



JAN SZCZERBIŃSKI

jszczerbinski@go2.pl



MAREK ANTOSZ

Politechnika Warszawska
mantosz@il.pw.edu.pl

Automatyczny system zapobiegania gołoledzi

Mosty, wiadukty, estakady, strome podjazdy, wloty/wyloty tuneli czy odcinki dróg zlokalizowane m. in. w pobliżu rzek, jezior, bagien wymagają szczególnego traktowania z punktu widzenia utrzymania. Szczególnie newralgicznym okresem jest okres zimowy, który w polskich warunkach przejawia się bardzo częstym tzw. „przechodzeniem temperatury przez zero” oraz stosunkowo silnymi opadami deszczu i śniegu. Mosty, wiadukty, estakady, będąc konstrukcjami

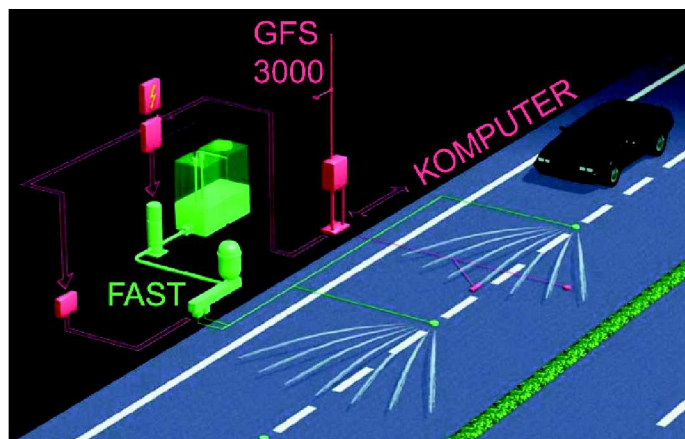
odsloniętymi, owiewanymi w zimie chłodnymi masami powietrza, jako pierwsze ulegają przemarzaniu, co przy równoczesnej wilgotności nawierzchni mostu lub powietrza, czy też przy wystąpieniu opadów, skutkuje szybkim powstawaniem różnego rodzaju śliskości, np. gołoledzi, szronu, itp. Częste dzienne przechodzenie temperatury przez zero powoduje, że służby zimowego utrzymania dróg niejednokrotnie nie nadążają za dynamicznie zmieniającą się sytuacją. Zdarza się tak, że rozsypywarki soli są wysyłane wiele kilometrów od miejsca ich stacjonowania, tylko w celu zlikwidowania lub zapobieżenia gołoledzi na samym moście. Także próba aplikacji środków chemicznych (soli) z założeniem jak najdłuższego okresu działania prewencyjnego, często skutkuje stosowaniem maksymalnych, a nawet przekroczonych względem dopuszczalnych ilości tych agresywnych środków. W artykule autorzy opisali zasadę działania jednego z dostępnych rozwiązań do automatycznego zapobiegania gołoledzi, tj. automatycznego spryskującego systemu zapobiegania gołoledzi. W dalszej części tekstu system taki nazywany będzie FAST¹, co jest w pełni zgodne z przyjętą na świecie nomenklaturą i literaturą.

FAST jest narzędziem, które dzięki zastosowaniu zaawansowanych drogowych stacji meteorologicznych wczesnego ostrzegania umożliwia automatyczne spryskanie odcinka drogi środkiem odladzającym (np. roztworem chlorku wapnia), zanim powstaną niebezpieczne struktury lodu. System spryskuje we właściwym momencie, dokładnie dobraną, niezbędną do zapobieżenia powstawaniu lodu, ilością środka. System stworzono ze świadomością tego, że zbyt wczesne stosowanie środków jest nieuzasadnionym ekonomicznie i ekologicznie ich marnotrawstwem, a stosowanie zbyt późne zagraża bezpieczeństwu użytkowników dróg przez dopuszczenie do powstania niebezpiecznej śliskości. System za-

pewnia bezpieczeństwo na najwyższym poziomie, przy bardzo efektywnym stosowaniu środków chemicznych w sposób praktycznie bezobsługowy [17].

Elementy systemu FAST [8]

System FAST składa się ze: stacji pomp, ciśnieniowej instalacji spryskującej, stacji meteorologicznej wczesnego ostrzegania oraz centralnego komputera z oprogramowaniem.



Rys. 1. Uproszczony schemat działania systemu FAST (GFS 3000 – symbol stacji meteorologicznej) [18]

Stacja meteorologiczna GFS 3000 wyposażona w czujniki meteorologiczne oraz aktywne [13] czujniki stanu nawierzchni mierzące temperaturę zamarzania [15] (umieszczone w jezdni), w przypadku wykrycia zbliżającego się niebezpieczeństwa powstania lodu wysyła alarm do urządzeń sterujących stacją pomp. Uruchomione pompy tłoczą do przewodów ciśnieniowych, umieszczonych w drodze, pobrany ze zbiornika środek odladzający. System automatycznie dobiera program spryskujący i steruje spryskiwaniem przez poszczególne dysze. Wszystkie dane meteorologiczne oraz dotyczące pracy systemu FAST są przesyłane do centralnego komputera, który jest również narzędziem sterowania i kontroli pracy systemu (rys.1).

Stacja pomp

Stacja pomp składa się z systemu pomp i filtrów, szafy napięcia i sterowania oraz ze zbiorników magazynujących roztwór środka odladzającego – w polskich warunkach, ze

¹ ang. *Fixed Automated Spray Technology* (FAST), niem. *Taumittel-sprühanlagen* (TMS).

względu na uwarunkowania prawne² zalecany jest roztwór chlorku wapnia, choć z technicznego punktu widzenia możliwe jest stosowanie także innych środków (np. octanów, alkoholi lub innych płynnych środków odladzających). Stacja pomp powinna zostać umiejscowiona możliwie jak najbliżej spryskiwanego obiektu.

Instalacja spryskująca

Instalacja składa się z przewodów ciśnieniowych doprowadzających środek odladzający ze stacji pomp do elektrozaworów, samych elektrozaworów oraz z przewodów ciśnieniowych wyposażonych w głowice spryskujące.

Przewody ciśnieniowe: część instalacji prowadząca do elektrozaworów znajduje się w rurach osłonowych, których umiejscowienie może być dostosowane do możliwości i potrzeb obiektu. W rurach osłonowych np. $\varnothing = 75$ mm prowadzących od stacji pomp mieszczą się: przewody ciśnieniowe prowadzące do elektrozaworów, przewody sterująco-zasilające elektrozawory. Ponadto rury osłonowe mogą być wykorzystane do przeprowadzenia przewodów zasilających stację meteorologiczną oraz przewody transmitujące dane ze stacji meteorologicznej do stacji pomp.

Elektrozawory: znajdują się w tzw. skrzynkach zaworowych umiejscowionych wzdłuż spryskiwanego obiektu. Wewnątrz skrzynek zaworowych, oprócz elektrozaworów, znajdują się także sterowniki, otwierające i zamykające zawory spryskiwaczy, a także mogą znajdować się tzw. akumulatory ciśnienia, które w przypadku długich instalacji pomagają w utrzymaniu wysokiego ciśnienia na całej długości spryskiwanej drogi.

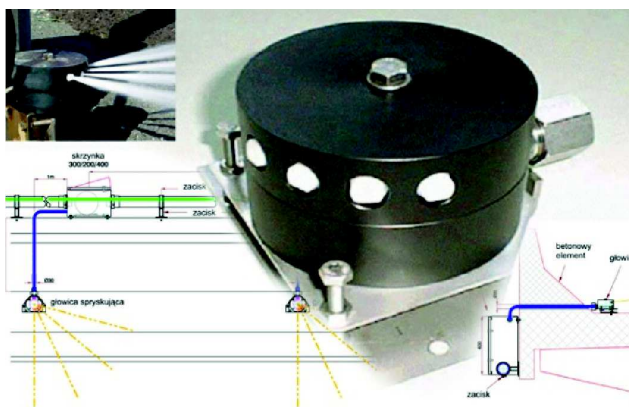
Przewody ciśnieniowe z głowicami spryskującymi: w przypadku, gdy stacja meteorologiczna wygeneruje alarm ostrzegawczy, system w sposób automatyczny generuje polecenie otwarcia kolejnych elektrozaworów. Otwarcie elektrozaworu oznacza uruchomienie spryskania przez jeden z trzech rodzajów dysz spryskujących:

1) talerze spryskujące: ich największą zaletą jest pokrycie solanką do trzech pasów ruchu przez jeden talerz. Istnieje wiele odmian talerzy spryskujących. Różnią się one od siebie nie tylko liczbą otworów spryskujących i sposobem zasilania płynem (od dołu, z boku), ale także kierunkiem spryskiwania (spryskiwanie w jednym kierunku bądź spryskiwanie w kierunkach przeciwnych – fot. 1). Istnieje także lotniskowa wersja talerzy spryskujących, przeznaczona do zastosowań na płytach postojowych i drogach kołowania.

2) głowice spryskujące: szczególnie nadają się do miejsc, w których ingerencja w nawierzchnię z jakichś przyczyn nie jest wskazana. Rozwiązanie to również doskonale sprawdza się na rondach. Takie rozwiązanie jest również możliwe do zastosowania na terenie obiektów, które przewidziane są do remontu w niedługim czasie (stosunkowo łatwy montaż/demontaż). Rozwiązanie to zapewnia doskonały dostęp serwisowy do głowic (fot. 2).



Fot. 1. Różne rodzaje talerzowych dysz spryskujących oraz ich efektywny zasięg [18]



Fot. 2. Przykładowe zastosowania bocznych dysz spryskujących (tzw. głowic), dyszę w powiększeniu oraz fragment zrealizowanego projektu systemu FAST [18]

² Lista odladzających środków chemicznych dopuszczonych do stosowania w drogownictwie jest ograniczona, za sprawą Rozporządzenia ministra środowiska z dnia 27 października 2005 roku w sprawie rodzajów stosowania środków, jakie mogą być używane na drogach publicznych oraz ulicach i placach (Dziennik Ustaw Nr 230, Poz. 1960), do trzech soli chlorkowych: NaCl, CaCl₂, MgCl₂.



Fot. 3. Mikrodysze spryskujące przed montażem oraz po umieszczeniu w nawierzchni, a także sposób rozpylania środka odładowającego [18]

3) mikrodysze spryskujące [3]: dzięki swojej diametralnie odmiennej budowie (dysze znajdują w równych 5 metrowych odcinkach na 100 metrowych odcinkach przewodu ciśnieniowego, uruchamianych przez jeden elektrozawór) świetnie nadają się do instalacji na bardzo długich (np. ponad kilometrowych) obiektach inżynierskich (mosty, wiadukty itp.). W wariantach, gdy głowice spryskujące wymagają zatopienia w nawierzchni, realizowane jest to przy pomocy specjalistycznej mieszanki klejącej. Wklejone głowice nie kolidują z innymi elementami wyposażenia drogi np. elementami odblaskowymi, poziomym oznakowaniem dróg itp. (fot. 3).

Każde z przedstawionych wyżej rozwiązań ma swoje niepowtarzalne zalety, a dobór konkretnego rozwiązania zależy od obiektu, jego szerokości, długości itd. Jest to zadanie zarówno inwestora, jak i przede wszystkim projektanta.

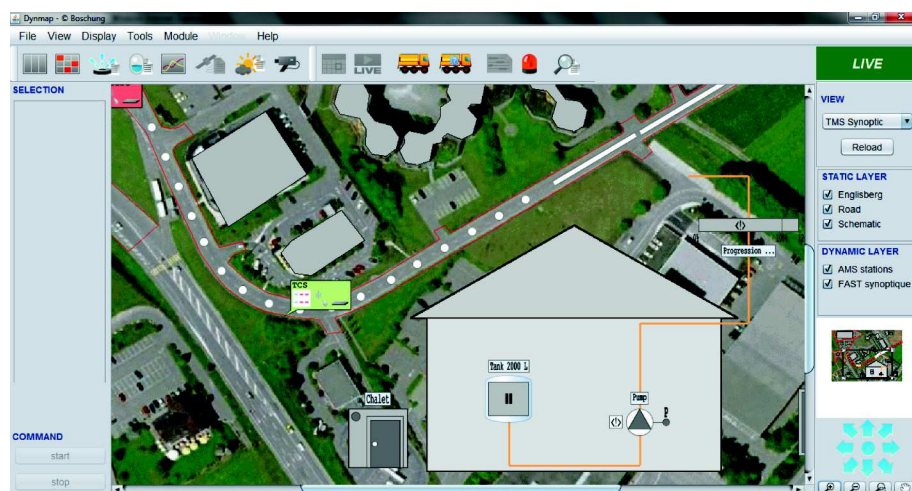
Stacje meteorologiczne wczesnego ostrzeżenia

Stacje meteorologiczne sterujące systemem wykonane są w technologii mikroprocesorowej i dają możliwość gro-

madzenia danych z czujników meteorologicznych i czujników stanu nawierzchni [1], [2]. Ponadto stacje w pełni automatycznie alarmują operatora systemu, zanim wystąpią niebezpieczne zjawiska. Ponieważ, na podstawie generowanych przez stacje alarmów, system FAST spryskuje nawierzchnię w sposób w pełni automatyczny, nie dopuszczając do powstawania lodu, niezbędne jest zastosowanie aktywnych czujników stanu nawierzchni. Wczesne ostrzeżenie osiągnięte jest przez wyposażenie stacji meteorologicznej w co najmniej jeden aktywny czujnik stanu nawierzchni, wykorzystujący efekt *Peltiera* do miejscowego schłodzenia powierzchni do temperatury poniżej bieżącej temperatury nawierzchni. Czujnik aktywny dokonuje bardzo dokładnego pomiaru (w przeciwieństwie do niedokładnych systemów szacujących, obliczających, kalkulujących, interpolujących itd.) temperaturę zamarzania cieczy, niezależnie od jej składu chemicznego (niezależnie od zastosowanych środków chemicznych lub zanieczyszczeń). Różnice w dokładności między temperaturą zamarzania mierzoną oraz kalkulowaną podano w normie [14], w której parametr ten jest dokładnie opisany w odniesieniu do obu metod jego pozyskania. W następnej części normy [14] dokładnie opisano metody testowania czujników. W celu sterowania systemem *FAST*, z wyprzedzeniem muszą być dokonywane dokładne pomiary następujących parametrów: wilgotność względna powietrza, temperatura powietrza, rodzaj i intensywność opadu, stan nawierzchni, temperatura nawierzchni, mierzona bezpośrednio temperatura zamarzania. Inne parametry mogą być mierzone, lecz nie mają wpływu na działanie systemu *FAST*.

Oprogramowanie

Wszelkie dane meteorologiczne, alarmy, informacja o stanie zbiorników, uruchamiane systemy spryskujące lub ewentualne komunikaty o awariach, są przekazywane w czasie rzeczywistym do centrum sterowania. Operator systemu ma do dyspozycji zaawansowane narzędzie informatyczne z łatwym interfejsem obsługi (rys. 2).



Rys. 2. Widok ekranu oprogramowania wykorzystywanego do zarządzania FAST. Na podkładzie mapowym w postaci „flagi” (kolor zielony informuje o bezpiecznej sytuacji) widoczna jest stacja meteorologiczna. Dysze spryskujące na drodze zaznaczone są w postaci białych kropek i linii. Piktogram domku informuje o stanie pracy stacji pomp [18]

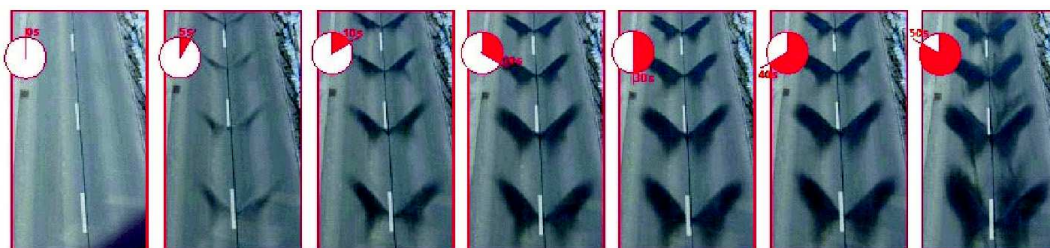
System umożliwia dostęp do danych z wielu lokalizacji, również przez internet. Przechowywane dane o panujących na terenie obiektu warunkach oraz o uruchomionych programach spryskujących są archiwizowane i mogą być przedmiotem późniejszych analiz, mogą też stać się narzędziem dowodowym przy ewentualnych roszczeniach z tytułu zdarzeń drogowych.

Zasada działania systemu FAST

System FAST działa w sposób w pełni automatyczny. W przypadku, gdy stacje meteorologiczne zainicjują alarm o możliwości wystąpienia śliskości, system załącza pompy i uruchamia jeden z programów spryskujących (zazwyczaj używanych jest od kilku do kilkunastu programów – automatyczny wybór programu zależy od panujących warunków). Spryskanie polega na otwieraniu we właściwej kolejności poszczególnych elektrozaworów umieszczonych na obiekcie. Spryskanie w zależności od użytego rozwiązania i programu spryskującego może trwać w przybliżeniu od 2 sekund do 3 minut (rys. 3.).

System FAST umożliwia automatyczne zapobieganie powstawaniu śliskości w okresie zimy i usuwania jej. Przy pierwszych symptomach pojawienia się marznącego deszczu, gołoledzi, system automatycznie spryskuje. Także zalegająca woda nie zamarza, ponieważ system spryskuje prewencyjnie, zanim zostanie osiągnięty punkt zamarzania. Dzięki zaawansowanym technologicznie stacjom meteorologicznym, spryskanie odbywa się automatycznie także tuż przed pojawieniem się szronu, lub tuż po jego wykryciu. W trakcie opadu śniegu uruchamiane jest spryskanie prewencyjne uniemożliwiające ubijanie się śniegu.

Spryskanie, w zależności od przyjętego rozwiązania, dokonywane jest pod ciśnieniem operacyjnym 12–16 barów, co umożliwia naniesienie zawsze odpowiedniej ilości środka odladzającego. System spryskując, jednocześnie weryfikuje za pomocą aktywnych czujników stanu nawierzchni, czy podana ilość środka jest wystarczająca do zapobieżenia lub usunięcia śliskości. Jeśli nie, dokonywane jest kolejne spryskanie. W ten sposób ilość podanego na nawierzchnię środka może wynieść średnio 2 gramy soli/m². Tym samym system nie tylko spryskuje zanim wystąpi lód, ale także, przez pomiar temperatury zamarzania mieszaniny znajdującej się na nawierzchni drogi, weryfikuje czy podana ilość środka była wystarczająca. Zatem środek jest podawany tylko w ilości niezbędnej do zapobieżenia śliskości.



Rys. 3. Grafiki obrazujące rozłożony w czasie 50 sekund sposób naniesienia środka odladzającego przez mikrogłowice spryskujące. Symulacja na drodze z zamkniętym ruchem pojazdów, które w normalnych warunkach na kołach roznosiliby środek odladzający na całą powierzchnię jezdni [18]

Zalety ekonomiczne i ekologiczne FAST

Korzyści płynące z instalacji systemu FAST należy rozważać łącznie. W tym wypadku wielokrotnie korzyści o charakterze ekonomicznym są także korzyściami dla środowiska naturalnego (np. minimalizacja ilości używanych środków odladzających) [4]. Z kolei zastosowanie pewnych rozwiązań technologicznych umożliwia osiągnięcie oszczędności w zakresie bieżącej eksploatacji i serwisu (np. autodiagnostyka systemu i diagnostyka zdalna). Do najważniejszych zalet systemu należą:

- stale utrzymywany najwyższy poziom bezpieczeństwa użytkowników dróg w okresie zimowym – możliwość zapobieżenia wypadkom i kolizjom (niepoliczalna przyszła korzyść społeczno-ekonomiczna, będąca priorytetem każdego zarządcy drogi),
- brak konieczności wysyłania rozsypywarek soli za każdym razem, gdy obiekt jest zagrożony wystąpieniem śliskości (unikanie się przejazdów tylko w celu posypania np. mostu) – możliwość minimalizacji kosztów związanych z tzw. „martwymi przebiegami” oraz możliwość użycia sprzętu w innych lokalizacjach,
- stosowanie płynnych roztworów daje gwarancję szybkiej reakcji – nie występuje efekt znoszenia (zwiewania) soli z nawierzchni drogi,
- efekty ekologiczne – stosowane środki odladzające trafiają na nawierzchnię we właściwym momencie i we właściwej ilości,
- stosowanie minimalnych ilości środka odladzającego stanowi metodę ochrony konstrukcji obiektów,
- możliwość zastosowania szerokiej gamy substancji odladzających, również tych biodegradowalnych – np. w przypadku postawienia szczególnych wymogów w decyzjach środowiskowych,
- szczególnie nadaje się do zastosowania na terenie obiektów przechodzących przez obszary chronione, w tym Natura 2000, gdzie zdarza się zakaz stosowania soli chlorkowych,
- duże natężenia ruchu, a nawet zatory drogowe, nie mają wpływu na zawsze wysoką skuteczność systemu,
- elastyczna możliwość rozbudowy systemu o kolejne odcinki np. łącznice mostu,
- bardzo wiele czynności diagnostycznych dotyczących pracy systemu może być wykonanych zdalnie, co znacząco obniża koszt serwisu,
- autodiagnostyka stacji meteorologicznych ma wpływ na szybkie i precyzyjne określanie ewentualnych problemów,

- praca instalacji przy ciśnieniu 12–16 barów, oprócz wyrzutu środka chemicznego, zapewnia także preczyszczenie głowic spryskujących, gwarantujące wieloletnią pracę,
- specjalne programy spryskujące (np. program preczyszczający dysze w okresie poza sezonem zimowym, spry-

- skujący automatycznie tylko w nocie podczas opadów deszczu),
- aktywne czujniki stanu nawierzchni przekazują do komputera systemu dane decydujące o spryskaniach,
 - zmniejszona do minimum ingerencja w nawierzchnię drogi, istnieją warianty praktycznie bezinwazyjne,
 - zmniejszona do minimum liczba elementów wymienianych przy generalnym remoncie nawierzchni (stacja pomp, stacje meteorologiczne, rury osłonowe zawierające instalację i skrzynki elektroizolacyjne nie wymagają wymiany). Wymianie ulegają tylko elementy zatopione w nawierzchni, które ulegają sfrezowaniu,
 - niewielki rozmiar głowic i ich instalacja na równym poziomie z nawierzchnią są neutralne dla ruchu pojazdów lub maszyn utrzymaniowych (np. pług),
 - wysoka odporność dysz spryskujących na działanie ruchu kołowego,
 - szybka instalacja.

Stopień unikatowości FAST

Pierwsze rozwiązanie typu FAST było przedmiotem wynalazku i patentu firmy Boschung Mechatronic A.G. Pierwsza tego typu instalacja (działająca do dziś) uruchomiona została w 1979 r. na jednym z mostów autostradowych w Szwajcarii [18]. Obecnie na wspólnym rynku europejskim, jak i na świecie, funkcjonują też inni producenci tego typu rozwiązań. Autorzy w niniejszym artykule nie dokonują analizy porównawczej systemów FAST różnych producentów, a jedynie prezentują generalną zasadę działania na wybranym przykładzie. Należy w tym miejscu podkreślić, że od pierwszej instalacji minęło już 35 lat, co daje duże możliwości analizy zasadności i efektywności stosowania tego typu rozwiązań.

Należy podkreślić, że istnieją także alternatywne systemy, oparte na wykorzystaniu podgrzewania nawierzchni instalacjami elektrycznymi (w tym zasilanych ze źródeł odnawialnych), czy ze źródeł geotermalnych. Znajdują się one jednak obecnie na etapie badań eksperymentalnych. Warto jednak już w tym momencie zwrócić uwagę na spostrzeżenia z tych eksperymentów, prowadzonych głównie przez Japończyków [6] i Chińczyków [10] oraz z prac porównujących systemy FAST z systemami podgrzewającymi nawierzchnie [11].

Systemy oparte na elektrycznym podgrzewaniu nawierzchni są kosztowne w bieżącym utrzymaniu, ze względu na ogromny pobór mocy niezbędny do stopienia lodu występującego na nawierzchni drogi. Pobór mocy wzrasta wraz ze spadkiem temperatury. Oczywiście zastosowanie odnawialnych źródeł energii zmniejsza koszty bieżące, ale jest trudne do zastosowania ze względu na potrzebę sprostania dużym poborom, jak i wysokim kosztom inwestycji. Systemy te są także wyjątkowo drogie w naprawie w przypadku uszkodzenia przewodów grzewczych – wymagają w razie naprawy głębokiej ingerencji w nawierzchnię drogi.

Systemy oparte na źródłach geotermalnych są na bardzo wczesnej fazie rozpoznania i obecnie nie przynoszą jeszcze oczekiwanych efektów. W rozwiązaniach tych w znacznym stopniu zlikwidowano problem ew. uszkodzenia przewodów

grzewczych przez ich eliminację. Obiekty mostowe są dostawiane do tych rozwiązań już na bardzo wczesnych etapach projektowania. Wadą tego rozwiązania jest brak możliwości jego zastosowania na obiektach istniejących i ograniczony wpływ na regulowanie temperatury nawierzchni.

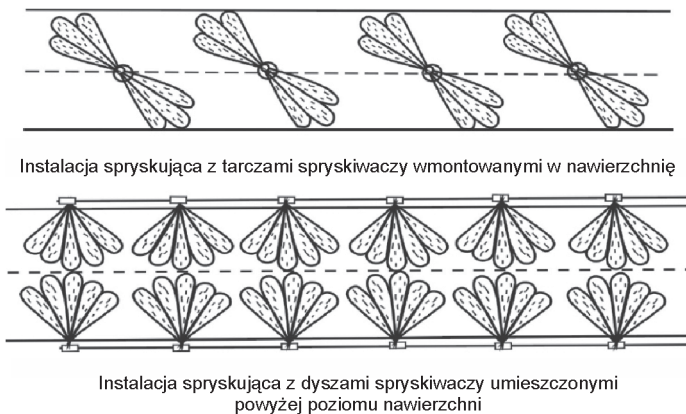
Ogromną i nierozwiązaną dotychczas wadą obu rozwiązań opartych na zasadzie grzewczej jest sama zasada działania polegająca na topieniu lodu. Przyjęcie takiego założenia powoduje, że na nawierzchni znajduje się podgrzana ciecz (systemy te nie służą do odparowywania wody) o temperaturze zamarzania bliskiej 0°C. Każdy system grzewczy ma swoją wydajność i efektywność do pewnych zakresów temperatury. Nawet w Polsce nie jest rzadkością w zimie spadek temperatury (np. nocami) do -30°C. Przy dużych ujemnych wartościach temperatury istnieje wysokie ryzyko, że wydajność rozwiązania nie będzie wystarczająca, tj. ciecz na nawierzchni zacznie zamarzać w postaci idealnie gładkiej warstwy gołoledzi. Nawet, jeśli założyć, że taka sytuacja nie wystąpi, to istnieje bardzo poważny problem na odcinkach zjazdowych z takiego obiektu. Pojazdy, bowiem, na kołach roznoszą stopioną wodę, wjeżdżając na nieogrzewany odcinek. To z kolei powoduje, że tuż za takimi zjazdami na jezdni i na kołach pojazdów momentalnie tworzy się lód. Tym samym odcinki tuż za ogrzewanym obiektem wymagać będą bardzo szczególnej uwagi i zastosowania chemii, często w dużych ilościach.

Opisywane w niniejszym artykule rozwiązanie FAST zakłada zupełnie inną metodę działania. Spryskanie środkiem chemicznym obniża temperaturę zamarzania cieczy. Od rodzaju środka chemicznego, którego użyjemy, zależy poziom temperatury zamarzania cieczy na drodze. Jednocześnie przez stosowanie minimalnych ilości środków zapewniamy, że zostaną one właściwie, a zatem efektywnie ekonomicznie i ekologicznie wykorzystane. Pojazdy roznosząc na kołach środek odladzający, po zjechaniu z odcinka wyposażonego w instalację FAST mają praktycznie neutralny wpływ na warunki panujące na dalszej drodze. Mimo 35 lat doświadczeń z tego typu systemami, obecnie nie można wskazać by jakiegokolwiek innego rozwiązania, w tym z instalacją ogrzewającą nawierzchnię, mogło dorównać systemom FAST, co czyni z niego rozwiązanie prawdziwie unikalne.

Rekomendacje

Rekomendacje do stosowania systemów FAST znaleźć można w licznych materiałach międzynarodowych i coraz częściej krajowych. Wybrane źródła przytoczono w niniejszej części artykułu.

1) Wytyczne zimowego utrzymania dróg IBDIM – GDDKiA
W wytycznych tych, przygotowanych przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów, w punkcie 6.9 usuwanie śliskości na mostach, wiaduktach i estakadach wskazano: *Do usuwania śliskości na szczególnie ważnych obiektach inżynierskich (np. wjazdy i wyjazdy z tuneli) możliwe jest zastosowanie automatycznych stałych instalacji skraplających nawierzchnie płynnymi środkami chemicznymi, np. roztworami octanów lub chlorków itp. Przykłady umieszczenia instalacji spryskującej nawierzchnie przedstawiono na rys. 25 i 26. – (rys. 4) [9]*



Rys. 4. Przykład umieszczenia dysz zraszających na jezdni [9]

2) Raport COST 353 – 2008

W raporcie COST 353 *Strategie Zimowego Utrzymania dla Zwiększenia Bezpieczeństwa Drogowego w Europie* w opisie systemów FAST czytamy następujące rekomendacje: *System spryskujący daje możliwość utrzymać newralgiczny odcinek drogi wolnym od lodu, co zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa drogowego i zapobiega powstawaniu zatorów drogowych. W ramach prowadzonych badań, rozważano różne warianty rozwiązania z ostateczną rekomendacją wdrażania systemów spryskujących.* [5].



Fot. 4. Widok systemu zraszającego zamieszczonego w raporcie COST 353-2008 [5]

3) Specyfikacje techniczne Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem (KSZR)

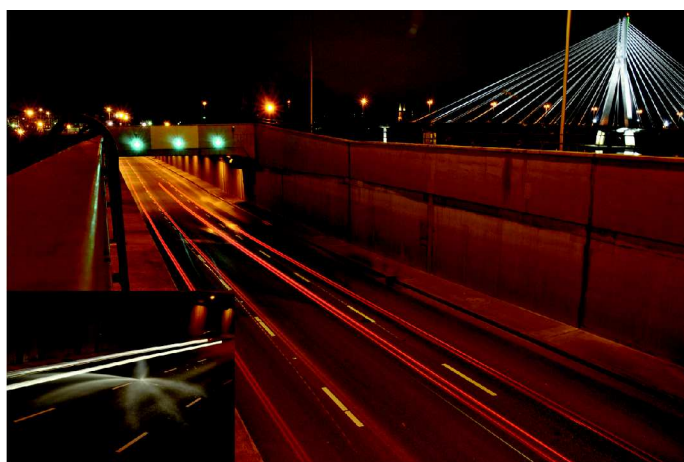
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad we współpracy ze Stowarzyszeniem ITS Polska opracowała w lipcu 2012 r. zestaw specyfikacji technicznych z zakresu Inteligentnych Systemów Transportowych, na podstawie których mają być opracowane jednolite ramy powstającego KSZR. Wśród nich znalazła się Specyfikacja Techniczna nr 1 z obszaru tematycznego „Parametry techniczne urządzeń telematyki drogowej” (<http://www.kszr.gddkia.gov.pl/index.php/pl/dopobrania/opracowania>) [7].

Najobszerniejszą część tego dokumentu stanowią wytyczne standaryzujące drogowe stacje meteorologiczne, zgodnie z serią norm PN-EN 15518. W tej części, jako element będący rozwinięciem stacji meteorologicznych opisane zostały również zalecenia techniczne i funkcjonalne systemów FAST. Jest to obecnie jedyny tak pełny dokument w Polsce, opisujący zasady zarówno lokalizowania, jak i wykonywania systemów zraszających FAST. Na szczególną uwagę zasługuje także szereg zilustrowanych przykładów rozmieszczenia różnego rodzaju dysz w przypadku różnych układów drogowych. Autorzy artykułu brali udział w grupie roboczej opracowującej przedmiotową specyfikację.

Przykłady instalacji FAST w Polsce

Przykład 1. Tunel na Wistostradzie – Warszawa

Od sierpnia 2003 roku na wjazdach i wyjazdach z tunelu drogowego Wistostrada (2x3) funkcjonuje nowoczesny, prewencyjny i automatyczny system do zapobiegania oblodzeniu. System ten na podstawie szerokiej gamy parametrów meteorologiczno-technicznych uruchamia wyprzedzająco, tj. przed spodziewanym wystąpieniem oblodzenia, samoczynne spryskanie nawierzchni jezdni środkiem chemicznym (roztwór chlorku wapnia). System przekazuje na stanowisko Operacyjno-Decyzyjne ZOM zarówno aktualne dane pogodowe, jak również informacje o funkcjonowaniu całości. Możliwe jest też manualne uruchomienie dodatkowego spryskiwania. [16].



Fot. 5. Widoczne „mokre” ślady po spryskaniu przez talerze spryskujące umieszczone w nawierzchni (ciemne punkty). Na zdjęciu miniaturce widoczne działanie jednego z talerzy [19]

Przykład 2. Estakady Okęcie – Warszawa

Instalacja spryskująca funkcjonuje na trzech sąsiadujących estakadach na Okęciu od 2010 r. (fot.6). Wcześniej, tj. od 1999 r. instalacja obejmowała jedną estakadę. Równolegle jedna estakada była wyposażona w elektryczny system grzewczy. Po latach doświadczeń z systemami, zarządca dróg postanowił rozbudować system FAST. Było to prawdopodobnie jedyne miejsce w Polsce, a może i na świecie, gdzie w tak niewielkiej odległości funkcjonował równolegle system zraszający i system grzewczy, co dawało szerokie możliwości porównawcze.



Fot. 6. Na pierwszym planie widoczna stacja meteorologiczna wyposażona w aktywny czujnik stanu nawierzchni. W tle, po lewej stronie widoczna jest estakada wyposażona w głowice spryskujące. Zdjęcie wykonano podczas prac montażowych [19]

Podsumowanie

System FAST jest rozwiązaniem przeznaczonym do miejsc szczególnie naważnych, które w okresie zimowym nie tylko jako pierwsze, ale też dużo częściej niż nawierzchnie drogi, posadzone na gruncie, wykazują niebezpieczne zjawiska przemarzania i pokrywania się różnego rodzaju formacjami lodu. Rozwiązanie to umożliwia w pełni automatyczne zapobieganie powstawaniu śliskości. Zastosowanie tego typu rozwiązania musi być zawsze rozważane z punktu widzenia priorytetów, które postawione są przed zarządcą drogi, w tym konieczności prewencji w zimowym utrzymaniu dróg i obowiązku zapewnienia bezpieczeństwa użytkownikom. Obiekty wyposażone w tego typu systemy, w okresie zimowym gwarantują zapewnienie utrzymania nawierzchni w stanie bezpiecznym. Także nie bez znaczenia są coraz bardziej istotne aspekty ekologiczne. System umożliwia minimalizację ilości stosowanych środków odladzających przy pew-

ności, że trafiając na nawierzchnię ulegną one natychmiastowej reakcji z lodem czy śniegiem. Ocena korzyści płynących z instalacji tego typu systemów daje potwierdzenie nie tylko zasadności jego stosowania m.in. na takich obiektach jak most, ale znajduje także uzasadnienie ekonomiczne.

Bibliografia

- [1] M. Antosz, *Drogowe stacje meteorologiczne jako element systemu pogodowej informacji drogowej*, w V Konferencja Zimowe Utrzymanie Dróg, SITK RP, GDDKiA, Tleń 2011
- [2] M. Antosz et All., *Roads telematics system fed with telesensors real time measurements*, Konferencja TST, Katowice-Ustroń 2010
- [3] P. Brodard, *TMS 3000 high pressure spray system. A new concept for stationary prevention of winter-induced dangers on roads and highways*, 12th International Road Weather Conference, Bingen nad Renem 2003
- [4] Bundesanstalt für Strassenwesen, *Efficacy and economic efficiency of thawing agents spray systems -final report*, Bergisch Gladbach, 1993
- [5] COST, *New Developments for Winter Service on European Roads – Final Report COST Action 353*, 2008
- [6] T. Dzień, *Technologie eksperymentalne do zapobiegania i usuwania śliskości zimowej*, w V Konferencja Zimowe Utrzymanie Dróg, SITK RP, GDDKiA, Tleń 2011
- [7] GDDKiA i Stowarzyszenie ITS Polska, *Specyfikacja Techniczna nr 1 „Parametry techniczne urządzeń telematiki drogowej”*, Warszawa 2012
- [8] Information on the planning, construction and operation of chemical thawing agent spraying installations (TMS), Francja 1994
- [9] Instytut Badawczy Dróg i Mostów, *Wytyczne zimowego utrzymania dróg GDDKiA*, pod red. J. Bieńka, Warszawa 2006.
- [10] Li S., Ye X., *Study on the Bridge Surface Deicing System in Yuebei Section of Jingzhu Highway*, International Journal of Business and Management, Guangzhou 2008
- [11] Ch. Plumb, *Alternative Precautionary Spreading on Slip Roads*, Highways Consultancy Group – Highways Research Group, 2008
- [12] D. Roosevelt, *A bridge deck anti-icing system in Virginia: lessons learned from a pilot study – final report*, Charlottesville, Virginia, 2004
- [13] J. Szczerbiński, *Aktywne i pasywne czujniki stanu nawierzchni – ocena funkcjonalności z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego*, Polski Kongres ITS, Warszawa 2011
- [14] PN-EN 15518-3:2011E – Wyposażenie techniczne w zimowym utrzymaniu dróg – Systemy pogodowej informacji drogowej – Część 3: Wymagania dotyczące wartości mierzonych przy pomocy sprzętów stacjonarnych; PN-EN 15518-4 – Wyposażenie techniczne w zimowym utrzymaniu dróg – Systemy pogodowej informacji drogowej – Część 4: Metody testowania sprzętów stacjonarnych
- [15] J. Szczerbiński, *Wykorzystanie pomiaru temperatury zamarzania w praktyce zimowego utrzymania dróg*, w V Konferencja Zimowe Utrzymanie Dróg, SITK RP, GDDKiA, Tleń 2011
- [16] R. Szymański, *Zimowe utrzymanie m.st. Warszawy*, w V Konferencja Zimowe Utrzymanie Dróg, SITK RP, GDDKiA, Tleń 2011
- [17] H. Wirtz, K. Moritz, U. Thesenvitz, *Wirksamkeit Und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach 2006
- [18] www.integra.gd.pl, www.boschung.com, stan na dzień: 2014.02.26
- [19] Zasoby własne autorów ■

Zapraszamy do prenumerowania DROGOWNICTWA w 2014 roku

cena 1 egzemplarza 19 zł }
prenumerata roczna 216 zł } (w tym 5% VAT)