



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE

Konzervování archeologických textilií

METODIKA PROJEKTU MINISTERSTVA KULTURY ČR NAKI II
„KONZERVOVÁNÍ ARCHEOLOGICKÝCH TEXTILIÍ“
(DG20P02OVV009)

AUTOŘI:

Markéta Škrdlantová

Klára Drábková

Jana Bureš Víchová

Jan Krejčí

Ústav chemické technologie restaurování památek, VŠCHT Praha

Praha 2022

Obsah

1	Úvod	2
2	Cíl metodiky	2
3	Nálezová situace a první pomoc	2
4	Konzervování archeologických textilií	3
4.1	Mikrobiologický průzkum a dezinfekce	3
4.2	Předběžný průzkum	3
4.3	Čištění	3
4.4	Konsolidace	4
4.5	Sušení a zvláčňování	4
5	Textilně technologický průzkum	6
6	Restaurování	6
7	Adjustace a doporučené podmínky uložení a vystavování	6
8	Případové studie	7
9	Zhodnocení přínosu metodiky	7
10	Seznam publikací předcházejících metodice	8
11	Výběr použité literatury	8
12	Přílohy	10
	Příloha č. 1: Účinnost různých způsobů čištění	10
	Příloha č. 2: Vliv namočení na přesušené textilie	17
	Příloha č. 3: Konsolidační prostředky pro archeologické textilie	20
	Příloha č. 4: Sušení a zvláčňování archeologických textilií	30
	Příloha č. 5: Vliv zvláčňujících prostředků na dlouhodobou stabilitu přírodních vláken	37
	Příloha č. 6: Konzervování textilních fragmentů z archeologického nálezu	42
	Příloha č. 7: Restaurování škapulíře z archeologického nálezu	57

1 Úvod

Archeologické textilní nálezy řadíme mezi zvláště citlivé materiály, které si zaslouží kvalifikovanou a systematickou péči. Většinou se jedná o degradovaný, velmi znečištěný textilní materiál, který může být nevhodným zásahem nenávratně ztracen. Proto je volba správného postupu konzervování archeologických textilních nálezů důležitým krokem pro jejich zachování dalším generacím. Postup konzervování archeologických textilií je do jisté míry odlišný od postupu konzervování historických textilií. V literatuře je uvedena řada přístupů a postupů doporučených pro konzervování archeologických textilií. Bohužel často jsou uvedené informace rozporuplné, mnohá tvrzení nejsou řádně doložena či popsána.

2 Cíl metodiky

Metodika umožňuje výběr vhodného postupu konzervování s ohledem na nálezovou situaci a stav textilního předmětu. Doporučené postupy konzervování byly formulovány na základě rozsáhlé experimentální práce na modelových vzorcích z hedvábí, lnu a vlny simulujících archeologické textilie. Zároveň byly doporučené postupy ověřeny při konzervování reálných archeologických nálezů z různých nálezových situací. Metodika je určena odborníkům se znalostmi a zkušenostmi v oblasti restaurování textilií.

3 Nálezová situace a první pomoc

Maximální možná péče by měla být archeologickým textiliím věnována již při jejich vyzvedávání, před předáním ke konzervování. Na našem území se setkáváme s mokkými textilními nálezy obvykle ze studní či odpadních jímek. Většinou se jedná o textilie ve fragmentárním stavu (různé části oděvů, obuvi či jiných textilních předmětů). Tyto nálezy mohou být vyzvednuty opatrně na podložce (např. karton, melinexová fólie) nebo spolu s okolní zeminou a následně uloženy do PE sáčku, či uzavíratelného PE, PP boxu, aby nedošlo k jejich vyschnutí. Riziko mikrobiologického napadení v těchto případech je vysoké, proto je nutné uchovávat nálezy do doby, než budou odborně konzervovány, v lednici či mrazicím zařízení. Při uchování v lednici je vhodná dezinfekce 50 až 90% vodným roztokem ethanolu a pravidelná kontrola. Zmrazením nálezů (např. v běžném mrazicím zařízení) se zabrání aktivitě mikroorganismů, proto není nutné používat dezinfekční prostředky. Před konzervátorským zásahem jsou nálezy rozmrazeny volně na vzduchu při laboratorní teplotě.

Dalším častým typem nálezů na našem území jsou suché nebo vlhké textilní nálezy z hrobů, hrobek či krypt. Oproti textiliím z jímek a studní bývají tyto textilní nálezy zachovány více v celistvém stavu – celé kusy oděvů nebo jednotlivé oděvní součásti a doplňky v různém stupni poškození. Textilie mohou být vyzvednuty spolu s ostatky a předány k dalšímu zpracování do laboratoře, kde proběhne separace textilií od kosterních pozůstatků a následné konzervování. Nebo jsou textilie vyzvednuty samostatně tak, aby se minimalizovalo jejich mechanické namáhání a nedocházelo k dalšímu poškození.

Můžeme se také setkat s archeologickými nálezy, které byly vyzvednuty v minulosti, a doposud nedošlo k jejich zpracování. Často bývají tyto nálezy dlouhodobě uchovány v ne zcela vhodných podmínkách a tím dochází mnohdy k nenávratným škodám. Tyto textilie jsou většinou velmi znečištěné, přesušené a nesoudržné, a jejich další záchrana je proto nejistá.

4 Konzervování archeologických textilií

Sled jednotlivých kroků konzervování je pro všechny archeologické textilie obdobný. Nejprve je proveden mikrobiologický průzkum a případně dezinfekce, následuje předběžný průzkum předmětu, na jehož základě je možné zvolit vhodný způsob čištění. V případě mokrého čištění pak zvolit vhodný způsob sušení a zvážit nutnost konsolidace, případně zvláčení. Teprve pak může být proveden textilně technologický průzkum, vlastní restaurování, adjustace a uložení.

4.1 Mikrobiologický průzkum a dezinfekce

U archeologických textilních nálezů by měl být proveden mikrobiologický průzkum. Tím je zajištěna ochrana jak předmětu, tak i zdraví konzervátora. V závislosti na výsledcích mikrobiologického průzkumu je provedena účinná dezinfekce a teprve pak následují další kroky konzervování. Dezinfekce musí být nejen účinná, ale zároveň šetrná k ošetřovaným textiliím. Vhodné dezinfekční prostředky pro archeologické textilie jsou páry butanolu, komerční prostředek na bázi alkoholů Bacillol AF nebo prostředek na bázi isothiazolinů Acticide MV. V případě potřeby hromadné dezinfekce lze pak doporučit metodu využívající Etoxen. Uvedené metody jsou podrobně popsány v metodice *Postup dezinfekce a čištění textilních závěsů pečeti*.

4.2 Předběžný průzkum

Při předběžném průzkumu je posouzen stav textilního nálezu jak z makroskopického, tak i mikroskopického hlediska (např. pomocí USB mikroskopu či binokulární lupy). Hodnotí se, zda se jedná o textilií suchou či mokrou, stav textilie, míra znečištění a stupeň degradace (např. soudržnost textilní vazby, křehkost nití). Případně jsou-li přítomné kovové nitě nebo je-li předmět plošný či trojrozměrný. V případě fragmentů je důležitý odhad, zda se vůbec jedná o textilní výrobek nebo jen o zbytky vlasů či chlupů. Často je vhodná i předběžná identifikace vláken. Pro rozhodnutí o způsobu čištění je kromě výše uvedeného předběžného průzkumu vhodné na malém vzorku zjistit citlivost textilie na čištění mokrou cestou.

4.3 Čištění

Vhodný způsob čištění významně přispěje ke zlepšení stavu textilie, naopak nevhodný zásah může způsobit až úplnou ztrátu materiálu. V případě archeologických textilií je zásadní rozhodnutí, zda čištění bude probíhat suchou nebo mokrou cestou. Toto rozhodnutí je provedeno na základě vyhodnocení předběžného průzkumu. V případě, že to stav textilie dovolí je nejúčinnější mokré čištění. Během čištění je snahou zachovat maximum dochovaných dokladů krejčovského zpracování – záložky, pozůstatky stehů a šicích nití, vrapování apod.

Suché archeologické textilie

V případě suchých archeologických textilních nálezů se obvykle používá suché mechanické čištění. Jedná se o šetrné mechanické odstranění nečistot z textilií pomocí jemných štětečků, kartáčků, pinzet nebo pomocí vysavače s regulovatelným odtahem, tento způsob je účinný zejména pro odstraňování prachových a nesoudržných nečistot. Často používané odsávání nečistot přes síťku nelze doporučit pro velmi jemné textilie kvůli riziku otisku rastru sítě na textilií (viz Obr. 5 v Příloze č. 1). Lepší výsledky přináší použití vody po předchozím suchém mechanickém čištění. Stírání mírně navlhčenými vatovými tampóny nebo tyčinkami je omezeně účinné, pro dobré vyčištění je třeba použít dostatečné množství vody. Podle stavu a charakteru textilie je možné volit mezi stíráním povrchu textilií mokřými vatovými tampóny

nebo vatovými tyčinkami a čištěním na odsávacím stole nebo v lázni. Při stírání povrchu se účinnost čištění zvýší podložením textilie savou podložkou. Mokrou cestou je většinou možné čistit i přesušené textilie, jak vyplývá ze studie v Příloze č. 2. Vždy je ale nutné provést předběžné zkoušky a dobře zvážit stav konkrétní textilie a přínosy či případná rizika při použití mokrého čištění.

Mokré archeologické textilie

V případě mokrých textilií je většinou možné provést čištění mokrou cestou, které se provádí buď v lázni, nebo na odsávacím stole v závislosti na stavu textilie (viz Příloha č. 1). Pro správné čištění textilie velkých rozměrů je důležité mít k dispozici dostatečně velkou vanu, kde je možné prát i bez přehnutí apod. Pro textilie, které jsou znečištěné pouze zeminou, je dostatečně účinné čištění vodou o teplotě 40 °C. V případě jiných nečistot lze použít přídavek povrchově aktivní látky (např. Syntapon L), po kterém musí následovat dostatečné propláchnutí textilie vodou. Poslední lázeň je vždy v destilované, demineralizované nebo deionizované vodě. Doba čištění je individuální podle stavu a charakteru textilie, řádově se jedná o desítky minut až jednotky hodin. U textilií z živočišných vláken je doporučeno upravit pH čisticí lázně do oblasti izoelektrického bodu vlny a hedvábí na pH cca 5 (např. kyselinou octovou). V případě křehkých textilií je dobré provádět čištění v lázni na pomocné síti (např. Uhelon) nebo na netkané textilií (např. Hollytex). Účinnost čištění v lázni je významně zvýšena současným mechanickým čištěním pomocí jemného štětce, u křehkých archeologických nálezů není vhodné používat mořskou houbu, protože neumožňuje tak dobrou kontrolu nad namáháním textilie.

Odsávací stůl je vhodné použít u křehkých textilií, u kterých by při ponoru do lázně hrozilo jejich poškození. Na odsávacím stole je možné dobře kontrolovat celý proces čištění a další výhodou je možnost sušení textilie přímo na sítu odsávacího stolu bez nutnosti přenášení. Vzhledem k větší velikosti částic nečistot u archeologických textilií je nutné při volbě použití odsávacího stolu zohlednit jeho konstrukci, zejména jemnost síta. Pokud stav textilie nedovoluje použití spodního odtahu, lze proplachování textilie provádět pouze na sítu (Obr. 4 v Příloze č. 6).

4.4 Konsolidace

V případě značně degradovaných málo soudržných archeologických textilií, případně u textilií, u kterých dochází ke sprášování povrchu, je možná jejich záchrana pomocí aplikace konsolidačního prostředku. Konsolidační prostředky se obvykle aplikují ponorem, jako závěrečný krok mokrého čištění. Pro konsolidaci archeologických textilií lze doporučit disperzi Lascaux 498 HV (viz Příloha č. 3), která zlepšuje mechanické vlastnosti konsolidovaných textilií. Použití disperze zředěné na 2,5% obsah sušiny nezpůsobuje žádné ztuhnutí textilií a ani negativně neovlivňuje jejich omak a vzhled. V případě disperze zředěné na 5% obsah sušiny již dochází k mírné ztrátě flexibility textilií. Disperzi je z textilií možné odstranit acetonem nebo N,N-dimethylformamidem. Poměrně často používaný ether celulózy Klucel G nezhorší významně flexibilitu konsolidovaných textilií, ale účinnost konsolidace je velmi malá.

4.5 Sušení a zvláčňování

Po mokrému čištění následuje sušení, případně zvláčnění textilií. Zvolený způsob sušení, případně přídavek zvláčňujícího prostředku může významně zvýšit flexibilitu textilií a pozitivně tak ovlivnit dlouhodobou stabilitu konzervovaných archeologických textilií.

Před všemi způsoby sušení je textilie nutné vyrovnat, důležité je zachování původních záložek, krejčovských detailů apod. U trojrozměrných předmětů je třeba textilií tvarovat pomocí vhodného vypodložení a tím zajistit její tvar. V závislosti na způsobu sušení je možné v případech velkého zdeformování či potřeby zachování záhybů apod. textilie zatížit sklíčky, popřípadě vyrovnat pomocí jemných korozivzdorných špendlíků, např. entomologických (Obr. 1 v Příloze č. 6).

Jako nejvhodnější metodu sušení lze doporučit sušení pomocí vymrazení v běžném mrazicím zařízení nebo pomocí zvyšující se koncentrace ethanolu (viz Příloha č. 4). Oba tyto postupy sušení zajistí textiliím maximální možnou flexibilitu. Velikost konzervovaného předmětu může být limitující pro obě metody. Velikost mrazicího zařízení nemusí být dostatečná, při práci s ethanolem je pak nutné dodržovat zásady BOZP a v případě velkých předmětů by byla spotřeba ethanolu příliš velká a tedy neekonomická. Proto jsou tyto způsoby sušení vhodné spíše pro textilie menších rozměrů. Pro textilie větších rozměrů je doporučeno sušení na skle nebo na sítu volně na vzduchu s přidavkem zvláčňujícího prostředku. Jako zvláčňující prostředek je možné na základě získaných výsledků doporučit glycerin. Takto ošetřené textilie mají dobré organoleptické vlastnosti a flexibilitu, jsou dlouhodobě stabilní a mikrobiologicky odolné při dodržení doporučených podmínek pro dlouhodobé uložení textilií (Příloha č. 4, Příloha č. 5).

Sušení vymrazením

Textilie jsou po vyjmutí z poslední lázně vyrovnány na melinexovou fólii nebo PE pěnu. Následuje zmrazení v běžném mrazicím zařízení (-18 °C) po dobu 1 h, poté jsou zmrazené textilie přemístěny a uzavřeny do těsnící PE, PP krabice s vysušeným silikagelem a ponechány v mrazáku až do vysušení (dobu vymrazování závisí na druhu a plošné hmotnosti textilie, obvykle je v řádu týdnů). Velikost krabice a množství silikagelu je nutné přizpůsobit velikosti předmětu a obsahu vody. Znakem vysušení je snadné sejmutí textilií z podložky a jejich dobrá flexibilita.

Sušení pomocí zvyšující se koncentrace ethanolu

Textilie jsou po vyjmutí z poslední lázně vloženy do lázně obsahující 20 % (hmot.) ethanolu. Po každých dvou hodinách je textilie vložena do lázně ethanolu o koncentraci vyšší vždy o 10 % (hmot.). Takto je postupováno až do lázně čistě ethanolové. Ze závěrečné lázně jsou pak textilie vyjmuty, vyrovnány na filtrační papír (přebytek roztoku je nutné odsát např. filtračním papírem) a ponechány volně na vzduchu. Pro sušení se používá ethanol denaturovaný např. methanolem nebo benzínem.

Sušení na skle nebo na sítu

Pro zajištění dostatečné flexibility textilií je přidavek zvláčňujícího prostředku při těchto postupech sušení nezbytný. Roztok glycerinu ve vodě (4 hmot. %) se aplikuje buď v lázni (dobu ponoru je obvykle v řádu desítek minut) nebo nalitím na textilií položenou na sítu odsávacího stolu. Přebytečný roztok je nezbytné z textilie odstranit např. pomocí filtračního papíru nebo spodního odtahu odsávacího stolu. V případě použití síta je nutné poukázat na možné riziko otisku rastru na textilií zejména u příliš těžkých textilií, výhodou však je rovnoměrné schnutí.

5 Textilně technologický průzkum

Podrobný textilně technologický průzkum (určení úpravy, techniky, textilní vazby, charakteristiky nití, materiálového složení atd.) se provádí až po čištění a sušení. Napomáhá k určení provenience, datace a původu předmětu, k hledání analogických textilií v jiných sbírkách, ke stanovení původní funkce textilie a podobně. Neméně důležitý je i pro další práci s textilií, při sestavování celku z více fragmentů mohou mít velký význam např. nalezené nepravidelnosti ve strukturách či tkalcovské chyby.

6 Restaurování

Při restaurování archeologických textilií lze obecně uvažovat o třech základních možnostech zásahu: metody zpevnění šitím (šitá skeletáž, šitý sendvič), podlepením, nebo pouze vhodná adjustace, popř. kombinace uvedeného. Žádná metoda není univerzální, každá má své výhody i nevýhody a je nutné k textilnímu předmětu či fragmentu přistupovat vždy individuálně.

7 Adjustace a doporučené podmínky uložení a vystavování

Při adjustaci, ukládání a vystavování archeologických textilních nálezů je třeba využívat inertní materiály a dodržovat doporučené hodnoty teploty, relativní vlhkosti vzduchu a osvětlení.

Uložení v depozitáři

- teplota: 16 ± 2 °C
- relativní vlhkost: 50 ± 5 %
- bez přístupu světla
- čisté prostředí (chránit před plynnými polutanty, prachem, biologickým napadením)

Vystavování

- teplota: 23 ± 2 °C
- relativní vlhkost: 50 ± 5 %
- intenzita osvětlení: méně než 50 lx
- podíl UV záření: max. 10 μ W/lm (lépe vyloučit)
- osvit v jednom roce: 12 až 36 klxh

Materiály vhodné pro výrobu obalů, adjustaci, nebo pro mobiliář výstavních i depozitárních prostor jsou např. korozivzdorná ocel, kovy lakované práškovými vypalovacími laky, sklo, keramika, nebělená a nebarvená bavlněná nebo lněná textilie, nekyselý papír. Dále polymerní látky, které neobsahují změkčovadla, např. polyetylen, polypropylen, polyester, polykarbonáty, polymethylmethakrylát (plexisklo) a další akryláty. V případě nutnosti je možné použít vyžralé dřevo, mezi nejméně riziková dřeva patří týkové, mahagonové a bělové dřevo borovice douglasky. Naopak mezi nejrizikovější dřeva patří dub, třešeň, jilm, kaštan, lípa a jedle. Obecně je třeba se vyvarovat použití materiálů, které mohou uvolňovat těkavé organické látky, příkladem jsou kromě zmíněných dřevin také lepidla a nátěrové hmoty na bázi polyvinylacetátu, některé typy silikonových kaučuků, dřevotřísky obsahující melaminoformaldehydové nebo fenolformaldehydové pryskyřice aj.

Při výrobě obalů je však nutné použít nejen inertní materiály, ale je nezbytné zvážit riziko vzniku mikroklimatu. Zejména při použití neprodyšných obalů je toto riziko vysoké (např. plastové boxy či sáčky). Při použití boxů je uvnitř vhodné regulovat relativní vlhkost vzduchu pomocí silikagelu kondicionovaného na cca 50 % RV. V případě použití PE sáčků je

pak vhodné jejich povrch porušit např. vpichy jehlou. Vždy je však nutná pravidelná kontrola předmětů, která by měla být samozřejmou součástí režimu depozitárních prostor. Je třeba si uvědomit, že jsou různé požadavky na obaly a klimatické podmínky pro dlouhodobé uložení a pro první pomoc na nalezišti.

8 Případové studie

Metodika vyvinutá na základě testování na modelových vzorcích byla aplikována při konzervování suchých i mokrých archeologických textilních fragmentů (viz Příloha č. 6) a také při restaurování celistvého suchého archeologického nálezu – škapulíře (viz Příloha č. 7). Na případových studiích se potvrdilo, že ke konzervování každého archeologického textilu je nutné přistupovat zcela individuálně, a to nejen na základě stavu nálezu (suchý/mokrý), ale zejména na základě materiálového složení a struktury. Důležitý je předběžný průzkum a zkoušky – např. zkoušky stálobarevnosti, chování materiálu při namočení apod. Mokré čištění obvykle přináší lepší výsledky zásahu, nicméně zkouška namočení fragmentů A36/2020, sáček 46 a 40 (provázky z rostlinného materiálu) prokázala, že namočení suchých textilií není vždy vhodné. Naopak u fragmentu A7/2020, sáček 59 (hedvábná síťka), byl mokrý způsob čištění jediným možným řešením. Bez namočení a odplavení velkého nánosu zeminy, by nemuselo být vůbec zřejmé, o jaký typ textilie se jedná. Použití zvláčňujícího prostředku (4% roztok glycerinu) se osvědčilo při sušení na sítu, nutné je však odstranění jeho přebytku před sušením. K dobrému výsledku konzervování (restaurování) textilu napomáhá kvalitně vybavené pracoviště (vysavač s regulovatelným odtahem, odsávací stůl, mrazák, mikroskop) a v neposlední řadě pak předchozí zkušenosti restaurátora.

9 Zhodnocení přínosu metodiky

Metodika „Konzervování archeologických textilií“ umožňuje výběr vhodného postupu konzervování s ohledem na nálezovou situaci a stav textilního artefaktu. Metodika se věnuje všem krokům konzervátorského zásahu, detailněji je pak zaměřena na čištění, sušení, zvláčňování a případnou konsolidaci archeologických textilií. Pro zmíněné kroky konzervátorského zásahu není možné na základě studia české ani zahraniční literatury získat jednotné informace o vlivu různých metod na výsledné vlastnosti textilií. Proto je hlavním přínosem metodiky porovnání různých metod na základě výsledků systematického studia modelových vzorků textilií z přírodních vláken. Jedná se především o doporučení ohledně možnosti čištění přesušených textilií mokrou cestou, která je významně účinnější než často doporučované suché mechanické čištění. Další důležité zjištění se týká hojně používaného polyethylenglykolu (PEG 400), u kterého byl zjištěn pouze zvláčňující účinek nikoli však konsolidační, jak uvádí některé literární zdroje. Ani ethery celulózy (Klucel G, Tylose MH 300) doporučované v literatuře neprokázaly dostatečný konsolidační účinek, navíc při použití Tylose MH dochází k nepřipustnému ztuhnutí textilií a použití zároveň konsolidačního a zvláčňujícího prostředku tento negativní jev nepotlačí. Na základě výzkumu se podařilo najít nový vhodný konsolidační prostředek, akrylátovou disperzi Lascaux 498 HV.

Poděkování

Metodika vznikla v rámci řešení grantového výzkumného projektu Ministerstva kultury ČR NAKI II „Konzervování archeologických textilií“ (DG20P02OVV009).

Oponenti metodiky

Ing. Magda Součková, Národní knihovna České republiky

Ing. Lenka Zamrazilová, Akademie výtvarných umění

10 Seznam publikací předcházejících metodice

Marešová, A. *Možnosti zvýšení flexibility archeologických textilií*. Praha 2020, Bakalářská práce, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.

Škrdlantová, M., Krejčí, J., Drábková, K., Bureš Víchová, J., Msallamová, Š. Sušení a zvláčňování archeologických textilií. *Fórum pro konzervátory-restaurátory*, Technické muzeum v Brně, 2022, 30-35, ISSN 2571-4384, [online], [cit. 20. 10. 2022], URL: https://mck.technicalmuseum.cz/wp-content/uploads/2022/10/05_Skrdlantova.pdf

Drábková, K., Krejčí, J., Škrdlantová, M., Bureš Víchová, J. Konsolidační prostředky pro archeologické textilie. *Textil v muzeu*, Technické muzeum v Brně, 2022, ISSN 1804-1752, v tisku.

11 Výběr použité literatury

Bravermanová, M., Březinová, H., Urbanová, K. Metodika výzkumu archeologických textilních nálezů. *Zprávy památkové péče*, 2011, 71(2), 97-104.

Březinová, H. et al. *Středověké textilní a barvířské technologie*. Archeologický ústav AV ČR, v.v.i., Praha 2016, ISBN 978-80-87365-91-5.

Bureš Víchová, J., Drábková, K., Krejčí, J., Škrdlantová, M. Rekonzervace v minulosti podlepených historických textilií, [online], [cit. 22. 6. 2022], VŠCHT Praha, 2021, URL: <http://invenio.nusl.cz/record/453836>

Drábková, K., Škrdlantová, M., Nagyová, D., Krejčí, J., Bacílková, B., Bureš Víchová, J., Ďurovič, M. Postup dezinfekce a čištění textilních závěsů pečeti, [online], [cit. 22. 6. 2022], VŠCHT Praha, 2019, URL: <http://invenio.nusl.cz/record/403472?ln=cs>

Florian, M. E., Kronkright, D. P., Norton, R. E. *The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials*. The J. Paul Getty Trust, 1990. ISBN 0-89236-160-3.

Karsten, A., Graham, K., Jones, J., Mould, Q., Rogers, P. W. *Waterlogged Organic Artefacts: Guidelines on their Recovery, Analysis and Conservation*. Swindon: Historic England, 2018, [online], [cit. 9. 3. 2022], URL: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/waterlogged-organic-artefacts/heag260-waterlogged-organic-artefacts/>

Krejčí, J., Škrdlantová, M., Drábková, K., Bureš Víchová, J. Podlepení historických textilií, [online], [cit. 22. 6. 2022], VŠCHT Praha, 2021, URL: <http://invenio.nusl.cz/record/453835>

Landi, S. *The Textile Conservator's Manual*. 2nd ed., Butterworth-Heinemann, 1999, ISBN 0 7506 3897 4.

Novák, J. Praní textilu. *Textil v muzeu*, Technické muzeum v Brně, 2008, 19-24, ISBN 978-80-86413-46-4.

Peacock, E. E. Drying Archaeological Textiles (1992). In: Brooks, M. M., Eastop, D. D. (eds.). *Changing Views of Textile Conservation*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2011, 359-369, ISBN 978-1-60606-048-3.

Ramírez Calderón, A. *Conservation of Charred Archaeological textiles*. Master thesis, Haute Ecole Arc Conservation-restauration, 2018.

Rodgers, B. A. *The Archaeologist's Manual for Conservation*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2004, ISBN 0-306-48466-8.

Saville, B. P. *Physical testing of textiles*. Woodhead publishing, 1999, ISBN 1 85573 376 6.

Škrdlantová, M., Krejčí, J., Drábková, K. Vliv lepenek s alkalickou rezervou na živočišná vlákna při dlouhodobém uložení. *Textil v muzeu*, Technické muzeum v Brně, 2019, 15, 140-143, ISSN 1804-1752.

Šulcová, V., Fagová, D., Čištění historických textilií. In: *Sborník konference Sdružení pro ochranu památek Arte-fakt Restaurování a ochrana uměleckých děl – Čištění uměleckých děl*, Kutná Hora, 2014, 28-37, ISBN 978-80-905924-0-7.

Tarleton, K. S., Ordoñez, M. T. Stabilization Methods for Textiles from Wet Sites. *Journal of Field Archaeology*, 1995, 22, 81-94.

Tímár-Balázsy, Á., Eastop, D. *Chemical Principles of Textile Conservation*. Butterworth Heinemann, 1999, ISBN 978-0-7506-2620-0.

Wiesner, I. A Neolithic Shoe from Sipplingen – Technological Examination and Conservation. In: *Straetkvern, K., Williams, E. (eds.) Proceedings of the 11th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, Greenville, 2010, 531-542, ISBN 978-1-257-86709-7.

12 Přílohy

Příloha č. 1: Účinnost různých způsobů čištění

Při konzervování archeologických textilií je zásadní rozhodnutí, zda bude čištění probíhat suchou nebo mokrou cestou. Dílčím cílem projektu bylo porovnání účinnosti různých způsobů suchého mechanického čištění i mokrého čištění. U metod mokrého čištění byl také sledován vliv přídavku tenzidu (anionaktivního i neionogenního) a přídavku antiredepoziční látky karboxymethylcelulózy, zohledněna byla také doba působení čisticí lázně. Testování bylo provedeno na tkaninách z hedvábí, lnu a vlny, protože se nejčastěji vyskytují mezi archeologickými nálezy. Živočišná vlákna jsou nejstabilnější ve svém izoelektrickém bodě, proto bylo pH čisticích roztoků pro jejich čištění upraveno pomocí kyseliny octové na hodnotu pH cca 5.

Příprava vzorků

Modelové vzorky z hedvábí, lnu a vlny byly poškozeny umělým stárnutím a následně znečištěny mokrou zeminou tak, aby dobře simulovaly reálné archeologické nálezy. Takto připravené vzorky byly buď čištěny v mokrému stavu ihned po vyndání ze zeminy, nebo až po jejich usušení a dlouhodobém uložení v suchém prostředí. Velikost modelových vzorků byla cca $5,5 \times 11$ cm, každý způsob čištění byl testován na třech vzorcích.

Příprava modelových vzorků archeologických textilií

Hedvábí – 100% přírodní hedvábí Habutai, 43 g/m², plátňová vazba o dostavě 56 nití/cm v osnově a 40 nití/cm v útku, dodavatel Zdeněk Volf. Textilie byly předupraveny tak, že byly 3× 15 min prány v destilované vodě o teplotě 80 °C a na závěr byly propláchnuty ve studené destilované vodě.

Len – 100% lněné bělené plátno, 150 g/m², plátňová vazba o dostavě 22 nití/cm v osnově a 19 nití/cm v útku, dodavatel Sartor Bohemia s.r.o. Textilie byly předupraveny na základě normy ČSN 800811. Vyvářka 2 h v lázni o délce 1:50 obsahující 0,5 g dithioničitanu sodného, 10 g hydroxidu sodného, 3 g komplexotvorného činidla (Synttron B) a 2 g neionogenního smáčedla (Tween 20) na 1 l destilované vody. Po vyvářce následovalo máchání v 80 °C teplé vodě a poté ve studené vodě (20 °C). Máchání bylo prováděno až do vymizení alkalické reakce (kontrola univerzálním indikátorovým papírkem), poslední proplach byl v destilované vodě.

Vlna – 100% vlněné sukno, 500 g/m², plátňová vazba o dostavě 7 nití/cm v osnově i útku, dodavatel Linea obchod s.r.o. Textilie byly předupraveny praním v lázni při teplotě 50 °C po dobu 30 min. Složení lázně bylo 1 g anionaktivního tenzidu (Syntapon L) a 3 g uhličitanu sodného na 1 l vody. Následovalo důkladné máchání v obyčejné a na závěr v destilované vodě.

Předupravené textilie byly předstárnuty tři týdny při 105 °C v testovací komoře Memmert CTC 256. Takto předstárnuté vzorky hedvábí, lnu a vlny byly 3 týdny uloženy v ledničce v mokré zemině (2 kg zeminy na 2 l vody). Vzorky připravované pro testování čištění přesušených textilií byly ze zeminy vyjmuty, vyždímány a bez urovnání ponechány volně schnout na vzduchu, poté byly ještě 9 měsíců uloženy v suchém prostředí (Obr. 1). Vzorky připravované pro testování čištění mokřích textilií byly čištěny ihned po vyjmutí ze zeminy.



Obr. 1: Přesušené modelové vzorky z hedvábí, lnu a vlny (zleva)

Čištění vzorků

Výběr testovaných způsobů čištění reflektoval konzervátorskou praxi a specifika archeologických textilií. Bylo proto zkoušeno mokré čištění nejen v lázni, ale také na odsávacím stole, které je výhodné zejména pro degradované textilie, u kterých by při čištění v lázni mohlo dojít k jejich poškození. Testovány byly také různé metody suchého mechanického čištění.

Použité chemikálie a přístroje

- Syntapon L – anionaktivní tenzid; laurylsulfát sodný založený na přírodním lineárním mastném alkoholu C12-14; Enaspol a.s., ČR
- Tinovetin JUN HC – neionogenní tenzid; ethoxylovaný alifatický alkohol; Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo
- karboxymethylcelulóza – antiredepoziční přísada; sodná sůl karboxymethylcelulózy; Carl Roth, Německo
- Odsávací stůl ARTMini; Artcard – Richard Růžička, ČR
- Muzeální vysavač Muntz 555 MU-E HEPA SET; dodavatel Ceiba s.r.o., ČR
- Parový skalpel RTC4 s ultrazvukovým zvlhčovačem Boneco a termostatem; Restauro-Technika, Polsko

Čištění mokrých textilií v lázni

Před čištěním v jednotlivých testovaných lázních byly textilie po vyjmutí z mokré zeminy propláchnuty v kádince s obyčejnou vodou. Poté následovalo čištění v různých lázních, u kterých bylo v případě vzorků z živočišných vláken upraveno pH kyselinou octovou do oblasti jejich izoelektrického bodu na pH cca 5. Sledována byla účinnost čištění ponorem do následujících lázní:

- obyčejná voda (40 °C, 30 min a 2 h)
- 2 g/l Syntapon L (40 °C, 30 min a 2 h)
- 1 g/l Tinovetin JUN HC (40 °C, 30 min a 2 h)
- obyčejná voda + 0,5 g/l karboxymethylcelulóza (40 °C, 30 min a 2 h)
- 2 g/l Syntapon L + 0,5 g/l karboxymethylcelulóza (40 °C, 30 min a 2 h)
- 1 g/l Tinovetin JUN HC + 0,5 g/l karboxymethylcelulóza (40 °C, 30 min a 2 h)

Čištění probíhalo naplocho v lázni ve fotomisce s dostatkem roztoku (vždy 3 vzorky od jednoho materiálu najednou v 1500 ml). Při čištění byla lázeň každých 15 minut zvěřena, aby docházelo k lepšímu odplavování nečistot. Při čištění vlny byla kvůli jejímu nadměrnému znečištění čisticí lázeň 1× vyměněna. Po čištění následoval důkladný proplach nejprve obyčejnou (3× 800 ml) a

na závěr destilovanou vodou (1× 800 ml). Sušení probíhalo na polyesterové fólii Melinex volně na vzduchu. Celý tento experiment byl následně zopakován s tím rozdílem, že byly textilie v průběhu namočení v lázni mechanicky čištěny pomocí jemného plochého štětce.

Čištění mokrých textilií na odsávacím stole

Před čištěním pomocí jednotlivých testovaných prostředků a způsobů byly textilie po vyjmutí z mokré zeminy propláchnuty v kádince s obyčejnou vodou. Pro vlastní čištění vzorků z živočišných vláken bylo pH roztoků upraveno kyselinou octovou do oblasti izoelektrického bodu vlny a hedvábí na pH cca 5. Dále uvedené prostředky byly aplikovány na odsávacím stole:

- obyčejná voda (40 °C, 15 min namočeno pak proplachování)
- pěna Syntapon L (z roztoku o koncentraci 2 g/l, 40 °C, 15 min nanesená pěna pak proplachování roztokem Syntaponu L)
- roztok Syntapon L (2 g/l, 40 °C, 15 min namočeno pak proplachování roztokem Syntaponu L)
- pěna Tinovetin JUN HC (z roztoku o koncentraci 1 g/l, 40 °C, 15 min nanesená pěna pak proplachování roztokem Tinovetinu JUN HC)
- roztok Tinovetin JUN HC (1 g/l, 40 °C, 15 min namočeno pak proplachování roztokem Tinovetinu JUN HC)

Čištění bylo prováděno bez mechanického dočišťování např. štětcem. Během čištění byly vlněné vzorky 1× otočeny, lněné a hedvábné vzorky nebyly otáčeny, protože se u těchto materiálů předpokládá zvýšená křehkost, která při práci s reálnými archeologickými textiliemi vyžaduje šetrnější manipulaci. Po čištění následovalo proplachování nejprve obyčejnou a na závěr destilovanou vodou při zapnutém spodním odtahu. Sušení probíhalo na Melinexu volně na vzduchu.

Čištění přesušených textilií

U přesušených textilií byly testovány metody suchého mechanického čištění, ale také stírání navlhčenými/mokkými tampónky nebo i mokré čištění v lázni či na odsávacím stole. V případě použití mokrého čištění u živočišných vláken bylo pH čisticích roztoků upraveno kyselinou octovou do oblasti izoelektrického bodu vlny a hedvábí na pH cca 5. Pro čištění přesušených textilií v lázni nebo na odsávacím stole byly vybrány postupy, které se v předchozím testování ukázaly jako nejvhodnější. Všechny vzorky byly nejprve čištěny vysátím a poté byly aplikovány další postupy:

- vysátí přes síť pak zvlhčení párou (40 °C)
- vysátí s pomocí kartáčku vysavače pak zvlhčení párou (40 °C)
- stírání vlhkými tampónky (destilovaná voda)
- stírání mokkými tampónky (destilovaná voda)
- stírání mokkými vatovými tyčinkami (destilovaná voda)
- čištění v lázni s pomocí štětečku (obyčejná voda, 40 °C, 30 min, na závěr proplach destilovanou vodou)
- čištění na odsávacím stole s pomocí štětečku (obyčejná voda, 40 °C, 15 min namočeno pak proplachování, na závěr destilovanou vodou)

Po všech způsobech čištění byly vzorky vyrovnány a sušeny na Melinexu volně na vzduchu.

Vyhodnocení účinnosti čištění

Pro vyhodnocení účinnosti čištění bylo použito měření barevnosti, před měřením byly vzorky kondicionovány 14 dní v laboratorních podmínkách.

Barevnost v barvovém prostoru CIELAB byla měřena spektrofotometrem Konica Minolta CM-700d a celková změna barevnosti ΔE_{ab}^* byla vypočtena podle rovnice

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2},$$

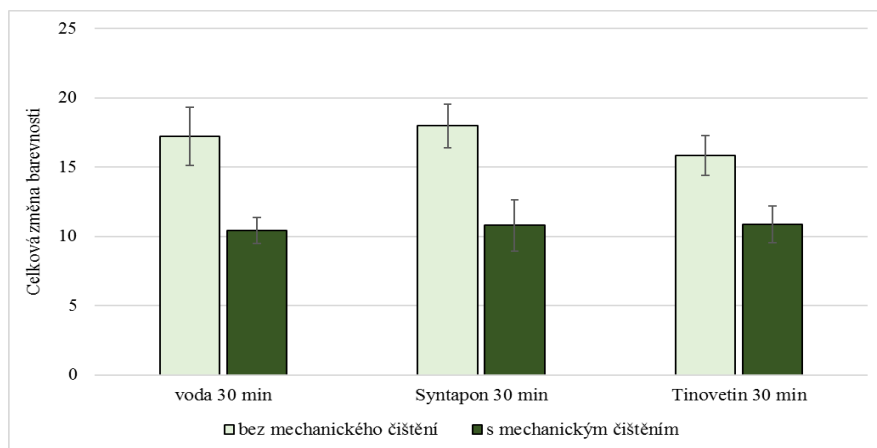
kde L_0^*, a_0^*, b_0^* jsou parametry barevnosti před znečištěním zeminou a L_1^*, a_1^*, b_1^* jsou parametry barevnosti po čištění.

Celková změna barevnosti po čištění byla vztažena k čistému nezašpiněnému vzorku, proto čím menší celková změna barevnosti je uvedena ve výsledcích, tím účinnější je daný způsob čištění. Hodnoty uvedené v grafech jsou aritmetickým průměrem 60 měření, chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Výsledky

Čištění mokřých textilií v lázni

Při čištění mokřých modelových vzorků v lázni se vyskytly jen drobné rozdíly v účinnosti jednotlivých metod v závislosti na druhu čištěné textilie, hlavní trendy byly shodné a je tak možné formulovat stejné závěry pro živočišná i rostlinná vlákna. Modelové vzorky byly znečištěny pouze zeminou a pro tento typ znečištění se v rámci experimentu neprojevovalo zvýšení účinnosti čištění přidáním ani jednoho z tenzidů. Přídavek karboxymethylcelulózy (antiredepoziční přísady) ani doba čištění neměly vliv na účinnost čištění. Z Obr. 2 je patrné významné zvýšení účinnosti čištění v lázni současným mechanickým čištěním pomocí jemného plochého štětce. Barevnost takto čištěných vzorků se více přiblížila barevnosti textilií před znečištěním, a proto je u těchto vzorků změna barevnosti menší.

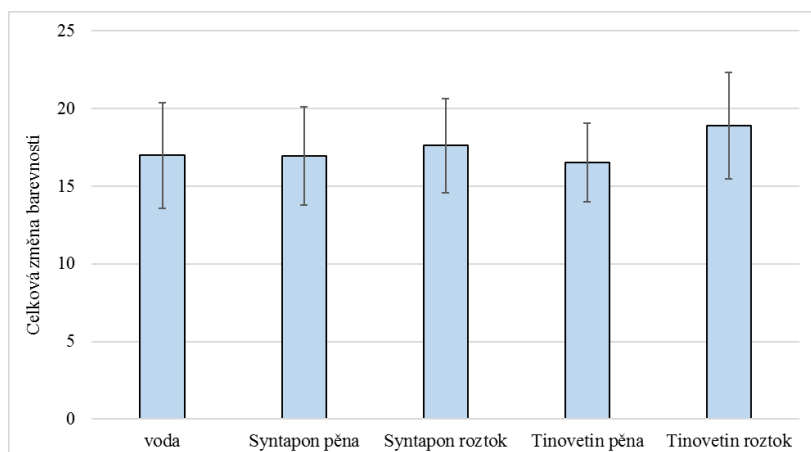


Obr. 2: Změna barevnosti hedvábných vzorků po čištění v lázni

Čištění mokřých textilií na odsávacím stole

Ani při čištění mokřých modelových vzorků na odsávacím stole nebyly pozorovány významné rozdíly v závislosti na druhu čištěné tkaniny a ani použití tenzidu významně nezvýšilo účinnost čištění (Obr. 3). Rozdíly mezi účinností vlažné vody a tenzidů v různých formách jsou v rámci chyby měření, výsledky však naznačují nižší účinnost roztoku tenzidu než tenzidu použitého ve formě pěny. Podobně jako při čištění v lázni, tak ani při čištění na odsávacím stole není

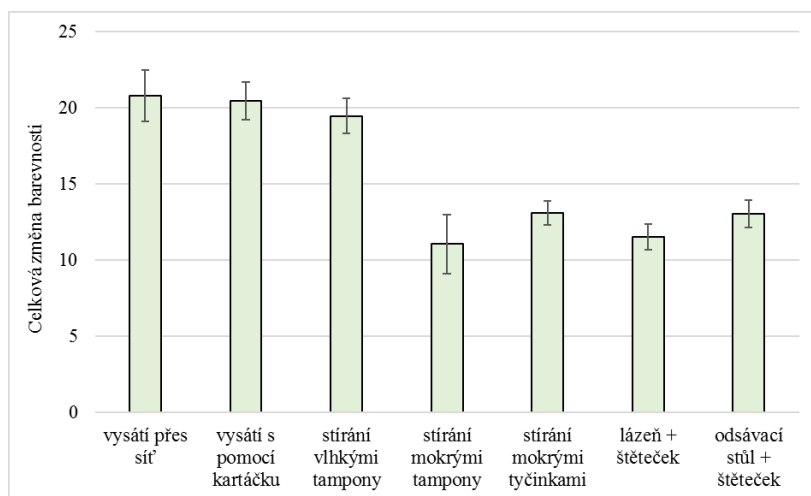
opodstatněné pro textilie znečištěné zeminou používat přídavek tenzidu. Bez současného mechanického čištění je účinnost stejná jak při čištění v lázni, tak na odsávacím stole.



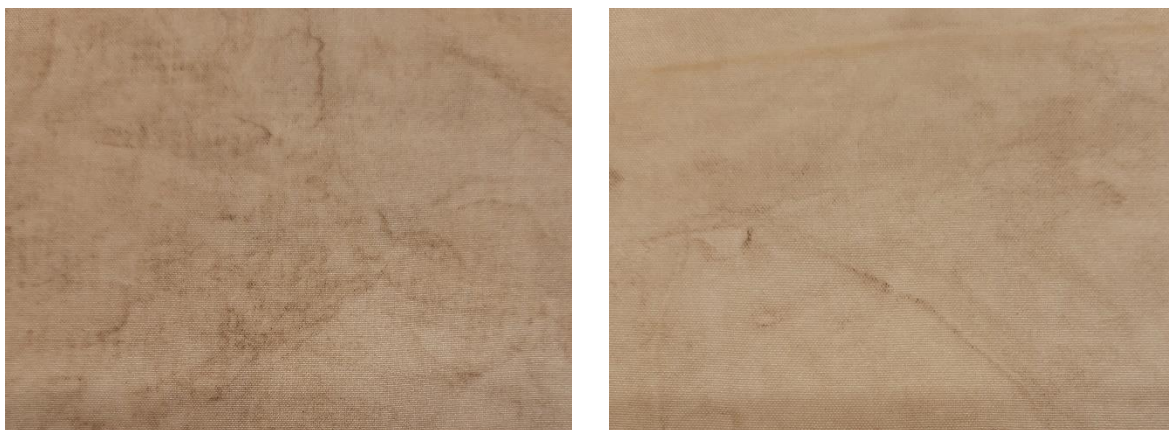
Obr. 3: Změna barevnosti lněných vzorků po čištění na odsávacím stole

Čištění přesušených textilií

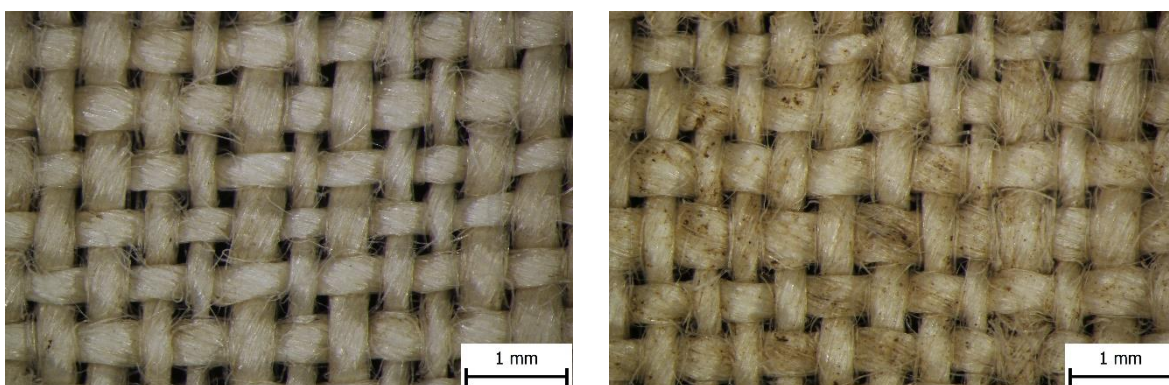
Při čištění přesušených textilií je zásadní rozhodnutí, zda bude čištění probíhat suchou nebo mokrou cestou. Pro testování účinnosti čištění byly vybrány metody suchého a vlhkého mechanického čištění a metody čištění v lázni a na odsávacím stole s ohledem na výsledky předchozího výzkumu. Z Obr. 4 je patrná nedostatečná účinnost suchého mechanického čištění i mechanického čištění pomocí vlhkých tampónků. Při vysávání přes síťku navíc došlo k nežádoucímu jevu – na textilii (zejména jemné hedvábné) byl po vysátí patrný rastr síťky, a to i v případě opakovaného posunutí síťky po povrchu vzorku (Obr. 5). Při čištění přesušených textilií se bez ohledu na druh čištěné textilie jako účinné ukázaly všechny metody, které využívají dostatečné množství vody, jejich barevnost se více přiblížila neznečištěnému vzorku (Obr. 4). Lepší výsledek mokrého čištění oproti suchému je zřejmý také při pozorování vzorků pod binokulární lupou (Obr. 6). Použití vody při čištění přesušených textilií by nemělo představovat významné riziko (viz [Příloha č. 2](#)), výběr konkrétní metody tak závisí především na stavu a charakteru předmětu. Vhodné je před mokrým čištěním provést na malém vzorku zkoušku citlivosti daného nálezu na vodu.



Obr. 4: Změna barevnosti přesušených hedvábných vzorků po čištění



Obr. 5: Hedvábné vzorky po suchém čištění – vysátí přes síť (vlevo) a vysátí s pomocí kartáčku vysavače (vpravo)



Obr. 6: Porovnání lněných vzorků vyčištěných ve vodní lázni s pomocí štětečku (vlevo) a vysátí s pomocí kartáčku vysavače (vpravo)

Závěr

Při čištění modelových vzorků znečištěných zeminou v lázni nebylo pozorováno zvýšení účinnosti čištění díky přidavku tenzidu ani antiredepoziční přísady. Pro takto znečištěné textilie je proto možné využít pouze vlažnou vodu, která zajistí srovnatelnou účinnost čištění. Navíc nejsou vodou čištěné textilie vystavované opakovanému proplachování, které je nezbytné po použití tenzidu. V případě křehkých textilií je dobré provádět čištění v lázni na pomocné síti (např. Uhelon) nebo na netkané textilií (např. Hollytex). Současné mechanické čištění významně zvyšuje účinnost čištění v lázni. Na rozdíl od historických textilií však u křehkých archeologických nálezů není vhodné používat běžnou mořskou houbu, vhodnější je čištění pomocí jemných štětečků, které umožňují lepší kontrolu nad namáháním textilie.

Ani při čištění na odsávacím stole nebyla pro použitý typ znečištění účinnost čištění zvýšena přidavkem tenzidu. Odsávací stůl je vhodné použít zejména u křehkých textilií, u kterých by při ponoru do lázně hrozilo jejich poškození. Výhodou je možnost sušení textilie přímo na sítu odsávacího stolu bez nutnosti přenášení. Čištěním na odsávacím stole a v lázni bez současného mechanického čištění lze dosáhnout shodných výsledků. Vzhledem k větší velikosti částic nečistot u archeologických textilií je nutné při volbě použití odsávacího stolu zohlednit jeho konstrukci, zejména jemnost síta. V případě, není-li nutné nebo dokonce vhodné použití spodního odtahu, lze proplachování textilie provádět pouze na sítu.

Při čištění přesušených textilií je zásadní volba mezi suchým a mokrým čištěním. Suché mechanické čištění (vysávání) ani stírání vlhkými tampónky se neukázalo jako dostatečné

účinné. Pro dobré vyčištění je třeba použít dostatečné množství vody. Testované metody (stírání mokkými tampónky, stírání mokkými vatovými tyčinkami, čištění ve vodní lázni s pomocí štětečku, čištění vodou na odsávacím stole s pomocí štětečku) vykázaly obdobnou účinnost čištění, proto je možné z nich vybírat podle stavu a charakteru čištěné textilie. Použití vody při čištění přesušených textilií by nemělo představovat významné riziko, vždy je ale nutné dobře zvážit stav konkrétní textilie a přínosy či případná rizika při použití mokrého čištění. Velmi vhodné je provedení předběžných zkoušek citlivosti na vodu.

Výběr nejvhodnějšího postupu čištění je ovlivněn charakterem a stavem konkrétní textilie a také rozhodnutím, zdali je vhodné nebo nutné použití zvláčňujícího nebo konsolidačního prostředku. Na výsledek čištění má zásadnější vliv struktura textilie nežli její materiálové složení.

Příloha č. 2: Vliv namočení na přesušené textilie

Při konzervování přesušených archeologických textilií je zásadní rozhodnutí, zda bude čištění probíhat suchou nebo mokrou cestou. Mokré čištění je mnohem účinnější, ale v některé literatuře se pro přesušené textilie nedoporučuje, kvůli možnému riziku poškození předmětu bobtnáním vláken při namočení. Proto bylo cílem ověřit chování a vlastnosti přesušených textilií po jejich namočení do vody.

Příprava vzorků

Pro testování vlivu namočení na přesušené textilie byly připraveny modelové vzorky z hedvábné tkaniny.

Modelové textilie a jejich poškození

Hedvábí (100% přírodní hedvábí Habutai, 43 g/m², plátňová vazba o dostavě 56 nití/cm v osnově a 40 nití/cm v útku, dodavatel Zdeněk Volf) bylo poškozené uložením do kompostu na 9 měsíců (přes zimu 2018/2019). Po vyjmutí z kompostu bylo hedvábí dezinfikováno Bacillolem AF, očištěno od hrubých nečistot a sušeno volně na vzduchu. Dále bylo uloženo cca 1,5 roku v suchém prostředí. Tímto postupem se podařilo připravit vzorky, které velmi dobře simulovaly archeologické textilní nálezy (Obr. 1).



Obr. 1: Hedvábí poškozené v kompostu

Ošetření modelových vzorků – namočení, sušení

Po vyžehlení byly z přesušeného poškozeného hedvábí nařezány vzorky o rozměrech 1 × 3 cm (delší strana ve směru útku). Část vzorků byla ponechána bez ošetření (simulace čištění přesušených textilií pouze mechanicky) a část vzorků byla namočena na 1 hodinu do destilované vody (simulace čištění přesušených textilií mokrou cestou). Sušení vzorků po namočení probíhalo jednak sublimací ledu v běžném mrazicím zařízení a také sušením na sítu při laboratorní teplotě.

Metody měření vlastností přesušených vzorků hedvábí

Po namočení a usušení byly vzorky před měřením vlastností kondicionovány 14 dní v běžných laboratorních podmínkách.

Limitní viskozitní číslo hedvábí

Měření limitního viskozitního čísla (LVČ) hedvábí bylo použito pro stanovení míry jeho degradace. Cílem bylo zjistit, zda jsou modelové vzorky dostatečně poškozeny a mohou tak dobře simulovat archeologické nálezy. LVČ bylo měřeno v kapilárním Ubbelohdeho

viskozimetru dle SNV 195 595, jako rozpouštědlo byl použit vodný nasycený roztok LiBr a pro každý vzorek byla provedena vždy dvě paralelní měření.

Pevnost hedvábných proužků v tahu

Tržné zatížení proužků hedvábí bylo měřeno na univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030-2 (Labortech), šířka zkušebních proužků byla 10 mm, upínací délka 10 mm a rychlost posuvu čelistí 20 mm/min. Ze změřené hodnoty tržného zatížení proužků byla vypočtena jejich pevnost v tahu v N/mm. Výsledky uvedené v grafu jsou aritmetickým průměrem z 30 měření, chyba je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Světelná mikroskopie

Světelná mikroskopie byla použita pro sledování stavu textilní vazby a textilních vláken modelových vzorků přesušeného hedvábí, po namočení a po různých způsobech sušení. Pro pozorování byl použit mikroskop Olympus BX60 s fotoaparátem Canon EOS 1100D a binokulární lupa Olympus SZX9 s fotoaparátem Canon EOS 1100D.

Výsledky

Limitní viskozitní číslo hedvábí

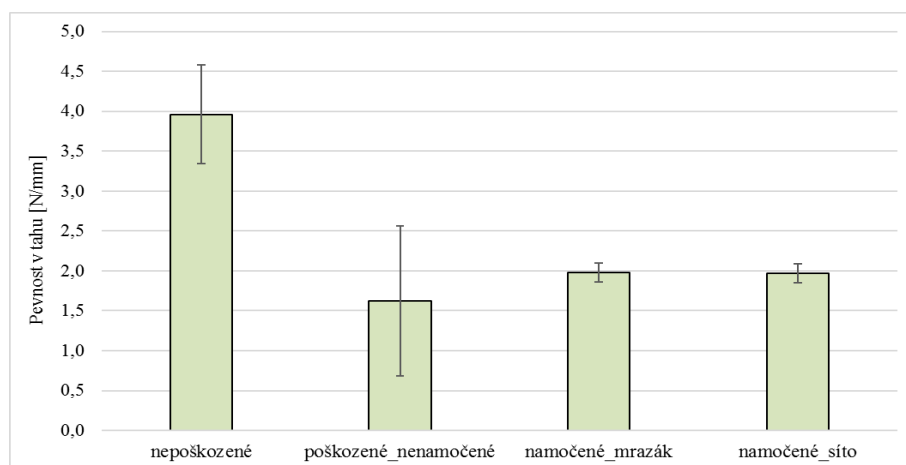
Při degradaci hedvábí v kompostu došlo k částečnému sesíťování makromolekul fibroinu, což se projevilo zhoršenou rozpustností vzorků při stanovení limitního viskozitního čísla oproti nepoškozenému hedvábí. Síťování makromolekul potvrzují také výsledky měření limitního viskozitního čísla, u kterého došlo po degradaci ke zvýšení z hodnoty 0,42 cm³/g na 0,48 cm³/g. Měření LVČ potvrdilo, že modelové vzorky mohou dobře simulovat archeologické nálezy.

Pevnost v tahu

Měření pevnosti přírodních materiálů je vždy zatíženo poměrně významnou chybou. V případě hedvábí poškozeného uložením v kompostu byl rozptýl naměřených hodnot ještě větší, což bylo způsobeno nehomogenitou poškození.

Modelové vzorky připravené uložením v kompostu jsou značně poškozené, jejich pevnost klesla o cca 60 % oproti nepoškozenému hedvábí a mohou tedy vhodně simulovat reálné archeologické textilní nálezy.

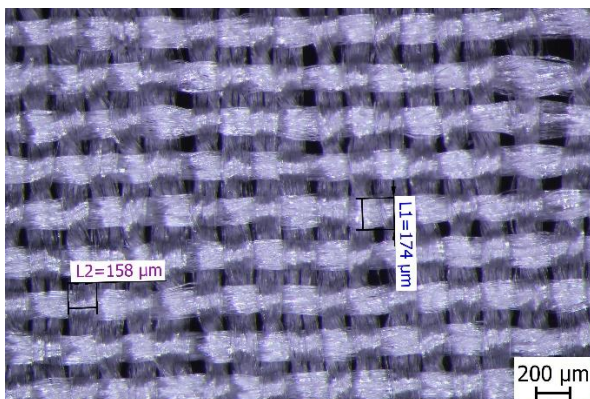
Po namočení a následném usušení oběma způsoby (v mrazicím zařízení i volně na sítu) nedošlo k negativnímu ovlivnění mechanických vlastností přesušené hedvábné textilie. (Obr. 2)



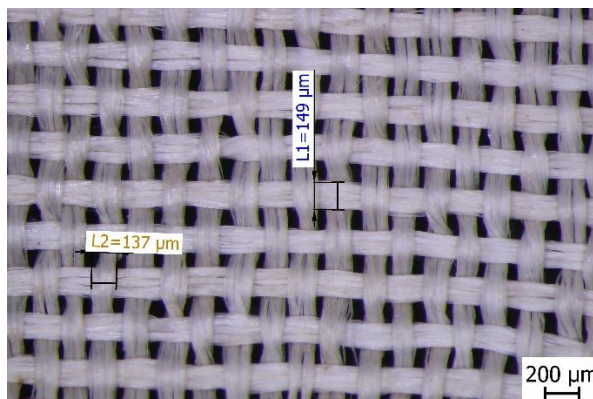
Obr. 2: Pevnost hedvábných proužků v tahu

Světelná mikroskopie

Na snímcích z binokulární lupy je patrné, že při degradaci hedvábí v kompostu došlo ke „zhutnění“ jednotlivých nití a tím i ke zmenšení jejich tloušťky (Obr. 4) oproti nepoškozenému hedvábí (Obr. 3).

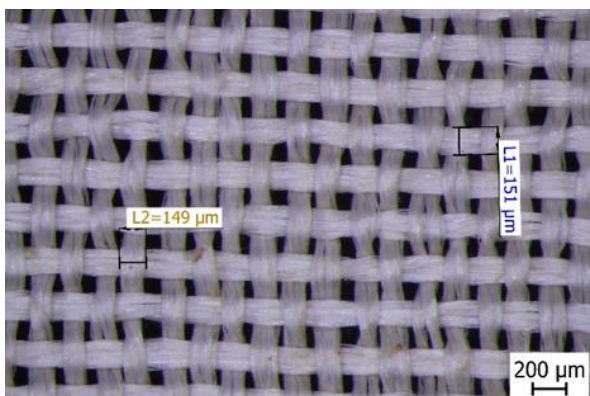


Obr. 3: Vazba nepoškozeného hedvábí

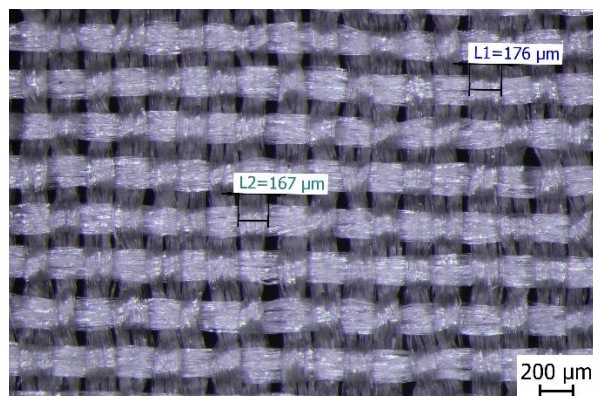


Obr. 4: Vazba hedvábí poškozeného v kompostu

Po namočení poškozených vzorků a jejich usušení volně na sítu nedošlo k významným změnám charakteru vzorku (Obr. 5). Po namočení vzorků a usušení vymrazením došlo k načechrání jednotlivých nití (Obr. 6) a charakter vzorku se přiblížil nepoškozenému hedvábí. I tloušťka nití se přiblížila původním hodnotám.



Obr. 5: Vazba poškozeného hedvábí po namočení a volném sušení na sítu



Obr. 6: Vazba poškozeného hedvábí po sušení vymrazením

Pod mikroskopem byla zkoumána vlákna odebraná z hedvábí degradovaného v kompostu. Na vláknech bylo patrné poškození povrchu, ale namočení a různé způsoby sušení neměly vliv na mikroskopický vzhled vláken.

Závěr

Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že namočení přesušených hedvábných textilií negativně neovlivnilo jejich charakter ani mechanické vlastnosti a mokré čištění přesušených textilií tak nepředstavuje významné riziko. K mokrému čištění je však možné přistoupit až po důkladném průzkumu a zhodnocení stavu předmětu a je také nutné volit vhodné způsoby sušení, aby nedošlo k nežádoucímu ztuhnutí textilie.

Příloha č. 3: Konsolidační prostředky pro archeologické textilie

V případě značně degradovaných málo soudržných archeologických textilií, případně u textilií, u kterých dochází ke sprašování povrchu, je vhodné jejich zpevnění pomocí konsolidačních prostředků aplikovaných většinou nátěrem nebo ponorem. Konsolidační prostředky vhodné pro archeologické textilie musí zlepšovat jejich mechanické vlastnosti a zároveň splňovat řadu kritérií jako je reverzibilita, dlouhodobá stabilita, nesmí měnit vzhled, zhoršovat flexibilitu a způsobovat poškození textilií. Vhodné konsolidační prostředky sice zlepší mechanické vlastnosti textilií, je ale třeba mít na paměti, že kvůli špatnému stavu konsolidovaných textilií je reverzibilita takového zásahu omezená a je vhodné ho využívat jen v odůvodněných případech.

Příprava vzorků

Mezi archeologickými nálezy se obvykle vyskytuje vlna, hedvábí a případně len, proto byly tyto materiály použity pro přípravu modelových vzorků.

Textilie

Hedvábí – 100% přírodní hedvábí Habutai, 43 g/m², plátňová vazba o dostavě 56 nití/cm v osnově a 40 nití/cm v útku, dodavatel Zdeněk Volf.

Len – 100% lněné bělené plátno, 150 g/m², plátňová vazba o dostavě 22 nití/cm v osnově a 19 nití/cm v útku, dodavatel Sartor Bohemia s.r.o.

Vlna – 100% vlněné sukno, 500 g/m², plátňová vazba o dostavě 7 nití/cm v osnově i útku, dodavatel Linea obchod s.r.o.

Poškození textilií

Archeologické textilní nálezy jsou obvykle velmi křehké, s malou pevností a často také se sprašujícím povrchem. Byly testovány různé způsoby poškození modelových vzorků (působení kyselin, alkálií a oxidačních činidel), na základě měření mechanických vlastností se jako nejvhodnější ukázalo oxidační poškození, díky kterému získaly modelové vzorky mechanické vlastnosti velmi podobné reálným archeologickým nálezům. Textilie byly smočeny destilovanou vodou a poté byly ponořeny do 7% roztoku NaClO pufrovaného 1M KH₂PO₄ na pH cca 6 (po různou dobu – vlna 30 min; len a hedvábí 20 min). Na 5 g textilie bylo použito 100 ml roztoku. Následovalo důkladné proprání v destilované vodě a sušení při 105 °C po dobu 24 hodin.

Konsolidace modelových vzorků

Na základě literární rešerše a předběžných zkoušek (organoleptické vlastnosti, měření tuhosti a pevnosti zkonsolidovaných textilií a měření modulu pružnosti různých etherů celulózy) byly pro další testování vybrány následující konsolidační prostředky:

PEG 400 (polyethylenglykol) – 6% vodný roztok

Klucel G (hydroxypropylcelulóza) – 0,25% a 0,5% vodný roztok

Tylose MH 300 (methylhydroxyethylcelulóza) – 0,25% a 0,5% vodný roztok

Lascaux 498 HV (disperze na bázi kopolymeru methylmethakrylát/butylakrylát) – dodávaná s obsahem sušiny cca 50 %) – rozředěná vodou v hmotnostním poměru 1:19 na obsah sušiny 2,5 % a v hmotnostním poměru 1:9 na obsah sušiny 5 %

Modelové vzorky byly před konsolidací smočeny destilovanou vodou, konsolidační prostředky byly poté aplikovány ponorem (10 minut), jejich přebytek byl odstraněn filtračním papírem, sušení probíhalo na sítu. Srovnávací neošetřené vzorky byly na 10 minut ponořeny do destilované vody.

Umělé stárnutí

Aby bylo možné sledovat dlouhodobou stabilitu konsolidovaných textilií, byly podrobeny třem typům umělého stárnutí:

suchým teplem (65 °C, 7 % RV, 8 týdnů),

vlhkým teplem (55 °C, 65 % RV, 8 týdnů),

světlem (umělé denní světlo obohacené o UV složku, 5,2 klx, 13 W/m², 38 ± 2 °C, 16 % RV, 2 týdny).

Reverzibilita

U testovaných konsolidačních prostředků (PEG 400, ethery celulózy) je předpoklad dlouhodobé rozpustnosti ve vodě. Výjimkou je akrylátová disperze Lascaux 498 HV, a proto u ní byla testována reverzibilita zásahu. Vzorky zkonsolidované disperzí rozředěnou na 5% obsah sušiny byly na 30 minut ponořeny do ethanolu, acetonu, xylenu a N,N-dimethylformamidu (DMF) a poté usušeny na sítu volně na vzduchu.

Metody studia vlastností konsolidovaných textilií

U jednotlivých konsolidačních prostředků byla hodnocena jejich účinnost (pevnost textilních proužků v tahu, peeling test) a také jejich vliv na vlastnosti textilií (barevnost, tuhost), u disperze Lascaux 498 HV byla navíc hodnocena reverzibilita konsolidace.

Pevnost textilních proužků v tahu byla měřena v útkovém směru na Univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030-2 (výrobce Labortech), šířka zkušebních vzorků byla 15 mm, upínací délka 50 mm, rychlost posuvu čelistí byla pro jednotlivé testované materiály různá (len 15 mm/min, hedvábí 20 mm/min, vlna 50 mm/min). Ze změřené hodnoty tržného zatížení proužků byla vypočtena jejich pevnost v tahu v N/mm. Hodnoty uvedené v grafech jsou průměrem z měření 20 vzorků, chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Peeling test byl použit pro hodnocení účinnosti zpevnění povrchu textilií a omezení sprašování. Na textilii byla pomocí válečku pro linoryt přilepena průhledná lepicí páska Scotch. Po jejím odtržení a nalepení na černý papír bylo množství odtržených textilních vláken stanoveno pomocí obrazové analýzy na ploše 1,5 × 1 cm. Pro obrazovou analýzu byly použity snímky ze stereomikroskopu Olympus SZX9 s fotoaparátem Canon EOS 1100D. Uvedené výsledky jsou průměrem ze třech stanovení, chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Barevnost v barvovém prostoru CIELAB byla měřena spektrofotometrem Konica Minolta CM-700d a celková změna barevnosti ΔE_{ab}^* byla vypočtena podle rovnice (1),

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2} \quad (1)$$

kde L_0^*, a_0^*, b_0^* jsou parametry barevnosti před konsolidací a L_1^*, a_1^*, b_1^* jsou parametry barevnosti po konsolidaci, respektive po umělém stárnutí.

Hodnoty uvedené v grafech jsou aritmetickým průměrem 20 měření, chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Tuhost textilií v ohybu byla měřena na proužcích o rozměrech 15 × 1,5 cm (delší strana v útkovém směru) na základě normy DIN 53362_2 na automatizovaném měřicím zařízení (výrobce Polymertest). Tuhost v ohybu (G) vyjádřená v mN·cm byla vypočtena podle rovnice (2),

$$G = m_F \cdot \left(\frac{l_0}{2}\right)^3 \cdot 10^{-4} \cdot g_n \quad (2)$$

kde m_F je plošná hmotnost v $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, l_0 je délka proužku v cm potřebná k jeho ohnutí o 41,5 ° v důsledku působení gravitace a g_n je gravitační zrychlení v $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Uvedené výsledky jsou aritmetickým průměrem 20 měření, chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Infračervená spektroskopie

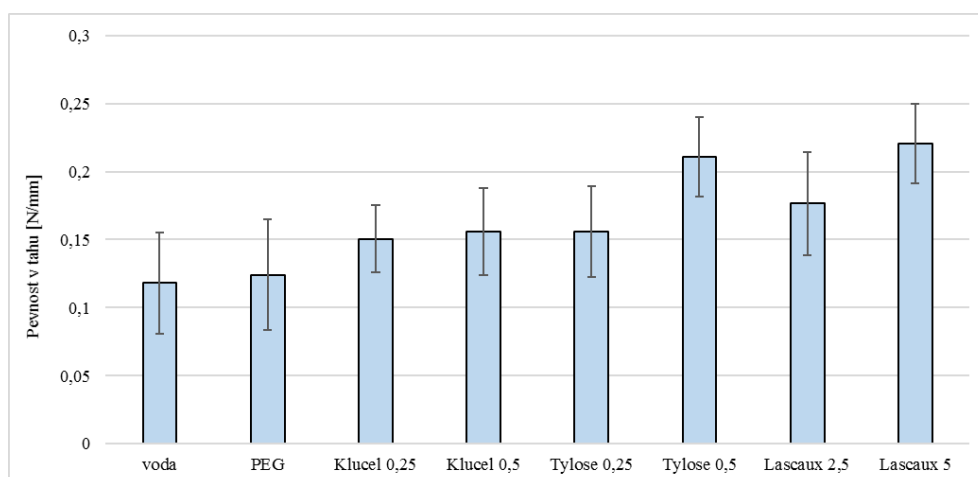
Pro sledování účinnosti odstraňování disperze Lascaux 498 HV z konsolidovaných textilií byla použita infračervená spektroskopie, konkrétně spektrometr Nicolet iZ10 v ATR režimu (diamantový krystal). Počet akumulací spekter 64, rozlišení 4 cm^{-1} , kapalným dusíkem chlazený MCT-A detektor. Na každém vzorku bylo změřeno 6 spekter.

Výsledky

Testované konsolidační prostředky byly hodnoceny jak z hlediska zlepšení mechanických vlastností textilií, tak i z hlediska jejich případného negativního vlivu na textilie a to i z dlouhodobého hlediska.

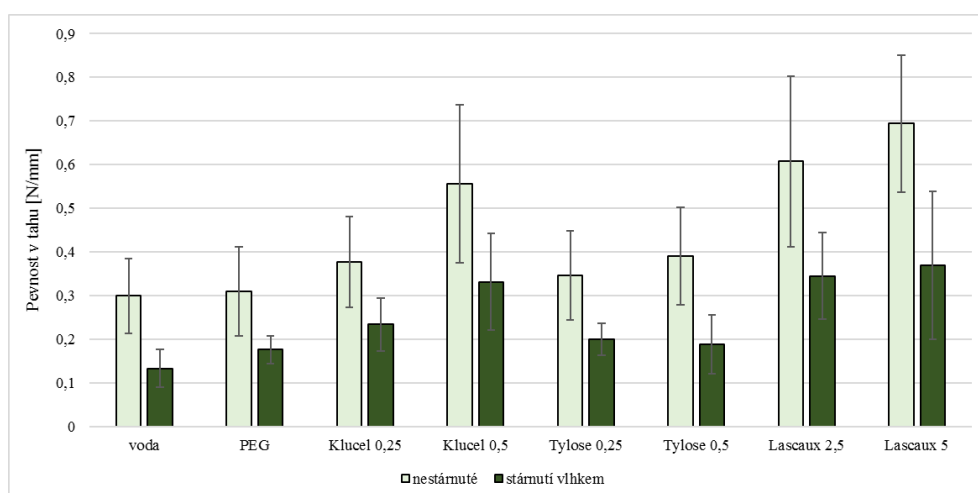
Pevnost textilií v tahu

Výsledky měření pevnosti v tahu ukázaly rozdíly v účinnosti testovaných konsolidačních prostředků v závislosti na druhu textilních vláken konsolidovaných textilií. U lněných vzorků došlo ke zvýšení pevnosti v tahu po aplikaci 0,5% roztoku konsolidantu Tylose MH 300 a 5% disperze Lascaux 498 HV (Obr. 1). Obdobně jako u lnu, tak i u hedvábí došlo ke zvýšení pevnosti v tahu po aplikaci 5% disperze Lascaux 498 HV. Na rozdíl od lnu se ale u hedvábí neprojevil konsolidační účinek prostředku Tylose MH 300, byla však účinná disperze Lascaux 498 HV i o nižší koncentraci a také 0,5% roztok Klucelu G (Obr. 2). Měření pevnosti vlněných vzorků bylo zatíženo větší chybou než v případě ostatních textilií, proto byl konsolidační účinek obtížně pozorovatelný. Pouze po konsolidaci pomocí 5% disperze Lascaux 498 HV došlo k měřitelnému zvýšení pevnosti vlněných vzorků.



Obr. 1: Pevnost lněných proužků po konsolidaci

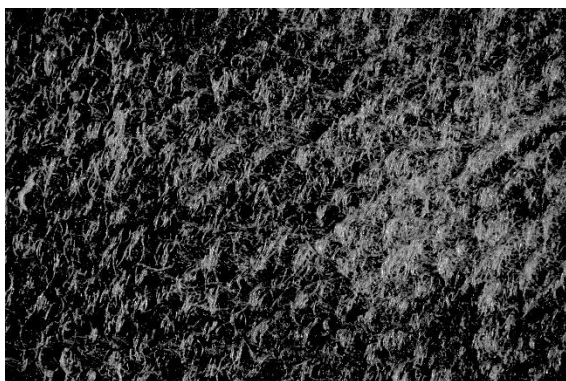
Pouze na hedvábných vzorcích bylo možné sledovat zlepšení mechanických vlastností po aplikaci některých konsolidantů i po umělém stárnutí. Na Obr. 2 je patrné, že pevnost hedvábných proužků konsolidovaných oběma koncentracemi disperze Lascaux 498 HV i 0,5% roztokem Klucelu G je vyšší než u nekonsolidovaných vzorků a to i po umělém stárnutí vlhkým teplem. U vlny a lnu bylo zachováno zlepšení mechanických vlastností díky konsolidaci i po umělém stárnutí neprůkazné, protože případné změny byly vždy v rámci chyby měření.



Obr. 2: Pevnost hedvábných proužků po konsolidaci a stárnutí vlhkým teplem

Peeling test

Hedvábné vzorky byly příliš křehké, při peeling testu docházelo k jejich destrukci, a proto nemohla být tato zkouška použita pro hodnocení účinnosti konsolidace povrchu hedvábí. U vlněných i lněných textilií bylo zpevnění povrchu vzorků průkazné. Na Obr. 3 a 4 jsou příklady snímků ze stereomikroskopu, které byly použity pro kvantifikaci množství odtržených vláken pomocí obrazové analýzy.



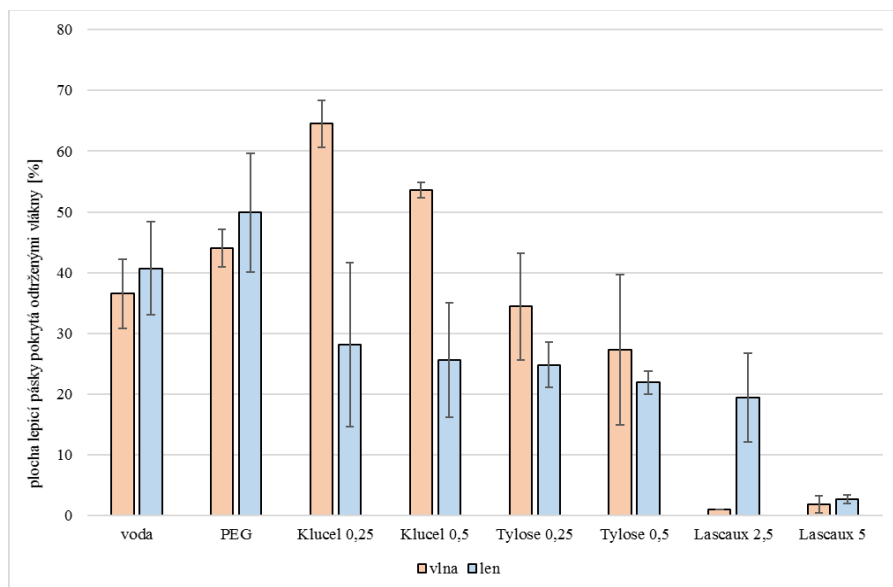
Obr. 3: Vlákna odtržená z povrchu nekonsolidovaného lněného vzorku



Obr. 4: Vlákna odtržená z povrchu lněného vzorku konsolidovaného 5% disperzí Lascaux 498 HV

Výsledky peeling testu vlněných i lněných vzorků jsou uvedeny na Obr. 5. U obou textilií se prokázalo, že PEG 400 nemá žádnou konsolidační schopnost. Povrch vlněných vzorků byl velmi dobře zpevněn disperzí Lascaux 498 HV (obě koncentrace), množství odtržených vláken bylo minimální. Použití etherů celulózy nepřineslo významnou konsolidaci povrchu vlny. Stejně jako u vlny, tak i u lnu došlo k velmi dobrému zpevnění povrchu disperzí Lascaux 498 HV, pouze však v případě 5% obsahu sušiny. Aplikací 2,5% disperze Lascaux 498 HV a obou etherů celulózy došlo k částečnému zpevnění povrchu lněných vzorků, ani u jednoho z etherů celulózy se však neprojevil vliv koncentrace roztoku na míru zpevnění povrchu.

Umělým stárnutím nebyla z hlediska peeling testu významně ovlivněna účinnost konsolidace u vlněných ani u lněných vzorků.

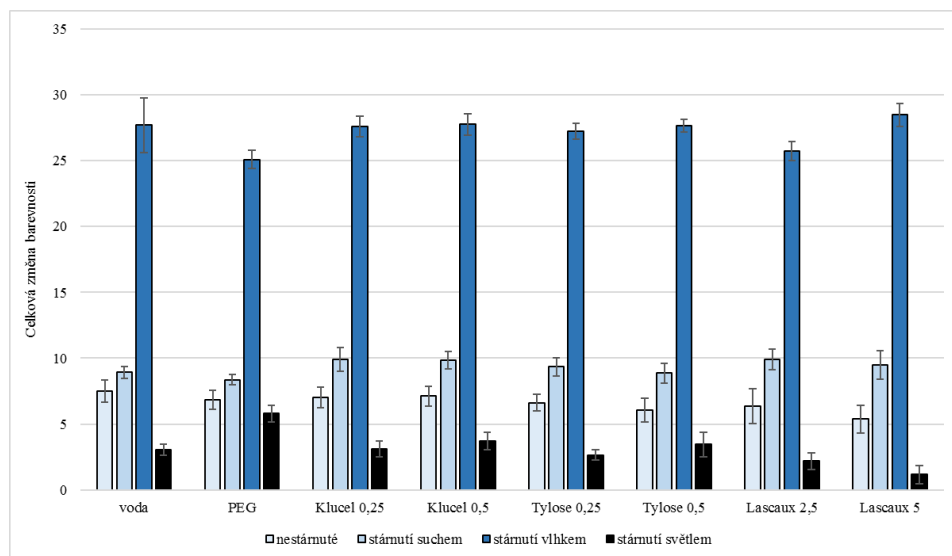


Obr. 5: Výsledky peeling testu vlněných a lněných nestárnutých vzorků

Barevnost

U lněných vzorků nezpůsobila aplikace konsolidačních prostředků (ani po umělém stárnutí) významné změny z hlediska jejich barevnosti, rozdíly mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky byly do hodnoty 1,5, což je obvykle považováno za hranici pozorovatelnosti změny pouhým okem (Obr. 6).

Barevnost oxidačně poškozených textilií z živočišných vláken byla velmi nehomogenní, proto nebylo možné na těchto vzorcích objektivně sledovat vliv konsolidačních prostředků na jejich barevnost.

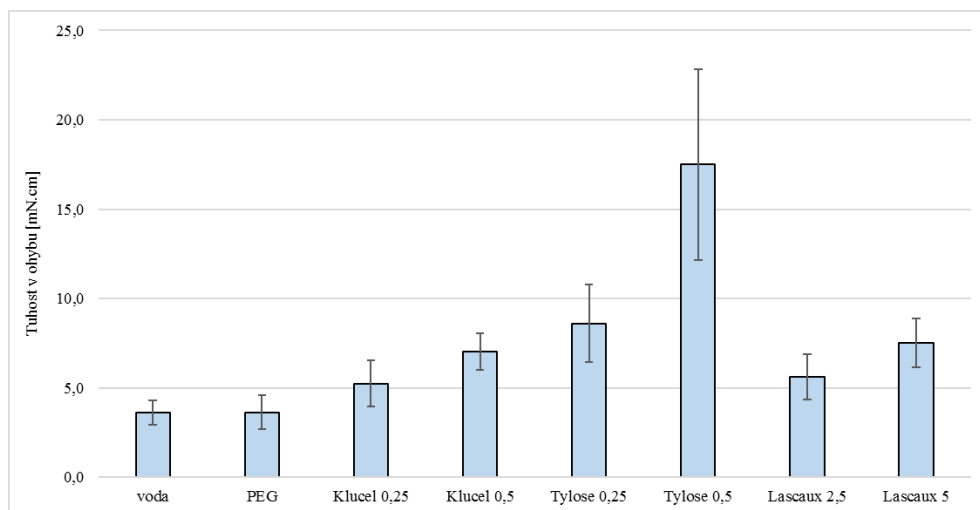


Obr. 6: Změna barevnosti lněných vzorků po konsolidaci a umělém stárnutí

Tuhost

Při aplikaci konsolidačních prostředků může dojít ke ztuhnutí textilií, což negativně ovlivní nejen jejich charakter, ale i dlouhodobou stabilitu, protože pak může snáze docházet k jejich mechanickému poškození (praskání, lámání apod.). Proto je tuhost důležitým parametrem při rozhodování o vhodnosti jednotlivých konsolidačních prostředků.

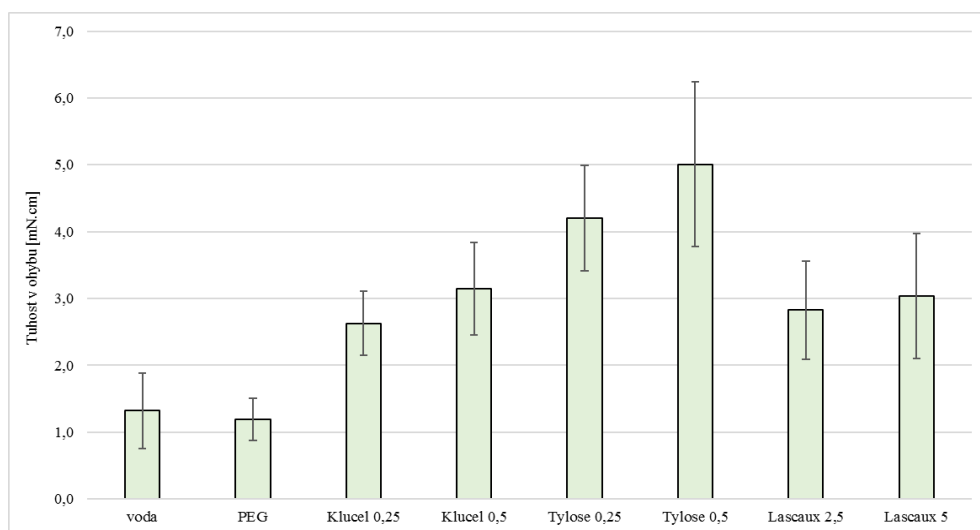
U vlněných vzorků způsobila konsolidace všemi prostředky (s výjimkou PEG 400) tak velké ztuhnutí, že nebylo možné tuto charakteristiku v rámci rozsahu použitého přístroje změřit. Výsledky měření tuhosti lněných a hedvábných vzorků po konsolidaci jsou na Obr. 7 a 8. Ošetření pomocí PEG 400 sice nezpůsobilo žádné ztuhnutí textilií, ale jak již bylo zmíněno, tento prostředek nemá žádný konsolidační účinek. Výborný konsolidační účinek u lněných vzorků vykazala 5% disperze Lascaux 498 HV, přičemž došlo jen k mírnému zvýšení tuhosti ošetřených textilií. Použití 0,25% a 0,5% roztoku Klucelu G, 0,25% roztoku konsolidantu Tylose MH 300 a 2,5% disperze Lascaux 498 HV sice nezpůsobila zásadní ztuhnutí lněných textilií, ale účinnost konsolidace byla omezená. Použití 0,5% roztoku konsolidantu Tylose MH 300 způsobilo neakceptovatelné zvýšení tuhosti lněných vzorků, a proto nelze tento prostředek doporučit pro ošetření archeologických nálezů ze lnu (Obr. 7).



Obr. 7: Tuhost lněných vzorků po konsolidaci

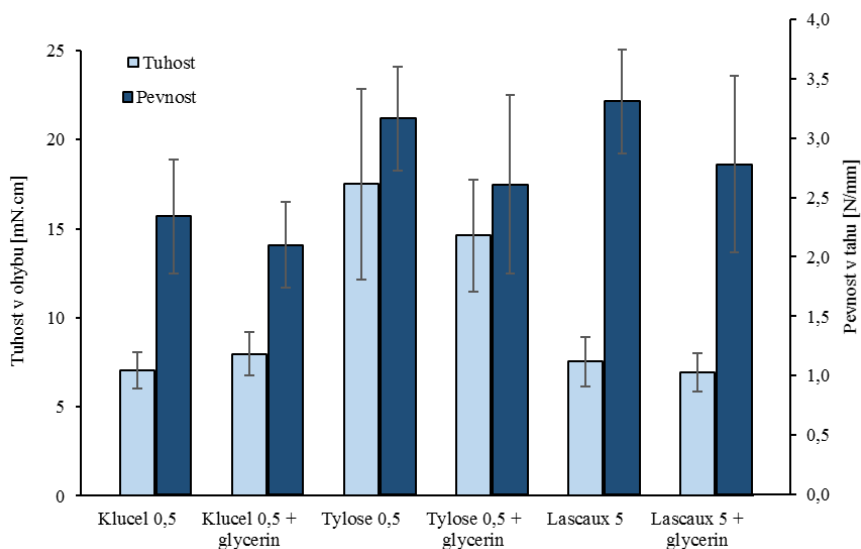
Pro konsolidaci hedvábných vzorků se stejně jako u lněných jeví jako nejvhodnější prostředek disperze Lascaux 498 HV, která má výborný konsolidační účinek a způsobuje jen mírné zvýšení tuhosti. Klucel G (0,5% roztok) sice nezpůsobil zásadní ztuhnutí hedvábných textilií, zvýšil jejich pevnost v tahu, ale z výsledků peeling testu u vlny a lnu se dá předpokládat, že ani v případě hedvábných textilií nebude konsolidace povrchu tak dobrá jako v případě disperze Lascaux 498 HV. Tylose MH 300 (především 0,5% roztok) způsobila stejně jako u lnu neakceptovatelné ztuhnutí textilií. (Obr. 8).

Z hlediska tuhosti lze testované konsolidační prostředky považovat za dlouhodobě stabilní, po umělém stárnutí nedošlo ke změnám tuhosti ani u jedné z textilií.



Obr. 8: Tuhost hedvábných vzorků po konsolidaci

V literatuře se objevuje použití různých směsí konsolidačních a zvláčňujících prostředků, u kterých se předpokládá omezení nežádoucího nárůstu tuhosti přidavkem zvláčňovadel. Výsledky studie však tento předpoklad nepotvrdily, přídavek 4 % glycerinu ke konsolidačním prostředkům nepřinesl žádné snížení tuhosti. Naopak se ukázalo, že přídavek glycerinu může negativně ovlivnit účinnost konsolidace, u vzorků ošetřených směsí konsolidačního a zvláčňujícího prostředku klesla jejich pevnost v tahu. (Obr. 9)

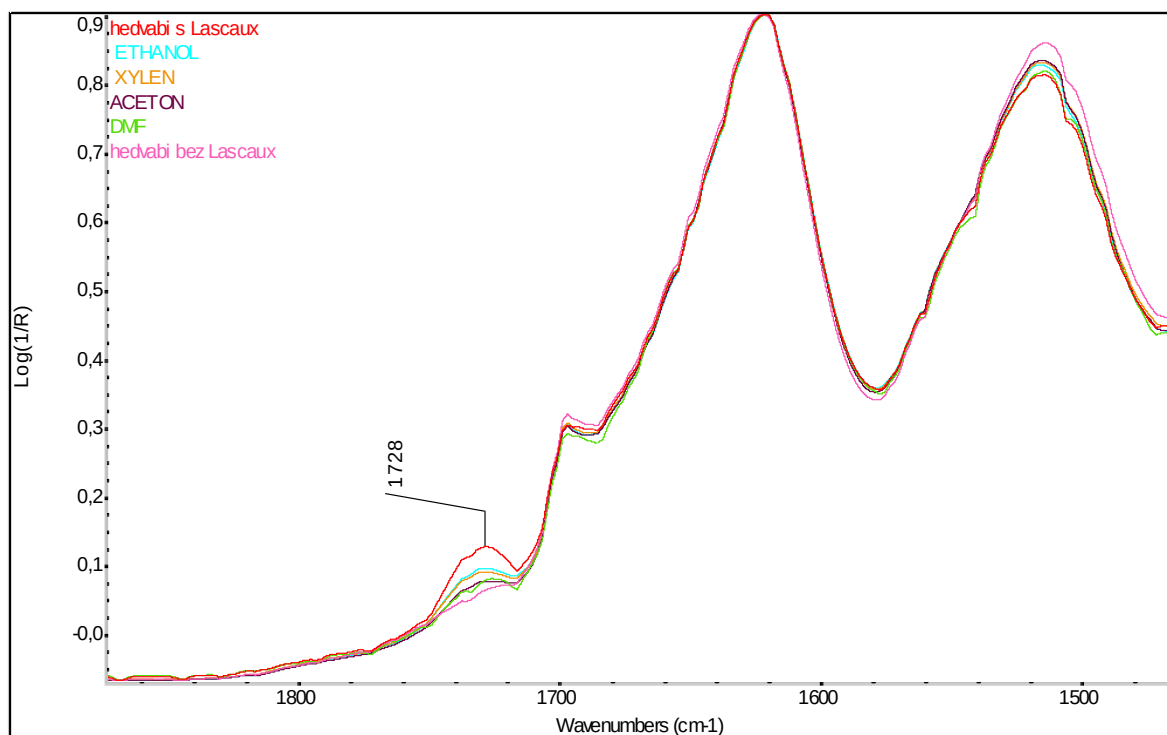


Obr. 9: Mechanické vlastnosti lněných vzorků po konsolidaci s přidavkem glycerinu

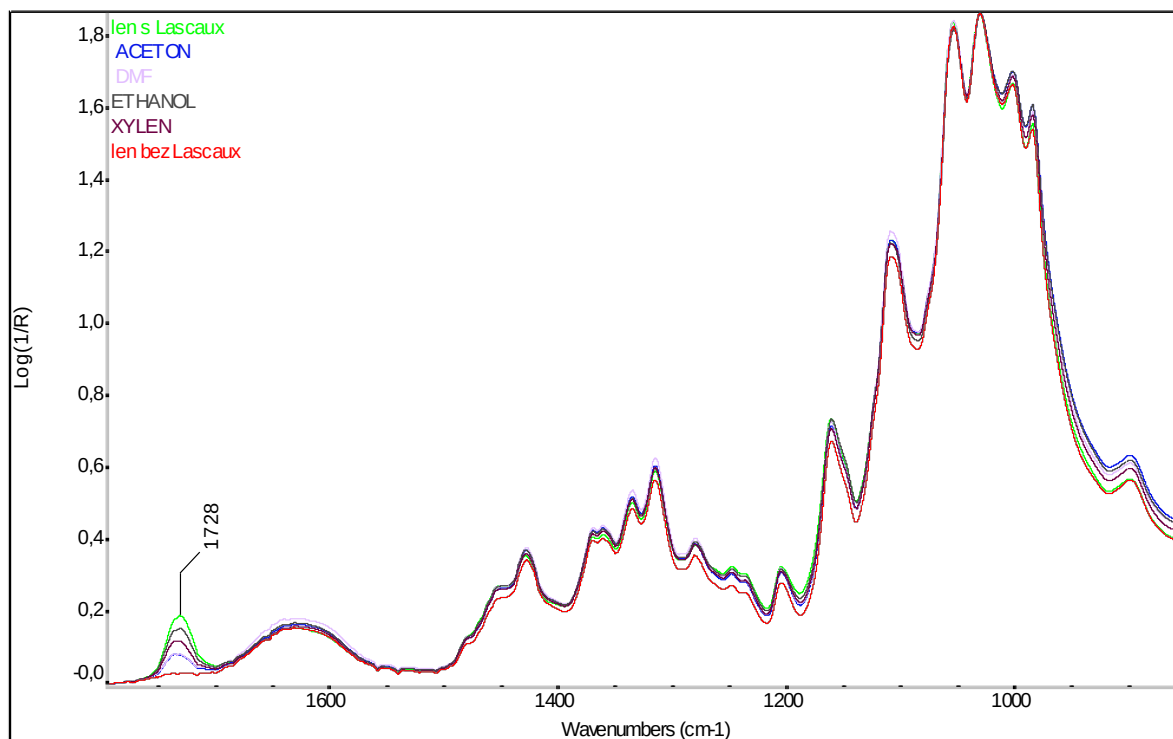
Reverzibilita

Případná reverzibilita konsolidace archeologických textilií je ve své podstatě diskutabilní, protože se ke konsolidaci přistupuje jen u velmi silně degradovaných nálezů, u kterých není jiná možnost jak zlepšit jejich mechanické vlastnosti. Případné odstraňování konsolidačního prostředku je tak velmi riskantní krok. Výsledky testování reverzibility akrylátové disperze Lascaux 498 HV ukazují, že není rozdíl v odstranitelnosti tohoto konsolidačního prostředku v závislosti na druhu textilních vláken. Na Obr. 10 a 11 je dobře pozorovatelný pás v oblasti 1728 cm^{-1} , který je charakteristický pro disperzi Lascaux 498 HV. Snižující se intenzita tohoto pásu pak vypovídá o lepší účinnosti daného rozpouštědla. Jako málo účinná rozpouštědla se ukázaly ethanol a xylen, naopak ponor do acetonu nebo N,N-dimethylformamidu významně snížil množství polymeru v textilií. Obě zmíněná rozpouštědla nemají negativní vliv na přírodní textilní vlákna, a to ani z dlouhodobého hlediska¹.

¹ Bureš Víchová, J., Drábková, K., Krejčí, J., Škrdlantová, M. Rekonzervace v minulosti podlepených historických textilií.



Obr. 10: Infračervená spektra hedvábí konsolidovaného disperzí Lascaux 498 HV, sledování účinnosti odstranění konsolidantu různými rozpouštědly



Obr. 11: Infračervená spektra lnu konsolidovaného disperzí Lascaux 498 HV, sledování účinnosti odstranění konsolidantu různými rozpouštědly

Závěr

Výsledky testování konsolidačních prostředků ukázaly, že konsolidační účinnost i ovlivnění vlastností textilií nejsou závislé na typu vláken konsolidovaných textilií. Vlněné vzorky sice vykazaly neakceptovatelné ztuhnutí po konsolidaci všemi testovanými prostředky (s výjimkou

PEG 400), tento jev byl ale pravděpodobně způsoben charakterem textilie (poměrně hutné sukno) nikoli typem vláken. Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že nízkomolekulární polyethylenglykol (PEG 400) nemá žádný konsolidační účinek. V praxi se poměrně často pro konsolidaci využívají ethery celulózy, které mají ale také své limity. Použití Klucelu G nezhorší významně vlastnosti konsolidovaných textilií, ale účinnost konsolidace je poněkud omezená. Zcela nevhodné je využití konsolidantu Tylose MH 300, protože po aplikaci tohoto prostředku dochází k neakceptovatelnému ztuhnutí konsolidovaných textilií. Navíc tento prostředek neposkytuje významnou míru zpevnění poškozených textilií. Použití směsí konsolidačního a zvláčňujícího prostředku nepřineslo očekávané zlepšení flexibility konsolidovaných textilií. Při konsolidaci je tedy nutné volit takové prostředky, které nezpůsobí nežádoucí ztuhnutí textilií. Jako nejúčinnější konsolidační prostředek se ukázala disperze Lascaux 498 HV, která zlepšila mechanické vlastnosti konsolidovaných textilií. Navíc v případě 2,5% obsahu sušiny nezpůsobila žádné ztuhnutí textilií a ani negativně neovlivnila omak a vzhled. Při použití disperze s 5% obsahem sušiny byla ztráta flexibility jen mírná. Tento konsolidační prostředek je z textilií možné odstranit acetonem nebo N,N-dimethylformamidem. Případná rezidua disperze po jejím odstranění by neměla ovlivnit možné budoucí analýzy.

Příloha č. 4: Sušení a zvláčňování archeologických textilií

Archeologické textilie se vyznačují zejména svojí křehkostí, tuhostí a vysokým stupněm znečištění (zeminou, mikrobiologickým napadením apod.). Jejich stav po konzervování významně závisí na způsobu čištění a sušení. Způsob čištění je volen s ohledem na stav textilie. V případě, že je možné provést mokré čištění, následuje po něm sušení. Právě během sušení může docházet k nežádoucímu ztuhnutí textilií, které se projeví zhoršením mechanických vlastností (lámáním, snížením pevnosti). Proto je důležité během konzervování archeologických textilií zvolit optimální způsob sušení případně použít vhodný zvláčňující prostředek, který by zajistil textiliím maximální možnou flexibilitu, a tím i významně ovlivnil jejich dlouhodobou stabilitu.

Systematicky byl studován vliv různých způsobů sušení a přidavku zvláčňujících prostředků na výsledné vlastnosti textilií z přírodních vláken. Různé postupy sušení byly vybrány na základě restaurátorské praxe a literární rešerše. Vzhledem k tomu, že některé postupy sušení, zejména pomocí vymrazování a sušení rozpouštědly nebyly v literatuře jednoznačně popsány, byly tyto způsoby sušení nejdříve optimalizovány pomocí předběžných zkoušek. Stejně tak výběr a koncentrace zvláčňujících prostředků vycházely z informací v literatuře a z předběžných testů. Obecně jsou zvláčňující prostředky hygroskopické látky, které plastifikují vlákna a snižují napětí během sušení. Jako zvláčňující prostředky byly pro testování použity glycerin a nízkomolekulární polyethylenglykol (PEG 400).

Příprava vzorků

Pro přípravu modelových vzorků byly vybrány textilie z přírodních vláken ze lnu, hedvábí a vlny, které nejvíce odpovídaly svým charakterem archeologickým textilním nálezům na našem území. Všechny textilie pro přípravu modelových vzorků byly nejprve předupraveny a uměle předstárnuty (po dobu tří týdnů při 105 °C). Modelové vzorky se tak lépe blížily svými vlastnostmi archeologickým textiliím.

Len – 100% lněné bělené plátno, 150 g/m², plátňová vazba o dostavě 22 nití/cm v osnově a 19 nití/cm v útku, dodavatel Sartor Bohemia s.r.o. Textilie byly předupraveny na základě normy ČSN 800811. Vyvářka 2 h v lázni o délce 1:50 obsahující 0,5 g dithioničitanu sodného, 10 g hydroxidu sodného, 3 g komplexotvorného činidla (Syntron B) a 2 g neionogenního smáčedla (Tween 20) na 1 l destilované vody. Po vyvářce následovalo máchání v 80 °C teplé vodě a poté ve studené vodě (20 °C). Máchání bylo prováděno až do vymizení alkalické reakce (kontrola univerzálním indikátorovým papírkem), poslední proplach byl v destilované vodě.

Hedvábí – 100% přírodní hedvábí Habutai, 43 g/m², plátňová vazba o dostavě 56 nití/cm v osnově a 40 nití/cm v útku, dodavatel Zdeněk Volf. Textilie byly předupraveny tak, že byly 3× 15 min prány v destilované vodě o teplotě 80 °C a na závěr byly propláchnuty ve studené destilované vodě.

Vlna – 100% vlněné sukno, 500 g/m², plátňová vazba o dostavě 7 nití/cm v osnově i útku, dodavatel Linea obchod s.r.o. Textilie byly předupraveny praním v lázni při teplotě 45-50 °C po dobu 30 min. Složení lázně bylo 1 g anionaktivního tenzidu (Syntapon L) a 3 g uhličitanu sodného na 1 l vody. Následovalo důkladné máchání v obyčejné a na závěr v destilované vodě.

Předupravené a předstárnuté vzorky textilií byly uměle zašpiněny zeminou tak, že byly vloženy do lázně se zeminou (1 kg zeminy na 1 l vody) a ponechány 14 dní v chladicím zařízení. Následovalo 3× vyprání 10 min v destilované vodě a poté byly textilie vloženy na 10 min do závěrečné lázně se zvláčňujícím prostředkem, respektive do lázně s destilovanou vodou (vzorek bez zvláčňujícího prostředku). Jako zvláčňující prostředky byly použity 4% a 8% roztok glycerinu a 6% roztok nízkomolekulárního polyethylenglykolu (PEG 400). Před sušením byl přebytečný roztok ze vzorků textilií odstraněn. Textilie pak byly sušeny různými způsoby, při sušení textilií pomocí rozpouštědel byl postup přidavku zvláčňujícího prostředku modifikován, viz níže.

Způsoby sušení textilií

- Na **skleněné podložce** – vzorky byly po vyjmutí z lázně vyrovnány na skleněnou podložku a sušeny při laboratorní teplotě.
- Na **měkčené podložce** – podložka byla vytvořena překrytím skleněné desky moltonem (měkkou počesanou bavlněnou tkaninou) a bavlněným batistem. Na něj byly vyrovnány vzorky po vyjmutí z lázně a sušeny při laboratorní teplotě.
- Na **sítu** – vzorky byly po vyjmutí z lázně vyrovnány na jemné síto odsávacího stolu a sušeny při laboratorní teplotě.
- Postupným **snížováním relativní vlhkosti** vzduchu v klimatizované komoře při 25 °C – vzorky byly po vyjmutí z lázně vyrovnány na skleněnou podložku a vloženy do testovací komory, kde byla postupně snižována relativní vlhkost vzduchu. Celý proces trval 5 týdnů, každý týden byla relativní vlhkost snížena o 10 % z počátečních 90 % na konečných 50 %.
- Postupnou **výměnou vody za rozpouštědla** – po čištění v destilované vodě byly vzorky textilií vloženy do lázně 50% isopropanolu na 60 min, následně do 100% isopropanolu na 60 min, poté do ethanolu² na 30 min, závěrečná lázeň byla 30 min v 100% acetonu, resp. 4% glycerinu nebo 6% PEG 400 v acetonu. Nelze připravit 8% roztok glycerinu v acetonu, proto tato koncentrace nebyla použita. Ze závěrečné lázně byly vzorky vyjmuty a umístěny na filtrační papír do digestoře, kde došlo k odtěkání rozpouštědla.
- Postupnou **výměnou vody za ethanol** – po čištění v destilované vodě byly vzorky textilií vloženy do lázně 20% ethanolu. Koncentrace ethanolu byla zvyšována po 10 % až do 90 %, závěrečná lázeň obsahovala pouze ethanol, resp. 4% glycerin, 8% glycerin, 6% PEG 400 v ethanolu. V každé lázni byly vzorky ponechány 2 h, během této doby došlo k vyrovnání obsahu vody v textilií a v lázni (kontrola měřením hustoty lázně). Ze závěrečné lázně byly vzorky vyjmuty a umístěny na filtrační papír do digestoře, kde došlo k odtěkání rozpouštědla.
- **Vakuovou sublimací ledu** v lyofilizátoru – vzorky byly po vyjmutí ze závěrečné lázně vyrovnány na polyesterovou fólii Melinex, umístěny na stojan a vloženy do mrazáku s teplotou -80 °C na 1 h. Poté byly vzorky na stojanu přemístěny do laboratorního lyofilizátoru a vysušeny za sníženého tlaku po dobu 24 h.
- **Sublimací ledu** v běžném mrazicím zařízení – vzorky byly po vyjmutí ze závěrečné lázně vyrovnány na fólii Melinex a zmrazeny v mrazáku při teplotě -18 °C po dobu 1 h. Následně byly zmrazené vzorky přemístěny do PE, PP krabice s vysušeným silikagelem, uzavřeny a

² Ethanolem (respektive pouze ethanolem) se rozumí neředěný ethanol denaturovaný např. methanolem nebo benzínem.

ponechány v mrazáku až do vysušení (14 dní pro len a hedvábí, měsíce pro vlněné vzorky). Znakem vysušení bylo snadné sejmutí vzorků z fólie a jejich dobrá flexibilita.

Metody studia vlastností textilií po sušení

Vzorky textilií po usušení byly kondicionovány 14 dní v 50% relativní vlhkosti při laboratorní teplotě. Vliv způsobu sušení a přídavku zvláčňujících prostředků na vlastnosti textilií byl studován pomocí následujících metod.

Mikroskopie – světelná mikroskopie a skenovací elektronová mikroskopie (SEM) byla použita pro sledování stavu vláken a vazby textilií po různých způsobech sušení a přídavku zvláčňujícího prostředku. Pro pozorování byl použit světelný stereomikroskop Olympus BX60 s fotoaparátem Canon EOS 1100D a elektronový mikroskop TESCAN VEGA 3 (výrobce Tescan Brno s.r.o., ČR).

Tuhost textilií v ohybu byla měřena na vzorcích o rozměrech 15 × 1,5 cm (delší strana v útkovém směru) na základě normy DIN 53362_2 na automatizovaném měřicím zařízení (výrobce Polymertest). Tuhost v ohybu (G) vyjádřená v mN·cm byla vypočtena podle rovnice,

$$G = m_F \cdot \left(\frac{l_0}{2}\right)^3 \cdot 10^{-4} \cdot g_n$$

kde m_F je plošná hmotnost v $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$, l_0 je délka proužku v cm potřebná k jeho ohnutí o 41,5 ° v důsledku působení gravitace a g_n je gravitační zrychlení v $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Pro každý způsob sušení a přídavek zvláčňujícího prostředku bylo měřeno 5 vzorků textilií z obou stran. Uvedené výsledky jsou aritmetickým průměrem 10 měření, chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

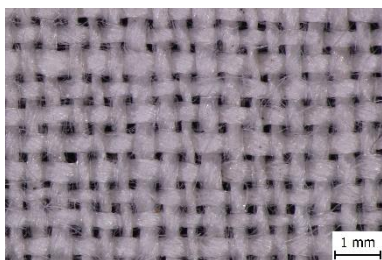
Organoleptické hodnocení textilií – pro každý způsob sušení a přídavek zvláčňujícího prostředku byla subjektivně hodnocena splývavost a omak všech druhů textilií.

Rozměrová stabilita vzorků – byla stanovena porovnáním velikosti vzorků před vložením do zeminy (vzorky byly obkresleny na fólii Melinex) a po jejich vyčištění a usušení.

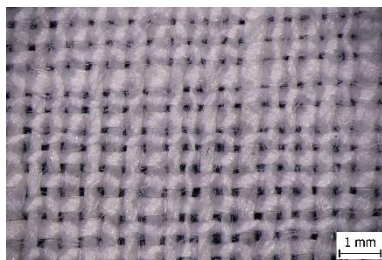
Výsledky

Mikroskopie

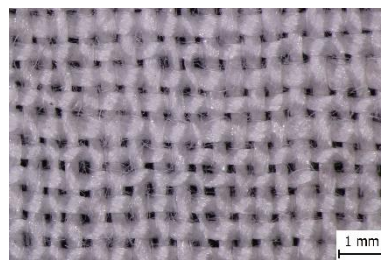
Světelná mikroskopie a SEM byla použita pro pozorování povrchu vláken a textilií po různých způsobech sušení a po přídavku zvláčňujících prostředků. Cílem bylo zachytit případné změny, které by mohly vzniknout během sušení (obavy z poškození vláken během procesu vymrazování díky vzniku krystalků ledu, nebo poškození textilní vazby díky přílišnému ztuhnutí při sušení na skle). Na základě výsledků lze konstatovat, že po žádném způsobu sušení ani po přídavku zvláčňujícího prostředku nedošlo ke změně vazby (rozměrovým změnám či poškození) u lnu, hedvábí ani vlny. Dokladem toho jsou vybrané ukázky vazby lnu a hedvábí po sušení na skle, v běžném mrazicím zařízení a pomocí ethanolu (Obr. 1, 2).



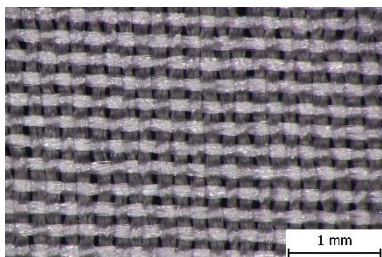
Obr. 1a: Len po sušení na skle



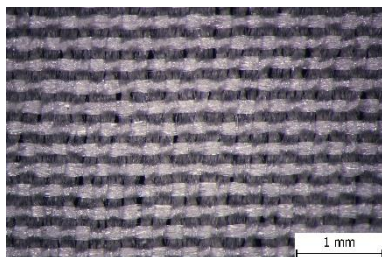
Obr. 1b: Len po sušení v běžném mrazicím zařízení



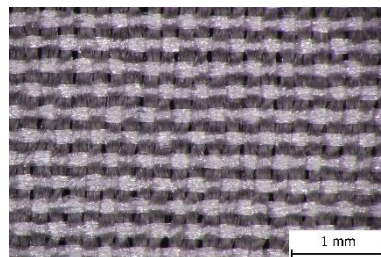
Obr. 1c: Len po sušení pomocí ethanolu



Obr. 2a: Hedvábí po sušení na skle

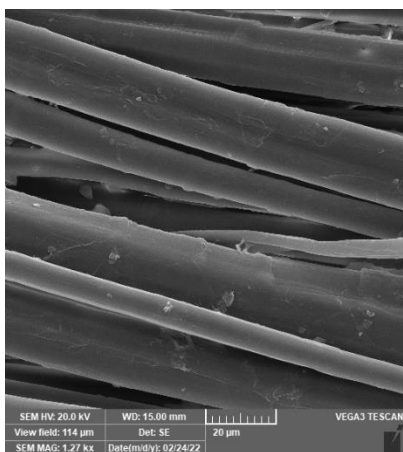


Obr. 2b: Hedvábí po sušení v běžném mrazicím zařízení

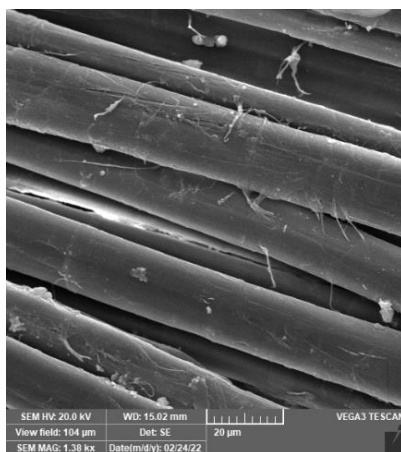


Obr. 2c: Hedvábí po sušení pomocí ethanolu

SEM, vzhledem k možnostem velkého zvětšení, byla využita ke sledování detailů vláken. Sledovány byly morfologické znaky jednotlivých vláken, zda nedochází k jejich poškození, např. porušení kutikulárních šupin u vlny nebo ke vzniku prasklin, případně zda je možné pozorovat vliv zvláčňujícího prostředku na povrchovou strukturu vláken. Na základě studia vláken pomocí SEM bylo zjištěno, že způsob sušení nijak neovlivnil strukturu povrchu vláken (Obr. 3, 4). Přídavek zvláčňujících prostředků nebyl pomocí SEM pozorovatelný. Povrch vláken bez zvláčňujících prostředků byl shodný s povrchem vláken ošetřených zvláčňujícími prostředky.



Obr. 3: Lněná vlákna po sušení v lyofilizátoru



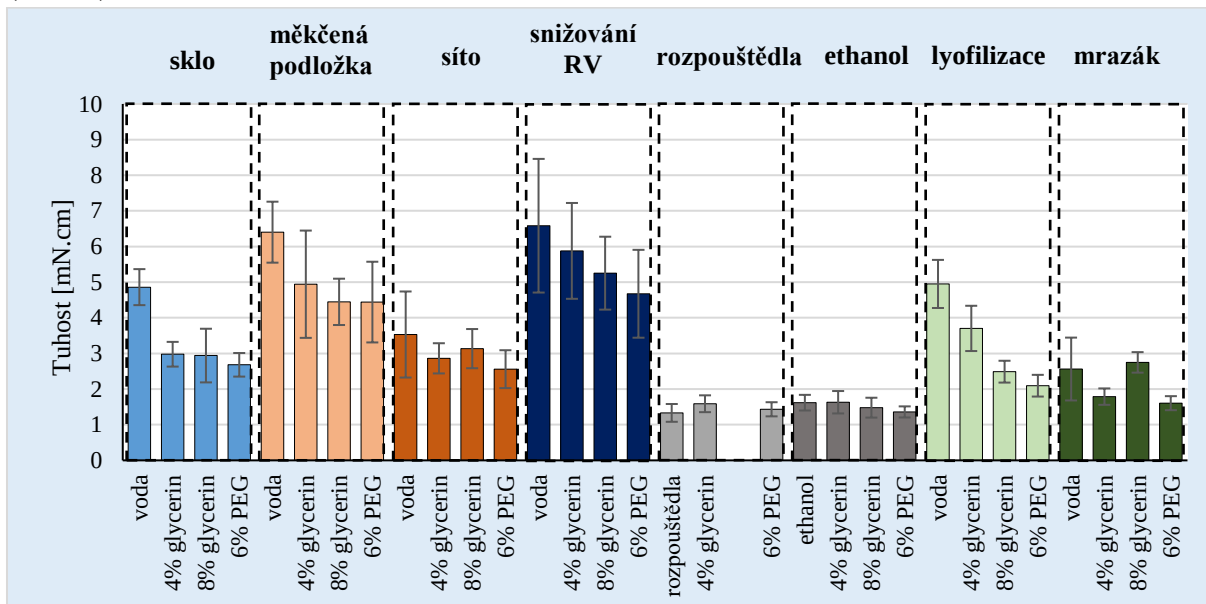
Obr. 4: Lněná vlákna po sušení na sítu

Rozměrová stabilita vzorků

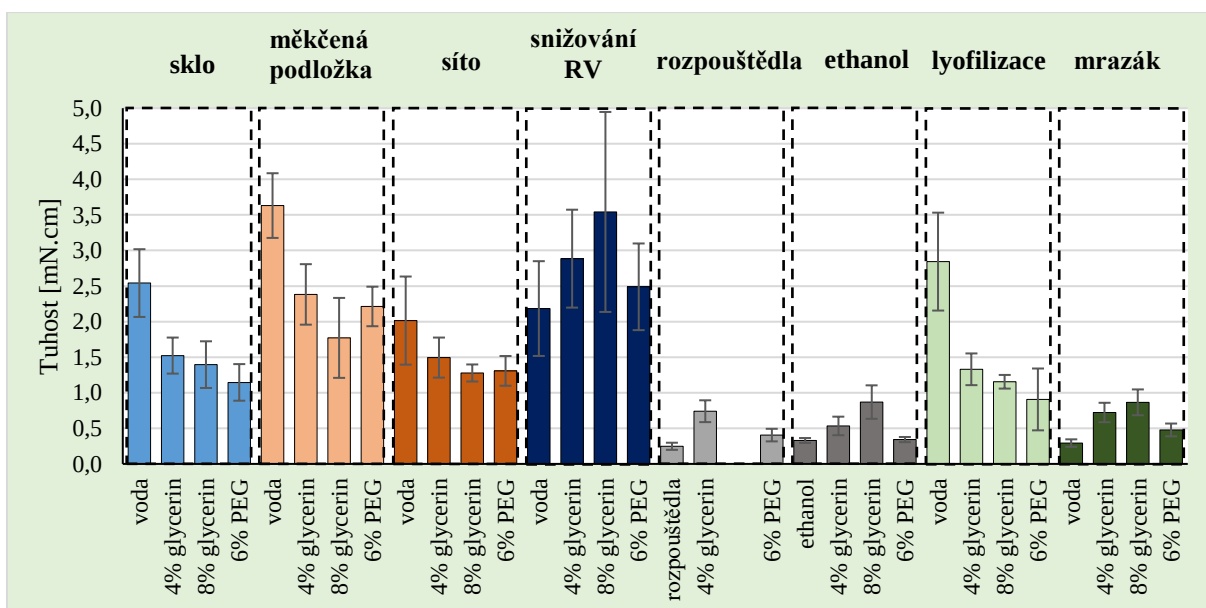
Po žádném ze způsobů sušení nebyly zaznamenány rozměrové změny vzorků.

Tuhost

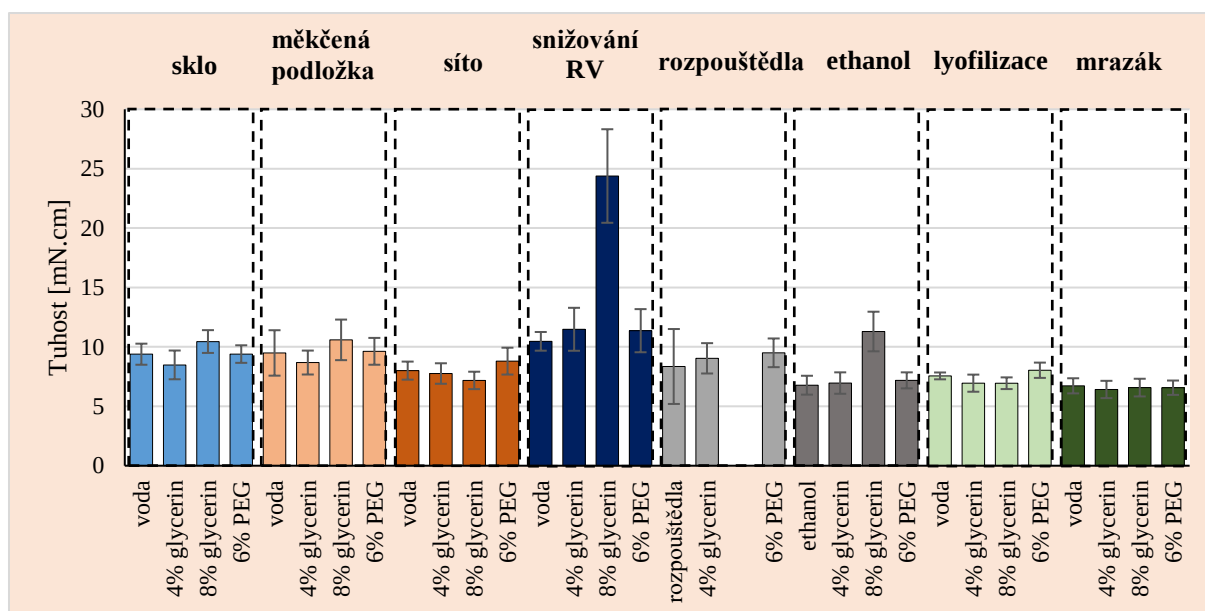
Způsob sušení a přidavek zvláčňujícího prostředku ovlivnil výslednou tuhost textilií. Vliv způsobu sušení se nejvíce projevil na změně tuhosti lnu a hedvábí (Obr. 5, 6). V případě vlny, vzhledem k její vyšší gramáži, různé způsoby sušení výrazně neovlivnily její výslednou tuhost (Obr. 7).



Obr. 5: Vliv způsobu sušení a přidavku zvláčňujícího prostředku na tuhost lnu



Obr. 6: Vliv způsobu sušení a přidavku zvláčňujícího prostředku na tuhost hedvábí



Obr. 7: Vliv způsobu sušení a přidavku zvláčňujícího prostředku na tuhost vlny

Z Obr. 5 a 6 je patrné, že nejnižší tuhosti dosahovaly vzorky lnu a hedvábí po sušení pomocí rozpouštědel nebo ethanolu a vymrazením v běžném mrazicím zařízení. Bohužel lyofilizace nepřinesla očekávané výsledky. Pravděpodobně při přesunu zmrazených vzorků do laboratorní lyofilizační jednotky došlo k částečnému rozmrazení některých vzorků (tomu odpovídá i velká směrodatná odchylka). Experiment se nepodařilo lépe modifikovat. Bohužel ani pro reálné vzorky by tento způsob nenašel zatím uplatnění zejména kvůli rozměrům dostupných lyofilizačních jednotek v České republice.

Přídavek všech testovaných zvláčňujících prostředků měl ve většině případů pozitivní vliv na snížení tuhosti vzorků lnu a hedvábí, které byly sušeny na skle, měkčené podložce a sítu. U sušení, které samo o sobě dostatečně snížilo tuhost (rozpouštědly, ethanol, vymrazením), přídavek zvláčňujícího prostředku již k dalšímu snížení tuhosti nevedl. U některých z těchto metod došlo výjimečně naopak k mírnému nárůstu tuhosti, přesto výsledná tuhost zůstala dostatečně nízká.

Organoleptické vlastnosti

Způsob sušení měl významný vliv na organoleptické vlastnosti textilií. Největší splývavost a jemný omak získala většina vzorků, které byly sušeny ethanol, nebo vymrazením v běžném mrazicím zařízení. Mírně horší splývavost a omak měly vzorky sušené na sítu. Po sušení řadou rozpouštědel bez přidavku zvláčňujícího prostředku byl zjištěn u vzorků vlny hrubší omak.

Ze zvláčňujících prostředků měl pozitivní vliv na organoleptické vlastnosti přídavek 4 % glycerinu a 6 % PEG do závěrečné lázně, a to u všech způsobů sušení a všech materiálů (textilie takto ošetřené byly na omak jemné a flexibilní). Naopak vyšší přídavek glycerinu (8 %) u řady vzorků způsobil vlhký až mastný omak, který se nejvíce projevil v případě vzorků ze lnu.

Závěr

Zvolený způsob sušení a přídavek zvláčňujícího prostředku může zvýšit flexibilitu textilií a pozitivně tak ovlivnit dlouhodobou stabilitu konzervovaných archeologických textilií.

Pro archeologické textilie, napříč materiály, byla jako nejvhodnější metoda sušení vyhodnocena metoda sušení pomocí vymrazení v běžném mrazicím zařízení nebo pomocí zvyšující se

koncentrace ethanolu. Textilie sušené těmito metodami dosahovaly nejnižší tuhosti a měly nejlepší organoleptické vlastnosti, a to i bez přídavku zvláčňujícího prostředku. Přídavek zvláčňujícího prostředku pak významně snížil tuhost textilií, které byly sušeny na skle, měkčené podložce a sítu.

Při volbě metody sušení je nutné zohlednit zejména velikost konzervovaného předmětu. Velikost mrazicího zařízení nemusí být dostatečná a v případě velkých předmětů by byla spotřeba rozpouštědel příliš velká a tedy neekonomická. Proto pro archeologické textilie větších rozměrů je možné doporučit sušení na sítu nebo na skle volně na vzduchu s přídavkem zvláčňujícího prostředku. Na základě rozsáhlé studie vlivu glycerinu a PEG 400 na dlouhodobou stabilitu rostlinných a živočišných textilií a jejich mikrobiologickou odolnost (viz Příloha č. 5) lze doporučit jako zvláčňující prostředek pro archeologické textilie 4% vodný roztok glycerinu. Důležité je dbát na odsátí přebytku roztoku glycerinu, který by jinak mohl způsobit mastný omak.

Příloha č. 5: Vliv zvláčňujících prostředků na dlouhodobou stabilitu přírodních vláken

Aby bylo možné zvláčňující prostředky doporučit pro ošetření archeologických textilií, bylo nezbytné zjistit, zda jejich přítomnost negativně neovlivňuje dlouhodobou stabilitu přírodních vláken. Na základě výsledků uvedených v Příloze č. 4 byly dále testovány potenciálně vhodné prostředky, které zvyšují flexibilitu textilií – 4% roztok glycerinu a 6% roztok polyethylenglykolu (PEG 400). Byl sledován jejich vliv na vlastnosti, dlouhodobou stabilitu a mikrobiologickou odolnost textilií ze lnu, hedvábí a vlny. Jako referenční bylo použito ošetření destilovanou vodou.

Příprava vzorků a umělé stárnutí

Pro přípravu modelových vzorků byly použity tři typy textilních materiálů z různých druhů přírodních vláken, které byly nejprve vyprány dle uvedených postupů a následně předstárnuty (105 °C, 21 dní):

Hedvábí – 100% přírodní hedvábí Habutai, 43 g/m², plátňová vazba o dostavě 56 nití/cm v osnově a 40 nití/cm v útku, dodavatel Zdeněk Volf. Textilie byly předupraveny tak, že byly 3× 15 min prány v destilované vodě o teplotě 80 °C a na závěr byly propláchnuty ve studené destilované vodě.

Len – 100% lněné bělené plátno, 150 g/m², plátňová vazba o dostavě 22 nití/cm v osnově a 19 nití/cm v útku, dodavatel Sartor Bohemia s.r.o. Textilie byly předupraveny na základě normy ČSN 800811. Vyvářka 2 h v lázni o délce 1:50 obsahující 0,5 g dithioničitanu sodného, 10 g hydroxidu sodného, 3 g komplexotvorného činidla (Syntron B) a 2 g neionogenního smáčedla (Tween 20) na 1 l destilované vody. Po vyvářce následovalo máchání v 80 °C teplé vodě a poté ve studené vodě (20 °C). Máchání bylo prováděno až do vymizení alkalické reakce (kontrola univerzálním indikátorovým papírkem), poslední proplach byl v destilované vodě.

Vlna – 100% vlněné sukno, 500 g/m², plátňová vazba o dostavě 7 nití/cm v osnově i útku, dodavatel Linea obchod s.r.o. Textilie byly předupraveny praním v lázni při teplotě 50 °C po dobu 30 min. Složení lázně bylo 1 g anionaktivního tenzidu (Syntapon L) a 3 g uhličitanu sodného na 1 l vody. Následovalo důkladné máchání v obyčejné a na závěr v destilované vodě.

Modelové vzorky hedvábí, lnu a vlny byly ponořeny na 10 min do destilované vody, 4% roztoku glycerinu, anebo 6% roztoku PEG. Jejich přebytek byl odstraněn filtračním papírem. Po ošetření byly vzorky sušeny na sítu při laboratorní teplotě.

Umělé stárnutí

Následně byly modelové vzorky vystaveny třem typům umělého stárnutí:

- suchým teplem (105 °C, 28 dní)
- vlhkým teplem (80 °C, 65 % RV, 28 dní)
- světelné stárnutí (kombinace umělého denního a UV světla; 5,2 klx, 13 W/m², 38 °C, 16 % RV, 14 dní)

Všechny zkoumané vlastnosti byly měřeny před ošetřením, po ošetření a po umělém stárnutí.

Metody studia vlastností textilií

Vliv zvláčňujících prostředků na vlastnosti textilií byl sledován pomocí následujících metod:

Kolorimetrie – změna barevnosti po ošetření a po umělém stárnutí textilií byla měřena spektrofotometrem Konica Minolta CM-700d. Měření probíhalo v barvovém prostoru CIELAB a celková změna barevnosti ΔE^*_{ab} byla vypočítána podle rovnice

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} ,$$

kde L^* je měrná světlost, a^* je barevná osa mezi zelenou a červenou a b^* je barevná osa mezi modrou a žlutou před a po ošetření, resp. před a po stárnutí

Výsledná hodnota byla získána jako aritmetický průměr 10 měření, chyba měření byla vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Stanovení limitního viskozitního čísla (resp. průměrného polymeračního stupně) – bylo provedeno viskozimetricky v kapilárním Ubbelohdeho viskozimetru pro hedvábí podle normy SNV 195 595 (rozpouštědlo vodný nasycený roztok LiBr) a pro len podle normy ČSN 800811 (rozpouštědlo sodno-železitý komplex kyseliny vinné). Pro každý vzorek byla provedena vždy dvě paralelní stanovení. Pro vlnu vzhledem k přítomnosti disulfidických můstků není možné tuto metodu použít. Změna limitního viskozitního čísla hedvábí (resp. průměrného polymeračního stupně celulózy) dobře postihuje poškození (štěpení) makromolekul textilního vlákna. Čím kratší jsou řetězce makromolekul, tím je viskozita jejich roztoků nižší a dochází tedy ke snižování limitního viskozitního čísla hedvábí (resp. průměrného polymeračního stupně celulózy). Tato metoda je citlivá i při nízkém stupni degradace na rozdíl od měření mechanických vlastností (pevnost).

Pevnost nití v tahu (hedvábí, len) – byla měřena na Univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030-2 (výrobce Labortech s. r. o.). Upínací délka nitě byla 10 cm a rychlost posuvu čelistí 50 mm/min. Výsledná hodnota byla získána jako průměr z měření 10 útkových nití a chyba měření byla vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Pevnost proužků (vlna) – byla měřena na Univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030-2. Upínací délka proužků byla 5 cm, šířka 1,5 cm a rychlost posuvu čelistí 50 mm/min. Byla měřena hodnota tržného zatížení proužků vlny a z ní následně vypočtena pevnost v tahu v N/mm. Výsledná hodnota byla získána jako průměr z měření 10 vzorků v útkovém směru a chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

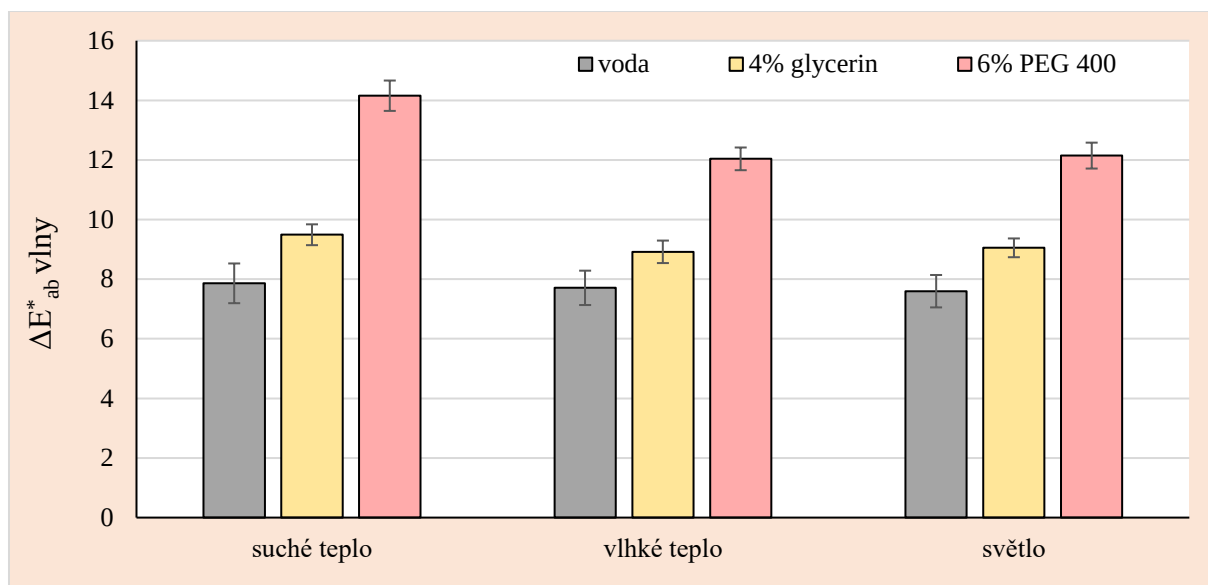
Mikrobiologická odolnost – byla sledována protiplísňová odolnost neošetřených a ošetřených textilií při různé relativní vlhkosti vzduchu. Modelové vzorky textilií byly inokulovány sporami plísně *Penicillium chrysogenum* a následně uloženy tři týdny v prostředí s 54%, 74% a 100% relativní vlhkostí vzduchu. Během třech týdnů byly vzorky pozorovány jak makroskopicky tak mikroskopicky. Testy mikrobiologické odolnosti modelových vzorků byly provedeny ve zkušební laboratoři Ústavu biochemie a mikrobiologie na VŠCHT Praha a v Národním archivu v Praze.

Výsledky

Z hlediska změn barevnosti se vliv zvláčňujících prostředků v důsledku ošetření neprojevil. Hodnoty celkové změny barevnosti vzorků ošetřených glycerinem a polyethylenglykolem byly srovnatelné s referenčními vzorky ošetřenými pouze destilovanou vodou, jejichž ΔE_{ab}^* se pohybovala u hedvábí kolem 1,5 a u lnu a vlny mezi 5 až 6.

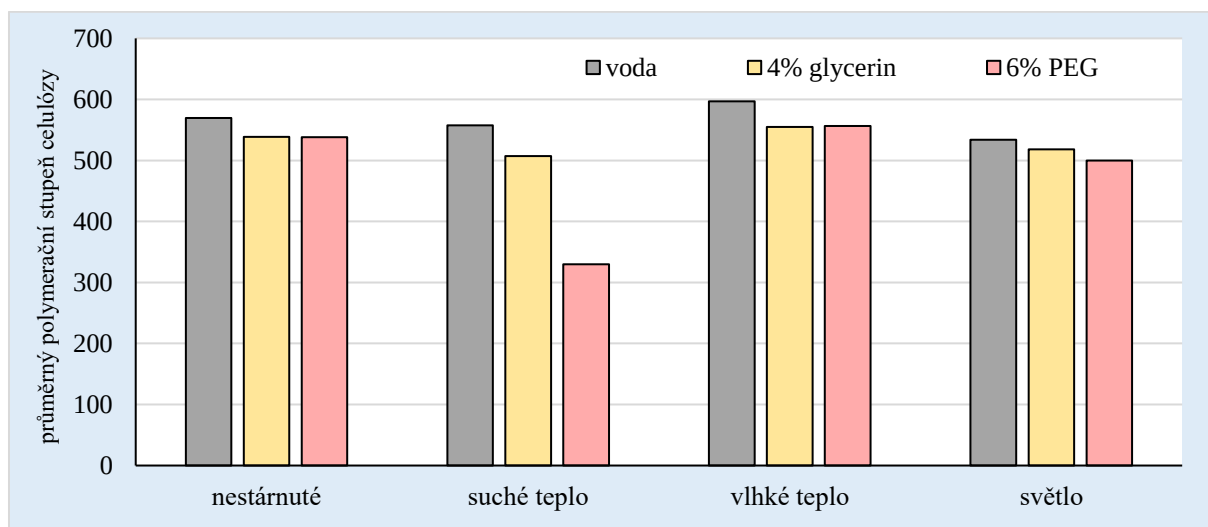
V důsledku vystavení podmínkám umělého stárnutí již ale mezi typy ošetření byly zaznamenány rozdíly. U vlny se vyšší změnou barevnosti projevilo zejména ošetření polyethylenglykolem, a to po všech použitých typech umělého stárnutí (Obr. 1). Podobný trend se u hedvábí projevil po stárnutí suchým teplem, přičemž po ostatních typech stárnutí nebyl

zaznamenán. U lnu způsobilo ošetření polyethylenglykolem změnu barevnosti naopak po stárnutí vlhkým teplem a světlem.

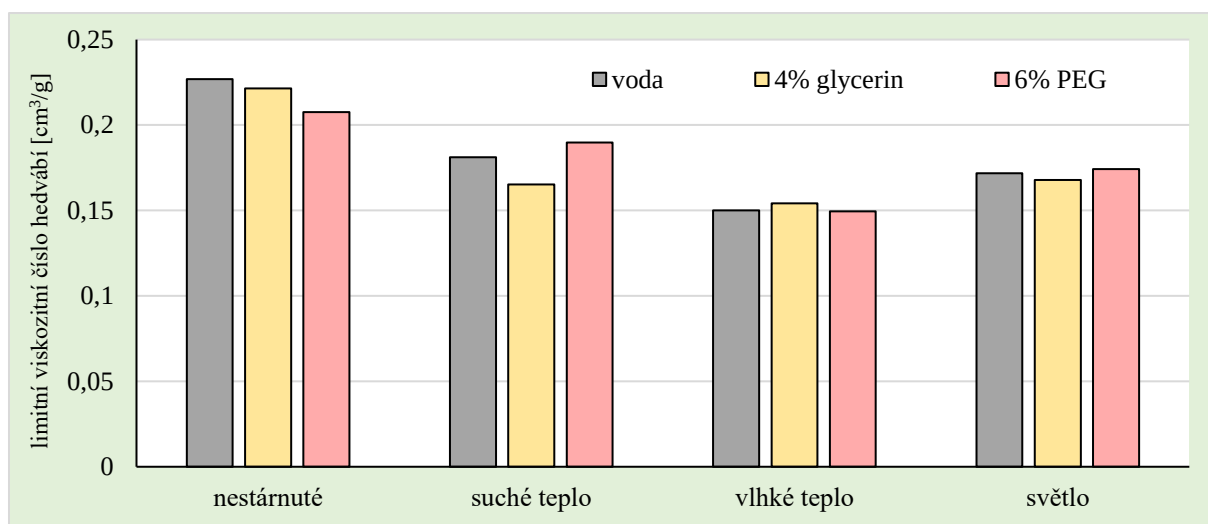


Obr. 1: Změny barevnosti ošetřených vzorků vlny po umělém stárnutí

Negativní vliv ošetření polyethylenglykolem se dále projevil i poklesem průměrného polymeračního stupně lnu po stárnutí suchým teplem (Obr. 2). U hedvábí (Obr. 3) ani vlny nebyl vliv ošetření zaznamenán.

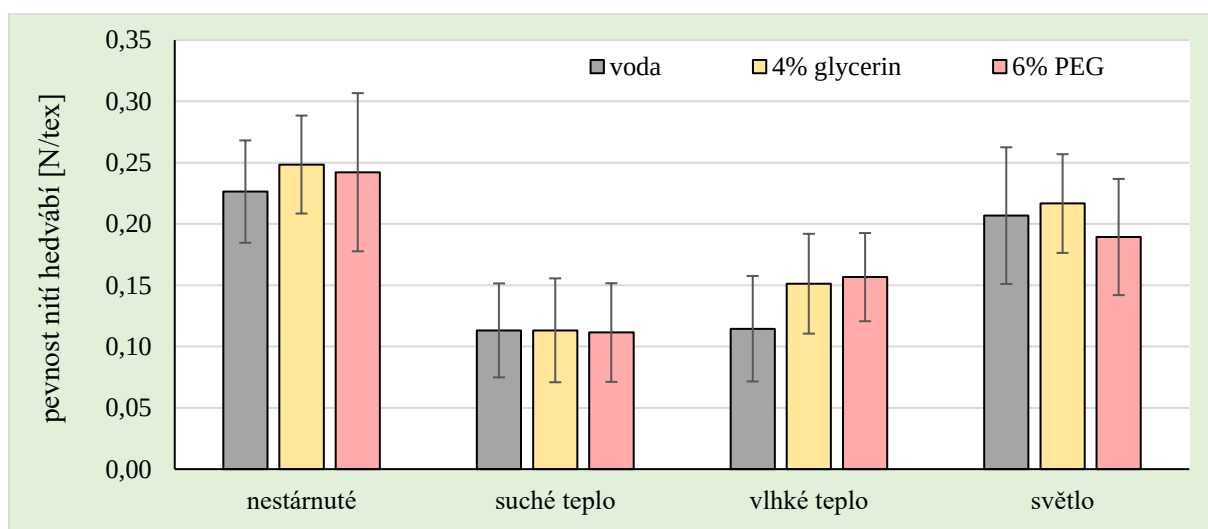


Obr. 2: Průměrný polymerační stupeň celulózy u lnu v závislosti na typu ošetření a umělého stárnutí

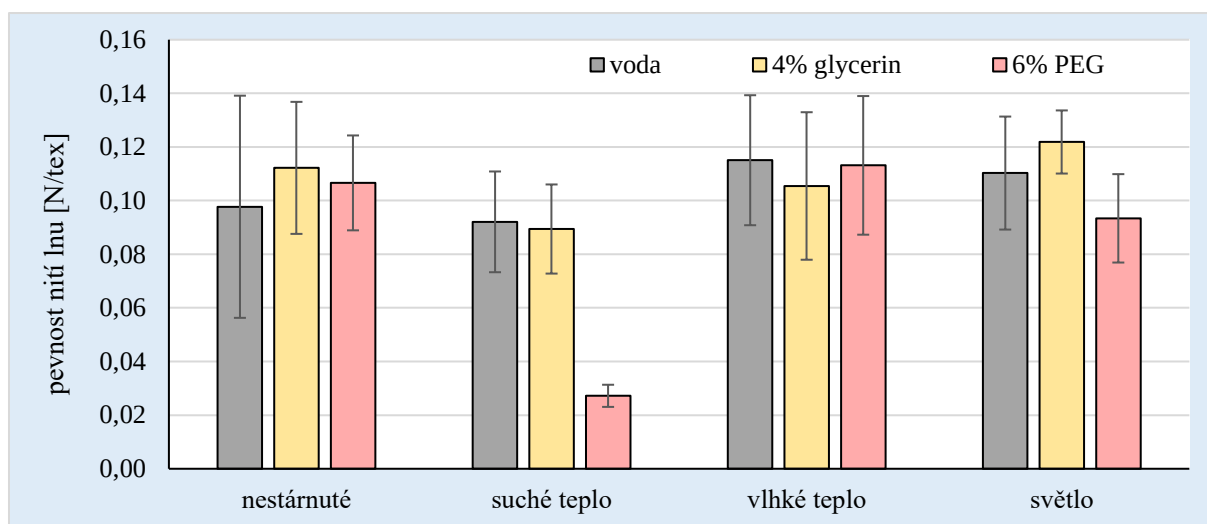


Obr. 3: Limitní viskozitní číslo hedvábí v závislosti na typu ošetření a umělého stárnutí

Z hlediska měření pevnosti textilií nebyl negativní vliv testovaných zvláčňujících prostředků na jejich dlouhodobou stabilitu zaznamenán u hedvábí (Obr. 4) a u vlny, neboť případné rozdíly nepřesahovaly chyby měření. U lnu byl však zaznamenán razantní pokles pevnosti nití po stárnutí suchým teplem u vzorků ošetřených polyethylenglykolem (Obr. 5), což je v souladu se zjištěným poklesem průměrného polymeračního stupně celulózy (viz výše).



Obr. 4: Pevnost hedvábných nití v závislosti na typu ošetření a umělého stárnutí



Obr. 5: Pevnost lněných nití v závislosti na typu ošetření a umělého stárnutí

Mikrobiologická odolnost

Na žádném z modelových vozků nedošlo po 3 týdnech k viditelnému nárůstu mycelia. Pouze při 100% relativní vlhkosti okolí v případě hedvábí ošetřeného roztokem glycerinu vykazovaly plísně mírný nárůst. Na základě provedených testů je možné konstatovat, že ošetření textilií 4% roztokem glycerinu a 6% roztokem PEG 400 nezvyšuje jejich riziko mikrobiologického napadení za předpokladu dodržení podmínek dlouhodobého uložení.

Závěr

Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že u textilií z přírodních vláken ošetřených 4% roztokem glycerinu nedochází ani po umělém stárnutí ke zhoršení sledovaných vlastností, stejně tak ani ke zhoršení jejich mikrobiologické odolnosti, proto ho lze doporučit pro ošetření archeologických textilií. Ošetřením 6% roztokem polyethylenglykolu (PEG 400) a umělým stárnutím dochází ke zhoršení vlastností textilií (zejména ke změně barevnosti a v případě lnu navíc ke snížení pevnosti a poklesu průměrného polymeračního stupně), proto nelze použití polyethylenglykolu pro ošetření archeologických textilií doporučit.

Příloha č. 6: Konzervování textilních fragmentů z archeologického nálezu

Základní údaje o souboru

Předmět:	Soubor textilních fragmentů z archeologického nálezu
Majitel:	Muzeum hlavního města Prahy
Místo nálezu:	Praha – Nové Město, Václavské náměstí
Rok vyzvednutí:	2020, 2021
Datace:	14. a 15. století
Materiál:	hedvábí, vlna, srst, koňské žíně, rostlinný materiál
Konzervovala:	Bc. Jana Bureš Víchová, DiS.
Konzultanti:	Ing. Klára Drábková, Ph.D. Ing. Jan Krejčí Ing. Markéta Škrdlantová, Ph.D. Bc. Lucie Radoňová

Popis a stav nálezu

Jedná se o část souboru textilních fragmentů vyzvednutých při archeologickém výzkumu v centru Prahy. Celkem 11 fragmentů z různých textilních materiálů a různé textilní struktury bylo uloženo v 8 papírových, případně PE sáčcích v suchém nebo vlhkém stavu (Tab. 1). Fragmenty byly pomačkané, více či méně znečištěné nebo obalené zeminou, často bez rozpoznatelné struktury.

Nález byl ke konzervování předán v prosinci 2021. Do doby ošetření byly vlhké textilie (sáček **60**, **10** a **108**) uloženy v lednici, postříkány 50% roztokem ethanolu a pravidelně kontrolovány.

Tab. 1: Soupis fragmentů

čpk	sáček	sonda	vrstva	počet fragm.	typ	materiál	stav	datum vyzvednutí
A7/2020	59	3	3027	2	sítka	hedvábí	suché	29. 5. 2020
A36/2020	46	6	6024	1	provázek	rostlinný mat.	suché	25. 6. 2020
A36/2020	40	6	6025	3	provázek	rostlinný mat.	suché	22. 6. 2020
A51/2020	8	22	22016	1	tkanina	hedvábí	suché	1. 9. 2020
A51/2020	9	22	22016	1	chomáč vláken	koňské žíně	suché	1. 9. 2020
A4/2021	60	1/21, B	1028 1029	1	zaplstěná vlákna	srst	vlhké	8. 4. 2021
A5/2021	10	2/21	2001 A	1	tkanina	vlna	vlhké	
A5/2021	108	2/21	2031	1	svazek vláken	koňské žíně	vlhké	20. 4. 2021

Mikrobiologický průzkum

V případě suchých nálezů byl proveden mikrobiologický průzkum (sáčky 40, 59). Z výsledků průzkumu vyplývá, že vzorky nebyly kontaminovány plísněmi, pouze u nich byla zjištěna přítomnost sporulujících bakterií, které se nachází běžně v zemině. Během konzervování jsou z většiny tyto bakterie odstraněny spolu se zeminou, při dodržení BOZP nehrozí zdravotní riziko pro restaurátora. Vzhledem k tomu, že po konzervování budou textilie dlouhodobě uloženy ve vhodných klimatických podmínkách, nebylo přistoupeno k jejich dezinfekci.

Postup konzervování

Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi různorodé textilie (materiálově i strukturou), bylo nutné ke každému fragmentu přistupovat zcela individuálně.

Průzkum textilií byl proveden pod stereomikroskopem Olympus SZX9 s fotoaparátem Canon EOS 1100D. Druh vláken byl určován na základě charakteristických morfologických znaků pod mikroskopem Olympus BX60 s fotoaparátem Canon EOS 1100D. Při konzervování byl použit muzeální vysavač Muntz 555 MU-E HEPA SET (dodavatel CEIBA s.r.o.) a odsávací stůl ARTMini (výrobce Artcard – Richard Růžička).

A7/2020, sáček 59

Popis

Nález byl v suchém stavu a textilie téměř zcela ukryta v hroudě ztvrdlé jílovité zeminy, bez možnosti bližší identifikace struktury. Až během čištění se ukázalo, že se jedná o dva fragmenty hedvábné síťky s třásněmi.

Předběžný průzkum

Textilní vlákna byla identifikována jako hedvábná. Byla provedena zkouška namočení ztvrdlé zeminy, ta výborně změkla a dobře se odplavovala z textilie.

Konzervování

Čištění probíhalo ve vodní lázni o teplotě 40 °C bez přídavku tenzidu na pomocné síti (Uhelon). Doba smočení byla celkem 90 minut, vždy po 15 minutách byla voda vyměňována. Následovalo mechanické čištění pomocí jemného štětečku, čímž došlo k odplavení zeminy a odhalení textilie. Poté byl proveden proplach obyčejnou vodou, poslední proplach destilovanou vodou. V přímé návaznosti na mokré čištění bylo provedeno zvláchnění textilie ponorem do 4% roztoku glycerinu v destilované vodě po dobu 10 minut.

Po přenesení na PE pěnu byla síťka ještě za mokra vyrovnána a pomocí špendlíků vypíchána (Obr. 1). Poté byl přebytek roztoku glycerinu odstraněn pomocí filtračního papíru. Sušení probíhalo metodou vymrazování v běžném mrazicím zařízení. Oba fragmenty síťky vypíchané na PE pění byly zmrazeny po dobu 1 hodiny, poté byly přeneseny do uzavíratelného PP boxu s vysušeným silikagelem a uloženy do mrazáku (teplota -18 °C). Vymrazení/sušení trvalo 1 týden.



Obr. 1: Fragmenty síťky vypíchané na PE pění

Textilně technologický průzkum

Rozměry fragmentů: 4,5 × 10,5 cm; 4,5 × 9,5 cm

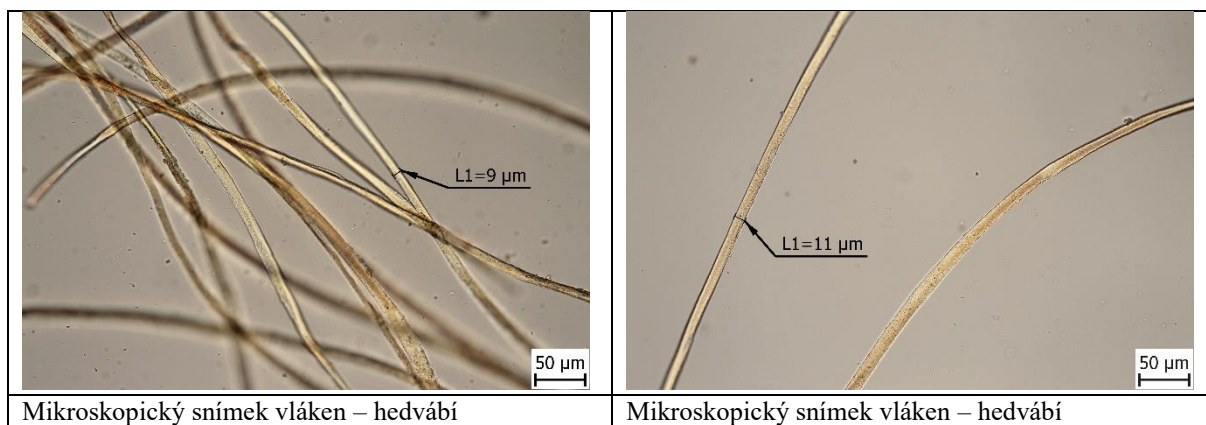
Textilní technika: síťování

Charakteristika: hladká síťovina s třásněmi, obyčejná oka, síťování kosé, velikost ok 0,3 cm, délka třásní 3 cm

Rozbor nitě: hedvábí, skaný zákrut S/2z, barva světle hnědá

Tab. 2: Fotodokumentace zásahu a identifikace vláken (sáček 59)

 A7/2020 59	 A7/2020 59
Nález před konzervováním	Fragmenty síťky po konzervování
 5 mm	 5 mm
Detail nálezu před konzervováním	Detail síťky po konzervování
 2 mm	 2 mm
Detail nálezu před konzervováním	Detail síťky po konzervování



A36/2020, sáček 46 a 40

Popis

Fragmenty z těchto dvou sáček byly v suchém stavu, znečištěné, ale jen mírně pokryté zeminou. Jedná se o fragmenty se shodnou strukturou i materiálovým složením, v sáčku 46 se našel jeden kus provázku, v sáčku 40 tři kusy provázků.

Předběžný průzkum

Z materiálového hlediska se jedná o nezpracovaný rostlinný materiál. Byla provedena zkouška namočení malého vzorku, která ukázala, že čištění mokrou cestou není možné. Po namočení došlo k mírnému narovnání materiálu a po usušení ke značné deformaci vzorku (Obr. 2).



Obr. 2: Vzorek odebraný z fragmentu – zleva před namočením, v průběhu namočení, po usušení

Konzervování

Fragmenty byly čištěny suchou cestou pomocí vysavače s regulovatelným odtahem (odsátí s pomocí kartáčku vysavače). Jemnější nečistoty byly pak odstraněny stíráním jemným štětečkem navlhčeným vodou, do které byl přidán ethanol (poměr 1:1 objemově), aby se zabránilo nadměrnému zavlhčení. Dосуšení probíhalo volně na vzduchu.

Textilně technologický průzkum

Rozměry fragmentu – sáček 46: tloušťka 0,4 cm, délka 57 cm

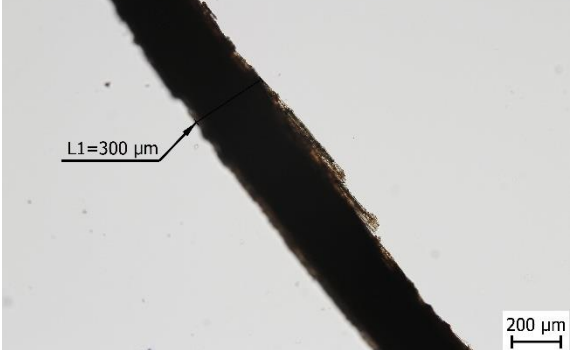
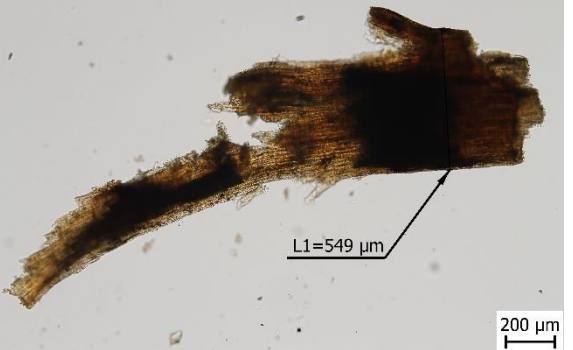
Rozměry fragmentů – sáček 40: tloušťka 0,4 až 0,5 cm, délka 35, 33 a 35 cm

Textilní technika: stáčená šňůrka z nezpracovaného rostlinného materiálu

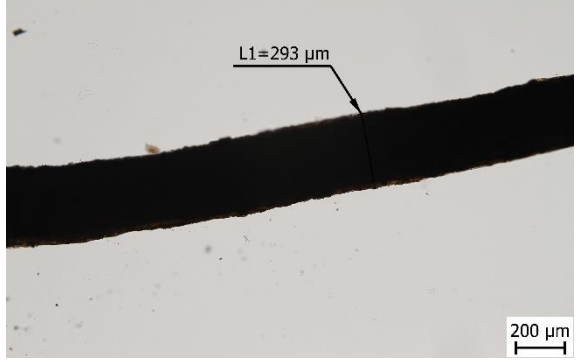
Charakteristika: zákrut S ze dvou pramenů

Materiál: rostlinný, barva hnědá

Tab. 3: Fotodokumentace zásahu a identifikace vláken (sáček 46)

	
Nález před konzervováním	Fragment po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail fragmentu po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail fragmentu po konzervování
	
Mikroskopický snímek vláken – rostlinný materiál	Mikroskopický snímek vláken – rostlinný materiál

Tab. 4: Fotodokumentace zásahu a identifikace vláken (sáček 40)

	
Nález před konzervováním	Fragmenty po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail fragmentu po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail fragmentu po konzervování
	
Mikroskopický snímek vláken – rostlinný materiál	Mikroskopický snímek vláken – rostlinný materiál

A51/2020, sáček 8

Popis

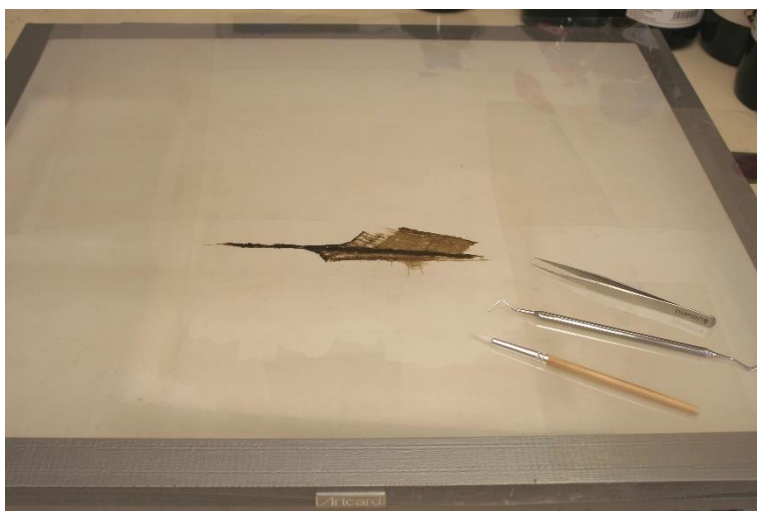
Fragment byl v suchém stavu bez nánosů zeminy. Vypadal jako provázek, při bližším průzkumu se ukázalo, že se jedná o tkaninu. Dva kusy tkaniny byly původně pravděpodobně sešité dohromady, šicí nit se nedochovala, záložka a dírky po stezích ano.

Předběžný průzkum

Textilní vlákna byla identifikována jako hedvábná.

Konzervování

Čištění probíhalo v lázni (voda 40 °C bez přídavku tenzidu, celková doba ponoru 90 minut, po 15 minutách byla lázeň vyměňována). Následovalo přenesení na odsávací stůl, mechanické čištění pomocí štětce, proplach obyčejnou vodou poté destilovanou vodou, závěrečný proplach byl proveden 4% vodným roztokem glycerinu. Po vyrovnání byl přebytečný roztok odsát pomocí spodního odtahu, sušení probíhalo volně na vzduchu na sítu odsávacího stolu (Obr. 3).



Obr. 3: Sušení fragmentu na sítu odsávacího stolu

Textilně technologický průzkum

Rozměry fragmentu: 4,5 × 18,5 cm

Textilní technika: tkaní, vazba plátňová

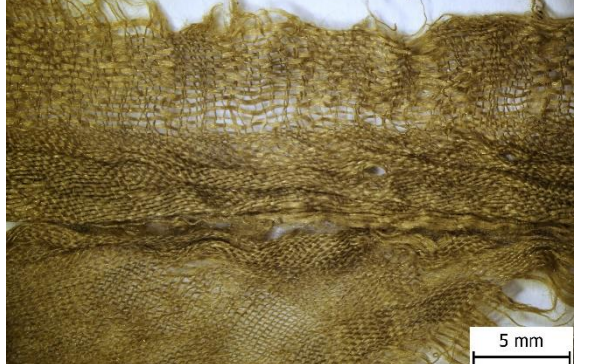
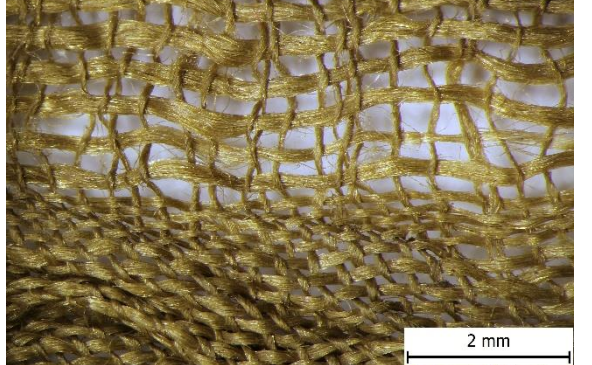
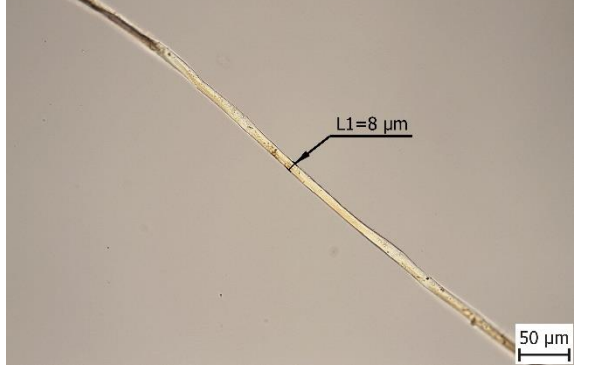
Část (A)

- osnova: hedvábí, zákrutu Z, barva světle hnědá; dostava 38 nití/cm
- útek: hedvábí, bez zákrutu, barva světle hnědá; dostava 36 nití/cm
- pevný okraj: 7 dvou až třínásobných osnovních nití s vyšší dostavou

Část (B)

- osnova: hedvábí, zákrutu Z, barva světle hnědá; dostava 28 nití/cm
- útek: hedvábí, bez zákrutu, barva světle hnědá; dostava 20 nebo 38 nití/cm
- charakteristika: na tomto kusu tkaniny příčné pruhy s různou dostavou
- pevný okraj: 7 dvou až třínásobných osnovních nití s vyšší dostavou

Tab. 5: Fotodokumentace zásahu a identifikace vláken (sáček 8)

	
Nález před konzervováním	Fragment po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail fragmentu po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail fragmentu po konzervování
	
Mikroskopický snímek vláken – hedvábí	Mikroskopický snímek vláken – hedvábí

A51/2020, sáček 9

Popis a předběžný průzkum

Fragment byl v suchém stavu. Jedná se o chomáč nezpracovaných textilních vláken živočišného původu – pravděpodobně žíně.

Konzervování

Fragment byl čištěn pomocí suchého mechanického čištění (odsátí s pomocí kartáčku vysavače a štětce, větší nečistoty byly vybírány pinzetou).

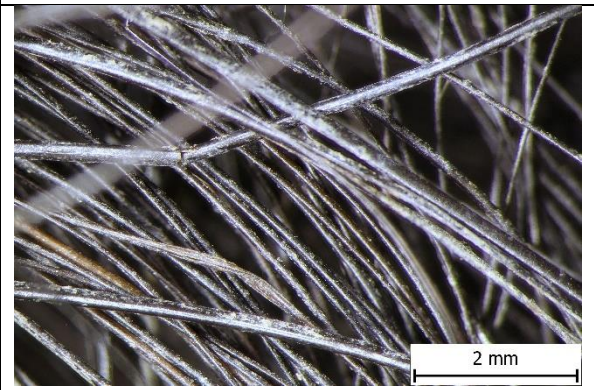
Textilně technologický průzkum

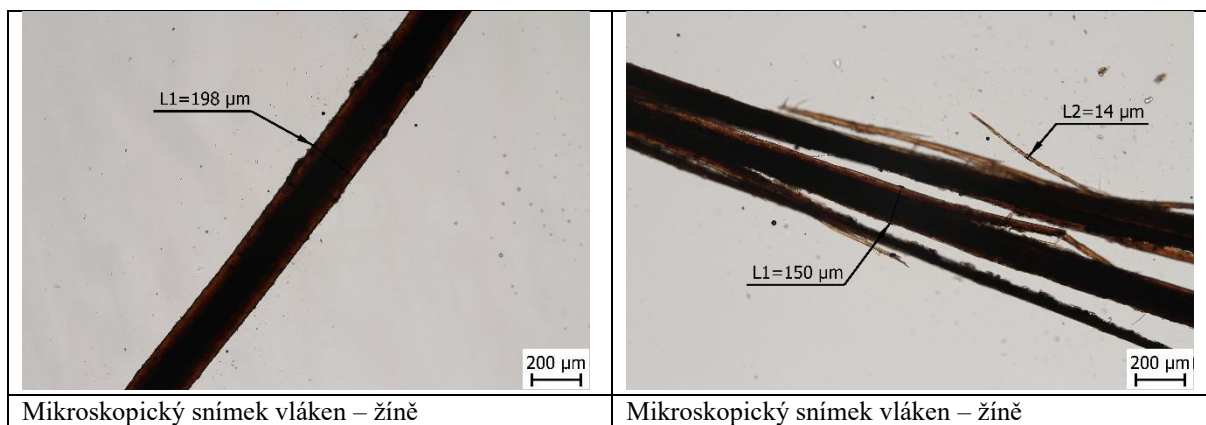
Rozměry fragmentu: cca 9 × 15 cm

Textilní technika: nezpracovaná živočišná vlákna

Materiál: pravděpodobně žíně nebo srst, délka vláken cca 20 cm, barva hnědo-černá

Tab. 6: Fotodokumentace zásahu a identifikace vláken (sáček 9)

	
Nález před konzervováním	Nález po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail nálezu po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail nálezu po konzervování



A4/2021, sáček 60

Popis

Tento fragment byl ve vlhkém stavu, značně znečištěný, ale ne pokrytý vrstvou zeminy. Jedná se o mírně zaplstěný „chomáč“ nezpracovaných vláken v kombinaci se spředenými nitěmi.

Předběžný průzkum

Z materiálového hlediska se jedná o živočišná vlákna – vlna, srst.

Konzervování

Nález byl očištěn pouze mechanicky (štětec, odsátí). Následovalo vymrazení/sušení v běžném mrazicím zařízení (2 týdny), postup byl stejný jako u fragmentů ze sáčku 59.

Textilně technologický průzkum

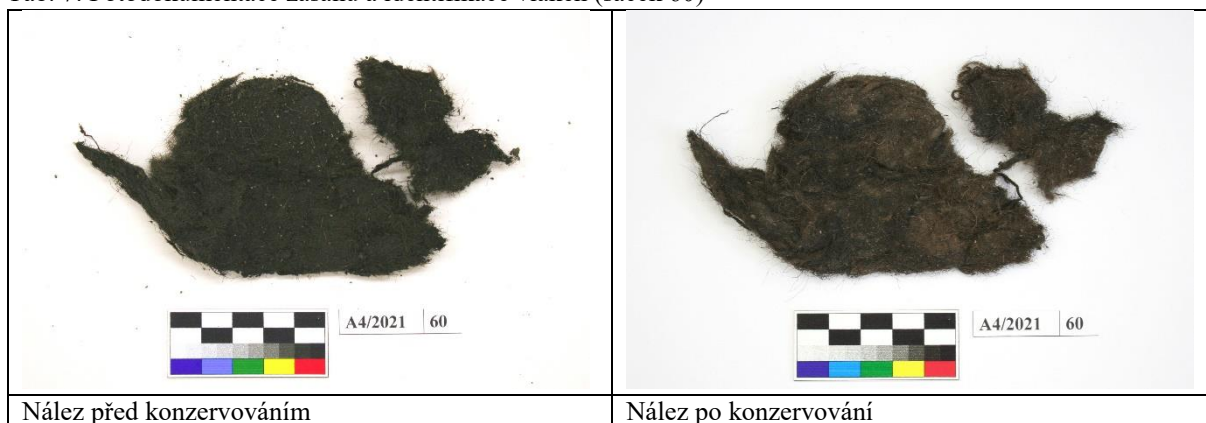
Rozměry fragmentu: cca 6,5 × 12,5 cm

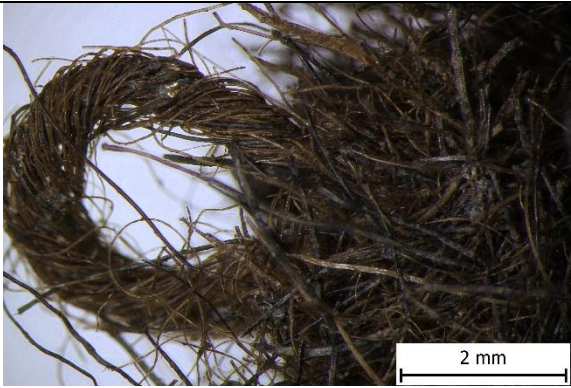
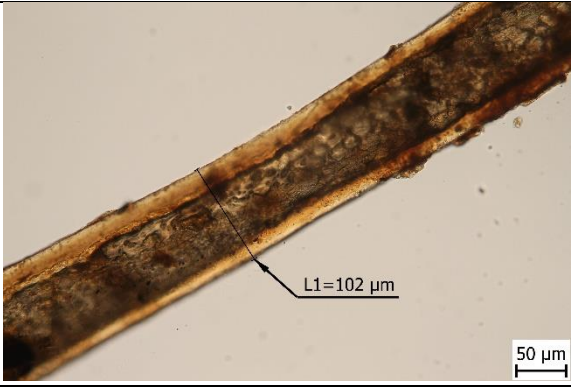
Textilní technika: pravděpodobně plst'

Charakteristika: kombinace spředených a nespředených vláken

Materiál: živočišná vlákna – vlna, srst; nitě se zákrutem S i Z, barva hnědá

Tab. 7: Fotodokumentace zásahu a identifikace vláken (sáček 60)



	
Detail nálezu před konzervováním	Detail nálezu po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail nálezu po konzervování
	
Mikroskopický snímek vláken – vlna	Mikroskopický snímek vláken – srst

A5/2021, sáček 10

Popis

Fragment tkaniny ve vlhkém stavu byl mírně znečištěný, ale tvarově velmi deformovaný. Až po konzervování se zjistilo, že se jedná o vlněné sukno a fragment má trojúhelníkový tvar.

Předběžný průzkum

Textilní vlákna byla identifikována jako živočišná – vlna.

Konzervování

Čištění nálezu probíhalo v lázni (voda 40 °C bez přídavku tenzidu, celková doba ponoru 60 minut, po 15 minutách byla lázeň vyměňována), účinnost čištění byla zvýšena mechanickým čištěním pomocí štětce. Následoval proplach obyčejnou vodou poté destilovanou vodou, na závěr byl fragment na 10 minut ponořen do 4% vodného roztoku glycerinu. Po vyrovnání

na melinexovou fólii byl přebytečný roztok odstraněn filtračním papírem, sušení probíhalo vymražením v běžném mrazicím zařízení (2 týdny), postup byl stejný jako u fragmentů ze sáčku 59.

Textilně technologický průzkum

Rozměry fragmentu: cca 6 × 13 cm

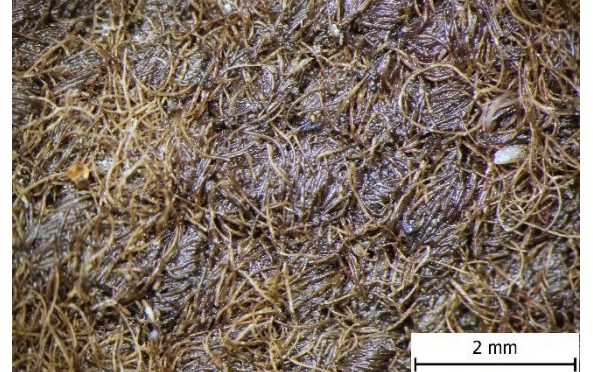
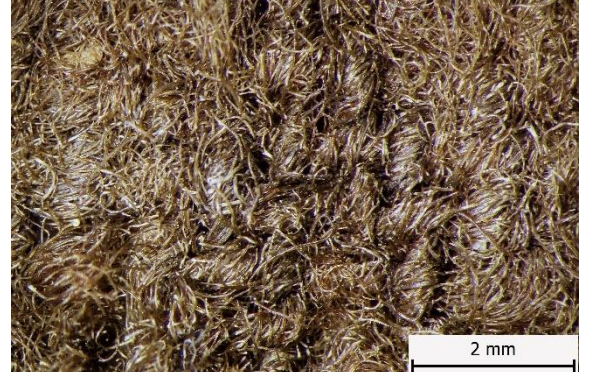
Textilní technika: tkaní, vazba plátňová

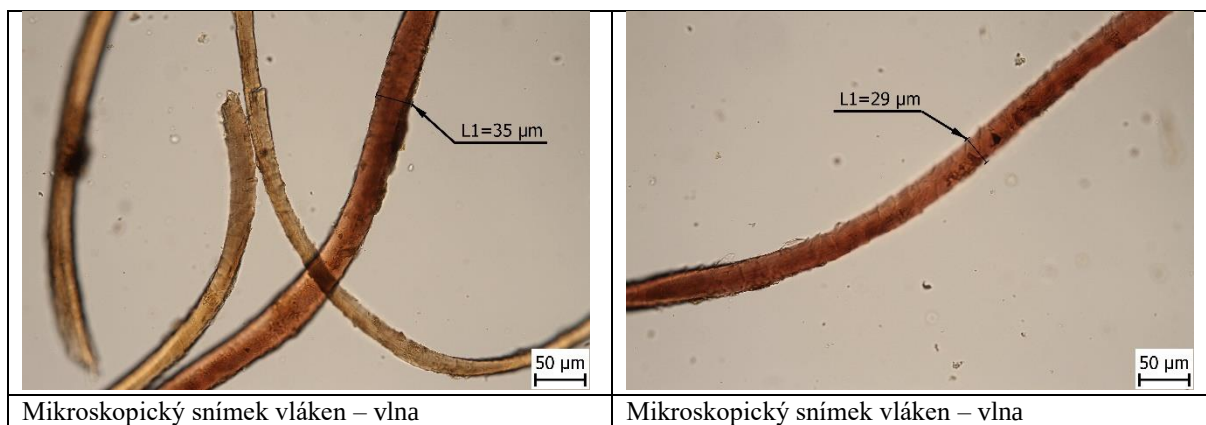
1. soustava: vlna, silný zákrut Z, barva hnědá; dostava 7 nití/cm

2. soustava: vlna, silný zákrut S, barva hnědá; dostava 7 nití/cm

Pevný okraj: nezachován

Tab. 8: Fotodokumentace zásahu a identifikace vláken (sáček 10)

	
Nález před konzervováním	Fragment po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail fragmentu po konzervování
	
Detail nálezu před konzervováním	Detail fragmentu po konzervování



A5/2021, sáček 108

Popis a předběžný průzkum

Fragment byl ve vlhkém stavu. Jedná se o nezpracovaný svazek vláken živočišného původu – koňské žíně.

Konzervování

Nález byl propláchnut stříčkou na sítu, nejprve obyčejnou a na závěr destilovanou vodou. Sušení probíhalo volně na vzduchu (Obr. 4).



Obr. 4: Proplachování nálezu na sítu

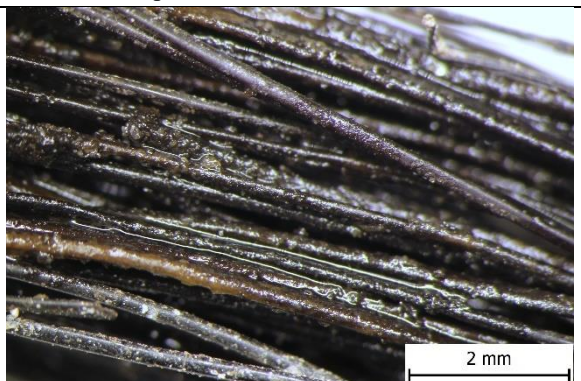
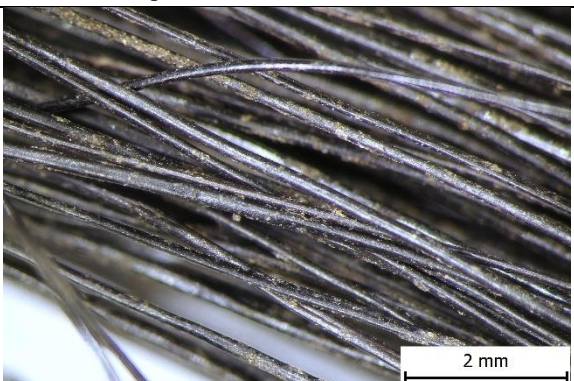
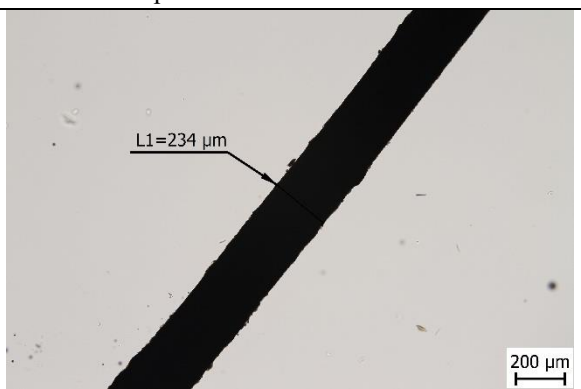
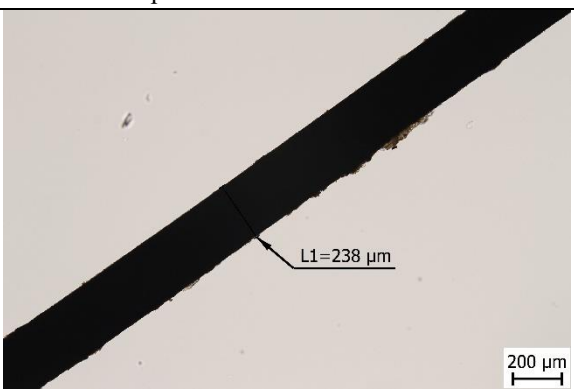
Textilně technologický průzkum

Rozměry fragmentu: cca $7 \times 10,5$ cm

Textilní technika: nezpracovaná živočišná vlákna

Materiál: žíně, nespředeno, délka vláken cca 19 cm, barva hnědo-černá

Tab. 9: Fotodokumentace zásahu a identifikace vláken (sáček 108)

	
Nález před konzervováním	Nález po konzervování
	
Detail nálezů před konzervováním	Detail nálezů po konzervování
	
Detail nálezů před konzervováním	Detail nálezů po konzervování
	
Mikroskopický snímek vláken – žíně	Mikroskopický snímek vláken – žíně

Adjustace

Po konzervování byly fragmenty adjustovány dle zvyklostí zadavatele do rámu pod sklo. Fragmenty jsou položeny na vyprané lněné plátno podložené vatelínem, pro vyšší (trojrozměrné) fragmenty je ve vatelínu vytvořeno lůžko (Obr. 5).



Obr. 5: Fragmenty po konzervování

Doporučené podmínky

Uložení v depozitáři

- teplota: 16 ± 2 °C
- relativní vlhkost: 50 ± 5 %
- bez přístupu světla
- čisté prostředí (chránit před plynnými polutanty, prachem, biologickým napadením)
- uložení naplocho při zachování vytvořené adjustace

Vystavení

- teplota: 23 ± 2 °C
- relativní vlhkost: 50 ± 5 %
- intenzita osvětlení: méně než 50 lx
- podíl UV záření: max. 10 $\mu\text{W}/\text{lm}$ (lépe vyloučit)
- osvit v jednom roce: 36 klxh
- vystavení ve vodorovné poloze na podložce z inertních materiálů

Příloha č. 7: Restaurování škapulíře z archeologického nálezu

Základní údaje o předmětu

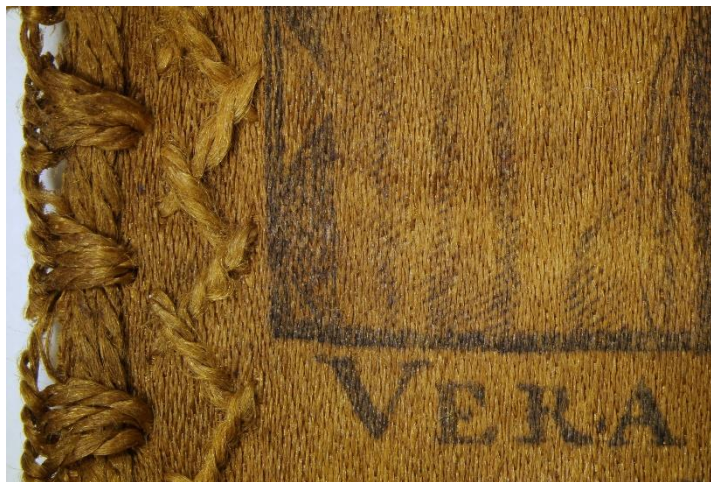
Předmět:	Škapulíř z pohřební výbavy
Majitel:	Muzeum hlavního města Prahy
Označení:	4/R
Místo nálezu:	Krypta kostela panny Marie Vítězné a svatého Antonína Paduánského v Karmelitské ulici v Praze 1
Rok vyzvednutí:	2000
Datace:	17.–18. století
Materiál:	hedvábí
Technika:	šití, výšivka, textilní tisk
Rozměry:	67,5 × 7 cm
Restaurovala:	Bc. Jana Bureš Víchová, DiS.
Konzultanti:	Ing. Klára Drábková, Ph.D. Ing. Jan Krejčí Ing. Markéta Škrdlantová, Ph.D. Bc. Lucie Radoňová

Popis předmětu

Škapulíř je tvořen dvěma obdélníkovými váčky o rozměrech 9 × 7 cm spojenými dvěma stužkami (délka 50 cm, šířka 2,3 cm). První váček se skládá ze dvou vrstev hedvábných tkanin, které jsou sešity krátkými předními stehy. Na vrchní tkanině je černý tisk zobrazující Pannu Marii s Ježíškem a latinský nápis VERA EFIGIE S B. V. MARIE DE MONTE CARMELI – v překladu *pravé zpodobnění Panny Marie Karmelské* (Obr. 1). Tištěný svatý obrázek je lemován výšivkou tzv. krokvičkovým stehem, po obvodu tkaniny je pak řada smyčkových stehů, které jsou vždy po třech soustředěny do jednoho bodu (Obr. 2). Spodní tkanina je bez výzdoby. Uvnitř tohoto váčku se nacházel blíž neurčitelný sypký obsah (možná zbytky zeminy a produkty hmyzu) a velmi malý zlomek tkaniny z rostlinných vláken. U druhého váčku se zachovala pouze spodní vrstva z nevzorované hedvábné tkaniny a lemování vrchní tkaniny, jenž je provedené shodně jako u prvního váčku. Vrchní tkanina se nedochovala, pravděpodobně byla vyrobena z materiálu, který snáze podléhá degradaci.



Obr. 1: Vrchní strana škapulíře



Obr. 2: Detail výšivky a tisku

Historický úvod

Škapulír pochází z krypty kostela panny Marie Vítězné a svatého Antonína Paduánského (kostel je často nazýván U Pražského Jezulátka) v Karmelitské ulici v Praze 1, odkud byl v roce 2000 vyzvednut a předán do muzea pod označením: *pořadové číslo 20; funerální nález 4/R; označení ostatků 4/4; popis nálezové situace – plátěný obrázek Panny Marie s provázkem na hrudi nebožtíka*. Soubor rakví, jejichž součástí byly kromě tohoto škapulíře další předměty – oděvy a různé devocionálie (růžence, křížky, medailky, škapulíře...), byl vyzvednut v rámci záchranného archeologického výzkumu, který předcházela rekonstrukci krypty.

Rozsáhlá podzemní část kostela, sloužila jako hrobka nejen pro členy řádu, ale také pro jeho příznivce. Pohřbívalo se zde hlavně v období 17. a 18. století. V podzemí kostela se nachází celkem 15 sklepení propojených klenutou chodbou, bohužel se ale přesně neví, ze které pohřební komory škapulír pochází, ani komu mohl patřit. Hlavní krypta v podzemí vznikla v roce 1662 a sloužila jako pohřebiště karmelitánů i šlechticů, kteří se zasloužili o rozkvět kostela. V pozdějším období vznikla v její blízkosti další komora, která je umístěna pod terasou před vstupem do kostela. Do ní se naopak pohřbívali prostí obyvatelé Prahy, kteří zemřeli během válek nebo morových epidemií.³

Dle období, kdy bylo možné pohřbívání v kryptě kostela lze škapulír datovat do období mezi lety 1662 a 1784 (konec pohřbívání do krypty).

Stav před restaurováním

Po vyzvednutí nálezů z krypty v roce 2000 byla provedena dezinfekce Etoxenem (směs ethylenoxidu a oxidu uhličitého) ve Státním ústředním archivu a kontrolní mikrobiologické zkoušky. Poté následovalo zběžné mechanické očištění a uložení do depozitáře.

V prosinci 2021 byl škapulír předán k restaurování. Byl v poměrně celistvém stavu, s dochovanými švy a stehy, jedna část škapulíře se však nedochovala. Předmět byl v suchém (přesušeném) stavu, znečištěný, tvarově deformovaný, tkaniny ztvrdlé, křehké, mechanicky poškozené (Obr. 3). Rozsáhlejší poškození je způsobeno hmyzem (Obr. 4). Uvnitř škapulíře byly nalezeny exkrementy od hmyzu i jejich kukly (Obr. 5, 6).



Obr. 3: Mechanické poškození stužky



Obr. 4: Biologické poškození váčku

³ Bureš Víchová, J., Drábková, K., Plátková, A. Restaurování pohřebních šatů – využití kombinace různých metod. *Textil v muzeu*, Technické muzeum v Brně, 2017, 13, 9-14, ISSN 1804-1752.



Obr. 5: Vnitřní obsah váčku



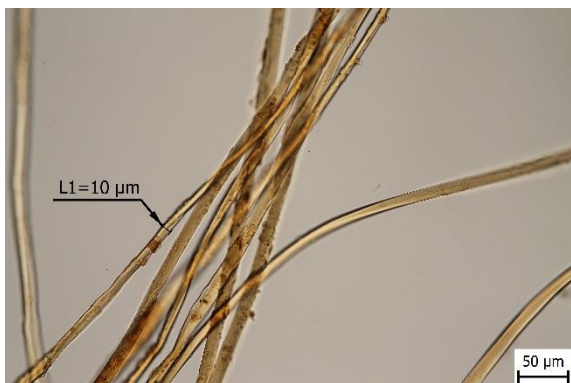
Obr. 6: Pozůstatek hmyzu

Předběžný průzkum

Identifikace vláken

Druh vláken byl určován na základě charakteristických morfologických znaků pod mikroskopem Olympus BX60 s fotoaparátem Canon EOS 1100D.

Dochované tkaniny škapulíře byly identifikovány jako **hedvábné** (Obr. 7). Nechovaná tkanina byla pravděpodobně z **rostlinného materiálu** (Obr. 8), což podporuje i analýza pomocí infračervené spektroskopie; mikroskopické zbytky tkaniny byly zachovány v mezerách mezi výšivkou. Uvnitř škapulíře byly nalezeny zbytky **rostlinných** a pravděpodobně **vlněných vláken** (Obr. 9, 10).



Obr. 7: Mikroskopický snímek vláken z tkaniny s tiskem – hedvábní



Obr. 8: Mikroskopický snímek vláken z nedochované tkaniny – rostlinný materiál



Obr. 9: Mikroskopický snímek vláken z vnitřku váčku – rostlinný materiál



Obr. 10: Mikroskopický snímek vláken z vnitřku váčku – pravděpodobně vlna

RTG snímek

Z důvodu zjištění obsahu vnitřku škapulíře byl v Národním muzeu pořízen rentgenový snímek na přístroji Yxlon Smart EVO 160D. Uvnitř škapulíře však nebyl nalezen žádný celistvý předmět.

Postup restaurování

Čištění

Byla provedena zkouška stálosti tisku ve vodě s výborným výsledkem. Na základě toho byl zvolen způsob čištění. Nejprve byly odsáty nečistoty pomocí vysavače s jemným odtahem a poté bylo přistoupeno k čištění mokrou cestou. To probíhalo na podpůrné netkané textilií Hollytex ve vodní lázni o teplotě 40 °C bez přidavku tenzidu (Obr. 11). Doba smočení byla celkem 60 minut, vždy po 15 minutách byla voda vyměňována. Následovalo mechanické čištění pomocí jemného štětečku, proplach obyčejnou vodou, poslední proplach destilovanou vodou. Výsledek čištění je patrný na Obr. 12 až 14.



Obr. 11: Čištění škapulíře ve vodní lázni



Obr. 12: Tkanina před čištěním



Obr. 13: Tkanina po vysátí



Obr. 14: Tkanina po čištění v lázni

Zvláchnění

V přímé návaznosti na mokré čištění byl proveden ponor textilie do 4% vodného roztoku glycerinu v destilované vodě po dobu 10 minut. Škapulíř byl vyrovnán na melinexovou fólii a přebytek roztoku byl odstraněn.

Sušení

Sušení probíhalo metodou vymrazování v běžném mrazicím zařízení. Škapulíř vyrovnaný na melinexové fólii (v záhybech podpora z válečků ze shodné fólie) byl zmrazen po dobu 1 hodiny, poté přenesen do uzavíratelného PP boxu s vysušeným silikagelem a uložen do mrazáku (teplota -18 °C). Textilie byla každý týden kontrolována, vymrazení/sušení trvalo 3 týdny.

Dovyrovnání

Nežádoucí nerovnosti na stužkách byly dovyrovnaný pomocí zvlhčení párou o teplotě 40 °C a následným zatížením sklíčky.

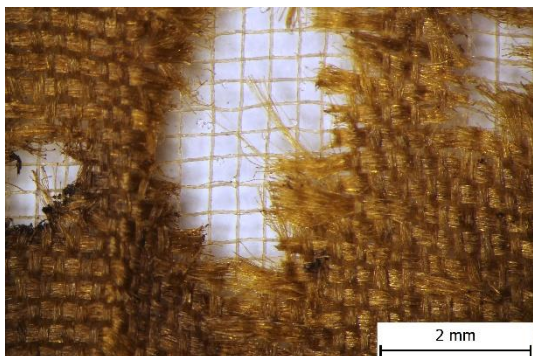
Barvení pomocného materiálu

Hedvábná krepelína byla obarvena na požadovaný odstín vytahovacím způsobem pomocí 1:2 kovokomplexních barviv Ostalan. Po barvení bylo nezafixované barvivo odstraněno vypráním v 70 °C teplém roztoku Syntaponu ABA (2 g/l).

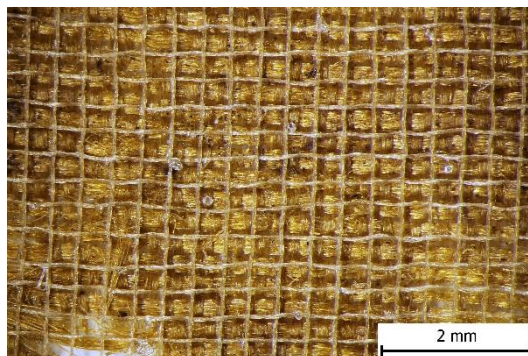
Podlepení

Jedna ze stužek byla v horším stavu než druhá, a v budoucnu by hrozilo riziko jejího přetržení. Proto bylo rozhodnuto o jejím zajištění pomocí podlepení. Jako nejvhodnější materiál pro podložení byla zvolena hedvábná krepelína obarvená na vyhovující odstín. Z krepelíny byl po niti uštížen proužek o shodné šířce a délce stužky. Okraje byly okroužkovány nití taženou z téže krepelíny a poté následovalo podlepení pomocí polyamidového prášku Lascaux 5350 aktivovaného teplem. (Obr. 15, 16).

Postup: Na silikonový papír byla nanesena rovnoměrná vrstva prášku Lascaux 5350, následně byl přebytek odstraněn oklepáním a ometením štětcem. Takto byla na silikonovém papíru připravena velmi tenká rovnoměrná vrstva adheziva, na níž byla vyrovnána předem připravená krepelína. Přes silikonový papír bylo souvrství velmi krátce přezhleheno žehličkou (120 °C). Takto připravený podklad byl sloupnut ze silikonového papíru, otočen adhezivní vrstvou vzhůru a na něj byla položena a vyrovnána stužka. Následovalo zažehlení pomocí restaurátorské špachtle (120 °C).



Obr. 15: Detail podlepení stužky – líc



Obr. 16: Detail podlepení stužky – rub

Materiály použité při restaurování

- Krepelína (100% přírodní hedvábí, gramáž 12 g/m²; dodavatel LELIEVRE Paris)
- Ostalan (1:2 kovokomplexní barviva; výrobce Synthesia, a.s.)
- Syntapon ABA (směs anionaktivních tenzidů; výrobce Enaspol, a.s.)
- Lascaux 5350 (polyamidový kopolymer; výrobce Lascaux Colours & Restauro)
- Glycerin (propan-1,2,3-triol; dodavatel Penta s.r.o.)

Textilně technologický průzkum

Průzkum byl proveden pod stereomikroskopem Olympus SZX9 s fotoaparátem Canon EOS 1100D.

Tkanina s tiskem (Obr. 17)

Osnova: hedvábí, zákrut S, barva světle hnědá; dostava 110 nití/cm

Útek: hedvábí, bez zákrutu, barva světle hnědá; dostava 38 nití/cm

Vazba: atlasová (sedmivazný osnovní atlas s postupným číslem 5)

Pevný okraj: nezjištěn

Stužky (Obr. 18)

Osnova: hedvábí, bez zákrutu, barva světle hnědá; dostava 55 nití/cm

Útek: hedvábí, bez zákrutu, barva světle hnědá; dostava 35 nití/cm

Vazba: plátňová

Pevný okraj: 10 osnovních nití s vyšší dostavou

Spodní tkaniny váčků (Obr. 19, 20)

Osnova: hedvábí, bez zákrutu, barva světle hnědá; dostava 50 nití/cm

Útek: hedvábí, bez zákrutu, barva světle hnědá; dostava 42 nití/cm

Vazba: plátňová

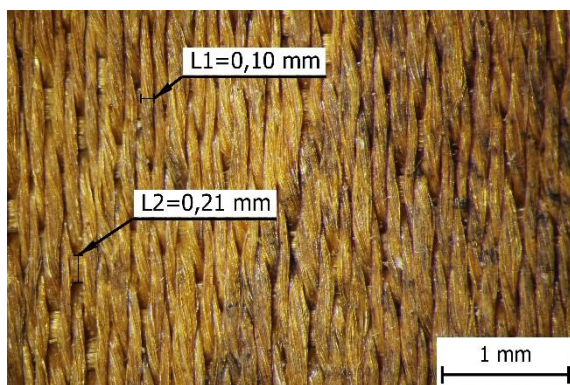
Pevný okraj: 4 osnovní nitě s vyšší dostavou

Nitě

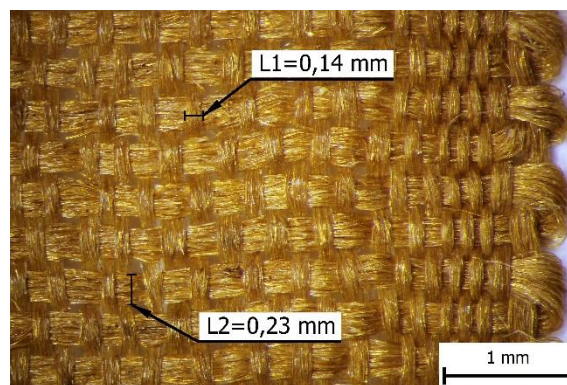
Šicí nit: hedvábí, skaný zákrut S/2z, barva světle hnědá (Obr. 19)

Vyšívací nitě (Obr. 2):

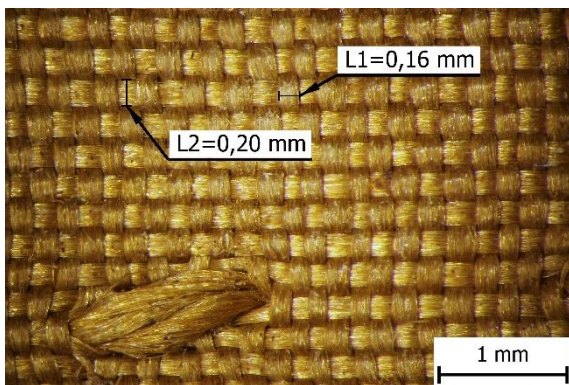
- krokvička: hedvábí, skaný zákrut S/2 nitě bez zákrutu, barva světle hnědá
- smyčkový steh: hedvábí, skaný zákrut S/2z, barva světle hnědá



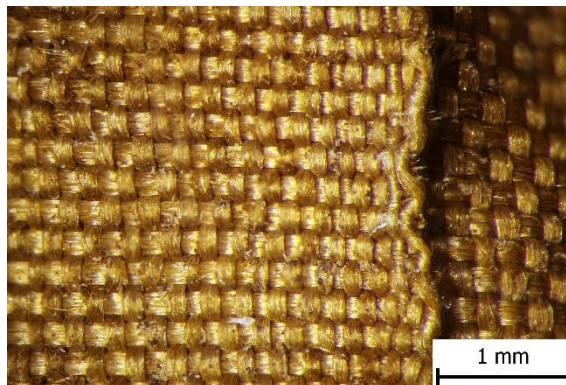
Obr. 17: Tkanina s tiskem – vazba atlasová



Obr. 18: Stužka – vazba plátňová, pevný okraj



Obr. 19: Spodní tkanina váčku – vazba plátňová, steh provedený šicí nití



Obr. 20: Spodní tkaniny váčku, pevný okraj

Adjustace

Pro uložení škapulíře byla zhotovena krabice na míru z vlnité lepenky o tloušťce 1,6 mm od firmy KLUG. V krabici je vytvořeno vyjímatelné lůžko z kartonu pokrytého moltonem, jenž zamezuje pohybu škapulíře. (Obr. 21). Sypký obsah škapulíře byl uložen do uzavíratelného PE sáčku, který byl připevněn na vnitřní část víka krabice.



Obr. 21: Adjustace škapulíře po restaurování

Materiály použité na adjustaci

- Archivní vlnitá lepenka KLUG (dodavatel Ceiba, s.r.o.)
- Molton – 100% bavlněná počesaná tkanina (dodavatel www.latka.cz)
- Akrylep 545-1 – archivní disperzní lepidlo (dodavatel Ceiba, s.r.o.)

Doporučené podmínky

Uložení v depozitáři

- teplota: 16 ± 2 °C
- relativní vlhkost: 50 ± 5 %
- bez přístupu světla
- čisté prostředí (chránit před plynnými polutanty, prachem, biologickým napadením)

- uložení naplocho při zachování vytvořené adjustace

Vystavení

- teplota: 23 ± 2 °C
- relativní vlhkost: 50 ± 5 %
- intenzita osvětlení: méně než 50 lx
- podíl UV záření: max. 10 $\mu\text{W}/\text{lm}$ (lépe vyloučit)
- osvit v jednom roce: 36 klxh
- vystavení ve vodorovné poloze na podložce z inertních materiálů

Fotodokumentace



Obr. 22: Škapulír před restaurováním



Obr. 23: Škapulír před restaurováním – detail, spodní tkanina druhého váčku



Obr. 24: Škapulíř před restaurováním – detail, vrchní tkanina s tiskem



Obr. 25: Škapulíř před restaurováním – detail, spodní tkanina prvního váčku



Obr. 26: Škapulíř po restaurování – detail, vrchní tkanina s tiskem



Obr. 27: Škapulíř po restaurování – detail, spodní tkanina prvního váčku



Obr. 28: Škapulír po restaurování – detail, spodní tkanina druhého váčku a výšivka na nedochované tkanině



Obr. 29: Škapulír po restaurování – detail, stužky z rubu