

Raziskave korozijskih plasti vzorcev železnodobne čelade iz Podzemlja z metodo SEM-EDS

Nataša Nemeček, Narodni muzej Slovenije

Andrea Martín Pérez, Paleontološki inštitut Ivana Rakovca ZRC SAZU

Lucija Grahek, Inštitut za arheologijo ZRC SAZU

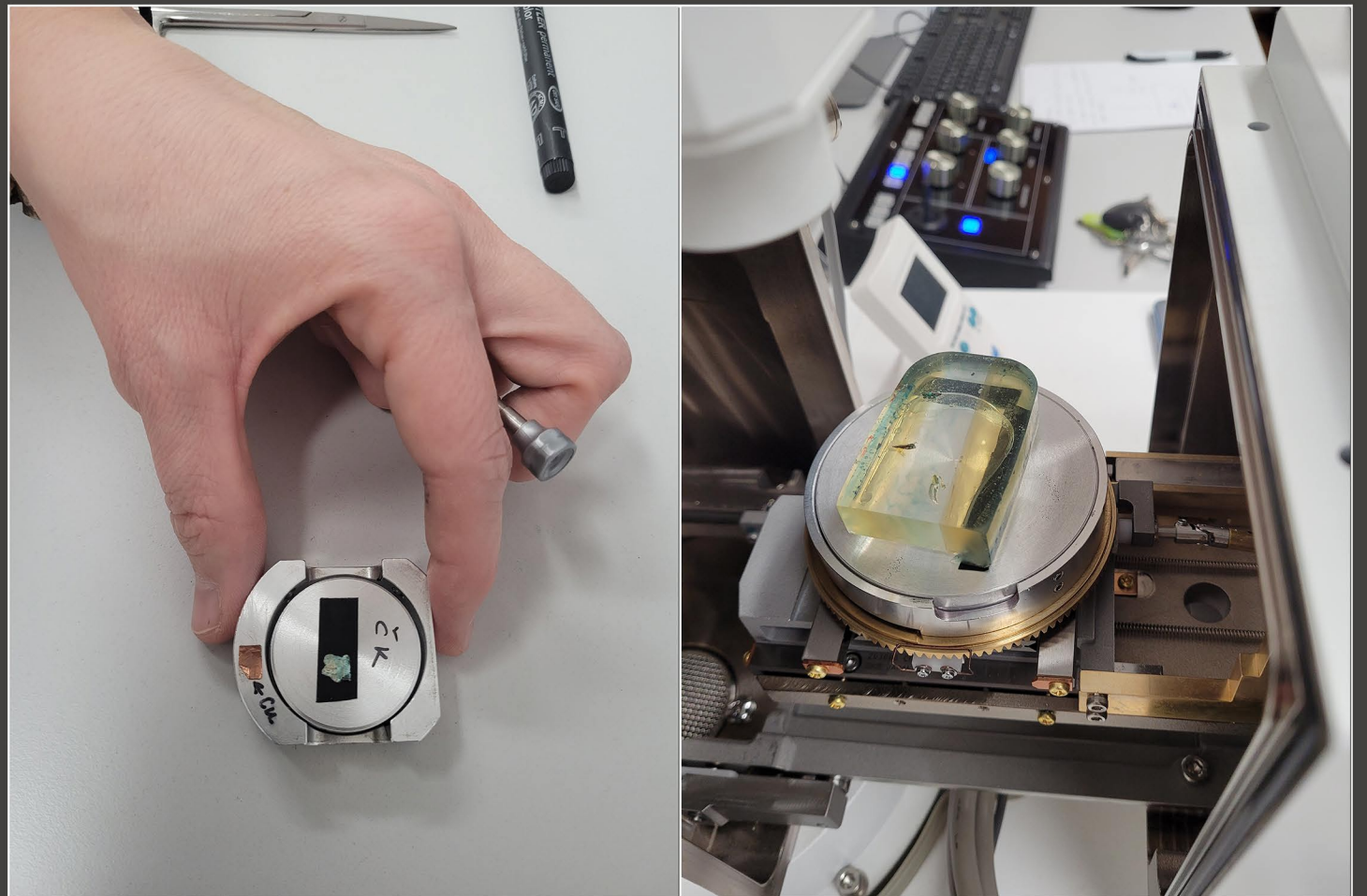
Korodiranje arheoloških predmetov iz bron (zlitine bakra in kositra) poteka po zapletenih mehanizmih, odvisnih od sestave kovine in okolja, v katerem se predmet nahaja. Ob tem nastajajo različni korozijski produkti bakra in kositra, kot so npr. kuprit (Cu_2O), malahit ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$), kasiterit (Sn_2O) ipd. Identifikacija in stratigrafska razporeditev korozijskih produktov sta pomembni zato, da lažje ugotovljamo stanje predmeta.

Neporušne raziskave pogosto ne zagotavljajo celovitih informacij o predmetu, zato smo se odločili, da s čelade vzamemo dva vzorca – z grebena kalote in krajca. Oba fragmenta smo najprej analizirali z rentgensko fluorescenčno spektrometrijo (XRF-EDS) in nato še z vrstičnim elektronskim mikroskopom z energijsko disperzivnim spektrometrom (SEM-EDS). Pri analizah površine obeh vzorcev z metodo XRF smo ugotovili visoko vsebnost kositra na površini, ki je posledica selektivnega raztapljanja bakra iz osnovne kovine. Oba vzorca, zalita v dvokomponentno smolo, smo nato analizirali še z metodo SEM-EDS.

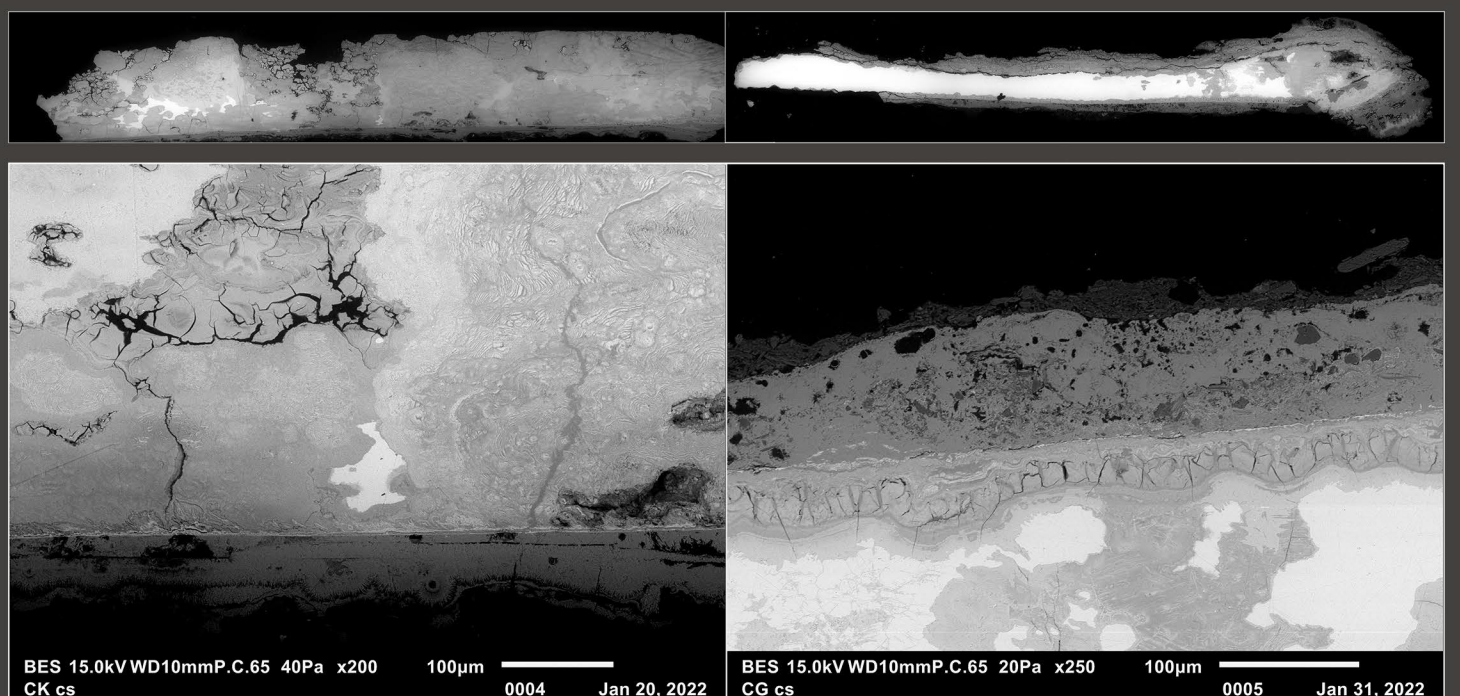
Stratigrafska razporeditev korozijskih produktov vzorca s krajca je bila zelo nedefinirana, lepo pa so bile vidne korozijske plasti vzorca z grebena. Po Robbioli lahko korozijo bron razdelimo v dva tipa. Za korozijo tipa I je značilna enakomerna svetleča se površina, ki jo označujemo z izrazom plemenita patina. V prerezu ima dvojno strukturo – zunanjo z bakrovimi korozijskimi produkti in površino, »obogateno« s kositrovimi korozijskimi produkti, ter notranjo Cu-Sn strukturo. Za korozijo tipa II pa je značilna neenakomerna površina z debelejšimi korozijskimi plastmi. V prerezu ima trojno strukturo: zunanjo z bakrovimi produkti, vmesno z bakrovimi oksidi in notranjo Cu-Sn strukturo.

Glede na strukturo korozije vzorec z grebena čelade lahko uvrstimo v tip I z dvojno strukturo. Kovinsko jedro vsebuje višji odstotek bakra (65,75%) in manjši odstotek kositra (8,63%), sledi plast kuprita, prisotni pa so tudi kloridi, nad njo je plast z izrazito interkristalno korozijo, obogatena s kositrom in kositrovimi oksidi, ki označujejo mejo originalne površine. Ta plast je izjemno porozna in nestabilna. Vzorec s krajca ima manj definirane plasti in slabše ohranjeno Cu-Sn-Pb kovinsko jedro. V korozijskih plasteh so prisotni bakrovi in kositrovi oksidi ter aluminij in silicij iz glinene zemlje.

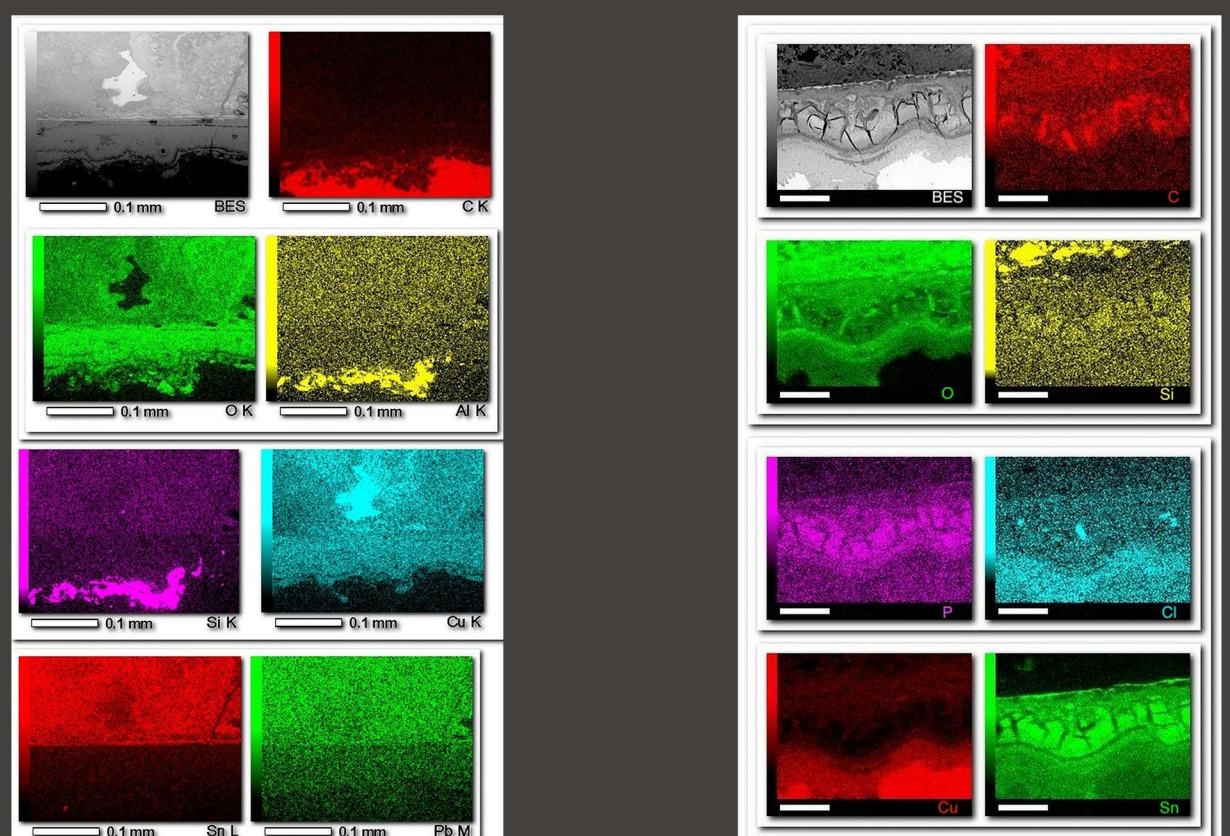
Analize z metodo SEM-EDS so nam omogočile boljše razumevanje korozijskih mehanizmov, kar bo v veliko pomoč pri načrtovanju konservatorsko-restavratorskih postopkov in zagotavljanju ustreznih razmer hranjenja ali razstavljanja po zaključenih posegih.



Vzorca s krajca in grebena čelade v dvokomponentni smoli



SEM posnetek vzorcev s krajca in grebena čelade



Razporeditev elementov v obeh vzorcih