

strokovni članek
prejeto: 24. 11. 2000

UDK 550.4:553.63(497.4)

SEČOVELJSKE SOLINE - GEOLOŠKI LABORATORIJ V NARAVI

Bojan OGORELEC & Miha MIŠIČ

Geološki zavod Slovenije, SI-1000 Ljubljana, Dimičeva 14

Jadran FAGANELI

Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, SI-6330 Piran, Fornače 41

*Ko Pozejdon, Helios in Eol združijo svoje moči,
nam podarijo sol.*

IZVLEČEK

V prispevku so prikazani geološki in geokemijski dejavniki, ki vplivajo na procese kristalizacije soli v Sečoveljskih solinah. Te se razprostirajo ob ustju Dragonje na kakih 8 km². Na delu opuščeni se danes razprostira krajinski park z rezervatom za ptice in slanljube organizme. Sediment v solinah je glinasti melj z do 20% karbonatov in s povišano vsebnostjo organskega C (do 2%). Med izhlapevanjem morske vode se kot avtigeni minerali izločajo sadra, Mg-kalcit, halit in pirit. Posebnost solin je petola, 2 cm debela želatinasta skorja, na kateri se izloča sol. To poleg že naštetih mineralov sestavljajo še mikroorganizmi (cianobakterije in diatomeje), minerali glin in pirit. Sedimentacija v Sečoveljskih solinah je bila dokaj hitra, v poprečju 3 mm na leto, na kar sklepamo po starostnih datacijah kosov lesa iz vrtime V6 z metodo ¹⁴C. Soline so naravno evaporitno okolje oziroma geološki laboratorij, prirejen z delom človeških rok.

Ključne besede: soline, recentne usedline, kristalizacija soli, Sečovelje, Tržaški zaliv

LE SALINE DI SICCIOLE – LABORATORIO GEOLOGICO IN NATURA

SINTESI

Nell'articolo vengono presentati i fattori geologici e geo-chimici che influenzano i processi di cristallizzazione del sale nelle saline di Sicciole. Queste si estendono su un'area di 8 km², alla foce del fiume Dragogna. La parte delle saline che oggi è abbandonata, è Parco naturale e funge da riserva per uccelli ed organismi alofili. Il sedimento nelle saline è melmoso-argilloso, con un 20% di carbonati e un alto contenuto di carbonio organico (fino al 2%). Durante l'evaporazione dell'acqua di mare, vengono separati minerali autigeni come gesso, calcite di magnesio, salgemma e pirite. Una particolarità delle saline è la petola, una scoria gelatinosa spessa 2 cm, sopra la quale viene separato il sale. Oltre che dai minerali sopra citati, la petola è composta anche da microorganismi (cianofitiche e diatomee) e minerali argillosi. La sedimentazione nelle saline di Sicciole deve essere stata abbastanza veloce, in media 3 mm all'anno, dato che possiamo supporre dalle datazioni storiche di pezzi di legno effettuate con il metodo del ¹⁴C. Le saline rappresentano un ambiente evaporitico naturale, ossia un laboratorio geologico, modificato dal lavoro delle mani dell'uomo.

Parole chiave: saline, sedimenti recenti, cristallizzazione del sale, Sicciole, Golfo di Trieste

UVOD

Posebna značilnost slovenske obale v preteklih stoletjih so bile prav gotovo številne soline. Te so se razprostirale pri Žavljah in Šklednju v notranjem delu Miljskega zaliva, ob izlivu Rižane, v okolici Kopra, pri Izoli, v Strunjanskem zalivu, v Luciji pri Portorožu, poseben pomen kot največje solno polje pa so imele Sečoveljske soline. Sol še danes pridobivajo le v slednjih, saj so bile soline Fazan v Luciji zaradi graditve marine in soline pri Strunjanu opuščene pred nekaj leti, vse druge pa že v prejšnjem stoletju.

Kdaj so nastali zametki Piranskih solin, ki je skupno ime za vsa solna polja v okolici Pirana, ni znano, čeprav obstaja domneva, da so na močvirskih ravninah okrog izliva Dragonje že davno obstajale dokaj ugodne razmere za pridobivanje soli. Prvi viri o piranskih solinah segajo v 12. in 13. stoletje, obdobje, ko so si Benečani prizadevali dobiti monopol v trgovini z belim zlatom, kot so takrat poimenovali sol.

Prvotno piranska sol ni imela niti prave barve niti okusa. Pomešana je bila namreč z drobcu gline in mulja, ki je bil podlaga, na kateri je sol kristalizirala. Zato so v 14. stoletju solinarji vpeljali nov, paški, način pridobivanja soli. Iz solin na otoku Pagu so namreč prinesli petolo, do nekaj cm debelo "preprogo", ki jo grade mikroorganizmi, cianobakterije in diatomeje, sadra, kalcit in glina. Z uvedbo petole je piranska sol postala popolnoma čista.

O delu in življenju solinarjev je bilo v preteklosti precej in podrobno napisanega (Pahor & Poberaj, 1963). Zgodovinski pregled razvoja solin na slovenski obali, lepo ilustriran s številnimi starimi zemljevidi, pa najdemo v delu Žagarjeve (1991). Zato se v tem prispevku omejujemo le na geološke značilnosti in vlogo solin kot

laboratorija na prostem, narejenega z delom človeških rok, v katerem lahko natančno spremljamo potek zgoščevanja morske vode in opazujemo proces kristalizacije soli.

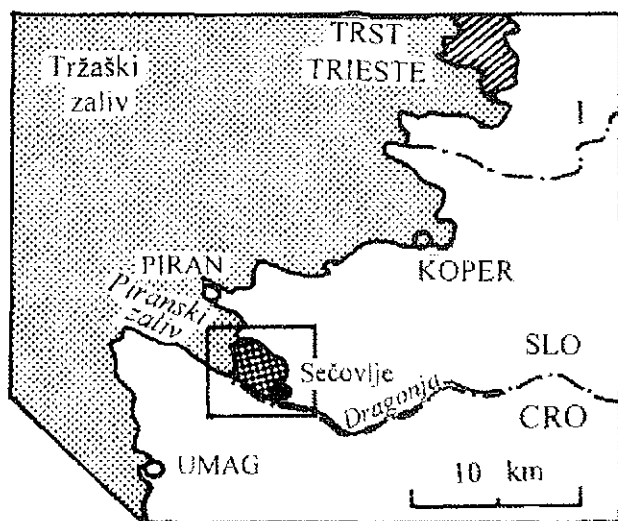
Geološke in mineraloške značilnosti Sečoveljskih solin so opisane v več člankih (Ogorelec *et al.*, 1981, 1991; Herrmann *et al.*, 1973; Golubič *et al.*, 1977; Schneider, 1979; Pezdič *et al.*, 1998; Faganeli *et al.*, 1999), njihovemu celovitemu prikazu pa je bila posvečena tudi posebna številka Proteusa (Ogorelec, 1985).

Danes so Sečoveljske soline (Sl. 1 in 2) tudi edinstven naravovarstveni rezervat za ptice in slanojube rastline. V osemdesetih letih jim je grozila enaka usoda, kot so jo doživele soline v Luciji in pri Strunjanu. Željam po opustitvi Sečoveljskih solin in njihovi preureditvi v marino, turistično naselje ter gojišče rib in školjk se je pridružila tudi ideja po tovarni soli, kjer bi pridobivali sol z uparjevanjem morske vode. Za ta projekt so bili pripravljeni že načrti in izvrtane geomehanske vrtnine. Pomena tega edinstvenega biotopa pa se je pravočasno zavedel Zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine iz Pirana, ki je skupaj s še nekaterimi institucijami z obale dosegel, da so bile Sečoveljske soline leta 1990 proglašene za krajinski park. Na opuščnem delu solin v predelu Fontanigge je bil zgrajen tudi muzej solinarstva.

SEDIMENT SEČOVELJSKIH SOLIN

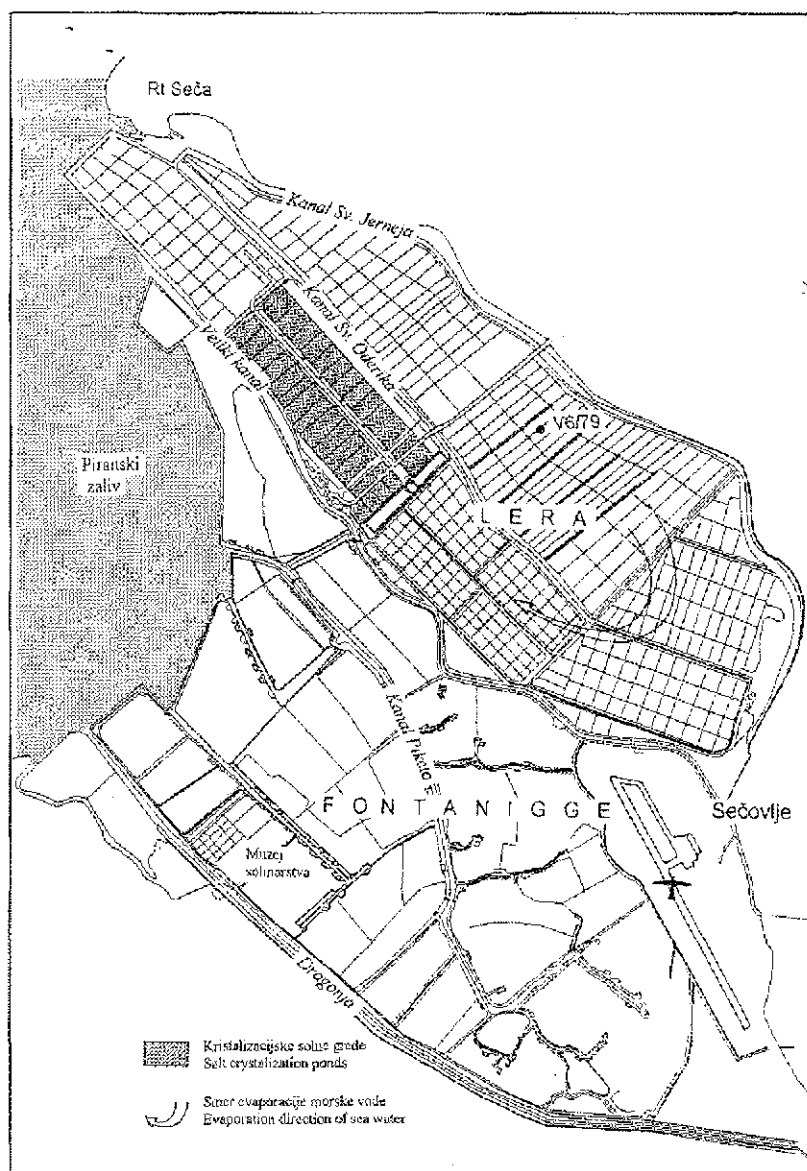
Sečoveljske soline so zgrajene na močvirski ravnici ob izlivu reke Dragonje in se razprostirajo na površini kakih 8 km². Na severu jih omejujejo flišne plasti Šavriškega gričevja, na jugu pa apnenci Savudrijskega polotoka. Recentni sedimenti v podlagi solin so debeli do 90 metrov, kar je bilo ugotovljeno z več vrtninami, napravljenimi zaradi sledenja premogovnih plasti danes že opuščene sečoveljskega premogovnika (Sl. 3). Po sestavi sedimenta ugotavljamo, da so se v zadnjih nekaj deset tisoč letih menjavali rečni nanosi prod in peska Dragonje s temnimi morskimi, brakičnimi in sladkovodnimi usedlinami glinastega mulja z bogato foraminiferno favno ter občasne in lokalne plasti "šote". Slednje nakazujejo močvirsko okolje sedimentacije (Sl. 4). Starostna izotopska analiza kosa debla iz ene izmed takšnih "šotnih plasti" v polju Lera je pokazala, da je sediment na globini 26,5 m star okrog 9300 let (Ogorelec *et al.*, 1981). Glede na ta podatek lahko ugotavljamo povprečno hitrost sedimentacije v notranjem delu Piranskega zaliva. Ta je bila skoraj 3 mm/leto, kar je približno trikrat več kot v odprtem delu Koprškega zaliva (Faganeli *et al.*, 1991; Ogorelec *et al.*, 1997).

Danes pridelujejo sol le na severnem delu Sečoveljskih solin, tako imenovanem polju Lera (Sl. 2). To polje je bilo po drugi svetovni vojni preurejeno v enotno, okrog 300 ha veliko solino s sistemom bazenov za postopno koncentracijo morske vode ter s kristalizacijskimi solnimi gredami. Fontanigge, južno polje solin,



Sl. 1: Položaj Sečoveljskih solin.

Fig. 1: Location of the Sečovelje salt-pans.



Sl. 2: Položaj Sečovejskih solin. Severno je polje Lera, na katerem danes pridobivajo sol, južno polje Fontanigge pa je opuščeno in je danes naravni rezervat za ptice in slanoljube rastline. S puščicami je nakazano gibanje morske vode in njeno postopno zgoščevanje, preden iz nje v solnih gredah kristalizira sol.

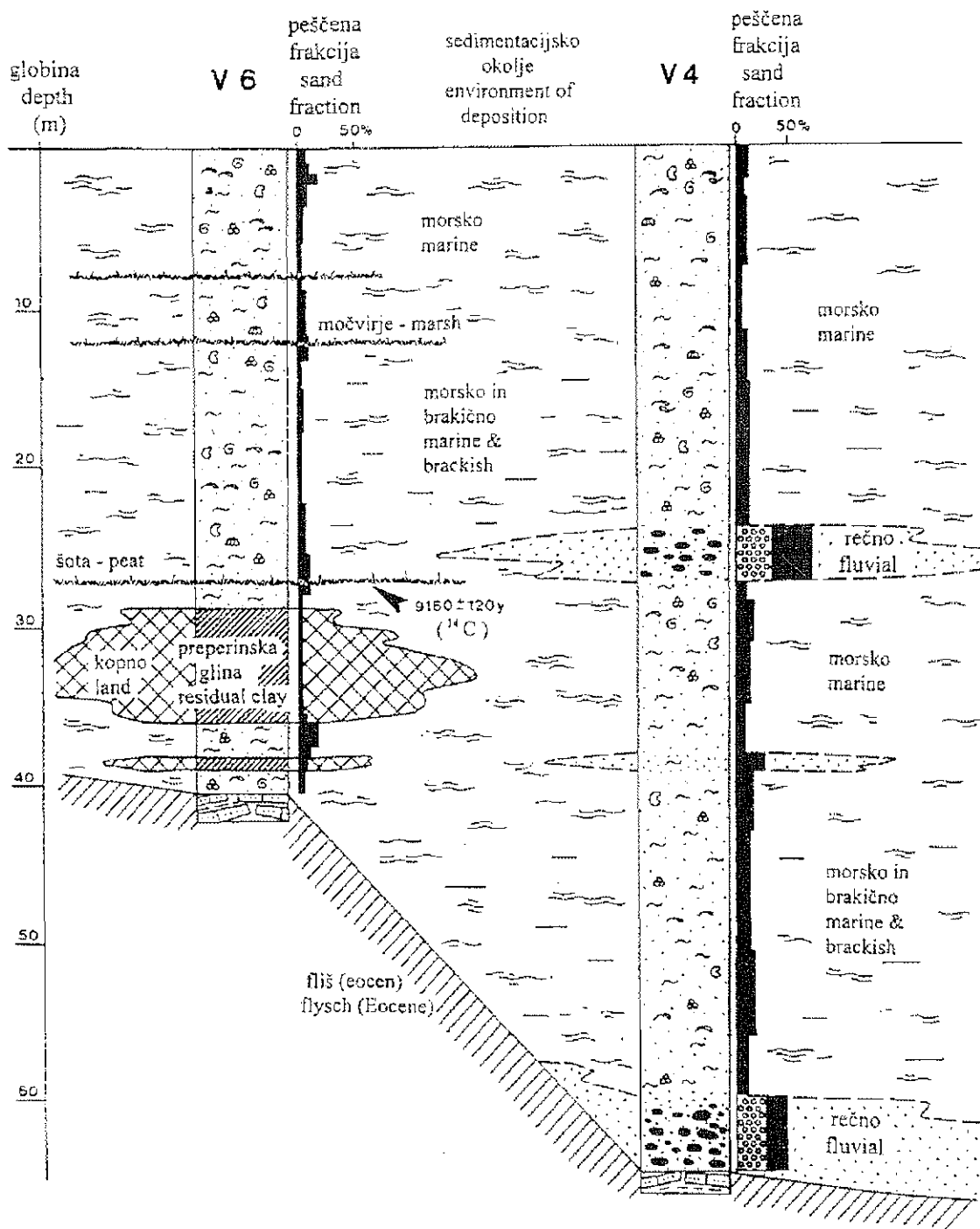
Fig. 2: Location of the Sečovlje salt-pans, with the Lera field where salt is being produced to the north, and the abandoned Fontanigge field to the south, with its nature reserve for birds and halophilous plants. Arrows indicate the movement of seawater and its gradual condensation, before salt is crystallised from it in salt beds.

je opuščeno in s 150 opuščenimi solnimi hišami sestavlja zgodovinski del krajinskega parka.

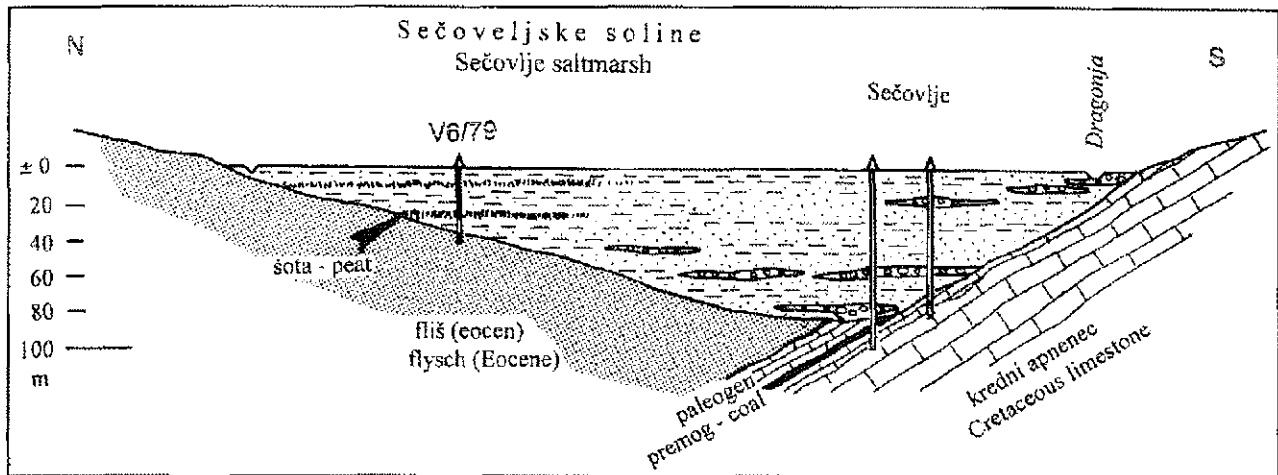
KRISTALIZACIJA SOLI

Primer zgoščevanja morske vode in kristalizacije soli v naravi v kratkem prikazujemo na primeru soline Lera v Sečovljah. Izvor natrijevih in klorovih ionov za kristalizacijo jedilne soli je morska voda, ki priteka v soline

po dovodnih kanalih. Takšen je v polju Lera kanal sv. Jerneja (Sl. 2), v opuščeni delu solin Fontanigge pa je bil še kanal Pichetto. "Izrabljena" morska voda in deževnica pa se odvajata po kanalih, ki ločijo soline od agrarnih površin. To sta kanala sv. Jerneja na severu ter Velika reka (Canal Grande) na jugu, ki sta v preteklosti rabila tudi kot plovne in transportne poti za sol. Manj opazna, a zelo pomembna skupina so razdelilni kanali. Ti so krajši in po njih se pretaka slanica iz bazenov z



Sl. 3: Shematski presek Sečovljskih solin z geološko zgradbo v njihovi podlagi.
 Fig. 3: Diagrammatic cross-section of the Sečovlje salt-pans.



Sl. 4: Litološka sestava kvartarnega sedimenta, ugotovljena z vrtinama v solnem polju Lera. Morske usedline se menjavajo z rečnim peskom in prodom, po redkih plasteh šote pa sklepamo na občasna močvirja ob ustju Dragonje v geološki preteklosti.

Fig. 4: Lithological structure of the quaternary sediment, established with the aid of boreholes in the Lera salt-field. The sea sediments alternate with riverine sand and gravel, while the layers of peat speak of possible episodic marshes along the mouth of the Dragonja river somewhere in the geological past.

manjšo koncentracijo soli v solne bazene z višjo koncentracijo in v kristalizacijske grede. Voda se po teh kanalih večidel pretaka zaradi gravitacije, v preteklosti pa so prečrpavali vodo z velikimi črpalkami na veter ali ročno.

Kemijski in fizikalni potek zgoščevanja morske vode in kristalizacije soli so v Sečovljskih solinah najbolj podrobno preučevali Herrmann in sodelavci (1973). V procesu izparevanja morske vode se slanica premešča po bazenih in vmesnih kanalih ter gre skozi štiri faze zgoščevanja. Posamezni evaporacijski bazeni merijo približno 50 x 100 metrov, globina vode v njih pa je običajno okrog 20 cm. Gladino vode zelo pogosto prekrivajo tanki filmi cianobakterij in drugih halofitnih mikroalg. Schneider (1979) ugotavlja, da v bazenih z nižjo stopnjo zgostitve med mikroorganizmi prevladujeta cianobakteriji *Oscillatoria* in *Spirulina*. V jesenskem in zimskem obdobju, ko je pridobivanje soli prekinjeno in so bazeni prazni, se površinsko blato v njih osuši in razpoka v manjše, različno oblikovane poligone.

Kot prvi mineral se v bazenih 3. stopnje izloča kalcijev karbonat v obliki nekaj μm velikih zm visokomagnezijskega kalcita in aragonita. Kristalizacija se začne zaradi prenasičenosti raztopine s Ca^{2+} ioni ter znižanja vsebnosti CO_2 in HCO_3^- zaradi aktivnosti cianobakterij in črnih kvasovk (Gunde-Cimermann, 1999).

Drugi po vrsti se izloča kalcijev sulfat - sadra ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Njeno izločanje se prične, ko slanica doseže približno petkratno zgoštev. Masivno se sadra izloča v bazenih tretje stopnje zgostitve, tik preden je

slanica prečrpana v grede, kjer kristalizira sol. Nastopa v do nekaj mm debeli skorji, ki jo grade do 2 mm veliki, prozorni do umazano beli kristali. Skorje sadre nastanejo tik pred pričetkom solinarske sezone, po končani jesenski "solni žetvi" pa se z deževnico prek zime popolnoma raztopijo.

Mineraloško najbolj zanimiva in tudi gospodarsko najbolj pomembna faza zgoščevanja slanice pa nastopa v zadnji, četrti fazi, ko je ta prečrpana v kristalizacijske grede, tako imenovane "cavedine", v katerih potem kristalizira sol. Kdaj je slanica dovolj gosta za prečrpavanje, solinarji ugotavljajo z Beaumejevim areometrom, v starih časih pa so si pri tem pomagali s preprosto metodo, ko neolupljeni krompir v slanici ni več potonil.

Kristalizacijske grede so manjše kot evaporitni bazeni in merijo okrog 10 x 20 metrov. Ob straneh imajo ozke kanale, v vogalih pa vdolbine ("fossa") za shranjevanje gostejše slanice v deževnem času.

Posebna pozornost pri žetvi soli pa je namenjena **petoli**. To je do 2 cm debela, umetno gojena in precej trda želatinasta preproga (stromatolitna plast) črne barve s povišano vsebnostjo organskega ogljika (Tab. 1). Sestavljajo jo večinoma cianobakterije in diatomeje, med katere so prepredeni kristali sadre, karbonatni minerali in v manjši meri glina. Vloga petole je dvojna. V prvi vrsti preprečuje, da se novonastali kristali halita oziroma soli ne mešajo z glinenim blatom v podlagi, poleg tega pa deluje tudi kot biološki faktor, ki zadržuje vgrajevanje nekaterih ionov, npr. železovih in manganovih, v halit. Zato je sol tudi kemijsko izredno čista, kar je še posebej pomembno v prehrabni industriji. Analiza

vsebnosti nekaterih mikroelementov kaže, da vsebuje petola v poprečju dva- do trikrat manj težkih kovin kot sediment v podlagi (Tab. 1).

Tab. 1: Vsebnost organskega ogljika (%) in nekaterih težkih kovin ($\mu\text{g/g}$) v petoli in sedimentu Sečoveljskih solin. (Kovine - radioaktivacijska analiza, P Stegnar, 1981).

Tab. 1: The organic carbon content (%) and the content of some heavy metals ($\mu\text{g/g}$) in the petola and the sediment of the Sečovlje salt-pans. (Metal - radioactivation analysis, P. Stegnar, 1981).

Vzorec/ Sample	C _{org}	As	Cd	Co	Cu	Sb	Zn
Petola	3,6-6,2	3,8	0,13	6,6	14,2	0,21	44,2
Sediment	0,4-1,6	10,4	0,62	16,7	39,6	0,25	89,6

Solinarji z lesenimi strgali grabijo sol večkrat dnevno, ko njeni kristali dosežejo velikost okrog 1 mm. Pogostnost "solne žetve", kot tudi imenujejo pridobivanje soli, je odvisna predvsem od vremenskih razmer. Višja temperatura in predvsem veter pospešujeta izhlapevanje slanice in izločanje soli. Preostalo oziroma "izrabljeno" slanico solinarji v končni fazi preusmerijo v odtočne kanale, ki so speljani ob robovih bazenov, te pa napolnijo s svežo koncentrirano slanico.

Petolo pred vsako solinarsko sezono skrbno obnavljajo, tako da vdolbine izravnavajo s presejanim morskim blatom, bogatim z mikroorganizmi, ki ga občasno vlažijo z morsko vodo. Solinarji ta proces obnavljanja petole imenujejo "gnojenje". Po približno 20 dneh se blato zgosti in mikroorganizmi se povežejo s staro skorjo petole. Kljub umetnemu posegu človeka pri nastajanju petole so biokemični procesi močno odvisni od okoljskih faktorjev in se v veliki meri približujejo razmeram, kot vladajo v naravnih evaporitnih okoljih. Schneider (1979) ugotavlja, da med mikroorganizmi v sečoveljski petoli prevladuje cianobakterija *Microcoleus chthonoplastes*, ki je ena najbolj trdoživih vrst in je sposobna preživeti tudi desetkratno slanost morske vode. Sediment pod petolo je prvih nekaj cm zaradi drobno-dispergirane pirit in organske snovi še črne barve. Pirit se javlja v nekaj do 50 μm velikih kroglastih zrnih (framboidih) in se izloča zaradi aktivnosti sulfatnih bakterij pri nastanku sadre. Po sestavi je sediment meljasta glina z okrog 20% karbonata in do 2% organskega C. To črno blato, bogato s sadro in mikroalgami, se danes v veliki meri uporablja kot naravna aktivna glina v kozmetiki (fango). Pod to prehodno plastjo pa je sediment zelenkasto siv oziroma enak, kot ga najdemo v drugih solnih gredah z nižjo stopnjo zgoščevanja morske vode. Tudi to je mejasta glina z večjo ali manjšo vsebnostjo lupin školjk, polžev, ostrakodov, ehinodermov in foraminifer. Fosilni skeleti organizmov kažejo na pretežno morsko in občasno brakično okolje sedimentacije.



Sl. 5: Kristali soli z lepo razvitimi kockami. (Foto: V. Mikuž).

Fig. 5: Salt crystals with nicely formed hexahedrons. (Photo: V. Mikuž).

Sečoveljske soline so idealno, kljub človekovim posegom praktično naravno okolje, v katerem lahko nemoteno preučujemo mehanizem, fizikalno-kemične parametre in vlogo mikroorganizmov pri kristalizaciji evapornih mineralov, kot sta sadra in halit oziroma jedilna sol. Zato so soline edinstven mineraloški laboratorij na prostem.

Tabla 1/Plate 1:

Sl. 6: Sečoveljske soline se razprostirajo na poplavni ravnici Dragonje. V ospredju je opuščeni del solin - Fontanigge. (Foto: T. Makovec).

Fig. 6: The Sečovlje salt-pans are situated in the Dragonja's floodplain. In the foreground there is the abandoned part of the pans - Fontanigge. (Photo: T. Makovec).

Sl. 7: Po dovodnih kanalih se sveža morska voda pretaka v velike grede, kjer pričinja njeno izhlapevanje. (Foto: T. Makovec).

Fig. 7: Fresh seawater is brought along conduit channels to the large beds, where its evaporation begins. (Photo: T. Makovec).

Sl. 8: Kristalizacijski bazeni, v katerih se iz slanice izloča sol. (Foto: T. Makovec).

Fig. 8: Crystallisation basins, where salt is extracted from brine. (Photo: T. Makovec).

Sl. 9: Vsak od kristalizacijskih bazenov ima vdolbine ("fossa"), v katere solinarji shranjujejo slanico v primeru dežavja. (Foto: T. Makovec).

Fig. 9: Every crystallisation basin has special hollows - the so-called fossas - where brine is stored in cases of rain. (Photo: T. Makovec).

Sl. 10: "Žetev" soli v poletni sezoni. (Foto: B. Ogorelec).
Fig. 10: "Harvest" of salt during the summer season. (Photo: B. Ogorelec).

Sl. 11: Belo zlato čaka v kupih na svojo nadaljnjo usodo. (Foto: B. Ogorelec).

Fig. 11: The white gold waits, for its further fate. (Photo: B. Ogorelec).

Tabla 2/Plate 2 (Foto/Photo: T. Makovec):

Sl. 12, 13: Le najbolj trdožive halofitne rastline uspevajo v solinskem blatu.

Figs. 12, 13: In the salt-pan silt only the most tenacious halophilous plants can survive.

Sl. 14, 15: Morsko blato z značilnimi izsušitvenimi razpokami in poligoni.

Figs. 14, 15: Sea mud with its characteristic mud-up cracks and polygons.

Sl. 16: Zapuščene hiše so priče preteklega življenja v solinah.

Fig. 16: The abandoned houses are witnesses of the past life in the salinas.

Sl. 17: Soline se pripravljajo k spanju.

Fig. 17: The salt pans are getting ready to fall into a slumber.

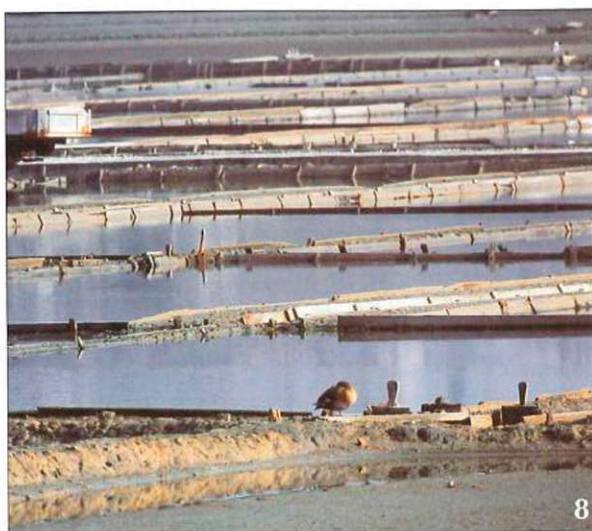


TABLA 1 / PLATE 1

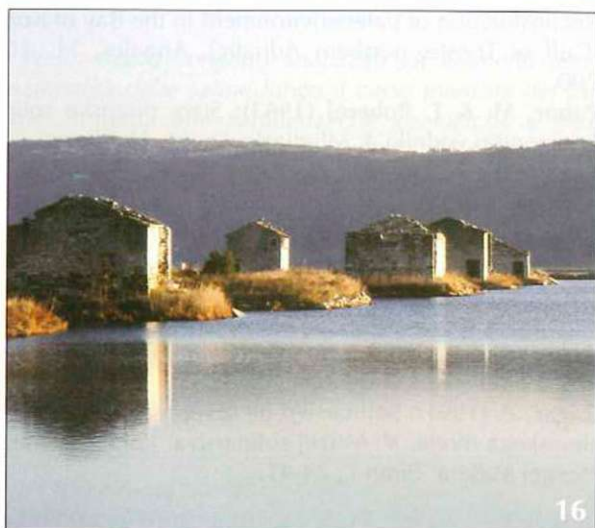


TABLA 2 / PLATE 2

THE SEČOVLJE SALT-PANS - A GEOLOGICAL LABORATORY IN NATURE

Bojan OGORELEC & Miha MIŠIČ

Geological Institute of Slovenia, SI-1000 Ljubljana, Dimičeva 14

Jadran FAGANELI

Marine Biological Station, National Institute of Biology, SI-6330 Piran, Fornače 41

SUMMARY

The article presents the geological and geochemical factors effecting the processes of crystallisation at the Sečovlje salt-pans. Part of the salt-pans complex that cover some 8 km² along the mouth of the Dragonja river has been abandoned and turned into a landscape park with a reserve for birds and halophilous organisms. The sediment in the pans consists of fine argillaceous sand with up to 20% carbonates and the increased organic C content (up to 2%). During the evaporation of seawater, gypsum, Mg-calcite, halite and pyrite are formed as authigenic minerals. One of the special features of the salt-pans is the petola, some 2 cm thick gelatinous crust, on which salt is extracted. Apart from the above-mentioned minerals, the Sečovlje salt consists of microorganisms (cyanobacteria and diatoms), clay minerals and pyrite. The sedimentation at the pans has been fairly rapid, i.e. 3 mm per year, based on ¹⁴C analysis of pieces of wood from the V6 borehole. The Sečovlje salt-pans delineate a natural evaporitic environment or a kind of geological laboratory in nature, adapted with the work of human hands.

Key words: salt-pans, recent sediment, crystallisation of salt, Sečovlje, Gulf of Trieste

LITERATURA

- Faganeli, J., R. Planinc, J. Pezdič, B. Smodiš, P. Stegnar & B. Ogorelec (1991): Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): geochemical aspects. *Mar. Geol.*, 99, 93-108.
- Faganeli, J., J. Pezdič, B. Ogorelec, T. Dolenc & B. Čermelj (1999): Salt works of Sečovlje (Gulf of Trieste, northern Adriatic) - a sedimentological and biogeochemical laboratory for evaporitic environments. *Rud. met. zb.*, 46(3), 491-499.
- Golubič, S., T. Le Campion-Alsumard & J. Schneider (1977): The salt works of Sečovlje (Portorož, Yugoslavia), a natural model for geochemistry and microbiology of evaporitic environments. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 24, 125-126.
- Gunde-Cimerman, N. (1999): Črne kvasovke v hipersalinih vodah solin Seča. 2. kongr. mikrobiologov Slovenije. Ljubljana, 239-240.
- Herrmann, A. G., D. Knake, J. Schneider & H. Peters (1973): Geochemistry of modern seawater and brines from salt pans: main components and bromine distribution. *Contr. Mineral. and Petrol.*, 40(1), 1-24.
- Ogorelec, B. (1985): Sečovlje soline v očeh geologa. *Proteus*, 48(3), 93-98.
- Ogorelec, B., M. Mišič, A. Šercelj, F. Cimerman, J. Faganeli & P. Stegnar (1981): Sediment Sečovlje soline. *Geologija*, 24(2), 179-216.
- Ogorelec, B., M. Mišič & J. Faganeli (1991): Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Sedimentological aspects. *Mar. Geol.*, 99, 79-92.
- Ogorelec, B., J. Faganeli, M. Mišič & B. Čermelj (1997): Reconstruction of paleoenvironment in the Bay of Koper (Gulf of Trieste, northern Adriatic). *Annales*, 11, 187-200.
- Pahor, M. & T. Poberej (1963): Stare piranske soline. Spomeniški vodniki 4, Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Pezdič, J., T. Dolenc, J. Faganeli, N. Ogrinc & A. Vukovič (1998): Evaporitic effects on the salt pans (Adriatic, Slovenia). *Rud. met. zb.*, 45(1-2), 145-148.
- Schneider, J. (1979): Stromatolitische Milieus in Salinen der Nord-Adria (Sečovlje, Portorož, Jugoslawien). In: Krumbein, W. E. (ed.): *Cyanobakterien-Bakterien oder Algen? Oldenburger Symposium über Cyanobakterien*, 1977, Universität Oldenburg, 93-106.
- Žagar, Z. (1991): Solinarstvo na severovzhodni obali Jadranskega morja. V: *Muzej solinarstva. Pomorski muzej "Sergej Mašera" Piran* 7, 24-41.