

Dr. Abdulah Ahmetović, dipl. ing.

# TEHNIČKI, EKOLOŠKI I EKONOMSKI ASPEKTI KORIŠTENJA SOLI ZA POSIPANJE (ODRŽAVANJE) PUTEVA U ZIMSKOM PERIODU

## UVOD

Za zimsko održavanje puteva tj. uklanjanje leda i snijega koriste se: abrazivni materijali, hemijski topitelji (soli), smjesa hemijskih topitelja i abrazivnih materijala.

Abrazivni materijali nanose se na puteve sa ciljem da povećaju hrapavost kolovoza i obezbijede sigurniju vožnju. Od abrazivnih materijala najčešće se koriste: pijesak granulacije do 2 mm, kameni granulat veličine zrna do 8 mm, mljevena šljaka i šljunak. <sup>[1]</sup>

Potrebna količina abrazivnog materijala kreće se u intervalu od 600 – 1000 (kg/km).

Smjesa hemijskih topitelja i abrazivnih materijala se primjenjuje za zimsko održavanje puteva zbog mogućnosti kombiniranja pozitivnih svojstava abrazivnih materijala (povećanje koeficijenta trenja tj. hrapavosti) i hemijskih topitelja (sniženje temperature mržnjenja). Odnos abrazivnog materijala i hemijskog topitelja se kreće u granicama od 9:1 do 1:1 u zavisnosti od vremenskih uslova i frekvencije saobraćaja.

Hemijski topitelji su materije (soli) koje usljed svojih fizičko-hemijskih osobina posjeduju mogućnost da smanjuju temperaturu zamrzavanja vode, te da snijeg i led tope na temperaturama nižim od temperature zamrzavanja vode.

Postoji čitav niz soli koje snižavaju temperaturu zamrzavanja vode, ali zbog ekoloških i ekonomskih razloga primjenjuju se uglavnom hloridi i to: NaCl, CaCl<sub>2</sub> i MgCl<sub>2</sub>.

NaCl – natrijum hlorid koristi se kao suha ili ovlažena so te u obliku zasićenog rastvora. Pojavljuje se i u upotrebi je više vrsta NaCl: morska so, kamena (rovna) so i evaporirana so tj. so proizvedena uparavanjem slane vode.

CaCl<sub>2</sub> – kalcijum hlorid koristi se kao suha ili ovlažena so sa 77-80% CaCl<sub>2</sub> ili u obliku 20-24% rastvora.

MgCl<sub>2</sub> – magnezijev hlorid koristi se kao suha ili ovlažena so u obliku ljuspica (47%) ili u obliku 20-30% rastvora. Prema propisima koji vrijede u Republici Sloveniji čvrsti CaCl<sub>2</sub> odnosno MgCl<sub>2</sub> moraju ispunjavati sljedeće uslove:

- Sadržaj CaCl<sub>2</sub> odnosno MgCl<sub>2</sub> ..... min. 75% odnosno 47%.
- Netopive materije .....max. 3 %.

I konačno, moguće je koristiti smještu ove tri soli u različitim omjerima.

Prema literaturnim podacima <sup>[1,2]</sup> količina soli za otapanje 1,0 kg leda je prikazana u tabeli 1.

Tabela 1:

Količina soli potrebna za otapanje 1000 grama leda površine 1 (m<sup>2</sup>) i debljine 1 (mm)

T [°C]	Količina soli za posipanje [gr/m <sup>2</sup> ]		
	MgCl <sub>2</sub>	NaCl	CaCl <sub>2</sub>
- 3	50	50	60
-5	85	85	90
-10	125	160	160
-15	160	230	215

Konstatovana je <sup>[1]</sup> potreba hloridnih soli za zimsku sezonu u intervalu 3-7 tona po kilometru puta do maksimalno 14 (t/km) u predjelima sa oštrom zimom, dok na autoputevima ta potrošnja dostiže do 15 (t/km), a u izuzetno hladnim zimama do 50 (t/km).

Zahvaljujući prije svega povoljnijim uslovima nabavke za zimsko posipanje puteva najčešće se koristi natrijum hlorid – NaCl.

Njegova zastupljenost u ukupnoj strukturi potrošnje je preko 90%. Zbog toga ćemo u narednom tekstu razmotriti samo aspekte korištenja NaCl za uklanjanje leda i snijega sa puteva.

## PRAKTIČNI ASPEKTI KORIŠTENJA SOLI ZA POSIPANJE PUTEVA

Prema dostupnim podacima u našem okruženju koriste se slijedeće vrste NaCl:

a.) Republika Slovenija <sup>[3]</sup>

\*Morska i kamena so 0/2 mm

Granulometrijski sastav

> 2,0 mm	max. 5%
1,00 – 2,00 mm	30-60%
0,20 – 1,00 mm	30-60%
< 0,20 mm	max. 10%
Sadržaj vlage	max. 1,0%

\*Morska i kamena so 0/4 mm

Granulometrijski sastav

>4,00 mm	max.10%
2,00 – 4,00 mm	20-45%
0,40 – 2,00 mm	40-70%
<0,40 mm	max.10%
Sadržaj vlage	max. 4,0%

\*Evaporirana so 0/1 mm

Granulometrijski sastav

0,20 – 1,00 mm	90%
<0,20 mm	10%
Sadržaj vlage	max. 0,30%

Zahtjevani hemijski sastav soli je:

- Morska i kamena so 0/2 i 0/4 mm
  - Sadržaj NaCl min. 96%
  - Sadržaj netopivih materija max. 2%
- Evaporirana so
  - Sadržaj NaCl min. 98%
  - Sadržaj netopivih materija max. 0,5%

b.) Republika Hrvatska <sup>[4]</sup>

Koristi se so (NaCl) sve tri prethodno navedena granulometrijska sastava.

Hemijski sastav soli je:

Sadržaj NaCl	min. 95%
Sadržaj SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	max. 0,67%
Sadržaj Ca <sup>2+</sup>	max. 0,38%
Sadržaj netopivih materija	0,5-1,0%
Vlažnost soli do	5%

c.) Bosna i Hercegovina <sup>[5]</sup>

Predviđeno je korištenje soli granulacije 0/4 mm i 0/2 mm.

Tabela 2: Granulometrijski sastav soli 0-4,0 mm.

Zrno [mm]	Rasuto stanje	Za silose
>4,0	max. 10%	max. 10%
2,0-4,0	15-40%	15-45%
0,4-2,0	40-70%	40-70%
<0,4	max. 15%	max. 15%
Vlaga	max. 4,0%	max. 1,0%

Tabela 3: Granulometrijski sastav soli 0-2,0 mm.

Zrno [mm]	Rasuto stanje	Za silose
>2,0	max. 20%	max. 20%
1,0-2,0	30-80%	30-80%
0,2-1,0	30-60%	30-60%
<0,2	max. 15%	max. 15%
Vlaga	max. 4,0%	max. 1,0%

Hemijska analiza osušenog uzorka:

Sadržaj NaCl	min. 96%
Netopive materije	max. 2%

Najviše dozvoljene količine opasnih materija su:

Arsen (As)	max. 0,5 mg/kg
Bakar (Cu)	max. 2,0 mg/kg
Kadmij (Cd)	max. 0,5 mg/kg
Olovo (Pb)	max. 2,0 mg/kg
Živa (Hg)	max. 0,1 mg/kg

## PRAKSA U BIH

U Federaciji BiH, a i u Republici Srpskoj uobičajena je praksa da se so za posipanje puteva uvozi iz Egipta ili Tunisa. Tenderskom dokumentacijom <sup>[6]</sup> propisuje se slijedeći kvalitet soli:

- Sadržaj NaCl min. 96%
- Sadržaj netopivih materija max. 2%
- Vlaga – H<sub>2</sub>O max. 3%
- Granulacija soli 0-4 mm
- Da sadrži dodatak koji sprečava grudvanje soli
- So ne smije sadržavati primjese koje zagađuju okolinu

Višegodišnji, prosječni kvalitet soli proizveden u SOLANI Tuzla <sup>[7]</sup> je:

- Sadržaj NaCl 99,73%
- Sadržaj netopivih materija 0,008%
- Sadržaj SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 0,07%
- Sadržaj Ca + Mg 0,006%
- Vlaga 0,045%
- E-536 4-8 mg/kg

Granulometrijski sastav soli je:

0,2 – 1,0 mm.....	74,2 %
Ispod 0,2 mm.....	25,8 %

Radi uporedne analize u Laboratoriji SOLANE analizirali smo dva slučajna uzorka uvozne (Egipatske) soli <sup>[7]</sup>. Rezultati analiza su prikazani u narednoj tabeli.

Tabela 4: Kvalitet uvozne soli

Komponenta	Uzorak 1	Uzorak 2
NaCl	87,94 %	88,55 %
H <sub>2</sub> O	2,54	2,60 %
Ca + Mg	2,24 %	2,24 %
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Nije rađeno	5,42 %
Netopivo	1,92 %	2,35 %
E-536	2,0 mg/kg	2,0 mg/kg
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nije rađeno	0,060%

Uvoznik soli je firma MACCOT iz Rijeke, Republika Hrvatska.

Granulometrijski sastav soli je 0-4,0 mm, ali je so djelimično zgrudvana vjerovatno zbog uslova skladištenja.

Iz prezentiranih tehničkih podataka je očigledno da je domaća so neuporedivo kvalitetnija, ali ne ispunjava uslove granulometrijskog sastava koji se traže tenderskom dokumentacijom.

Smatramo opravdanim upitati se da li je granulometrijski sastav soli 0,0 – 1,0 mm razlog da se ova so ne koristi za održavanje puteva u zimskom periodu.

Po našem mišljenju nije, a postoji mnogo podataka koji potvrđuju ovo mišljenje.

Navest ćemo neke:

- U periodu od januara 2010 do početka marta 2011 godine SOLANA je na tržište Hrvatske, Slovenije, Njemačke, Slovačke, BiH, Švajcarske plasirala cca 27.000 tona soli za puteve ranije navedenog sastava.
- U Austriji se godišnje za posipanje puteva potroši oko 55% ukupne proizvodnje soli što je cca 450.000 tona, a granulacija te soli je skoro identična soli proizvedenoj u Tuzli <sup>[8,9]</sup>.
- Izvršena istraživanja <sup>[10]</sup> ukazuju na niz prednosti soli proizvedene uparavanjem slane vode u odnosu na morsku i kamenu so.

## **EKOLOŠKI ASPEKTI**

So proizvedena u SOLANI Tuzla je ekološki neuporedivo prihvatljivija od uvozne soli.

Prema naprijed navedenim podacima uvozna so sadrži oko 2% netopivih materija tj. sastojaka koji direktno zagađuju okolinu. U domaćoj soli sadržaj netopivih materija je 0,008 %. Znači da sa svakom tonom uvozne soli opteretimo okoliš sa 20kg netopivih materija, a sa domaćom soli 0,08 (kg/t).

Sadržaj teških metala u uvoznoj soli se ne analizira (prema našim saznanjima) dok se oni u domaćoj soli zbog specifičnosti proizvodnog procesa ne pojavljuju. Mislimo da su ekološki aspekti prednosti korištenja domaće soli očigledni.

## **EKONOMSKI ASPEKTI**

Svaka država bi u principu trebala da štiti domaću proizvodnju i domaće proizvode, posebno ondje gdje je kvalitet domaćeg proizvoda kao i njegova cijena istih karakteristika kao i uvozni proizvod, a naročito ako je domaći proizvod i kvalitetom i cijenom povoljniji od uvoznog proizvoda.

U ranijem tekstu je prikazano da je domaća so neuporedivo kvalitetnija (izuzev granulometrijskog sastava) od uvozne soli.

Za proizvodnju jedne tone soli utroši se:

- Slane vode.....	4,0 m <sup>3</sup>
- Tehnološke pare .....	1,1 – 1,2 t
- Električne energije .....	100 kWh
- Kalcinirane sode .....	10 kg
- Kaustične sode .....	1,0 – 1,3 kg
- Gradske vode .....	0,5 m <sup>3</sup>
- Troškovi ambalaže i paleta .....	22 KM/t

Prema važećim cijenama sirovina i ambalaže (sve sirovine izuzev kaustične sode su domaći proizvod) proizilazi da je cijena proizvodnje jedne tone soli bez troškova rada SOLANE (radna snaga, amortizacija i dr.) i prevoza soli na odredišta koja se definišu tenderskom dokumentacijom na nivou od 80 KM/t, odnosno sa PDV oko 94 KM/t.

Prema podacima Direkcije za ceste FBiH na nivou Bosne i Hercegovine se godišnje utroši oko 40.000 tona soli za posipanje puteva u zimskom periodu.

Nije teško izračunati kakvi bi bili ekonomski efekti korištenja domaće soli za čitav niz privrednih subjekata, a time i za budžet Bosne i Hercegovine.

Oni koji upravljaju državom, po prirodi svog posla morali bi o ovome voditi računa pa čak i u slučaju da se samo polovica potreba soli za posipanje puteva nabavlja od domaćeg proizvođača.

Tek uzgred da naglasimo da je prema našim saznanjima domaća so jeftinija od uvozne.

## ZAKLJUČCI

- Bosna i Hercegovina utroši godišnje cca 40.000 t soli za zimsko održavanje puteva, od čega je tek jedan mali dio domaća so.
- Tehnički posmatrano kvalitet domaće soli (sadržaj NaCl, sadržaj netopivih materija, vlažnost soli) je znatno bolji od uvozne soli. Istina je da domaća so ima granulometrijski sastav 0-1,0 mm, a uvozna so 0-4,0 mm (odnosno 0-2,0 mm) što je prema stavovima domaćih dobavljača soli razlog da se nabavlja uvozna so. Citirana literatura<sup>[8,9,10]</sup> demantuje te stavove.
- Ekološki aspekti korištenja domaće ili uvozne soli bez dileme ukazuju na to da je domaća so ekološki neuporedivo prihvatljivija. Ovdje je posebno potrebno razmotriti uticaj jedne i druge soli na betonsku podlogu saobraćajnica.
- Korištenje domaće soli za održavanje puteva je ekonomski prihvatljivije za BiH. Međutim, svijest o potrebi i podršci korištenju domaćih proizvoda nije predmet ovog rada.

## LITERATURA

1. Zijad Pašić: „Zimsko održavanje puteva“, RGGF, Tuzla, 2003 godina
2. P. Kovačević, M.Mazalović, A.Kovačević: „Prilog poznavanju svojstava i karakteristika kalcijumhlorida iz proizvodnje sode kao osnova za njegovu primjenu“. Peti međunarodni simpozijum o amonijačnoj sodi, Lukavac 1980 godina
3. Tenderska dokumentacija, SOL 97/98
4. Zagrebačke ceste, d.o.o. Tenderska dokumentacija
5. Pravilnik o održavanju cesta u FBiH (autori su: Fakultet za građevinarstvo i geodeziju Ljubljana i DCC Konsalting i inženjering Ljubljana)
6. Službene novine FBiH broj 64/09 od 17.08.2009
7. Interni materijali SOLANE Tuzla
8. Izvor: [http://www.sol.hr/sol za ceste htm](http://www.sol.hr/sol%20za%20ceste.htm).
9. Izvor: [www.salinen.com](http://www.salinen.com)
10. Hrvoje Sokol, Spomenka Škafec, Zoran Jakšić: „Primjena soli u zimskim uvjetima održavanja i njeno skladištenje“, Zagreb 2007 godina