

AKADÉMIA VÝTVARNÝCH UMENÍ V PRAHE

Ateliér reštaurovania výtvarných diel maliarskych a polychromovanej
plastiky, škola Adama Pokorného

Vlastnosti syntetických petrifikačných živíc pri impregnácii
drevených artefaktov

Diplomová práca

Ondrej Žegorjak

PRAHA 2020

AKADÉMIA VÝTVARNÝCH UMENÍ V PRAHE

Ateliér reštaurovania výtvarných diel maliarskych a polychromovanej
plastiky, škola Adama Pokorného

Vlastnosti syntetických petrifikačných živíc pri impregnácii
drevených artefaktov

Diplomová práca

Praha 2020

Ondrej Žegorjak

Vyhlásenie

Vyhlasujem, že som záverečnú prácu vypracoval samostatne a použil som len literatúru, ktorú uvádzam v zozname literatúry.

Praha 31.8.2020

podpis autora

.....

Pod'akovanie

Ďakujem Mgr.A. Denise Cirmaciovej za profesionálne vedenie počas písania diplomovej práce, za cenné rady a usmernenia.

ABSTRAKT

ŽEGORJAK ONDREJ: Vlastnosti syntetických petrifikačných živíc pri impregnácii drevených artefaktov (Diplomová práca).

AKADÉMIA VÝTVARNÝCH UMENÍ V PRAHE

Ateliér reštaurovania výtvarných diel maliarskych a polychromovanej plastiky, škola Adama Pokorného, vedúci záverečnej práce: Mgr.A. Denisa Cirmaciová. Praha, 2020. strán.

Témou diplomovej práce sú vlastnosti syntetických petrifikačných živíc pri impregnácii drevených artefaktov. Práca je rozčlenená do piatich kapitol. Prvá kapitola je zameraná na teoretický prehľad živíc, ich históriu, druhy a používanie v praxi. Druhá kapitola je bližším pohľadom na polychrómiu a na drevo ako základný materiál pri umeleckej tvorbe. Obsahom tretej kapitoly je historický pohľad na impregnáciu, na druhy impregnácie a meranie vlastností impregnácie dreva pomocou syntetických živíc. Štvrtá kapitola je venovaná praktickej časti, konkrétne impregnácii drevených vzoriek syntetickými živcami. Piata kapitola je interpretáciou projektu impregnácie a jeho záverečnému hodnoteniu, po ktorom nasledujú odporúčania pre prax.

Kľúčové slová:

živice, syntetické živice, impregnácia, drevo, polychrómia

ABSTRACT

ŽEGORJAK ONDREJ: The quality of synthetic fossilized resins when impregnating wooden artifacts. (thesis) . Praha 2020. pages

The topic of the thesis is the study of the qualities of synthetic fossilized resins in the impregnation of wooden artifacts. The work is divided into five chapters. The first chapter is a theoretical overview of resins, their history and types, as well as practical applications. The second chapter is a detailed overview of polychromy and wood as a basic material in the creative process. The third chapter contains a historical overview of impregnation, its types and a comparison of the qualities of wood impregnation using synthetic resins. The fourth chapter is devoted to the practical part, namely the impregnation of wood samples with synthetic resins. The fifth chapter is a summary of the impregnation project and its final assessment, followed by tips for practice.

Key words: resin, synthetic resin, impregnation, wood, polychrome.

OBSAH

ÚVOD

1 ŽIVICE

1.1 Druhy živíc

1.2 Syntetické živice na trhu

2 POLYCHRÓMIA

2.1 Druhy polychrómie

2.2 Drevo

3 IMPREGNÁCIA

3.1 História impregnácie

3.2 Spôsoby impregnácie

3.3 Meranie vlastností impregnácie dreva pomocou živíc

4 PROJEKT IMPREGÁCIE DREVENÝCH VZORIEK

4.1 Cieľ a úlohy projektu

4.2 Harmonogram projektu

4.3 Pozorovacie a meracie nástroje

4.4 Charakteristika drevených vzoriek a realizácia impregnácie

5 VÝSLEDKY A INTERPRETÁCIA

5.1 Záverečné zhodnotenie projektu impregnácie

5.2 Odporúčania pre prax

ZÁVER

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

PRÍLOHY

ZOZNAM GRAFOV

Graf 1 Štruktúra dreva

Graf 2 Hmotnosť vzoriek skupiny A pred a po impregnácii v g

Graf 3 Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 1

Graf 4 Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 2

Graf 5 Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 3

Graf 6 Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 4

Graf 7 Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 5

ZOZNAM TABULIEK:

Tabuľka č.1 – Príprava živíc

Tabuľka č.2 – Hmotnosť vzoriek pred a po impregnácii

ZOZNAM FOTOGRAFIÍ:

Fotografia 1 živica Paraloid B72

Fotografia 2 živica Paraloid B67

Fotografia 3 živica Paraloid B44

Fotografia 4 živica Paraloid B40

Fotografia 5 živica Paraloid B82

Fotografia 6 živica Veropal WSB B

Fotografia 7 živica Veropal WSB A

Fotografia 8 živica Solakryl BMX

Fotografia 9 živica Solakryl BT 55

Fotografia 10 živica Solakryl BX

Fotografia 11 živica Veropal WSB E

Fotografia 12 živica Veropal WSB-A

Fotografia 13 živica Veropal WSB-A aktivátor

Fotografia 14 vzorky drev lipa od 1A až po 1H

Fotografia 15 vzorky drev orech od 2A až po 2F

Fotografia 16 vzorky drev lipa od 3A až po 3F

Fotografia 17 vzorky drev javor od 4A až po 4F

Fotografia 18 vzorky drier javor od 5A až po 5E

Fotografia 19 vzorka pred impregnáciou 1a

Fotografia 20 impregnovanie vzorky ponorom vzorka 1a

Fotografia 21 pred impregnáciou 1b

Fotografia 22 impregnácia ponorom vzorka 1b

Fotografia 23 pred impregnáciou vzorka 1c

Fotografia 24 impregnácia vzorky 1c

Fotografia 25 pred impregnáciou vzorka 1d

Fotografia 26 impregnácia vzorky 1d

Fotografia 27 pred impregnáciou vzorka 1e

Fotografia 28 impregnácia ponorom vzorka 1e

Fotografia 29 pred impregnáciou vzorka 1f

Fotografia 30 impregnácia ponorom vzorka 1f

Fotografia 31 pred impregnáciou ponorom vzorka 1g

Fotografia 32 impregnácia ponorom vzorka 1g

Fotografia 33 pred impregnáciou vzorka 1h

Fotografia 34 impregnácia vzorka 1h

Fotografia 35 pred impregnáciou vzorka 2a

Fotografia 36 impregnácia ponorom vzorka 2a

Fotografia 37 pred impregnáciou ponorom vzorka 2b

Fotografia 38 impregnácia vzorky 2b

Fotografia 39 pred impregnáciou ponorom vzorka 2c

Fotografia 40 impregnácia vzorky 2c

Fotografia 41 pred impregnáciou vzorky 2d

Fotografia 42 impregnácia ponorom vzorka 2d

Fotografia 43 pred impregnáciou ponorom vzorka 3b

Fotografia 44 impregnácia vzorky 3b

Fotografia 45 pred impregnáciou vzorky 3d

Fotografia 46 pred impregnáciou vzorky 3d

Fotografia 47 pred impregnáciou vzorky 3e

Fotografia 48 impregnácia ponorom vzorka 3e

Fotografia 49 pred impregnáciou vzorky 3f

Fotografia 50 impregnácia ponorom vzorka 3f

Fotografia 51 pred impregnáciou vzorka 3a

Fotografia 52 impregnácia vo fólii vzorka 3a
Fotografia 53 pred impregnáciou vzorka 3c
Fotografia 54 impregnácia vo fólii vzorka 3c
Fotografia 55 pred impregnáciou vzorka 4a
Fotografia 56 impregnácia vo fólii vzorka 4a
Fotografia 57 pred impregnáciou vzorka 4b
Fotografia 58 impregnácia vo fólii vzorka 4b
Fotografia 59 pred impregnáciou vzorka 4c
Fotografia 60 impregnácia vo fólii vzorka 4c
Fotografia 61 pred impregnáciou vzorka 4 d
Fotografia 62 impregnácia vo fólii vzorka 4d
Fotografia 63 pred impregnáciou vzorky 5a
Fotografia 64 impregnácia ponorom vzorky 5a
Fotografia 65 pred impregnáciou vzorka 5b
Fotografia 66 impregnácia ponorom vzorka 5b
Fotografia 67 pred impregnáciou vzorka 5c
Fotografia 68 impregnácia ponorom vzorka 5c
Fotografia 69 pred impregnáciou 5d
Fotografia 70 impregnácia 5d
Fotografia 71 pred impregnáciou vzorka 5e
Fotografia 72 impregnácia vzorky 5e
Fotografia 73 váženie vzorky pred impregnáciou
Fotografia 74 váženie vzoriek po impregnácii
Fotografia 75 váženie vzoriek
Fotografia 76 váženie vzoriek
Fotografia 77 materiál na prípravu roztokov
Fotografia 78 živice v tuhej podobe
Fotografia 79 príprava roztoku
Fotografia 80 príprava roztoku
Fotografia 81 roztoky na impregnáciu 1
Fotografia 82 roztoky na impregnáciu 2
Fotografia 83 roztoky na impregnáciu 3
Fotografia 84 roztoky na impregnáciu 4
Fotografia

ÚVOD

„Národ, ktorý si nectí svoju minulosť, nemá nárok na dobrú budúcnosť“.

(M.R.Štefánik)

Cieľom tejto diplomovej práce je poukázať na význam syntetických živíc pri impregnácii polychromovanej plastiky, na správny výber živíc na základe ich vlastností. Práca je rozdelená do piatich kapitol, z ktorých prvé tri sú teoretické a zvyšné dve praktické.

Prvá kapitola je venovaná živiciam. Poukazujeme v nej na druhy živíc a na najpoužívanejšie syntetické živice na trhu. Živice, konkrétne syntetické živice, sú v oblasti petrifikácie polychromovaných drev v súčasnej dobe najpoužívanejšie ochranné prostriedky. Ich úlohou je stabilizovať, vytvrdnúť a prinavrátiť pôvodnosť drevu, obmedziť výskyt baktérií, plesní a húb.

Druhá kapitola je venovaná drevu, jeho zloženiu a polychrómiu. Tretia kapitola sa zameriava na impregnáciu dreva, na historický prehľad impregnácie. Ďalej vysvetľuje základné spôsoby impregnácie a meranie vlastností impregnácie dreva pomocou živíc.

Štvrtá kapitola je už praktickou časťou. Je zameraná na cieľ projektu impregnácie drevených vzoriek pomocou vybraných syntetických živíc, na harmonogram projektu, meracie a pozorovacie nástroje a charakteristiku jednotlivých drevených vzoriek, ktoré budú použité v projekte.

Posledná kapitola je zhodnotením projektu, zhrnutím výsledkov a odporúčania pre prax.

1 ŽIVICE

V reštaurovaní umeleckých diel majú nezastupiteľné miesto živice. Obzvlášť sa využívajú pri reštaurovaní polychromovanej plastiky, kde sa naplno aplikujú unikátne vlastnosti živíc ako stmelovacieho média. Viaceré odborné zdroje uvádzajú, že živice mali v histórii významné miesto vo výtvarnom umení. Dnes sú už umelcom a reštaurátorom ponúkané vylepšené syntetické živice.

Živica, ľudovo používaný názov smola, je vlastne výmiešok, ktorý produkujú niektoré rastliny. Prevažne ide o ihličnaté stromy, obsahujúce veľa uhlíkovodíkov. Tieto prírodné živice sa často používajú pri reštaurovaní ako súčasti konzervačných materiálov na báze prírodných živíc. Spomenúť môžeme napríklad: šelak, damara, kalafúna, včelí vosk v roztoku tavenine a klihu, vysychavé oleje a ľanový olej.

1.1 Druhy živíc

Ako sme už uviedli vyššie, v umeleckej, hlavne reštaurátorskej a konzervátorskej praxi sa využívajú živice na prírodnej báze, ale aj množstvo syntetických živíc. V tejto časti vám ponúkame stručný prehľad živíc, ktoré sa bežne využívajú v praxi a sú relatívne dobre dostupné aj na trhu.

- **Prírodné živice:**

Medzi prírodné živice patria už spomínané živice ako šelak, damara, kalafúna, včelí vosk v roztoku tavenine a klihu, vysychavé oleje a ľanový olej. Tieto obsahujú ako základný stavebný prvok tzv. terpenoid. Ten dodáva všetkým živiciam charakteristickú pevnosť a pružnosť zároveň. Prírodné živice sa upravujú a kombinujú, aby mali požadované vlastnosti. Ako uvádza M. Pavlíková (2016) vo svojej dizertačnej práci napríklad ide o túto kombináciu: „*Zmes včelieho vosku s **damarou** alebo **kalafúnou** a roztok **kalafúny** sa častejšie používalo pre výhodnú molekulovú hmotnosť*“. autorka ďalej popisuje aj iné dôležité vlastnosti napr. včelieho vosku. Ten je ľahko tavitelný, už pri 61-69 °C, je plastický, odolný voči kyselinám, hydrofóbiu a vysoko odolný voči starnutiu. Zmydelňuje sa v zásadách, vo vode tvorí emulziu.

- **Syntetické živice**

Živice je aj označenie pre syntetické výrobky. Tak ako u prírodných živíc, aj u syntetických existuje celý rad druhov. Medzi najpoužívanejšie patria napríklad: fenolické živice, aminoplasty, hydrokarbónové živice, epoxidové živice, polyesterové

živice, silikónové živice, polyethylenglykoly, ketónové živice, akrylátové polymery, monomery a pod.

Nie všetky syntetické živice sa používajú na konzerváciu dreva. Niektoré svojim zložením a svojimi vlastnosťami nie sú schopné vytvrdzovať drevo, ale naopak sú v nich látky, ktoré ničia štruktúru dreva. Plastické hmoty pri svojom vzniku v polovici 19. storočia, boli ešte málo rozšírené v oblasti konzervovania dreva. Zásadné objavy boli v období druhej svetovej vojny a po nej. A to hlavne v USA a Nemecku. Nemecko na začiatku 50. rokov dostalo už aj povolenie na výrobu syntetických hmôt. Samotné syntetické živice sa začali používať približne pred 40 rokmi v 20. storočí. Najprv to bola disperzia methylcelulosity a polyvinylacetátu v alkohole, ktorá bola používaná pre prilepovanie uvoľnenej polychrómie. Syntetické živice majú schopnosť vytvárať priestorové siete pomocou látok, ktoré sa v dreve často vytvrdzujú za tvorby nerozpustných produktov a sú z dreva neodstrániteľné. Nové syntetické živice môžu dosiahnuť optický efekt podobný vzhľadu dosiahnutému pomocou prírodných živíc. Tieto sú značne viac stabilné než prírodné živice. Vďaka svojej nízkej molekulovej hmotnosti dobre prenikajú do dreva. Patria sem epoxidové živice (Polyadice), ktorých vlastnosti je možné modifikovať tvrdidlom. Nedostatkom týchto živíc je, že nie sú odstrániteľné, nemajú reverzibilitu v sebe a zanechávajú veľký lesklý film. Vyznačujú sa veľkou chemickou odolnosťou a praktickou nepriepustnosťou vodných pár. Neodolávajú acetoínu, éterom, chlórovaným uhlíkovodíkom. Prvé pokusy ako pripraviť epoxidovú živicu z epichlórhydrínu sa objavili v roku 1927 v USA. Patent na prvú syntézu bol u Dr. Pierre Castana zo Švajčiarska.

Medzi ďalšie syntetické živice, ktoré sú známe od 30 rokov 20. storočia, patria akryláty. Sú to polyméry esteru kyseliny akrylovej (polyakryláty PA) a methakrylovej (polymethakryláty PMA). Skupina akrylátových polymerov je veľmi obsiahla a zahŕňa polyméry a kopolyméry kyseliny akrylovej a methakrylovej, jej esterov akrylonitrilu a akrylamidu . Typickými vlastnosťami akrylátov sú odolnosť voči poveternostným vplyvom, UV žiareniu a transparentnosť spôsobenú prevažne amorfnou štruktúrou. Majú širokú škálu materiálov rôznych druhov deliace na polymery a kopolymery. V reštaurovaní sa začali používať už od 40 rokov 20. stor. pod známym produktom ako sú Paraloidi. Sú to akrylátové kopolymery $(C_3H_3NaO_2)_n$, ktoré majú najväčšiu molekulovú hmotnosť a sú prakticky najpoužívanejšie. Je to ďalšia skupina polymerov vhodná ku spevňovaniu dreva pre svoju vynikajúcu stálosť a možnosť zmien vlastností v závislosti na zloženie monomernej zmesi. Známe kopolymery sú aj

Solakryly, ktoré vyrába firma I.C.I Ltd. v Anglicku pod názvom Bedakryl. Paraloid je termoplastická živica, ktorú vyvinuli Rohm a Haas v 50 rokoch na použitie ako povrchový povlak a ako vehikulum pre flexografický atrament. Vymysleli aj celý rád Paraloidov (B-72, B-82, B-44, B-67, B-40), ktorý originálne vychádzal pod názvom Acryloid B-72. Dnes sa Paraloid B-72 bežne používa ako lepidlo, najmä pri konzervovaní a reštaurovaní keramických predmetov, sklenených predmetov, pri príprave fosílií, a môže sa tiež používať na označovanie muzeálnych predmetov. Dokonca sa používa ako prísada média na retušovanie s dobrým obsahom lesklého filmu. V súčasnej dobe je Paraloid B72 v literatúre často citovaný materiál pre konsolidáciu a lepenie archeologického skla. Ako sme uviedli, všetky informácie o syntetických živiciach, ktoré sa bežne v praxi používajú, sa dajú jednoducho zistiť na internetových stránkach, ako Wikipédia, či stránky zaoberajúce sa konzervovaním dreva, kde sme väčšinu odborných informácií čerpali aj my (Dvořák, 2017). Vhodné rozpúšťadlo pre syntetické živice, ktoré je možné odporučiť, je napr. toluén, ktorý je vhodný vzhľadom k stabilite a reverzibilitate.

Na spevňovanie dreva sa už od 60. rokov používajú polyethylenglykoly ($C_{2n}H_{4n+2}O_{n+1}$). Zo začiatku bol len Polyetylén, ktorý sa vyrábal už od roku 1933 ako PE. Výhodou polyethylenglykolu je jeho rozpustnosť vo vode a dokonca aj v sade organických rozpúšťadiel. Týmto prostriedkom respektíve živicom je možné spevňovať vlhké, vodou nasýtené drevené objekty, ktoré sa nachádzajú pri archeologických výkopoch v bahne, rašelinistích atď.. Pre konzerváciu suchého dreva, alebo napadeného hmyzom je možné použiť polyethylenglykol v kombinácii s insekticídmi. Tieto postupy sa využívajú v praxi ako uvádza aj literatúra: Laboratória chemie Restaurování Umeleckých děl VŠCHT Praha. Ešte je nutné spomenúť **kétonové živice, ktoré** boli používané v reštaurovaní od 60. rokov ako laky, ale aj ako spojivá do médií. V oblasti petrifikácie sú však nepoužiteľné kvôli žltnutiu a rozpusteniu organickými rozpúšťadlami, čo značne poškodzuje drevné bunky.(diplomka M.G. Retuš a závěrečné laky).

1.2 Syntetické živice na trhu

V predchádzajúcej kapitole sme sa snažili aspoň zhruba predstaviť vlastnosti a používanosť syntetických živíc. V súčasnosti sa syntetické živice zaraďujú medzi výrobky, ktoré sa používajú nie len v reštaurovaní a preto sa nemôžeme diviť, že tiež

spadajú do kategórie výrobkov, ktoré sú výrazne propagované na internete. V snahe čo najväčšieho zisku sa na trhu čoraz viac objavujú tzv. napodobeniny, ktoré svojim chybným zložením ničia celkový produkt a tak i účinok. Pri svojom prieskume trhu so syntetickými živcami sme sa zamerali na tie najpoužívanéjšie, ale zároveň najkvalitnejšie pre reštaurátorskú prax. Vychádzali sme z poznatkov reštaurátorských štúdií o najkvalitnejších živiciach v súčasnosti pre použitie na petrifikáciu drevených artefaktov. Podrobné popisy jednotlivých živíc sú dostupné napr. ARTPROTECT.PRO RESTAURO. PRO ARTE (<http://art-protect.cz/>)

Stručne môžeme rozdeliť syntetické živice do týchto skupín:

- **Akrylátové živice**
- **Hydrokarbónové živice**
- **Epoxidové živice**
- **Polyuretánové živice**

Akrylátové živice

- **Paraloid B-72** : je to termoplastická živica, stredne tvrdý, čistý akrylát, odolný proti svetlu a proti starnutiu. V zložení je to termoplastická akrylátová živica na báze kopolymeru etylmetakrylát - metylakrylát v pomere 70:30. Jednou z hlavných výhod **B-72** ako konsolidačného činidla je to, že je silnejší a tvrdší ako polyvinylacetát bez toho, aby bol extrémne krehký. Toto adhezívum je flexibilnejšie ako mnoho iných bežne používaných adhezív a toleruje väčšie namáhanie a namáhanie spoja ako väčšina ostatných. Vplyvom UV žiarenia nežltne, vyznačuje sa dobrou fyzikálnou, chemickou a biologickou stabilitou. Z fyzikálnych vlastností je to vysoká pevnosť v tlaku, vysoká pevnosť v ohybe a dobrá odolnosť zmrazovacím cyklom. Má tiež dobré mechanické vlastnosti, adhéziu k povrchom a filmy majú dobrú elasticitu, sú transparentné, bezfarebné a pevné. Pri vytvrdzovaní nevznikajú žiadne vedľajšie produkty. Ethylmetakrylátmetakrylátová živica Paraloid B 72 sa vyznačuje vynikajúcou odolnosťou voči starnutiu. Paraloid B 72 je síce reverzibilný, ale nie je možné ho odstrániť z porézneho systému dokonale. Veľmi dobre je rozpustný v toluene, acetóne a trichlorethane, ďalej riediteľný xylenom, Shellsolom A, isopropanolom, alkoholom, PM celosolve (Dowanol). V prvej fáze rozpustenia polyméru dôjde k jeho nabobtnaniu a následnému prechodu do rozpúšťadla. Z

technických parametrov sú: teplota zoskelenia: Tg 40 °C, bod mäknutia 70 °C, bod tavenia 150 °C, viskozita (40% roztok pri 25 °C) podľa objemu rozpúšťadla. **B72** je polymer akrylátu s vysokou molárnou hmotnosťou, nemá nijako ostro definovaný bod tavenia. Pre konsolidáciu sa doporučuje 5-10% roztok v toluénu alebo 1,1,1 trichlorethanu. Pokiaľ sa žiada dlhšia a hlbšia penetrácia, je možné použiť roztok v toluénu, xylénu alebo toluénu a Shellsolu A. Impregnácia vedie k úspechu pri práci vo viac krát opakovaných krokoch. Prvé známky tavenia sú pozorovateľné pri 70-75 °C. Skutočne tieť však začína pri 145-150 °C. Najlepšie produkty tejto živice môžeme zakúpiť v Čechách od firmy ARTPROTECT.PRO RESTAURO. PRO ARTE.

- **Paraloid B82:** je to akrylátová živica, na báze methylmethakrylátu. Zachováva vynikajúce vlastnosti akrylátovej živice ako je priehľadnosť, trvanlivosť, pružnosť a odolnosť. Je vhodná pre všeobecné úpravy výrobkov, kde sa vyžadujú väčšie živice. Veľkou výhodou je možnosť rozpustenia v ethanole a vode v pomere 9:1, podobne ako v iných rozpúšťadlách pre syntetické živice ako sú ketóny, estery, aromatické uhľovodíky. Táto živica je vhodná i pre impregnáciu a konsolidáciu drevených artefaktov. Z praxe od MgrA. Markéty Pavlíkovej (2016) je táto živica doporučená v koncentracii s rozpúšťadlom 30 %. lakového benzínu.
- **Paraloid B67 :** je to polymer izobutylmethakrylátu. Ako rozpúšťadlo sa tu používa lakový benzín. Odborníci ho považujú za jeden z najlepších živíc na trhu pre impregnáciu dreva, ktorý dobre penetruje a vytvrdzuje drevo a nemení farbu dreva. Podobne je tu aj ďalšia rada akrylátov, ako **Paraloid B48, Paraloid B44N a Paraloid B48.** (artprotect.cz)

Hydrokarbónové živice

- **Regalrez 1094:** je to alicyklický uhľovodík. Patrí do skupiny uhľovodíkových živíc, ktoré sa získavajú oligomerizáciou nenasýtených C9 a C10 ropných frakcií. Niektoré produkty sú odvodené od dicyclopentadienu, získavajú sa oligomerizáciou C9 izoméru alebo čistého methylstyrenu. Tieto živice môžu obsahovať rezíduá nenasýtených monomerov, ktoré sa odstraňujú hydrogenáciou. Z hľadiska zloženia sa jedná o najstabilnejšiu skupinu živíc.

Vlastnosti: táto uhl'ovodíková živica sa vyznačuje veľkou svetlo stálosťou, prakticky nežltne. Je ľahko odstrániteľná, hodí sa k expozícii v tepelne namáhaných miestach a v exteriéroch. Môže sa kombinovať s vinylacetátom, parafínom a mikrokryštalickým voskom, polyethylénom a syntetickými pryžami. Rozpúšťa sa v lakovom benzíne, v toluéne, xyléne a ethylmethyketóne. Z technických parametrov je Tg 40 °C, taví sa v rozmedzí 115-190 °C.¹⁸ (artprotect.cz)

- **Regalrez 1126** : je to plne stužená uhl'ovodíková živica, ktorá vykazuje veľmi dobrú odolnosť voči svetlu. V petrifikácii som nenašiel tento typ živice k použitiu v žiadnych odborných prácach, nie je často používaný, takmer vôbec, kvôli využitiu v inej oblasti reštaurovania ako v lakovaní a lepení. Preto v nasledujúcich experimentoch ho využijeme ako prostriedok pre kombináciu zo živicami, ktoré sú používané na spevnenie dreva. (artprotect.cz)

Epoxidové živice

- **Veropal D709** : je to kopolymer butylmethakrylátu s metylmetakrylátom rozpustený v xyléne, roztok akrylátového spojiva v organických rozpúšťadlách. V reštaurovaní sa najčastejšie používa pri ochrane kovu, betónu, kameňa a dreva pred poveternostnými vplyvmi i v interiéroch. Používa sa i ako spojivo pre strieborné a zlaté bronze vystavené poveternosti, na lepenie a ochranu optického skla. Zasychanie akrylátu má parametre zrovnateľné s kanadským balzomom. Podľa MgrA. Markéty Pavlíkovej (2016), sa pri Veropale D709 celkom nestabilizovalo drevo a po zaschnutí sa hmota narušeného dreva drobila. Zmena vo farebnosti bola vyrovnaná. Ide o priesvitnú bezfarebnú kvapalinu. Je užívaný v nanášaní štetcom, valčekom, striekaním. Hlavnou aplikáciou sú náterové hmoty v interiéri i exteriéri pre povrchovú úpravu materiálov. V petrifikácii sa začal používať už od začiatku výroby tejto živice. Táto živica je predávaná na trhu vo forme plechovky 1kg hmotnosti. Je to priesvitná bezfarebná kvapalina s obsahom netekavosti 30 až 40 %. Jej zasychanie podľa technického listu od výrobcu je do hrúbky filmu 30 µm za 1 hod. Najlepšia značka tejto výroby v Čechách je SYNPO. (synpo.cz)

- **Veropal UV- 40:** je to epoxidová živica, roztok akrylátového kopolyméru v organických rozpúšťadlách s ochrannými účinkami proti UVA i UVB žiareniu (methylethylketón). **Veropal UV-40** sa väčšinou používa pre spevnenie alebo povrchovú úpravu poréznych i neporéznych materiálov, kde nie je na škodu prítomnosť rozpúšťadla. Z ochranných vlastností môžeme spomenúť u **Veropalu UV- 40, že sa** využíva pre filmy dlhodobo chrániace podklad pred pôsobením UV žiarenia prírodného charakteru i z umelých zdrojov. Pri tejto vlastnosti je možnosť využitia aj pri fixácii grafiky, uhl'ových , kriedových i pastelových kresieb. Je možné ho rovno použiť i ako prísadu do tavného lepidla na sklo a keramiku bez nebezpečia žltnutia. **Veropal UV- 40** obsahuje methylethylketón ako nosné rozpúšťadlo. Komerčne dodávaný roztok v kétonickom rozpúšťadle je ďalej riediteľný acetónom, methylethylketónom, toluénom, xylénom, ethylalkoholom a isopropylalkoholom za predpokladu úpravy obsahu sušiny a s tým súvisiacou viskozitou. Tento typ živice sa tiež málokedy používa na spevnenie drevených artefaktov. Najlepšia značka tejto výroby v Čechách je SYNPO (synpo.cz)
- **Solakryl BMX:** je to roztoková akrylátová živica na báze kopolyméru butylmetakrylátu s metylmetakrylátom. **Solakryl BMX** je veľmi vhodný pre prevedenie konsolidácie (petrifikácie, spevnenia) narušenej drevnej hmoty červotočom, hubami či plesňami. V závislosti od miery narušenia dreva je zvolená hustota prípravku. Pre počiatočnú fázu je zvolený roztok redší a potom hustejší. Doporučuje sa pri riedení používať 20% koncentráciu v rozpúšťadle so xylénom. Prípravok sa môže tiež riediť toluénom. Všeobecné rozpätie je od 1 : 6 (redšia koncentrácia) do 1 : 2 (hustejšia). Konkrétne riedenie je však závislé na stave reštaurovaného predmetu a je vhodné vždy predviesť skúšku. Impregnáciou je možné aplikovať túto živicu náterom, ponorom, injekťou za atmosférického tlaku alebo metódou impregnácie za zníženého tlaku. Je to viskózna bezfarebná až slabo nažltlá kvapalina. Zápach je porovnateľný so xylénom. Obsah netekavých zložiek má až 36 – 40 %. Vo vode je nerozpustný. Podľa štúdií od MgrA. Markéty Pavlíkovej (2016), je táto živica považovaná vo vlastnostiach za dostatočné spevnenie dreva, kde sa iba okraje dreva mierne drobili. Zvýšilo odolnosť proti navlhavosti, nespôsobilo výraznú zmenu vo farebnosti a nezhoršovalo fyzikálnu vlastnosť dreva. **Solakryl BMX** je na trhu

vo forme plechu v kanystrách od 1 až po 50 kg. Najlepšia značka výroby doteraz v Čechách je Draslovka. (solakryl.cz)

- **Solakryl BT 55** je roztoková akrylátová živica na báze polybutylmetakrylátu rozpustná v toluéne, ktorá má široké uplatnenie v ošetrovaní dreva. Jej najčastejšie použitie je v reštaurovaní a konzervovaní dreva, predovšetkým pri ochrane a obnove pamiatok. **Solakryl BT 55** je veľmi vhodný pre prevedenie konsolidácie (petrifikácia, spevnenie) narušenej drevnej hmoty červotočom, hubami či plesňami. V závislosti na miere narušenia dreva sa prispôbuje aj hustota prípravku. Pre počiatočnú fázu je volený roztok redší a potom hustejší. Prípravok je možné riediť toluénom či xylénom. Všeobecné rozpätie je od 1 : 6 (redšia koncentrácia) do 1 : 2 (hustejšia). Konkrétne riedenie je však závislé od stavu reštaurovaného predmetu a je vhodné vždy previesť skúšku. Impregnáciu **Solakrylom BT 55** je možné aplikovať náterom, ponorom, injekciou za atmosférického tlaku alebo metódou impregnácie za zníženého tlaku. Je to bezfarebná až slabo nažltlá kvapalina, ktorá zapácha po toluéne. Vo vode je nerozpustný a teplotu skelného prechodu má cca. 45 °C. Obsah netekavých látok je 52 – 56 %. Použitie Solakrylov pri konsolidácii dreva je možné buď u objektov bez polychrómie alebo s polychrómiou, ktoré odolávajú rozpúšťadlám typu toluén a xylén. U drevených objektov s polychrómiou je nutné pred impregnáciou predviesť identifikáciu typu spojiva a skúšky jeho rozpustnosti. (solakryl.cz)

- **Solakryl BX** – je to kopolymer polybutylmethakrylátu zlepšujúci mechanické vlastnosti dreva, zvyšujúci rozmerovú stabilitu dreva, zvyšujúci hydrofobitu, zvyšujúci odolnosť voči UV žiareniu a chemikáliám, zvyšujúci odolnosť proti poveternostným podmienkam a starnutiu. Polyméry sú termoplastické, trvalo rozpustné a nemenia svoju farbu, sú mrazuvzdorné a po zaschnutí nelepivé, sú ľahko spracovateľné, použiteľné v dodanom stave alebo podľa potreby po nariadení príslušným rozpúšťadlom. Takto je Solakryl BX popísaný v technickom liste od Draslovky. Draslovka Holding a.s. je česká súkromná spoločnosť, ktorá vyhľadáva príležitosti v sektore chemických špecialít s chránenou výrobnou technológiou. Použitie Solakrylu BX: konsolidácia (spevňovanie, petrifikácia, impregnácia) dreva, tmelenia a lepenia drevených

predmetov, úprava dreva pri výrobe – zlepšení vlastností, povrchový ochranný lak pre rôzne typy povrchov, opravy rustikálneho nábytku. (solakryl.cz)

- **Lascaux Resin 550/675:** je to kopolymer buthylmethakrylátu s isobuthylmetakrylátom. Je matovaný pyrogenou kyselinou kremičitou. Roztok obsahuje 32% terpentýnovej náhražky, 16/18 nepolárneho White Spiritu a 26% benzínu v destilačnom rozsahu 100/140. Je to termoplastický čistý akrylát zmes Plexisolu P550 a Plexigumi 675. Jej teplota skelného prechodu je až 40 °C. Na malé formáty či objekty sa môže táto živica nanášať i štetcom. Táto živica je považovaná za najlepšiu v penetrácii v najvyššom riedení (v lakovom benzíne) pri aplikácii ponorom.. Tento výrobok sa predáva vo forme plechovky v kanystrách od 1 až po 50 kg. (artprotect.cz)

Polyuretánové živice

- **Liberon:** je to priemyslovo vyrábaný prostriedok pre kutilov na spevnenie nábytku a obsahuje polyuretánovú živicu. Zo štúdií od Markéty Pavlíkovej (2016) je tento prostriedok nie veľmi ideálny po estetickej stránke, drevo výrazne stmavlo. Liberon má viaceré výhody: má najúčinnnejšiu penetráciu najvyššieho riedenia (v lakovom benzíne sa ukázalo ako najlepšie rozpúšťadlo), najlepšie vytvrdzuje drevo pri aplikácii ponorom a presýcuje maľbu celoplošne.

2 POLYCHRÓMIA

Polychrómia, ako uvádza slovník cudzích slov, je vlastne mnohofarebnosť. Stretneme sa aj s pojmami farebnej výzdoby plastiky alebo stavby. V umeleckom odbore sa termínom polychrómia označujú hlavne plastiky, zväčša drevené, ktoré sú pestro farebne zdobené. Polychrómiou môžeme označiť aj zvýraznenie a zvýšenie estetického pôsobenia daného predmetu. Ide o rôznofarebné a farebné dotvorenie drevených, kamenných alebo štukových sôch. Je to vlastne technika zdobenia umeleckých diel, ktorá je známa už z obdobia veľkých kultúr, oblastí polmesiaca, južnej a východnej Ázie, strednej a južnej Ameriky. Každá z týchto kultúr však dávala polychrómiu iný význam a výraz (Polychrómia, 2020).

2.1 Druhy polychrómie

Dnešná chémia je na vysokej úrovni, čo sa prejavuje aj množstvom prostriedkov, ktoré sa používajú na spevnenie drevených objektov. No napriek tomu zostáva vážnym problémom ochrana farebnej vrstvy na drevených plastikách (Pavlíková, 2016). To je len jeden aspekt, ktorý uvádzame na ilustráciu bohatej problematiky polychrómie ako celku. V našej práci sa venujeme polychrómii na drevených plastikách, konkrétne spevňovaniu dreva a jeho ochrane pomocou modernej chémie. Je nutné spomenúť, že problematika spojená s ochranou polychrómie pri spevňovaní dreva je zatiaľ málo preskúmaná. Súvisí to so skutočnosťou, že i metódy prieskumu farebnej vrstvy sú doteraz málo prepracované, podobne ako vplyv rôznych látok na zložky polychrómie. Z týchto dôvodov nie je napríklad všeobecne použiteľná veľmi nádejná metóda, ktorá využíva gama-žiarenie po prvé pre ničenie drevokazných organizmov a po druhé pre iniciáciu polymerácie monomerov v dreve. Ani vplyv žiarenia na farebnú vrstvu nie je ešte celkom preskúmaný (Pavlíková, 2016).

Ľudia od staroveku vedeli, aké drevo je najlepšie napr. na zhotovenie drevenej nádoby, ktorá odolá vysokej vlhkosti a tiež si zachová svoj tvar. Mnohé drevostavby stoja dodnes, majú i viac ako sto rokov a pri tom nie sú napadnuté žiadnym drevokazným hmyzom, ba dokonca nepodliehajú vlhkosti. Táto odolnosť je spôsobená niekoľkými dôležitými aspektmi, ktorými sa ľudia v minulosti riadili. Napríklad skutočnosť, že drevo, ktoré rástlo pomaly, malo hustejšie letokruhy, čo spôsobovalo jeho väčšiu pevnosť, bolo napadané menej hmyzom. Všetko to sú poznatky, ktoré sa zohľadňujú pri polychrómii dreva a pri následnom ošetrovaní a konzervovaní. Polychrómiu je možné realizovať viacerými spôsobmi. Ako príklad uvádzame:

- **Polychrómia** na báze olejového spojiva (olejomalba, zlátenie na mixtion) odoláva len nepolárnym rozpúšťadlám, ako je lakový benzín. Polárnejšie rozpúšťadlá môžu vyvolať bobtnanie olejového spojiva a jednotlivé vrstvy strácajú adhéziu.
- **Polychrómia** na báze temperových spojív (polysacharidy, bielkoviny), prípadne i vosková tempera a zlátenie na poliment (kľihové spojivo), odolávajú rozpúšťadlám toluén a xylén. Na základe stanovenia typu spojiva polychrómie je vtedy potrebné voliť vhodný impregnačný prostriedok vo vhodnom rozpúšťadle (Pavlíková, 2016).

Pri polychrómmi musí byť chránená farebná vrstva nie len proti nežiadúcim zmenám farebných odtieňov, ale tiež proti zhoršeniu mechanických vlastností. Toto nebezpečenstvo vzniká i v prípade, že teplo uvoľnené polymeráciou pôsobí zmeny, ktoré sú rozdielne pre podklad a pre maľbu. Dá sa tomu prechádzať reguláciou reakčnej rýchlosti polymerácie použitím vhodného iniciačného systému. Je samozrejmé, že spevňovací roztok nesmie bobtnať farebnú vrstvu. Náhrada rozpúšťadiel inými s nižším bobtnacím účinkom môže urobiť niektoré materiály vhodnými pre použitie. Farba historického dreva sa časom mení – väčšinou tmavne, často zaniknú základné charakteristické znaky dreva, ktoré sú problematické pri ďalších reštaurátorských metódach (Pavlíková, 2016).

2.2 Drevo

Drevo z ihličnatých stromov obsahuje väčšie množstvo živice, ktorá znižuje trvanlivosť povrchovej úpravy vytvorenej pomocou chemických náterov. **Vojtech Tilkovský** poukazuje na to, že mnohí majstri aj ku koncu stredoveku často vytvárali svoje diela tak, že na ich povrchu uplatňovali vlastnosti dreva. Z historických dokladov zistil, že slávny levočský oltár Majstra Pavla bol polychrómovaný oveľa neskôr, ako bol vytvorený, a že predtým dlho stál bez akýchkoľvek vonkajších úprav (Okrucký, 1984, str.35). Konzervovaniu a reštaurovaniu umeleckých diel, ako sú drevené plastiky, nebola venovaná v minulosti taká pozornosť ako u obrazov. Sústavná ochrana drevených polychrómovaných pamiatok sa datuje po prvýkrát od počiatku 20.stor. Podľa reštaurátora aka. soch. Petra Skálu sa staré zvetralé drevo veľmi nasiakáva a jeho pevnosť je veľmi znížená. Nasiakavé drevo mení vlhkosť a tým i rozmery, čo spôsobuje po krátkej dobe odlúčenie náterov, i keby boli prevedené najkvalitnejšími náterovými hmotami. Drevo je vtedy potrebné najprv naimpregnovať, čo už veľmi dobre vedeli starí lakýrníci (Solakryl, 2017). Stručne zhrniem jednotlivé zložky dreva, aby sme boli ponorení do mikroštruktúry stavby dreva. Semenné dreviny delíme na ihličnaté a listnaté. Základné bunky dreva sú kambium (umožňuje drevinám druhotný rast do šírky, letokruhy) a pletivo (bunky schopné prijímať potravu, dýchať, rásť a rozmnožovať sa). Bunky rozdeľujeme podľa funkcie do troch základných buniek na

- **Cievnaté** (vodové a vytuhovacie),
- **Sklerenchymastické** (vytuhovacie),

- **Parenchymatické** (vyživovacie a vodové).

Dreň má funkciu vodového spojenia medzi koreňmi a vegetačnými orgánmi v prvom roku rastu, potom stratí význam. Je mäkká a má menšiu pevnosť než ostatné drevené kmene. Stredná časť kmeňa, ktorá obklopuje dreň sa často zreteľne líši vlastnosťami od obvodových vrstiev, uložených bližšie ku kôre. Rozdiely sú v obsahu vlhkosti, extrahovateľných a farebných látok. Pri čom ich obsah sa zvyšuje smerom od stredu kmeňa. V dôsledku toho sa stred kmeňa niektorých drevín výrazne líši i farebne a nazýva sa jadro. Svetlejšie obvodové vrstvy dreva sa nazývajú bel'. Letokruhy sú časti kmeňa medzi dreňou a kôrou, ktoré sa ukladajú vždy na predchádzajúcu vrstvu dreva vo forme plášťa v dôsledku periodickej činnosti kambia. Kôra a lyko obsahujú kmeň, izolujú biologicky neaktívnejšie delivé pletivo od nepriaznivých vonkajších vplyvov. Štruktúra ihličnatého dreva je jednoduchšia než štruktúra listnatého dreva. Ihličnaté drevo obsahuje asi 90% buniek podobného druhu (cievnatých), usporiadaných v pravidelných radiálnych radách. Štruktúra listnatého dreva je komplikovanejšia, pretože cievnaté (vodivé a vytuhovacie) bunky tvorí len asi 20% objemu dreva, asi 50% objemu dreva tvorí sklerenchymatické (vytuhovacie) bunky a 30% objemu bunky parenchymatické (vyživovacie a vodivé). Podstatný rozdiel vo veľkosti vláknitých buniek. Ihličnaté majú 5-7 mm, listnaté majú 1,0-1,8 mm (Zelinger,1976, str. 1 – 29).

Hlavné zložky dreva - polyméry- 90%- 97% (chemická stavba dreva)

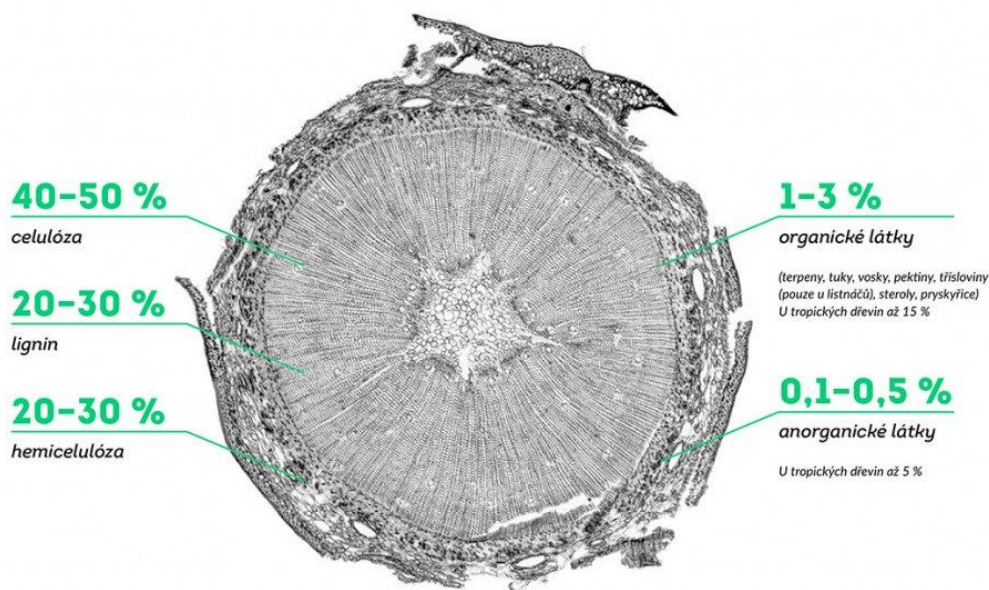
- Polysacharidy (70%)
 - Celulóza
 - Hemilcelulóza
- Lignín (25%)

Vedľajšie zložky dreva

- Organické
 - Nízkomolekulárne
 - Polyméry
- Anorganické

Na ilustráciu uvádzame grafické znázornenie mikroskopického rezu borovicovým drevom (foto: Claudio Divizia, Shutterstock, dostupné na internete: <https://www.istavebnictvo.sk/clanky/drevo-zazrak-prirody>)

Graf 1 Štruktúra dreva



3 IMPREGNÁCIA

Naša práca je venovaná starostlivosti o drevené umelecké diela. K nej neodmysliteľne patrí aj impregnácia, ktorú môžeme charakterizovať slovami ak. soch. Petra Skálu (Solakryl, 2017): „*Impregnace se dělávala v minulosti teplou fermeží, která pronikla poměrně hluboko do dřeva. Fermež ale bohužel není trvanlivý materiál, účinky impregnace nebyly stoprocentní a netrvaly proto moc dlouho.*“ Jednoducho povedané impregnácia je preniknutie chemikálie do bunkovej steny dreva pri zachovaní jeho štruktúry.

3.1 História impregnácie

Najrannejšie snahy spevniť drevo v rozpadajúcom sa stave sú datované od **18.stor.**, kedy z historického hľadiska reštaurátorskej praxe týkajúcej sa polychrómovaných umeleckých diel, nebol dávany veľký dôraz na vnútorné spevnenie narušeného dreva. V minulosti používali na spevnenie dreva klíh, bol to nesprávny spôsob, pretože drevo vo vlhku nabobtnáva, hnije a je napádané mikróbmami a červotočmi. Manuál pre reštaurátorov tradične zhrňoval len ľahkú zmienku o typoch poškodení drev. Slovný

pojem **Impregnácie** sa uprednostnil pred **Petrifikáciou**, ktorý sa časom stal populárnejším ako slovné zaznamenanie v dokumentáciach zároveň. Cieľom impregnácie tzv. „*operácia*“ spočíva v preniknutí chemikálie do bunečnej steny alebo lumenu. Jedná sa o pasívnu stratégiu, ktorá nemení chemickú štruktúru dreva. Prvé počiatky o preniknutí živice do dreva boli už od stredovekých antických čias, kde sa používali prírodné zmesi živíc a lepidiel, postupne s vyspelou technológiou sme sa vypracovali až ku látkam ako sú roztoky prírodných živíc (šelak, damara, kalafúna, včelí vosk v roztoku tavenine a klihu) (Kučerová, 1971). Slovo **petrifikácia** sa objavuje vo dvoch významoch ako **fosílie skameneliny** a spevňovanie narušených častí dreva. Slovo je odvodené pôvodne od **skamenenia (petrifikácia)**. **Skamenenie** je proces, pri ktorom organický materiál sa stáva **fosilným**. **Petro** (gréč.) – kameň, hornina (Kamenné drevo, Wikipédia).

3.2 Spôsoby impregnácie

Spôsob aplikovania napustenia látok do dreva je spektrum. Od počiatku vzniku impregnácie sa uprednostnili metódy štetcom, postrekom, lokálnou iniektážou, zmáčaním ošetrovaného povrchu, vzliňaním a ponorením do kvapaliny za súčasného zníženia tlaku nad hladinou (Pavlíková, 2016, str.220–242). V priebehu vývoja sa vynášali ďalšie metódy, ktoré dopomohli k lepším vlastnostiam impregnovania. Vákuová impregnácia v polyetylénovej fólii, pomocou tlaku z kompresora a hadice. Metóda radiačnej polymerácie, je pomerne jednoduchá, vyžaduje len zdroj žiarenia gama, čo môže byť určitým obmedzením metódy, pretože tento zdroj nie je všade k dispozícii. Polymerácia iniciovaná chemicky je na rozdiel od radiačnej polymerácie realizovateľná v každom laboratóriu. Sú i vhodné peroxidy pri normálnej teplote stabilné s nižšou rýchlosťou polymerácie. Stabilnejšie peroxidy vyžadujú k iniciácii aktivačnú energiu vo forme tepla, čo je pre túto úlohu nevhodné (Pavlíková, 2016, str.220–242).

V praxi používané spôsoby ochrany dreva sa delia na:

- **beztlakové** (náter, postriek, máčanie, ponor, polievanie),
- **tlakové** (vákuová impregnácia, vákuotlaková impregnácia),
- **špeciálne** (iniektáž, bandážovanie, impregnácia pomocou difúzie).

Úlohou všetkých impregnačných postupov je vpraviť do drevnej hmoty (alebo na jej povrch) dostatočné množstvo ochranného prostriedku a dosiahnuť jeho potrebné

rozloženie v chránenom materiále. Zásadnými ukazovateľmi kvality impregnácie sú: príjem impregnačnej látky vyjadrený v [kg/m³] (pri hĺbkovej - tlakovej impregnácii) alebo v [g/m²] (pri beztlakovej - povrchovej impregnácii) a impregnačná hĺbka udávaná v [mm]).

Beztlaková technológia

- **Náter a postrek**

Ochrana dreva náterom a postrekom sa prevádza jednak na hotových alebo demontovaných prvkoch a taktiež na zabudovaných drevených konštrukciách a artefaktoch. Postrek sa uplatňuje najviac na zle prístupných miestach už v zabudovanom dreve. Veľký vplyv na príjem ochrannej látky má povrch dreva. Nehobľované rezivo má približne dvojnásobný príjem látky na jednotku plochy než rezivo hobľované. Ďalším faktorom ovplyvňujúci príjem ochrannej látky je sklon reziva. V zvislej polohe reziva je nános asi o 1/3 menší než nános vo vodorovnej polohe. Tu vidíme, že povrchová úprava dreva je veľmi dôležitá a od nej sa odvíja rozhodnutie, aký postrek použiť.

- **Tlaková technológia**

Preniknutie impregnačných látok do dreva ovplyvňuje okrem povrchovej úpravy dreva aj druh dreviny. Vzhľadom k svojej anatomickej stavbe sú jednotlivé druhy dreva rôzne priepustné pre kvapaliny, tzn. sú rôzne impregnovateľné. Medzi ľahko impregnovateľné dreviny patrí: radíme borovica-bel', modrín-bel', buk a väčšina listnatých drevín. Ťažké impregnovateľné sú smrek, jedľa, dub a borovica. Tlakové impregnačné technológie využívajú rozdiely tlakov vo vnútri a na povrchu dreva. Kombináciou podtlaku v dreve, pretlakom impregnačnou látkou, pretlakom vzduchu, teploty apod. sa dosiahne maximálne presýtenie drevnej hmoty impregnačnou látkou v pomerne krátkom čase. Príjem a hĺbka prieniku ochranných látok sú definované v platných normách a pohybujú sa od 3 mm do niekoľkých centimetrov, čo sa presvedčíme v experimentálnej časti, kde sa budeme snažiť impregnovat' vybrané druhy dreva.

- **Špeciálne druhy petrifikácie**

Špeciálne druhy ochrany dreva sa využívajú pri dodatočnej ochrane už v zabudovaných drevených prvkoch alebo konštrukciách. Hlavne tam, kde použitím tradičných technológií nedosiahneme dostatočnú impregnáciu materiálu.

- **Injektáž**

Je petrifikácia pomocou vývrtov a vpichov, ktorá sa používa pri sanácii zabudovaných konštrukcií u zdravých i čiastočne napadnutých biotickými škodcami. Do dreva sa vpichuje, vstriečne alebo vtlačí ochranná látka, ktorá penetruje do okolitých častí dreva. Vtlačenie látky do otvorov je nutné prevádzať miernym pretlakom (pomocou čerpadla, tlaku vzduchu). Touto technológiou je možné doceliť plného preimpregnovania drevených prvkov. Systém otvorov je treba voliť tak, aby sa minimálne znížili mechanické vlastnosti dreva a zároveň sa dosiahlo potrebného rozloženia impregnačnej látky v dreve. Injektáž je často používaná metóda pri impregnácii polychromovaných plastík.

3.3 Meranie vlastností živíc pri impregnácií dreva

Postupy merania vlastností impregnácie dreva sú napr.:

- **Ramanova spektrografia,**
- **navlhavosť dreva,**
- **hustotný profil,**
- **IDE hustota,**
- **váha,**
- **infračervená mikrospektroskopia,**
- **durometer**

Stručne popíšeme niektoré z nich.

Durometer: (tvrdomer) je zariadenie na meranie tvrdosti materiálu, obvykle polymérov, elastomérov a kaučukov. V oblasti reštaurovania a konzervovania toto zariadenie slúži na meranie tvrdosti dreva pred impregnovaním a po impregnácií, v pevnosti stability dreva.

Ramanova spektroskopia: ponúka viaceré výhody. Keďže Ramanové prístroje používajú lasery v oblasti viditeľného žiarenia, možno na excitáciu vzorky a zber svetla rozptýleného žiarenia použiť ohybné káble s kremenným optickým vláknom a tieto káble môžu byť v prípade potreby dosť dlhé. Keďže sa používa viditeľné svetlo, možno na uloženie vzoriek použiť kvety zo skla alebo kremeňa. Týmto prístrojom bol meraný koncentračný profil živíc v dreve.

Váha: ideálny identifikátor na určenie hmotnosti živice, ktorá nasiakla do dreva pri impregnácii.

Infračervená mikrospektroskopia: identifikácia živíc v dreve týmto prístrojom sa realizuje na základe absorčného pásu v polohe 956-968, ktorý odpovedá deformačnej vibrácii methylenových skupín základného reťazca.

V praktickej časti si aj týmto spôsobom overíme kvalitu impregnácie živicami.

4 PROJEKT IMPREGÁCIE DREVENÝCH VZORIEK

4.1 Cieľ a úlohy projektu

Samotným výberom témy diplomovej práce sme sa snažili venovať sa problematike, ktorá nie je v odborných kruhoch reštaurovania na popredných miestach. Chceli sme tak prispieť aj svojim malým výskumom k potvrdeniu dôležitosti správneho výberu syntetických živíc pri reštaurovaní drevených pamiatok, zvlášť polychromovanej plastiky. Cieľom našej diplomovej práce je poukázať na význam syntetických živíc pri impregnácii polychromovanej plastiky, na správny výber živíc na základe ich vlastností.

4.2 Harmonogram projektu

Na diplomovej práci sme začali v podstate pracovať pred viac ako rokom, kde vznikali prvé návrhy ohľadne témy práce i výskumnej časti. Stručne môžeme zhrnúť celé obdobie nasledovne:

- Vznik témy diplomovej práce: jún 2019
- Vypracovanie štruktúry diplomovej práce a stanovenie cieľa: júl 2019
- Štúdium odbornej literatúry: august 2019 - december 2019
- Zabezpečenie materiálov pre výskumnú časť diplomovej práce (drevené vzorky, syntetické živice): január 2020 - marec 2020
- Realizácia výskumu: apríl 2020 – jún 2020
- Vyhodnotenie výskumu, odporúčania pre prax a záver: júl 2020 – august 2020

4.3 Pozorovacie a meracie nástroje

V našom výskume budú použité nasledujúce pozorovacie a meracie metódy:

- **Pozorovanie** voľným okom zamerané na viditeľné zmeny, ktoré nastali na drevených vzorkách po použití živíc.
- **Váha:** váženie vzoriek drieb pred a po petrifikácii. Dôležitou súčasťou merania je váženie, ktoré budeme realizovať digitálnou miligramovou váhou na určenie hmotnosti drevených vzoriek. Váha jednotlivých vzoriek bude zaznamenávaná v grafoch ako váha pred a po impregnácii. Týmto meraním zistíme u každej vzorky zostatok živice po vyschnutí a pri výraznom zaťažení vzorky, zistenie dobrej penetrácie živíc.
- **Deštruktívny prieskum** - estetická farebnosť dreva a syntetických živíc v koncentráciách rozpúšťadiel, porovnávanie stav pred a stav po impregnácii, pozorovanie stmavnutia povrchu.
- **Prístroj Dino-lite mikroskop** : týmto mikroskopom nasnímame zopár fotiek na vzorkách stav pred na zistenie prasklín a výletových otvorov s chodbičkami či sa vyplnia a zostane vyplnené látkami živíc. Po impregnácii budeme zisťovať, či všetky prasklinky boli vyplnené živicom a do akej miery je živica schopná úplnej penetrácie do vzorky.
- **Tvrdosť a pevnosť:** meranie na určenie tvrdosti, základná problematika drevených plastík, aby bolo drevo po impregnácii stabilné a malo určitú mieru tvrdosti.
- **Výpočet obsahu objemu živíc v dreve:** týmto meraním stanovíme finálny obsah živíc v dreve výpočtom váhou pred a váhou po. Tento výpočet bude spracovaný samostane .

4.4 Charakteristika drevených vzoriek a realizácia impregnácie

Pre náš praktický výskum a overenie pôsobenia syntetických živíc, sme vybrali vzorky drieb, ktoré sa najčastejšie používajú v oblasti drevených plastík. Konkrétne sa jedná o listnaté drevo - lipa a orech. Každý kus dreva je dokonale vysušený, poškodený, niektoré časti v štádiu rozkladu. Jednotlivé vzorky majú menší počet výletových

otvorov po drevokaznom hmyze. Konkrétne drevené vzorky sme našli v skladoch, kde v suchom prostredí boli uložené dlhé roky. Pre ideálne vzorky dreva pre účely experimentu petrifikovania živcami je potrebné zvýšiť molekulovú koncentráciu živíc v dreva. Pri riedení treba použiť čo najmenší podiel uhl'ovodíku. Vybrali sme preto najvhodnejší spôsob aplikácie a to ponorom po dobu 24 hodín a vákuovú impregnáciu pomocou igelitovej fólie.

Vzorky pred impregnáciou živcami č.1 :

1 A – vzorka orech, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, polovysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, s čiastočnou polychrómiou na jednej bočnej stene. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Ethyl-Methacrylat Copolymer (Paraloid B 72 s 10 % koncentráciou so xylénom.) (obrázok č.)

1 B – vzorka orech, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, vysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, s čiastočnou polychrómiou na jednej bočnej stene. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Methyl-Methacrylat-Copolymer (Paraloid B 82 s 20% koncentráciou Ethanolu s destilovanou vodou 9:1) (obrázok č.)

1 C - vzorka orech, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, vysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Pri tejto vzorke sme zvolili uhl'ovodíkovú živicu (Regalrez 1094 s 20% koncentráciou so xylénom) (obrázok č.)

1 D - vzorka orech, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, vysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme kopolymer butylmethakrylátu a metylmetakrylátu (Solakryl BMX v pomere 1:4 riedený v xyléne). (obrázok č.)

1 E - vzorka orech, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, polovysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, s čiastočnou polychrómiou na jednej bočnej stene. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Poly (butyl) methakrylát (Solakryl BT-55 v pomere 1:4 riedený s toluénom) (obrázok č.)

1 F - vzorka orech, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, vysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, s čiastočnou polychrómiou na jednej bočnej stene. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Iso-Butyl-Methacrylat polymer (Paraloid B 67 v 20% koncentrácií v toluénu.) (obrázok č.)

1 G - vzorka orech, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, polovysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, s čiastočnou polychrómiou na jednej bočnej stene. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Pri tejto vzorke použijeme (Regalrez 1126 s 20 % koncentráciou vo white spirite.) (obrázok č.)

1 H - vzorka orech, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, vysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, s čiastočnou polychrómiou na jednej bočnej stene. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude napúšťaná epoxidovou živicom pomocou tlaku. Pri tejto vzorke som si vybral 2 hydroxyethyl-methakrylát, 1,4-Butanediol dimethacrylate, butyl-methakrylát (Veropal WSB A s aktivátorom stabilizačnej živice v pomere ?) (obrázok č.)

Vzorky pred impregnáciou živicami č.2 :

2 A - vzorka lipa, o rozmeroch 4x3 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov s chodbičkami, priečneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Methyl-Methacrylat-Copolymer (Paraloid B 48N v 20% koncentrácií v toluéne) (obrázok č.)

2 B - vzorka lipa, o rozmeroch 6x5 cm, narušené, vysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, priečneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Ethyl-Methacrylat Copolymer (Paraloid B 72 v 10 % koncentrácií v xyléne) (obrázok č.)

2 C - vzorka lipa, o rozmeroch 4x4 cm, narušené, vysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, priečneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Methyl-Methacrylat-Copolymer (Paraloid B 44 v 20% koncentrácií v toluéne.) (obrázok č.)

2 D - vzorka lipa, o rozmeroch 3x4 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, priečného rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Poly (butyl methakrylát) (Solakryl BX v pomere 1:4 riedený so xylénom) (obrázok č.)

2 E - vzorka lipa, o rozmeroch 4x4 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, priečného rezu, s čiastočnou polychrómiou na jednej bočnej stene. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme akrýlátový kopolymer (Lascaux Resin 550/675 s 20 % koncentráciou v lakovom benzíne) (obrázok č.)

2 F - vzorka lipa, o rozmeroch 6x6 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, priečného rezu bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme 4,4'-isopropylidenedicyclohexanol, oligomeric reaction products with 1 chloro-2,3-epoxypropane, 1,4butandiol-digycidelether (Veropal WSB E v pomere 100:40 s aktivátorom stabilizačnej živice). (obrázok č.)

Vzorky pred impregnáciou živicami č.3 :

3 A – vzorka lipa, ornament zo zdobného rámu, rozmerov 9x14 cm, narušené, vysušené až rozpadnuté drevo s výrazným počtom výletových otvorov, priečného rezu, s jednostrannou polychrómiou. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná tlakom vo fólii. Použijeme Iso-Butyl-Methakrylát Polymer (Paraloid B 67 v 20% koncentracií s toluénom) (obrázok č.)

3 B - vzorka lipa, ornament zo zdobného rámu, rozmerov 6x3 cm, narušené, vysušené až rozpadnuté drevo s výrazným počtom výletových otvorov, priečného rezu, s jednostrannou polychrómiou. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná tlakom vo fólii. Použijeme alifatickú uhľovodíkovú živicu (Regalrez 1126 v 20% koncentracií vo white spirite) (obrázok č.)

3 C - vzorka lipa, ornament zo zdobného rámu, rozmerov 9x8 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, priečného rezu, s jednostrannou polychrómiou. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7

dní. Táto vzorka bude petrifikovaná tlakom vo fólii. Použijeme Poly (butyl methakrylát) (Solakryl BT-55 v pomere 1:4 riedený toluéne) (obrázok č.)

3 D - vzorka lipa, ornament zo zdobného rámu, rozmerov 8x5 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, priečneho rezu, s jednostrannou polychrómiou. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná tlakom vo fólii. Použijeme Poly(butyl methakrylát) (Solakryl BX v pomere 1:4 riedený v xyléne) (obrázok č.)

3 E - vzorka lipa, ornament zo zdobného rámu, rozmerov 9x4 cm, narušené, vysušené drevo bez počtu výletových otvorov, radiálneho rezu, s jednostrannou polychrómiou. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná tlakom vo fólii. Použijeme Methyl-Methacrylat-Copolymer (Paraloid B 82 s 20% koncentráciou ethanolu+dest.voda 9:1) (obrázok č.)

3 F - vzorka lipa, ornament zo zdobného rámu, rozmerov 8x6 cm, narušené, vysušené drevo s menším počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, s jednostrannou polychrómiou. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná tlakom vo fólii. Použijeme nepolárnu uhl'ovodíkovú živicu (Regalrez 1094 s 20% koncentráciou v xyléne). (obrázok č.)

Vzorky pred impregnáciou živicami č.4:

4 A - vzorka topol', rozmerov 10x10 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov a prasklín, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme kopolymer butylmetakrylátu a metylmetakrylátu (Solakryl BMX v pomere 1:4 riedené xylénom) (obrázok č.)

4 B - vzorka topol', rozmerov 10 x11 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov a prasklín, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Methyl-Methacrylat-Copolymer (Paraloid B 44 v 20% koncentrácií s toluénom) (obrázok č.)

4 C - vzorka topol', rozmerov 10 x10 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov a prasklín, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude

petrifikovaná ponorom. Použijeme akrylátový kopolymér (Lascaux resin 550/650 v 20 % koncentrácií s lakovým benzínom) (obrázok č.)

4 D - vzorka topol', rozmerov 11 x 9 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov a prasklín, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme 4,4'-isopropylidenedicyclohexanol, oligomeric reaction products with 1 chloro-2,3-epoxypropane, 1,4butandiol-digycidelether (Veropal WSB E v pomere 100:40 s aktivátorom stabilizačnej živice) (obrázok č.)

4 E - vzorka topol', rozmerov 9 x 9 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov a prasklín, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme ethyl-methacrylat Copolymer (Paraloid B 72 v 10% koncentrácií so xylénom) (obrázok č.)

4 F - vzorka topol', rozmerov 13 x 8 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov a prasklín, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Methyl-methacrylát-Copolymer (Paraloid B 48 N v 25 % koncentrácií s toluénom) (obrázok č.)

Vzorky pred impregnáciou živicami č.5 :

5 A - vzorka smrek, rozmerov 7 x 5 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov a prasklín, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Poly(butyl methakrylát) (Solakryl BT 55 v pomere 1:4 riedený s toluéne) (obrázok č.)

5 B - vzorka smrek, rozmerov 5 x 5 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov a prasklín, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme alifatickú uhl'ovodíkovú živicu (Regalrez 1126 v 20% koncentrácií vo white spirit) (obrázok č.)

5 C - vzorka smrek, rozmerov 6 x 4 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, radiálneho rezu, bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom.

Použijeme 2 hydroxyethyl-methakrylát, 1,4-Butanediol dimethacrylate, butyl-methakrylát (Veropal WSB A s aktivátorom stabilizačnej živice v pomere ?) (obrázok č.)

5 D - vzorka smrek, rozmerov 6 x 5 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, radiálneho rezu bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme Iso-Butyl-Methacrylat Polymer (Paraloid B 67 v 20% koncentrácii riedený s toluénom v pomere 1:4) (obrázok č.)

5 E - vzorka smrek, rozmerov 7 x 5 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, radiálneho rezu bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom.. Použijeme Poly(butyl methakrylát) (Solakryl BX v pomere 1:4 riedený v xyléne) (obrázok č.)

5 F - vzorka smrek, rozmerov 5 x 5 cm, narušené, vysušené drevo s výrazným počtom výletových otvorov, radiálneho rezu bez polychrómie. Vzorka bude kondicionovaná pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C po dobu 7 dní. Táto vzorka bude petrifikovaná ponorom. Použijeme nepolárnu uhľovodíkovú živicu (Regalrez 1094 v 20% koncentracií so xylénom) (obrázok č.)

Do tabuliek sme po uplynutí 7 dní od aplikovania živice zapisovali jednotlivé namerané hodnoty. Ako sme už uviedli pri jednotlivých vzorkách, použili sme petrifikáciu ponorom a petrifikáciu tlakom vo fólii.

Postup rozpúšťania živíc v rozpúšťadlách

Paraloid B72 v xyléne: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to 24 hod. do úplnej premeny na kvapalinu. Následne sa roztok premiešal. Má to priehľadný stav.

Paraloid B82 v ethanole + destil. voda: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to 24 hod. do úplnej premeny na kvapalinu. Následne sa premiešalo. Má to priehľadný stav.

Paraloid B67 v toluéne: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to dobu 24 hod po úplnej premene na kvapalinu. Následne sa premiešalo. Má to priehľadný stav.

Paraloid B44 v toluéne: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to 24 hod. do úplnej premeny na kvapalinu. Následne sa premiešalo. Má to priehľadný stav.

Paraloid B48N v toluéne: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to 24 hod. do úplnej premeny na kvapalinu. Následne sa premiešalo. Má to priehľadný stav.

Regalrez 1126 vo White Spirit: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to 24 hod. do úplnej premeny na kvapalinu. Následne sa premiešalo. Má to priehľadný stav.

Regalrez 1094 v xyléne: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to 24 hod. do úplnej premeny na kvapalinu. Následne sa premiešalo. Má to priehľadný stav.

Solakryl BMX v xyléne: Táto živica ako kúpený prostriedok bol vopred rozriedený 56% Solakryl a 49% xylénu, podľa reštaur. štúdií o dobrej penetrácii som to rozriedil v xyléne v pomere 1:4. Bol rozpustný hneď po zamiešaní. Má to priehľadný stav.

Solakryl BT55 v toluéne: Táto živica ako kúpený prostriedok bol vopred rozriedený 56% Solakryl a 49% xylénu, podľa reštaur. štúdií o dobrej penetrácii som to rozriedil v xyléne v pomere 1:4. Bol rozpustný hneď po zamiešaní. Má to priehľadný stav.

Solakryl BX v xyléne: Táto živica ako kúpený prostriedok bol vopred rozriedený 56% Solakryl a 49% xylénu, podľa reštaur. štúdií o dobrej penetrácii som to rozriedil v xyléne v pomere 1:4. Bol rozpustný hneď po zamiešaní. Má to priehľadný stav.

Veropal WSB E druhá zložka Veropal WSB b: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to 24 hod. do úplnej premeny na kvapalinu. Následne sa premiešalo. Má to priehľadný stav.

Veropal WSB A aktivátor stabilizačnej živice: Tento akrylát v granulovom stave bol rozpustený v xyléne. Trvalo to 24 hod. do úplnej premeny na kvapalinu. Následne sa premiešalo. Má to priehľadný stav.

Solakryl BMX v xyléne: Táto živica ako kúpený prostriedok bol vopred rozriedený 40% Solakryl a 60% xylénu, podľa reštaur. štúdií dobrej penetrácii som to rozriedil v xyléne v pomere 1:4. Bol rozpustný hneď po zamiešaní. Má to priehľadný stav.

Solakryl BT55 v toluéne: Táto živica ako kúpený prostriedok bol vopred rozriedený 54% Solakryl a 46% toluénu, podľa reštaur. štúdií v dobrej penetrácii som to rozriedil v toluéne v pomere 1:4. Bol rozpustný hneď po zamiešaní. Má to priehľadný vzhľad.

Solakryl BX v xyléne: Táto živica ako kúpený prostriedok bol vopred rozriedený 54% Solakryl a 45% xylénu, podľa reštaur. štúdií dobrej penetrácii som to rozriedil v xyléne v pomere 1:4. Bol rozpustný hneď po zamiešaní, je priehľadný.

Veropal WSB E druhá zložka Veropal WSB b: Táto akrylátová nízkoviskózna živica bola rozrobená v pomere 100:40. 100 dielov Veropalu WSB E zložky **a** + 40 dielov Veropalu WSB E zložky **b**. Po zmiešaní živica jemne zhustla v podobe priesvitného gélu.

Veropal WSB A aktivátor stabilizačnej živice: Táto akrylátová nízkoviskózna živica bola rozrobená v pomere 1 litera + 2 g.1 liter kvapalinovej zložky Veropalu WSB A + 2g bieleho prášku aktivátor živice. Po zamiešaní trvalo 2 hod. kým sa aktivátor nerozpustil v druhej zložke. Látka je priehľadná.

Obrázky č.

4 VÝSLEDKY A INTERPRETÁCIA

Vzorky drieb po petrifikácii a hodnotenie akrylátu

1 A – vzorka orech v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dňoch pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán. Polychrómia o pol tóna mierne stmavla až spriehľadnela. Hmota impregnovaného dreva bola dostatočne pevná. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky impregnovanej živice. Vzorka je bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil. Váhový prírastok bol minimálny.

1 B - vzorka orech v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dňoch pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky impregnovanej živice. Vzorka zo zanechaním lesklého filmu na povrchu dreva, objem sa nezväčšil. Váhový prírastok bol výrazne väčší, čo svedčí pri tejto živici o dobrej penetrácii a jej následná údržba hmoty v dreve.

1C - vzorka orech v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dňoch pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky impregnovanej živice. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

1D - vzorka orech v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

1E - vzorka orech v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického

hľadiska mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

1F- vzorka orech v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

1G - vzorka orech v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

1H - vzorka orech v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

Vzorky (stav pred) č.2 :

2 A - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená

obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

2 B - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

2 C - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

2 D - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

2 E - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

2 F - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla.

Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

Vzorky (stav pred) č.3 :

3 A – vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

3 B - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

3 C - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

3 D - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

3 E- vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmaval zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

3 F - vzorka lipa v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmaval zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorku sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

Vzorky (stav pred) č.4 :

4 A - vzorka topol' v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmaval zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

4 B - vzorka topol' v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmaval zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

4 C - vzorka topol' v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmaval zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou

hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

4 D - vzorka topol' v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

4 E - vzorka topol' v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

4 F - vzorka topol' v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

Vzorky (stav pred) č.5 :

5 A - vzorka smrek v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená

a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

5 B - vzorka smrek v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

5 C - vzorka smrek v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

5 D - vzorka smrek v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

5 E - vzorka smrek v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla. Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

5 F - vzorka smrek v rozmeroch 6x5 cm. Jej doba schnutia po 7 dní pri vlhkosti 66 % a teplote 25 °C. Vzorka bola ponorená po dobu 24 hod. Po jej zaschnutí s estetického hľadiska povrch mierne stmavol zo všetkých strán, na váhe svojou molekulovou hmotnosťou monomérov trochu pribralo. Polychrómia podobne o pol tóna stmavla.

Hrany vzorky sa jemne drobili. Jej vnútorná stavba je po rozrezaní dostatočne spevnená a celá naplnená obsahom zložky Paraloidu B72. Vzorka bez povrchového lesklého filmu, objem sa nezväčšil.

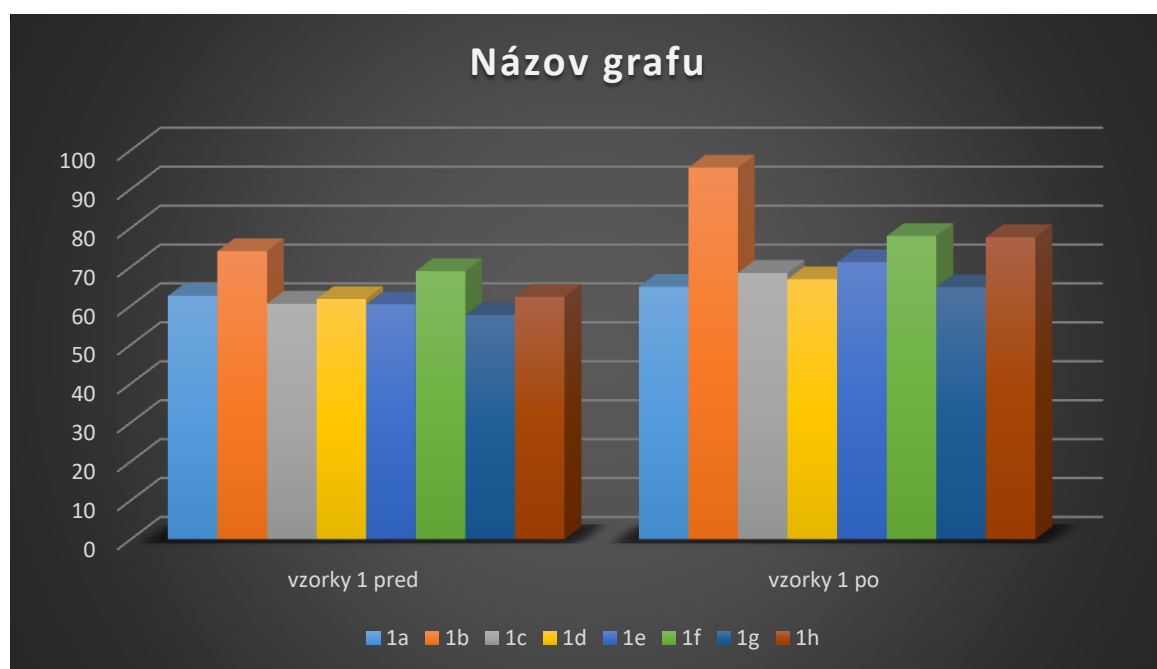
Tabuľka č.1 – Príprava živíc

Živica	Rozpúšťadlo (pomer)	Obsah sušiny (hm%)	Doba a teplota tuhnutia	Doba rozpustnosti
Paraloid B-72	10 % xylén (10g na 100 ml)	7%	7 dní 20°C	24 hod.
Paraloid B-82	20 % ethanol+dest.v. (9:1) (20g na 100 ml)	7%	7 dní 20°C	24 hod.
Paraloid B-44	20 % toluén (20g na 100 ml)	7%	7 dní 20°C	24 hod.
Paraloid B-48N	25 % toluén (25g na 100 ml)	10%	7 dní 20°C	24 hod.
Paraloid B-67	20 % toluén (20g na 100 ml)	10%	7 dní 20°C	24 hod.
Regalrez 1126	20 % white spirit (20g na 100 ml)	10%	7 dní 20°C	24 hod.
Regalrez 1094	20 % xylén (20g na 100 ml)	10%	7 dní 20°C	24 hod.
Solakryl BMX	1:4 xylén	10%	7 dní 20°C	ihneď
Solakryl BT-55	1:2 toluén	7%	7 dní 20°C	ihneď
Solakryl BX	1:4 xylén	8%	7 dní 20°C	ihneď
Veropal WSB E	100:40	10%	2 hod. 85°C	ihneď
Veropal WSB A	1l+2g aktivátora	10%	2 hod. 85°C	ihneď
Lascaux resin	20 % lakový benzín (20g na 100 ml)	10%	7 dní 20°C	24 hod.

Tabuľka č.2 – Hmotnosť vzoriek pred a po impregnácii v g

	1vzorka orech		2vzorka lipa		3vzorka lipa		4vzorka topol'		5vzorka smrek	
Pred	1a	62,56	2a	17,24	3a	43,83	4a	65,89	5a	29,42
Po	1a	64,91	2a	22,05	3a	56,98	4a	77,98	5a	57,67
Pred	1b	74,07	2b	30,69	3b	6,87	4b	74,02	5b	19,46
Po	1b	95,52	2b	33,02	3b	8,41	4b	80,18	5b	23,87
Pred	1c	60,57	2c	16,02	3c	41,72	4c	71,77	5c	22,08
Po	1c	68,48	2c	18,27	3c	52,73	4c	82,97	5c	43,77
Pred	1d	61,78	2d	14,30	3d	21,51	4d	64,25	5d	18,75
Po	1d	66,84	2d	17,37	3d	24,86	4d	121,90	5d	23,73
Pred	1e	60,40	2e	16,10	3e	20,93	4e	48,55	5e	37,60
Po	1e	71,22	2e	33,09	3e	22,35	4e	85,34	5e	43,75
Pred	1f	68,92	2f	31,58	3f	19,76	4f	36,24	5f	9,22
Po	1f	77,96	2f	51,88	3f	23,16	4f	49,11	5f	11,35
Pred	1g	57,63								
Po	1g	64,81								
Pred	1h	62,34								
Po	1h	77,63								

Graf č.2 - Hmotnosť vzoriek skupiny A pred a po impregnácii v g



Ako vyplýva z tabuľky, u každej vzorky došlo k zvýšeniu hmotnosti po impregnácii syntetickej živice. Pre lepšiu orientáciu sme hmotnosti vzoriek zo skupiny A spracovali aj do grafickej podoby. Tu jasne môžeme pozorovať nárast hmotnosti.

Výpočet obsahu objemu molekulových monomérov v drevených vzorkách po impregnácii živcami :

Stanovenie obsahu petrifikačnej živice v dreve : Obsah impregnačnej látky bol stanovený vážením vzoriek v rozličných rozmeroch pri všetkých typoch drev pred a po impregnácii. Obsah impregnačnej látky v dreve bol vypočítaný podľa vzťahu:

Obsah = $\text{con} \cdot [(g(1) - g(0))] \text{ v } \%$, kde **$g(0)$... hmotnosť vzorky pred impregnáciou**
 $g(1)$... hmotnosť vzorky po impregnácii,
con ... koncentrácia impregnačného

roztoku

1A – vzorka orech : obsah monomérov : 2,35 g

1B – vzorka lipa: obsah monomerov : 21,25 g

1C – vzorka lipa: obsah monomerov : 7,91 g

1D – vzorka lipa: obsah monomerov : 5,06 g

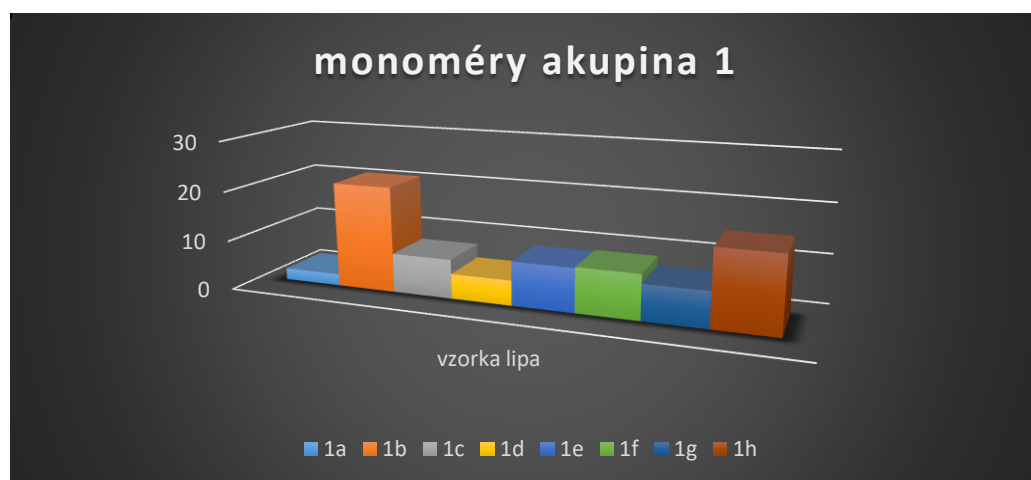
1E – vzorka lipa: obsah monomerov : 8,82 g

1F – vzorka lipa: obsah monomerov : 9,04 g

1G – vzorka lipa: obsah monomerov : 7,18 g

1H – vzorka lipa: obsah monomerov : 15,29 g

Graf č.3 – Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 1



Ako vyplýva z grafu č.3, najviac monomérov obsahuje vzorka 1b a najmenej monomérov vzorka 1a.

2A – vzorka lipa: obsah monomerov : 4,81 g

2B – vzorka lipa: obsah monomerov : 2,33 g

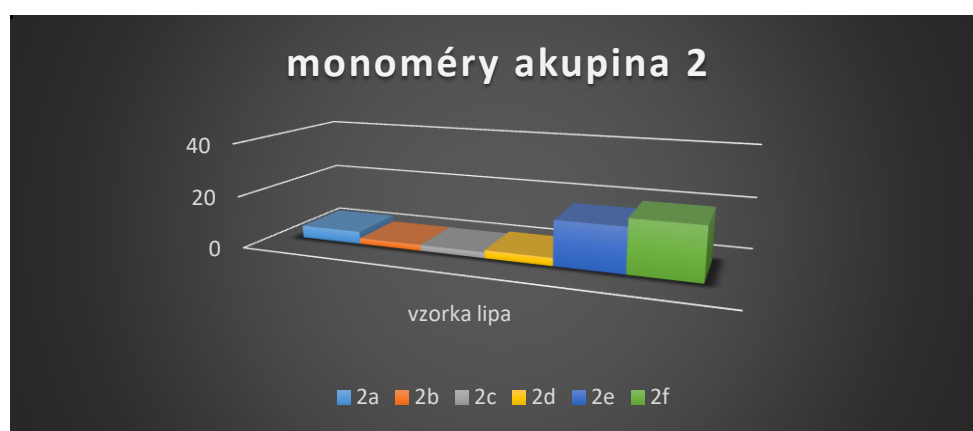
2C – vzorka lipa: obsah monomerov : 2,25 g

2D – vzorka lipa: obsah monomerov : 3,07 g

2E – vzorka lipa: obsah monomerov : 16,99 g

2F – vzorka lipa: obsah monomerov : 20,03 g

Graf č.4 – Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 2



Ako vyplýva z grafu č.4, najviac monomérov obsahuje vzorka 2f a najmenej monomérov vzorka 2c.

3A – vzorka lipa: obsah monomerov : 6,85 g

3B – vzorka lipa: obsah monomerov : 1,54 g

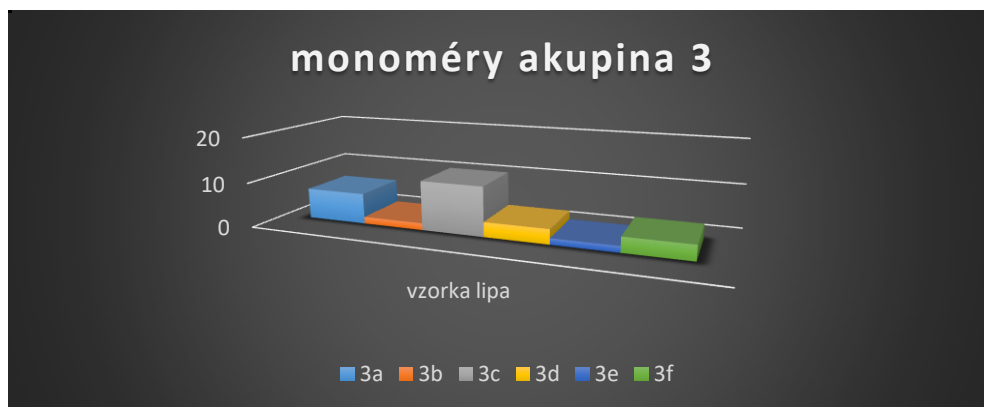
3C – vzorka lipa: obsah monomerov : 11,01 g

3D – vzorka lipa: obsah monomerov : 3,35 g

3E – vzorka lipa: obsah monomerov : 1,42 g

3F – vzorka lipa: obsah monomerov : 3,40 g

Graf č.5 – Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 3



Ako vyplýva z grafu č.5, najviac monomérov obsahuje vzorka 3c a najmenej monomérov vzorka 3e.

4A – vzorka topol': obsah monomerov : 12,09 g

4B – vzorka lipa: obsah monomerov : 6,16 g

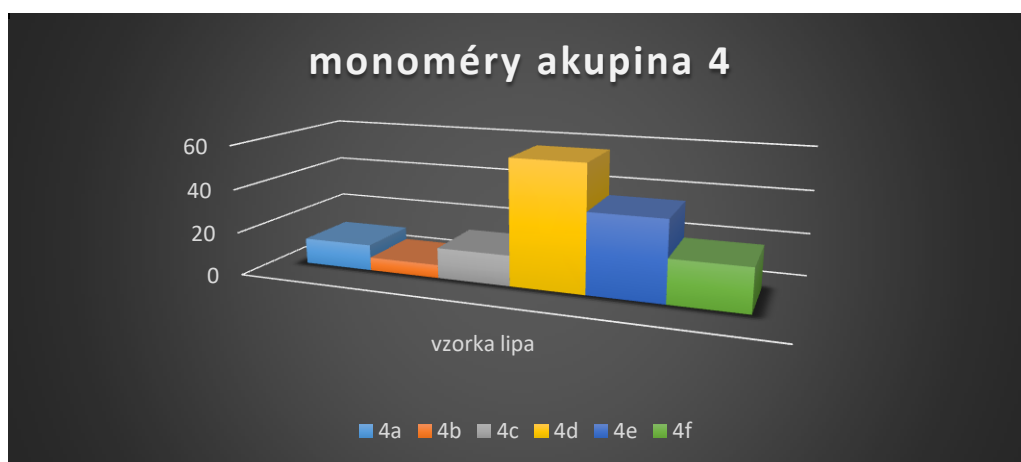
4C – vzorka lipa: obsah monomerov : 14,20 g

4D – vzorka lipa: obsah monomerov : 57,65 g

4E – vzorka lipa: obsah monomerov : 36,81 g

4F – vzorka lipa: obsah monomerov : 12,87 g

Graf č.6 – Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 4



Ako vyplýva z grafu č.6, najviac monomérov obsahuje vzorka 4d a najmenej monomérov vzorka 4b.

5A – vzorka smrek: obsah monomerov : 8,25 g

5B – vzorka smrek: obsah monomerov : 4,41 g

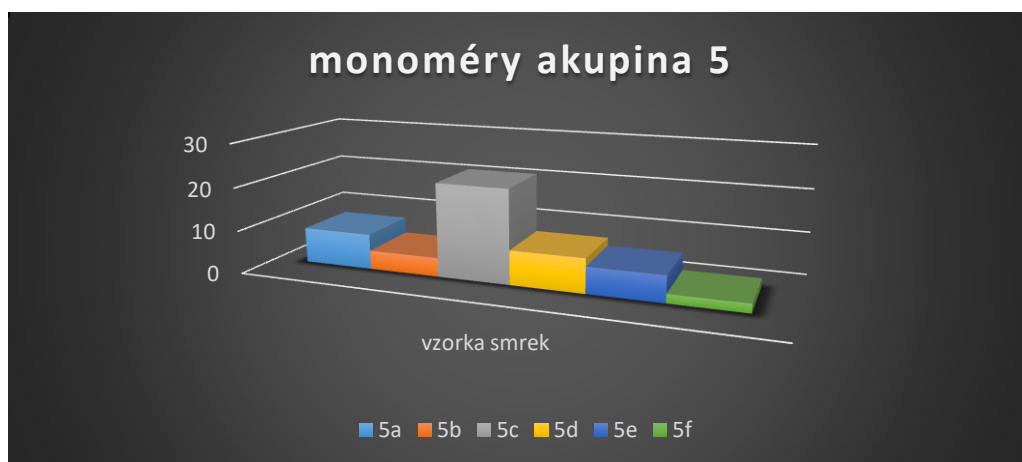
5C – vzorka smrek: obsah monomerov : 21,69 g

5D – vzorka smrek: obsah monomerov : 7,98 g

5E – vzorka smrek: obsah monomerov : 6,15 g

5F – vzorka smrek: obsah monomerov : 2,13

Graf č.7 – Obsah monomérov vo vzorkách skupiny 5



Ako vyplýva z grafu č.7, najviac monomérov obsahuje vzorka 5c a najmenej monomérov vzorka 5f.

5 VÝSLEDKY A INTERPRETÁCIA

5.1 Záverečné zhodnotenie projektu impregnácie

Namerané výsledky nie sú postačujúce, aby bolo možné vyvodiť jednoznačné závery o výhodách či nevýhodách impregnačných syntetických živíc. Som si vedomý toho, že je potrebné túto prácu doplniť o ďalšie experimentálne skúšky, ktoré by boli zamerané na podrobnejšie zhodnotenie jednotlivých vlastností syntetických živíc.

Na základe získaných výsledkov sa dá konštatovať, že všetky použité roztoky impregnovaných živíc splnili spevnenie dreva, ktoré sme realizovali na drevených vzorkách rôznych druhov drev.

- zvýšili odolnosť proti objemovému bobtnaniu
- zvýšili odolnosť proti vlhnutiu
- nespôsobili výraznú zmenu polychrómie

Žiadna z použitých impregnačných látok nezhoršovala fyzikálne vlastnosti dreva.

Pri porovnávaní estetického vzhľadu jednotlivých vzoriek po impregnácii bolo zistené, že celý rad živíc spôsobil jemné stmavnutie povrchu vzorky.

Pomocou mikroskopu sme zistili, že nie všetky vzorky boli dostatočne vyplnené roztokom. Teda, nie všetky medzery a praskliny boli vyplnené živicom. To naznačovalo schopnosť živice prenikať do dreva, čo je veľmi dôležité pri impregnácii plastiky.

Vážením sme zisťovali, koľko živice sa dobre penetrovalo do dreva. Konkrétne sa dobre penetrovali vzorky: 1B,2E,2F,3C,4D,4E,5C.

Pri reštaurovaní polychromovanej plastiky je dôležité, aby drevo malo po impregnácii živicom stabilitu a určitú mieru tvrdosti. Pri všetkých vzorkách boli dreva dostatočne spevnené, pri niektorých vytvrdlé, ako pri vzorkách 4D, 4E, 1H, ktoré boli petrifikované Veropalom WSB E a Veropalom WSB A. Tieto akrylátové nízkoviskózne živice nedoporučujem, praktizuje sa pri nich iný postup impregnácie než u ostatných vzoriek. Pri vytvrzovaní je potrebná aktivácia tepla nad 85 stupňov, čo už drevo mierne poškodzuje, mení jeho charakter, objem a výrazne klesá váhou dole.

4.1 Odporúčania pre prax

Na základe výsledkov vzoriek po aplikácií ponorom petrifikovania, sú syntetické živice všestranné. Majú široké uplatnenie v odbore reštaurovania nielen pri konsolidácii drev, ale ako prímiesy do médií, rozpúšťadiel, na maľovanie, na lepenie skla, keramiky atď. Podstatnou vlastnosťou u týchto syntetických živíc je mať výborné prenikanie monomérov do dreva pri impregnácií, mať nízku molárnu hmotnosť, porovnateľnú s rozpúšťadlami. Pri tmavnutí povrchu vzoriek sa doporučuje vo všetkých akrylátových živiciach vyvážiť stred koncentrácie s rozpúšťadlom. Medzi cca 10 až 35 % koncentrácií s polárnymi uhl'ovodíkmi, ktoré sú dobre penetrujúce ako xylén, toluén, alkoholy, ketony. Z mojich experimentov sa osvedčila sada kopolymerv a polymerv (všetky Paraloidi) v koncentráciach s toluénom a xylénom v 20%, ako najvyššia relatívna koncentrácia vo vzdialenosti do 10 mm, od vonkajšieho okraja dreva a tak ostáva tento obsah približne konštantný. Táto zvýšená koncentrácia akrylátov (kopolymerv a polymerv) na okrajoch vzoriek je spôsobená spätnou migráciou polymerv s rozpúšťadlom k povrchu dreva pri jeho vysušení. Moje experimenty nedokážu vyvodiť presný typ syntetických živíc na splnenie všetkých konzervatívnych bodov, preto je potrebné pri každom konsolidovaní dreva realizovať dopredu skúšku. Bohužiaľ ani jedna zo živíc ako samotný produkt nedokáže splniť a prinavrátiť všetky vlastnosti dreva. Preto je potrebné s nimi experimentovať, meniť koncentrácie a vedecky skúmať celý proces petrifikovania.

Doporučujem na najlepšie možné zachovanie polychromovaných plastík použiť kombináciu viacerých syntetických živíc, u ktorých je nutné realizovať vopred skúšky, aby nedošlo k poškodeniu plastiky.

ZÁVER

Toto diplomovou prácou sme sa snažili prispieť do problematiky reštaurovania polychromovanej plastiky. Náš geografický región je ozaj bohatý na množstvo pamiatok, ktoré zub času neúprosne nahľadáva. Nie je tomu inak ani pri plastikách, kde základom pre ich vznik bolo drevo ako najstarší prírodný materiál. To je však po čase vystavené rôznym vplyvom ako parazity, plesne, poškodenia, vlhko a podobne. Je našou povinnosťou ako umelcov zachovať čo najviac z nášho dedičstva pre budúce generácie. V tejto práci ponúkame teoretický pohľad na plastiky, drevo, impregnáciu i vlastnosti a druhy živíc. Prakticky sme sa snažili zistiť podrobnejšie vlastnosti syntetických živíc, ktoré sa najčastejšie používajú pri samotnom reštaurovaní umeleckých diel. Veríme, že aj tou troškou sme prispeli k danej problematike, aj keď sme si vedomí, že je potrebné sa ešte podrobnejšie venovať skúmaniu pôsobenia živíc v dreve, aby sa čo najviac zachovalo poškodené dielo.

Naša história je prezentovaná vo veľkej miere umeleckými dielami. Ak si tie nezachováme pre budúce generácie, nečaká nás ani žiadna budúcnosť.

ZOZNAM POUŽITÉJ LITERATURY:

1. CÍLOVÁ Z., SVOBODOVÁ L. 2011. *Hodnocení vývoje materiálu a technik používaných při restaurování a konzervování skla na příkladu rekonzervačního zásahu*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2011.
2. KOLEKTÍV AUTOROV, 1998. *Sborník konzervatorského a restauratorského semináře*. Kopřivnice: 1998, ISSN 1212-2742, s.113-122.
3. KUČEROVÁ I., KOUBCOVÁ J. 1971. *Studium prostředků používaných pro zpevňování dřeva metodou vakuové impregnace*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1971, s.93-101
4. NEUVIRT J. 2000. *Chování dřevitých papírů*. Praha: Seminář restaurátorů a historiků Litoměřice 2000, s.15.
5. OHLÍDALOVÁ M., KUČEROVÁ I. 2005. *Identifikace akrylátu ve dřevě metodami molekulové spektroskopie*. Praha: Univerzita Pardubice, 2005. ISBN 80-7194-762-8.
6. OKRUCKÝ J., KAUTMAN V. 1984. *Výtvarník a dřevo*. Praha: 1984. ISBN 80-08-00247-6, s.35.
7. PAVLÍKOVÁ M. 2016. *Polychromovaná sochárska díla*. Praha: 2016, s.220-242.
8. ZELINGER J., ŠIMUNKOVÁ E., KOTLÍK P., HEIDINGSFELD V. 1976. *Chemické problémy restaurování uměleckých děl*. Praha: VŠCHT, 1976, s.1-29
9. AKRMAN, J., BAYER, K., DOUBRAVOVÁ, K., HORÁLEK, J., KOTLÍK, P., KUBÁČ, L. 2014. *Akrylátové kopolymery*. Dostupné na internetu: <https://adoc.tips/akrylatove-kopolymery-jako-mona-ochrana-proti-uv-zafien.html> , 28.4.2020
10. ARTPROTECT, 2020. Dostupné na internetu: <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/> , 2.5.2020
11. CÍLOVÁ, Z. SVOBODOVÁ, L. 2011. *Archeologický ústav AV ČR Praha*. Dostupné na internetu: https://www.academia.edu/10229983/Hodnocen%C3%AD_v%C3%BDvoje_materi%C3%A1l%C5%AF_a_tech_nik_pou%C5%BE%C3%ADvan%C3%BDch_p%C5%99i_restaurov%C3%A1n%C3%AD_a_konzervov%C3%A1n%C3%AD_skla_na_p%C5%99%C3%ADkladu_rekonzerva%C4%8Dn%C3%ADho_z%C3%A1sahu , 26.4.2020

12. Čirá epoxidová pryskyřice Veropal. 2020. Dostupné na internete: <https://www.synpo.cz/cira-epoxidova-pryskyrice-veropal/> , 25.3.2020
13. DVOŘÁK P. 2017. Regalrez. Dostupné na internete: <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/regalrez/> , 23.3.2020
14. DVOŘÁK P. 2017. Pojiva, lepidla, suroviny. Dostupné na internete: <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/lascaux/> , 20.3.2020
15. DVOŘÁK P. 2017. Dostupné na internete: <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/paraloid/> , 25.4.2020
16. DVOŘÁK P. 2017. Dostupné na internete: <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/paraloid/> , 21.4.2020
17. DVOŘÁK P. 2017. Dostupné na internete: <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/regalrez/> , 27.4.2020
18. Informační systém Masarykovy univerzity, 2014. Dostupné na internete: https://is.muni.cz/el/1431/podzim2009/C4120/MakromolekularniChemie_09.pdf , 23.4.2020
19. Kamenné drevo. 2020. Dostupné na internete: https://cs.wikipedia.org/wiki/Zkamen%C4%9Bl%C3%A9_d%C5%99evo , 13.3.2020
20. Ochrana dřeva. Technologické postupy impregnace dřeva proti biotickým škůdcům. Dostupné na internete: http://drevari.humlak.cz/data_web/Data_skola/HUdreva/7.pdf , 20.2.2020
21. Polychromia. 2020. Dostupné na internete: <http://www.umeleckadielna.sk/polychromia.html> , 15.8.2020
22. Solakryl. 2017. Dostupné na internete: <http://www.solakryl.cz/> , 20.4.2020
23. Solakryl. 2017. Dostupné na internete: <http://www.konzulta.sk/Dokumenty/Draslovka-solakryl/Solakryl-INFO.pdf> , 30.4.2020
24. Solakryl. 2017. Dostupné na internete: <http://www.solakryl.cz/content/files/Reference/ak-soch-Petr-Skala.pdf> , 24.4.2020
25. SYNPO. 2012. Dostupné na internete: <https://synpo.cz/files/200000244-77735786e1/tl-veropal-d-709.pdf> , 28.4.2020

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č.1 - Živice

Príloha č.2 - Drevené vzorky

Príloha č.3 - Impregnácia vzoriek

Príloha č.4 - Príprava roztokov živíc

Príloha č.5 - Vzorky po impregnácii

Príloha č.1 – Živice



č.1 Paraloid B 44



č.2 Paraloid B 82



č.3 Regalrez 1094



č.4 Paraloid B 72



č.5 Paraloid B 67



č.6 Paraloid B 48 N



č.7 Regalrez 1126



č.8 Solakryl BT 55



č.9 Solakryl BMX



č.10 Solakryl BT 55



č.11 Veropal WSB E

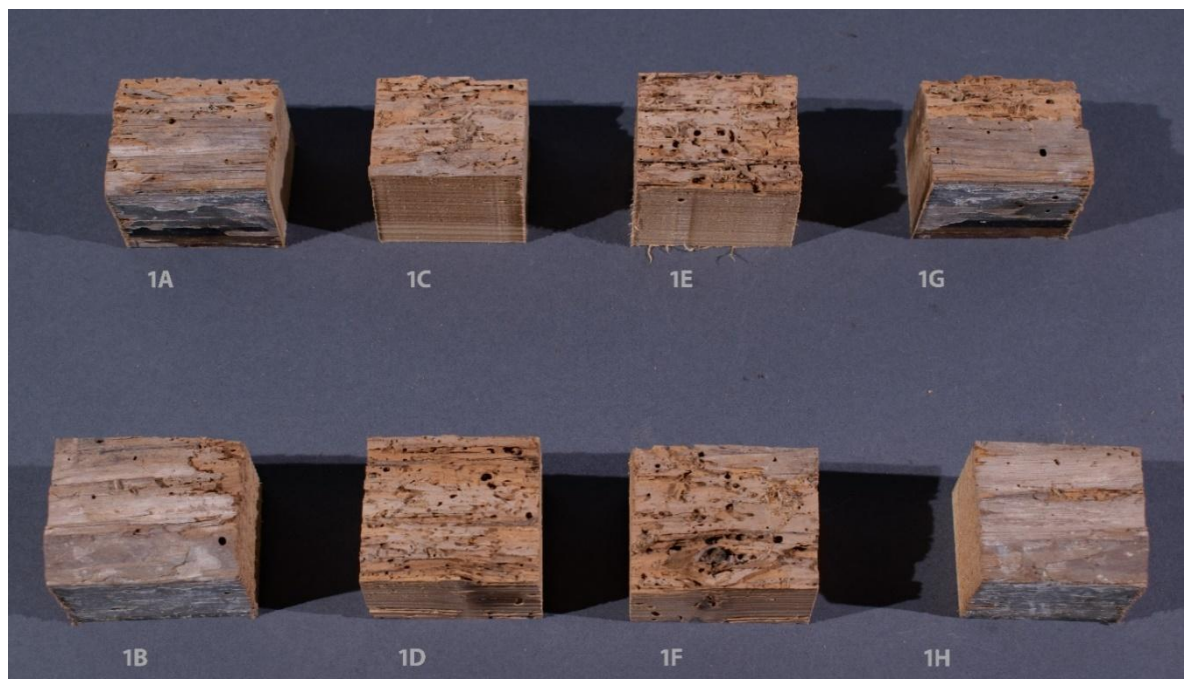


č.12 Veropal WSB-A

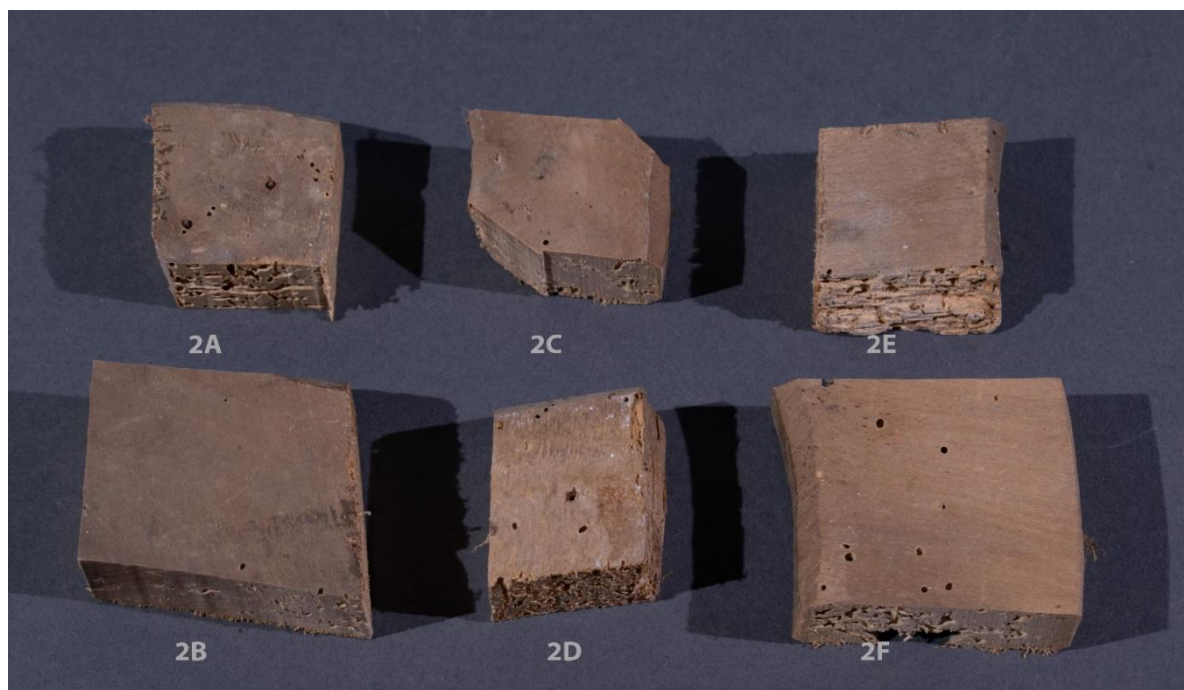


č.13 Veropal WSB-A aktivátor

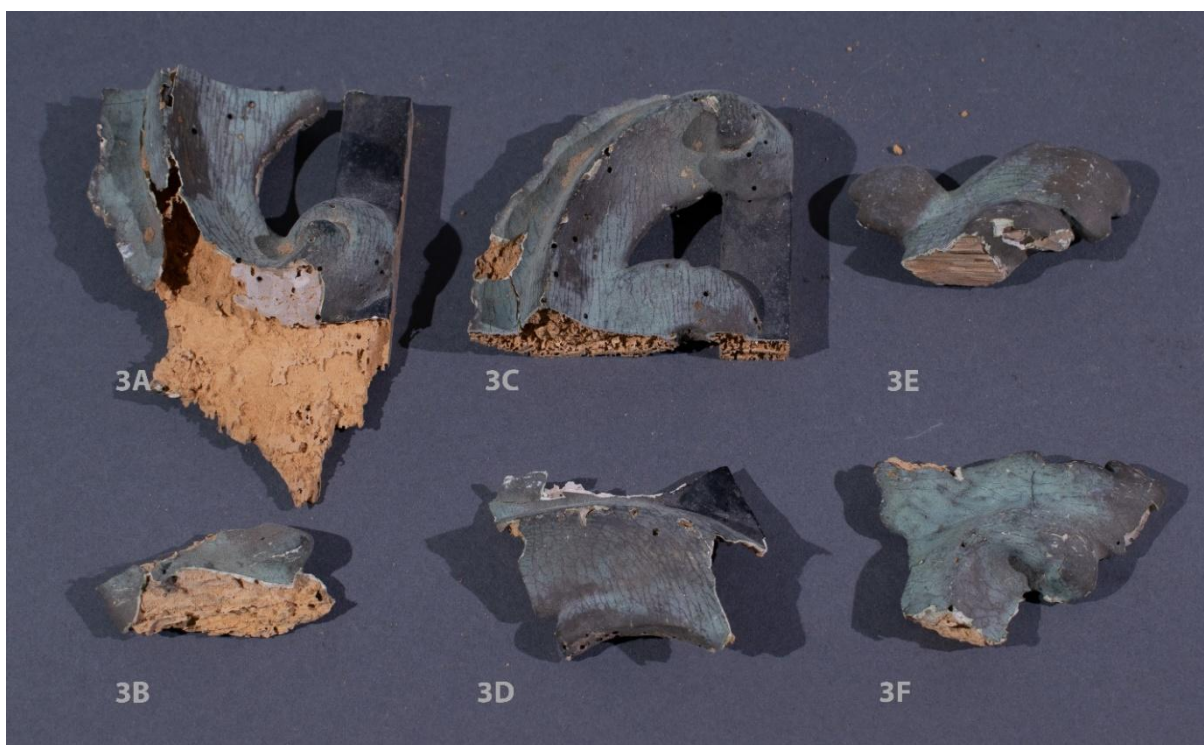
Príloha č.2 – Drevené vzorky



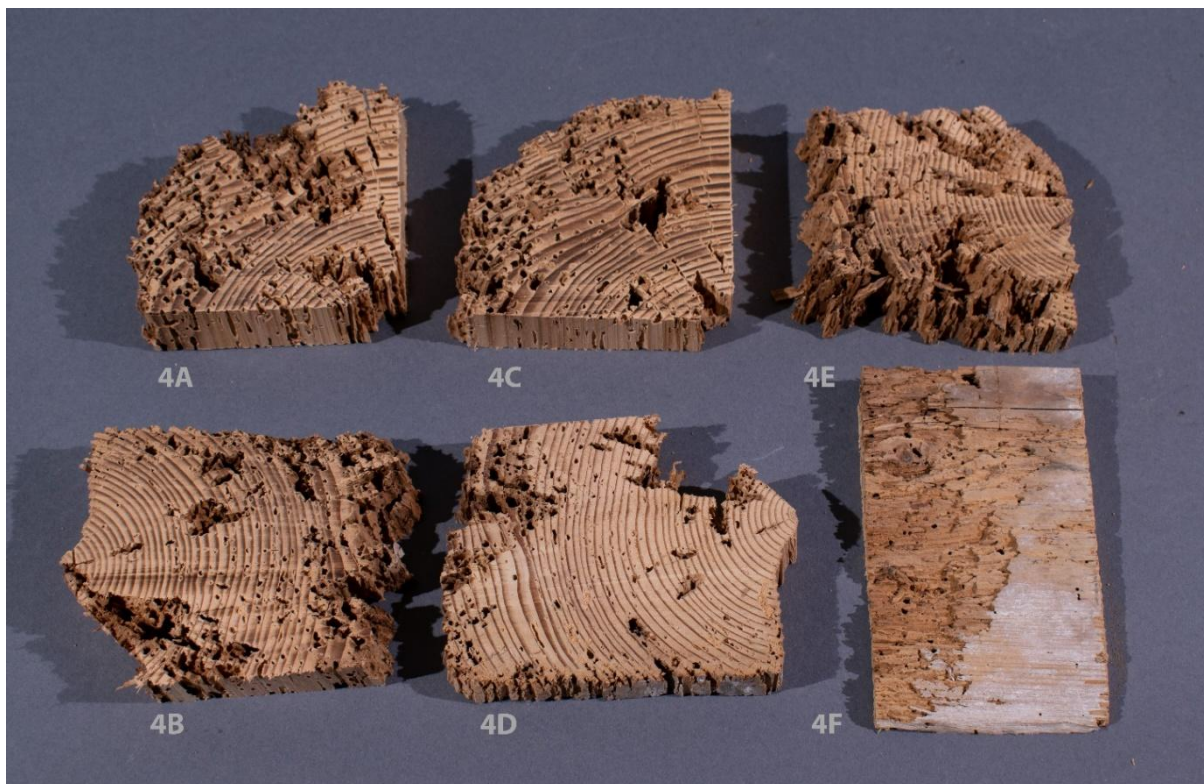
č.14 vzorky drev lipa od 1A až po 1H



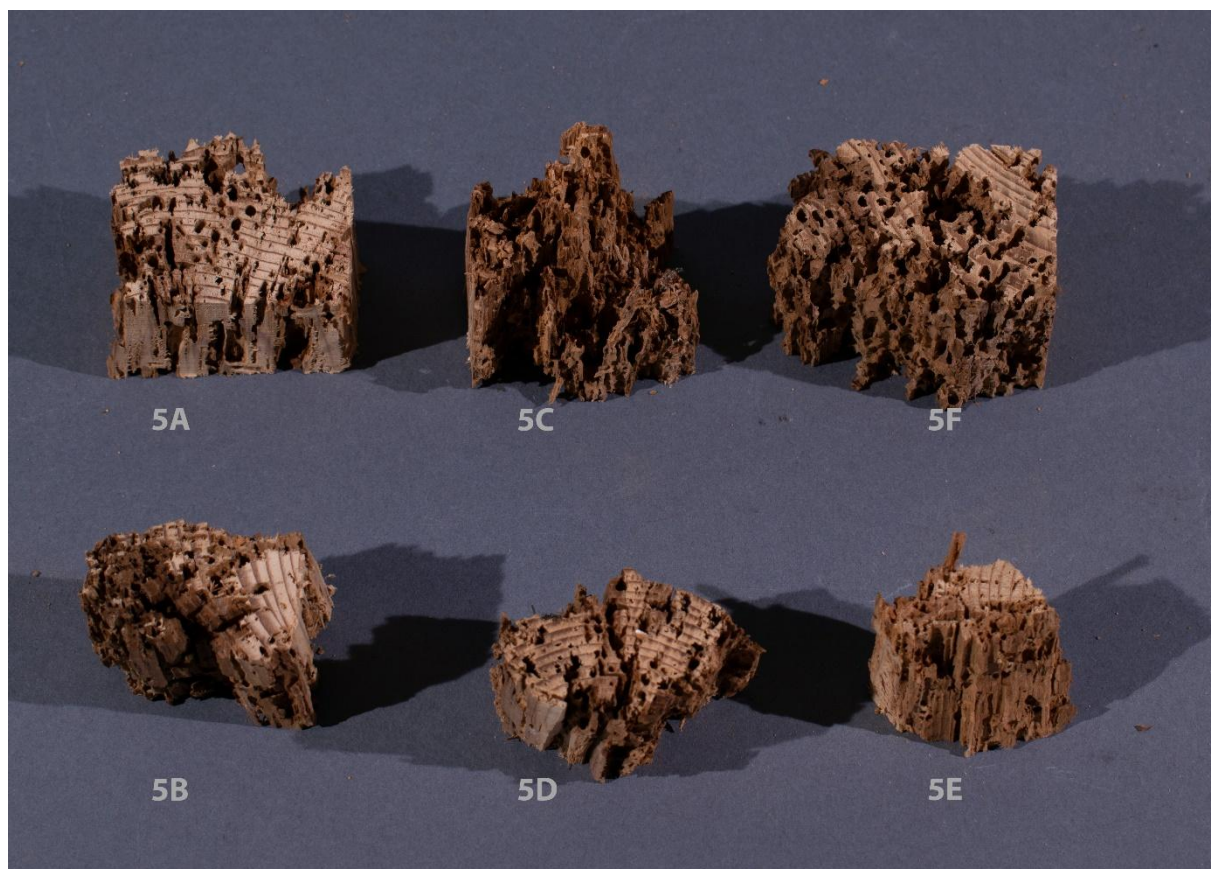
č.15 vzorky drev orech od 2A až po 2F



č.16 vzorky drev lipa od 3A až po 3F



č. 17 vzorky drev javor od 4A až po 4F

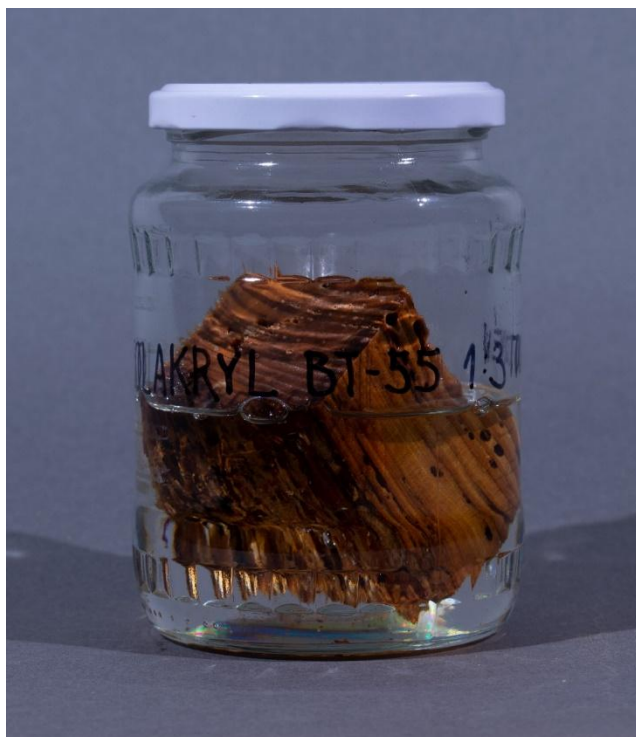


č.18 vzorky drier javor od 5A až po 5E

Príloha č.3 – Impregnácia vzoriek



č.19 – vzorka pred impregnáciou 1a



č.20 impregnovanie vzorky ponorom vzorka 1a



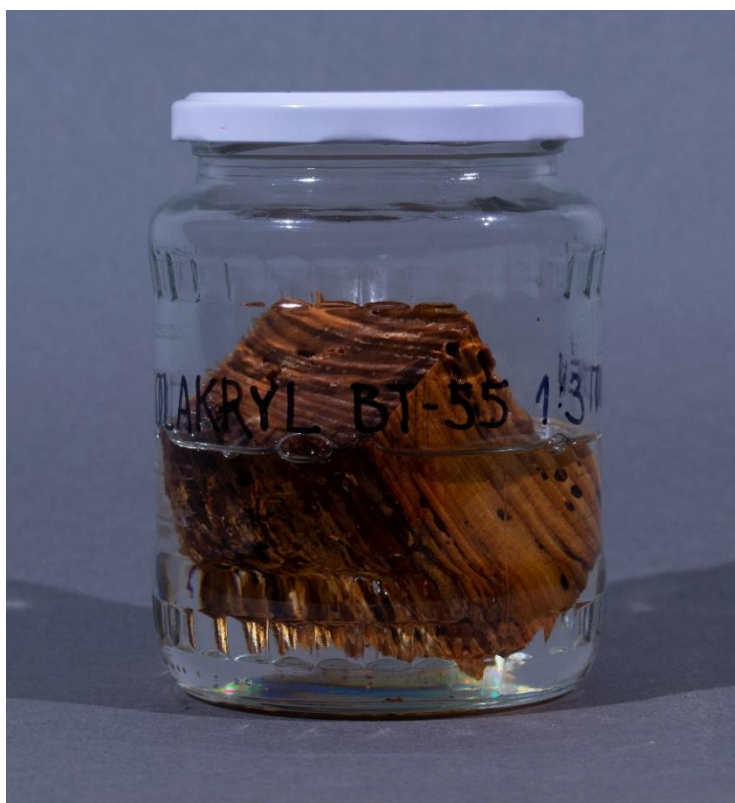
č.21 pred impregnáciou1b



č.22 impregnácia ponorom vzorka 1b



č.23 pred impregnáciou vzorka 1c



č.24 impregnácia vzorky 1c



č.25 pred impregnáciou vzorka 1d



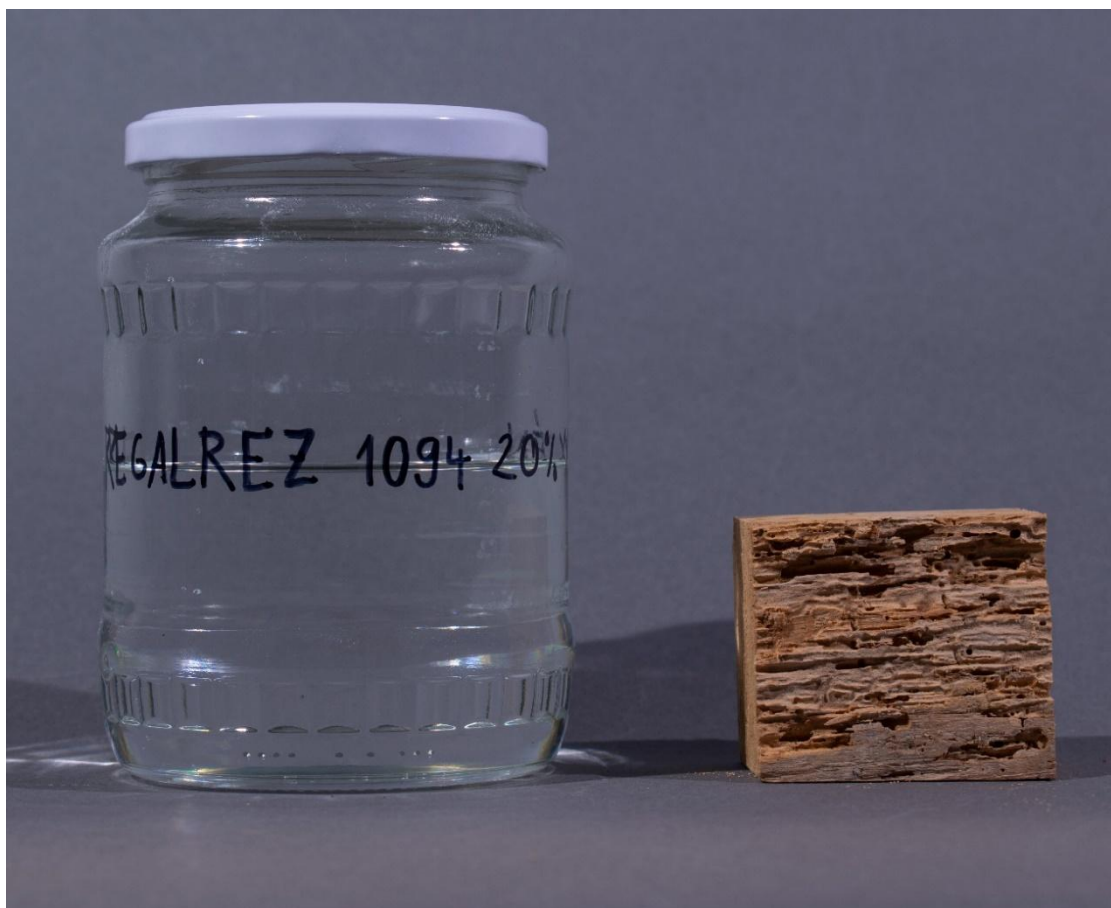
č.26 impregnácia vzorky 1d



č.27 pred impregnáciou vzorka 1e



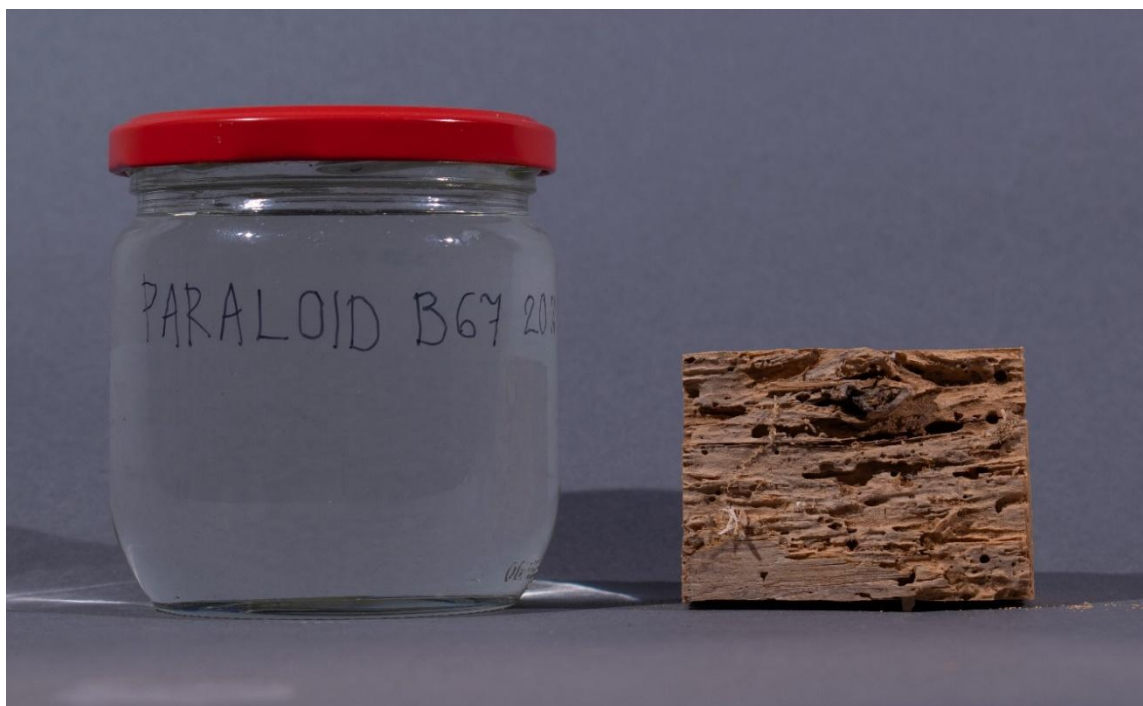
č.28 impregnácia ponorom vzorka 1e



č.29 pred impregnáciou vzorka 1f



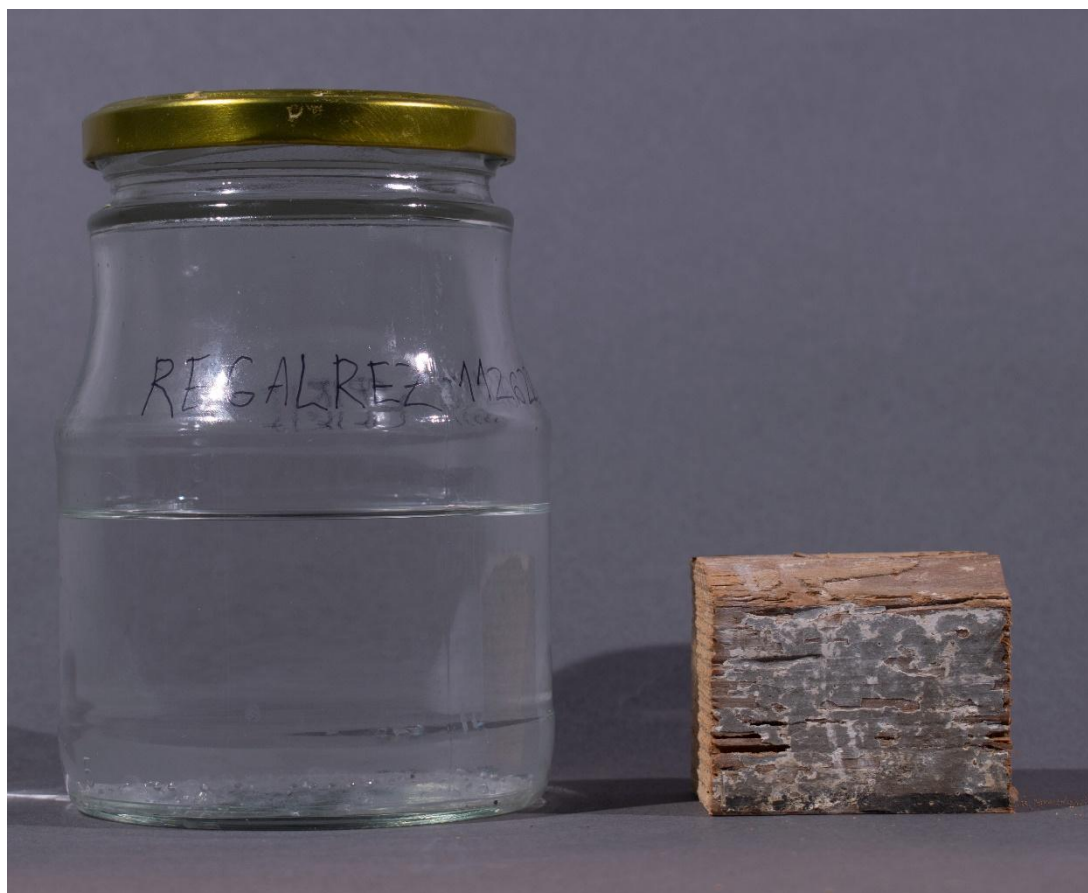
č.30 impregnácia ponorom vzorka 1f



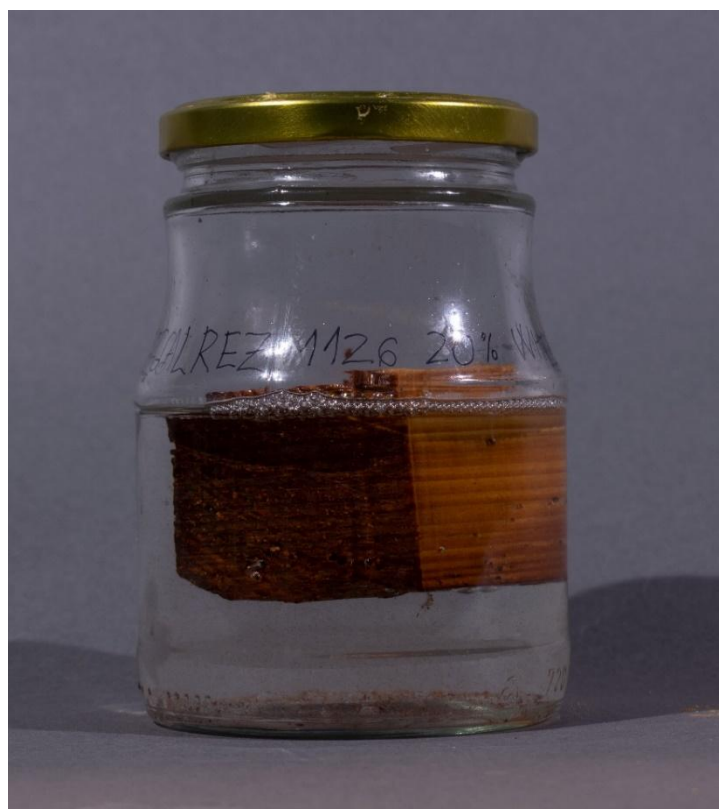
č.31 pred impregnáciou ponorom vzorka 1g



č.32 impregnácia ponorom vzorka 1g



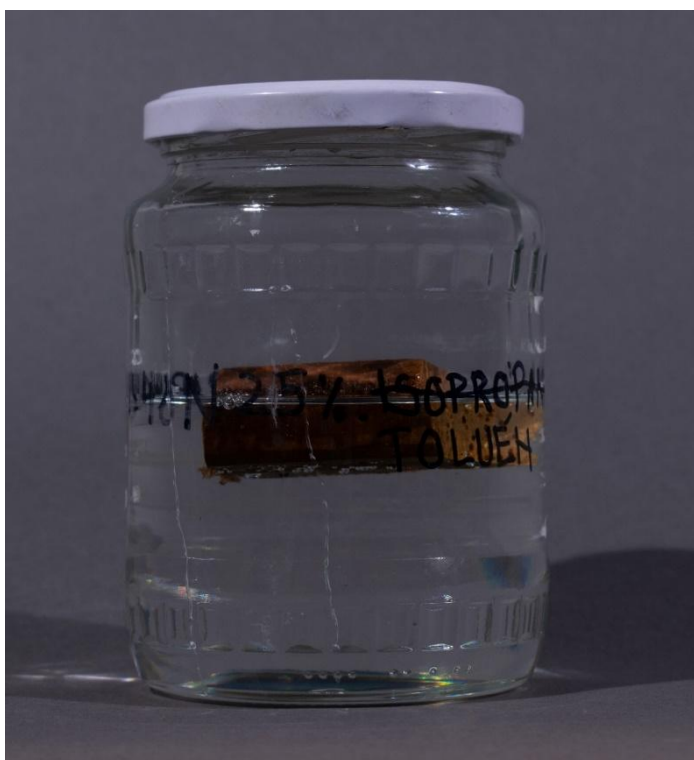
č.33 pred impregnáciou vzorka 1h



č.34 impregnácia vzorka 1h



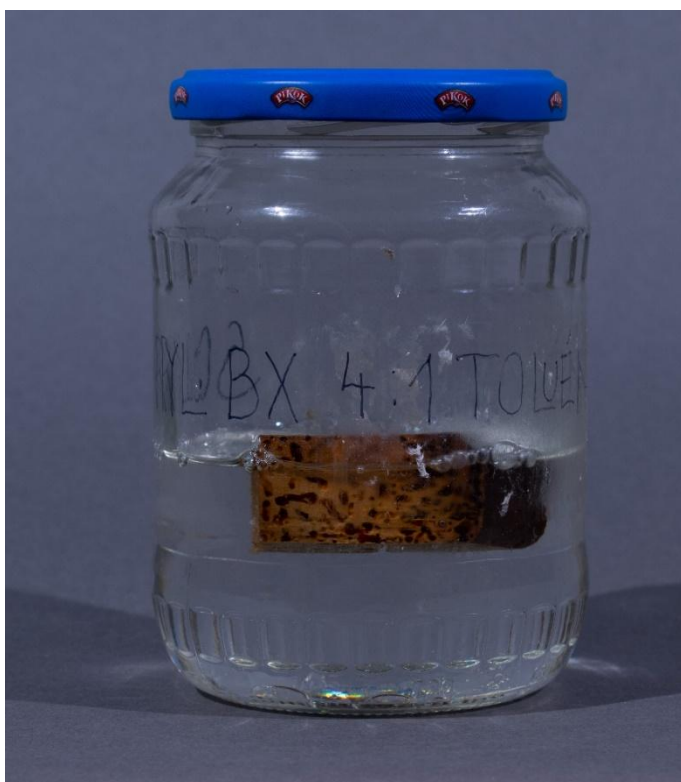
č.35 pred impregnáciou vzorka 2a



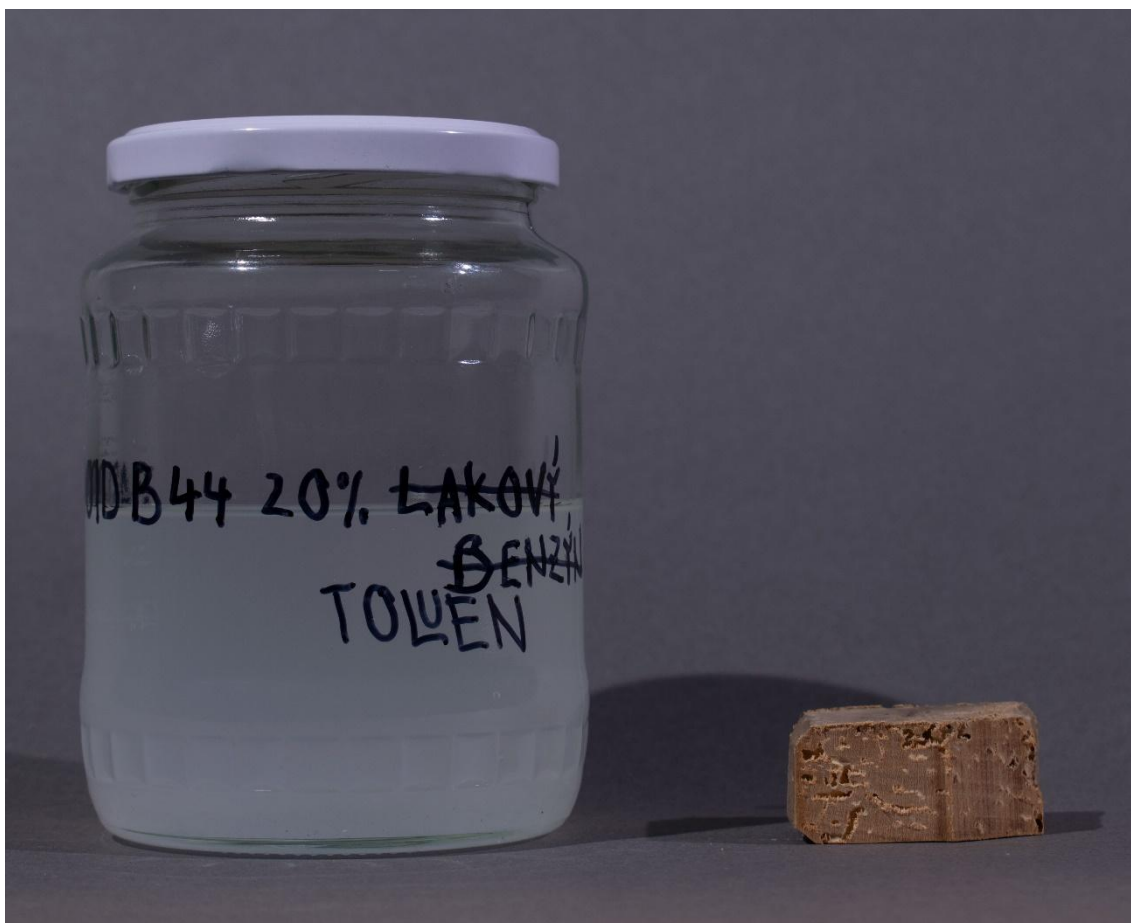
č.36 impregnácia ponorom vzorka 2a



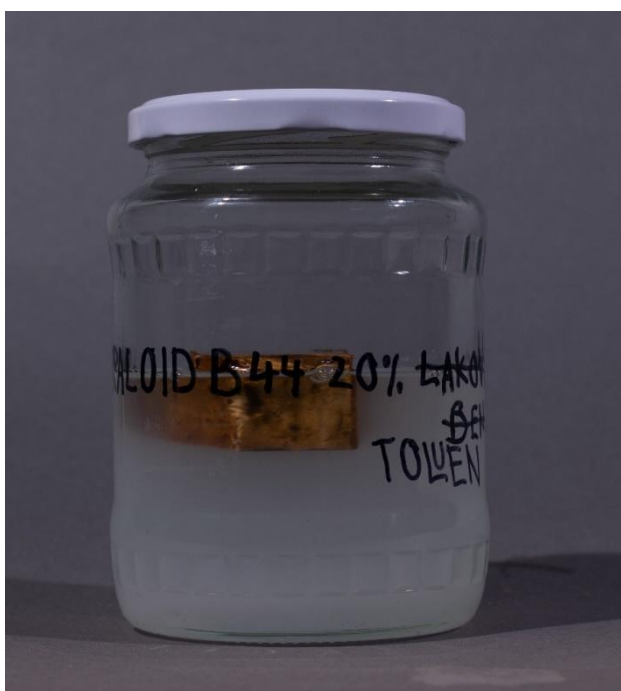
č.37 pred impregnáciou ponorom vzorka 2b



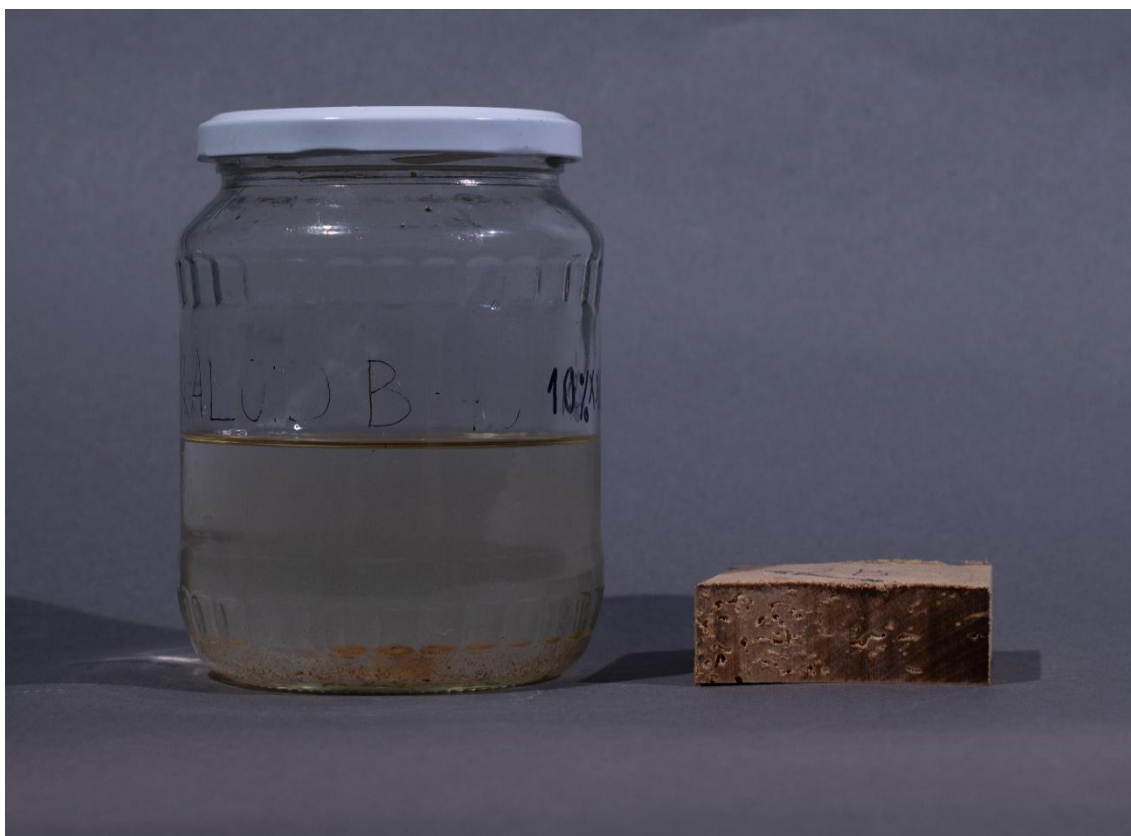
č.38 impregnácia vzorky 2b



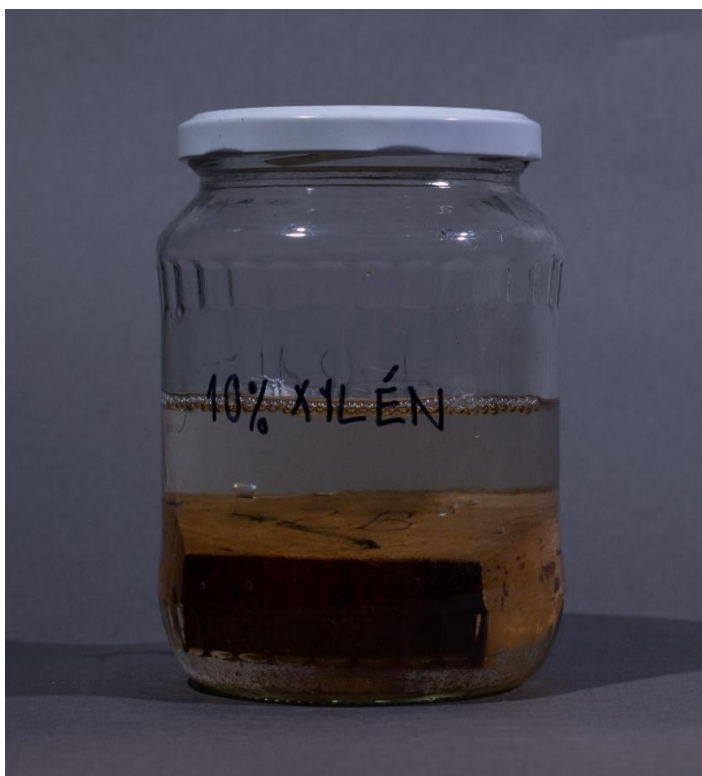
č.39 pred impregnáciou ponorom vzorka 2c



č.40 impregnácia vzorky 2c



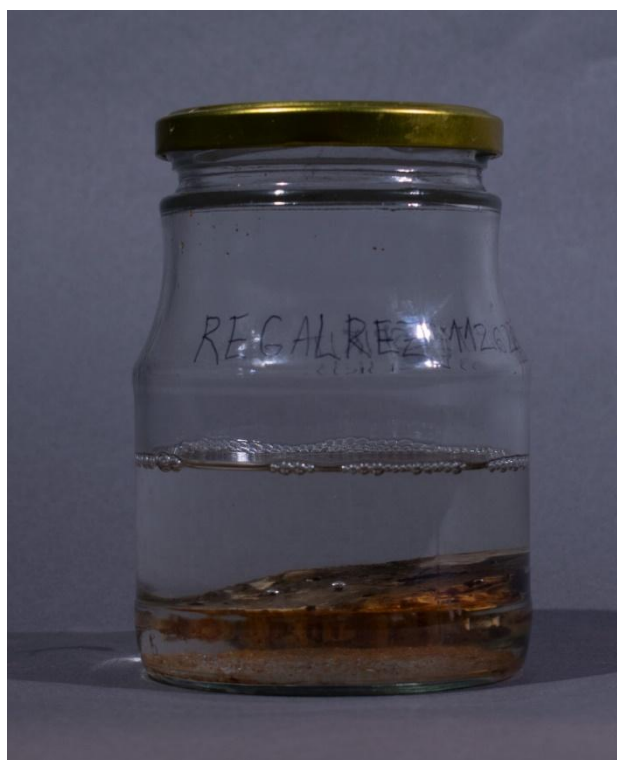
č.41 pred impregnáciou vzorky 2d



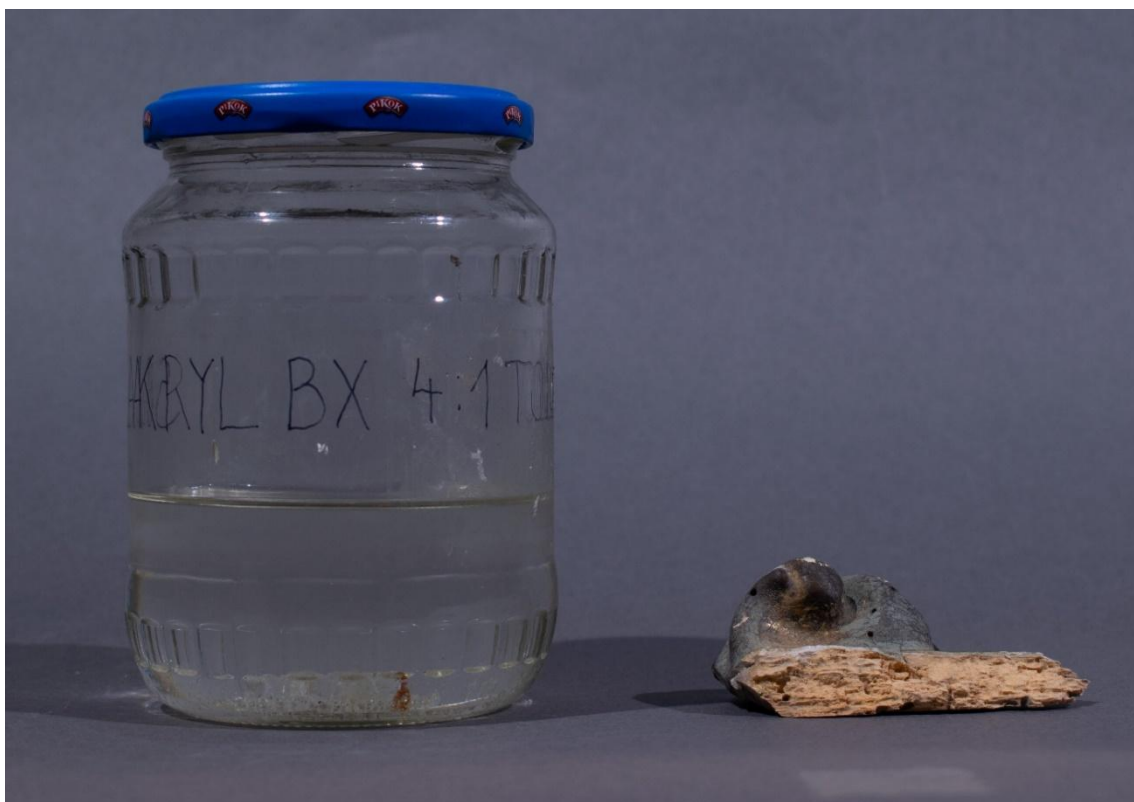
č.42 impregnácia ponorom vzorka 2d



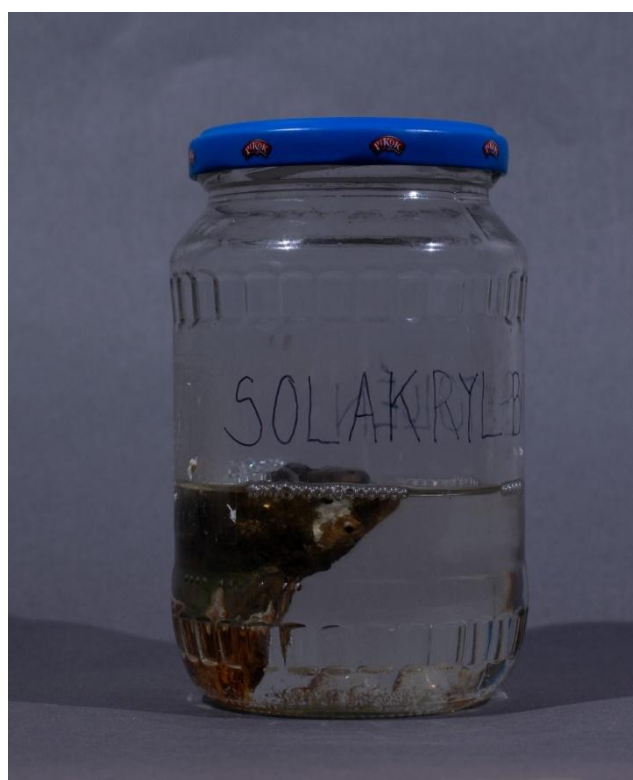
č.43 pred impregnáciou ponorom vzorka 3b



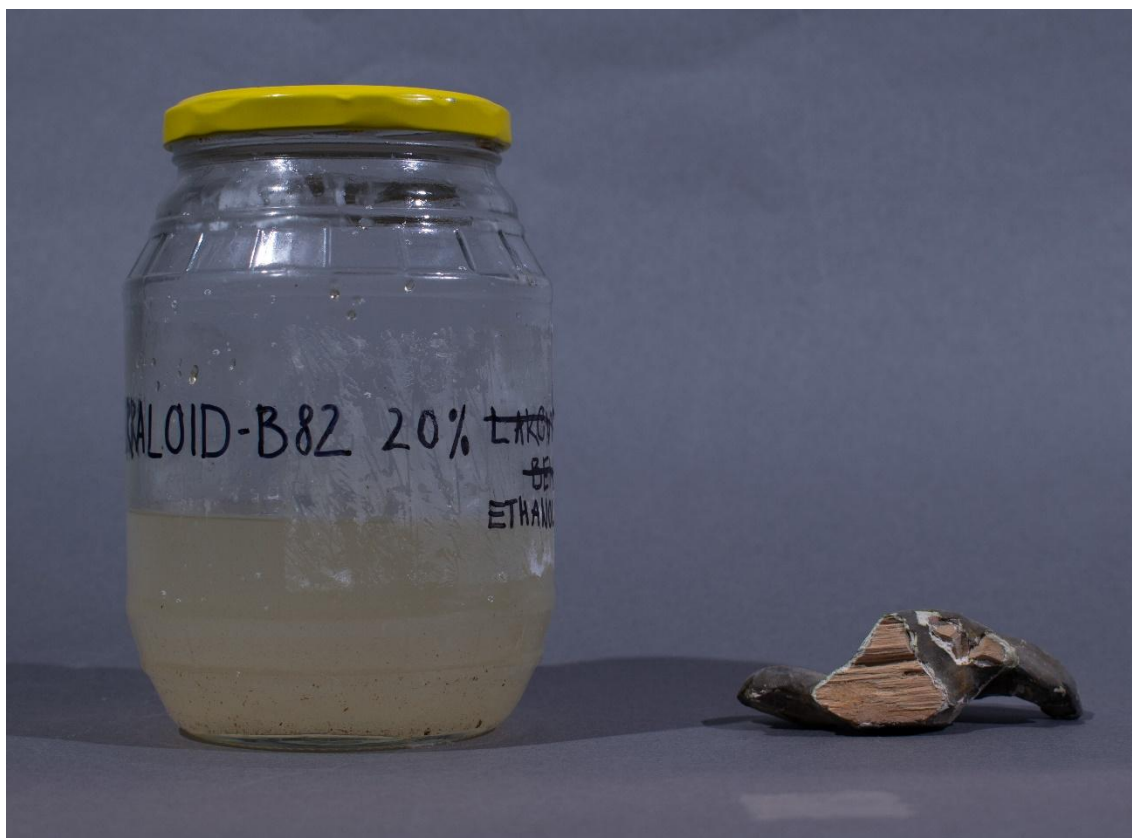
č.44 impregnácia vzorky 3b



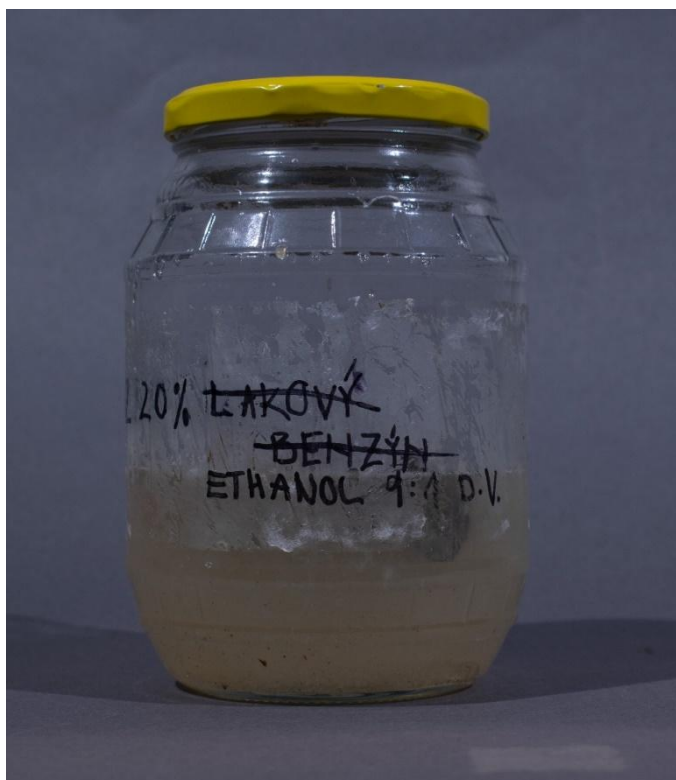
č.45 pred impregnáciou vzorky 3d



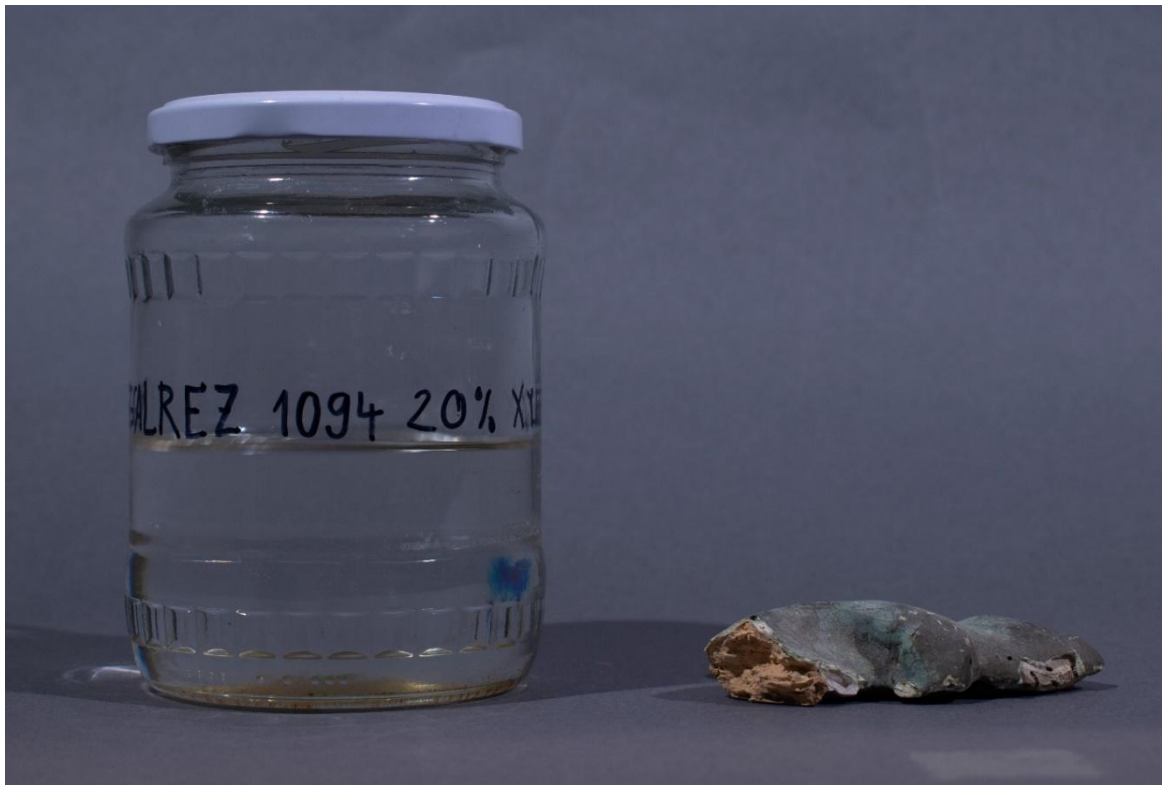
č.46 impregnácia vzorky 3d



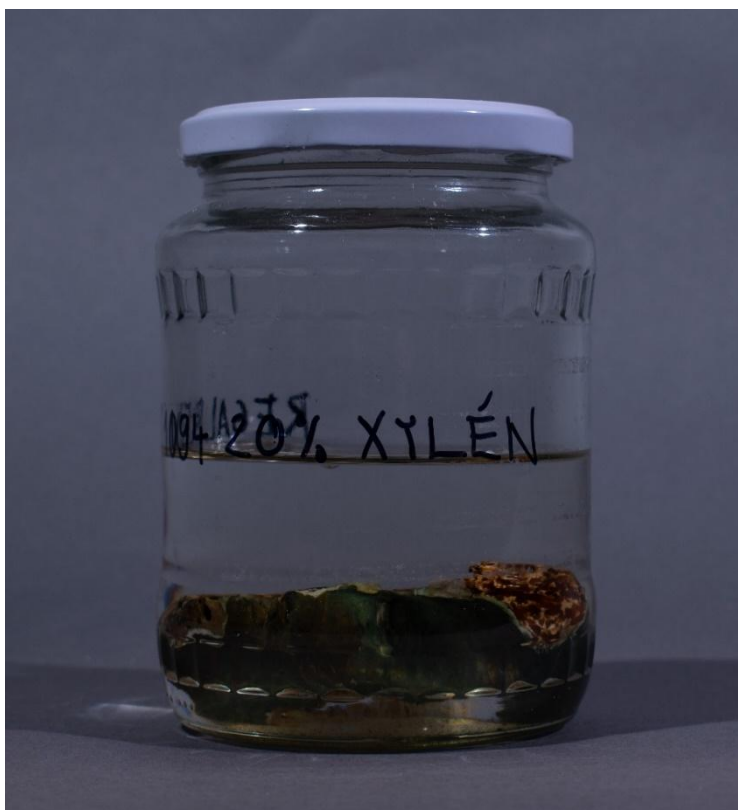
č.47 pred impregnáciou vzorky 3e



č.48 impregnácia ponorom vzorka 3e



č.49 pred impregnáciou vzorky 3f



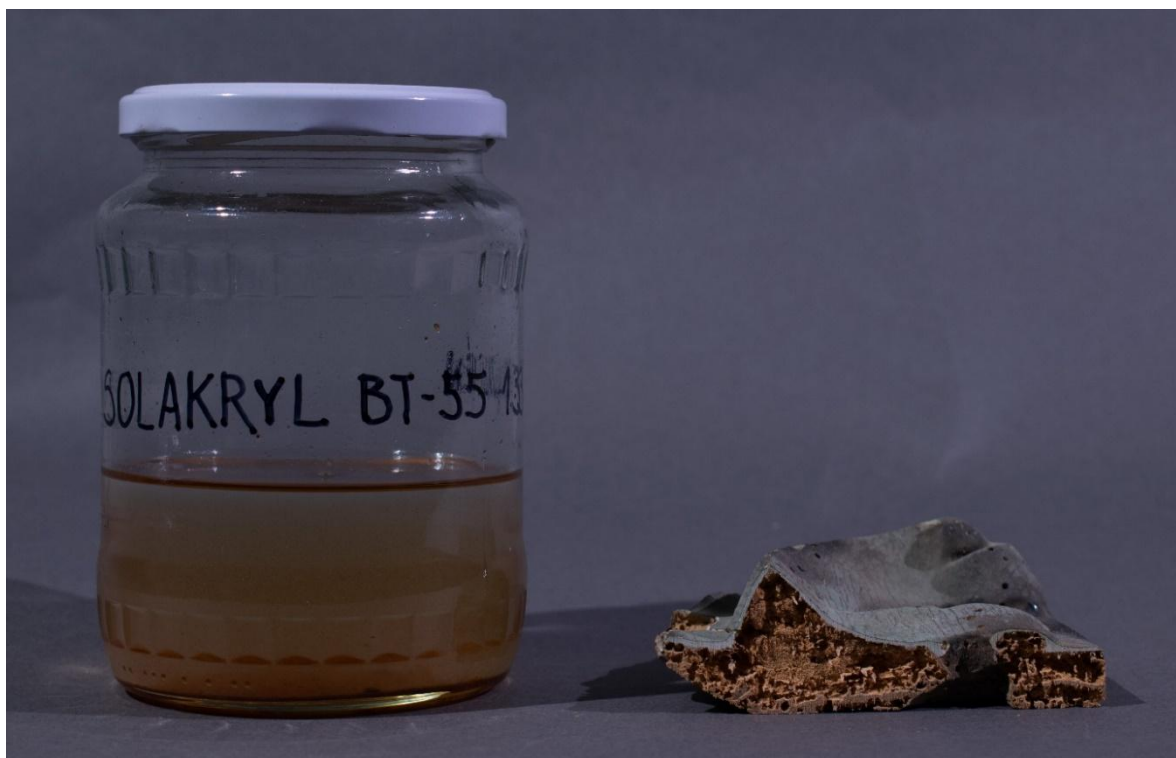
č.50 impregnácia ponorom vzorka 3f



č.51 pred impregnáciou vzorka 3a



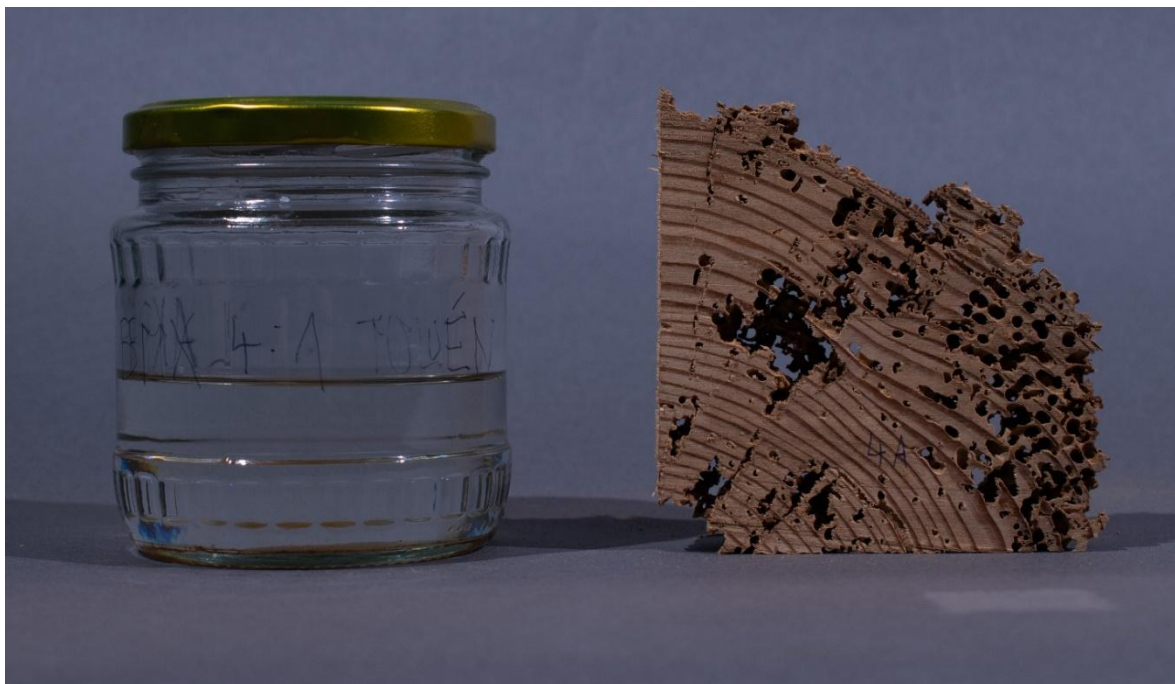
č.52 impregnácia vo fólii vzorka 3a



č.53 pred impregnáciou vzorka 3c



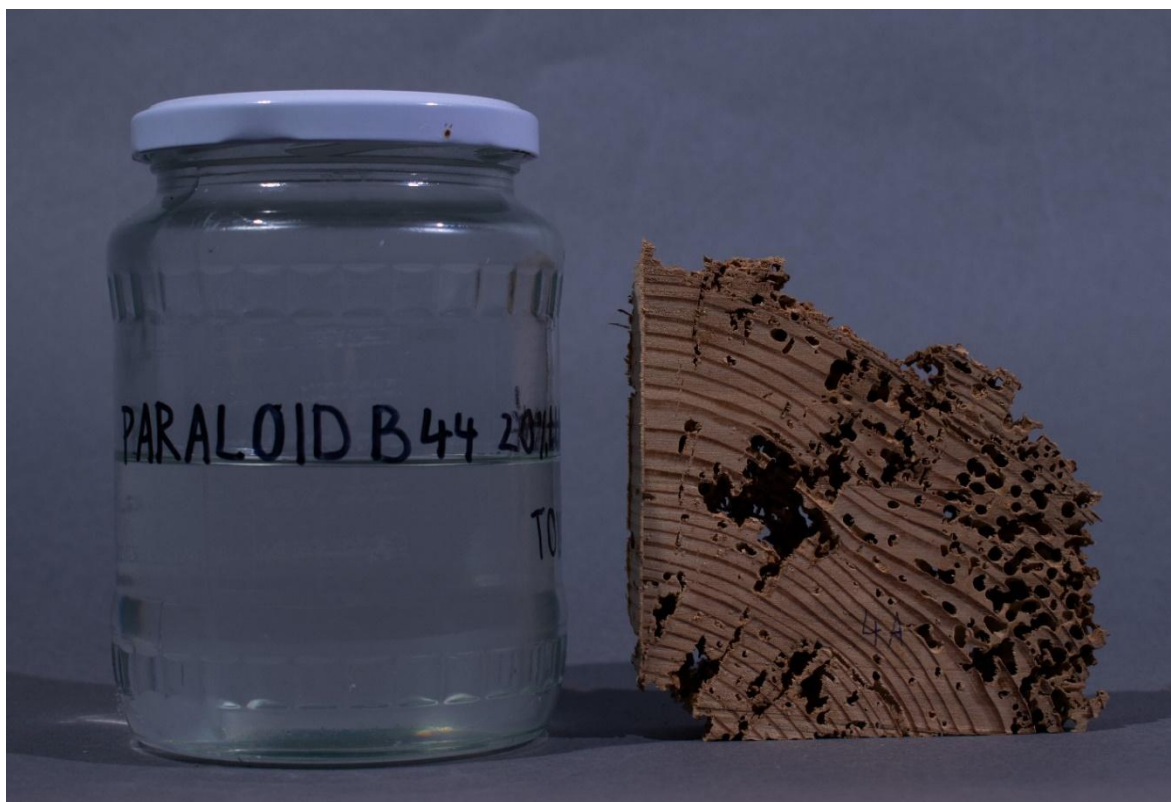
č.54 impregnácia vo fólii vzorka 3c



č.55 pred impregnáciou vzorka 4a



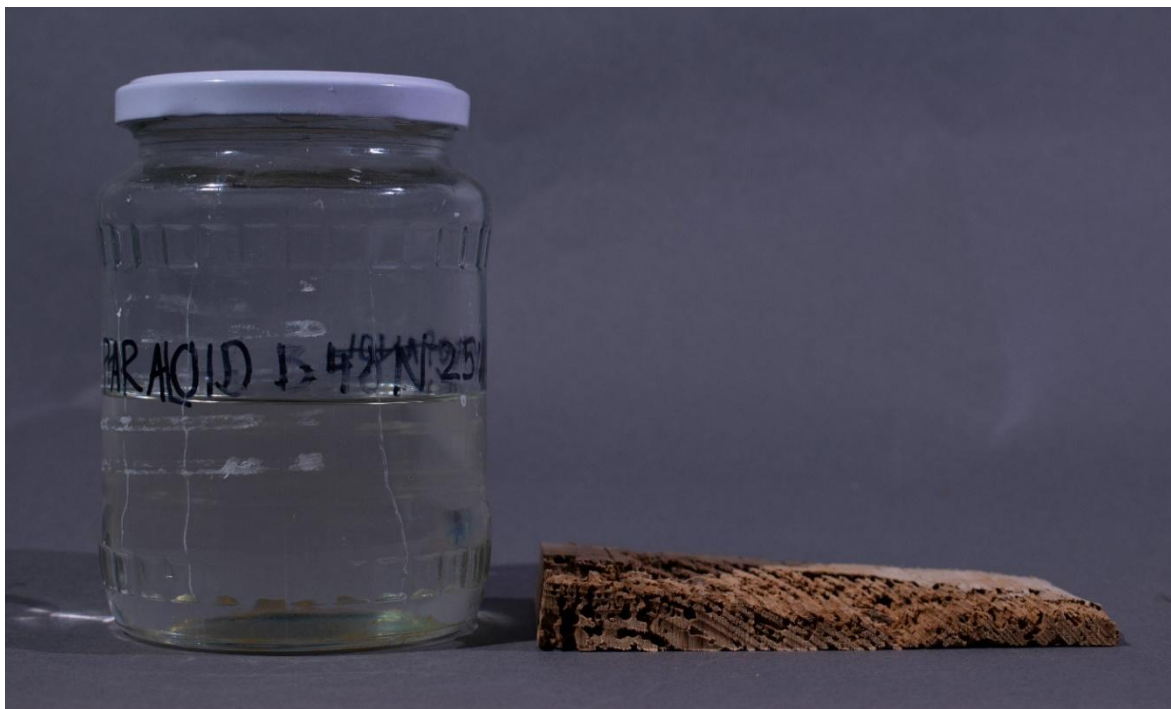
č.56 impregnácia vo fólii vzorka 4a



č.57 pred impregnáciou vzorka 4b



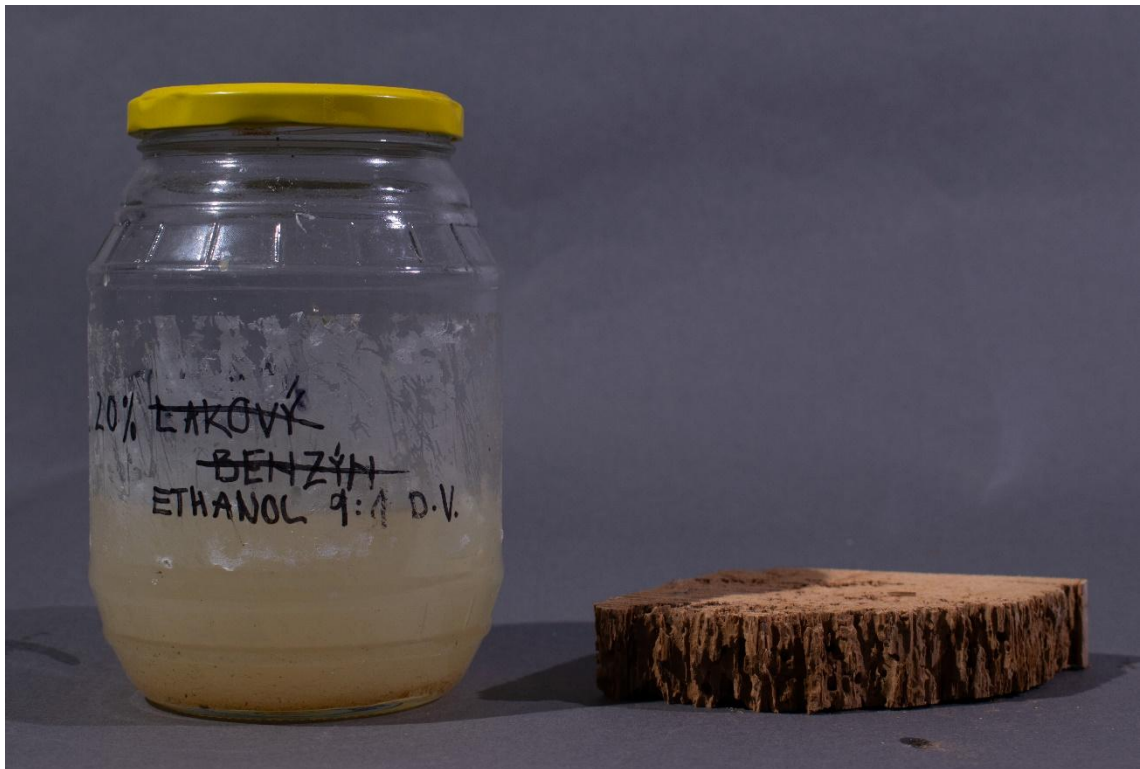
č.58 impregnácia vo fólii vzorka 4b



č.59 pred impregnáciou vzorka 4c



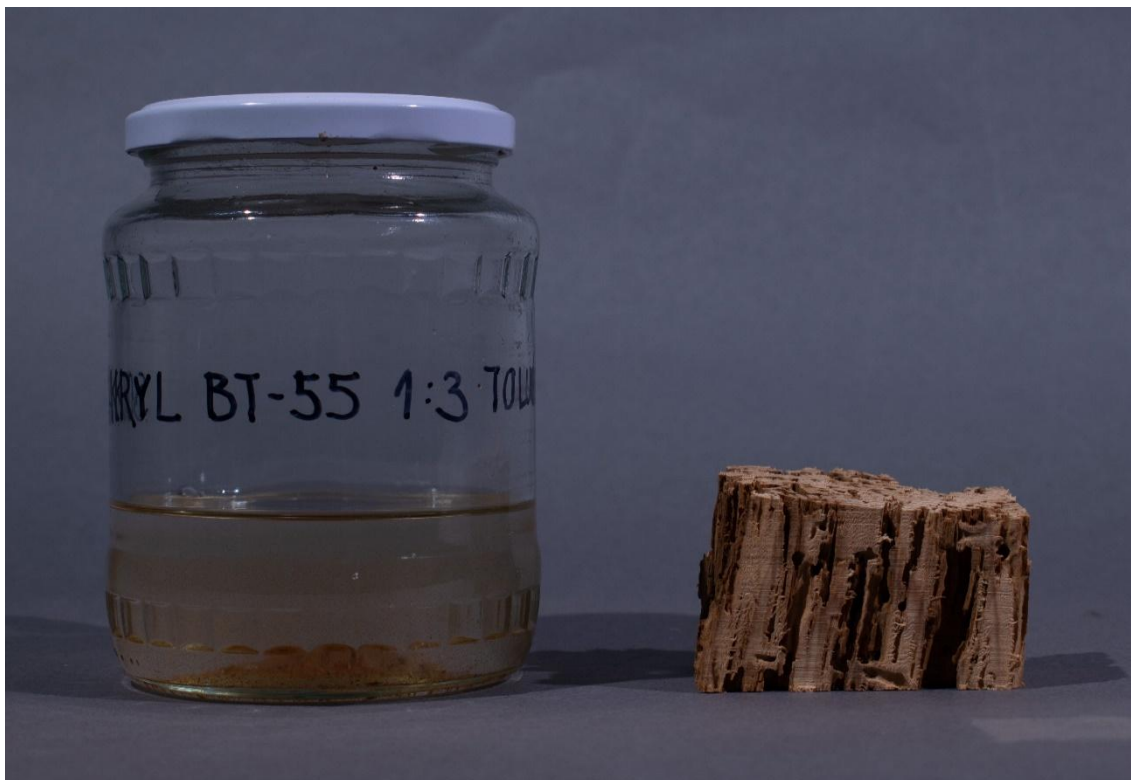
č.60 impregnácia vo fólii vzorka 4c



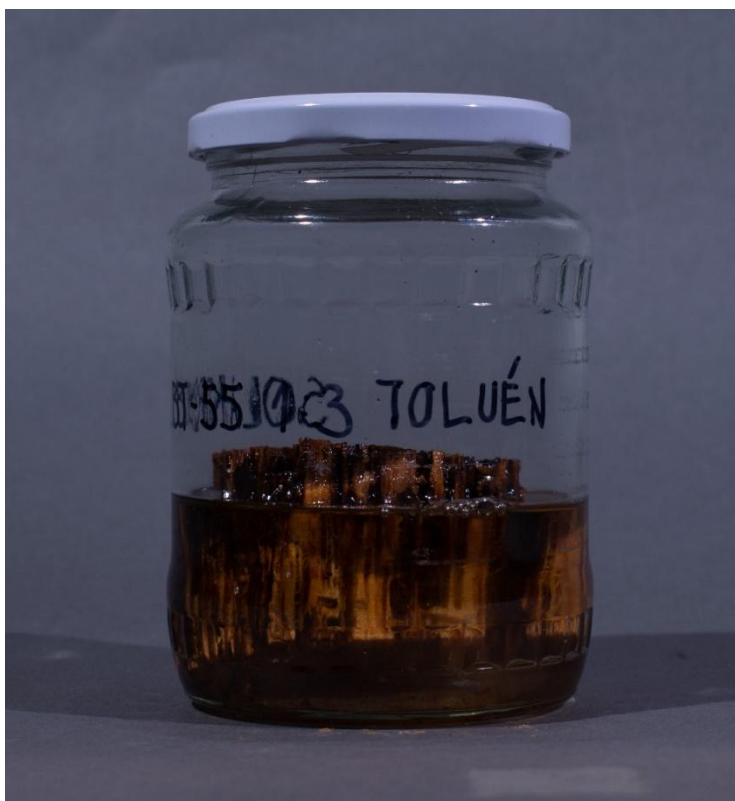
č.61 pred impregnáciou vzorka 4 d



č.62 impregnácia vo fólii vzorka 4d



č.63 pred impregnáciou vzorky 5a



č.64 impregnácia ponorom vzorky 5a



č.65 pred impregnáciou vzorka 5b



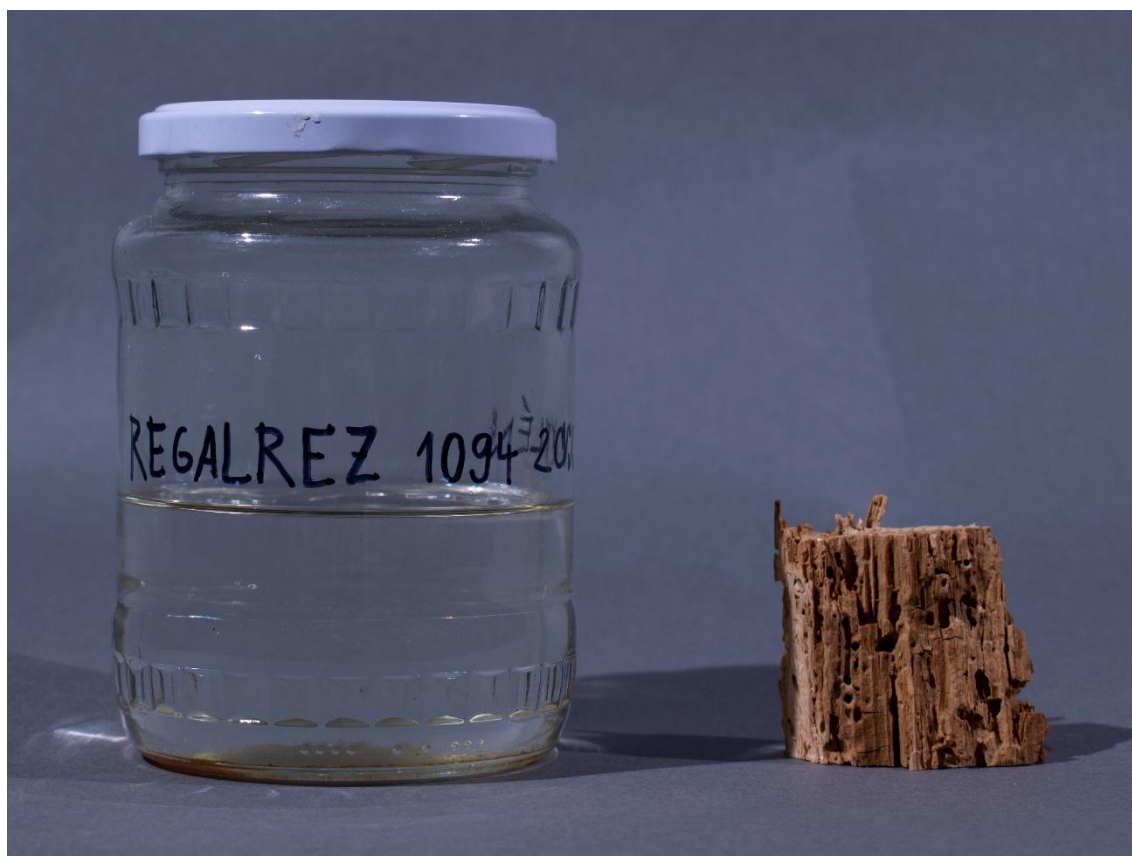
č.66 impregnácia ponorom vzorka 5b



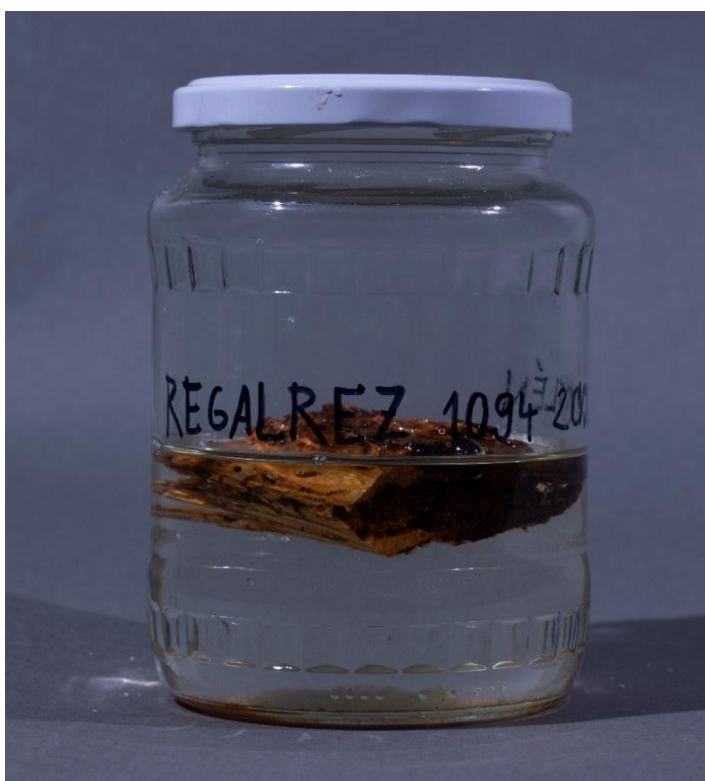
č.67 pred impregnáciou vzorka 5c



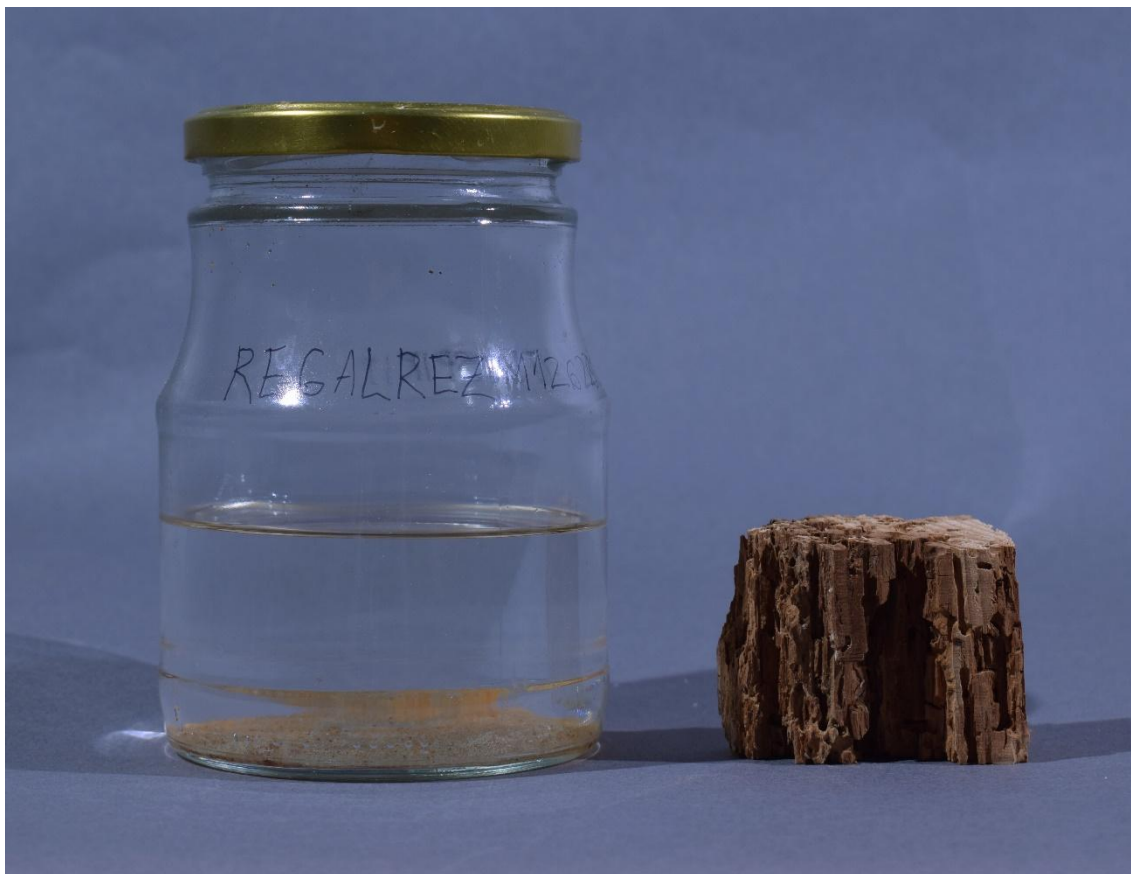
č.68 impregnácia ponorom vzorka 5c



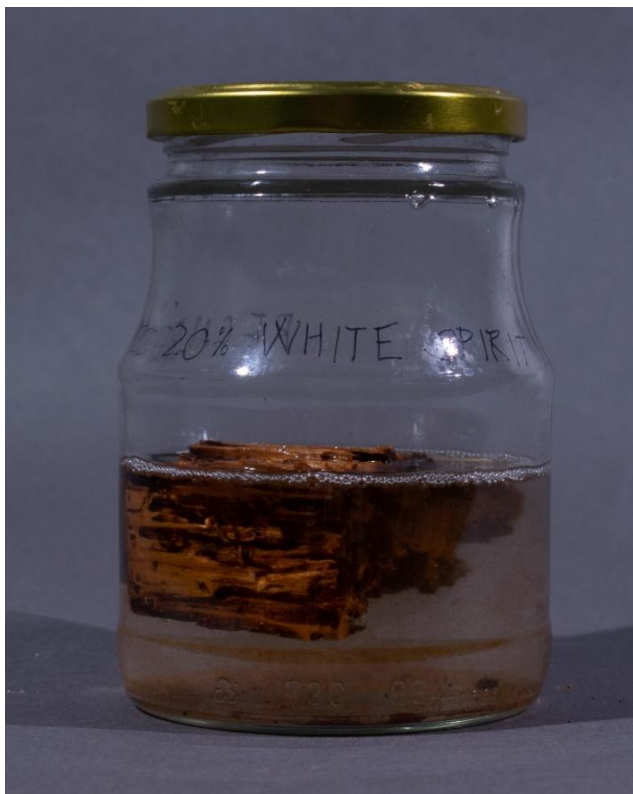
č.69 pred impregnáciou 5d



č.70 impregnácia 5d



č.71 pred impregnáciou vzorka 5e



č.72 impregnácia vzorky 5e

Príloha č.3 – Váženie vzoriek pred a po impregnácii



č.73 váženie vzorky pred impregnáciou



č.74 váženie vzoriek po impregnácii



č.75 váženie vzoriek



č.75 váženie vzoriek

Príloha č.4 – Príprava roztokov živíc



č.76 materiál na prípravu roztokov



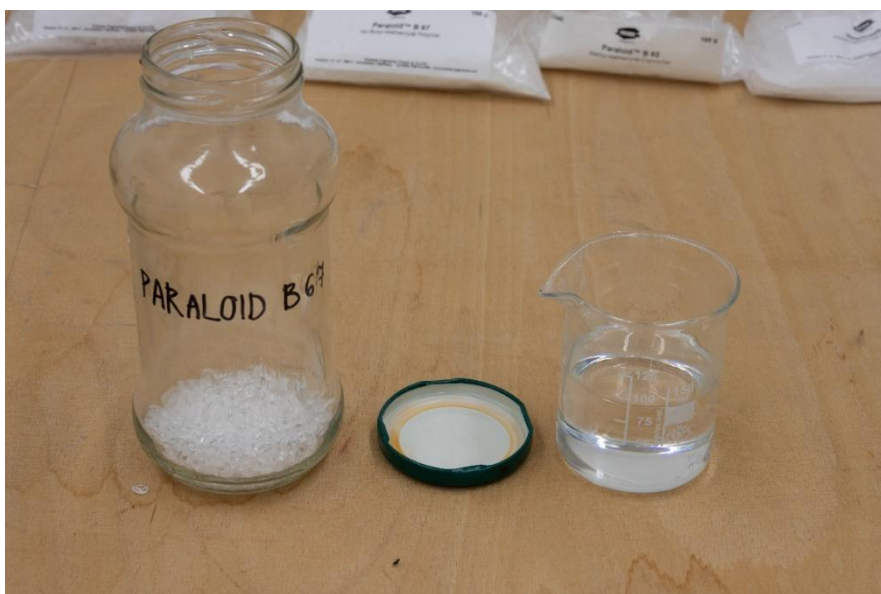
č.77 živice v tuhej podobe



č.78 váženie živice



č.79 príprava roztoku



č.80 príprava roztoku



č.81 roztoky na impregnáciu 1



č.82 roztoky na impregnáciu 2



č.83 roztoky na impregnáciu 3



č.84 roztoky na impregnáciu 4

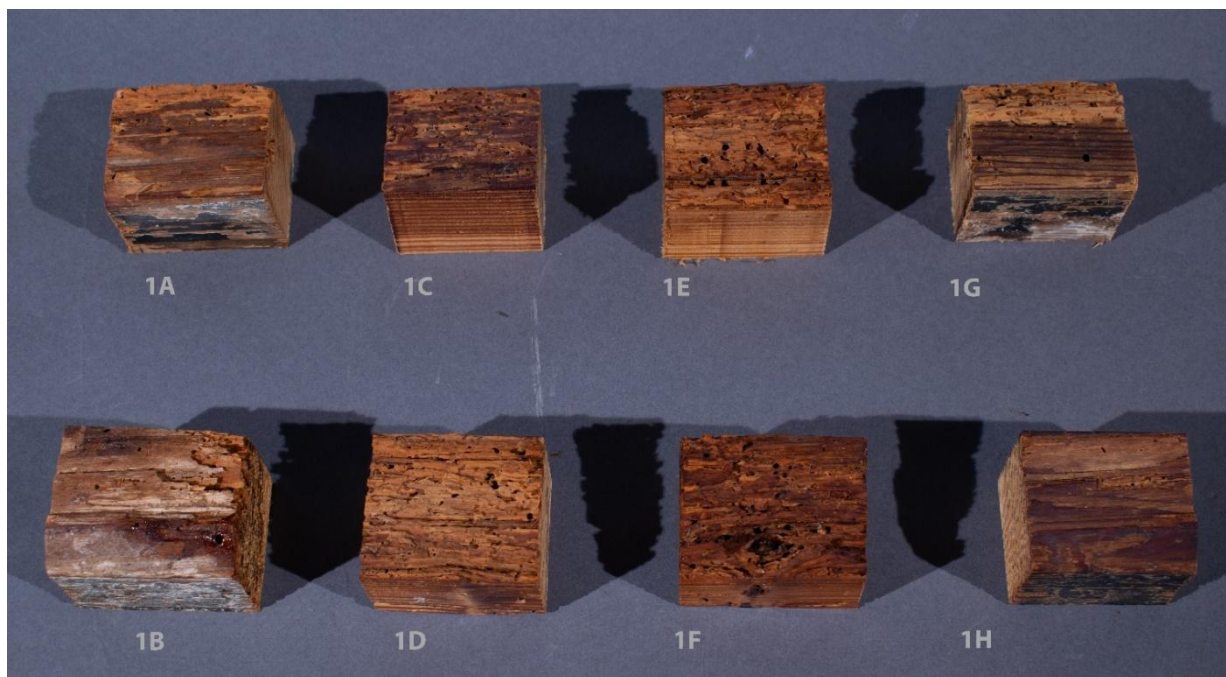
Príloha č.5 - Vzorok po impregnácii



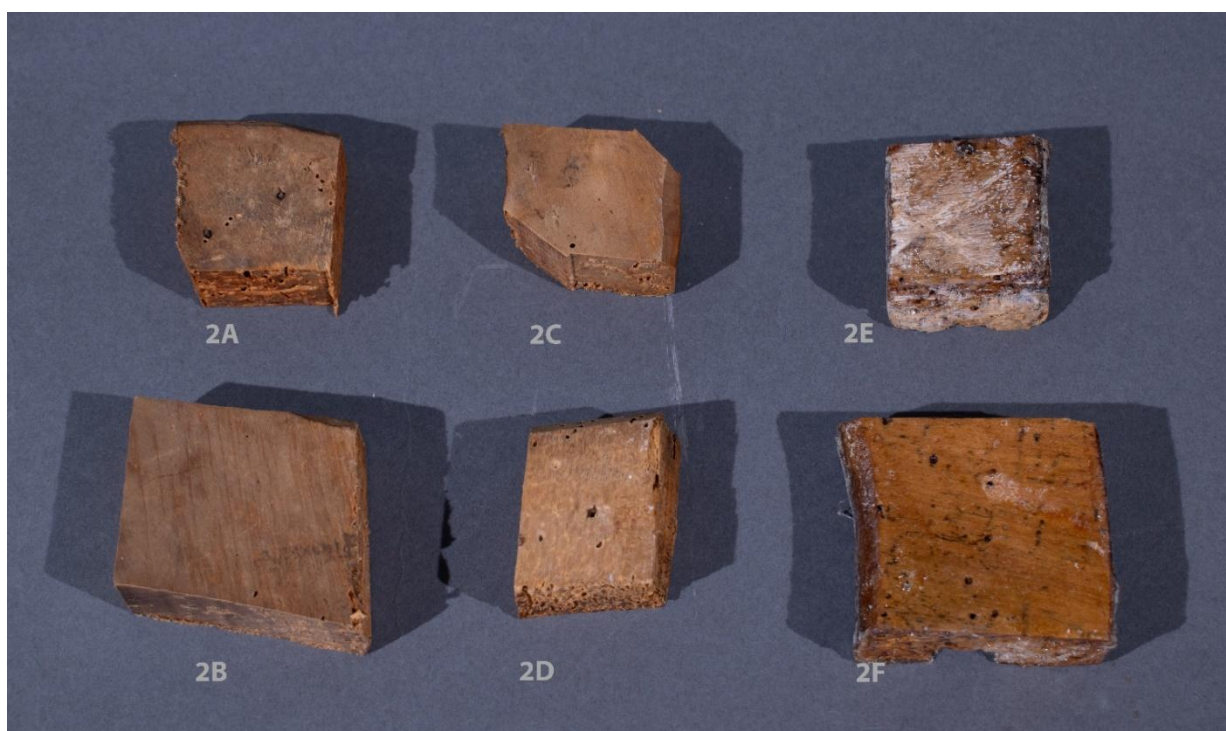
č.85 sušenie vzoriek po impregnácii



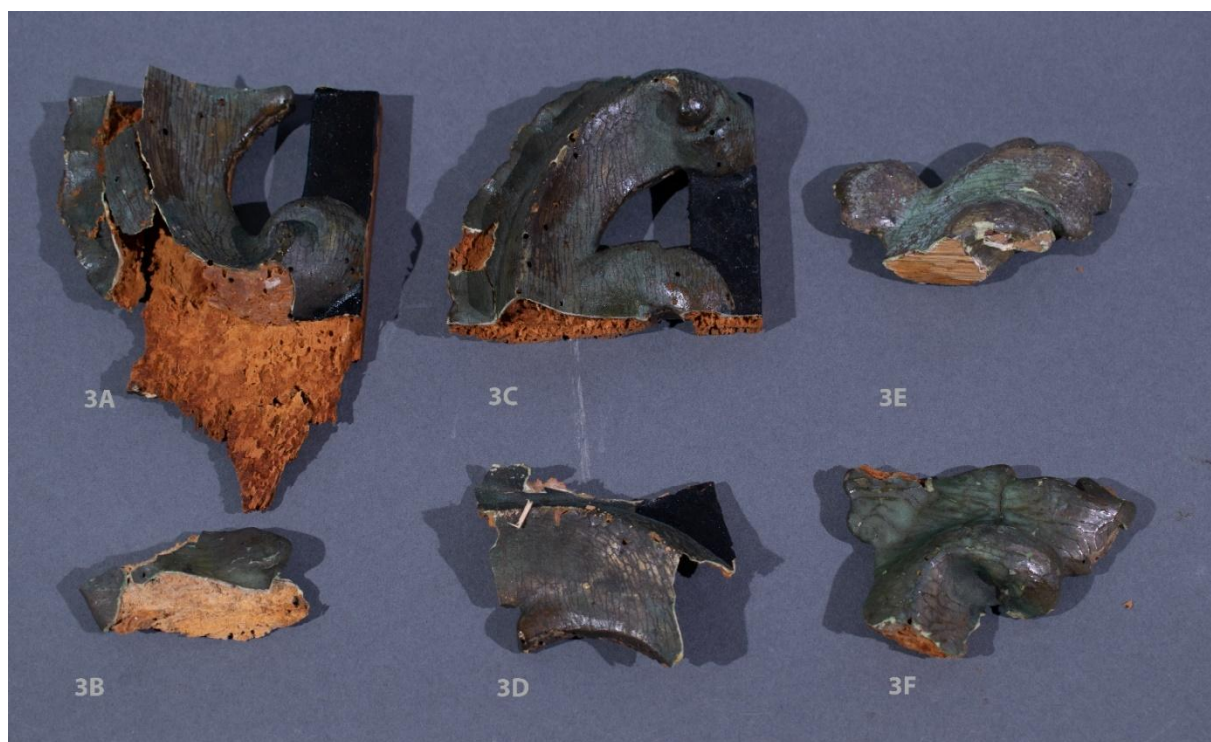
č.86 sušenie vzoriek po impregnácii 2



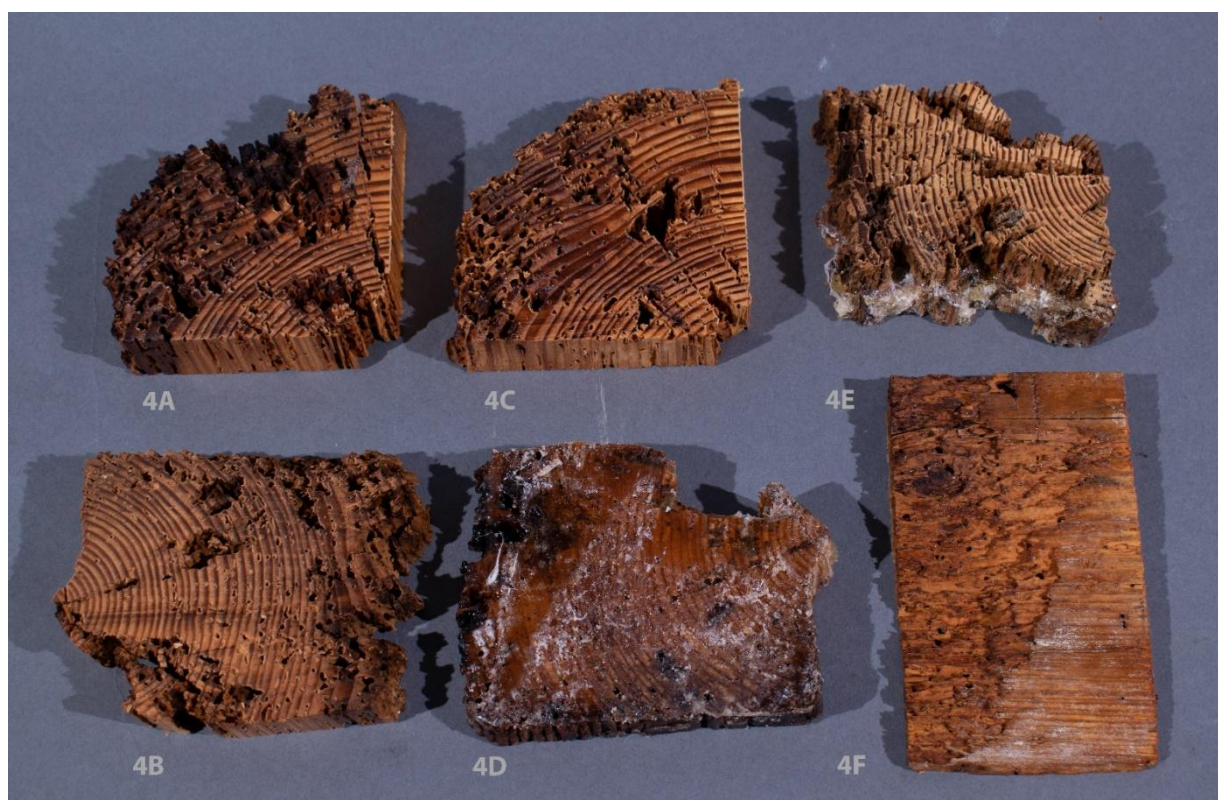
č.87 Stav po impregnácií od 1A až po 1H



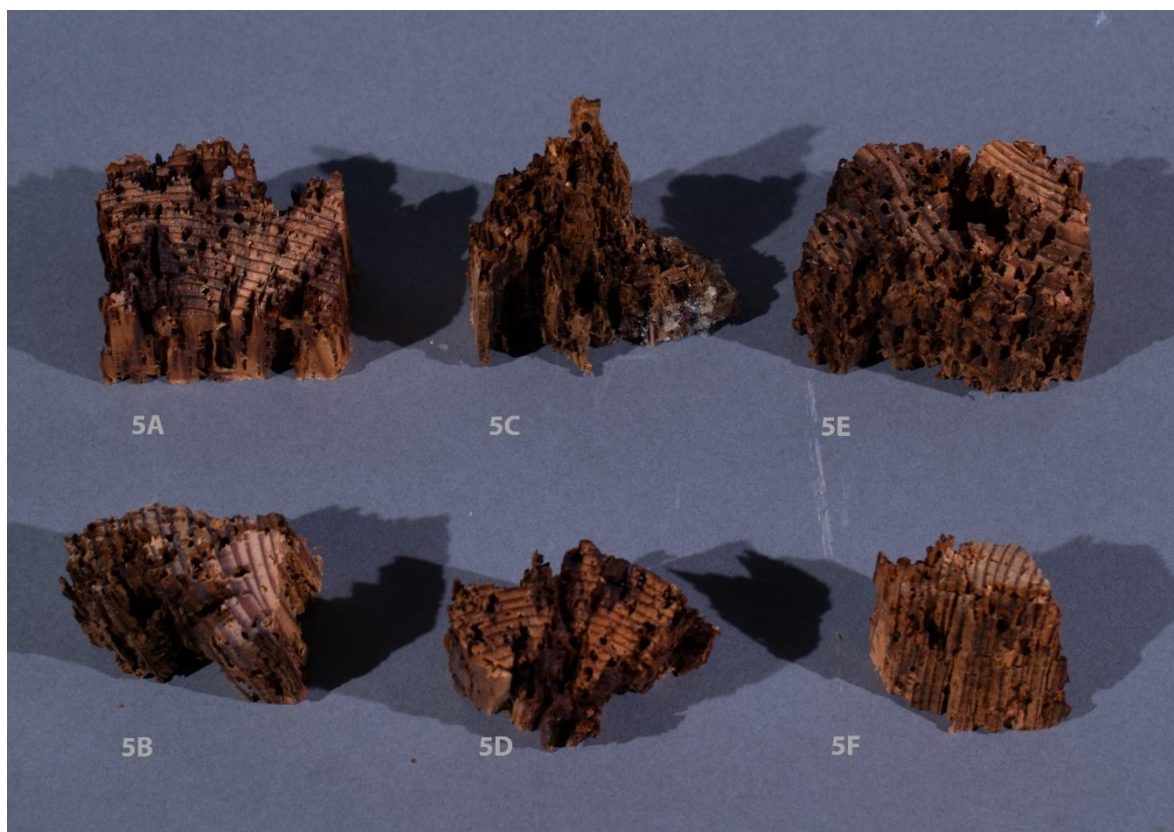
č.88 Stav po impregnácií od 2A až po 2E



č.89 stav po impregnácií od 3A až po 3E



č.90 Stav po impregnácií od 4A až po 4E



č.91 Stav po impregnácií od 5A až po 5E