Vpliv vrste in koncentracije kloridnih soli na luščenje betonskih elementov premostitvenih objektov zaradi zmrzovanja in tajanja

Tina Prinčič
Zvonko Cotič
Violeta Bokan-Bosiljkov

ZBS – Novosti na področju betona, Ljubljana, 24. maj 2013

VSEBINA

- UVOD
- CILJ
- TESTNE METODE
- EKSPERIMENTALNI PODATKI
- REZULTATI
- ZAKLJUČEK

UVOD

Na slovenskih avtocestah in hitrih cestah je trenutno 1.113 različnih premostitvenih objektov (*DARS*).

Sezonska povprečna poraba soli v Sloveniji na AC+HC po podatkih DARS je 12.895 ton, kar pomeni 29,02 ton soli na kilometer cestne mreže.

Robni venci in robniki so najbolj izpostavljeni propadanju betona zaradi soljenja cest. Poleg stopnje izpostavljenosti XF4 (zmrzovanje/tajanje) je armiran beton izpostavljen tudi koroziji zaradi kloridov, ki ne izhajajo iz morske vode XD3.

Sol na cestah varuje, a tudi škoduje

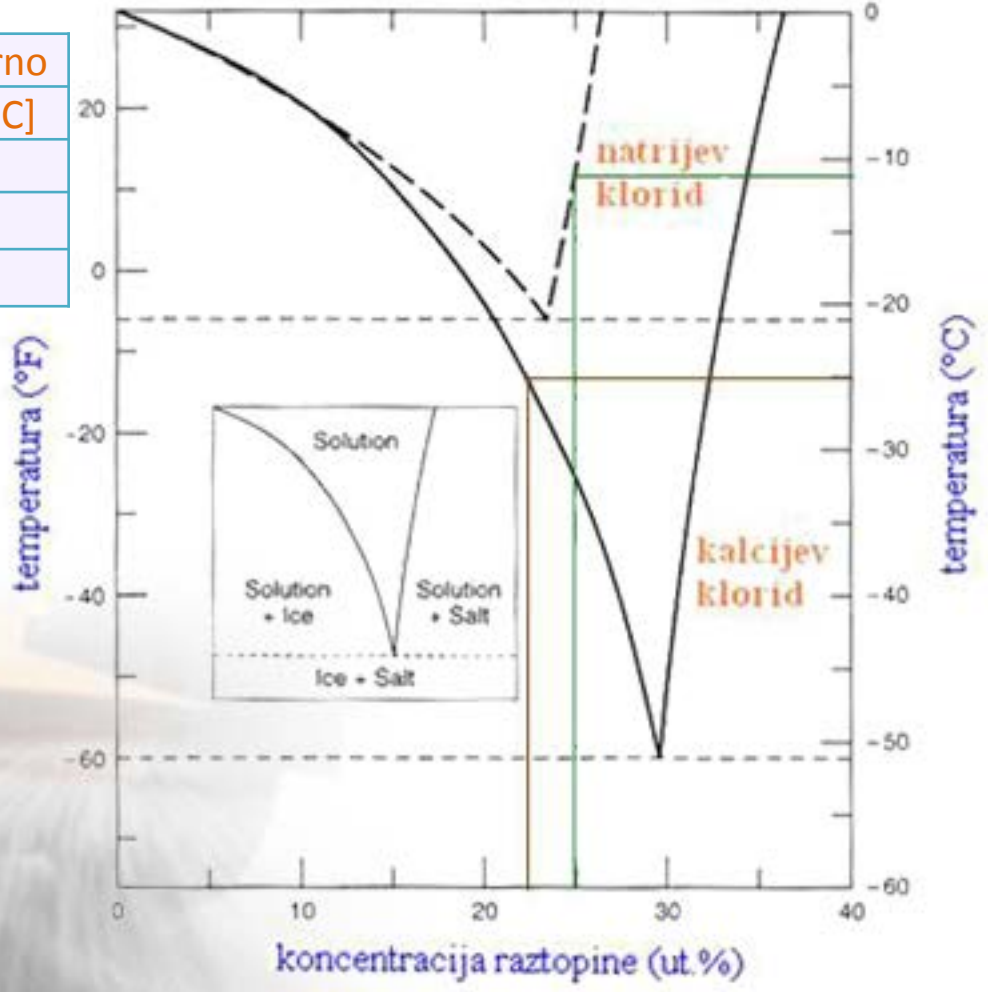
Razlog za poškodbe betona v primeru XF4:

- talilne soli sprožijo toplotni šok tik pod površino betonske plasti s hitrim tajanjem na sami površini betona,
- prisotnost soli na površini betona povzroči transport vode iz notranjosti betonskih elementov k površini (osmoza) in s tem ohranjanje kritične nasičenosti betona ali/in agregata z vodo.

Betonske varnostne ograje – luščenje betona

Za zimsko vzdrževanje cest se najpogosteje uporablja sledeče soli, ki so učinkovite v različnih temperaturnih območjih:

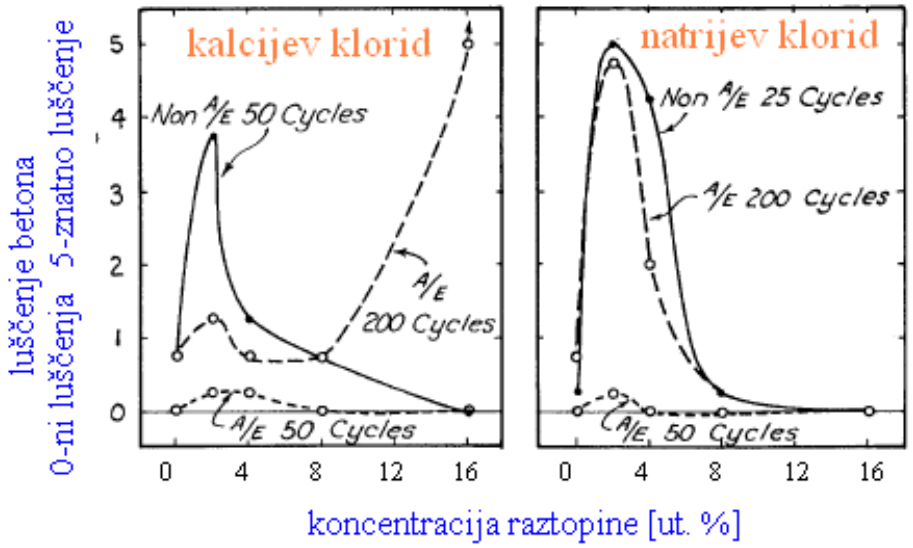
Talilna sol	Formula	Temperaturno območje [°C]
natrijev klorid	NaCl	-11
magnezijev klorid	$MgCl_2$	-24
kalcijev klorid	$CaCl_2$	-25



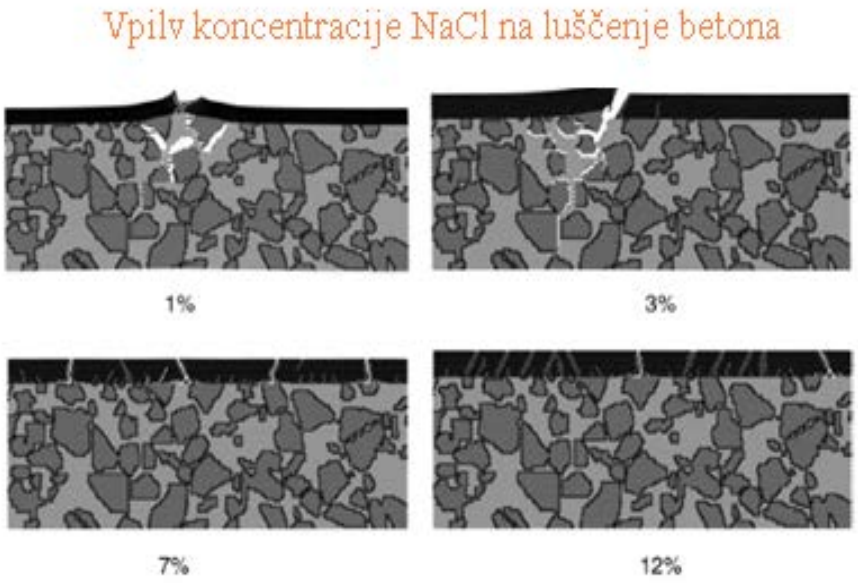
Vir: Amal Raj Jayapalan: Degradation of concrete due to deicing chemicals, 2007

Vrste in koncentracija talilnih soli

Različne vrste in koncentracije kloridnih soli imajo različen vpliv na luščenje površine betona:



Vir: G. Verbeck, P. Klieger, Studies of salt scaling of concrete, 1956

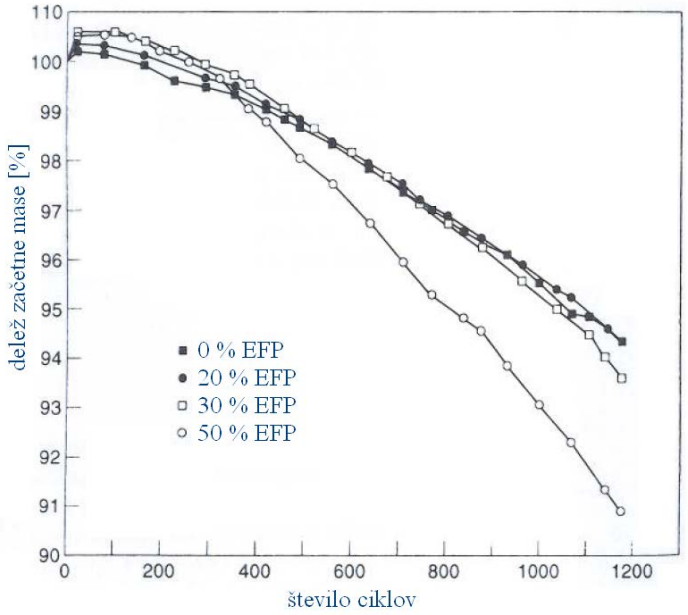


Vir: CCR 38 (2008) 27-39

Vpliv veziva na OPZT

Vpliv mineralnih dodatkov (MD) v betonu na OPZT je odvisen od procenta zamenjave cementa z MD. Le velik delež zamenjave cementa z MD lahko poslabša OPZT betona.

Raziskano je tudi, da je hitrost degradacije večja v prvih ciklih zmrzovanja/tajanja in se s časom manjša.



Vir: P. Hewlett: Lea‘s chemistry of cement and concrete, page 600

CILJ

Na slovenskih cestah se trenutno uporablja za zimsko vzdrževanje cest različne vrste in koncentracije soli. **Slovenski standard SIST 1026** za določanje OPZT določa zamrzovalni medij na osnovi 3 % razt. NaCl. Zato je namen referata prikazati:

- vpliv različnih vrst in koncentracij kloridnih soli na luščenje površine betona pri zmrzovanju/tajanju
- vpliv različnih deležev mineralnega dodatka, s katerim smo zamenjali del cementa v betonu, na luščenje površine betona pri zmrzovanju/tajanju.

TESTNE METODE

1. Preskusi na svežem betonu
   - Konsistenca, vsebnost zraka, gostota betona

2. Preskusi na strjenem betonu
   - Tlačna trdnost

3. Preiskava OPZT (odpornost površine betona na zmrzovanje in tajanje)

Vrsta talilnih soli in sestava betonskih mešanic

Oznaka raztopine	Vrsta raztopine
raztopina A	NaCl
raztopina B	$CaCl_2$
raztopina D	$MgCl_2$
raztopina C	$CaCl_2$
raztopina E	$MgCl_2$

Nizkih koncentracij (0,0517 mol Cl^-)

Visokih koncentracij

Oznaka mešanice	Sestava betonske mešanice [kg/m^3]						V/V
	Cement	MD I	MD II	SP	AER	Voda	
M1	380	-	-	3.00	0.75	167	0.45
M2	304	76	-	3.04	1.08	167	0.45
M3	190	190	-	2.28	1.58	168	0.45
M5	304	-	76	2.86	1.5	167	0.45

Rezultati svežega in strjenega betona

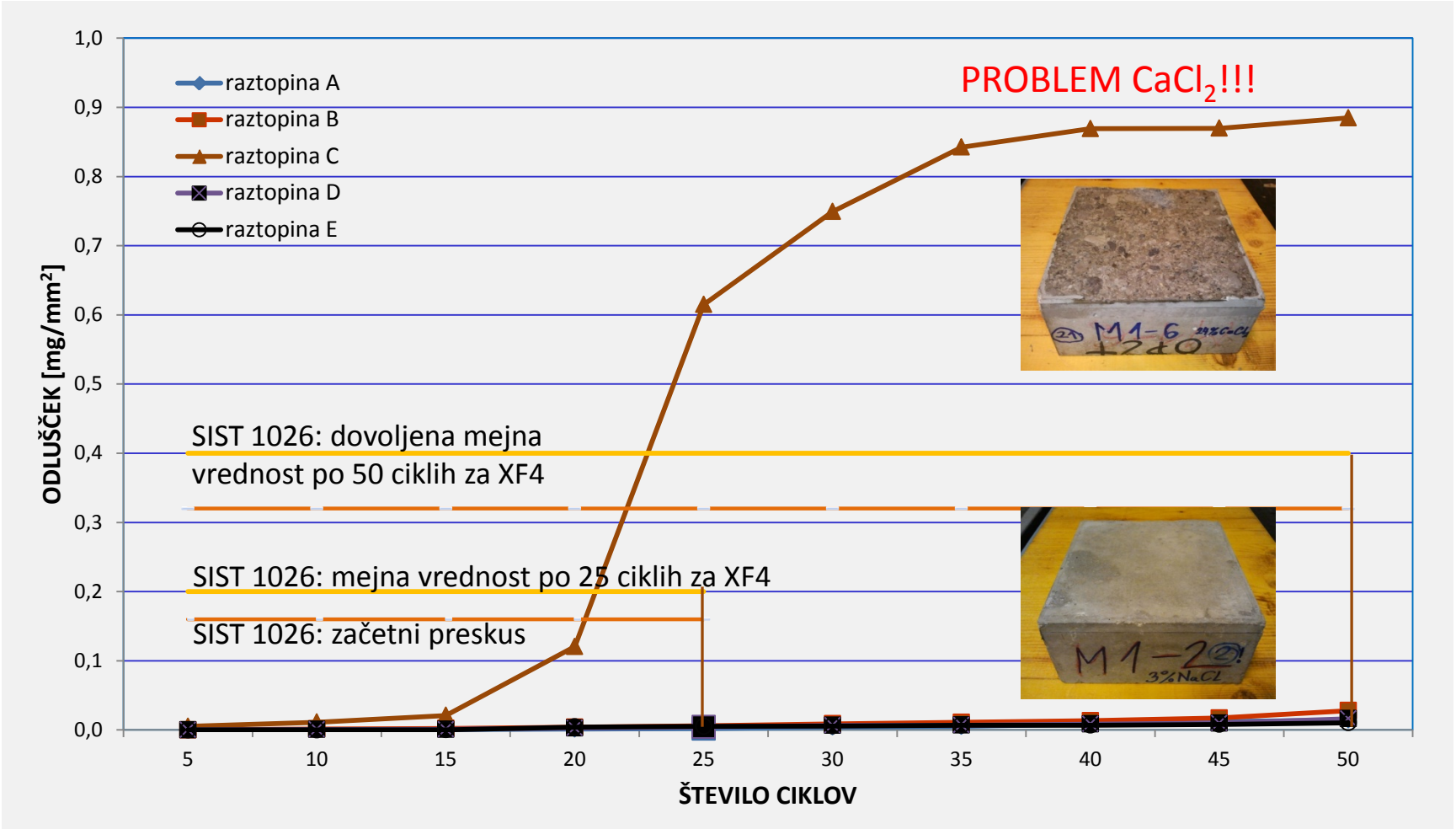
Oznaka	Posed [mm]	Vsebnost zraka [%]	Prostorninska masa [kg/m^3]	TT 28 dni [MPa]
M1	183	5.3	2384	60.5
M2	200	5.0	2353	54.5
M3	214	5.7	2283	43.6
M5	195	5.3	2308	55.2

USTREZA

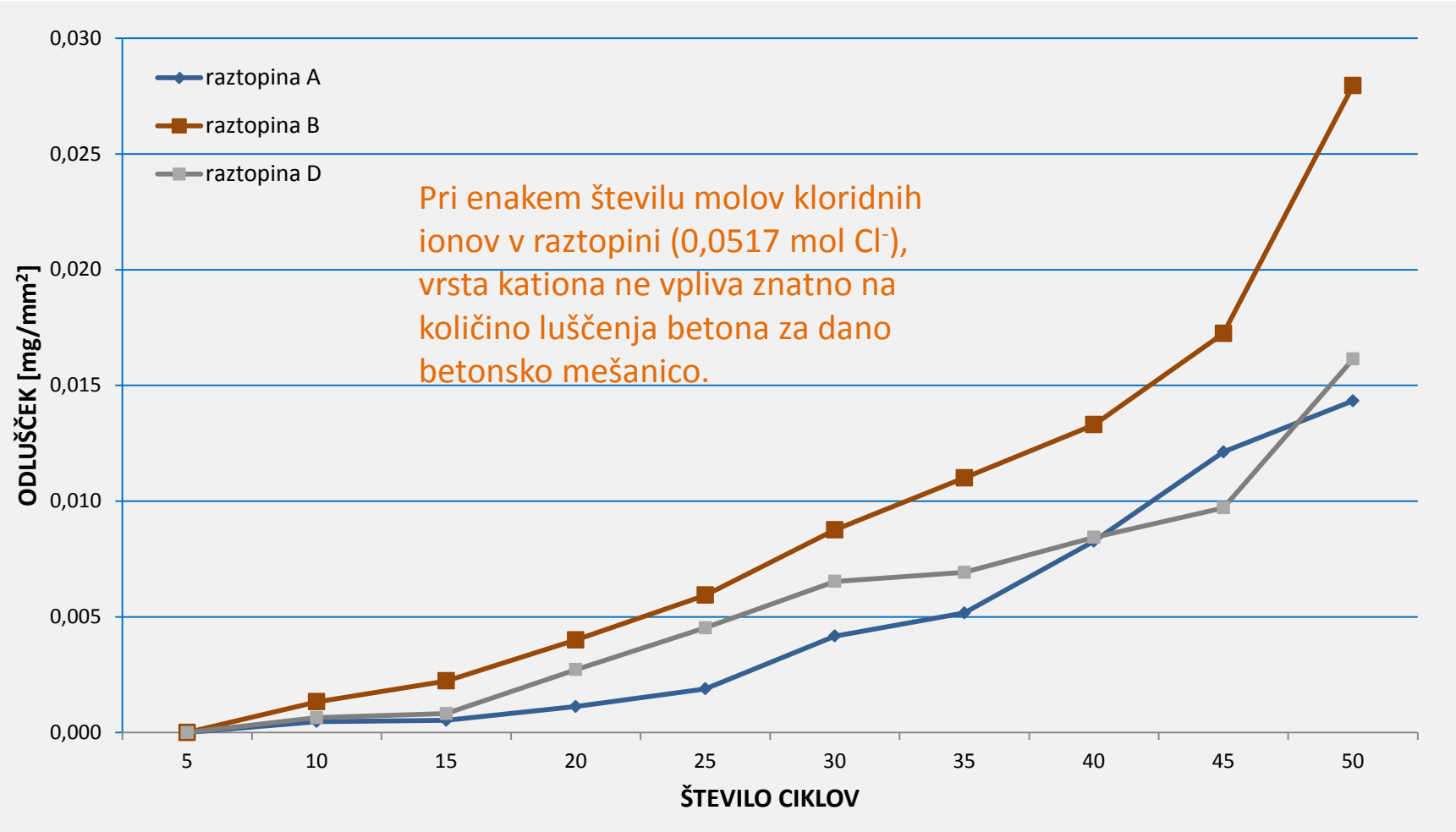
D_{max} = 16 mm ➡ priporočena mejna vrednost vsebnosti zraka v svežem betonu je med **5 in 7 %**

Dosežena visoka tlačna trdnost, kar uvršča vse betone v razred tlačne trdnosti vsaj **C 30/37**.

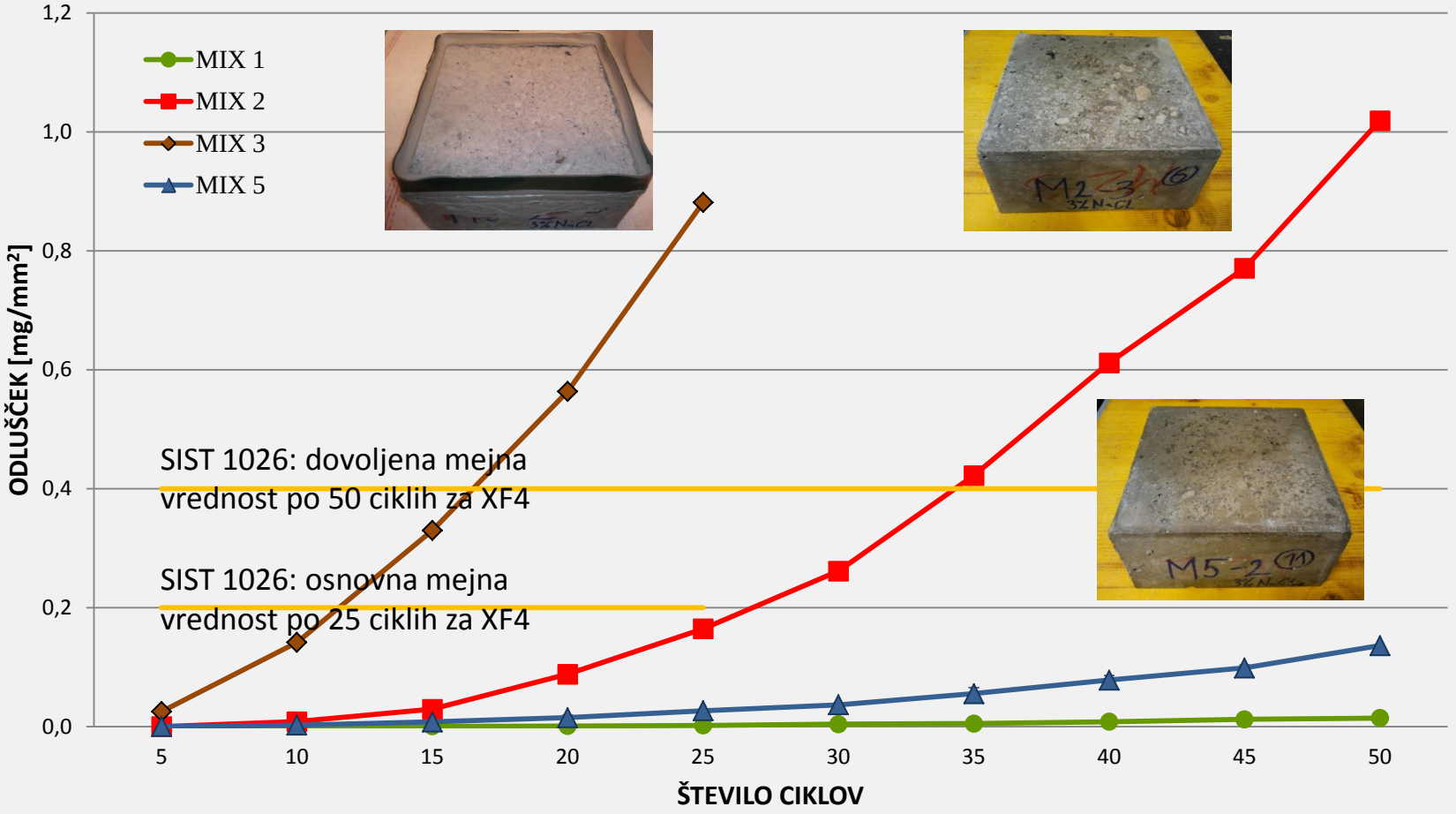
Vpliv vrste in koncentracije talilnih soli



Vpliv vrste talilnih soli pri nizkih koncentracijah



Vpliv veziva na odpornost površine betona na zmrzovanje/tajanje



ZAKLJUČEK

- Pri nizkih koncentracijah kloridne raztopine, ob upoštevanju v/v razmerja, aeriranja, zgoščenosti, nege ⇨ NI LUŠČENJA BETONA

- Pri visokih (realnih za soljenje cest) koncentracijah kloridne raztopine ⇨ PROBLEM $CaCl_2$

- Izbira veziva v betonu ⇨ VPLIVA NA LUŠČENJE BETONA

  Mineralni dodatek ni izboljšal OPZT odpornost betona,
  - pomemben je delež zamenjave klinkerja z MD,
  - potrebno opraviti začetni preskus

ZAHVALA

Janu Šircelj za pomoč pri izvajanju OPZT preskusa.

HVALA ZA POZORNOST