

Robert STANOSZEK, Piotr CZECH

## PROPOZYCJE ZMIAN W ZIMOWYM UTRZYMANIU ODCINKA KONCESYJNEGO AUTOSTRADY

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono zagadnienia związane z zimowym utrzymaniem dróg na przykładzie odcinka autostrady A4. Zawiera on analizę informacji pozyskanych na przestrzeni kilku lat. Na jej podstawie zaproponowano zmiany mające na celu poprawę istniejącego stanu.

**Słowa kluczowe.** Autostrady, zimowe warunki, utrzymanie dróg.

## PROPOSALS FOR CHANGES IN WINTER SECTION OF THE HIGHWAY CONCESSION

**Summary.** In this article presented issues connected with winter motorway maintenance on example of a part of A4 motorway. It consists analysis of reached information for few years. On that base changes was suggested, which aimed improvement of real condition.

**Keywords.** Motorways , winter conditions, motorway maintenance.

### 1. WPROWADZENIE

Trasą solarki nazywa się odcinek drogi, jaki ma w planie do pokonania solarka w trakcie jednego przejazdu. W czasie akcji zimowego utrzymania może zaistnieć potrzeba wykonania kilku przejazdów tej samej trasy. Zwalczanie śliskości zimowej oraz odśnieżanie odbywa się zgodnie ze ściśle określonymi trasami, obliczonymi na podstawie następujących elementów:

- usytuowania wjazdów i wyjazdów awaryjnych na autostradę,
- jednorazowej dawki posypywania, powierzchni do posypania i wydajności wykorzystywanych solarek,
- zakazu przejazdu przez pas rozdziału,
- możliwości zawracania na placach poboru opłat (w określonych warunkach),
- utrudnień związanych z pracami na autostradzie (zamknięte pasy, zamknięta jezdnia).

W związku z koniecznością zapewnienia utrzymania zimowego, zgodnie z narzuconymi przepisami prawa i umów oraz przyjętymi przez spółkę standardami [1], [8], całość odcinka podzielono na pięć tras zimowego utrzymania. Do każdej z nich przyporządkowano samochody – po dwa samochody zimowego utrzymania na trasy w ciągu głównym i po jednym samochodem na trasy utrzymania zimowego węzłów autostradowych. Dla poszczególnych tras wykonano pomiary długości przejazdu, długości solenia oraz powierzchni solenia. Na podstawie raportów z akcji zimowego utrzymania obliczono średnie

zużycie środków chemicznych (soli drogowej) dla poszczególnych stosowanych dawek oraz średnie zużycie paliwa dla każdej z tras. Obliczenia przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

## Długość tras zimowego utrzymania oraz zużycie soli, solanki i paliwa

Trasa nr	Długość przejazdu (km)	Długość solenia (km)	Powierzch. (tyś.m <sup>2</sup> )	Gramatura posypywania (g/m <sup>2</sup> )																Zużycie ON (średnie)
				10		15		20		25		30		35		40				
				Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )			
1	40	40	320000	3,2	1,0	4,8	1,4	6,4	1,9	8,0	2,4	9,6	2,9	11,2	3,4	12,8	3,8	14		
2	44	44	352000	3,52	1,1	5,3	1,6	7,0	2,1	8,8	2,6	10,6	3,2	12,3	3,7	14,1	4,2	15,4		
3	38	38	304000	3,04	0,9	4,6	1,4	6,1	1,8	7,6	2,3	9,1	2,7	10,6	3,2	12,2	3,6	13,3		
4	95	14	70000	0,7	0,2	1,1	0,3	1,4	0,4	1,8	0,5	2,1	0,6	2,5	0,7	2,8	0,8	33,25		
5	130	16	80000	0,8	0,2	1,2	0,4	1,6	0,5	2,0	0,6	2,4	0,7	2,8	0,8	3,2	1,0	45,5		
1/2	63	63	504000	5,04	1,5	7,6	2,3	10,1	3,0	12,6	3,8	15,1	4,5	17,6	5,3	20,2	6,0	22,05		
2/3	108	60	480000	4,8	1,4	7,2	2,2	9,6	2,9	12,0	3,6	14,4	4,3	16,8	5,0	19,2	5,8	37,8		

Trasy dopasowano do ilości dostępnego sprzętu odśnieżającego, pojemności solarek i zbiorników na solankę. Wszyscy pracownicy zatrudnieni na stanowisku „robotnik drogowy - kierowca” co roku, przed rozpoczęciem sezonu zimowego, przechodzą szkolenie z zakresu obsługi i konserwacji sprzętu odśnieżającego, jak również z przyjętego podziału tras zimowego utrzymania. Dla tras w ciągu głównym przyjęto podział na jezdnię południową (prawą) oraz północną (lewą), a punkty charakterystyczne dla tych tras to miejsce startu (OUA Bręczkowice lub OUA Rudno), miejsce rozpoczęcia solenia, miejsce nawrotu (węzeł autostradowy), miejsce zakończenia solenia, powrót na OUA oraz załadunek i przygotowanie pojazdu do ponownego wyjazdu. Dla tras 4 i 5 poza wymienionym, sporządzono specjalną instrukcję przedstawiającą kolejność przejazdu (posypywania i/lub odśnieżania) łącznic poszczególnych węzłów autostradowych.

W okresie zimowym solarki muszą być załadowane i gotowe do użycia. Po każdej interwencji odbywa się ponowne ładowanie solarek i ich tankowanie. Po zakończeniu akcji zimowego utrzymania pojazdy zimowe już po napełnieniu zbiorników paliwem, napełnieniu solarek i umyciu są przygotowane do następnej akcji i zaparkowane w garażu.

W przypadku akcji profilaktycznych przeprowadza się solenie następujących powierzchni:

- jezdnie autostrady,
- węzły autostradowe,
- place poboru opłat,
- miejsca obsługi podróżnych / stacje benzynowe (wyjazdy i wjazdy).

Poprzez działania profilaktyczne rozumie się zapobiegawcze posypywanie nawierzchni w celu zapobieżenia wystąpienia śliskości zimowej na tej nawierzchni. Akcję profilaktyczną można prowadzić za pomocą jednego lub dwóch pojazdów na każdej trasie zimowego utrzymania. Dopuszcza się sytuację, kiedy za pomocą dwóch pojazdów wyposażonych w solarki o odpowiedniej pojemności wykonuje się zabieg zapobiegawczego solenia nawierzchni całej jezdni głównej autostrady (trasy 1/2 i 2/3).

Nadrzędnym celem operatora jest zapewnienie maksymalnego, możliwego do utrzymania poziomu bezpieczeństwa użytkowników autostrady. Akcje zapobiegawcze stanowią w zimowym utrzymaniu działanie wyprzedzające – w ogólnej liczbie akcji zimowych zdecydowaną większość. Działania profilaktyczne zapewniają, przy zastosowaniu mniejszych środków (ilości jednostek sprzętu zimowego użytych w akcji oraz zużytej soli drogowej), utrzymanie bezpiecznych warunków ruchu. W odróżnieniu od akcji zwalczających i odśnieżania, działania takie spotykać się jednak mogą z negatywnym odbiorem przez osoby

zarządzające. Ponieważ działanie profilaktyczne wyprzedza pojawienie się śliskości zimowej, może to powodować ocenę negatywną, co do słuszności podjęcia takich działań. Inspektor dyżurny znajduje się więc często pomiędzy przysłowiowym „młotem a kowadłem”. Podjęcie decyzji o rozpoczęciu akcji zapobiegawczej poprzedzone jest dokładną analizą zgromadzonych danych i wymaga swego rodzaju doświadczenia w zimowym utrzymaniu dróg.

W razie akcji zwalczającej, prace prowadzone są w następującej kolejności:

- jezdnie autostrady,
- jezdnie węzłów, place poboru opłat,
- wjazdy i wyjazdy na miejsca obsługi podróżnych,
- przejazdy awaryjne.

Jako działanie zwalczające rozumie się akcje zimowego utrzymania dróg, podczas których zwalcza się (usuwa) zjawiska takie, jak gołoledź, szron, które już wystąpiły na jezdni. Decyzja o rozpoczęciu akcji zwalczającej podejmowana jest niejako automatycznie po informacji o pojawieniu się niekorzystnych zjawisk atmosferycznych na odcinku koncesyjnym autostrady. Dawki soli drogowej stosowane w zwalczaniu są zwykle większe niż dawki użyte w działaniach profilaktycznych.

Odśnieżanie ma na celu mechaniczne usunięcie śniegu z jezdni. Podczas odśnieżania stosowanie soli drogowej (rozsypanych po usunięciu śniegu z jezdni) ma na celu zapobieżenie przylegania pozostałej po przejściu pługów cienkiej warstwy śniegu do nawierzchni. Stosowane dawki soli drogowej zależne są od natężenia opadów, ich długości oraz temperatury.

Podczas akcji odśnieżania kolejność prowadzonych działań jest taka sama, jak w przypadku likwidacji śliskości, ale uzupełniona o:

- w przypadku bardzo silnych lub długich opadów śniegu – przygotowanie planu odśnieżania w celu zapewnienia dostępu z autostrady do ważnych dróg i punktów obsługi,
- na koniec odśnieżania jezdni – odśnieżenie punktów poboru opłat oraz pasa awaryjnego,
- odśnieżanie obiektów mostowych,
- odśnieżenie kolumn telefonów łączności alarmowej,
- odśnieżenie elementów odwodnienia – ścieki, korytka, acodreny itd.

Punkty poboru opłat odśnieżane są w kierunku od środka na zewnątrz placów.

W przypadku nagromadzenia się większych ilości śniegu na poboczach, w pasie rozdziału czy na punkcie poboru opłat przewiduje się, że śnieg ten będzie wywożony poza pas drogowy autostrady za pomocą ładowarek i samochodów ze skrzynią samowyladowczą.

## 2. ANALIZA DANYCH

Na podstawie danych zbieranych przez centrum zarządzania autostradą na przestrzeni sezonów zimowych od 2000 roku do 2011 roku podjęto próbę opisanie i porównania wykorzystanych środków w zimowym utrzymaniu odcinka koncesyjnego autostrady.

Opierając się na danych z tabeli 2, na rysunkach 1 i 2 porównano sezony zimowe.

Na podstawie przedstawionych danych można wysunąć następujące wnioski:

1. Zima trwa średnio 20 tygodni. Średnia liczba dni z opadami śniegu w latach 2000 – 2011 wyniosła 44 dni, średnia liczba dni z gołoledzią wyniosła 21 dni. W sumie daje to średnio 65 dni, podczas których konieczne było użycie sprzętu zimowego utrzymania.

Tabela 2

## Porównanie sezonów zimowych w latach 1999/2000 – 2010/2011

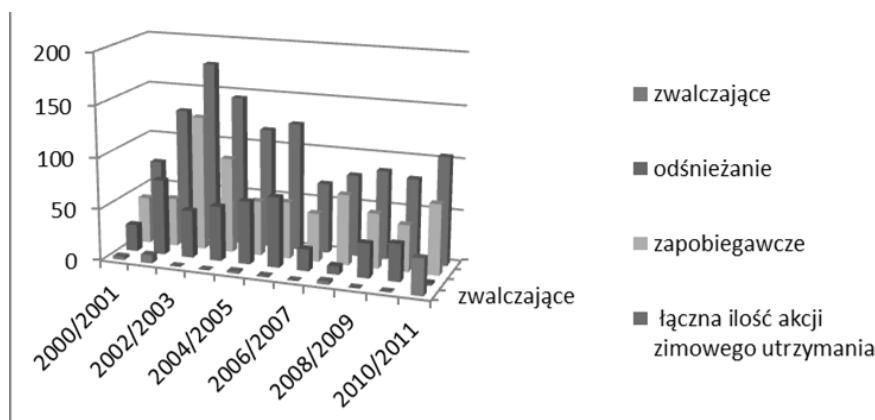
Sezon	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
Rozpoczęcie sezonu	31.01.2000	02.12.2000	06.11.2001	20.10.2002	26.10.2003	19.11.2004	18.11.2005	02.11.2007	20.10.2007	24.10.2008	14.10.2009	24.11.10
Zakończenie sezonu	19.03.2000	14.04.2001	06.04.2002	11.04.2003	27.03.2004	14.03.2005	22.03.2006	21.03.2007	26.03.2008	23.03.2009	16.03.2010	26.03.11
Czas trwania	9 tygodni	19 tygodni	22 tygodnie	25 tygodni	22 tygodnie	15 tygodni	18 tygodni	19 tygodni	22 tygodnie	21 tygodni	22 tygodnie	18 tygodni
Ilość akcji	67	74	128	176	145	116	124	68	79	86	81	105
Zapobieg.	41	45	47	130	92	53	55	47	68	53	45	68
Zwalcz.	5	3	8	0	0	2	1	0	3	0	0	35
Odsnież.	21	26	73	46	53	61	68	21	8	33	36	2
Ilość dni z opadami śniegu		26	45	57	41	38	64	20	33	52	54	53
Ilość dni z goledzią		45	34	34	57	37	17	9	2	0	0	2
Suma [D]:		71	79	91	98	75	81	29	35	52	54	55
Ilość zużytej soli [ton]	862	2 023	3 416	4 660	7 053	5 166	5 848	2 652	2 629	4 949	5 423	5 170
Ilość zużytego CaCl <sub>2</sub> [ton]			6,4						2,0		0,0	7,6
CaCl <sub>2</sub> [tys. L]						5,0	20,0				0	7,7
MgCl <sub>2</sub> [ton]									2,4	2,1	1,8	2,2
Godziny pracy pracowników	30	74	191	148	207	4043	5079	2352	3461	3893	4585	5099
Godziny pracy sprzętu	29	67	173	146	205	4006	4998	2336	3434	3888	4653	5078

2. W przeciągu każdego sezonu zimowego przeprowadza się średnio 107 akcji zimowego utrzymania, w tym około 64 akcji zapobiegawczych, 5 akcji zwalczających oraz 38 akcji odśnieżania.
3. Średnie zużycie chlorku sodu w sezonach zimowych wyniosło 4 453 tony na sezon.
4. Dominującą wartością zużycia soli drogowej jest 5 100 ton na sezon.
5. W miesiącach grudzień, styczeń i luty zaobserwowano największe miesięczne zużycie soli.
6. Największe miesięczne zużycie sięgnęło 2 372 tony soli drogowej w miesiącu styczniu 2010 r.
7. Średni czas pracy pracowników zatrudnionych na stanowisku robotnik drogowy - kierowca, a w okresie zimy pełniących obowiązki operatorów sprzętu zimowego, wyniósł w 9 846 godzin na sezon.



Rys. 1. Czas trwania zimy w poszczególnych sezonach zimowych

Fig. 1. Duration of winter in each winter seasons



Rys. 2. Porównanie rodzajów akcji zimowego utrzymania dróg w poszczególnych sezonach zimowych

Fig. 2. Comparison kinds of maintenance of roads campaigns in particular winter seasons

## 2. PROPOZYCJE ZMIAN

Średnie zapotrzebowanie na chlorek sodu dla potrzeb zimowego utrzymania odcinka koncesyjnego to 4 500 ton. Każdorazowo po zakończeniu okresu zimowego w miesiącu kwietniu należy wykonać inwentaryzację z określeniem ilości soli, jaka pozostała

w magazynach nieużyta po sezonie, a następnie w okresie przygotowawczym do następnego sezonu należy uzupełnić stany magazynowe do poziomu 4 500 ton.

Zaleca się dokonywanie zakupów soli drogowej już w okresie letnim. Decyduje o tym wiele czynników. Pierwszym jest niewątpliwie cena soli drogowej. Kopalnia soli w Kłodawie uzależnia cenę tego surowca od popytu. W związku z małym popytem na sól drogową w okresie letnim, kopalnia stosuje wiele ulg i upustów. Drugim czynnikiem jest położenie odcinka koncesyjnego w niedalekiej odległości od kopalni węgla kamiennego. Na podstawie informacji ze spotkań z przedstawicielami Kopalni oraz podmiotami o podobnym profilu działalności jak spółka operatorska, cena soli drogowej w Bręczkowicach jest często niższa niż dla wspomnianych podmiotów i to pomimo większej odległości od kopalni do Mysłowic. Koszty transportu soli drogowej na Śląsk okazują się niższe niż do znacznie bliższych (ok. 100 km bliżej) obwodów utrzymania autostrady A2. Dzieje się tak z uwagi na możliwość wykorzystania środków transportu w drodze powrotnej do transportu węgla i mialu. W przypadku odcinków koncesyjnych autostrady A2 spółka operatorska zmuszona jest płać więcej za transport z powodu braku przewozów powrotnych. Trzecią, choć nie mniej ważną przyczyną, dla jakiej zaleca się dokonywanie zakupu i gromadzenia soli drogowej już w okresie letnim są możliwości wydobywcze, a tym samym możliwości zapewnienia popytu na sól w okresie zimowym. W przynajmniej czterech okresach zimowych z jedenastu zaobserwowano okresowe problemy z dostawami soli w okresie zimowym, pomimo podpisanych umów na te dostawy. Przykładem może być grudzień 2010 r., kiedy pomimo zakontraktowanej w umowie dostawy tysiąca ton soli, kopalnia nie była w stanie zapewnić dostawy w terminie. Długotrwałe i obfite opady śniegu nie tylko w Polsce, ale w całej Europie zwiększyły popyt na sól drogową, na który kopalnia nie była w stanie odpowiedzieć odpowiednim wydobywaniem. Cena chlorku sodu w grudniu 2010 wzrosła o ok. 20%, a Kopalnia jako przedsiębiorstwo państwowe (jednoosobowa spółka skarbu państwa) realizowała w pierwszej kolejności kontrakty dla GDDKiA oraz największych miast Polski, tj. Warszawy, Gdańska, Wrocławia i Łodzi. Dopiero w drugiej kolejności zaspokajając potrzeby podmiotów prywatnych.

Największe opady śniegu, a co za tym idzie największe zapotrzebowanie na sól drogową występuje najczęściej na przełomie roku. W miarę możliwości należy dążyć do takiego skonstruowania umowy o dostawy soli z kopalnią soli, by możliwe było zagwarantowanie dostaw w miesiącach grudzień i styczeń. Ponieważ trudno wykluczyć sytuacje, kiedy zużycie soli do końca roku kalendarzowego byłoby mniejsze, a tym samym magazyny soli nie miałyby wolnego miejsca na nową dostawę, należałoby określić ruchome terminy dostaw z możliwością ich przesunięcia przez zamawiającego.

Środki chemiczne są do tej pory najskuteczniejszym sposobem zwalczania śliskości zimowej. Ich użycie umożliwia szybkie uzyskanie poprawy warunków ruchu. Niestety wiąże się to z dużymi kosztami zarówno zakupu, jak i magazynowania oraz samego używania środków chemicznych do zimowego utrzymania dróg. Używanie dużych ilości soli drogowej nie jest również obojętne dla środowiska naturalnego. Dlatego w działaniach zimowych dąży się do optymalnego wykorzystania środków chemicznych – używania ich tylko w takiej ilości, jakiej jest to niezbędne. Obecnie największy nacisk kładzie się na wykorzystanie technologii i sprzętu, tak by maksymalnie podwyższyć skuteczność działań przy jak najmniejszym zużyciu soli drogowej. Aby to osiągnąć, stosuje się różne metody, tj:

- koordynację akcji zimowych na podstawie prognoz pogody i wskazań drogowych stacji meteorologicznych,
- wykonywanie akcji prewencyjnych (zapobiegawczych) na podstawie prognoz meteo, kontroli stanu nawierzchni oraz doświadczeń własnych osób decydujących o rozpoczęciu akcji,

- korzystanie ze sprzętu z dużą dokładnością dawkowania soli oraz z możliwością kontroli tegoż dawkowania na każdym odcinku jezdni,
- zastosowanie technologii „zwilżonej soli”, które zapewnia działanie soli w miejscu jej wysypania.

Środki chemiczne, by spełniać swe zadanie w zakresie zimowego utrzymania dróg powinny spełniać następujące wymagania:

- szybko i skutecznie topić śnieg i lód w określonym zakresie temperatury powietrza,
- zapewniać trwałość działania na śnieg i lód przez określony okres,
- być jak najmniej szkodliwe dla środowiska naturalnego, zgodnie z wytycznymi ministra środowiska,
- mieć jak najmniejszy szkodliwy wpływ na nawierzchnię, elementy odwodnienia i urządzenia drogowe,
- być środkiem łatwym do przechowywania i niestwarzającym problemów podczas jego użytkowania (rozsypania).

Zalecane i stosowane zwykle w Polsce środki chemiczne, tj. chlorek sodu (NaCl), chlorek wapnia (CaCl<sub>2</sub>) i chlorek magnezu (MgCl<sub>2</sub>) nie spełniają podanych wymagań w 100%. Środki te wykazują dużą skuteczność w topieniu śniegu i lodu, działają na lód przez długi okres i w zakresie temperatur powietrza, jakie najczęściej mają miejsce w okresie zimowym w Polsce. Niestety wszystkie te środki charakteryzują się negatywnym wpływem na środowisko naturalne, na nawierzchnię oraz powodują korozję samochodów i elementów stalowych urządzeń drogowych. Można jednak wyróżnić następujące alternatywne środki odladzające:

- octan wapniowo-magnezowy (CMA),
- octan potasu,
- mocznik,
- mrówczany,
- alkohole,
- glikole,
- środki pochodzenia roślinnego.

Większość związków chemicznych, które używane są do zimowego utrzymania dróg to środki różniące się od soli drogowej tym, że nie są kopalinami naturalnymi, lecz powstają w procesach produkcji chemicznej. Fakt ten wpływa ostatecznie na cenę tych środków, dlatego nie są one cenowo konkurencyjne dla chlorku sodu. Można stwierdzić, że w chwili obecnej brak jest tańszej alternatywy dla chlorku sodu. Jednakże biorąc pod uwagę fakt, że zużycie soli drogowej w Polsce i Europie stale wzrasta, a złoża soli głównego producenta tego środka w Polsce, kopalni soli ‘Kłodawa’ w Kłodawie są coraz mniejsze, rozsądnym jest obserwowanie światowych rozwiązań w temacie środków odladzających.

Obsługiwany przez spółkę odcinek koncesyjny jest podzielony na trasy zimowego utrzymania. Podział ten (z niewielkimi zmianami) obowiązuje od przejęcia utrzymania autostrady w 2000 roku. Zmiany, jakie nastąpiły w przeciągu istnienia spółki wynikały raczej ze zmiany warunków technicznych drogi, wykonanych przez koncesjonariusza remontów i zmian w umowie koncesyjnej, niż z ze zmiany podejścia do tematu zimowego utrzymania. Zgodnie z umowami koncesyjną [2] oraz operatorską [3] odcinek autostrady A4 Katowice-Kraków będący pod zarządem spółki Stalexport Autostrada Małopolska S.A. określono od 340+200 km (ulica Górnośląska w Katowicach) do 401+100 km (rejon węzła Balice). Z powodu wzrastającego natężenia ruchu na ulicy Górnośląskiej (jako odcinku miejskim

autostrady A4) katowicki oddział Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad podjął decyzje o przebudowie węzła Murckowska. Przebudowę rozpoczęto w 2008 roku, a zakończono w 2010 roku. Zarówno na czas budowy, jak i po jej zakończeniu węzeł przeszedł pod utrzymanie GDDKiA. Tym samym zmieniła się długość tras 1 i 4 dla zimowego utrzymania Spółki Operatorskiej. Na okres przebudowy węzła, na mocy porozumienia z GDDKiA, pojazdy zimowego utrzymania operatora odśnieżały i soliły dodatkowy odcinek ulicy Górnośląskiej i jezdni zbiorczej (po stronie południowej) do/od węzła z ulicą Francuską jako równowartość zlikwidowanych łącznic węzła Murckowska. Po zakończeniu budowy GDDKiA podpisała aneks do umowy koncesyjnej, w którym przesunięto punkt początkowy odcinka koncesyjnego na 341+650 km. Automatycznie skróciło to odcinek solenia/płuzenia trasy nr 1 o 1400 m. Spowodowało to jednak dłuższą jazdę jezdnią w kierunku Wrocławia, gdyż po przebudowie węzła Murckowska, niemożliwe jest zawrócenie na węźle jadąc z kierunku Krakowa, z powrotem na Kraków. Podczas objazdu trasy nr 1 pojazdy zimowego utrzymania zmuszone są do zawracania na ulicy Murckowskiej.

Po analizie czasów przejazdu, ilości soli drogowej wysypywanej na trasach oraz możliwości zawracania na węzłach autostradowych zaproponowano modyfikację tras zimowego utrzymania, której celem jest optymalne wykorzystanie sprzętu zimowego utrzymania oraz spełnienie podstawowych, obowiązujących spółkę operatorską zasad interwencji w zimowym utrzymaniu odcinka koncesyjnego autostrady.

#### Trasa 1.

Wyjazd z OUA Brzęczkowice, wyjazd na autostradę w kierunku Krakowa rozpoczęcie solenia, jazda w kierunku Krakowa do węzła Jeleń, nawrotka na węźle Jeleń, jazda w kierunku Katowic i solenie trasy na odcinku Jeleń - obiekt mostowy nr 2 (początek odcinka koncesyjnego), koniec solenia, jazda bez posypywania ulicą Górnośląską w kierunku Wrocławia, zjazd z autostrady A4 na jezdnię zbiorczą na węźle Mikołowska, zjazd na ulicę Bocheńskiego, nawrotka na obiekcie nad autostradą, jazda w kierunku Krakowa (dalej bez posypywania) aż do obiektu mostowego nr 2 (początku odcinka koncesyjnego w 341+650 km), rozpoczęcie solenia, jazda w kierunku Krakowa do PPO Brzęczkowice. Łączna długość trasy 39,76 km, w tym 36,76 km solenia (3 km stanowi jazda poza odcinkiem koncesyjnym w celu zawrócenia na ulicy Murckowskiej).

#### Trasa 2

Wyjazd z OUA Brzęczkowice, wyjazd na autostradę w kierunku Krakowa, jazda bez posypywania aż do węzła Jeleń, rozpoczęcie solenia od węzła Jeleń (360+300 km), solenie jezdni głównej autostrady do węzła Chrzanów I (371+658 km), nawrotka na węźle Chrzanów, jazda w kierunku Katowice, posypywanie jezdni od węzła Chrzanów I do węzła Jeleń, zakończenie solenia pod węzłem Jeleń, jazda bez posypywania do PPO Brzęczkowice, powrót na OUA Brzęczkowice. Łączna długość trasy 40,40 km, w tym 23 km solenia.

#### Trasa 3

Wyjazd z OUA Rudno w kierunku Katowic, przez bramę serwisową, solenie do węzła Chrzanów I, nawrotka na węźle, solenie do węzła Rudno, powrót na OUA Rudno. Łączna długość trasy 21,4 km, przejazd w całości z soleniem.

#### Trasa 4

Wyjazd z OUA Rudno w kierunku Krakowa, rozpoczęcie solenia, jazda w kierunku Krakowa do węzła Balice, solenie do końca odcinka koncesyjnego w 401+100 km, jazda bez posypywania obwodnicą Krakowa do zjazdu na lotnisko Balice, przejazd drogą przy lotnisku,



powrót na autostradę A4, jazda do początku odcinka koncesyjnego, rozpoczęcie solenia, jazda do węzła Rudno, zjazd z autostrady przez bramę serwisową na OUA Rudno. Łączna długość trasy 44,5 km, w tym 37,5 km solenia.

#### Trasa 5

Węzły zachodnie – wyjazd z OUA Brzęczkowice, jazda w kierunku Katowic, w razie potrzeby płuzenie pasa awaryjnego, solenie węzłów zachodnich (węzeł Brzęczkowice, węzeł Mysłowice, węzeł Jeleń) zgodnie ze schematami solenia. Dodatkowo, pojazd zimowego utrzymania na trasie nr 5 odśnieża PPO Brzęczkowice oraz miejsca obsługi podróżnych na PPO Brzęczkowice.

#### Trasa 6

Węzły wschodnie – wyjazd z OUA Brzęczkowice, jazda w kierunku Krakowa, w razie potrzeby odśnieżanie pasa awaryjnego od węzła Jeleń w kierunku Krakowa, solenie węzłów wschodnich (węzeł Byczyna, węzeł Chrzanów II, węzeł Chrzanów I, węzeł Rudno), zgodnie ze schematami solenia, odśnieżanie pasa awaryjnego aż do PPO Balice, odśnieżanie i solenie PPO Balice, oraz miejsc obsługi podróżnych na PPO Balice.

Tabelaryczny spis długości tras, zużycia soli, solanki oraz paliwa na zaproponowanych trasach przedstawia tabela 3. Poszczególne wartości obliczono na podstawie pomiarów długości tras, szerokości posypu oraz średniego zużycia paliwa w pojazdach zimowego utrzymania podczas akcji zapobiegawczych (bez płuzenia). Dla akcji odśnieżania (z płuzeniem) zakłada się zużycie paliwa zwiększone o ok 15-20%.

Biorąc pod uwagę dane przedstawione w tabeli 3, objazd proponowanych tras zimowego utrzymania, przy założeniu prędkości średniej 40 km/h (w przypadku płuzenia) dla tras na jezdni głównej zajmuje nie więcej niż 60 minut. Ponowny czas załadunku i przygotowanie pojazdów do akcji zajmuje średnio 25-30 minut. Zgodnie z zasadami obowiązującymi spółkę, w przypadku trwających opadów śniegu, pojazdy powinny dokonywać objazdu tras w cyklu dwugodzinnym. W przypadku proponowanych tras warunek ten zostaje spełniony.

Przy zaproponowanym podziale tras zimowego utrzymania, zakłada się wykorzystanie sprzętu zimowego utrzymania w liczbie 10 pojazdów – po dwa pojazdy typu Mercedes Atego/Actros na trasy 1-4 w ciągu głównym i po jednym pojeździe typu Unimog do utrzymania węzłów. Pozostałe pojazdy – śmieciarka z pługiem SNK oraz zamiatarka (przebrojona na solarkę) z pługiem, stanowią dodatkowe wsparcie w przypadku potrzeb do odśnieżania pasa awaryjnego w ciągu głównym, albo jako wsparcie Unimogów na węzłach.

Zgodnie z propozycją organizacji tras zimowego utrzymania stan zespołu, niezbędny do wypełnienia obowiązków nałożonych na spółkę wynosi pomiędzy 10 a 12 osób. Minimalny stan to 10 osób w zespole, co w przypadku organizacji pracy działu utrzymania daje trzy zespoły dziesięcioosobowe, czyli minimum 30 osób. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że celem Spółki jest szeroko rozumiane utrzymanie, nie tylko zwalczanie śliskości zimowej, dodatkowe trzy lub sześć osób stanowiłyby dodatkowe wsparcie w razie potrzeb zimowego utrzymania, pełniły obowiązki serwisu bezpieczeństwa (jako wsparcie patrolu) lub wykonywały prace z zakresu utrzymania, które wykonuje dział utrzymania przez cały rok, tj: sprzątanie parkingów i wywóz śmieci, naprawy oznakowania pionowego i ogrodzenia autostradowego. Z tych powodów minimalny stan osobowy pracowników zatrudnionych na stanowisku „robotnik drogowy - kierowca” określono na poziomie 33 – 36 osób.

Tabela 3

Zużycie soli, solanki oraz paliwa na trasach zimowego utrzymania

Trasa nr	Długość przejazdu (km)	Długość solenia (km)	Powierzch. (tys.m <sup>2</sup> )	Granaturo posypywania (g/m <sup>2</sup> )												Zużycie ON (średnie)		
				10		15		20		25		30		35			40	
				Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )	Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )		Sól [t]	solan. (m <sup>3</sup> )
1	39,76	36,76	294080	2,9	0,9	4,4	1,3	5,9	1,8	7,4	2,2	8,8	2,6	10,3	3,1	11,8	3,5	13,92
2	40,40	23,00	184000	1,8	0,6	2,8	0,8	3,7	1,1	4,6	1,4	5,5	1,7	6,4	1,9	7,4	2,2	14,14
3	21,40	21,40	171200	1,7	0,5	2,6	0,8	3,4	1,0	4,3	1,3	5,1	1,5	6,0	1,8	6,8	2,1	7,49
4	44,50	37,50	300000	3,0	0,9	4,5	1,4	6,0	1,8	7,5	2,3	9,0	2,7	10,5	3,2	12,0	3,6	15,58
5	95	14	70000	0,7	0,2	1,1	0,3	1,4	0,4	1,8	0,5	2,1	0,6	2,5	0,7	2,8	0,8	33,25
6	130	16	80000	0,8	0,2	1,2	0,4	1,6	0,5	2,0	0,6	2,4	0,7	2,8	0,8	3,2	1,0	45,50
1/2	63	63	504000	5,0	1,5	7,6	2,3	10,1	3,0	12,6	3,8	15,1	4,5	17,6	5,3	20,2	6,0	22,05
2/3	108	60	480000	4,8	1,4	7,2	2,2	9,6	2,9	12,0	3,6	14,4	4,3	16,8	5,0	19,2	5,8	37,80

## 5. PODSUMOWANIE

Spółka Stalexport Transroute Autostrada S.A. była pierwszym podmiotem prywatnym w Polsce, któremu powierzono w pełnym zakresie utrzymanie odcinka autostrady. Po wybudowaniu odcinków koncesyjnych autostrad A2 i A1, spółki operatorskie powołane do utrzymania tych odcinków korzystały z doświadczeń STA S.A. Podobnie jak na odcinku koncesyjnym autostrady A4 Katowice-Kraków i tam szczególną uwagę zwraca się na rolę działań zapobiegawczych. Chociaż zarządzenie GDDKiA w sprawie standardów zimowego utrzymania [5] dopuszcza sytuacje w przypadku wyjątkowo trudnych warunków pogodowych, podczas których utrzymywana jest przejezdność tylko jednym pasem ruchu, spółki operatorskie mogą „pochwalić się”, że w przypadku odcinków koncesyjnych sytuacja taka nie miała miejsca zarówno na autostradzie A4, jak i na A2 czy A1. Przyczynę tego stanu rzeczy należy upatrywać w organizacji działań utrzymania w okresie zimowym oraz właśnie w dużym nacisku na działania prewencyjne – poprzedzone dokładną analizą danych pogodowych, prognoz i obserwacji własnych, opartych na doświadczeniu w zimowym utrzymaniu.

W przeciągu kilkunastu lat działalności Spółki sól drogowa podrożała o około 40%, przy czym dodatkowo w okresach wzmożonego zapotrzebowania na ten środek do utrzymania zimowego dróg jego cena wzrastała nawet o 20% w ciągu miesiąca. Zgodnie z wytycznymi GDDKiA [4] zaleca się posiadanie zapasu chemicznych środków, odladzających co najmniej na prowadzenie akcji zimowego utrzymania przez okres dwóch tygodni. Wewnętrzne zarządzenie zobowiązuje dział utrzymania do zapewnienia stanu magazynu soli na poziomie pozwalającym na prowadzenie akcji zimowego utrzymania co najmniej przez miesiąc.

Ponieważ sól drogowa stanowi główny składnik kosztów zimowego utrzymania odcinka koncesyjnego autostrady płatnej A4 Katowice-Kraków, należy się zastanowić nad możliwością jej zastąpienia innymi środkami. Przegląd środków dopuszczonych do zimowego utrzymania dróg przez GDDKiA [4], [7] oraz ministra środowiska [6] pozwala stwierdzić, że są to środki w zdecydowanej większości kilkukrotnie droższe od soli drogowej (w przypadku chlorku wapnia nawet 7-, 8- krotnie). Dodatkowo, ich cena – podobnie jak soli – rośnie w momencie zwiększonego popytu w okresie zimowym. Środki te nie są kopalinami, a substancjami otrzymywanymi w procesach chemicznych. Charakteryzują się mniejszym zakresem temperatur ich stosowania oraz trudniejszymi warunkami przechowywania i użytkowania.

Powołując się na wyniki badań przeprowadzonych w ramach Europejskiego Programu COST [7], które wykazały bardzo niewielki wpływ środków uszorstniających, tj. piasku czy żwiru na poprawę współczynnika przyczepności, zaleca się stosowanie wyłącznie środków odladzających. Dodatkowo, doświadczenia z zakresu zimowego utrzymania dróg w miastach regionu przez jaki przebiega autostrada wskazują na problem związany z koniecznością czyszczenia kanalizacji deszczowej na odcinkach dróg, gdzie stosowano środki uszorstniające, co wiąże się z dużymi kosztami. Stosowanie środków, tj. piasku czy żwiru pozostaje więc tylko alternatywą w przypadku całkowitego braku środków odladzających.

W badaniach poddano analizie, przyjęty w dziale utrzymania, podział na trasy zimowego utrzymania. Na mocy aneksu do umowy koncesyjnej [2] utrzymanie węzła Murckowska nie należy już do obowiązku STA S.A. Modyfikacji uległa więc automatycznie trasa solenia/odsnieżania węzłów zachodnich. Ponadto, zaproponowano podział jezdni głównej na cztery trasy solenia/płuzenia, co jak wykazano ma bezpośredni wpływ na czas przejazdu każdej z tras, a tym samym na czas reakcji na zmianę warunków na jezdni. Podział na cztery trasy uwarunkowany jest budową autostrady oraz odległościami między poszczególnymi węzłami i umożliwia pewne modyfikacje w przypadku zmiany warunków na jezdni na

poszczególnych trasach. Dla przykładu, pojazdy trasy numer 3 mogą, w przypadku stwierdzenia takiej konieczności, przedłużyć swoją jazdę jezdnią północną i odśnieżać/solić część trasy numer 2 od węzła Chrzanów I do węzła Chrzanów II, a nawet węzła Byczyna. Podobnie w przypadku pojazdów utrzymujących trasę numer 2, mogą utrzymywać część trasy numer 1 pomiędzy węzłem Jeleń a PPO Brzęczkowice. Rozwiązanie takie pozwala na przesunięcie większej liczby sprzętu na ten odcinek autostrady, gdzie warunki pogodowe są najtrudniejsze. Proponuje się również zmianę punktów startu dla tras jezdni głównej. Pojazdy obsługujące trasy numer 1, 2 i 4 rozpoczynają pracę poprzez wyjazd z OUA Brzęczkowice, natomiast pojazdy, których celem jest utrzymanie zimowe tras numer 3, 4 i 5 stacjonują na OUA Rudno. W wyniku takiego podziału brak jest przebiegów pustych, jak to ma miejsce np. dla trasy numer 3 w przypadku wyjazdu pojazdów z OUA Brzęczkowice. Pokonywały one odcinek od PPO Brzęczkowice (km 351) do węzła Chrzanów I (km 371), czyli 20 km bez prowadzenia akcji. Po wprowadzeniu zmian, pojazdy wyjeżdżające z OUA Rudno od razu po wjeździe na autostradę rozpoczynają akcje zimowego utrzymania na przypisanych im odcinkach jezdni. Dodatkowym atutem zaproponowanego rozwiązania jest mniejsza liczba pojazdów przyjeżdżająca do załadunku pod jeden z dwóch magazynów soli. Tym samym krótszy jest czas oczekiwania na załadunek w przypadku przyjazdu kilku pojazdów na OUA czy to w Brzęczkowicach, czy w Rudnie oraz, co równie ważne, wytwornice solanki przy obu magazynach soli są w stanie nadażyć z produkcją solanki.

## Bibliografia

1. Ustawa z dnia 27 października 1994 r. o autostradach płatnych oraz Krajowym Funduszu Drogowym (Dz.U. z 2004 nr 256 poz. 2571 – tekst ujednolicony, 01.01.2011).
2. Materiały spółki Stalexport Transroute Autostrada S.A. „Umowa koncesyjna”.
3. Materiały spółki Stalexport Transroute Autostrada S.A. „Umowa o eksploatacji i utrzymaniu” z dnia 22.03.2006 r.
4. Zarządzenie nr 18 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30 czerwca 2006 r. w sprawie wprowadzenia „Wytycznych zimowego utrzymania dróg”.
5. Zarządzenie nr 90 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 07.10.2010 r. w sprawie standardów zimowego utrzymania dróg krajowych, dla których zarządcą jest Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska dotyczące środków chemicznych, jakie mogą być stosowane w zimowym utrzymaniu dróg. Dz.U. Nr 92 poz. 880 z 2004 r.
7. Godlewski T.: Charakterystyka środków chemicznych i materiałów uszorstniających stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg. V Konferencja „Zimowe utrzymanie dróg” zorganizowanej przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej i GDDKiA, Tleń, 25-26 maja 2011 r.
8. Stanoszek R., Czech P.: Zimowe utrzymanie autostrady. Zeszyty Naukowe. Transport. Z. 79. Politechnika Śląska. Gliwice 2013. S. 101-110.