

Avtor: Katja Kavkler

Vsebina

1. Kaj je mokri les
2. Posegi pred postopkom konserviranja arheološkega lesa
3. Konserviranje
4. Hramba in razstavljanje konserviranih predmetov
5. Viri in literatura

1. Kaj je mokri les

Mokri les je izraz za arheološki les iz mokrih okolij. Gre za lesene predmete, dele stavb ali les drugega izvora, ki se je ohranil v okolju z visoko vlažnostjo in nizko vsebnostjo kisika. Mokri les najdemo v morjih, jezerih, rekah in potokih, barjih, šotiščih, pa tudi v jamah in rudnikih ter v območjih večnega ledu. Značilnost mokrega lesa je velik delež vode glede na lesno maso. Čeprav je na prvi pogled podoben svežemu lesu, se po strukturi in kemijski sestavi od njega močno razlikuje.

Les je organski material, zato relativno hitro propada, še posebej če organizmom, ki ga razgrajujejo (predvsem glive in bakterije), zagotovimo ustrezne razmere za rast (primerni vlago in temperaturo ter dovolj hranil in kisika). Odsotnost kisika izrazito zavira rast živih organizmov, zaradi česar les v takšnih okoljih propada počasi.

Mokri les na mestu najdbe večinoma ohrani prvotno obliko predmeta, kar je posledica zasičenosti vseh por z vodo. Največja težava po izkopu predmetov je zato izsuševanje, ki ob neustreznem ravnanju lahko privede do razpok (**slika 1**), deformacij in krčenja, v najslabšem primeru celo do sesutja lesa. Povečane praznine, nastale zaradi razpada celičnih sten, vsebujejo vodo, ki predmetu

omogoči ohranitev njegove oblike. Če voda izhlapi, se celice zaradi povečane površinske napetosti sesedejo, zaradi česar se pojavijo skrčki in deformacije. Obseg deformacij je odvisen od količine vode v predmetu, ki je povezana z razgradnjo lesa.

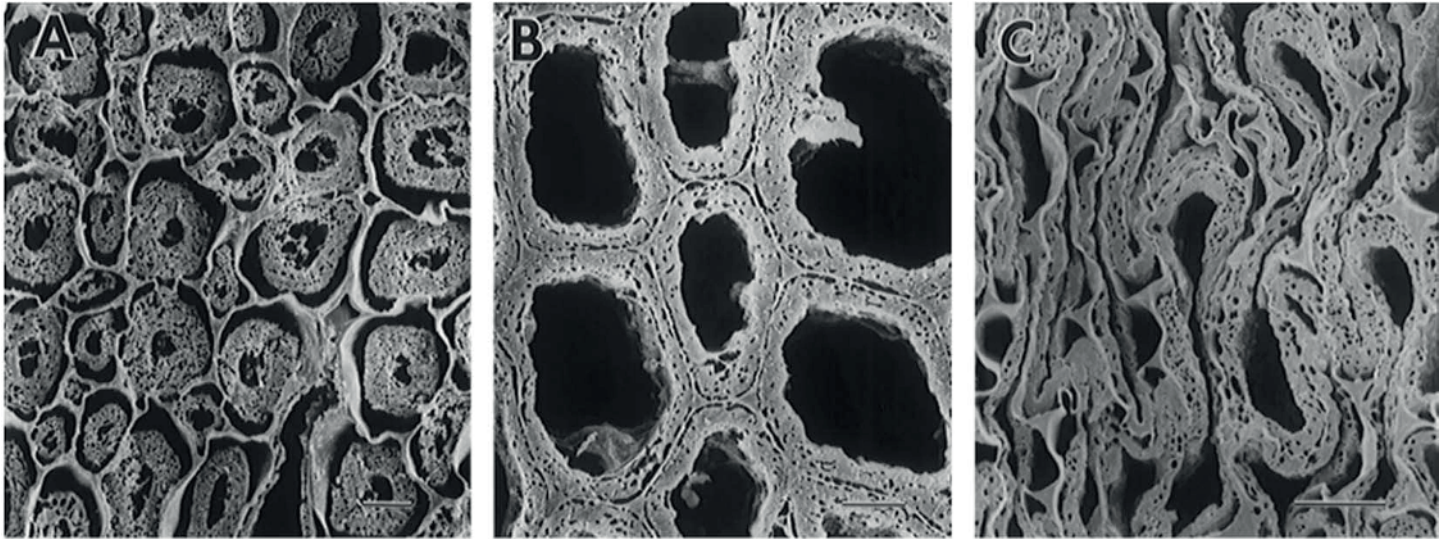


Slika 1: Kos mokrega lesa pred posegom (levo) in po 14 dneh sušenja na zraku (desno)

Proces razpadanja arheološkega lesa je vedno kombinacija kemijskih in bioloških vplivov, ki povzročijo razgradnjo komponent celičnih sten. Najprej voda odplavi vodotopne snovi. Sledi hidroliza hemiceluloze in nato celuloze, tako da pogosto ostane le ligninska matrika, ki sčasoma tudi razpade. Ostanek lesa, ki je večinsko sestavljen iz lignina, izgubi elastičnost in moč.

Ločimo tri razrede mokrega lesa glede na delež vode, ki ga vsebuje:

1. razred: več kot 400 % vode,
2. razred: od 185 do 400 % vode,
3. razred: manj kot 185 % vode.



Slika 2: Bakterijska razgradnja lesa z ladijske razbitine Uluburun (1400 pr. n. št.), najdene ob obali Turčije. Vidne so izrazite spremembe sekundarne celične stene (A in B). Les je izgubil svoje značilne lastnosti, zato hitro kolapsira in izgublja svojo obliko (C). Slike so bile posnete z vrstičnim elektronskim mikroskopom, dolžina merila 100 μm .

V arheološkem lesu lahko opazimo poškodbe, ki so nastale že pred zakopom v zemljo (npr. okrogle luknjice od insektov) ali med ležanjem v zemlji (trirobe poškodbe od rastlinskih korenin). Najdbe iz morja so pogosto poškodovane zaradi ladijskega črva (*Teredo navalis*), ki je vse od antike povzročal preglavice morjeplovcem, saj les uniči v zelo kratkem času. Les se v morju ohrani le, če je prekrit z debelim slojem sedimenta.

Ponavadi so predmeti, najdeni v anaerobnem okolju (pod sedimentom), bolje ohranjeni od predmetov v okolju z več kisika (zunaj sedimenta). Biološko so najpogostejši razgrajevalci lesa glive in bakterije (slika 2). V okoljih, v katerih je kisika dovolj, les razgrajujejo predvsem bazidiomicetne glive in razgradnja poteka hitro. V okoljih, v katerih je kisika premalo ali ga sploh ni, imajo najpomembnejšo vlogo glive mehke trohnobe, ki spadajo med aktinomicetne glive, in različne bakterije. Razlika med aerobno in anaerobno razgradnjo je še večja pri razgradnji teže razgradljivih komponent (npr. lignin, ki je

večinoma edina ohranjena komponenta mokrega lesa). Pomemben dejavnik pri razgradnji je tudi temperatura. Razgradnja je najhitrejša pri temperaturah okrog 28 °C, ki so najbolj optimalne za razvoj mikroorganizmov, poteka pa v območju od 5 °C do 37 °C. Ponavadi v naravi poteka več procesov razgradnje sočasno.

2. Posegi pred postopkom konserviranja arheološkega lesa

Izkopavanje

Izkopavanje mora biti izvedeno tako, da predmeta med izkopavanjem, prevozom in hrambo ne poškodujemo. Prav tako je treba predmetu takoj zagotoviti ustrezne klimatske razmere, da se ne začne proces izsuševanja, ki bi predmet deformiral ali celo povsem uničil, ali da ne ustvarimo okolja, primerne za razvoj mikroorganizmov.

Vzorčenje in datiranje

Na podlagi mikromorfoloških značilnosti (videz prečnega, radialnega in tangencialnega

prereza) lahko identificiramo vrsto lesa, iz odvzetih vzorcev pa lahko določimo tudi njegovo starost. Najpogostejši metodi datiranja lesa sta dendrokronologija in radiokarbonska metoda. Pri dendrokronologiji določamo starost lesa s primerjavo zaporedja širin letnic s širinami letnic lesa znane starosti. Pri radiokarbonski metodi datiramo les na podlagi deleža radioaktivnega ogljika (^{14}C) v vzorcu.

Dokumentacija

Pred začetkom konserviranja predmet (oz. vse njegove sestavne dele) natančno dokumentiramo. Predmet fotografiramo, stehtamo in izmerimo, skiciramo, ugotovimo vrsto lesa in stopnjo razgradnje (določimo maksimalno vsebnost vode, gostoto lesa, test z iglo) in odvzamemo morebitne potrebne vzorce.

Čiščenje

Kot pri drugih materialih je tudi pri mokrem lesu čiščenje eden izmed zahtevnejših postopkov. Je bistven del vsakega konservatorsko-restavratorskega posega na mokrem



Slika 3: Odstranjevanje površinske umazanije z vodnim curkom v vodi, da preprečimo morebitne poškodbe lesa.

lesu, ne glede na to, za katero metodo konserviranja se odločimo. Les lahko zaradi njegovega stanja (mehak, brez natezne in tlačne trdnosti) z neprevidnim ravnanjem hitro poškodujemo. Poleg tega se pogosto zgodi, da je sediment na izkopanem predmetu trši od lesa, zato uporabljamo ostre in trde predmete, da ga odstranimo. Pri delu moramo biti še posebej previdni, da se ne izgubi originalni material.

Bistvo čiščenja je odstranitev tako površinske umazanije kot tudi soli in kislin v notranjosti lesa. Predvsem kisline lahko reagirajo z utrjevalci ali ustvarijo neprimeren pH in tako na neželen način vplivajo na konservatorski postopek (npr. pospešijo polimerizacijo melaminskih smol). Soli (še posebno iz morskega okolja, kjer je njihova koncentracija večja) se lahko po zaključenem postopku nalagajo na površini predmeta in kazijo njegov videz, v kombinaciji z ostanki železa pa celo tvorijo kisline, ki les lahko razgrajujejo. Dolgotrajno namakanje v demineralizirani vodi je zato pomemben del postopka konserviranja mokrega lesa. Čistost

lesa ugotavljamo z merjenjem pH in prevodnosti.

Površinsko umazanijo ponavadi odstranimo, preden odstranimo sol in kisline iz notranjosti predmeta ali vzporedno s tem postopkom. Za posebej občutljive predmete je zelo primerna uporaba vodnega curka iz dentalne šobe (*slika 3*), še posebej če jo uporabimo pod vodo. V večini primerov lahko sedimente odstranimo pod tekočo vodo z mehкими krtačami, čopiči ali zobnimi ščetkami. Pri trših sedimentih si pomagamo s skalpeli ali dentalnim orodjem. Pri večjih predmetih, ki so relativno dobro ohranjeni, lahko uporabimo tudi curek vode, še posebej če nam cev omogoča regulacijo pritiska. Pri takih predmetih je nevarnost prelomov še zlasti velika, zato jih med čiščenjem zaščitimo oz. podložimo.

3. Konserviranje

Konserviranje mokrega lesa, ne glede na izbrano metodo, je sestavljeno iz dveh korakov:

1. v predmet vnesemo utrjevalec,
2. predmet posušimo.

Izjema so postopki, v okviru katerih predmeta ne utrjujemo; te postopke uporabljamo zelo redko.

Večinoma gre pri predmetih iz mokrega lesa predvsem za postopek konserviranja, torej stabilizacije predmeta in preprečevanja (pretiranega) vpliva zunanjega okolja. Restavriranje, torej lepljenje posameznih delov ali dopolnjevanje manjkajočih delov, je le eden od zaključnih, časovno manj zahtevnih procesov in ga apliciramo po potrebi po zaključku konservatorskih postopkov.

Predmet iz mokrega lesa je po zaključenem postopku konserviranja v idealnem primeru zaščiteno pred volumenskimi spremembami (krčenje, nabrekanje)

in deformacijami, lahko ga razstavljamo pri sobnih razmerah, na površini pa so jasno vidne sledi obdelave in anatomske značilnosti lesa. Po posegu naj bi barva predmeta ustrezala barvi recentnega lesa.

Konservatorske posege na mokrem lesu lahko v grobem razdelimo v tri skupine:

1. posegi, pri katerih v les ne dodajamo utrjevalca,
2. posegi, ki temeljijo na vodotopnih utrjevalcih,
3. posegi, ki temeljijo na vodoodbojnih utrjevalcih (topnih v organskih topilih).

Metod je veliko, v nadaljevanju je naštetih nekaj najpogostejših oz. najzanimivejših. Pri izbiri primerne metode moramo upoštevati ohranjenost in vrsto lesa, velikost predmeta, morebitno prisotnost drugih materialov, finančne zmožnosti in obstoječo opremo. Nekatere izmed opisanih metod lahko uporabimo tudi za konserviranje drugih materialov, najdenih v mokrih okoljih (npr. kosti, usnje, tekstil).

Posegi brez dodatka utrjevalca

Liofilizacija (ang. freeze drying, nem. Gefriertrocknung)

Gre za postopek, pri katerem v vakuumu s sublimacijo odstranimo vodo iz zmrznjenega predmeta. Ponavadi ga uporabljamo predvsem za manjše predmete, vendar je edina prava omejitev velikost liofilizatorja. Postopek lahko poteka brez predhodnega utrjevanja ali pa predmet delno utrdimo s polietilenglikoli in v drugem delu postopka uporabimo liofilizacijo. Prvi način je primeren le za zelo dobro ohranjene predmete, pogosto pa pri tem nastajajo drobne razpoke zaradi ekspanzije kristalov ledu.



Slika 4: Fotografija s saharozo konservirane zajemalke

Postopek lahko izvedemo le na delu predmeta (odlomljenem kosu) in ga shranimo za morebitne kasnejše analize, ki jih na utrjenem predmetu ne moremo izvesti.

Alkohol – eter

Vodo iz predmeta najprej izmenjamo z etanolom ali izopropanolom, katerega koncentracijo počasi povečujemo. V drugi fazi posega alkohol zamenjamo z acetonom, tega pa v tretji fazi z etrom. Ker ima eter zelo nizko površinsko napetost, se ob sušenju zmanjšajo sile, ki sicer vodijo v sesedanje celic.

Alkohol – kafa

Metoda je podobna zgornji, le da alkohol nadomestimo s kafro. Ta sublimira, ne da bi povzročala površinsko napetost na celicah lesa.

Obe zadnji metodi sta relativno dragi, snovi, ki jih uporabljamo, pa so vnetljive, zato sta metodi primerni predvsem za manjše objekte.

Posegi z vodotopnimi utrjevalci

Saharoz

Metoda je bila razvita kot cenovno ugodna alternativa drugim

metodam. Predmet namakamo v vodni raztopini saharoze. Konservatorji so za konserviranje poskušali uporabljati tudi derivate saharoze, med drugim laktitol, manitol in glukozni sirup. Če kot vir saharoze uporabljamo sladkor, je treba izbrati beli rafinirani sladkor, saj je rjavi veliko bolj higroskopen. Raztopina sladkorja počasi nadomešča vodo v celicah lesa. Koncentracijo raztopine povečamo, vedno ko se masa predmeta pri obstoječi koncentraciji ustali (do 70 % koncentracije). Takrat je koncentracija raztopine v predmetu enaka tisti v vodi. Pri višjih koncentracijah je treba raztopino segreti. Ker je sladkor primerna hrana za številne (mikro)organizme, je raztopini treba dodati biocid. Na koncu predmet počasi, v kontroliranih klimatskih razmerah, posušimo.

S saharozo konservirani predmeti naj bodo hranjeni v prostorih z zračno vlago nižjo od 65 %. Ker je sladkor zelo higroskopen, lahko ob preveliki vlažnosti ozračja kristalizira na površju. Takrat se poveča nevarnost za mikrobiološki napad. Poleg tega je sladkor hrana tudi višjim organizmom. Metoda ni povsem zanesljiva, saj nekateri predmeti na ta način niso bili dobro konservirani. Površina lesa je temna (**slika 4**), pogosto nastajajo kot las

tanke razpoke, na dotik je lahko lepljiva. Kljub vsemu naštetemu velja, da predmetom, konserviranim s saharozo, ni treba posvečati več ali manj pozornosti kot drugim. Metoda je najcenejša izmed vseh naštetih. Njeni prednosti sta tudi reverzibilnost in možnost lepljenja sestavnih delov.

Največja predmeta, konservirana s saharozo, sta deblak iz mesta Poole v Angliji (Poole logboat) in ladja iz Frizije (Freisland smalschip).

Polietilenglikoli

Metoda utrjevanja mokrega lesa s polietilenglikoli (PEG) je bila prva zanesljiva metoda za konserviranje mokrega lesa in še vedno sodi med najbolj razširjene metode na svetu. Omogoča številne načine pristopov, zato je spodaj opisanih le nekaj najpogostejših.

PEG so skupina sintetičnih materialov s splošno formulo $H-(O-CH_2-CH_2)_n-OH$. Gre za voskom podobne materiale, ki so topni v vodi in alkoholu. Nizkomolekularni PEG (200 do 600) so tekoči, laže prodirajo v manjše odprtine in so močno higroskopni. Visokomolekularni PEG (1000 do 4000) so v trdnem stanju, vendar lahko zaradi velikosti molekule prodrejo le v močno razgrajeno lesno strukturo. So manj higroskopni, raztopino pa je treba segreti, saj so težje topni v vodi.

PEG, raztopljen v vodi, v kateri je namočen predmet, počasi izpodriva vodo iz celic lesa. Poseg začnemo z nizkimi koncentracijami PEG (do 30 %). V vodno raztopino, ki ji dodamo tudi fungicid, postopoma dodajamo PEG in s tem povečujemo njegovo koncentracijo, pri tem pa počasi dvigujemo temperaturo v kadeh, da se PEG v večjih koncentracijah raztopi. Poseg je zaključen, ko PEG v notranjosti lesa doseže koncentracijo 70–100 %. Če imamo manjše predmete, je bolje raztapljati PEG v alkoholu, saj je



Slika 5: Fotografija konserviranja ladje Mary Rose v Portsmouthu. Vidne so šobe, s katerimi so 19 let na ladjo škropili raztopino PEG različnih molskih mas.

postopek hitrejši in ne potrebujemo fungicida. Ko predmet vzamemo iz kopeli, pri sobni temperaturi PEG otrdi. Ostanke s površine odstranimo s sušilnikom na vroč zrak ali vročo vodo.

Izbira molske mase PEG je odvisna od številnih dejavnikov: vrste in stopnje razgradnje lesa in velikosti predmeta. Zaradi specifičnih lastnosti se za konserviranje predmetov iz mokrega lesa pogosto uporablja kombinacija dveh PEG različnih molekulskih mas, najpogosteje PEG 400 in PEG 4000. Prvi zapolni manjše luknje in poškodbe, drugi pa večje in da oporo predmetu. Priporoča se, da predmete hranimo v okolju z zračno vlago, nižjo od 60 %. Postopek je dolgotrajen, za večje kose tudi 10 let in več.

Če predmet konserviramo z visokimi koncentracijami PEG, je njegov videz ob koncu postopka pogosto temen, »plastičen«. Da bi se temu izognili, lahko predmet s PEG prepojimo tudi samo delno (do približno 40 % koncentracije),

nato pa postopek konserviranja nadaljujemo z liofilizacijo. Predmet je tako utrjen, a ni povsem »zalit« z utrjevalcem.

PEG ni toksičen in raztopino lahko ponovno uporabimo. Pri izbiri PEG za utrjevanje mokrega lesa moramo upoštevati njegovo korozivno delovanje na kovine. Zaradi tega ni primeren za utrjevanje kompozitnih predmetov, razen če kovinske dele že prej izoliramo. Prav tako lahko nastanejo težave pri konserviranju večjih predmetov (plovila, arhitekturni elementi), saj za poseg potrebujemo dovolj velike grelni kadi. Prednost PEG naj bi bila njegova reverzibilnost, vendar pa zadnje študije kažejo, da se PEG v lesu kemično poveže z ligninom, kar zmanjša njegovo reverzibilnost.

Najbolj znane ladje, konservirane s PEG, so Mary Rose (*slika 5*) in Vasa, ki imata vsaka svoj muzej, ter Bremen Cog, ki ga hranijo v nemškem muzeju ladjarstva (Deutsches Schiffahrtsmuseum).



Slika 6: Predmet po konserviranju z galunom (l. 1940) in po 70 letih hrambe

Galun

Metoda je bila uporabljena predvsem na Danskem v drugi polovici 19. stol. in prvi polovici 20. stol. Les so namočili v segreto raztopino galuna, ki so ji kasneje dodajali tudi glicerin. Ko se je les ohladil, je galun kristaliziral. Mešanica galuna in glicerina je zelo higroskopna, zato les v nestabilnem okolju hitro propada (*slika 6*). Čeprav metoda ni več v uporabi, so ostali številni predmeti, ki jih je treba ponovno konservirati.

Melaminske smole

Melaminske smole so nizkomolekularni monomeri, ki v predmetu nereverzibilno polimerizirajo. Molekula melaminske smole je pol manjša od saharoze in kar 28-krat manjša od PEG 4000, zato dobro prodira tudi v najmanjše celice lesa. Z melaminskimi smolami tako lahko konserviramo tudi manj razgrajene predmete, postopek pa poteka relativno hitro. Vse faze postopka izvajamo pri sobnih razmerah.

Posebno pozornost moramo nameniti čiščenju predmeta, predvsem odstranitvi kislin, saj kislo okolje pospešuje polimerizacijo melaminskih smol.

Predmete konserviramo s 25-odstotno raztopino; koncentracije ne povečujemo, pazimo le, da se pH ne približa preveč kislemu območju. Ko opazimo, da bo smola kmalu začela polimerizirati (voda z nekaj kapljicami raztopine smole pomotni), predmet vzamemo iz raztopine, ga dobro operemo in zavijemo v bombažno tkanino; ta bo popila odvečno smolo, ki izteče iz predmeta. Za tri do pet dni ga postavimo v prostor, ogret na 60 °C, da smola polimerizira. Smola sicer polimerizira tudi pri sobni temperaturi, vendar proces traja več mesecev. Tkanino nato odvijemo in predmet shranimo v paroprepustni foliji (npr. PE-vrečke), da se počasi suši. Po končanem sušenju predmet premažemo z oljem, saj je površina sicer na pogled videti izsušena.

Metoda je hitra. Predmet je obstojen tudi v manj stabilnem okolju, saj smola ni higroskopna. Ker je koncentracija smole nizka, videz predmeta ni »plastičen«, ampak je les svetel (*slika 7*), jasno so vidne njegove anatomske značilnosti in sledi obdelave. Metoda je primerna tudi za predmete, izdelane iz kompozitnih materialov. Posamezne dele predmetov lahko ob koncu posega zlepimo med seboj z različnimi lepili. Slabost metode je nereverzibilnost.

Posegi z vodoodbojnimi utrjevalci

Alkohol – eter/naravna smola in aceton/naravna smola

Vodo iz predmeta najprej izmenjamo, kot je opisano pri metodi *alkohol – eter*. V zadnjo kopel etra dodamo smolo damar,



Slika 7: Najstarejše kolo na svetu z Ljubljanskega barja je bilo konservirano z melaminsko smolo.

kolofonijo ali njuno mešanico.

Predmet nato položimo v raztopino smole damar v etru. Po končanem postopku predmet sušimo v vakuumu pod tlakom približno 1 mbar. Površino predmeta lahko na koncu obdelamo z mikrokristaliničnim voskom, ki zaščiti premet pred nihanjem zračne vlage.

Postopek je relativno hiter (v primerjavi s saharozo in PEG). Tako konserviran les je svetel in lahek, lahko ga lepimo. Metoda je reverzibilna in z njo lahko konserviramo tudi kompozitne materiale. Toda organska topila so škodljiva zdravju ter lahko vnetljiva in v velikih količinah tudi draga. Pri uporabi topil moramo paziti, da so sveža in se še niso navzela vlage iz ozračja.

Topilo Cellosolve™

Pri tej metodi kuhamo predmet v raztopini Cellosolve™ (2-etoksietanol) in petroleja. Ker ima Cellosolve™ višje vrelišče od vode, slednja izpari in Cellosolve™ prodre v les. Na koncu kuhamo

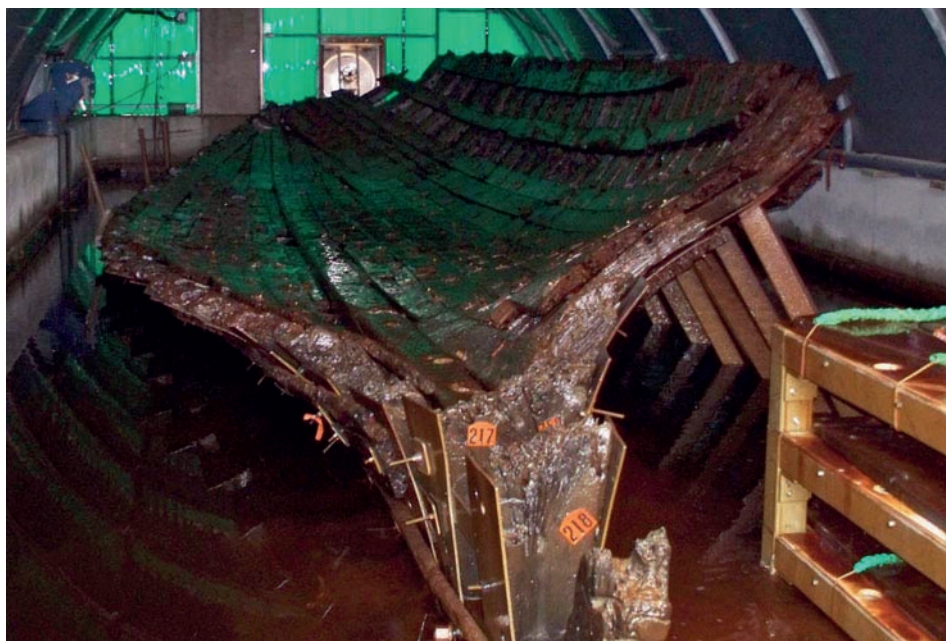
predmet v čistem petroleju, ki ima višje vrelišče od Cellosolve™. Sledi utrjevanje v raztopini voska v petroleju, na koncu pa topilo odstranimo v vakuumu.

Metoda je primerna za majhne, močno razgrajene predmete in kompozitne materiale. Metoda je relativno poceni in manj toksična kot zgornja. Ker ima petrolej nizko površinsko napetost, se les ne poškoduje.

Silikonsko olje (plastinacija)

Gre za postopek, ki temelji na postopku plastinacije. Razvit je bil v devetdesetih letih 20 stoletja. Postopek uporabljamo za pripravo anatomske preparate, ki tudi vsebujejo veliko vode. Vodo iz predmeta odstranimo v kopeli alkohola, tega pa v kopeli acetona. Predmet nato postavimo v vakuumsko posodo, napolnjeno s preparirno smolo (npr. silikonski kavčuk, silikonsko olje). Aceton v vakuumu zavre, zaradi podtlaka pa smola prodre v vse prazne prostore v predmetu.

Postopek za potrebe konserviranja



Slika 8: Ladja La Belle med postopkom konserviranja s silikonskim oljem

mokrega lesa ni razširjen, saj so zanj potrebni draga oprema in materiali, ki so tudi škodljivi zdravju (slika 8). Proces ni reverzibilen. Les je po končanem postopku svetel in stabilen ter ga lahko hranimo tudi v manj stabilnem okolju.

Poliester, polimeriziran z žarki gama

Postopek izvajajo na jedrskem raziskovalnem objektu ARC-Nucléart v Grenoblu (Francija). Predmet najprej dehidrirajo z acetonom, nato ga prepojijo s poliestrsko smolo, ki polimerizira pod vplivom sevanja gama.

Reverzibilnost konservatorskih posegov

Ker je reverzibilnost materialov, vnesenih v zgodovinske predmete, bistvena (Kodeks, 1998), velja na tem mestu vključiti tudi nekaj stavkov o tem.

Veliko zgoraj naštetih utrjevalcev ni reverzibilnih. Z njihovim vnosom v predmet zato nespremenljivo posežemo v materialno zgradbo

predmeta. Toda tudi reverzibilnost materialov, ki jo opisujejo posamezni avtorji v literaturi, je le teoretična in izvedljiva le v laboratorijskih pogojih. Ponovno namakanje v vodi ali organskih lepilih bi v lesu, predvsem močnejše razgrajenem, lahko povzročilo tolikšno škodo, da tak postopek ni smiseln. PEG poleg tega še kemično reagira z ligninom v lesu. Reverzibilni utrjevalec se lahko tudi »ujame« v poškodovanih celicah in ga ne moremo odstraniti v celoti. Reverzibilnost je pomembna predvsem za utrjevalce, ki v lesu dokaj hitro propadajo. Če pa v predmet vnašamo stabilne materiale, nas ta težava ne bi smela skrbeti.

Pri utrjevanju predmetov iz mokrega lesa moramo vedeti, da njihovo življenje pogosto podaljšamo le za nekaj generacij, ki jim bo omogočen ogled dediščine. Pretehtati moramo, ali je predmet res smotrno izkopati ali ga je bolj smiselno pustiti na mestu najdbe, ga ponovno zakopati oz. zaščititi pred zunanjim vplivom in pustiti v obdelavo kasnejšim rodovom s širšim poznavanjem tehnologij in materialov.

4. Hramba in razstavljanje konserviranih predmetov

Predmeti naj bodo hranjeni v čim bolj stabilnem okolju, pri temperaturi 20 °C in relativni zračni vlagi do 65 %. Predmeti naj ne bodo izpostavljeni direktnemu sončnemu sevanju in so lahko osvetljeni le z žarnicami, ki oddajajo hladno svetlobo. Paziti je treba, da so predmeti enakomerno prezračeni (da se npr. na zgornji strani ne sušijo hitreje kot na spodnji). Embalaža in drugi materiali, s katerimi pride predmet v stik, naj ne vsebujejo škodljivih lahko hlapnih snovi (žveplo, amonijak, očetna kislina itd.). Najbolje je uporabiti brezislinski papir, neobdelan les in tekstilije ter pleksi steklo.

5. Viri in literatura

- 1 Björödal, C. G., Nilsson, T. 2001. Observation on microbial growth during conservation treatment of waterlogged archaeological wood. *Studies in Conservation*, let. 46, št. 3, str. 211–220.
- 2 Blanchette, R. A. 2000. A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments. *International Biodeterioration & Biodegradation*, let. 46, str. 189–204.
- 3 Bullock Museum. Dostopno na: <http://www.thestoryoftexas.com/> (21. 7. 2015).
- 4 Christensen, M., Frosch, M., Jensen, J., Schnell, U., Shashoua, Y., Nielsen, O. F. 2006. Waterlogged archaeological wood – chemical changes by conservation and degradation. *Journal of Raman Spectroscopy*, let. 37, str. 1171–1178.
- 5 Giachi, G., Capretti, C., Macchioni, N., Pizzo, B., Donato, I. D. 2010. A methodological approach in the evaluation of the efficacy of treatments for the dimensional stabilisation of waterlogged archaeological wood. *Journal of Cultural Heritage*, let. 11, str. 61–101.
- 6 Graves, D. J. 2004. A comparative study of consolidants for waterlogged wood: polyethylene glycol, sucrose, and silicon oil. *SSCR Journal*, let. 15, št. 3, str. 13–17.
- 7 Häggström, C in Sandström, T. 2013. *Alum-treated archaeological wood: Characterisation and re-conservation*. Stockholm: Swedish National Heritage Board.
- 8 Hamilton, D. L. 1999. *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*. Študijsko gradivo. Texas, Texas A&M University.
- 9 Kim, Y. S., Singh, A. P. 2000. Micromorphological characteristics of wood biodegradation in wet environments: A review. *International Association of Wood Anatomists Journal*, let. 21, str. 135–155.
- 10 Kodeks etike, 1998. Dostopno na: http://www.slodrs.si/images/Predstavitev/Definicija_stroke_in_kodeks_etike/KODEKS%20ETIKE.pdf (9. 7. 2015).
- 11 Kozjek, B. 2015. *Mikrobiološka razgradnja arheološkega mokrega lesa*. Magistrsko delo. UL, Biotehniška fakulteta.
- 12 Muzej in galerije mesta Ljubljane. Dostopno na: www.mgml.si (21. 7. 2015).
- 13 The Mary Rose. Dostopno na: www.maryrose.org (21. 7. 2015).
- 14 Wikipedia. Dostopno na: www.wikipedia.org (21. 7. 2015).
- 15 Wittköpper, M. 2010. *Nassholzkonservierung*. Študijsko gradivo. Mainz, Römisch – Germanisches Zentralmuseum.

Avtorji fotografij

Katja Kavkler: sliki 1 in 3

Ivo Nemeč: slika 4

Blanchette: slika 2

Bullock Museum: slika 8

Häggström in Sandström: slika 6

Muzej in galerije mesta Ljubljane: slika 7

Wikipedia: slika 5