

Proces konservacije železnih najdb v I.R.R.A.P

Pri prezentacijah *'in situ'* je treba biti zlasti pozoren, ko imamo opraviti z občutljivimi gradivi, kot so poslikani in navadni ometi, mozaične površine, občutljivejši estrihi, kamniti likovni elementi, zrahljana tla in rahli zidovi. V takih primerih je treba računati na prezentacijo v delno ali popolnoma kritih oziroma zaprtih sistemih. Le tako bomo gradivo ohranili nepoškodovano in neogroženo.

Z estetskega vidika osvetlimo še problem onduliranih površin. Zlasti so to najdbe v prostorih z ostalinami večfaznih gradenj ali hipokavstom. V teh primerih je prišlo praviloma do posedanj (Ptuj, Ljubljana, Izola, Oglej, ...). Konservacija take oblike nujno povzroči nekatere občasne ali trajne nevšečnosti (nesnaga, usedline, koncentracija mikroorganizmov, vegetacija, ...) v konkavnih delih. V primerih, ko ni opravljeno ustrezno temeljenje z izolacijo ob začasni premestitvi mozaika, pa prihaja še do morebitnih izsoljevanj, tektonskih premikov ter s tem do pokanja, inkrustacij in podobno.

Mozaik je bil vedno ravna hodna površina, zato se zdi vztrajanje pri zatečeni valoviti obliki tudi z etičnega vidika nekoliko prisiljena rešitev. Kajti zidove smo pripravljeni rekonstruirati, pri talnem elementu pa želimo ohranjati konservativno varianto (Emona, ...).

Zaradi praktičnih posledic je restavratorska stroka bolj naklonjena prezentaciji prvotne, ravne oblike. Sicer bi morali denimo zidove in stropove, ki se porušijo na tla, konservirati in prezentirati v zatečenem stanju, ne pa jih odstranjevati in prezentirati ostanke nekje drugje. Vztrajanje pri prvotni obliki ima, kot že rečeno, tudi čisto praktične prednosti pri vzdrževanju prezentiranih spomenikov.

Na te ali podobne probleme so opozarjali že mnogi avtorji objavljenih in neobjavljenih gradiv. Namen tega članka je obuditi nekatere znane pobude ter vzpodbuditi razmišljanja o novih možnostih in vidikih, ki jih narekujejo opisani pogledi. Zlasti pa moramo nujno poskrbeti za krepitev ustrezno šolanega restavratorskega kadra, ker bo le tako mogoče zagotavljati gradivu ustrezno obdelavo ter nadaljnji obstoj.

Ivan Bogovčič

Konservacija arheoloških predmetov se je v zadnjih 40. letih iz preprostega rokodelstva razvila v sestavni del arheologije. Zahteva tako visoko stopnjo ročne spretnosti, kot tudi razumevanje procesa moderne arheologije, poznavanje materialne kulture, zgodnje tehnologije in vseh možnih metod za ohranjanje in prikaz originalne površine predmeta. Delo konservatorja mora biti podprto z analitičnimi raziskavami znanstvenikov. Znanstveno mora oblikovati vprašanja in v pravilnem kontekstu razlagati odgovore.¹

Konservacija arheološkega železa v delavnici je ena izmed najtežjih in problematičnih nalog za konservatorja. Za noben drug material ni bilo predlaganih in preizkušanih toliko konservatorskih metod in tehnik, kot za železo.

V lanskem letu mi je Oddelek za arheologijo Filozofske fakultete v Ljubljani omogočil enomesečno gostovanje v *Institut de Restauration et de Recherches Archeologiques et Paleometallurgiques Compiègne* v Franciji. Konservatorska delavnica te ustanove je bila ustanovljena na pobudo arheologov 1977. leta. Ustanova je privatno organizirana in njeni lastniki so stalno zaposleni v njej. Na področju konservacije kovinskih najdb je ena izmed vodilnih delavnic v Franciji. Bralkam in bralcem želim predstaviti njen konservatorski proces pri obravnavi arheološkega železa in materiale, ki jih uporabljajo.

1. Prva dokumentacija

Inventarna knjiga

Vsak predmet dobi ob sprejetju inventarno številko. Poleg nje je zabeležen datum sprejetja in ime naročnika.

Mapa naročnika

V njej so zbrane vse poslovne listine med naročnikom in delavnico, predlogi konservatorskega procesa nekega predmeta, njegova vrednost in opis stanja ob prevzemu.

Črno-bela fotografija predmeta

Kadar je predmet izredno redek in tehnološko zanimiv, se naredi dia-posnetek in barvna fotografija.

Za boljše razumevanje sledečih delovnih postopkov je potrebno zapisati nekaj osnovnih informacij o naravi železa, korozijskega procesa in njegovih pojavnih oblikah.

Narava železa²

Čisto železo je srebrno bela, zelo mehka, magnetna, vlečna kovina. Njeno tališče je pri 1530°C, vrelišče pri 3000°C. Na vlažnem zraku oksidira in se spremeni v mineral. V elementarnem stanju ga redko najdemo. Navadno je takrat pomešano z majhnimi količinami nikla, nahaja se v meteoritih. Najpomembnejše železove rude so: hematit (Fe_2O_3), magnetit (Fe_3O_4), limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{aq}$), siderit (FeCO_3) in pirit (FeS_2).

Na lastnosti železa najbolj vpliva prisotnost ogljika. Glede na njegovo količino razlikujemo surovo, belo in sivo lito železo. Surovo vsebuje 1,7% ogljika in ga mehansko ni možno obdelovati, niti toplo niti hladno. Belo lito železo nastane s hitrim ohlajanjem surovega železa. Služi za pridobivanje jekla. Sivo lito železo nastane s počasnim ohlajanjem surovega železa. Uporablja se za ulivanje predmetov. Jeklo je zlitina železa, ogljika (do 1,7%) in drugih elementov. Pridobiva se s prečiščevanjem tekočega surovega železa.

Lastnosti železa:

- pri žarenju na zraku prehaja v magnetit,
- v solni kislini se topi v železov(II)klorid,
- topi se v solitni in žvepleni kislini,
- na suhem zraku ostaja nespremenjen,
- pod vplivom vlage in kisika začne rjaveti.

Nastajanje korozije in njene pojavne oblike

Katalizatorja korozijskega procesa sta vlaga in kisik. Železo se pod njunim vplivom spreminja v okside in hidrokside ter prehaja v naslednje kemične spojine, kloride in sulfate. Arheološki železni predmeti so prinešeni h konservatorju v več ali manj korodirani obliki. Nastanek korozijskih produktov je odvisen od korozijskega okolja, v katerem je bil predmet zakopan, in od sestave ter obdelave kovine. Uspeh konservacije je odvisen od poznavanja različnih korozijskih pojavov, njihovega nastanka in kemičnih lastnosti³.

Korozija brez kloridov

Če je predmet ležal v vlažnih tleh, je kisik napadel železo. Proizvod tega so železovi oksidi, hidroksidi in karbonati. Ta rdeče rjava skorja je vodopropustna, kar omogoča nadaljnje reakcije s kovino. Korozijski proces je zaključen takrat, ko je kovinsko jedro popolnoma spremenjeno v korozijske produkte.

Kloridna korozija

Prisotnost soli (NaCl) v vlažnih tleh pospešuje propad kovine. Sol reagira neposredno na kovinski površini v železov(III)klorid. V vodi je topen in tvori solno kislino, ki spet napade kovino ter tvori nove železove kloride. Predmet se začne luščiti, prvotna površina predmeta se izgublja. Pravo časovno bombo pa predstavljajo železovi oksikloridi (FeOCl). V vodi so netopni, pod vplivom vlage prehajajo v železov hidroksid (FeOOH) in železov(III)klorid. LE Z ODSTRANITVIJO CELOTNE KOLIČINE KLORIDOV SE DOSEŽE STABILNOST PREDMETA.

Elektrokemična korozija

Vzrok je kontakt dveh različnih kovin. Tvorijo se mesta z različnim električnim potencialom. Pri tem reagira manj žlahtna kovina v prid žlahtnejše. Ta oksidira šele takrat, ko je kovinsko jedro nežlahtne kovine popolnoma spremenjeno v korozijske produkte.

Medkristalna korozija

Vzdolž kristalnih mej in napetostnih razpok pride do medkristalne korozije, katere vzrok je nehomogena kristalna sestava železa.

Bakterijska korozija

Razvije se v okolju, kamor kisik nima dostopa. Korozijo povzroča delovanje bakterij, ki reducirajo sulfate v železove(II)sulfide, kateri napadejo kovinsko površino. Takšen predmet je obarvan črno.

Opečno rdeča plast

Če je železo razgreto pri temperaturi okoli 200°C, nastaja pri tem gosta, opečno rdeča, hematitna plast. Zaradi čvrstosti in gostote ščiti predmet pred korozijo. Vzrok morebitne korozije, ki se tvori pod njo, predstavljajo majhne razpoke v njej. Zaradi nastalih napetosti se začne predmet luščiti.

Delitev železnih najdb, glede na stopnjo korozijskega procesa:

1. Predmeti z neznatno korozijsko plastjo, originalna površina leži na kovinskem jedru.
2. Predmeti z debelimi korozijskimi plastmi, pod in nad originalno površino. Kovinsko jedro je ohranjeno.
3. Predmeti popolnoma spremenjeni v korozijske produkte, brez kovinskega jedra.

2. Pasivna konservacija

Varovalni vidik konservacije - je začetna stopnja zaščite, ki fizično ne posega v predmet. Predmeti so posamično pakirani v celofanske vrečke in zloženi v transparentne polietilenske škatle s pokrovom. V škatli sta dve vrečki sušilnega sredstva (Argelac) in indikatorska kartica vlažnosti. Ko se Argelac nasiti z vlago, ga je možno regenerirati. Škatla je označena z imenom naročnika in odgovornega konservatorja.

3. Poseg

3.1 Delovna dokumentacija

Opisni list

- inventarna številka predmeta,
- ime naročnika,
- ime odgovornega konservatorja,
- arheološki podatki,
- morebitni predhodni konservatorski postopki,
- mere predmeta (pred in po konservatorskih postopkih),
- risba,
- opis raziskav,
- teoretični načrt konservatorskih postopkov (grob opis),
- dejansko izvajanje.

Teoretični načrt konservatorskega postopka

Kadar naročnik ne želi imeti opravljenih vseh konservatorskih postopkov, konservator naredi le teoretičen načrt potrebnih postopkov.

3.2 Raziskave predmeta

Namen raziskav je spoznati fizično-kemične lastnosti predmeta in njegove posebnosti. Dobljeni podatki so odločilni pri izbiri in vrstnem redu konservatorskih postopkov.

Fizično-kemične lastnosti: narava materiala, prisotnost drugih materialov, korozija (pojavnost; narava korozijskih produktov, tip korozije, stratigrafija korozijskih produktov in s tem povezana določitev prvotne površine predmeta).

Karakteristike predmeta: ohranjenost, oblika in določitev, tehnološke posebnosti, ornament.

Grob pregled

H grobem pregledu sodijo vizualna opažanja konservatorja, s pomočjo mikroskopa, magneta in skalpela. Pri prepo-

znavi oblike predmeta si konservator pomaga z arheološkimi referencami.

Rentgenski posnetek

Močno korodirane predmete pregledamo z x-žarki. Podatki dobljeni s posnetkom: obseg korozije in ohranjenost predmeta, oblika predmeta, prisotnost druge kovine oz. organskih snovi, tehnološke posebnosti in prostorski položaj posameznih predmetov, ohranjenih v obliki sprimkov.

Kemične analize

Natančna prepoznava materiala je možna le s kemičnimi analizami. V I.R.R.A.P so kemično analizirani le tehnološko zanimivi predmeti.

3.3 Razpoznavna

Razpoznavna predmeta je rezultat vseh predhodnih raziskav.

3.4 Izbira in zaporedje delovnih postopkov

Izbiri in zaporedje delovnih postopkov določajo podatki, dobljeni z raziskavami objekta. Konservator se mora zavedati dokumentarne vrednosti predmeta, oceniti nujne in nepotrebne postopke ter njihove posledice. V največji možni meri je potrebno upoštevati reverzibilnost materialov. Pri obravnavi železnih najdb je odločilna morebitna prisotnost drugih materialov, ohranjenost kovinskega jedra in s tem povezana aktivnost korozijskega procesa.

3.4.1 Grobo čiščenje

Zemljo in kamenje odstranjujemo s pomočjo skalpela in korundnih brusov. Predmet naj ostane cel. Če pa je zelo krhek, je bolje, da ga pred utrjevanjem ne čistimo.

3.4.2 Aktivna stabilizacija

Za popolno stabilizacijo korozijskega aktivnega predmeta je potrebna odstranitev celotne količine kloridov. V ta namen v I.R.R.A.P uporabljajo alkalno sulfitni postopek. V primerjavi z ostalimi metodami je ta najuspešnejša, saj odstrani tudi v vodi netopne oksikloride, ne spreminja metalografske strukture kovine, tvori magnetitno zaščitno plast in je enostavna.

Kopel

Alkalno sulfitna raztopina sestoji iz dveh kemičnih komponent, 0.5M (molarne) NaOH in 0.5M Na₂SO₃. Priprav-

ljajo jo v tristolitrski cisterni. Ko je razsolutveni proces zaključen, raztopino nevtralizirajo s 95% žvepleno kislino.

Priprava predmetov

Krhki predmeti so zaščiteni s polietilensko folijo. Položeni so v plastične košare s separatorji. Tako se ne morejo med seboj pomešati. Predmeti, večji od košar, so položeni na dno kadi.

Razsolitev

Alkalno sulfitna raztopina je pred oksidacijo zaščitena s peno iz polistirena. Da bi povečali mobilnost Cl^- ionov in difuzijskega procesa, celotno količino segrejemo do 55°C. Koncentracijo kloridov v raztopini, izvlečenih iz korodiranih predmetov, določajo s FIA (Flow Injection Analysis) metodo. Kadar odstotek izvlečenih kloridov upade, staro raztopino menjajo z novo. Postopek se ponavlja tako dolgo, dokler se več ne zazna zvišanja kloridov.

Izpiranje

Cilj izpiranja je odstranitev alkalno sulfitne raztopine iz predmetov. Postopek se vrši v tristolitrskem bazenu, napolnjenim z demineralizirano (destilirano) vodo. Vodo zamenjajo vsak dan. Ko doseže vrednost $\text{pH}=6.5-7$, je izpiranje končano.

Sušenje

Predmeti se po izpiranju sušijo 48 ur pri 30°C.

3.4.3 Utrjevanje

Krhke predmete je potrebno pred čiščenjem utrditi. V ta namen uporabljajo 10% raztopino akrilnega laka (Paraloid B-72) v acetonu. Utrjevanje se, zaradi boljše učinkovitosti, vrši s pomočjo zračne črpalke (850 barov).

3.4.4 Čiščenje in dopolnjevanje

Zavedati se moramo, da konservator ne 'dela' novega predmeta, ampak skuša v največji možni meri prikazati njegovo originalno površino in obliko. Pomembno je sodelovanje z arheologom. Korozijski produkti se odstranjujejo z diamantnimi brusi, različnih velikosti, zrnatosti in oblik. Za dopolnjevanje se uporablja mastic (40% Paraloid B-72 in zgostitveni dodatki).

3.4.5 Lepljenje

Uporaba enokomponentnega lepila (cianakrilat). Če je predmet izredno krhek in popolnoma spremenjen v korozij-

ske produkte, je dovoljena uporaba dvokomponentnih lepil na bazi epoksidnih smol.

3.4.6 Poliranje

Ko je konservator prepričan o maksimalno doseženem videzu predmeta, ga spolira z aluminijevim oksidom ('air-brasive' metoda) in gumijasto polirko.

3.4.7 Sušenje in zaščita

Iz predmeta mora biti odstranjena vsa vlaga. Sušenje poteka od znotraj navzven. Razmaščen predmet je tri do štiri dni v hermetično zaprtem prostoru s silikagelom, nato pa tri ure v sušilni komori (40°-50°C). Zaščiten je z 10% raztopino Paraloid B-72 v acetonu in mikrokristaličnim voskom, raztopljenim v špiritu.

3.5 Dokumentacija in prezentacija

Po končanih delovnih postopkih se stanje predmeta dokumentira s črno-belo fotografijo in risbo.

Za morebitno rekonstrukcijo ali ležišče predmeta se uporablja akrilno steklo. Njegova razstavna podoba je tako bolj estetska in razumljiva.

3.6 Hramba

Vse škatle (gl. 2) s predmeti so hranjene v neprodušno zaprtem prostoru. Relativna vlaga se preverja s tremi različnimi higrometri, ki so med seboj neusklajeni.

Oponbe:

1. Konservatorska sekcija Zveze muzejev Slovenije (1991), "Konservator-restavrador: definicija poklica", *Fragmenti št. 1*, 20ss, Ljubljana. Prevod dokumenta, ki ga je izdal I. 1984 Mednarodni muzejski svet (ICOM), Komite za konserviranje, Kopenhagen.
2. Canić, V. (1971), *Osnovi opšte i neorganske hemije*, Beograd: Univerzitet u Novom Sadu, 284ss.
3. Watkinson, D. (1987), *First Aid for Finds*, 2. izdaja, Hertford/London: Rescue/UKIC Archaeology Section.
4. Weker, W.H. (1992), "Alkaline Sulphite Treatment in the I.R.R.A.P. System of work and course of extraction chloride", *Compiègne: I.R.R.A.P.*

Brigita Petek