

PRŮBĚŽNÁ ZPRÁVA ZA ROK 2024 (PROJEKT DH23P03OVV038)

I. PŘEHLED ZMĚN V POPISOVANÉM OBDOBÍ

V průběhu roku 2024 nedošlo k žádným změnám oproti schválenému Návrhu projektu.

II. PRŮBĚH ŘEŠENÍ V DANÉM ROCE, ZHODNOCENÍ PLNĚNÍ CÍLŮ, POSTUPU ŘEŠENÍ A VÝSLEDKŮ

V uplynulém roce se všichni členové konsorcia příjemců věnovali dílčím úkolům, které vyplývají ze schváleného harmonogramu řešení projektu. Národní archiv a Ústav organické technologie VŠCHT Praha se zabývaly popisem a vysvětlením příčin studovaného typu degradace voskových pečeti. Ústav technické a experimentální fyziky ČVUT v Praze se věnoval především vývoji zařízení pro měření ohybových vlastností konsolidovaných vzorků s možností simultánní analýzy jejich vnitřní struktury a provedení první série těchto měření.

Řešení Dílčích úkolů v roce 2024:

- Dílčí úkol 1: Popis problému (dokončení prací)
- Dílčí úkol 2: Studium příčin degradačních změn včelího vosku (pokračování prací)
- Dílčí úkol 3: Vypracování metody hodnocení úspěšnosti konsolidace 1/ sledování pronikání konsolidantu do pórů materiálu (zahájení prací)
- Dílčí úkol 4: Vypracování metody hodnocení úspěšnosti konsolidace 2/ sledování konsolidačního efektu (zahájení prací)

Dílčí úkol 1: Popis problému

Aktualizace, rozšíření a kritické vyhodnocení dosud provedené rešerše

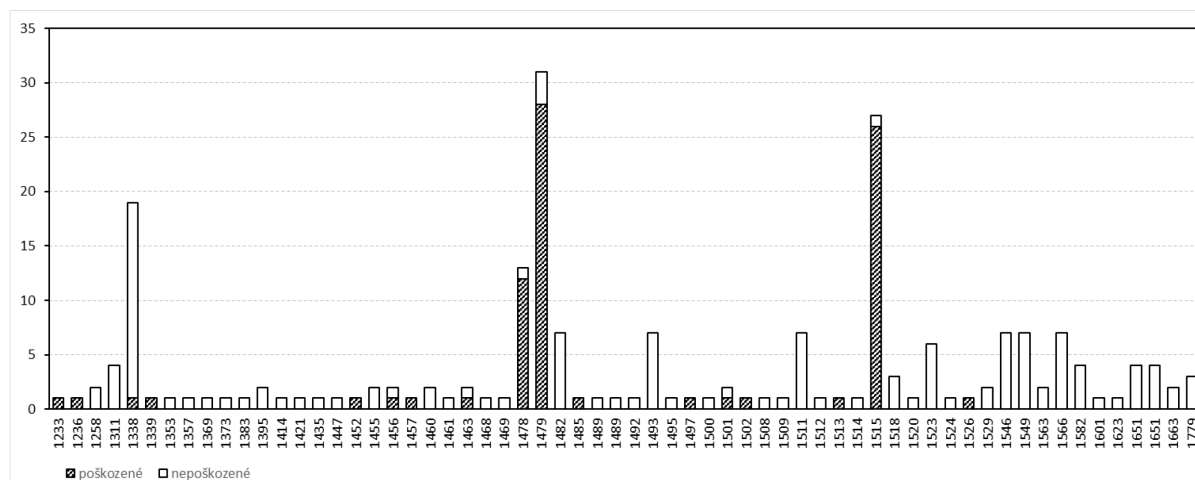
Odborná literatura, která se vztahuje k tématu projektu, je průběžně sledována a výsledky rešerše konfrontovány s výsledky vlastní experimentální práce. Zásadní význam pro porozumění vrstevnaté struktuře tzv. „bílých pečeti“ mělo v tomto roce rozšíření rešerše na apidologickou literaturu (viz komentář k Dílčímu úkolu 2).

Zjištění aktuálního rozsahu tohoto problému v listinných fondech veřejných archivů ČR

V minulém roce byl vyhodnocen výskyt sledovaného typu poškození mezi dochovanými pečetěmi vybraného vydavatele, Václava IV, pocházejících z let 1365–1419. V tomto roce byl průzkum rozšířen na pečetě připojené k listinám, které mají společné místo vydání, totiž Olomouc. Tyto pečetě pocházejí z širokého období let 1233–1779.

Bylo potvrzeno, že výskyt bílých pečeti je v širokém časovém období běžný, ale v podstatě náhodný. Z toho vyplývá, že příčinou by mohla být spíše technologická chyba při výrobě pečeti, než záměrná modifikace obvyklého postupu. Zajímavou výjimkou jsou dny, ve kterých bylo

potřeba zpečetit neobvykle velké množství listin. V takových případech byl často podíl nekvalitních pečetí zvýšený a není tedy vyloučeno, že se na výsledku projevil nedostatek času a vhodných surovin (Obr. 1).



Obr. 1 Výskyt bílých pečetí (Olomouc 1233–1779)

Rozšíření sbírky vzorků pro analýzy

Při shromažďování vzorků byl důraz kladen na získání dvojice vzorků historických vosků stejného stáří, z nichž jeden by vykazoval studovaný typ degradace a druhý nikoli. Množství shromážděných vzorků je pro další práci a možnost zobecnění výsledků již dostatečné.

Dílčí úkol 2: Studium příčin degradačních změn včelího vosku

Popis pórovité struktury degradovaných pečetí a vliv zpracování suroviny na její charakter (praktické testy zpracování surovin)

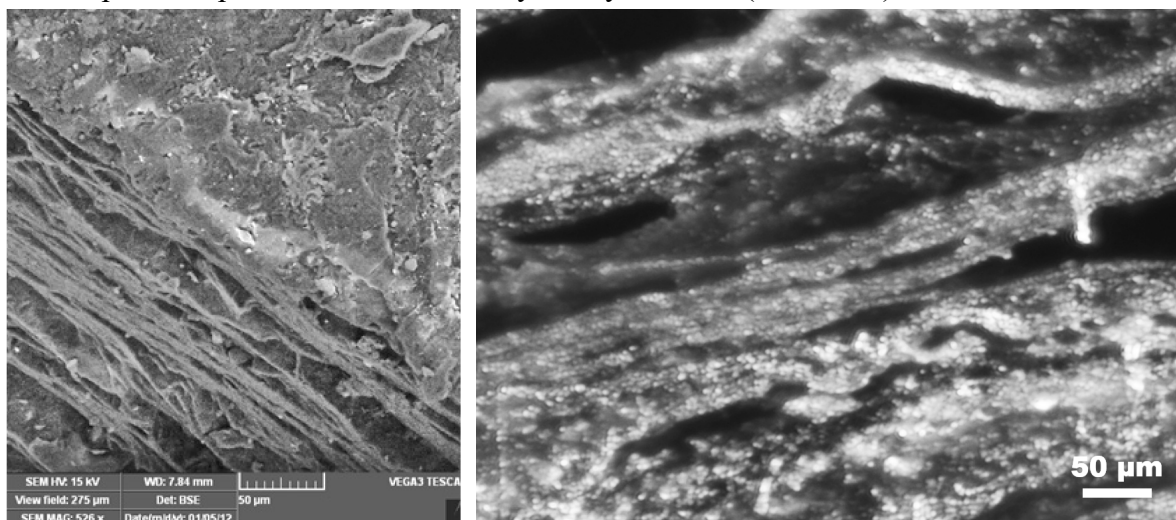
Bílé pečetě se vyznačují velkým množstvím uzavřených i otevřených pórů nejčastěji šterbinového tvaru. Tyto póry bývají velmi jemné, jejich šíře se pohybuje v řádu mikrometrů. V roce 2024 byla provedena řada experimentů s cílem napodobit tuto charakteristickou strukturu, a tak porozumět podmínkám jejího vzniku.

To však pouhým hnětením včelího vosku, byť s přísadami různých látek uváděných v historických receptech, nebylo možné. Důležitým podnětem byly až zmínky v apidologické literatuře¹, které upozorňují na kompozitní charakter stěn buněk, které jsou součástí plodové části voskového díla. Tyto stěny mohou obsahovat velké množství vrstev kokonů, exuvií (svlečků) a výmětů včelích larev, které spolu se včelím voskem tvoří velmi jemnou vrstevnatou strukturu. Vzhledem k tomu, že v každé buňce se může líhnout velké množství generací včel,

¹ Hepburn, H.R., Kurstjens, S.P. The combs of honeybees as composite materials. *Apidologie* 19 (1), 1988, 25–36.

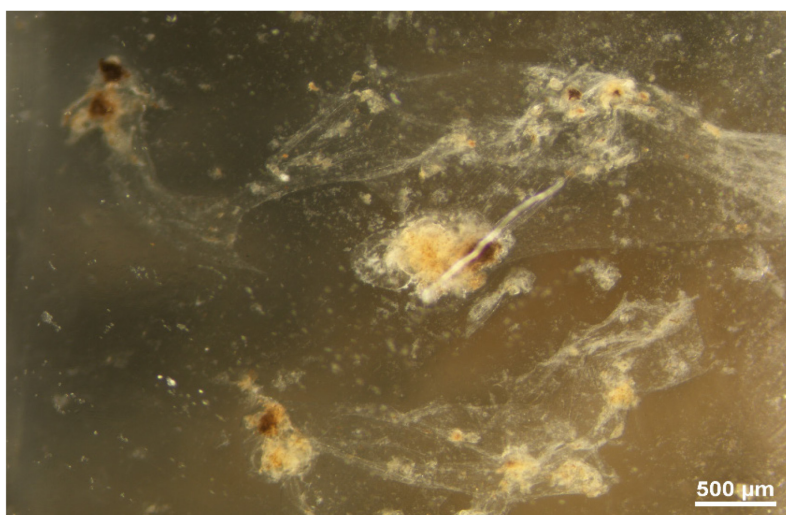
Zhang, K., Duan, H., Karihaloo, B.L., Wang, J. Hierarchical, multilayered cell walls reinforced by recycled silk cocoons enhance the structural integrity of honeybee combs. *PNAS* 107 (21), 2010, 9502–9506.

může obsah kokonů dosahovat až 42 hmot. % (sic!). Bylo experimentálně potvrzeno, že hnětením plodových plástů je možné připravit materiál, jehož struktura je velmi blízká struktuře historických bílých pečetí. Následně byla přítomnost kokonů včelích larev vizuálně prokázána v nerozpustném podílu vzorků historických bílých vosků (Obr. 2 a 3).



Obr. 2 SEM snímek vrstevnaté struktury bílého historického vosku (vlevo) a fotografie struktury hnětené plodové části voskového díla (vpravo).

Základní příčinou vrstevnatého štěpení pečetí je tedy zřejmě použití nedokonale přečištěných plástů z plodiště včelího díla, pravděpodobně vynucené nedostatkem kvalitnější suroviny nebo snahou zužitkovat veškeré části plástů. Vlastnosti kokonů ze včelího hedvábí a včelího vosku jsou však odlišné, což má vliv na stabilitu výsledného kompozitního materiálu a jeho citlivost na změny klimatických parametrů vnějšího prostředí. Této problematice bude vhodné se v budoucnu věnovat podrobněji.



Obr. 3 Kokony včelích larev, viditelné jako jemné závoje, izolované ze vzorku historického bílého vosku po extrakci složek rozpustných ve vodě a chloroformu.

Detailní popis charakteristických změn chemického složení u degradovaných pečetních vosků a možnosti jejich vysvětlení

Bílé vosky se od běžných historických však neliší pouze strukturou, ale také chemickým složením. Charakteristické rozdíly mezi nimi byly popsány ve zprávě z roku 2023. Nejnápadnější je úbytek alkenů a nižších alkanů (C_{19} – C_{27}) v bílých voscích. Zatímco úbytek nenasycených sloučenin je do jisté míry možné vysvětlit jejich oxidací, příčina úbytku alkanů není zřejmá. V literatuře se převážně spekuluje o možném vlivu zpracování vosku za vysokých teplot nebo o možnosti sublimace těchto látek. Experimentálně však bylo prokázáno, že při zpracování vosku při vyšších teplotách se profil alkanů mění odlišným způsobem a ani sublimace se vzhledem k extrémně nízkému tlaku nasycených par uvedených alkanů nezdá být pravděpodobným vysvětlením.

Existují však i alternativní možnosti vysvětlení. Interval teplot tání alkenů a nižších alkanů ve včelím vosku je podstatně nižší (31–60 °C), než v případě včelího vosku jako celku (62–68 °C). Po zahřátí na teplotu blízkou teplotě tání se po delší dobu nacházejí ve vysokoteplotní neuspořádané fázi, která se vyznačuje zvýšenou mobilitou molekul a jejich segmentů². To může podporovat jejich vypocení z materiálu, podobně jako při historickém procesu rafinace parafinů (tzv. „sweating“). Vypocené složky vosku pak mohou být absorbovány materiály, se kterými jsou v těsném kontaktu, ať už jde o pergamenové závěsné proužky pečete (Obr. 4) nebo zmíněné kokony včelích larev. V této souvislosti je zajímavá zkušenost včelařů, že z plodiště plástů se získává včelí vosk vytavením obtížněji než z jiných částí voskového díla. Velká část vosku se totiž vsakuje do kokonů a dalších nevoskových částí plástu.

V dalším roce řešení projektu se počítá s experimentálním ověřením naznačené teorie.



Obr. 4 Poškozená pečeť. Patrná je vrstva bílého vosku na odlomeném fragmentu, která původně přiléhala k pergamenovému závěsnému proužku.

² Bartl, B., Kobera, L., Drábková, K., Ďurovič, M., Brus, J. ‘Wax bloom’ on beeswax cultural heritage objects: Exploring the causes of the phenomenon. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 2015, 53 (7), p. 509–513.

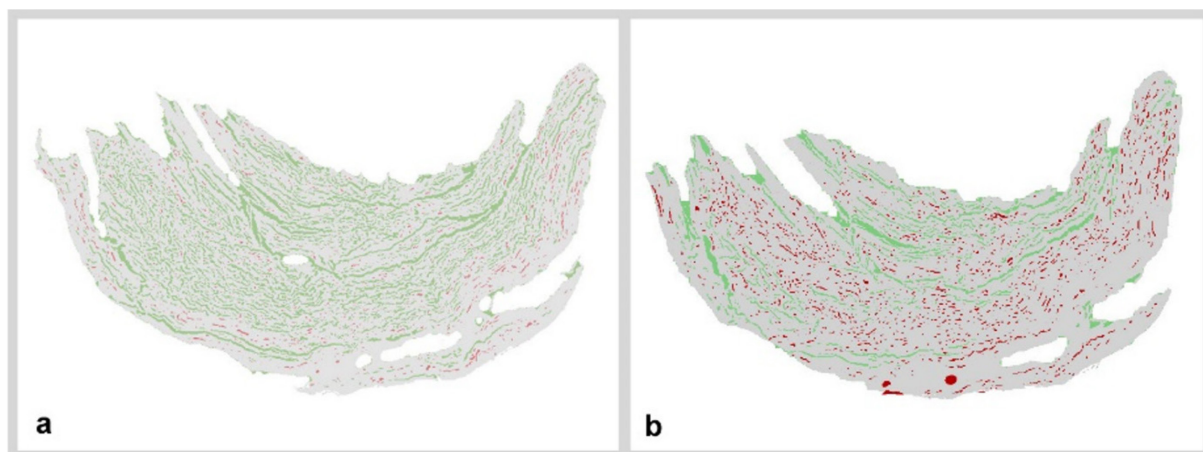
Dílčí úkol 3: Vypracování metody hodnocení úspěšnosti konsolidace 1

Sledování pronikání konsolidantu do pórů materiálu

V rámci tohoto dílčího úkolu bylo potvrzeno, že rentgenová mikrotomografie je vhodnou metodou pro sledování úspěšnosti pronikání konsolidantu do reálných vzorků bílých vosků. S využitím programu Dragonfly³ je možná segmentace a analýza získaných dat, včetně výpočtu a vizualizace uzavřené a otevřené pórovitosti. Úspěšnost pronikání konsolidantu je tak případně možné vyjádřit i číselně.

Na Obr. 5 je příklad průběhu konsolidace vzorku bílého vosku 2% roztokem propolisu v ethanolu, který je běžně pro konzervaci pečeti používán. Před konsolidací vzorek obsahuje velké množství otevřených pórů (otevřená pórovitost 18,36 %, uzavřená 2,14 %). Bezprostředně po aplikaci konsolidačního roztoku dochází k povrchovému uzavření a částečnému vyplnění těchto pórů (otevřená pórovitost 2,39 %, uzavřená 5,97 %). Konsolidant však nemá tmelící efekt a po odpaření rozpouštědla se proto některé póry opět otevírají (otevřená pórovitost 9,55 %, uzavřená 4,54 %). Celková pórovitost vzorku tedy klesla přibližně o třetinu.

Sledování úspěšnosti konsolidace reálných vzorků bude nicméně systematicky prováděno až po zúžení výběru potenciálních konsolidantů na základě testů na modelových vzorcích (viz Dílčí úkol č. 4).



Obr. 5 Konsolidace vzorku bílého vosku 2% roztokem propolisu v ethanolu. a: před konsolidací, b: 14 dní po konsolidaci. Zeleně vyznačeny otevřené póry, červeně póry uzavřené.

Dílčí úkol 4: Vypracování metody hodnocení úspěšnosti konsolidace 2

Sledování konsolidačního efektu

Navržení a příprava vhodných modelových vzorků (hydrogenace včelího vosku, navržení a 3D tisk vhodných modelů, odlévání vzorků)

Pro vzájemné porovnání konsolidační schopnosti různých konsolidačních prostředků bylo potřeba připravit modelové vzorky pórovitého včelího vosku. Vzorky reálného materiálu

³ Comet Technologies Canada Inc

jednak nejsou k dispozici v dostatečném množství a velikosti, jednak jsou z hlediska tvaru a vnitřní struktury navzájem obtížně porovnatelné.

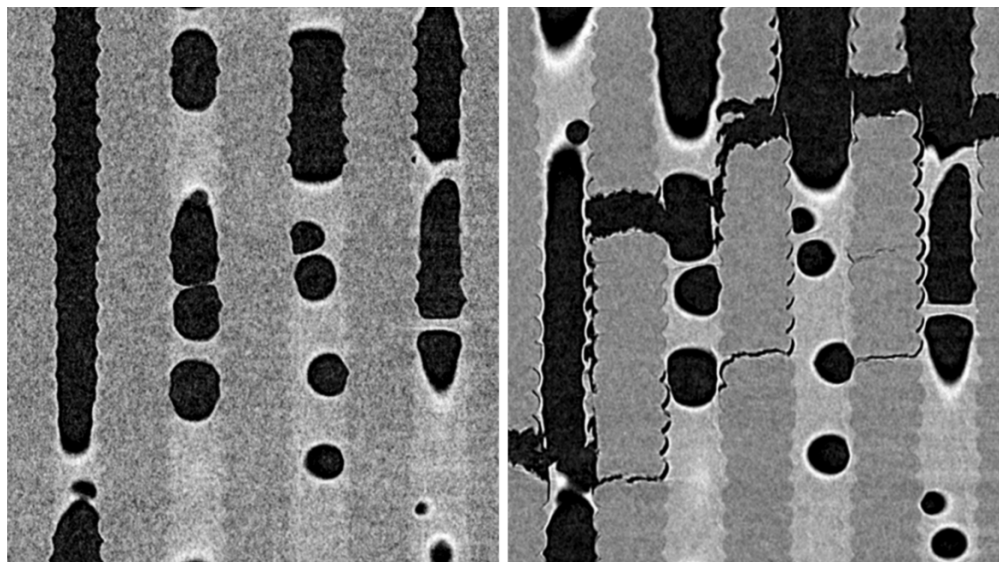
Navržené modelové těleso má rozměry 80 x 8 x 4 mm. Na věrné napodobení pórovité struktury bílých pečetí bylo rezignováno; jednak nebylo proveditelné, jednak pro daný účel ani nutné. Namáhaná část těles obsahuje otevřené štěrby pro zatečení konsolidantu. Zvyšují poměr povrchu tělesa k jeho objemu a zvyšují tak citlivost metody vůči případnému efektu konsolidace. Jsou tak jemné, jak jen to technika odlévání umožnila (Obr. 6).



Obr. 6 Schéma modelových vzorků hydrogenovaného včelího vosku pro sledování efektu konsolidace. Rozměry tělesa: 80 x 8 x 4 mm. Štěrbiny jsou mírně kónické pro usnadnění odformování voskových odlitků.

Vzorové těleso bylo vytištěno na 3D tiskárně PRUSA M4 a poté bylo použito pro přípravu několika forem ze silikonového kaučuku. Jako vlastní materiál zkušebních těles byl zvolen hydrogenovaný včelí vosk, jehož chemické složení a mechanické vlastnosti se blíží vosku historickému⁴, a který bylo možné připravit v dostatečném množství.

Několik sérií vzorků bylo v rámci ověření použitelnosti těles a optimalizace funkce vyvíjeného přístroje změřeno před konsolidací a po konsolidaci. Bylo zjištěno, že ohybové vlastnosti těles, konsolidovaných různými postupy, se statisticky významně liší, a vzorky tedy mohou být použity pro relativní srovnání jejich účinnosti.



Obr. 7 Detail zkušebního tělesa konsolidovaného roztokem Butvaru B76 v acetonu před zkouškou (vlevo) a po přelomení (vpravo). Na snímku vpravo je patrné odlupování vrstvy konsolidantu od vosku i přerušení lamel tělesa na více místech současně.

⁴ Bartl, B., Zapletal, M., Urbánek, Š., Krejčí Slavíková M., Trejbal, J., Hrdlička Z. Why Do Historical Beeswax Seals Become Brittle Over Time? *Studies in Conservation*, 2019, 64 (3), p. 138–145, doi: 0.1080/00393630.2018.1544430.

Díky možnosti sledování vnitřní struktury těles během testu mohou být vyhodnoceny adhezní a kohezní vlastnosti konsolidantů, míra jejich tmelícího efektu, a také způsob šíření trhliny ve voskovém tělese (Obr. 7). To je významné pro vysvětlení pozorovaných rozdílů.

Měření první série konsolidovaných vzorků bude dokončeno a výsledky prezentovány v příštím roce.

Měření pevnosti v ohybu konsolidovaných a nekonsolidovaných vzorků standardní metodou

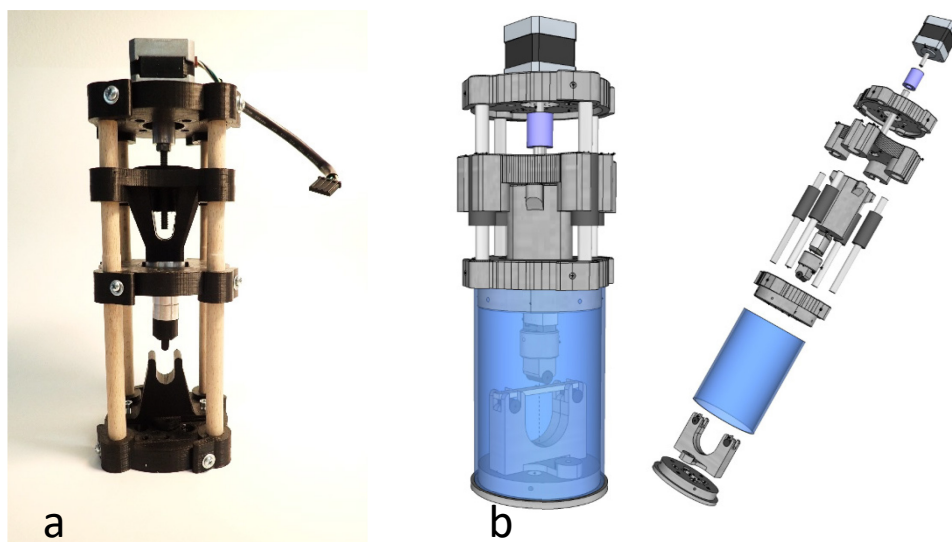
Standardní metodou je zde míněno měření ohybových vlastností modelových vzorků ve smyslu normy ČSN ISO 178 pomocí přístroje Instron 3365 (Instron, Norwood, U.S.A.). Tato měření měla být využita především pro ověření vhodnosti připravených modelových vzorků pro zamýšlené použití. K tomuto účelu však byla nakonec využita měření provedená na prototypu vyvíjeného zkušebního přístroje (viz dále). Standardní metoda bude nadále používána spíše pro charakterizaci vzorků, které nebude nutné současně analyzovat pomocí radiografické zobrazovací metody.

Konstrukce zkušebního přístroje pro simultánní měření pevnosti modelových vzorků v ohybu při současném sledování jejich vnitřní struktury metodou rentgenové tomografie

Výpočetní tomografie (CT) je radiografická zobrazovací metoda poskytující 3D informaci o strukturách zobrazovaného objektu. Pojem 4D CT se obvykle rozumí případ, kdy je pomocí série CT skenů zachycen vývoj určitého procesu v čase. Funkční vzorek zatěžovacího systému pro tříbodový ohyb voskových trámků vyvinutý v rámci projektu byl navržen i s ohledem na tuto možnost.

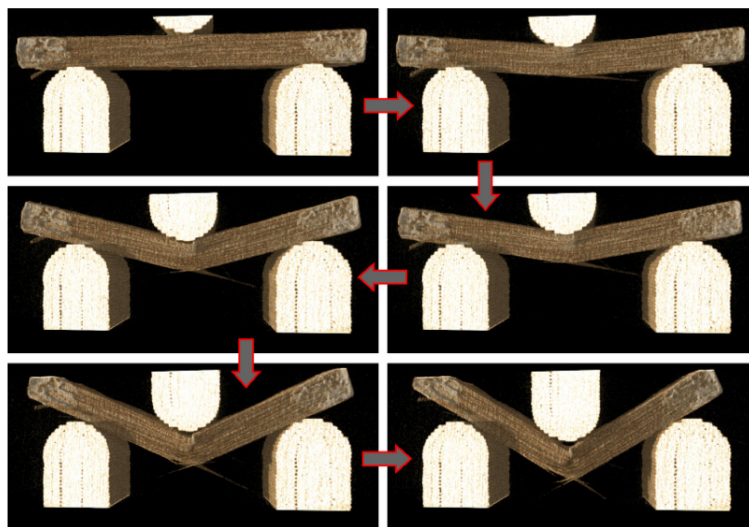
V rámci řešení dílčího úkolu č. 4 byl navržen koncepční prototyp přístroje na měření pevnosti v ohybu během mikrotomografických měření. Při konstrukci jsme vycházeli z doporučení uvedených v ČSN ISO 178 pro plasty, které se v mnoha ohledech svým chováním podobají voskům.

Při výrobě byla použita technologie 3D tisku, díky které bylo možné rychle ověřit funkčnost konceptu společně s oživením potřebného hardware (Obr. 8). Pro snímání zátěže vzorku bylo zvoleno čidlo tlaku TAS501N/5kg určené pro snímání sil do 50 N. Pro digitální komunikaci s čidlem jsme využili multikontroler založený na čipu ATmega328P (Arduino UNO), USB komunikaci a jednoduchý firmware vysílající aktuální zatížení a Python scripting. Systém je tedy kompatibilní se zobrazovacím systémem a je možné z jednoho skriptu řídit jak detektor, tak motory a čidlo zatížení. Úpravy zařízení vycházející ze specifických vlastností vosků a připravených testovacích vzorků budou prováděny v dalších letech řešení a jsou již částečně zohledněny v modelu druhé verze.



Obr. 8 Koncepční prototyp přístroje na měření pevnosti v ohybu během mikrotomografických měření (a). Připravený model pro druhou verzi přístroje (b).

V rámci testování prototypu byly měřeny zatěžovací charakteristiky dřevěného trámku o průřezu 3×3 mm. Současně byly měřeny rychlé mikrotomografie dokumentující stav vzorku během zatěžování (Obr. 9).



Obr. 9 Série tomografií dokumentující stav dřevěného trámku o průřezu 3×3 mm během zatěžování v prototypu.

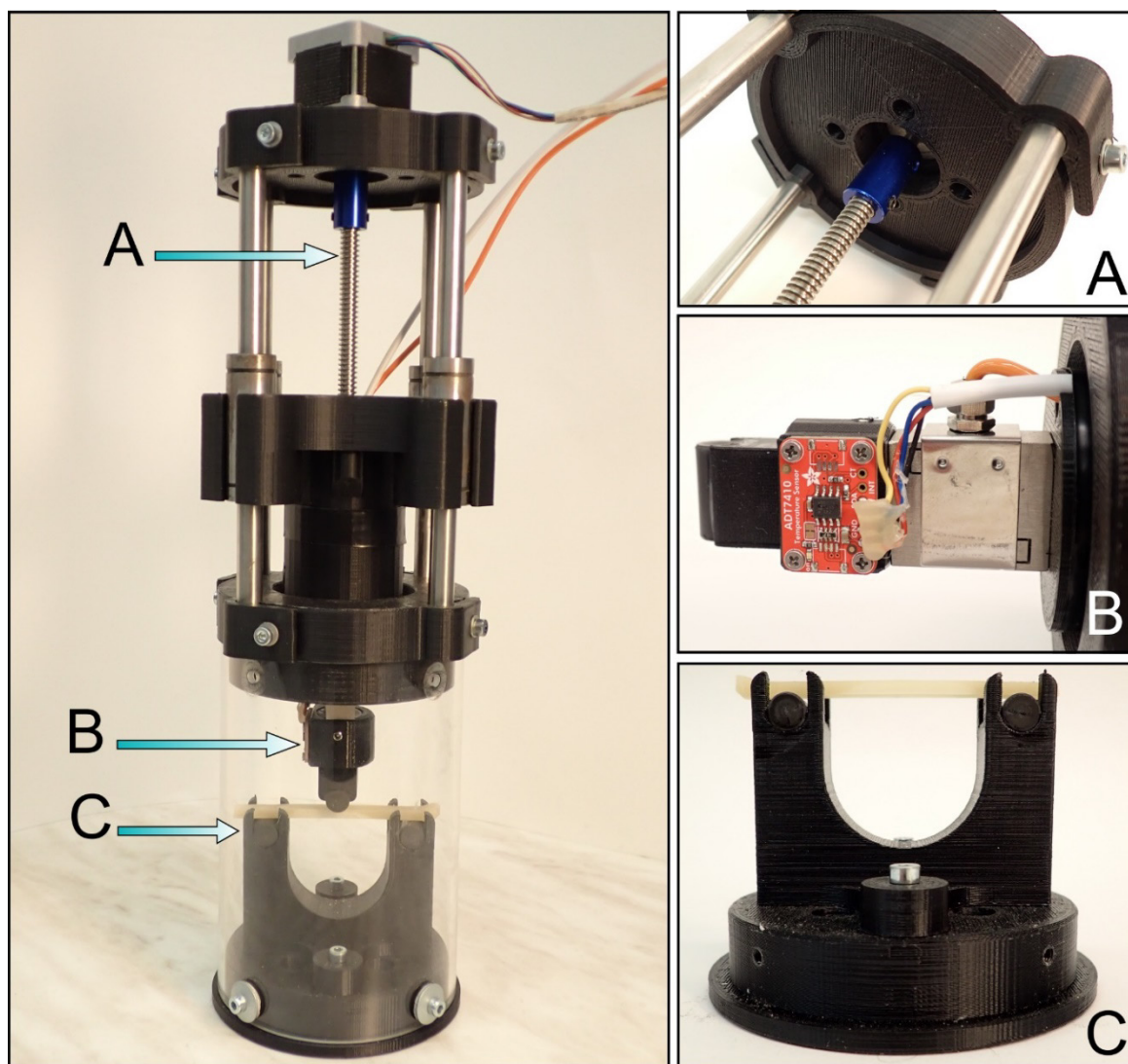
Těmito testy byla ověřena základní funkčnost prototypu včetně odezvy vybraného hardware a schopnost nabírání velkého množství tomografických datasetů v krátkém časovém rozmezí.

Na základě tohoto prototypu byla vytvořena druhá verze přístroje, která ve své konstrukci reflektuje získané zkušenosti a zpětnou vazbu od partnerů. V projektu bude tato druhá verze vykázána jako jeden z hlavních výsledků Gfunk – s názvem „Zkušební přístroj pro simultánní měření pevnosti v ohybu a analýzu vnitřní struktury metodou 4D rentgenové mikrotomografie“. Fotografie vzniklého funkčního vzorku je na Obr. 10.

Konstrukce zařízení, jež svými parametry splňuje normu ČSN EN ISO 178 (Plasty – Stanovení ohybových vlastností), byla současně navržena tak, aby byla kompatibilní s RTG

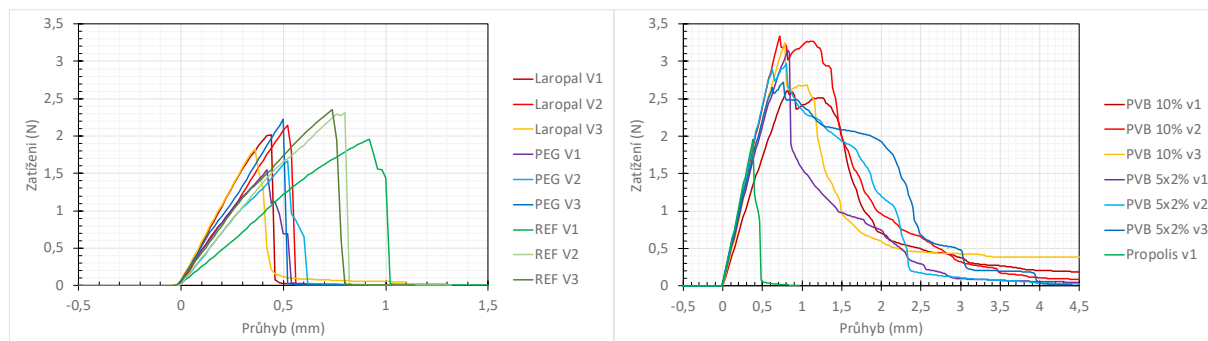
měřením v průběhu zatěžování vzorku. Základní kostra zařízení je založena na sadě 3D tištěných dílů z materiálu ASA. Podpěry a zatěžovací trn jsou vyrobeny z karbonové tyče průměru 10 mm a oba hlavní díly jsou vzájemně propojeny transparentním tubusem průměru 100 mm vyrobeným z plexiskla. Zatěžovací mechanismus je ovládán krokovým motorem pomocí přesné tyče s trapézovým závitem a jeho pohyb je vymezen ocelovými tyčemi s valivými ložisky. Zatěžovací trn je pro snímání zatížení vzorku vybaven tenzometrickým snímačem HT Sensor TAS501N (rozsah 50 N, tolerance 0,0245 N) a digitálním teplotním senzorem ADT7410 (tolerance 0,5 °C), který zajišťuje standardní teplotní podmínky před a v průběhu měření.

V rámci zajištění sběru CT dat bez vzniku nežádoucích artefaktů jsou všechny kovové části zařízení situovány mimo RTG svazek.



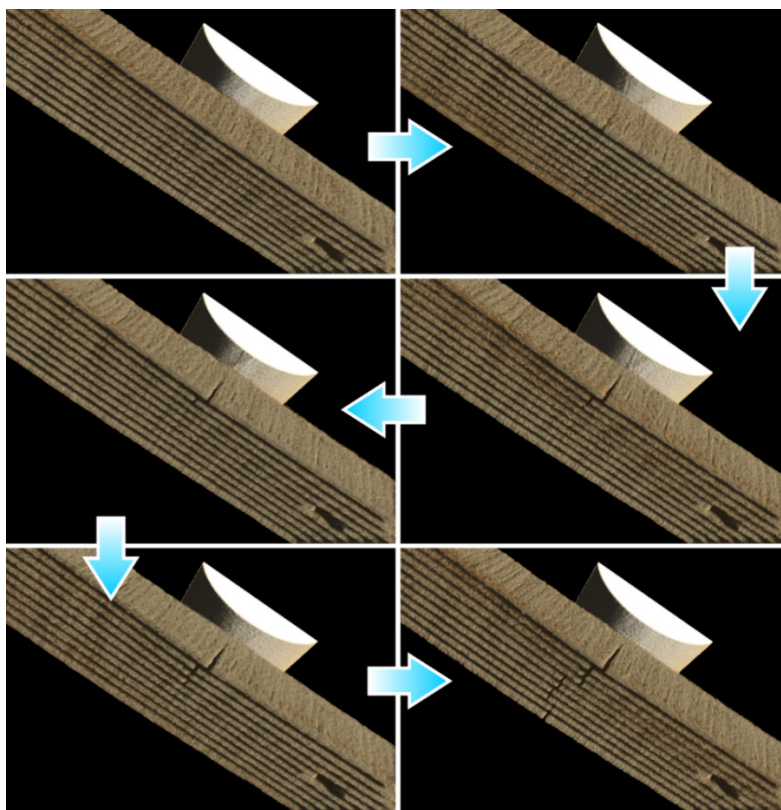
Obr. 10 Druhá verze přístroje na lámání voskových vzorků. Konstrukce zařízení je kombinací ocelového lineárního vedení s valivými ložisky, 3D tištěných dílů (odolný ASA plast) a plexisklového tubusu. Zatěžovací trn je ovládán krokovým motorem prostřednictvím tyče s přesným trapézovým závitem (A). Trn je dále vybaven tlakovým snímačem HT Sensor TAS501N a teplotním čidlem ADT7410 (B). Geometrie zatěžovacích prvků odpovídá normě ČSN EN ISO 178 (Plasty – Stanovení ohybových vlastností) a vzhledem k záměru umístění celého zařízení do RTG svazku jsou kontaktní plochy podpěr i trnu provedeny z karbonových tyčí o poloměru 5 mm (C).

Přístroj umožňuje měření zátěžových charakteristik připravených voskových vzorků. Při plynulém zatěžování je možné sledovat jak vyvinutou sílu, tak průhyb vzorku. Tato měření jsou prováděna pro každý typ vzorku s novým způsobem konsolidace (Obr. 11).



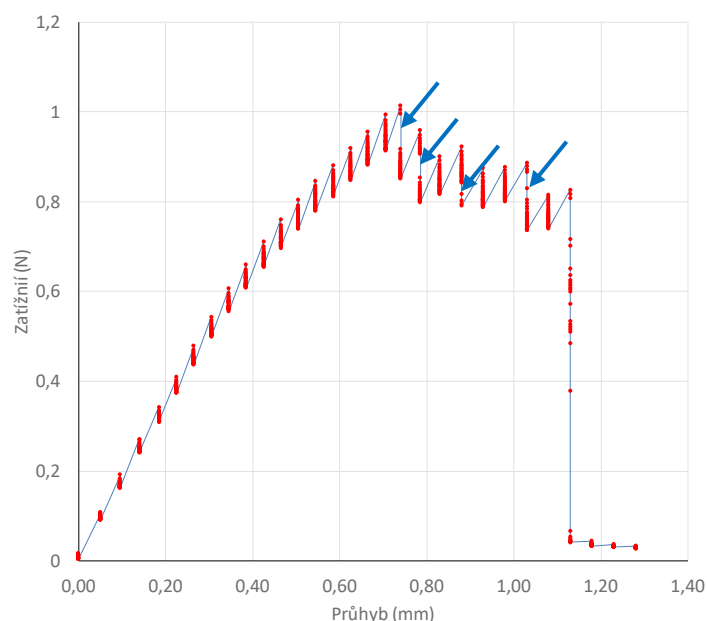
Obr. 11 Ukázky zátěžových charakteristik několika vybraných typů konsolidantů. Z testů vyplývá, že konsolidace má vliv jak na tuhost a pružnost, tak i na plasticitu testovacích vosků.

Vlastní 4D CT probíhá tak, že vzorek je zatěžován sekvenčně v sérii předem definovaných kroků (typicky desítky). Mezi každými dvěma kroky proběhne rychlý CT sken, který zaznamená stav vzorku v daný okamžik. Cyklus zatížení/CT sken se opakuje až do zlomení vzorku. Doba trvání jednoho CT měření je v tomto případě cca 2 minuty (pro porovnání klasické mikro-CT toho typu vzorků je cca 65 minut). Výsledky ze série měření při zatěžování voskového trámku s viditelným vznikem praskliny jsou na Obr. 12.



Obr. 12 Výsledky pilotního měření 4D CT zobrazující průběh zlomení testovacího voskového trámku. Vybrané snímky jsou ilustračně vybrané u celkového počtu 30 změřených datasetů.

Důsledkem zvoleného sekvenčního zatěžování je relaxace vzorku a tedy pokles působící síly během měření. I přes tento pokles jsou však v datech jasně viditelné okamžiky, kdy došlo k prasknutí jednotlivých trámků (Obr. 13).



Obr. 13 Zátěžová křivka testovaného voskového trámku zaznamenaná v průběhu série CT skenů mapujících průběh deformace vzorku. Pilovitý tvar křivky je způsoben relaxací materiálu v průběhu každého CT skenu, který trval cca 2 minuty, a během této doby se deformace vzorku neměnila. Přesto lze z průběhu křivky pozorovat, že došlo k postupnému prasknutí čtyř lamel, než byl vzorek přelomen zcela (zlomy označeny šipkami).

Při radiografickém sledování rychlých dějů (4D CT) hraje zásadní roli schopnost systému zaznamenat celý CT dataset (jeden časový bod) v co nejkratším čase. V průběhu řešení projektu jsme se zaměřili na úpravy vyčítání detektoru, neboť mrtvá doba detektoru se projevuje po každé z nabraných projekcí (1500–2000 na jeden dataset). Zároveň jsou data nabírána při kontinuálním pohybu rotačního stolku (on-fly tomografie), kdy jsou pro jednotlivé projekce eliminovány časy potřebné pro rozjezd, zastavení a pauzu na zamezení vibrací po zastavení. Při zachování původní kvality dat se nám podařilo zkrátit čas potřebný k naměření jednoho datasetu na 2 minuty. Další prostor ke zrychlení se nabízí ve snižování počtu měřených projekcí, avšak s tím je spjata klesající kvalita získaných dat. Tato problematika bude nadále studována, zda je možné dosáhnout uspokojivých výsledků pro daný účel.

Uplatněné výsledky

V roce 2024 nebylo plánováno a nebyly uplatněny žádné výsledky projektu. S uplatněním publikované studie (Bílková, L., Bartl, B., Zapletal, M. *Resistance of beeswax to organic solvents from a conservator's perspective. Studies in Conservation*, publikováno online 15. 5. 2024, doi: 10.1080/00393630.2024.2350275.) se počítá v příštím roce.

III. PŘEHLED PLÁNOVANÝCH CÍLŮ NA DALŠÍ ROK

Dílčí úkol 2 (pokračování)

- Popis pórovité struktury degradovaných pečeti a vliv zpracování suroviny na její charakter (praktické testy zpracování surovin, využití rentgenové mikro-tomografie)
- Detailní popis charakteristických změn chemického složení u degradovaných pečetních vosků a možnosti jejich vysvětlení (GC-MS analýzy, oxidační stárnutí modelových vzorků)

Dílčí úkol 3 (dokončení)

- Sledování penetrace konsolidantů pomocí rentgenové tomografie
- Semikvantitativní vyhodnocení uzavřené a otevřené pórovitosti vzorků (software Dragonfly)

Dílčí úkol 4 (dokončení)

- Navržení a příprava vhodných modelových vzorků (hydrogenace včelího vosku, navržení a 3D tisk vhodných modelů, odlévání vzorků)
- Měření pevnosti v ohybu konsolidovaných a nekonsolidovaných vzorků standardní metodou
- Konstrukce zkušebního přístroje pro simultánní měření pevnosti modelových vzorků v ohybu při současném sledování jejich vnitřní struktury metodou rentgenové radiografie

Dílčí úkol 5 (zahájení)

- Výběr konsolidantů pro detailní testování na základě rešerše
- Výběr vhodného rozpouštědla a určení vhodné koncentrace konsolidantu
- Určení vhodné metody aplikace konsolidantů

Plánované výsledky: Gfunk - Zkušební přístroj pro simultánní měření pevnosti v ohybu a analýzu vnitřní struktury metodou 4D rentgenové mikro-tomografie

IV. NÁVRH NA UPŘESNĚNÍ ŘEŠENÍ PROJEKTU PRO DALŠÍ ETAPU ŘEŠENÍ

Změny pro rok 2025 nejsou v této zprávě navrhovány.

V. ČERPÁNÍ UZNANÝCH NÁKLADŮ A ÚČELOVÉ PODPORY

Národní archiv

V uplynulém období nedošlo k žádným změnám plánu čerpání schválených prostředků. Část prostředků, které by nebylo možné vyčerpat do konce roku 2024, bude převedena do Nároků z nespotřebovaných výdajů k 1. lednu 2025 a následně zapojena do čerpání k původnímu účelu.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Čerpání účelové podpory probíhalo dle schváleného rozpočtu. Případně nespotřebované prostředky budou převedeny do fondu účelově určených prostředků pro rok 2025.

České vysoké učení technické v Praze

Čerpání účelové podpory probíhá dle harmonogramu prací v souladu se schváleným rozpočtem. Případné nedočerpané prostředky z kapitoly provozní náklady - materiál - C2 budou využity v roce 2025 pomocí přesunu do fondu účelově určených prostředků (FÚUP).

VI. ZÁVĚR

Práce na jednotlivých etapách probíhá v souladu se schváleným harmonogramem. V rámci dílčích úkolů č. 1 a 2 byly získány nové informace a poznatky, které bude možné využít pro úplnější popis a vysvětlení studovaného typu degradace. Podařilo se také rozšířit možnosti využití RTG mikrotomografie pro studium historických i modelových vzorků včelího vosku. Byla také publikována studie interakcí organických rozpouštědel se včelím voskem.

Průběh řešení projektu je možné sledovat na webové stránce projektu:

<https://www.nacr.cz/vyzkum-publikace-akce/vyzkum/projekty/metody-konsolidace-krehkych-porovitych-voskovych-peceti>

VII. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Výsledky projektu

Příloha č. 2 - Specifikace místa a účelu konání tuzemských a zahraničních cest na rok 2025

V Praze dne 11. listopadu 2024

Statutární zástupce Příjemce-koordinátora