniegu (rys. 3).



Rys. 2. Wpływ mrówczanu potasu, octanu potasu oraz octanu wapniowo-magnezowego, w dawce 15g/0,5 m<sup>2</sup>, na szybkość topnienia śniegu

Fig. 2. The influence of potassium formate, potassium acetate and calcium-magnesium acetate, in dose 15g/0,5 m<sup>2</sup>, on speed melting snow



Rys. 3. Wpływ mrówczanu potasu w dawce 7,5g/0,5 m<sup>2</sup> oraz 15g/0,5 m<sup>2</sup>, na szybkość topnienia śniegu

Fig. 3. The influence potassium formate in dose 7,5g/0,5 m<sup>2</sup> and 15g/0,5 m<sup>2</sup>, on speed melting snow

### WNIOSKI

Z analizy wyników badań nad skutecznością działania różnych związków chemicznych stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg wynika, że najlepsze rezultaty w zakresie topnienia można osiągnąć stosując mrówczan potasu – w tych warunkach ubytek warstwy śniegu może wynosić nawet 12 cm. Najniższą skuteczność działania wykazał chlorek sodu (6 cm).

### LITERATURA

1. ĆWIAKAŁA M.; KOŁODZIEJCZYK U.; RAFALSKI L., 2012. The influence of selected chemical compounds used in Winter Road maintenance on the active capillarity of soils. *Journal of Soils and Sediments*.
2. FINDLAY S.; KELLY V., 2011. Emerging indirect and long-term road salt effects on ecosystems. *Annals of the New York Academy of Sciences* (1223), Issue: The Year in Ecology and Conservation Biology, New York.
3. FORMAN R. i in.: *Road Ecology*, 2003. Science and Solutions. Island Press.
4. JANSSON A., 2004. Testing potassium formiate as an alternative deicer in Finland. Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Krzyżowa.
5. KELLY V.R. i in., 2008. Long-Term Sodium Chloride Retention in a Rural Watershed: Legacy Effects of Road Salt on Streamwater Concentration. *Environ. Sci. Technol.*
6. KOŁODZIEJCZYK U., 2007. Wpływ chlorku sodu stosowanego w zimowym utrzymaniu dróg na kapilarność gruntów. *Geologos* Nr 11.
7. KOŁODZIEJCZYK U., 2008. Zimowe utrzymanie dróg a ochrona środowiska. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych – Environmental Protection and Natural Resources* Nr 37.
8. KOŁODZIEJCZYK U.; ĆWIAKAŁA M., 2009. Evaluation of efficiency of use of aggregates and chemical compounds for winter Road maintenance. *Civil and Environmental Engineering Reports* No 3.
9. KOMULAINEN V., 2011. Road maintenance in Finland and Germany. Bachelor's Thesis.

---

## THE EFFECTIVENESS OF CHEMICALS USED IN REMOVING WINTER SLIPPERINESS

### *S u m m a r y*

*Methods for winter road maintenance, currently used in most countries are dependent on the accepted standards of road maintenance. Observed year-on-year increase in the amount used in Europe and in the world of chemicals (mainly sodium chloride, NaCl), forces the road to the services to take appropriate steps to limit the amount of sodium chloride, commonly used in favor of more modern means of which may be more effective for pavement, while more safe for the environment. The article presents the effectiveness of these measures and identifies the most effective substances.*

Key words: winter road maintenance, sodium chloride, winter slipperiness