ALTERNATOR
Misliti znanost.

Rimskodobni deblak z Vrhnike: Izzivi konserviranja mokrega lesa

25. 3. 2021

Number: 16/2021

Author:

- Katja Kavkler



Foto: Arne Hodalič

Leta 2015 je bil iz Ljubljanice pri Vrhniki dvignjen rimskodobni deblak, plovilo, izdolbeno iz enega samega kosa debla. Prepeljan je bil na Restavratorski center Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije (RC ZVKDS), kjer vse odtlej poteka konservatorski poseg za njegovo ohranitev. Gre za dolgotrajen postopek, ki se bo predvidoma zaključil šele čez nekaj let.

Arheološki predmeti iz mokrega lesa so strokovni izziv tako za arheologe kot tudi za konservatorje. Konservatorski posegi, s katerimi naj bi predmetom podaljšali obstojnost ter javnosti omogočili spoznavanje življenja v preteklosti, lahko občasno celo pospešijo njihov propad. Da bi ohranili predmete za zanamce, se številni strokovnjaki nagibajo k temeljiti dokumentaciji najdenih predmetov iz mokrega lesa in vrnitvi v prvotno ali najdišču sorodno okolje. Ohranitev na mestu najdbe (*in situ*) pa ni vedno mogoča, kot se je to zgodilo v primeru rimskodobnega deblaka, najdenega na Vrhniki v devetdesetih letih minulega stoletja. V tovrstnih primerih se odločamo za izvedbo konservatorskega posega, ki pomaga predmet ohraniti, raziskovati in predstaviti zainteresiranim javnostim.



1 / 3 Foto: Arne Hodalič



2 / 3 Foto: Arne Hodalič



3 / 3 Foto: Arne Hodalič

Mokri les (angl. *waterlogged wood*, nem. *Nassholz*) je arheološki material, redka najdba, značilna za okolja, v katerih živi malo mikroorganizmov, najpogosteje zaradi odsotnosti kisika, lahko pa tudi zaradi neugodnih temperatur. Najpogosteje gre za vodna okolja (reke, barja, morja), lahko pa tudi za večna ledišča, kjer so najdbe pogostejše v zadnjem času, ko se tali vse več ledenikov. Mokri les je v celoti ali delno prepojen z vodo, njegove lastnosti, ki vplivajo na konservatorske posege, pa se močno razlikujejo od t. i. suhega lesa. Po navadi je velik del lesnih struktur tovrstnih predmetov razgrajen, predvsem zaradi vplivov anaerobnih bakterij. Suh les sestavljajo celuloza, lignin, hemiceluloze (polioze) in ekstraktivne snovi (škrob, smole, balzami, voski itd.). Pri mokrem lesu se najprej razgradijo ekstraktivne snovi in hemiceluloza, nato pa sledi počasna razgradnja celuloze in nazadnje lignina. Celične stene se lahko stanjšajo ali celo povsem razpadejo. Les tako izgubi svojo prožnost in čvrstost, ostane zgolj prhka struktura. Obliko lesenega predmeta pogosto ohranjajo le voda in sedimenti, ki so se skozi stoletja in tisočletja nabrali znotraj strukture. Če strukturo lesa primerjamo z železobetonom (denimo, lignin je beton, celuloza železno ogrodje) – ostane zgolj beton – tako da so predmeti krhki in občutljivi na mehanske vplive. Les je pogosto na otip mehak in se po pritisku ne vrne v prvotno pozicijo – spominja na piškot, namočen v čaj. Medtem ko je vlažnost zračno suhega lesa med 12 in 15 %, je razmerje med vodo in lesom v mokrem lesu večinoma več kot 100 % v prid vode, pri najbolj razgrajenih predmetih lahko presega celo 1000 % mase lesa. Višji delež vode v mokrem lesu pomeni, da je struktura lesa bolj razgrajena; če tak les posušimo na zraku, se začne krčiti in se močno deformira (kot je prikazano na spodnji sliki).



Fotografija testnega kosa lesa po končanem nekontroliranem sušenju na zraku in obris istega kosa lesa pred začetkom sušenja, foto: Katja Kavkler

V preteklosti so bile razvite številne metode konserviranja mokrega lesa, s katerimi bi lahko ojačali strukturo lesa in preprečili deformacije med sušenjem. Žal pa so nekatere, namesto da bi les konservirale (torej predmet ohranile za daljše obdobje), sčasoma povzročile propad konserviranih predmetov – to še posebej velja za galunsko metodo (https://link.springer.com/article/10.1007/s00339-016-9833-0) , tj. postopek, pri katerem očiščen predmet iz mokrega lesa dve uri vremo v super-nasičeni raztopini galunske soli, občasno z dodatkom glicerola, in se je uporabljal od sredine 19. stoletja. Zaradi vplivov vlage so kristali galuna nabreknili, les pa je popokal, pogosto celo razpadel v majhne drobce. Najbolj poznana in verjetno tudi najbolj razširjena metoda, predvsem v Skandinaviji in ZDA, je metoda konserviranja s polietilenglikoli (PEG), ki jo v zadnjem času kombinirajo z liofilizacijo (sušenjem z zmrzovanjem). Molekule PEG, ki jih uporabljamo pri konservatorskih posegih, so različno dolge (od 400 do 4000 monomerov), večina daljših, ki tvorijo trdno strukturo pri sobnih temperaturah (več kot 1000 monomerov), je tako velikih, da so primerne za utrjevanje predvsem močneje razgrajenega lesa. Zaradi velikosti molekul je relativno počasen proces difuzije utrjevalca v strukturo lesa. Slabost te metode je tudi negativen medsebojen vpliv PEG in železa, ki je lahko prisotno kot kovinski sestavni deli (npr. žeblji) ali pa kot sediment. Železovi radikali lahko katalizirajo oksidativne procese (https://www.vasamuseet.se/globalassets/vasamuseet/dokument/bevarande/iron-removal-from-waterlogged-wood.pdf) , kar vodi v depolimerizacijo lesa in utrjevalcev, tvorijo pa se tudi številne kisline. Negativni vplivi so zelo opazni prav pri PEG metodi. V nekaterih delavnicah za konserviranje mokrega lesa uporabljajo saharozo ali druge sladkorje (https://ojs.zrc-sazu.si/av/article/view/8240) . Ker so številni sladkorji hrana (mikro)organizmom, je treba dodajati biocide tako med posegom kot tudi pri hrambi in razstavljanju predmetov. Pogosto so potrebne visoke koncentracije saharoze za doseganje želenega učinka. Tako raztopino saharoze kot tudi PEG je zato treba segrevati, kar je pri velikih predmetih težko izvedljivo. Del konservatorskih delavnic se pri manjših predmetih odloča za uporabo smol, ki so topne v organskih topilih. Te metode so drage, škodljive zdravju in primerne le za manjše predmete. V zadnjem času se v svetu širi uporaba t. i. melaminske metode, pri kateri les namočimo v vodni raztopini melaminske smole. Pri tej metodi nista potrebni ne kad za segrevanje raztopine ne komora za liofilizacijo, saj je koncentracija raztopine v primerjavi z drugimi metodami zelo nizka (le okoli 25 %). Zaradi majhnosti molekul melamina je postopek difuzije v les hitrejši od zgoraj navedenih. Slabost te metode pa je nereverzibilnost melaminske smole, ki jo pred začetkom kontroliranega sušenja polimeriziramo. V procesu polikondenzacije se tvori čvrsta, a netopna mreža melaminske smole, ki nudi oporo lesu, potem ko iz razgrajenih celic izhlapi voda. Po do sedaj znanih podatkih (http://icua.hr/images/dokumenti/CRUA_abstracts_NEW_web_version_.pdf) je smola precej obstojna po zaključenem posegu. Je pa potrebna previdnost med posegom, da les pred utrjevanjem dobro očistimo vseh vodotopnih soli in kislin, ki bi lahko povzročile predčasno polimerizacijo in nalaganje smole na površini predmeta.

Na podlagi zgoraj opisanih podatkov in preliminarnih testov, izvedenih na majhnih kosih mokrega lesa, smo se na RC ZVKDS odločili, da bomo deblak z Vrhnike konservirali po melaminski metodi. Gre za rimskodobni deblak, ki je bil po naključju odkrit v devetdesetih letih 20. stoletja, podrobneje pa raziskan leta 2001 (https://www.researchgate.net/profile/Miran-Eric/publication/258726297_Submerged_Past_archaeology_of_the_aquatic_environments_and_underwater_cultural_heritage_exploring_in_Slovenia_Potopljena_preteklost_Arheologija_vodnih_okolij_in_r Past-archaeology-of-the-aquatic-environments-and-underwater-cultural-heritage-exploring-in-Slovenia-Potopljena-preteklost-Arheologija-vodnih-okolij-in-raziskovanje-podvodne-kulturne-dedisc.pdf) . Zaradi sanacije brežine reke Ljubljanice je bil njegov obstoj ogrožen, zato so ga podvodni arheologi dvignili leta 2015. Gre za enega večjih evropskih poznoantičnih in rimskodobnih deblakov (https://knjigarna.ff.uni-lj.si/si/izdelek/1791/deblak-s-konca-2-stoletja-pr-n-st-iz-ljubljanice-na-vrhniki/) , skupne dolžine med 14,3 in 14,5 m, širine do 1,38 m in globine do 0,78. Deblak, izdolben iz hrastovega debla, je bil po dolžini in tudi vzdolžno večkrat prelomljen. Zaradi izpostavljenosti toku reke je krma močno poškodovana, medtem ko je prednji del s premcem odlično ohranjen. Po dvigu smo deblak prevzeli na RC in ga nemudoma začeli namakati v namensko izdelanih kadeh, da bi preprečili izsuševanje in deformacijo lesa. Hkrati pa smo s tem že pričeli postopek čiščenja lesa. Sprva smo deblak namakali v vodovodni vodi, kasneje ko smo mehansko odstranili sediment s površine lesa, pa v demineralizirani vodi. Sediment smo odstranjevali mehansko, s krtačkami različnih velikosti in skalpeli, pri tem pa pazili, da nismo poškodovali lesa (kot je prikazano na spodnji sliki). Vodo smo redno menjavali, da smo preprečili razrast mikroorganizmov, katerih prisotnost smo tudi redno spremljali. Obenem pa je redno menjavanje vode tudi pospešilo difuzijo vodotopnih snovi in s tem čiščenje notranjosti lesa. Kvaliteto vode smo spremljali tudi z merjenjem prevodnosti in pH. Med postopkom čiščenja smo vsem večjim kosom (ko je velikost vsaj v eni dimenziji presegla 0,5 m) izdelali nosilne kapsule, v katere bo les zaprt vse do konca konservatorskega posega. Kapsule so bile izdelane iz epoksidne smole in steklene tkanine, nanesenih v več slojih. Za vsak kos lesa smo jih izdelali po meri iz več sestavnih delov, tako da se jih lahko razpre in preveri stanje lesa. Pri najdaljših kosih (večjih od 2 m) smo jih dodatno ojačali s po meri varjenim aluminijastim ogrodjem, ki smo ga prilepili na kapsule. Da bi omogočili izmenjavo snovi, smo v kapsule po celotni površini enakomerno navrtali luknje premera 1 cm.



Postopek čiščenja površine deblaka z mehko zobno ščetko, foto: Katja Kavkler

Po končanem čiščenju je sledilo 15-mesečno utrjevanje v melaminski smoli z dodatkom ureje (sečnine; NH_2CONH_2). Zaradi majhnosti molekul je postopek dokaj hiter (če ga primerjamo z drugimi metodami). Relativno nizka koncentracija smole v vodi (25 %) omogoča, da les ohrani svoj prvotni videz, hkrati pa polimerna mreža les ojača dovolj, da lahko posušen nosi svojo težo, obenem pa se zmanjša možnost mehanskih poškodb. Struktura lesa je še vedno dovolj »odprta«, da bi bili v prihodnosti mogoči dodatni posegi, v kolikor bi bili potrebni. Prednost izbrane metode je tudi, da smo lahko ohranili v lesu številne železne spojke, ki so bile verjetno dodane pri popravilih deblaka. Ko ocenimo ali z analizami ugotovimo, da je utrjevalec prodrl v globino, predmete vzamemo iz raztopine ter pričnemo s polimerizacijo smole, s čimer utrdimo strukturo predmeta. Končna polimerizacija smole poteka pri 60 °C nekaj dni, odvisno od debeline lesa. Zaradi velikosti je bilo postopek mogoče izvesti le v lesni sušilnici. Med postopkom mora biti les temeljito zavit v mokre bombažne krpe in paronepropustno folijo, da se ne prične sušiti. Krpe preprečujejo izsuševanje, hkrati pa tudi vpijejo odvečno smolo, ki se izloči na površini lesa in bi kazila njegov izgled.

Trenutno poteka postopek kontroliranega sušenja deblaka. Vsak kos je zavit v paropropustno PE folijo, ki paro počasi prepušča, tako da se les suši, vendar veliko počasneje kot neposredno na zraku. Kapsule iz epoksidne smole preprečujejo morebitne deformacije lesa. Hitrost sušenja je ocenjena na 1 cm debeline lesa na leto. Dno deblaka je debelo 9 cm, les premca pa je še veliko debelejši. Zainteresirana javnost bo tako morala še nekoliko potrpeti, preden bo deblak na ogled v razstavišču *Moja Ljubljanica na Vrhniki*. Pred razstavljanjem sledi še zaščitni premaz in sestavljanje posameznih kosov v celoto.





1 / 2 Foto: Katja Kavkler



2 / 2 Foto: Katja Kavkler

Eno izmed pravil konservatorsko-restavratorske etike je tudi reverzibilnost posegov in materialov. Izbrana metoda, ki je bila izbrana kot najprimernejša za konserviranje deblaka z več vidikov, ne zadosti tej zahtevi. Vendar pa občutljivost predmetov mokrega lesa le na laboratorijskem nivoju omogoča, da bi predmet ponovno omočili in izločili utrjevalec, tako lahko vse metode razumemo kot (delno) nereverzibilne. Ker do sedaj na predmetih, konserviranih po opisanem postopku, ni opaznih poškodb tudi po več desetletjih razstavljanja in hrambe v neidealnih pogojih (neposredna sončna svetloba skozi okna, neregulirani klimatski pogoji) v Muzeju za antično plovbo (Museum für Antike Schifffahrt, Mainz, Nemčija), verjamemo, da bo deblak, za katerega je izdelana posebna brezkisikova komora in kontrolirana osvetlitev, predmet raziskovanj in občudovanja številnih rodov. Za predmete, ki jih lahko varno ohranimo *in situ*, pa še naprej velja, naj ob dobri dokumentaciji, ki omogoča raziskovalno delo in (virtualno) predstavitev javnosti, ostanejo na najdišču in predstavljajo izziv za razvoj še primernejših konservatorskih metod.

https://www.alternator.science/en/long/rimskodobni-deblak-z-vrhnike-izzivi-konserviranja-mokrega-lesa/