

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



Diplomová práce

**Patinování a zestařování dřeva a využití speciálních
technik pro daný účel**

Autor: Bc. David Obrovský.

Vedoucí práce: doc. Ing. Miloš Pánek, PhD.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

David Obrovský

Dřevařské inženýrství

Název práce

Patinování a zestařování dřeva a využití speciálních technik pro daný účel

Název anglicky

Patination and artificial ageing of wood and using of special methods for this purpose.

Cíle práce

Zhodnotit stávající metody pro patinování a umělé stárnutí dřeva.

Experimentálně vyhodnotit možnosti využití gravírovacího laseru pro daný účel.

Metodika

Práce je zaměřena na zmapování stávajících technik využívaných na vytvoření patiny a uměle zestárlého povrchu dřeva. Cílem práce bude výběr nejvýhodnějších technik, hledání a testování možností využití ne-tradičních způsobů jejich provedení. Testovanou možností bude využití interakce laserového záření s povrchovými vrstvami dřeva spojené se zjišťováním jeho vybraných vlastností.

Doporučený rozsah práce

60-70 s.

Klíčová slova

patinování dřeva, modifikace dřeva, laser, povrchové změny

Doporučené zdroje informací

Hill, C. A. S. (2006). Wood Modification – Chemical, Thermal and Other Processes, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK. ISBN 0-470-02172-1

Kubovský, I., Kačík, F. (2013): Changes of the wood surface colour induced by CO2 laser and its durability after the xenon lamp exposure, Wood Research 58(4), 581-589. ISSN 1336-4561

Petrič, M., Kričej, B., Humar, M., Pavlič, M., Tomazič, M. (2004): Patination of cherry wood and spruce wood with ethanalamine and surface finishes, Surface Coatings International Part B-Coatings Transactions 87(3), 195-201. ISSN: 1476-4865

Požgaj a kol.(1993): Štruktúra a vlastnosti dreva. Vysokoškolská učebnica. Príroda a.s. Bratislava, 486 s. ISBN 80-07-00600-1

Reinprecht, L., 2008: Ochrana dreva. (Wood Protection), Handbook, Technical University in Zvolen, 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Miloš Pánek, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Konzultant

Ing. Kristýna Šimůnková

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2019

doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

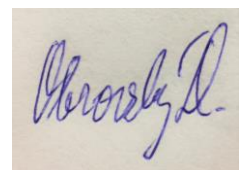
V Praze dne 24. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Patinování a zestařování dřeva a využití speciálních technik pro daný účel" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2019

Bc. David Obrovský

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Obrovský D.", is placed on a small rectangular piece of paper.

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Miloši Pánkovi, PhD. za cenné rady, postřehy, odborné vedení a pomoc při zpracování naměřených dat, také za pozitivní přístup a vstřícnost. Velké poděkování také patří konzultantce práce Ing. Kristýně Šimůnkové, za věnovaný čas a zaškolení s přístroji a měřidly. Dále děkuji Ing. Tomášovi Holečkovi za zaškolení na dotykovém profiloměru. Velmi rád bych poděkoval mé sestře Mgr. Markétě Obrovské za pomoc při hledání knižních zdrojů. Zároveň děkuji mé nejbližší rodině za psychickou podporu.

Patinování a zestařování dřeva a využití speciálních technik pro daný účel

Abstrakt

Práce je zaměřena na zmapování stávajících technik využívaných na vytvoření patiny a uměle zestárlého povrchu dřeva. Cílem byl výběr nejvýhodnějších technik a experimentální vyhodnocení možnosti využití gravírovacího laseru pro daný účel. Byla vybrána nejvýhodnější technika, kterou využívá společnost Dřevomateriály ALBAKMEN. V této firmě byl proveden průzkum této technologie. Také velice výhodnou technikou z hlediska ekologie se jeví zestařování pomocí ethanolaminu, tuto látku lze nahradit toxickým amoniakem. V praktické části této práce je uvedeno experimentální měření lesku, barvy a drsnosti povrchu na dubových tělesech. Měření bylo provedeno před laserovým opálením a po opálení. Po nanesení nátěrových hmot, před, během a po expozici v xenotestu. Gravírovací CO₂ laser opálil vzorky třemi různými intenzitami záření a následně na některých byla provedena povrchová úprava pomocí polyuretanu a vosku. Dubové vzorky byly vystaveny umělému stárnutí po dobu 168 hodin, díky tomuto testu se zjistilo, které z nich jsou barevně nejstabilnější. Povrchově upravené plochy byly také vizuálně posouzeny pomocí konfokálního mikroskopu. Bylo zjištěno, že vzorky opálené nejvyšší intenzitou natřené dekoračním voskem, jsou barevně nejstabilnější.

Klíčová slova: patinování dřeva, modifikace dřeva, laser, povrchové změny

Patination and artificial ageing of wood and using of special methods for this purpose

Abstract

The thesis focuses on the mapping of existing techniques used to create patina and artificially aged the wood surface. The aim was to select the most advantageous techniques and to evaluate the possibility of using the engraving laser for a given purpose. The most advantageous technique was chosen and the company Dřevomateriály ALBAKMEN is using this technology. This technology was investigated in this company. A very advantageous technique in terms of ecology seems to be the use of ethanolamine, which can be replaced by toxic ammonia. In the practical part of this thesis, there is an experimental measurement of gloss, color and surface roughness on oak bodies patinated with the CO₂ laser. The engraving laser charred the samples with three different radiation intensities and some of them were coated with polyurethane and wax. The oak specimens were exposed to artificial aging for 168 hours, thanks to the test were found which ones were the most stable in color and their aging was the slowest. Treated areas on the surface were also visually assessed by using a confocal microscope. It was found that the samples charred with the highest intensity and painted with decorative wax were the most stable in color.

Keywords: wood patination, wood modification, laser, surface changes

Obsah

1	Úvod	15
2	Cíl práce	16
3	Literární rešerše	17
3.1	Faktory způsobující degradaci dřeva	17
3.1.1	Abiotické faktory	17
3.2	Patinování dřeva	20
3.2.1	Patinování amoniakem (čpavkem)	20
3.2.2	Patinování ethanolaminem	21
3.2.3	Patinování pomocí nátěrových hmot	22
3.2.4	Termické patinování dřeva	23
3.2.5	Patinování drásáním, škrábáním, kartáčováním	23
3.2.6	Pískování dřeva	25
3.3	Základní využití dubového dřeva	26
3.4	Laserové technologie	26
3.4.1	Princip laseru	27
3.4.2	Úpravy povrchů dřeva laserem (gravírování)	30
4	Materiál a metodika	34
4.1	Využití CO ₂ laseru pro daný účel metodika	34
4.1.1	Zkušební tělesa	34
4.1.2	Blokové schéma celého experimentu	36
4.1.3	Nátěrové hmoty	37
4.1.4	Měření drsnosti povrchu	38
4.1.5	Měření barevných změn	39
4.1.6	Měření změn lesku	40
4.1.7	Úprava povrchu dřeva CO ₂ Laserem	41
4.1.8	Test urychleného stárnutí v komoře xenotestu	42
4.1.9	Vizuální změny povrchu	43
4.1.10	Statistické vyhodnocení naměřených dat	44
5	Výsledky a diskuse	45
5.1	Návštěva společnosti Dřevomateriály ALBAKMEN	45
5.1.1	Kartáčování dřeva)	45
5.1.2	Opalování dřeva	46
5.2	Využití CO ₂ laseru pro daný účel vyhodnocení	47
5.2.1	Změny barvy	47
5.2.2	Změny lesku	52

5.2.3	Změny drsnosti.....	56
5.2.4	Vizuální posouzení.....	60
6	Diskuze.....	62
7	Závěr	64
8	Knižní zdroje.....	65
8.1	Články a internetové zdroje	66
9	Přílohy	71

Seznam tabulek

Tabulka 1 Hořlavost dřeva vůči hustotě (Svatoň 2000).....	19
Tabulka 2 Parametry zpracování laserem (Dolan 2014).....	33
Tabulka 3 Barevná odchylka ΔE^* (Cividini et al. 2007).....	40
Tabulka 4 Tukey test dat na konci testu u vzorků bez nátěru.	49
Tabulka 5 Tukey test dat na konci testu u vzorků natřených polyuretanem.....	50
Tabulka 6 Tukey test dat na konci testu u vzorků natřených voskem.	51
Tabulka 7 Vícetaková analýza rozptylu dE^* (ANOVA).....	52

Seznam obrázků

Obrázek 1 Stárnutí dřeva - (a) neexponované dřevo; (b) ranná fáze stárnutí - uvolňování vláken (c) ztráta vláken (d) zestárlé dřevo - prohlubně v jarním dřevě; obrázek vpravo povrch dřeva po venkovní expozici, spodní část byla zakryta kovovým páskem (Williams & Feist 1999).	17
Obrázek 2 Optický rezonátor (Kořán 2013).	28
Obrázek 3 a, nekoherentní záření; b, koherentní záření (Reichl & Všetická 2011).	28
Obrázek 4 Vedení laserového paprsku (BOW 2016).	29
Obrázek 5 Povrchový vzhled vzorku A (Pagano et al. 2009).	31
Obrázek 6 Topologové dřevo, (1-3A) povrchová geometrie, (1-3B) následné vazby povrchů, odpovídající tabulce 2 (Dolan, 2014).	32
Obrázek 7 polyuretanový lak (zdroj: autor).	37
Obrázek 8 dekorační vosk (zdroj: autor).	37
Obrázek 9 Průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu – Ra (Měření drsnosti 2014).	38
Obrázek 10 Měření drsnosti (zdroj: autor).	38
Obrázek 11 Barevný prostor CIE L*a*b* (Sappi 2013).	39
Obrázek 12 Spektrofotometru Konica Minolta 600d (zdroj: autor).	39
Obrázek 13 Měření lesku (zdroj: autor).	41
Obrázek 14 Xenotest (zdroj: autor).	43
Obrázek 15 Konfokální laserový mikroskop (zdroj: autor).	44
Obrázek 16 Dopravník na opalování dřeva (zdroj: autor).	46
Obrázek 17 Zapnutý hořák na opalování dřeva (zdroj: autor).	46
Obrázek 18 Světlé polyuretan – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).	61
Obrázek 19 Nejestetičtější povrchová úprava T-K-PU (zdroj: autor).	61

Seznam grafů

Graf 1 Barevné odchylky dE^* po laserování.	48
Graf 2 Průběh změn barvy během expozice ve xenotestu na vzorcích bez nátěru. .	49
Graf 3 Průběh změn barvy během expozice ve xenotestu na vzorcích natřených polyuretanem.....	50
Graf 4 Průběh změn barvy během expozice ve xenotestu na vzorcích natřených voskem.	51
Graf 5 Změny lesku po interakci laseru na vzorcích bez nátěru.	53
Graf 6 Změny lesku po interakci laserového paprsku a po natření polyuretanem...	53
Graf 7 Změny lesku po interakci laserového paprsku a po natření voskem.	54
Graf 8 Průběh změn lesku během expozice ve xenotestu na vzorcích bez nátěru...	55
Graf 9 Průběh změn lesku během expozice ve xenotestu na vzorcích natřených polyuretanem.....	55
Graf 10 Průběh změn lesku během expozice ve xenotestu na vzorcích natřených voskem.	56
Graf 11 Změna R_a po opálení laserem.....	57
Graf 12 Porovnání drsnosti povrchu bez nátěru před a po expozici ve xenotestu. ...	57
Graf 13 Změna R_a po aplikaci polyuretanu.	58
Graf 14 Porovnání drsnosti povrchu natřeného polyuretanem před a po expozici ve xenotestu.	59
Graf 15 Změna R_a po aplikaci vosku.....	59
Graf 16 Porovnání drsnosti povrchu natřeného voskem před a po expozici ve xenotestu.	60

Seznam použitých zkratek a symbolů

EN	Evropská norma (European Norm)
ISO	mezinárodní organizace pro standardizaci (International Organization for Standardization)
ASTM	Americká společnost pro zkoušení a materiály (American Society for Testing and Materials)
CIE	barevný model vytvořený mezinárodní komisí pro světlo (Commission Internationale de l'Éclairage)
ČSN	Česká státní norma
ČZU	Česká zemědělská univerzita
FLD	Fakulta lesnická a dřevařská
UV	ultrafialové záření (z anglického ultraviolet)
CO ₂	oxid uhličitý
Nd:YAG	neodymium : Yttrium Aluminium Granátu (izotropní krystal)
He-Ne	helium neon
CW	kontinuální pracovní režim
W/mm ²	watt na milimetr čtvereční (intenzita ozáření neboli intenzita zářivého toku)
kW	kilowatt
kHz	kilohertz
μm	mikrometr
nm	nanometr
mm	milimetr
mm/s	milimetr za sekundu
d	průměr (úsečka procházející středem kružnice)
%	procento
°C	stupeň Celsia
ks	kus (počet)
DPH	daň z přidané hodnoty
Ra	střední aritmetická úchylka profilu
dE*	celkový barevný rozdíl
a*	barevný parametr (zelená-červená)
b*	barevný parametr (modrá-žlutá)
G*	lesk

L*	světlost (lightness)
REF	referenční
S	světle opálené
M	středně opálené
T	tmavě opálené
T-K	tmavě opálené a kartáčované
PU	polyuretanový nátěr
VX	dekorační vosk do interiéru
bez	bez nátěru
168	po 168 hodinách expozice xenotestu

1 Úvod

Dřevo začíná být velice vyhledávaným materiálem, zejména pro jeho estetické působení a šetrnost k životnímu prostředí. Existuje mnoho technik, jak povrch dřeva upravit. Myslím si, že patinování dřeva patří mezi unikátní techniky v tom, že se může měnit jeho struktura, vlastnosti a barva povrchu dřeva. Povrch může plastický a tím se zvýrazní jeho celá kresba, patinované dřevo je dle mého názoru estetičtější. Při patinování dřeva se povrch opaluje, čím více je povrchu zuhelnatělí, tím se zvyšuje jeho odolnost vůči biotickým a abiotickým činitelům. Práce je zaměřena na sčnutí technik na patinování dřeva. Zmapování současně využívaných technik a výběru nejvýhodnějších. Technologie používané k patinování dřeva nejsou tak dokonalé, aby úplně napodobily povrch přirozeně starého dřeva. Hlavním důvodem je, že stárnutí dřeva je ovlivněno mnoha faktory, některé z nich dokážeme napodobit, ale je téměř nemožné je urychlit, maximálně zvýšit jejich intenzitu. Každý druh dřeva stárne jinak rychle, záleží především na jeho hustotě, obsahu ligninu a extraktivních látek. Patinovat lze mechanicky, chemicky a termicky.

V dnešní době jsou laserové technologie snadno dostupné a lasery na gravírování dřeva jsou i relativně levné. Tato diplomová práce se zabývá problematikou patinování dřeva pomocí CO₂ laseru a stanovením barevných změn, změn lesku a drsnosti v průběhu simulovaného umělého stárnutí pomocí xenotestu. V práci se porovnávají, jak jednotlivé intenzity opálení (světlá, střední a tmavá), tak jednotlivé nátěrové hmoty (polyuretanový nátěr a dekorační vosk). Zmíněné povrchové úpravy jsou určeny do interiéru a na designové módní doplňky. Upravené povrchy dubového dřeva byly také vizuálně posouzeny pomocí mikroskopu na snímkách pořízených před a po umělém stárnutí.

2 Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit stávající metody pro patinování a umělé stárnutí dřeva. Výběr nejvýhodnějších technik, hledání a testování možností využití netradičních způsobů jejich provedení. Experimentálně vyhodnotit možnosti využití gravírovacího laseru pro daný účel.

Dílčí cíle

- Stanovit celkové barevné změny povrchů dřeva neošetřeného a ošetřeného vybranými druhy povrchových úprav po expozici umělého stárnutí ve xenotestu.
- Porovnání výsledků stárnutí a celkových barevných změn mezi jednotlivými povrchovými úpravami (jednotlivé nátěrové hmoty, jednotlivé intenzity opálení laserem).
- Z jednotlivých vybraných druhů nátěrů vybrat barevně nejstabilnější nátěrovou hmotu.
- Z jednotlivých intenzit opálení povrchů dřeva vybrat barevně nejstabilnější intenzitu opálení.
- Vyhodnotit změnu drsnosti povrchu dřeva před a po opálení laserem.
- Stanovit celkové změny drsnosti povrchů dřeva neošetřeného a ošetřeného vybranými druhy povrchových úprav před a po expozici xenotestu.
- Vizuální posouzení a výběr nejestetičtější povrchové úpravy, určené na malé prvky do interiéru a na designové módní doplňky.

3 Literární rešerše

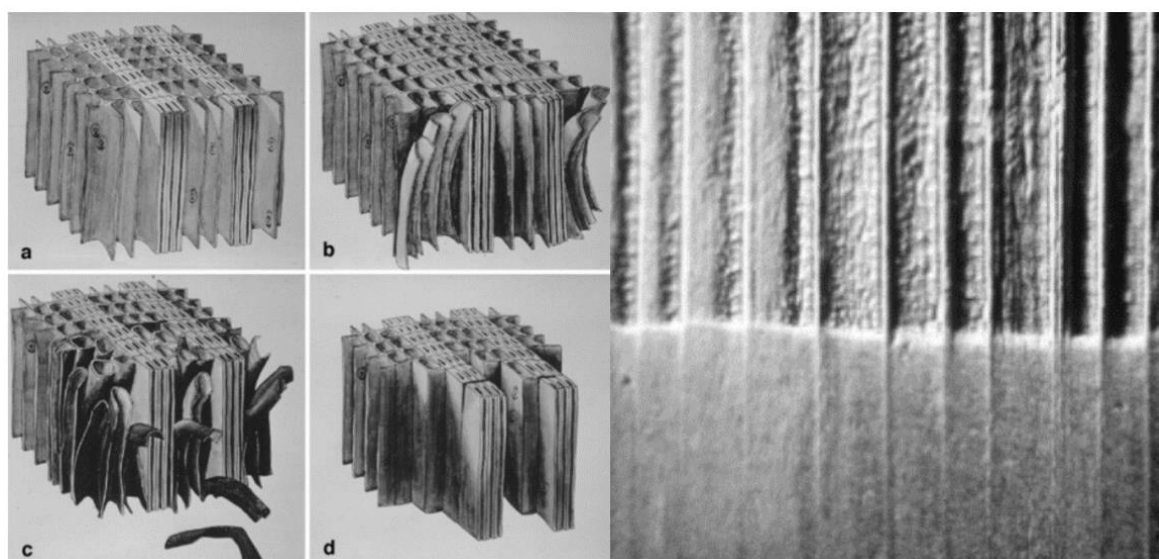
3.1 Faktory způsobující degradaci dřeva

Faktory způsobující degradaci dřeva můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin, abiotické faktory a biotické faktory. Mezi biotické faktory patří dřevokazný hmyz, dřevokazné houby, dřevozbarvující houby, plísně a bakterie (Baier 2001). Biotické faktory v praxi nejsou využívány pro vytvoření patiny na povrchu dřeva,

3.1.1 Abiotické faktory

Tyto faktory jsou neživé a ve volné přírodě mohou působit i současně. Lze je rozdělit do několika skupin podle druhu působícího faktoru:

- Světlo – fotodegradace.
- Teplota – termický rozklad dřeva.
- Kyseliny (zvláštní kategorií je voda) – chemická koroze dřeva.
- Mechanické částice (např. prach, písek) – mechanická abraze (Holan 2006).



Obrázek 1 Stárnutí dřeva - (a) neexponované dřevě; (b) ranná fáze stárnutí - uvolňování vláken (c) ztráta vláken (d) zestárlé dřevě - prohlubně v jarním dřevě; obrázek vpravo povrch dřeva po venkovní expozici, spodní část byla zakryta kovovým páskem (Williams & Feist 1999).

Fotodegradace povrchu dřeva

Fotodegradace dřeva probíhá při působení slunečního (ultrafialového) záření na povrch. Napadený povrch dřeva mění svou barvu, nejčastěji tmavne. U této degradace se pouze mění estetický povrch dřeva, fyzikální a mechanické vlastnosti zůstávají stejné, tudíž se nemění. Povrch je degradovaný do hloubky pár milimetrů, nikdy není degradovaný do hloubky více jak jeden centimetr. Fotodegradace probíhá pozvolně, trvá několik desítek let. A však patinu dřevo získá za jeden až dva roky, kdy se estetické změny projevují nejvýrazněji (Holan 2006).

Po chemické stránce je nejvíce degradován lignin (hnědý), méně hemicelulózy (bílé) a nejméně celulózy (bílé). V průběhu fotodegradace dřevo nejprve žloutne a následně hnědne v důsledku degradace ligninu (Holan 2006).

- Odolné dřeviny proti fotodegradaci – jasan, ořech, dub.
- Dodléhající dřeviny fotodegradaci – smrk, borovice, modřín
(Holan 2006).

Termická degradace dřeva

Pokud je dřevo vystaveno působení zvýšených teplot, zpravidla nad 100 °C, nastává termická degradace. Případně když je teplota nad 275 °C a je přítomen kyslík, je možné hoření dřeva. Při vysokých teplotách dřevo hoří (za přítomnosti kyslíku) a prudce chemicky oxiduje. Současně vydává tepelnou a světelnou energii. Hoření dřeva lze charakterizovat třemi fázemi:

- Iniclace (vzplanutí) – teplota dřeva je nad 275 °C, dřevo samovolně hoří (exotermická reakce). (Holan 2006) Dřevo iniciuje při teplotách nad 200°C. (Svatoň 2000)
- Propagace – šíření plamene, intenzivní rozklad.
- Terminace – bezplamenné hoření a útlum.

Při teplotě do 150 °C se ze dřeva odpařuje pouze voda v podobě vodní páry, dřevo se za pomoci těchto teplot suší. Pokud jsou teploty vyšší než 150 °C tak dochází k barevným změnám, které mohou být atraktivní. Posouzení dřeva podle odolnosti proti ohni je dáno jeho anatomickou stavbou, případně orientací vláken v ploše, na kterou plamen působí.

Stanovení hořlavosti stavebních hmot podle ČSN 73 0862:

- Odolné – modřín, smrk, dub.
- Méně odolné – borovice, buk.
- Neodolné – jasan, topol (Holan 2006).

Hustota dřeva má nepřímo úměrný vliv na hoření. U většiny případů se stoupáním hustoty se hořlavost snižuje (Svatoň 2000).

Tabulka 1 Hořlavost dřeva vůči hustotě (Svatoň 2000).

hustota (kg/m ³)	klasifikace	příklad
nad 1200	velmi vysoko odolné vůči ohni	quajac
900-1200	vysoko odolné vůči ohni	bruyere, eben, zimostřáz
600-900	středně odolné vůči ohni	OR, HB, AK, DB
400-600	málo odolné vůči ohni	SM, BO, MO, TO, VR
200-400	velmi málo odolné vůči ohni	vejmutovka
pod 200	obzvlášť málo odolné vůči ohni	balza

Chemická degradace dřeva

Kyselá kapaliny degradují dřevo méně než roztoky alkalické. Také je rozdíl mezi listnatým dřevem, které je méně odolné. A jehličnatým dřevem, které je odolné více. Může za to vyšší zastoupení ligninu a nižší zastoupení hemicelulóz u jehličnatých dřevin. Z počátku působení zásad a kyselin dochází k barevným změnám. Po sléze se poškodí struktura dřeva. Na závěr může dojít i k úplnému rozložení dřeva, záleží na použité kyselině (Holan 2006).

Mechanická degradace povrchu dřeva

Mechanická abraze dřeva různými částicemi (např. prach, písek) nemusí být vždy nežádoucí, protože dřevo získá estetickou patinu. Na povrchu dřeva se vytvoří členitý povrch, který je dán jeho anatomickou stavbou. Respektive zastoupením jarního a letního dřeva. Jarní dřevo podléhá více mechanickému opotřebení než dřevo letní, protože má spíše vodivou funkci a nižší hustotu. Naproti tomu dřevo letní má funkci mechanickou s vyšší hustotou, proto dokáže lépe odolávat mechanickému poškození. Výsledný efekt

potom bude takový, že jarní dřevo bude více vybroušené do hloubky než dřevo letní, které bude vystouplé (Holan 2006).

Rozdíly jsou také u jehličnatého dřeva, listnatého kruhovitě pórovitého dřeva a listnatého roztroušeně pórovitého dřeva. Na jehličnatém dřevě vzniká nejvíce členitý povrch kvůli jeho velkému zastoupení jarního dřeva v letokruhu. Na listnatých kruhovitě pórovitých dřevinách vzniká méně členitý povrch kvůli menšímu zastoupení jarního dřeva v letokruhu. Na roztroušeně pórovitých dřevinách členitý povrch vzniká ojediněle (Holan 2006).

3.2 Patinování dřeva

Vzhled starého povrchu nebo také patina dřeva může být napodobována záměrně pro některé speciální potřeby. Například při restaurátorských pracích a výrobě nábytku, který se tváří jako starý (Petrič & Kričej 2004).

Povrch dřeva se v průběhu stárnutí přirozeně mění. Patina na povrchu je výsledkem přirozeného procesu stárnutí dřeva. Stárnutí dřeva podporují biotičtí a abiotičtí činitelé. Záleží na druhu vybrané dřeviny. Jestli je povrch upravený nátěrem, zda je dřevo nějak modifikované. Také záleží na intenzitě činitelů, jestliže výrobek umístěn v interiéru nebo exteriéru a na dalších faktorech (Řezníček 2016). Níže se můžete dočíst o současných technikách používaných na patinování dřeva. Vytvoření umělé patiny není zrovna jednoduchou záležitostí. Výsledný efekt se nikdy nebude stoprocentně podobat přirozeně starému dřevu.

3.2.1 Patinování amoniakem (čpavkem)

Modifikace dřeva pomocí amoniaku je dobře známou metodou. Bohužel koncentrovaný vodný roztok amoniaku je agresivním a toxickým činidlem se silným dráždivým zápachem (Petrič & Kričej 2004). Amoniak (NH_3) má hustotu $0,7713 \text{ kg/m}^3$ je tedy o 41% lehčí než vzduch. Teplota varu za atmosférického tlaku je $-33,4^\circ\text{C}$. Plyn se velmi lehce rozpouští ve vodě a vytvoří zásaditý roztok. S rostoucí teplotou rozpustnost klesá. 1 ml vody při teplotě 20°C rozpustí 702 ml plynu a při teplotě 0°C rozpustí 1176 ml plynu. Při varu se plyn zcela vyloučí (Remy 1972).

Amoniak se v dřevařském průmyslu používá ke změnám barvy dřeva a k jeho plastifikaci. Aplikuje se v plynném stavu (čpavek), kapalném stavu a rozpuštěný ve vodě (čpavková voda). Čpavek v každém stavu zapříčiní změnu barvy dřeva, tato změna způsobí chemické změny ve dřevě. Po požití čpavku má dřevo tmavší nádech. Intenzita tmavého odstínu je dána časem působení látky (Weigl 2009). Na plastifikaci dřeva je nejvíce účinný kapalný amoniak bez vody. Využití plynného amoniaku je v praxi snadnější, ale ne tak účinné. Amoniak rozpuštěný ve vodě má nízké plastifikační účinky. Pro praxi se často využívá ke ztmavení barvy dřeva, v podstatě na dřevo působí amoniak v plynné podobě, který je uvolňován z vodného roztoku v hermeticky uzavřeném reaktoru (Navi 2012). Dřevo se barevně modifikuje v celém svém průřezu, změny odstínu barvy jsou od zlatavé barvy až po tmavě hnědé odstíny. Dřeviny obsahující větší podíl tříslovin mají nejlepší výsledky ve změně barevného odstínu. Z této perspektivi jsou z našich dřev vhodné dřeviny jako borovice, modřín, kaštanovník, akát a dub. Materiál má vyšší odolnost vůči biotickým činitelům a ultrafialovému záření (Stojčev 1979).

3.2.2 Patinování ethanolaminem

Ve srovnání s amoniakem je ethanolamin (C_2H_7NO) méně dráždivý a méně toxický a není předmětem takzvaných chemických zbraní. Ethanolamin je tedy uživatelsky přívětivější, může být použit například jako aditivum v kosmetických prostředcích.

Na univerzitě ve Slovinsku patinovali třešňové (*Prunus avium*) a smrkové dřevo (*Picea abies*) pomocí již zmíněného ethanolaminu. Vzorky byly vystaveny ethanolaminu po dobu 8 a 16 hodin. Pro srovnání autoři vystavily některé vzorky také párám amoniaku po dobu 2, 8 a 16 hodin. Některé neošetřené vzorky třešňového a smrkového dřeva byly ozářeny ultrafialovým (UV) zářením pomocí Philips TUV G30T8. Za účelem simulace stárnutí a porovnání jeho vlivu na barvu s vlivem ethanolaminu. Chemické změny ošetřovaného dřeva byly zkoumány pomocí FT-IR spektroskopie, EPR (elektronová paramagnetická rezonance) spektroskopie a analýzou obsahu dusíku. V průběhu celého experimentu byla také měřena barva na všech vzorcích.

Ukázalo se že, čpavkování toxickým amoniakem by mohlo být nahrazeno použitím ethanolaminu. Ethaloamin je chemicky vhodnější pro uživatele. Rozsáhlé experimenty také dokazují, že takto ošetřené dřevo má vysokou barevnou stálost. Autoři dokázali že využití

ethanolaminové páry je nová možnost výroby různých dřevěných výrobků a nábytku se vzhledem stáří (Petrič & Kričej 2004).

3.2.3 Patinování pomocí nátěrových hmot

Mezi velmi náročné pracovní postupy patří patinování pomocí povrchové úpravy. Takto dokončované dřevo získá vzhled staršího povrchu. Principiálně se úprava patinováním skládá ze čtyřech základních kroků:

- Transparentní nátěrová hmota se nanese na obroušený očištěný povrch.
- Nanesení mořidla, patinovací barvy, krycí barvy natíráním nebo stříkáním.
- Setření mořidla, krycí nebo patinovací barvy ještě v tekutém stavu z vyvýšených míst suchým hadrem nebo suchou houbou.
- Aplikace transparentní nátěrové hmoty (Tesařová 2014).

Ještě než se začne patinovat je dobré povrch dřeva důkladně očistit. K čištění mohou použít hrubý šmirglový papír nebo v lepším případě ocelový kartáč, který více zdrsní povrch, protože vybrousí měkké jarní dřevo. Doporučený směr čištění je proti směru vláken.

Po očištění povrchu se může začít se samotným patinováním, které lze provést několika způsoby. Nejčastěji se pro tento účel využívají patinovací laky, které se v několika vrstvách nanášejí na povrch. Lak je dobré nanášet nesouměrně, na některých místech tlačit více na štětec, na jiných méně. Čím více se nanese vrstev, tím potom bude výsledný efekt lépe vypadat. Lehce zaschnutý lak se může v některých místech setřít hadříkem nebo suchým štětcem, eventuálně zabrousit. Docílí se tak požadovaného vzhledu.

Né tak atraktivní metoda je využití takzvaných krakelovacích laků. Jenž rozpustí vrchní barvu a zapříčiní vznik přirozeně vypadajících trhlin. Před samotnou aplikací krakelovacího laku se povrch dřeva natře požadovanou barvou. Na náhodná místa se natře krakelovací lak, jenž obnaží dřevěný povrch. Na závěr se doporučuje použít vrstvu akrylového laku.

Další možností může být uplatnění klasických nátěrových hmot. Pokaždé je důležité se držet pravidla „na tmavý světlý a na světlý tmavý“. Aby byl výsledný povrch světlý, jako první se musí aplikovat tmavá podkladová vrstva a až potom světlá. Aby byl

povrch tmavý, postup se udělá naopak. Po aplikaci obou vrstev se povrch nerovnoměrně obrousí brusným papírem. Někde se to vybrousí jen na podkladovou vrstvu, jinde až na dřevo. Na závěr se obrousí hrany, protože ty jsou při používání namáhané nejvíce. Následně se celá plocha může přebrousit jemným brusným papírem a navoskovat (Řezníček 2016).

3.2.4 Termické patinování dřeva

Termická úprava povrchu dřeva je jednoduchý, dlouho používaný způsob úpravy povrchu, při této úpravě se používá propanbutanový hořák nebo benzínová lampa se seříznutým plochým plamenem. Dřevo se opálí plamenem do červeno hněda rovnoměrně ve směru vláken, buď hloubkově, nebo povrchově. Po dokončení opalování se povrch jemně přebrousí brusným papírem a očistí. Pokud je dřevo jen povrchově opáleno, tak výsledkem je negativní obraz textury. Pokud je dřevo hloubkově opáleno, tak získá pozitivní obraz textury. Dřevo, které je opálené a obroušené se následně povrchově dokončí nátěrovými hmotami (Tesařová 2014).

Ochrana dřeva metodou Shou-sugi-ban

Tato prastará metoda je původem z Japonska a v podstatě jde o konzervaci a ochranu dřeva opalováním. Postup Shou-sugi-ban se dá přeložit jako „spálená cedrová prkna“ (Pacáková 2017). Technologický postup je následovný: nejdříve povrch opálíme například plynovým hořákem. Opálený povrch se vykartáčuje a očistí proudem vzduchu nebo vody. Na očištěný povrch se aplikuje nátěrová hmota, nejlépe přírodní olej nebo vosk.

Zuhelnatělí povrch metodou Shou-sugi-ban slouží jako ochrana před hmyzem, houbami, mikroby a klimatickými podmínkami. Opálením se snižuje hořlavost zuhelnatělého povrchu. Již spálená vrstva hůře vzplane. Uvedená trvanlivost je v rozmezí 40 až 80 let (Možíš 2018).

3.2.5 Patinování drásáním, škrábáním, kartáčováním

Drásání dřeva neboli kartáčování, jinak řečeno strukturování dřeva je unikátní povrchová úprava. Díky této úpravě povrch materiálu vypadá starší, než skutečně je. Povrch dřeva získává postupem času typický vzhled, měkkí světlé jarní dřevo je do určité

hloubky odstraněno a povrch je potom drsnější. Drásat můžeme jak starý nábytek, tak i nové desky, které se využívají například na obklady stěn, fasád, ale také na podlahu. Výhodou zestářeného mladého dřeva je, že se tváří jako staré dřevo, ale má vlastnosti mladého. Na drásání jsou nejvhodnější spíše měkké dřeviny jako smrk, borovice nebo modřín. Dnes je v mnoha případech patinované dřevo v kurzu. Strukturovat dřevo se dá hned několika různými postupy.

Ruční drásání je jednou z nejzákladnějších technik. Nástroj, který se na ruční drásání používá je běžný ocelový kartáč, jenž se dá koupit v každém železářství. Tento postup se hodí spíše pro menší plochy, protože jeho nevýhodou je, že je celkem časově náročný. Při této technice se kartáčem jezdí po dřevě ve směru letokruhů, je nutné vyvinout poměrně velký tlak a úsilí.

Pomocí kartáčové brusky, jedná se o jednoúčelový stroj, který je určený na strukturování dřeva. Existují na ní různé velikosti a hrubosti nylonových i ocelových kartáčů. Hrubost nylonového kartáče se odvíjí od zrnitosti abrazivních zrn, čím je číslo vyšší, tím jemnějšího opracování se dá docílit. Na staré desky se hodí spíše hrubší kartáče o zrnitosti 40 až 80. Využití nylonových kartáčů oproti ocelovým je výhodnější v tom, že štětiny jsou pružné a v závislosti na vyvíjeném tlaku se zvětšuje účinná plocha. Výhoda je také v rychlosti a jednoduchosti obrábění povrchu.

Existuje také levnější alternativa oproti kartáčové brusce. Lze pořídit kartáč, který se osadí do vrtačky. Na trhu jsou i provedení kartáčů pro úhlové brusky (stavimbydlim.cz 2019).

Průmyslové strukturování dřeva pomocí kartáčovacích strojů je také jednou z variant. Stroj může být osazen jedním nebo více kartáčovacími válci. Válce se vyrábějí v několika variantách. Válec s ocelovými dráty se využívá na vykartáčování tvrdého dřeva. Válec s nylonovými vlákny se hodí ke kartáčování měkkých dřevin i tvrdých. Válec může být opatřen i brusným papírem, ale ten se využívá spíše na broušení a tloušťkovou egalizaci. Základ stroje tvoří zavěšená hřídel na pevném litinovém rameni. Intenzita kartáčování je ovlivněna tvrdostí dřeva, hrubostí a materiálem kartáče a počtem, směrem projetí dílce. Oproti ruční brusce je drásání dřeva několikrát rychlejší, záleží na druhu zvoleného kartáčovacího stroje (IGM 2019). Velkou výhodou kartáčování dřeva, například oproti frézování je, že se může opracovat i zaprášené a mírně špinavé dřevo aniž by se podstatně otupil nástroj, to platí i u pískování dřeva.

3.2.6 Pískování dřeva

V průběhu pískování se povrchově upravovaný předmět zahřívá v nádobě s pískem při teplotě do 80 °C. Touto povrchovou úpravou získáme plastický povrch, který imituje atmosférickou korozi dřeva. Pískování se používá u jehličnatých dřevin (Holan 2006).

Další technologie pískování je stříkání jemného písku na dokončovaný povrch. Nejvíce se využívá na odstraňování starých nátěrů, nebo jako předúprava před dokončováním:

- Na rozpracovanou plochu se vrhá písek se stlačeným vzduchem speciální rozprašovací pistolí.
- Pískovanou plochu obrousíme a uhladíme vystouplé letokruhy.
- Plochy je také možné napouštět šelakovou politurou, mořit nebo voskovat.
- U této technologie se dosahuje podobných výsledků jako u kartáčování (Tesařová 2014).

Pískovačky

Pískovací zařízení se vyrábějí ve dvou základních variantách. První variantou jsou mobilní pískovací stroje, které jsou levnější a využívají se především v terénu a na venkovní práce. Zatímco pískovací kabiny nebo boxy jsou určené na průmyslové využití. Pracovní tlak tryskání je maximálně 1 MPa, záleží na druhu pískovačky.

Každá pískovačka potřebuje abrazivum, které je pod tlakem vháněno do trysek. Abrazivum se vyrábí v různých provedeních na hrubé i jemné opracování povrchů různých materiálů (např. kov, kámen, beton, sklo, dřevo i plast). O výsledné kvalitě tryskaného povrchu rozhoduje materiál na pískování jinak řečeno abrazivum. Na pískování dřeva se využívá jedlá soda nebo přírodní granát. Abrazivní materiály mají různé vlastnosti jako je velikost, tvar, tvrdost a hrubost zrna. Účinnost i kvalita tryskání se odvíjí od správného výběru abrazivního materiálu a pracovního tlaku tryskání na upravovaný povrch (obchod.piskovacka.cz 2019).

3.3 Základní využití dubového dřeva

Dub letní (*Quercus robur*) přezdívaný křemelák se vyskytuje na území Evropy. Dá se nahradit dubem bílým (*Q. alba*), nebo dubem červeným. Však tyto druhy se vyskytují na území Kanady a Ameriky. Využití tohoto dřeva je mnoho, například pro interiér (výroba nábytku a skříní, podlahové krytiny apod.), pro konstrukční účely (tradiční stavba domů), pro truhlářství (všeobecné upotřebení, vnitřní zařízení), dekorativní účely (soustružení), vodní stavitelství (stavba lodí) (Gibbs 2005).

3.4 Laserové technologie

„LASER“ je akronymum k anglickému názvu **LIGHT AMPLIFICATION BY STIMULETED EMISION OF RADIATION**, což lze přeložit jako „zesilování světla stimulovanou emisí záření“ (Vrbová 1994).

Základní teoretický kámen pro laserovou technologii položil fyzik Albert Einstein, v roce 1917 fyzikálně popsal princip laserového paprsku. Postupem času začátkem 50. let vznikl nový obor pod názvem kvantová elektronika, kde byly vytvořeny zařízení zesilující a generující elektromagnetické záření založené na principu stimulované emise záření (Maňková 2000).

A. L. Shawlow a C. H. Towens vyprojektovali roku 1958 první návrh laseru. Ovšem první funkční rubínový laser sestrojil T. M. Maiman o něco později v roce 1960 (Vrbová 1994).

Následně byly konstruovány další laserové přístroje založené na kapalných, pevných a plyných aktivních látkách. Psal se rok 1961 a skupina vědců Herold, Javan a Benet v USA testovala plynový hélium-neónový (He-Ne) laser. Ve stejném roce Snitzer vyvinul první pevnolátkový laser na bázi neodým (Nd)-sklo. O rok později 1962 byl vynalezen na polovodičový laser. V roce 1964 byl představen neodým pevnolátkový (Nd-YAG) laser a iónový argónový laser. Tentýž rok C. H. Patel zkoušel CO₂ laser, tento laser má v dnešní době největší uplatnění v průmyslu (Maňková, 2000).

Kvůli rozdílnému použití laseru, rozmanitosti, rozdílným vlastnostem a výkonu na trhu dostupných laserů lze dělit lasery podle:

- Aktivního prostředí (plynové, kapalinové, pevnolátkové, polovodičové, plazmatické).

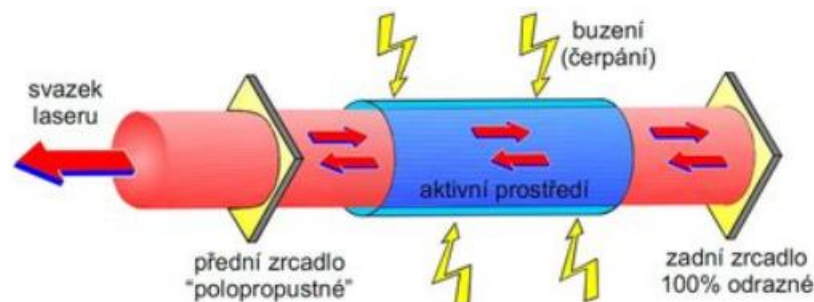
- Vlnové délky (infrachervené záření, viditelné záření, ultrafialové záření, rentgenové a gama záření).
- Režimu paprsku (kontinuální, pulzní).
- Výkonu (nízký – max. stovky W; vysoký 1-30 kW).
- Konstrukce laserového záření (pohyblivý stůl nebo paprsek, nebo obě stacionární – pohyblivý paprsek pomocí zrcadel).
- Použití (strojírenství, medicína, armáda, astronomie, geodezie, metrologie).
- Excitace aktivního prostředí (optické buzení, elektrickým polem, chemická excitace) (Sadílek 2009) (Šulc 2002).

3.4.1 Princip laseru

V druhé polovině dvacátého století byl objeven laser na základě výzkumu mikrovln. V aktivním prostředí dochází s energií ve formě elektromagnetického vlnění k buzení atomů. Aktivní látka se snaží snížit svou energii, z tohoto důvodu vytváří monochromatické koherentní záření. Záření je následně usměřováno soustavou optických zrcadel a čoček. Paprsek laseru dopadá na obrobek a mění světelnou energii na tepelnou energii. Nejvíce se využívají lasery o vlnové délce 0,4 až 10,6 μm . Světelný paprsek se soustředí do velikosti $d = 0,05$ až $0,25\text{mm}$ hustota energie o této velikosti paprsku je větší než 10^8 W/cm^2 . Laser uvolňuje energii buď v pulsním, nebo kontinuálním režimu. Pulsní režim zvládne obrobit povrchy s velkou odrazivostí (Morávek 1999).

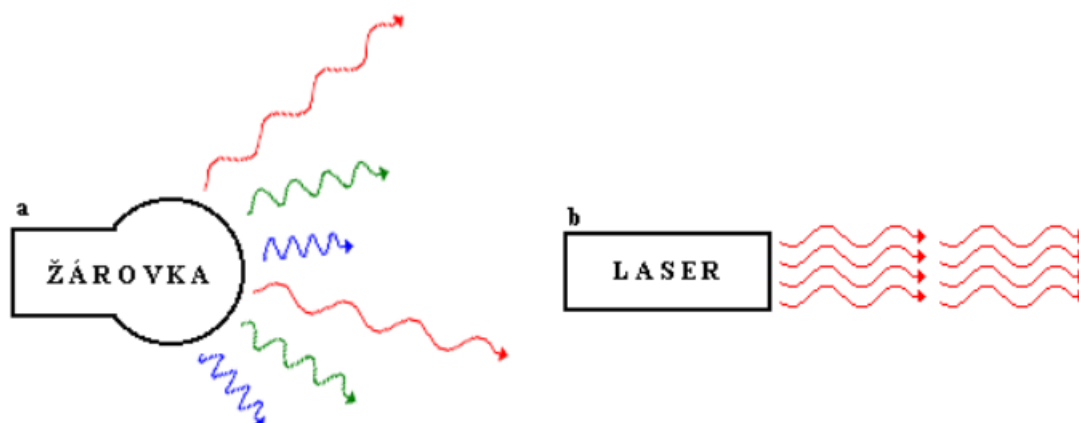
Mezi hlavní části laseru se řadí rezonátor, aktivní prostředí a zdroj energie. Pod pojmem zdroj energie si lze představit výbojku. Výbojkou je dodávána energie do aktivního prostředí. Dodaná energie vybudí elektrony v aktivním prostředí z jejich základní energetické hladiny na vyšší energetické hladiny, jinak řečeno dochází k excitaci. Většina elektronů je vybudena do vyšších energetických hladin tímto způsobem (Řasa 2008).

V rezonátoru jsou umístěna dvě zrcadla, polopropustné a nepropustné. Zrcadla jsou umístěna naproti sobě, mezi nimi se odráží fotony a opětovně procházejí aktivním prostředím. Aktivní prostředí se nachází uvnitř rezonátoru, které podporuje simulovanou emisi zesilováním toků fotonů. Výsledkem je laserový paprsek, který opouští rezonátor skrz výstupní polopropustné zrcadlo (Kořán 2013).



Obrázek 2 Optický rezonátor (Kořán 2013).

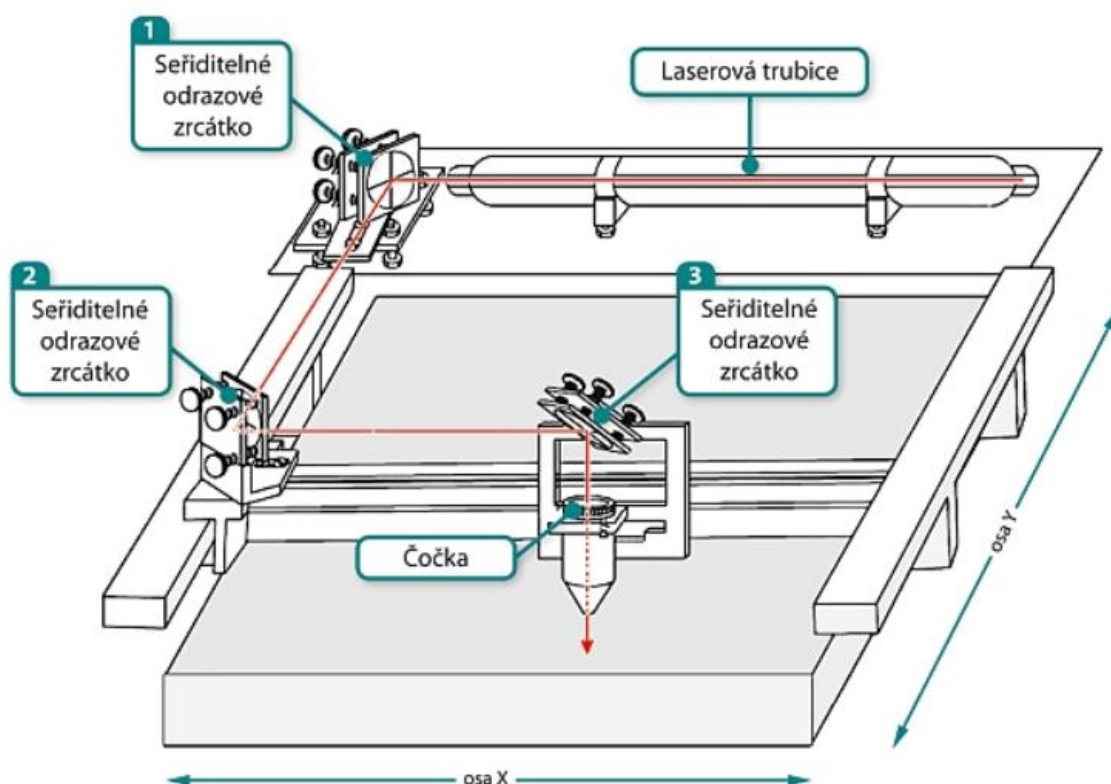
Pokud mají fotony v paprsku stejnou vlnovou délku, stejnou fázi a frekvenci. Potom se jedná o monochromatický paprsek, který vyzařuje laser. Tomuto záření se také říká koherentní záření. Opakem je nekoherentní záření, které například vydává zahřáté těleso, slunce, žárovka nebo svíčka (Reichl & Všetická 2011).



Obrázek 3 a, nekoherentní záření; b, koherentní záření (Reichl & Všetická 2011).

ČZU a na svou fakultu FLD zakoupila stolní CO₂ laser, který využívá ke studijním účelům. Laser má výškově nastavitelný pracovní stůl, který přednostně opracovává deskové materiály. Výška stolu se plynule nastavuje krokovým motorem. Nekomové materiály jako dřevo, kůže, plexisklo, plasty a jiné, obrábějí se lépe než kovy, protože snáze absorbují laserové záření. Stolní CO₂ laser se využívá nejen ke gravírování, ale i k řezání. Rychlost řezání a gravírování je nastavitelná a záleží na materiálu a jeho tloušťce, požadované kvalitě řezu a na výstupním výkonu paprsku laseru. Pohyb laserové hlavy řídí počítač. Řezání ovládá speciální software, který obsahuje soubory s nakreslenými liniemi, podle kterých se definuje pohyb hlavy laseru. Při gravírování vychází software z jakéhokoli obrázku v příslušném formátu (Podlena 2015).

Laserový paprsek vzniká v trubici s aktivním plynným prostředím na principu světelné emise. Na elektrodu se přivede dostatečné množství energie v podobě napětí. Jak už napovídá název, aktivní plynné prostředí je tvořeno molekulami oxidu uhličitého, které zesilují laserové záření. To je dále vedeno skrze tři zrcadla a čočku až na obráběný materiál. (Obr. 4) Výška výkonu ovlivňuje životnost jednotlivých součástek, jako jsou zmíněná zrcadla a čočky. Tímto postupem se koncentruje energie do podoby paprsku o velmi malé kruhové ploše. Vzniklý paprsek má průměr několik desetin milimetrů (Podlena 2015).



Obrázek 4 Vedení laserového paprsku (BOW 2016).

Materiál, který se pomocí laseru řeže nebo gravíruje, je vlastně tepelně opracováván. Dochází k pálení či tavení, v závislosti na materiálu. Použití nátěrových hmot na zvýšení trvanlivosti gravírování není tedy vůbec nutné. Jelikož se laserová trubice při obrábění zahřívá, je chlazena cirkulující destilovanou vodou. Opracovávání dřeva laserem je řazeno mezi beztržkové obrábění. Díky řízení počítačem a velmi malému průměru laserového paprsku, lze velmi snadno a přesně řezat komplikované vzory, ostré úhly či malé otvory v závislosti na materiálu (Podlena 2015). Obrobitelnost laserem je

dána absorpcí povrchu, tepelnou vodivostí, odrazivostí (reflexí), tvarem povrchové vrstvy a odpařováním.

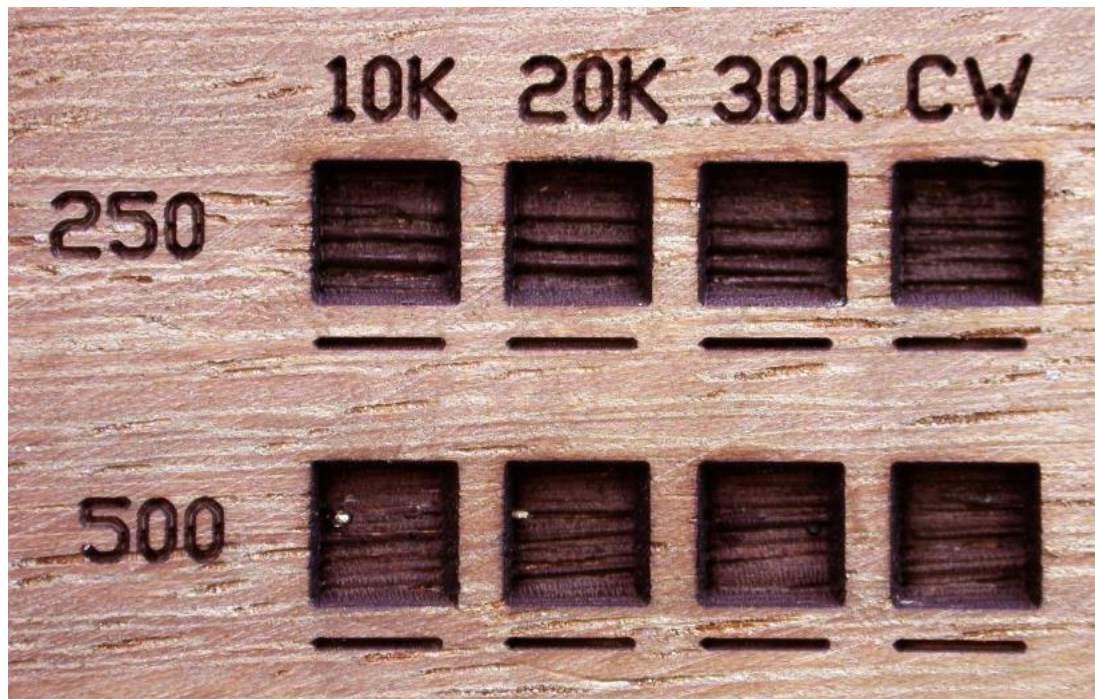
3.4.2 Úpravy povrchů dřeva laserem (gravírování)

Gravírování je proces, při kterém je povrch materiálu odstraňován laserovým paprskem. Obvyklá hloubka gravírování se pohybuje mezi 0,0125mm až 0,1500 mm. Pro gravírování se používají CO₂ lasery, ale i Nd:YAG lasery. Nd:YAG lasery se využívají na gravírování kovových materiálů, plastů a keramiky. Zatímco CO₂ lasery můžeme použít na dřevo, gumu, papír nebo sklo. Záleží také na uživateli, jakou kombinaci zvolí (Mereda 2010).

Kontrastní popis, který laserový paprsek zanechává je velice přesný a mechanicky odolný na povrchu materiálu. Takto vzniklý popis je velmi trvanlivý, přestože vznikl bez použití barev, chemických přísad nebo mechanických zásahů do samotné struktury materiálu. Volba materiálů ke gravírování je rozmanitá. Touto metodou lze opracovávat nekovové materiály jako je například dřevo nebo i samotné kovy. Vlastnosti značení se nijak nepřizpůsobují povrchu či povrchové úpravě. Díky nastavitelným parametrům, kterými laser disponuje, lze hloubku popisku plynule měnit. Laserové gravírování proto poskytuje možnost tvořit velmi drobné popisky až v řádu několika tisícín milimetru nebo naopak tvořit stopy do větší hloubky materiálu. Mezi nejvyužívanější typy laseru jsou Nd:YAG lasery nebo CO₂ lasery. Bezkontaktní tvorba znaků je bezesporu velkou výhodou laserového značkování. Nehrozí tak u gravírovaného materiálu jeho deformace nebo jakékoli napětí. Možnost řízení celého procesu laserového gravírování pomocí počítače, je jednou z mnoha dalších výhod. Umožňuje opětovnou tvorbu popisu, snadnou editaci a vzniklý motiv nemá žádné omezení z hlediska náročnosti (Přemysl 2013).

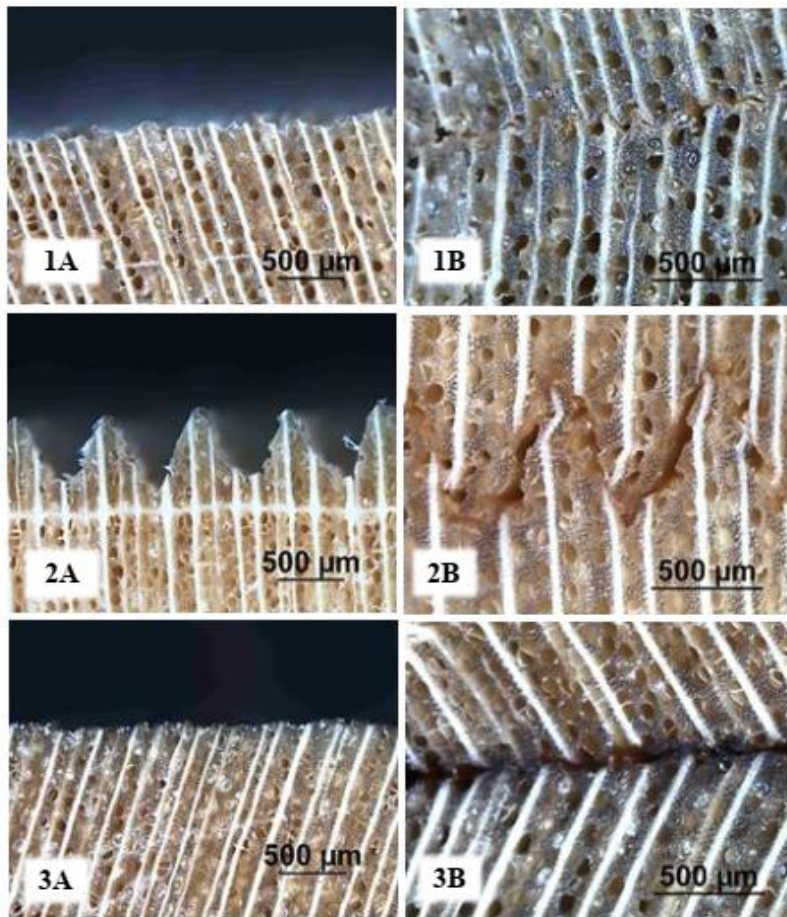
V práci (Pagano et al., 2009), kde se řeší laserové obrábění povrchu dřeva pomocí CO₂ laseru o výkonu 30 W v kontinuálním a pulsním režimu. Cíl této práce je experimentálně vyhodnotit parametry nastavení laseru a rychlost obrábění dřevěného materiálu. Za pomoci laseru pracujícího s vlnovou délkou $\lambda = 10\,600$ nm, na vzorcích vyrobených z afrického teaku (*Pericopsis elata*), v pulsním a kontinuálním režimu. Zkoumané parametry jsou střední výkon, rychlost gravírování, velikost paprsku a počet laserových skenů také zvaných jako opakování. Závěry jsou následující: CO₂ 30W laser lze použít k hloubkovému gravírování afrického teaku bez povrchové karbonizace.

Povrchová karbonizace nastane, když jsou nevhodně nastavené parametry gravírování, nebo když dojde k nadměrnému rozostření paprsku. Karbonizace nastane také v případě když, hloubka pálení překoná dva milimetry. Pokud změním střední výkon nebo vzdálenost mezi lineárními vzory, nebo použiji kontinuální režim, tak tím usnadním přechod z ablace do karbonizace. V příloze č. 1 můžete najít tabulku s podrobným plánem experimentu. Níže na obrázku 5 je vidět povrchový vzhled po laserovém obrábění. Tento vzorek A byl zhotoven při 100 % středním výkonu, první řádek vypálených čtverečků s rychlostí 250 mm/s se čtyřmi opakováními, druhý řádek s rychlostí 500 mm/s s osmi opakováními. První tři sloupce jsou v pulzním režimu 10, 20, 30 kHz, čtvrtý sloupec je zhotoven v (CW) kontinuálním režimu (Pagano et al. 2009).



Obrázek 5 Povrchový vzhled vzorku A (Pagano et al. 2009).

Práce (Dolan 2014) je zaměřená na adhezi degradovaných dřevěných povrchů. Povrch dřeva (*Liriodendron tulipifera*) v této práci je degradován pomocí pulsního CO₂ laseru. Obrobený povrch laserem usnadňuje přilnavost bez použití dalších pryskyřic.



Obrázek 6 Topolové dřevo, (1-3A) povrchová geometrie, (1-3B) vidět že laser vytvořil následné vazby povrchů, odpovídající tabulce 2 (Dolan, 2014).

Laserová úprava vytváří povrch, který fyzikálně a chemicky mění přirozenou biopolymerní organizaci lignocelulózových materiálů. Tento způsob úpravy povrchu podporuje adhezi při průmyslovém lisování za tepla. Laserová optimalizace je stanovena mechanickým a mikroskopickým pozorováním. Zjistilo se, že mírná modifikace povrchu laserem (30 W/mm²) vedla k nejvyšší síle vazby. Na obrázku 6 je vidět že laser vytvořil drážky, které do sebe

mechanicky zapadají a zvyšují adhezi. Analýza tohoto povrchu ukázala, že laser změnil nativní morfologii dřeva, hemicelulóza se odpařila a zůstala celulóza a lignin. Infračervená spektrometrie (ATR FTIR) byla použita k analýze objemu laserového materiálu. Tento experiment odhalil změny v hydroxylové oblasti související s konformacemi vodíkových vazeb mezi polymery dřeva, zejména celulózou. Rentgenová fotoelektronová spektroskopie (XPS) nám ukázala, jaké proběhly změny hloubky povrchu do 5 nm. Došlo ke zvýšení počtu vazeb mezi atomy uhlíku a uhlíku s vodíkem. Naopak byl snížen počet vazeb mezi atomy uhlíku s kyslíkem v důsledku laserového procesu. Bylo také změřeno napětí obrobeného povrchu. Zjistilo se, že vzorky obrobené laserem měly volnou energii, která zůstala podobná referenčnímu vzorku (Dolan 2014).

Tabulka 2 Parametry zpracování laserem (Dolan 2014).

Úprava	Šíře paprsku (mm)	Výkon (W)	Rychlost (m/s)	Intenzita (W/mm ²)
1	0,35	30	0,25	1164,2
2	0,69	60	0,1	763
3	1,75	60	0,17	28,3

V experimentu (Kubovský & Kačík 2014) zkoumali barevné změny povrchu dřeva (*Tilia vulgaris* L.) ozářeného CO₂ laserem před a po expozici v Xenotestu. Nejprve se povrch dřeva ozářil laserem o vlnové délce 10,6 μm a výkonu 400 W. Bylo vypáleno celkem 18 pruhů s osmi různými odstíny, plus dva referenční. Pruhy o šířce 8 mm byli vypáleny konstantním výkonem paprsku 45 W, se zvyšující se rychlostí posuvu paprsku se měnila intenzita opálení a tím i výsledný odstín barvy. Na opálených vzorcích se změřila barva pomocí spektrofotometru, výsledky byli vyjádřeny v barevném prostoru CIELAB. Při zvyšování dávky ozáření se rovnoměrný jas snižuje (dL *) a celkový rozdíl barev (dE *) zvyšuje. Po opálení a změření barvy se vzorky vystavili záření xenonové lampy v komoře Xenotestu. Doba expozice trvala 100 hodin. Po této době se naměřila barva znovu, aby se mohla porovnat s hodnotami před expozicí. Na referenčních vzorcích bylo zaznamenáno ztmavnutí povrchu (dL * = -1,4). Na všech ostatních vzorcích vzrostla hodnota (dL *), která indikovala mírné vyblednutí povrchu. Barevný rozdíl da * vykazoval minimální změny na všech sledovaných vzorcích. Pozitivní barevný rozdíl db * znamená pohyb do žluté barvy, což je i vizuálně potvrzeno. Celkový rozdíl barev dE * se prakticky shoduje s hodnotou dL *, protože da * a db * mají jen malý dopad na konečný výsledek (Kubovský & Kačík 2014).

4 Materiál a metodika

Před samotným měřením se udělal menší průzkum ve firmě Dřevomateriály ALBAKMEN. V této společnosti zabývající se speciálními úpravami dřeva byla zjištěna současná technologie, kterou zde používají na patinování dřeva. Níže ve výsledcích (podkapitola 6.1.) se můžete dočíst více, o tom, co bylo zjištěno.

Mezi známé společnosti, které také disponují technologií na patinování dřeva lze zařadit tyto: Woodworker, Střechy P.T.S., Pila Čajka, Vuur a Princ parket. Dřevomateriály ALBAKMEN se od těchto společností liší tím, že se zabývají patinováním dřeva nejdéle. Hlavně z tohoto důvodu byla vybrána. Liší se také tím, že se každý rok účastní veletrhu FOR ARCH, FOR WOOD v PVA Letňany, na tomto veletrhu byla firma poprvé spatřena.

4.1 Využití CO₂ laseru pro daný účel metodika

V následujících podkapitolách je uveden metodický postup věnující se měření drsnosti, barvy a lesku před a během umělého stárnutí v komoře Xenotestu. Také o úpravě povrchu dřeva laserem a nátěrovými hmotami. Všechna měření byla provedena v laboratořích dřevařského pavilónu České zemědělské univerzity. Všechny použité přístroje jsou majetkem školy a byli mi zapůjčené.³

4.1.1 Zkušební tělesa

Pro experiment byla vyrobena tělesa z dubového masivu o celkovém počtu třicet kusů. Velikost vzorků činí 20x40x150 (délka x šířka x tloušťka) o přibližné relativní vlhkosti 8 %. Tělesa byla zhotovena v truhlárně dřevařského pavilónu FLD. Veškerá měření byla provedena na největší tangenciální ploše vzorku, na které se posuzovali dvě povrchově upravené plochy o velikosti 30x30mm.

Na tělesech bylo celkem 60 zkoumaných ploch, 15 různých variant. Můžeme je rozdělit podle intenzity opálení laserem a druhu povrchové úpravy na:

- 12 referenčních ploch
 - 4 bez nátěru (REF-bez)
 - 4 nátěr polyuretan (REF-PU)
 - 4 nátěr vosk (REF-VX)

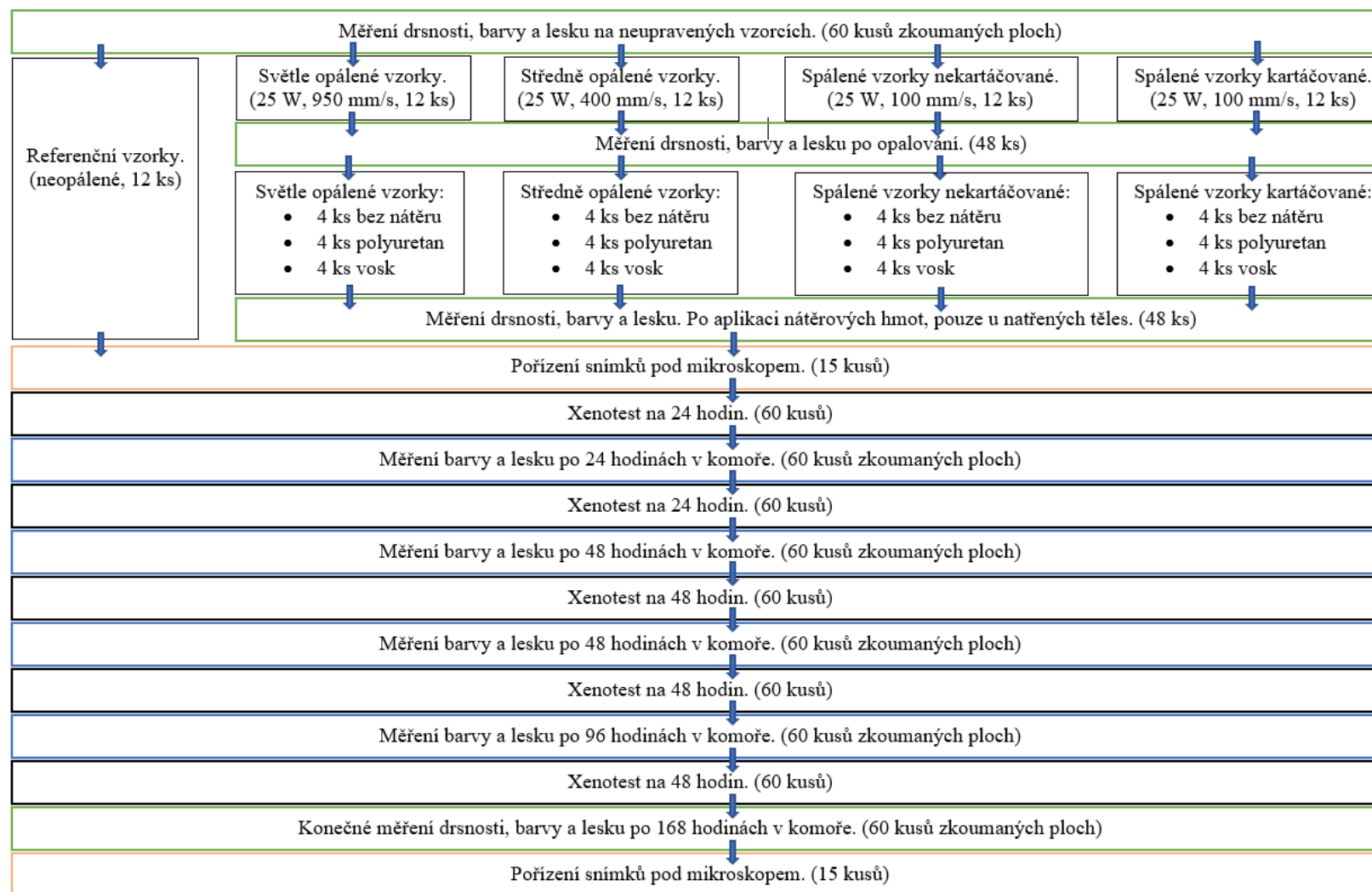
- 12 světle opálených ploch
 - 4 bez nátěru (S-bez)
 - 4 nátěr polyuretan (S-PU)
 - 4 nátěr vosk (S-VX)

- 12 středně opálených ploch
 - 4 bez nátěru (M-bez)
 - 4 nátěr polyuretan (M-PU)
 - 4 nátěr vosk (M-VX)

- 12 spálených ploch nekartáčovaných
 - 4 bez nátěru (T-bez)
 - 4 nátěr polyuretan (T-PU)
 - 4 nátěr vosk (T-VX)

- 12 spálených ploch kartáčovaných
 - 4 bez nátěru (T-K-bez)
 - 4 nátěr polyuretan (T-K-PU)
 - 4 nátěr vosk (T-K-VX)

4.1.2 Blokové schéma celého experimentu



4.1.3 Nátěrové hmoty

Na konci příloh jsou umístěné k nahlédnutí technické listy všech použitých nátěrových hmot.

Tango plus 100% polyuretanový lak bezbarvý



Obrázek 7 polyuretanový lak (zdroj: autor).

Tento lak, ředitelný vodou, je určen výhradně do interiéru, můžeme s ním natřít například dřevěné parkety, podlahová prkna, schody, vnitřní dveře, nábytek a podobně. Lak je mechanicky odolný, proto se hodí na místa se zvýšeným namáháním. A však není určen pro přímý styk s potravinami, krmivý a pitnou vodou. Také je schválen k natírání předmětů pro děti do tří let. Neobsahuje N-Methyl-2-pyrrolidon.

Zvolený postup pro nanesení nátěrových hmot byl následovný: nejprve byl natírán povrch očištěn od prachu a nečistot. Následně se aplikovala první vrstva nátěru pomocí štětce. Výrobce doporučuje nechat mezi jednotlivými vrstvami nátěru minimální časový odstup 4 hodiny, nejdéle však 24 hodin. V našem případě se druhá vrstva nátěru aplikovala přibližně po dvaceti hodinách. Konečné vlastnosti lak získá za 15 dnů při pokojové teplotě 18 °C.



Obrázek 8 dekorační vosk (zdroj: autor).

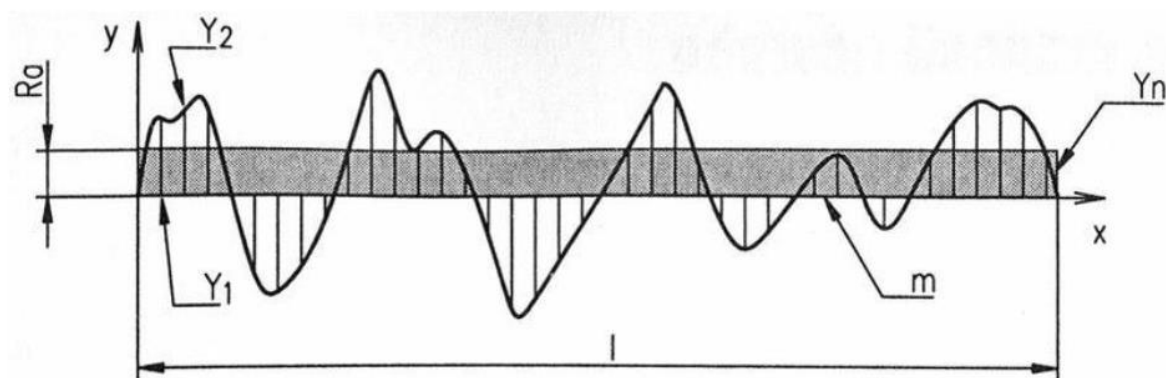
Osmo dekorační vosk interiérový bezbarvý

Nátěr na dřevo pro vnitřní použití na bázi přírodních olejů a vosků – mikroporézní. Odpuzující vodu a nečistoty, je vysoce vydatný a hedvábně lesklý. Je určen do interiéru, lze s ním natřít například obložení stěn, lišty, nosníky, dveře, spárovky, OSB, MDF a podobně. Je odolný vůči otěru a vytváří na dotyk příjemný povrch.

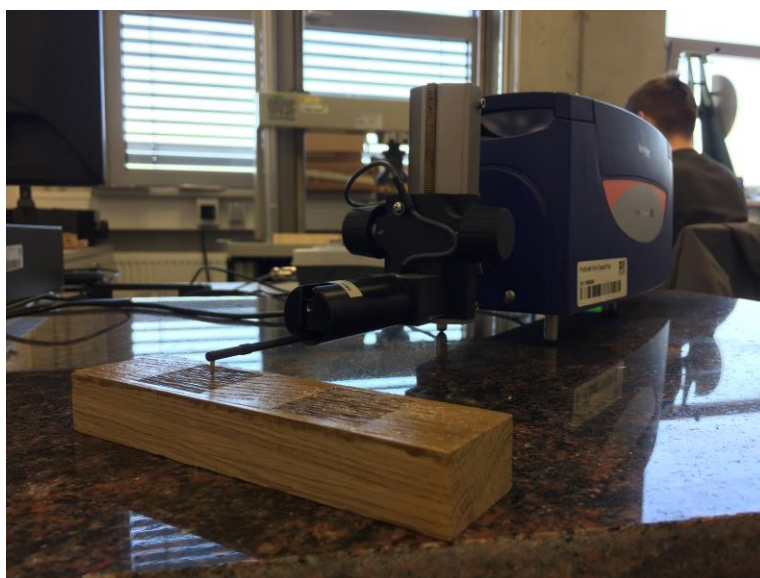
Zvolený postup pro nanesení nátěrových hmot byl následovný: nejprve byl natírán povrch očištěn od prachu a nečistot. Následně se aplikovaly dvě vrstvy nátěru za pomoci štětce. Mezi jednotlivými vrstvami nátěru bylo nutné udělat technologickou pauzu přibližně dvacet hodin.

4.1.4 Měření drsnosti povrchu

Drsnost je soubor nerovností povrchu s relativně malou vzdáleností. Kontaktní profiloměr od společnosti Taylor Hobson, která má velice bohatou historii, byla založena již v roce 1886, toto zařízení určené na měření drsnosti povrchu je velice citlivé. Při měření s tímto zařízením nesmějí v blízkosti vznikat žádné otřesy a vibrace, mohlo by to ovlivnit celý výsledek zkoušky. Na základě EN ISO 4288 (1996) a EN ISO 4287 (1997) byla určena drsnost povrchu. Měření proběhlo na každé variantě povrchu celkem čtyřikrát, kolmo na vlákna dřeva na tangenciální ploše. Pomocí kontaktního raménka o délce 60 mm. Parametry pro měření byly nastaveny podle zmíněné normy EN ISO 4288 (1996). O vlnové délce v rozmezí $\lambda_c = 2,5$ mm a základní délkou posunu $l = 15$ mm. Posuzovaný parametr R_a definovaný jako aritmetický průměr absolutních hodnot pořadnic $Y(x)$ v rozsahu základní délky v μm .



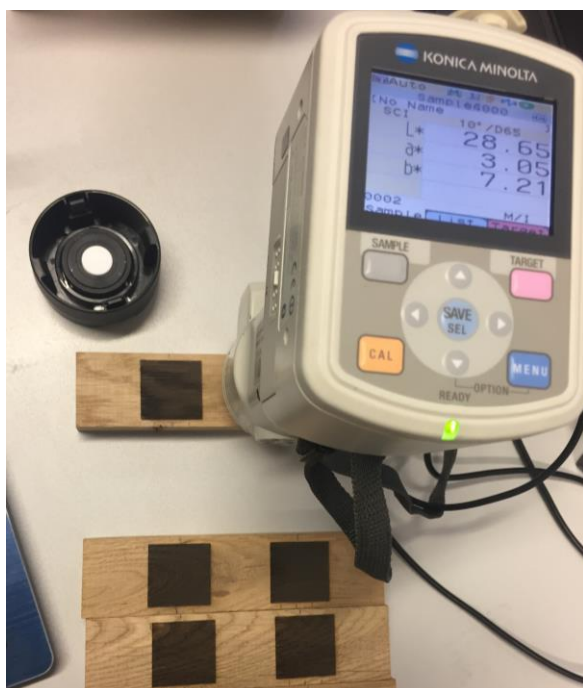
Obrázek 9 Průměrná aritmetická úchylna posuzovaného profilu – R_a (Měření drsnosti 2014).



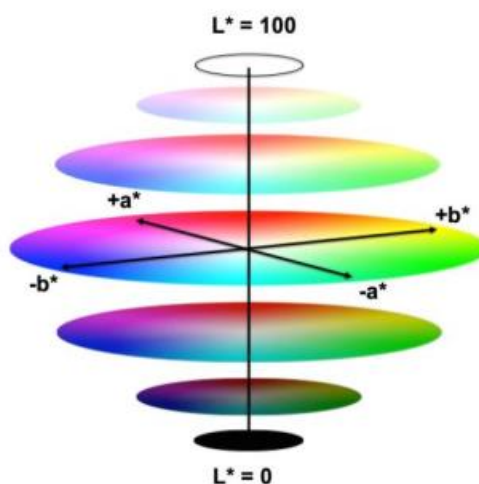
Obrázek 10 Měření drsnosti (zdroj: autor).

4.1.5 Měření barevných změn

Barva byla určena za pomoci spektrofotometru Konica Minolta 600d podle požadavků CIE (Commission internationale de l'éclairage) a také podle norem ISO 7724-1 (1984), ISO 7724-2 (1984), ISO 7724-3 (1984) a ASTM D 2244-16 (2016). Zdroj světla u použitého přístroje je pulzní xenonová výbojka s UV filtrem. Světelné spektrum je v rozmezí 400 až 700 nm. Tento přístroj je přenosný, ve spodní části při měření vyzářuje světlo o průměru 11 mm. Před každým měřením se musí kalibrovat. Kalibrovat můžeme buď pomocí bílé barvy nebo pomocí černé. U spektrofotometru se nacházel kalibrační pohárek s bílou barvou. (Obrázek 11) Na každé zkoumané ploše byla provedena celkem tři měření, tudíž u každé varianty povrchu se provedlo dvanáct měření.



Obrázek 12 Spektrofotometru Konica Minolta 600d (zdroj: autor).



Obrázek 11 Barevný prostor CIE L*a*b* (Sappi 2013).

Barva povrchu dřeva se zaznamenala v barevném prostoru CIE L*a*b*, kde L*a*b* jsou souřadnice zaznamenané barvy. Parametr L* znázorňuje měrné světlosti, nám znázorňuje, jestli je barva světlá (L* = 100) nebo tmavá (L* = 0). Na ose a* jsou barvy od zelené (a* = -60) po červenou (a* = 60) a na ose b* se nachází barvy od modré (b* = -60) po žlutou (b* = 60). Všechny barvy, které dokážeme jako pozorovatelé vnímat, lze znázornit v tomto prostoru a přiřadit jim konkrétní souřadnice. Pokud chceme porovnat dvě barvy, můžeme tak učinit vypočítáním Euklidovské vzdálenosti ve zmíněném prostoru.

Vzdálenost se značí jako barevná odchylka ΔE^* . Odchylka barev povrchu vzorků před a po stárnutí byla stanovena podle metody CIE a také normy ISO 7724-3 (1984), počítá se podle vzorce:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Tabulka 3 Barevná odchylka ΔE^* (Cividini et al. 2007).

$0,2 < \Delta E^*$	neviditelný rozdíl
$0,2 < \Delta E^* < 2$	malý rozdíl
$2 < \Delta E^* < 3$	barevná změna viditelná s vysoce kvalitním filtrem
$3 < \Delta E^* < 6$	barevná změna viditelná se středně kvalitním filtrem
$6 < \Delta E^* < 12$	vysoké barevné změny
$\Delta E^* > 12$	odlišná barva

4.1.6 Měření změn lesku

Měření lesku stejně jako u měření barvy proběhlo před začátkem laserování povrchu, po opálení laserem, po nanesení nátěrových hmot a v průběhu expozice umělým stárnutím (po 24, 48, 96 a 168 hodinách). Ovšem u měření lesku byl využit jiný přístroj s názvem mtg gloss meter MG 268-F2. Jeho základem je fotometrická metoda, jinak řečeno je založen na odrazu světla. Je schopen měřit odraz světla ve třech různých úhlech dopadu najednou. Úhel 60° se dá považovat za neutrální, pro měření většiny povrchů. Pokud je měřený povrch vysoce lesklý, potom je vhodnější úhel odrazu 20° . Naopak když je měřený povrch s nízkým leskem, používá se úhel 85° . Pro měření v tomto experimentu byl využit úhel odrazu 60° . Před začátkem každého měření se musí přístroj kalibrovat pomocí odrazového víčka a stisknutí tlačítka pro měření. I počet a místo měření byl identický jako u měření barvy. Tady na každé ploše byla provedena tři měření. Leskoměr odpovídá normě ISO 2813.

Podle normy ČSN EN ISO 2813, při úhlu odrazu 60° , rozdělujeme koeficient odrazu do pěti skupin:

1. Matný - 10%
2. Polomatný – 10 až 35%

3. Pololesklý – 35 až 60%
4. Lesklý – 60 až 80%
5. Vysoce leklý – nad 80%



Obrázek 13 Měření lesku (zdroj: autor).

4.1.7 Úprava povrchu dřeva CO₂ Laserem

Na dubových tělesech bylo vypáleno 48 ploch o velikosti 30x30mm se třemi různými intenzitami opálení. Intenzita opálení se měnila rychlostí posuvu laseru, výkon 25 W se neměnil a zůstal konstantní. Dvanáct kusů světlých ploch bylo opáleno výkonem 25 W s rychlostí posuvu 950 mm/s a celkovým časem na jednu plochu, jedna minuta a jedenáct sekund. Dvanáct kusů středně opálených ploch výkonem 25 W s rychlostí posuvu 400 mm/s a celkovým časem na jednu plochu, jedna minuta a třicet dva sekund. A dvacet čtyři tmavě opálených ploch výkonem 25 W s rychlostí posuvu 100 mm/s a celkovým časem na jednu plochu, tři minuty a čtyřicet jedna sekund. Dvanáct kusů tmavě opálených ploch se následně ručně kartáčovalo ocelovým kartáčem. V příloze 40 jsou umístěna technická data použitého CO₂ laseru.

Na základě uvedených časů a rozměru plochy jednotlivých intenzit opálení laserem byl proveden přepočít pomocí trojčlenky. Zjistilo se, jak dlouho by trvalo opálit 1 m².

4.1.8 Test urychleného stárnutí v komoře xenotestu

Q-SUN Xe-3 xenonová testovací komora, dokáže simulovat umělé stárnutí jak v interiéru, tak v exteriéru. V našem případě přístroj simuloval stárnutí v interiéru. Výbojka Q-SUN Xe-3 dokáže simulovat sluneční záření. V komoře během expozice kolísá vlhkost, je možné využít až dvojitý postřik. Komora je i klimatizovaná pro simulování nízkých teplot a ovládání teploty uvnitř. Vše je plně automatické, po nastavení všech parametrů se komora uzavře a stiskne se tlačítko RUN, o nic dalšího se už nemusíme starat. Na jak dlouho xenotest nastavíme, tak dlouho poběží. Lze simulovat polední sluneční svit po několik hodin v kuse, díky tomu a díky kolísání vlhkosti dochází k rychlejší degradaci dřeva. Záření lze nastavit podle normy ČSN EN 16474-2.

Při experimentu byla komora nastavena následovně:

- První cyklus
 - Hodnota záření 55 W/m².
 - Čas 6 hodin (celkový čas na konci - 6 hodin).
 - Teplota na černém panelu 80 °C.
 - Teplota vzduchu v komoře 50 °C.
 - Relativní vlhkost 30 %.
- Druhý cyklus
 - Hodnota záření 55 W/m².
 - Čas 6 hodin (celkový čas na konci - 12 hodin).
 - Teplota na černém panelu 60 °C.
 - Teplota vzduchu v komoře 40 °C.
 - Relativní vlhkost 70 %.

Tyto 2 cykly se pak neustále opakovaly v průběhu celého testu.



Obrázek 14 Xenotest (zdroj: autor).

4.1.9 Vizuální změny povrchu

Vizuální změny byly posuzovány hned dvěma způsoby. U prvního způsobu se povrchově upravené vzorky zkoumali lidským hmatem a zrakem. Ze všech povrchových úprav se vybrala jen jedna, ta nejestetičtější, která by se mohla využít na malé designové prvky do interiéru a šperky.

Pro druhý způsob posuzování byl vybrán z každé sady jeden vzorek. Vybrané vzorky byly zkoumány pod konfokálním laserovým mikroskopem Olympus Lext OLS4100. Mikroskop je vybaven objektivy s čočkami 5x, 10x, 20x, 50x a 100x, největší zvětšení se pohybuje od 108x do 17 280x. V přílohách se nacházejí snímky pořízená před stárnutím a snímky pořízené po stárnutí 108x zvětšené.



Obrázek 15 Konfokální laserový mikroskop (zdroj: autor).

4.1.10 Statistické vyhodnocení naměřených dat

Naměřená data v průběhu celého experimentu byla zaznamenána do softwaru Microsoft Excel. Ve kterém se následně vyhodnotila v podobě aritmetických průměrů, směrodatných odchylek a grafů. Dále k vyhodnocení dat byl použit software Statistica, který data vyhodnotil v podobě průměrných hodnot, směrodatných odchylek, vícefaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) a Tukeyova HSD testu se stanovenou hladinou významnosti 0,05.

Zjištěna byla statistická významnost rozdílu mezi jednotlivými průměrnými hodnotami dE^* naměřenými po 168 hodinách umělého stárnutí prostřednictvím Tukeyova HSD testu. Číselné hodnoty vyjadřují nejmenší hladinu významnosti, na které lze hypotézu o rovnosti průměrů zamítnout. Pro snazší interpretaci výsledků jsou červeně zvýrazněny číselné hodnoty menší než 0,05, tyto hodnoty značí nerovnost dvou průměrů, to znamená že mezi zkoumanými variantami byl nalezen statisticky významný rozdíl. Vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA) na hladině významnosti 95 % pro změny barvy dE^* . Hodnocenými faktory byly: čas stárnutí*, intenzita úpravy laserem* a použití povrchové úpravy*,

5 Výsledky a diskuse

Výsledky této práce jsou rozděleny do dvou podkapitol. První podkapitola (6.1) popisuje současně v praxi využívanou technologii pro patinování dřeva. Tato technologie je efektivní a poměrně rychlá s nízkými náklady. Je využívána spíše na velké plochy, jako je například obložení vnitřních i vnějších stěn, výroba podhledů a podobně. Následně druhá podkapitola (6.2) se zabývá využitím CO₂ laseru pro patinování dřeva. Vzhledem k tomu, že tato technologie je velice časově náročná a pro velké plochy neefektivní, hodí se spíše na malé prvky do interiérů a na designové módní doplňky. Z tohoto důvodu byla vybrána ušlechtilější dřevina oproti smrku a to konkrétně dub.

5.1 Návštěva společnosti Dřevomateriály ALBAKMEN

Před tím, než byla tato práce napsána, se udělal menší průzkum ve firmě Dřevomateriály ALBAKMEN, která se mimo jiné zabývá speciálními úpravami povrchu dřeva. Při těchto úpravách ovládají starou japonskou techniku “Shou Sugi Ban“(podkapitola 4.2.4). Níže se můžete dočíst, jak vytvářejí výslednou patinu na povrchu dřeva. Jako vstupní materiál používají především smrk a jiné jehličnaté dřeviny, dřeviny jako např. dub (příloha č. 2) využívají výjimečně.

5.1.1 Kartáčování dřeva)

1. **Jemné drásání** – Zvýraznění povrchu dřeva velmi měkkým kartáčem, vzniká na omak mělký reliéf. Kartáčováno jednou, cena s DPH je 48,00 korun za m².
2. **Střední drásání** – Zvýraznění povrchu dřeva hrubším kartáčováním, vzniká hlubší reliéf 1-2mm. Kartáčováno jednou, cena s DPH je 63,95 korun za m².
3. **Hrubé drásání** – Zvýraznění povrchu dřeva hrubím kartáčem, vzniká hluboký reliéf 3-4mm (vhodné pro masiv). Kartáčováno dvakrát, cena s DPH je 79,90 korun za m².
4. **Extra hrubé drásání** – Zvýraznění povrchu dřeva velmi hrubým kartáčováním, vzniká hluboký reliéf až 5mm (vhodné pro masiv). Kartáčováno dvakrát až třikrát, cena s DPH je 95,85 korun za m².

5.1.2 Opalování dřeva

Intenzita výsledného opálení se reguluje rychlostí posuvu materiálu. Materiál je dopravován kovovým článkovým dopravníkem. Články dopravníku jsou unášeny z každé strany válečkovým řetězem, jenž je poháněn hnacím ozubeným kolem. Celý systém je poháněn elektromotorem. Nad dopravníkem je umístěn hořák, díky kterému je dřevo opáleno. Můžete vidět níže na obrázcích 4 a 5.

1. **Světlé opalování** – Velmi jemné opálení, dochází k lehkému ztmavení měkkých let. Výsledná barva dřeva je hnědá. Cena s DPH je 43,95 korun za m².
2. **Střední opalování** – Intenzivnější opálení, výraznější ztmavení měkkých let materiálu. Výsledná barva dřeva je hnědo-černá. Cena s DPH je 48,40 korun za m².
3. **Tmavé opálení** – Intenzivní opálení, výrazné ztmavení materiálu. Výsledná barva dřeva se mění až na černou. Cena s DPH je 52,70 korun za m².
4. **Spálené** – Opálení je velice intenzivní. Barva dřeva je temně černá. Cena s DPH je 56,80 korun za m².



Obrázek 16 Dopravník na opalování dřeva (zdroj: autor).



Obrázek 17 Zapnutý hořák na opalování dřeva (zdroj: autor).

Opracování povrchu dřeva může mít různou posloupnost technologických postupů. Zejména jsou dva základní technologické postupy, které mohou mít různou intenzitu opálení (1. až 4.) a kartáčování (1. až 4.). První postup, při kterém se nejdříve kartáčeje a

poté opaluje. Dřevo se uzavře před dalšími nátěry a tolik nesaje, je zbarvené do světle hnědé až po tmavě černou barvu v celé ploše. Při druhém postupu se nejdříve opaluje a poté kartáčuje. Dřevo je potom krásně inverzní a připravené k dalšímu nátěru. Nebo se dřevo může pouze kartáčovat či pouze opálit a následně opatřit nátěrem.

Ovšem dřevo je přírodní materiál a nelze specifikovat na 100 % jaký bude výsledný povrch. Záleží hlavně na dřevu samotném, jeho druhu, složení a nařezání. Prioritou této společnosti je maximální spokojenost zákazníka. V přílohách 3 až 13 můžete nahlédnout na některé povrchové úpravy od této společnosti.

5.2 Využití CO₂ laseru pro daný účel vyhodnocení

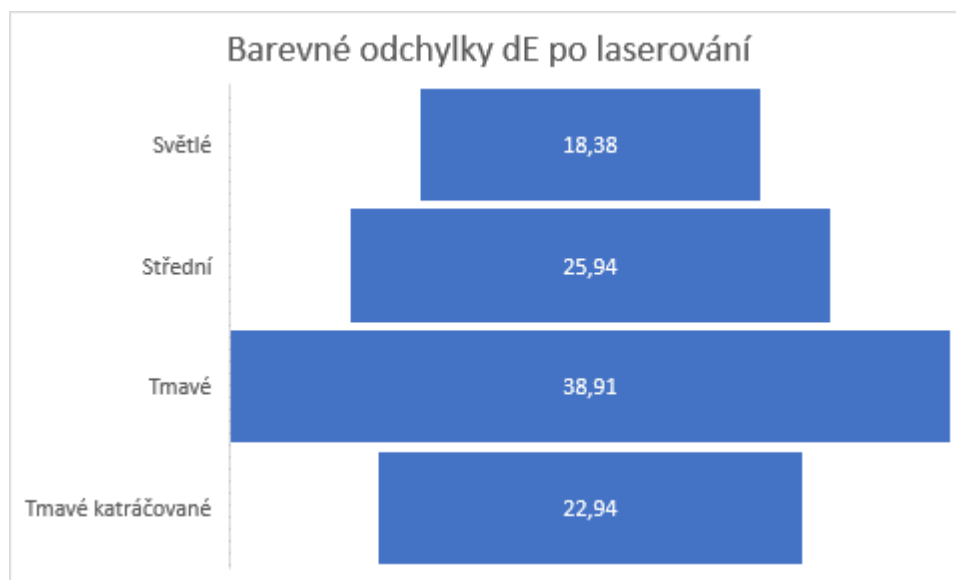
Na základě uvedených časů a rozměru plochy jednotlivých intenzit opalování laserem uvedených v podkapitole 5.1.7 byl proveden přepočít pomocí trojčlenky. Zjistilo se, jak dlouho by trvalo opálit 1 m² za použití CO₂ laseru (technická data v příloze 38).

- 1 m² světlého opálení by přibližně trvalo 21 hodin 55 minut.
- 1 m² středního opálení by přibližně trvalo 28 hodin 24 minut.
- 1 m² tmavého opálení by přibližně trvalo 68 hodin 13 minut.

Orientační cena gravírování je 1 149,5 korun za hodinu gravírování včetně DPH (Smiščík 2019). Z toho vyplývá že opalování velkých ploch pomocí laseru je časově i finančně velice náročné. Proto se CO₂ skříňový laser hodí spíše na malé designové prvky s důrazem na detail. Není možné vyloučit, že v budoucnu a na jiných typech laseru bude možné technologii výrazně zlevnit.

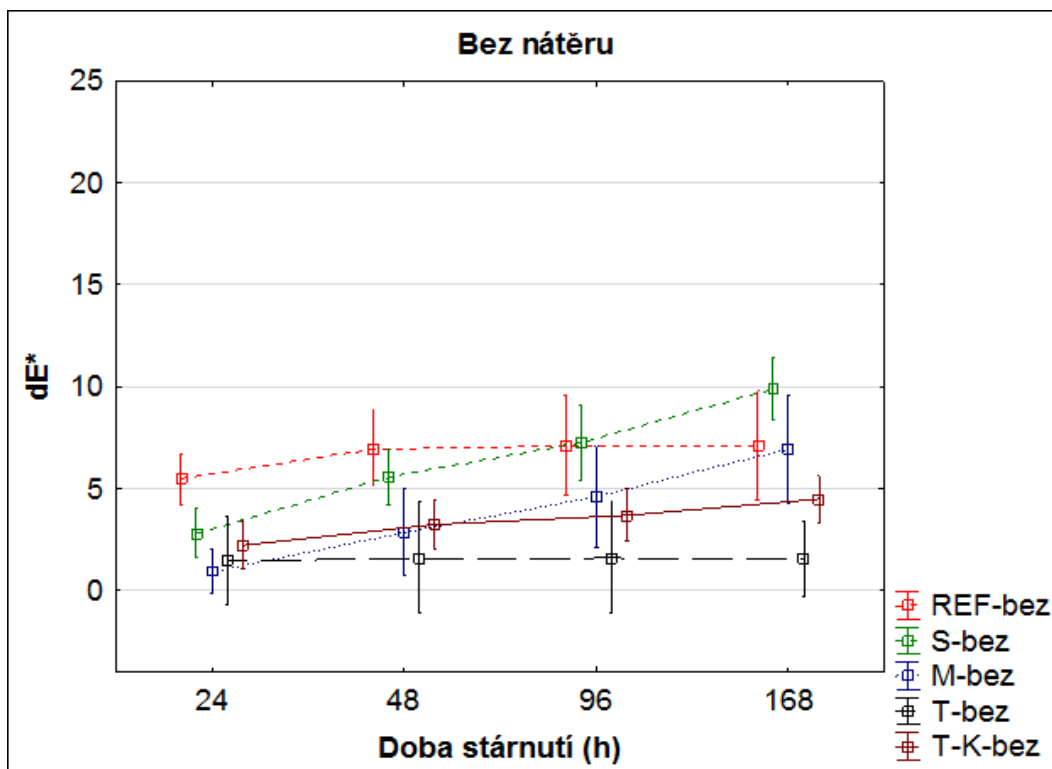
5.2.1 Změny barvy

Nejvýraznější změnu barvy zapříčinilo opálení CO₂ laserem. Vzorky po opálení ztmavly podle nastavené intenzity laseru. Se zvýšenou intenzitou opálení se změna barvy zvyšovala, mezi intenzitou opálení a barevnou odchylkou je přímá úměra. V trychtýřovém grafu 1 jsou znázorněné aritmetické průměry dE. Barevná odchylka po nanesení nátěrových hmot byla minimální, vzhledem k tomu že nátěrové hmoty byly transparentní bezbarvé.



Graf 1 Barevné odchylky dE* po laserování.

Z grafu 2 lze vyčíst, že vzorky neošetřené nátěrovými hmotami při expozici umělého stárnutí byly celkem barvostálé. Největší změna barev nastala u vzorků S-bez kde aritmetický průměr dE* po 168 hodinách činil 9,89, druhá největší barevná odchylka byla naměřena u těles M-bez (dE = 6,93). Nejvíce barvostálé vzorky byly tmavě opálené laserovým paprskem s nejvyšší intenzitou nekartačované (T-bez) u kterých aritmetický průměr dE* po 168 hodinách byl 1,56.



Graf 2 Průběh změn barvy během expozice ve xenotestu na vzorcích bez nátěru.

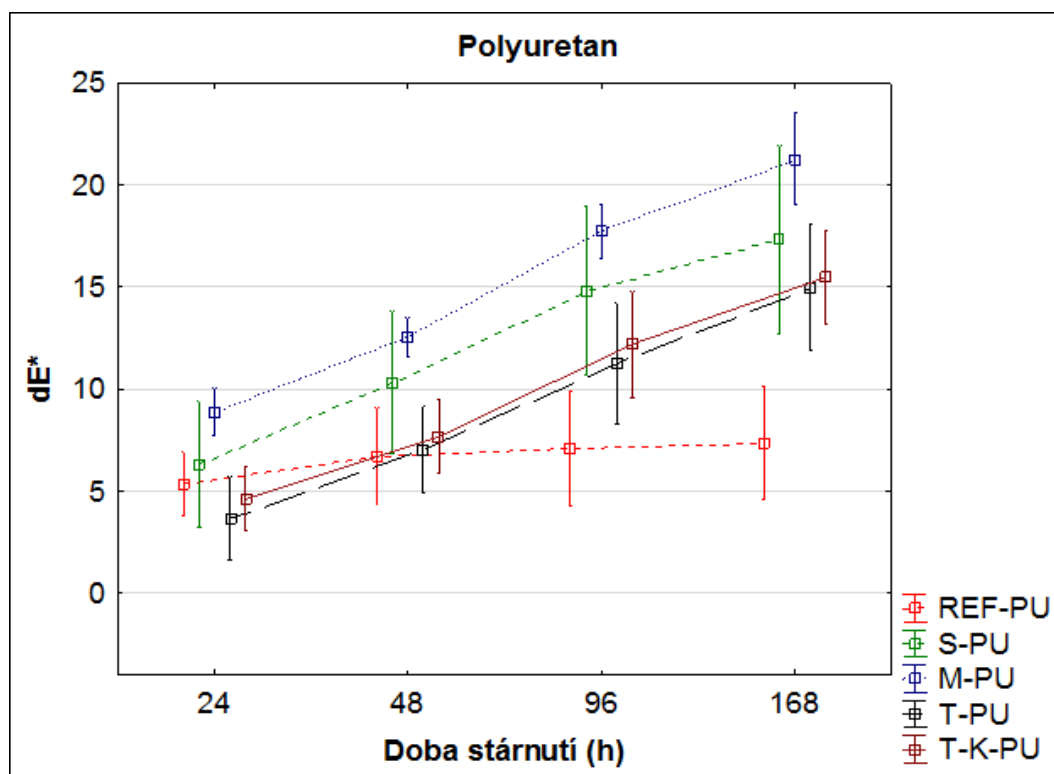
Tukey test, který je uveden v tabulce 3 ukázal, že naměřená data na konci zkoušky stárnutí (po 168 hodinách expozice) jsou ve většině případů statisticky významná. Statisticky nevýznamné by bylo porovnání M-168_bez a REF-168_bez.

Tabulka 4 Tukey test dat na konci testu u vzorků bez nátěru.

Cell No.	Tukey HSD test; dE* po 168 hodinách umělého stárnutí; MS = 1,4576, df = 165,00					
	Druh-po_Stárnutí	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	REF-168_bez		0,000	1,000	0,000	0,000
2	S-168_bez	0,000		0,000	0,000	0,000
3	M-168_bez	1,000	0,000		0,000	0,000
4	T-168_bez	0,000	0,000	0,000		0,000
5	T-K-168_bez	0,000	0,000	0,000	0,000	

Vzorky povrchově upravené polyuretanem v průběhu umělého stárnutí měnily svou barvu nejvíce. Největší změny barev byly zaznamenány na začátku zkoušky po dvaceti čtyřech hodinách. Kromě referenčních vzorků, které výrazně měnily svou barvu hlavně ze začátku, se barva měnila u všech ostatních vzorku po dobu celé expozice xenotestu.

V vzorků S-PU byla zaznamenána největší změna barvy ($dE^*_{168}=21,27$) oproti úplně všem vzorkům, tím jsou myšleny i zorky upravené voskem a bez nátěru. Znázorněno v grafu 3.



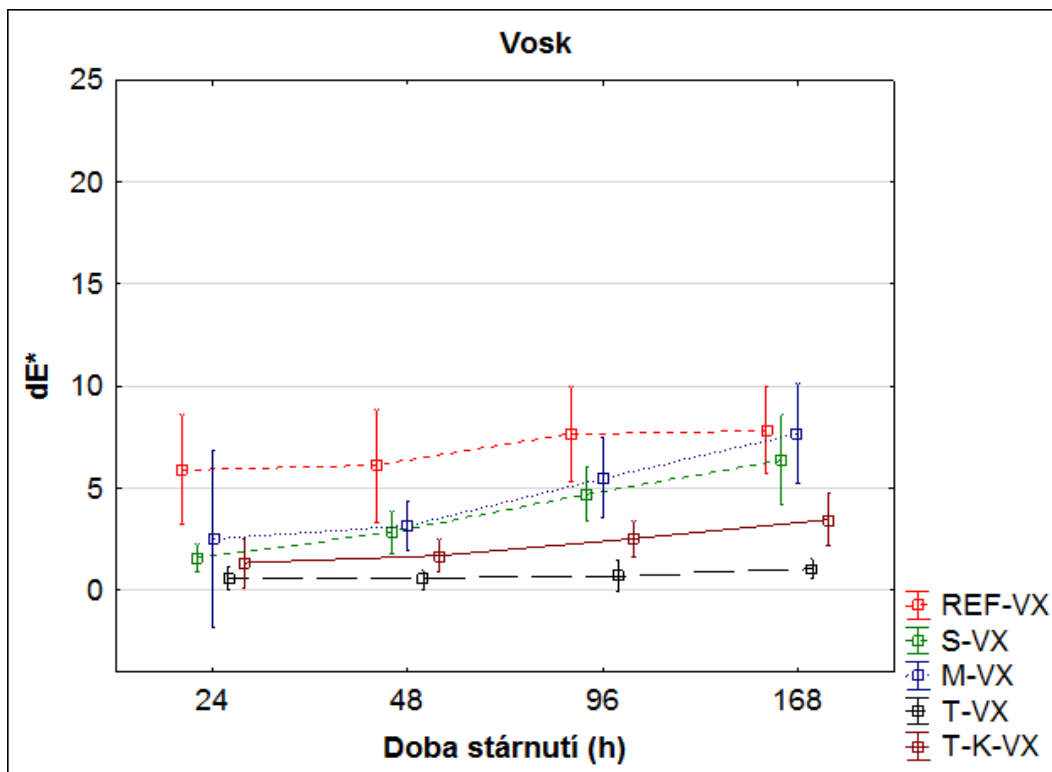
Graf 3 Průběh změn barvy během expozice ve xenotestu na vzorcích natřených polyuretanem.

Konečné měření po 168 hodinách je podle tabulky 4 statisticky významné. Statisticky nevýznamné by bylo porovnání T-168_PU a T-K-168_PU.

Tabulka 5 Tukey test dat na konci testu u vzorků natřených polyuretanem.

Cell No.	Druh-po_Stárnutí	Tukey HSD test; dE^* po 168 hodinách umělého stárnutí; MS = 1,4576, df = 165,00				
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	REF-168_PU		0,000	0,000	0,000	0,000
2	S-168_PU	0,000		0,000	0,000	0,014
3	M-168_PU	0,000	0,000		0,000	0,000
4	T-168_PU	0,000	0,000	0,000		1,000
5	T-K-168_PU	0,000	0,014	0,000	1,000	

Na grafu 4 si můžete všimnout, že tělesa natřená voskem měla podobný průběh expozice jako tělesa nenatřená. Nejvíce barvostálá tělesa byla tmavě opálená (T-VX a T-K-VX). A nejméně barvostálá tělesa byla světle a středně opálená (S-VX a M-VX). U vzorků T-VX byla zaznamenána nejmenší změna barvy ($dE^*168=1,07$) oproti úplně všem vzorkům, tím jsou myšleny i vzorky upravené polyuretanem a vzorky bez nátěru.



Graf 4 Průběh změn barvy během expozice ve xenotestu na vzorcích natřených voskem.

Protože REF-168_VX, S-168_VX a M-168_VX se nacházejí blízko sebe, tak jsou statisticky nevýznamné. V tabulce 6 nám T test tuto skutečnost potvrdil.

Tabulka 6 Tukey test dat na konci testu u vzorků natřených voskem.

Cell No.	Druh-po_Stárnutí	Tukey HSD test; dE^* po 168 hodinách umělého stárnutí; $MS = 1,4576$, $df = 165,00$				
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	REF-168_VX		0,170	1,000	0,000	0,000
2	S-168_VX	0,170		0,343	0,000	0,000
3	M-168_VX	1,000	0,343		0,000	0,000
4	T-168_VX	0,000	0,000	0,000		0,000
5	T-K-168_VX	0,000	0,000	0,000	0,000	

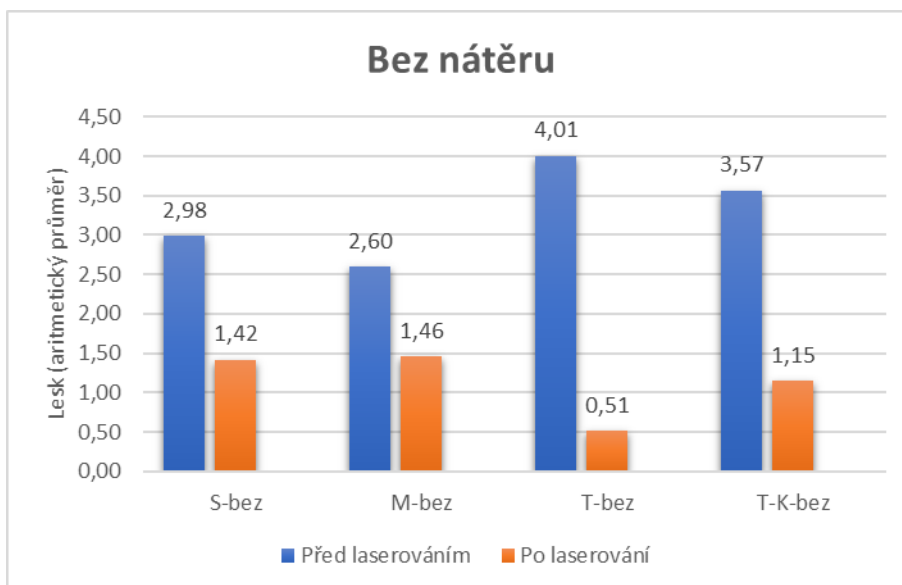
Tabulka 7 Vícefaktorová analýza rozptylu dE* (ANOVA).

Efekt	Suma čtverců	Stupně volnosti	Průměr čtverců	F	p
Čas stárnutí	2849	3	950	811	0,00*
Laser	1628	4	407	348	0,00*
Povrchová úprava	7025	2	3513	3000	0,00*
Čas stárnutí*Laser	538	12	45	38	0,00*
Čas stárnutí*Povrch úprava	967	6	161	138	0,00*
Laser*Povrch úprava	2279	8	285	243	0,00*
Čas stárnutí*Laser*Povrch úprava	345	24	14	12	0,00*

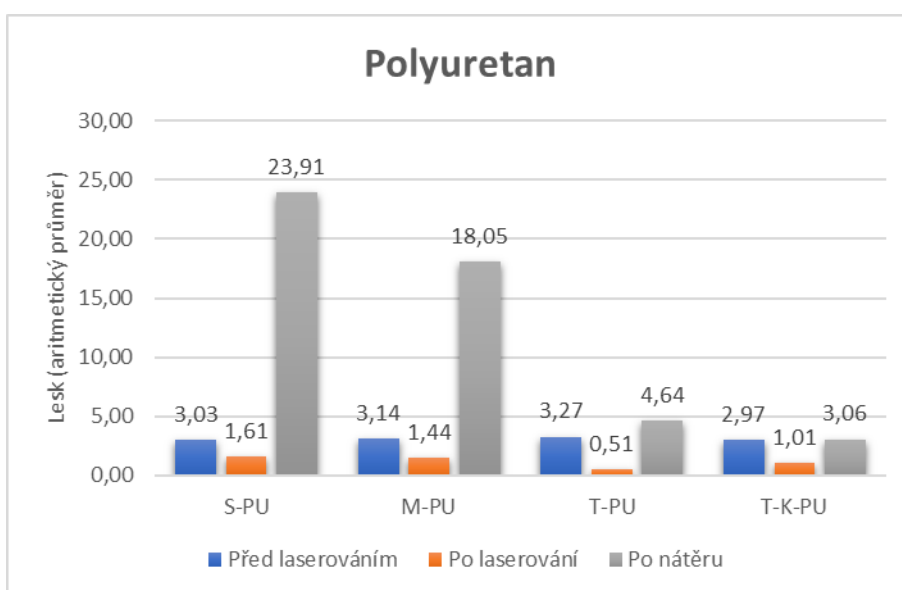
Vícefaktorová analýza (tabulka 7) potvrdila na hladině významnosti 95 % (hodnota p je menší než 0,05), že všechny sledované faktory a jejich vzájemné kombinace byly pro změnu barvy během stárnutí v Xenotestu statisticky významné.

5.2.2 Změny lesku

Sloupcové grafy 5, 6 a 7 znázorňují změny lesku po opálení povrchu laserovým paprskem a také po aplikaci nátěrových hmot. U vzorků s nízkou intenzitou opálení (S-bez, S-PU a S-VX) je zaznamenán nejmenší pokles lesku po opracování laserem. Naopak u zkoumaných ploch s vysokou intenzitou opálení laserovým paprskem (T-bez, T-PU a T-VX) je zaznamenán největší pokles lesku.

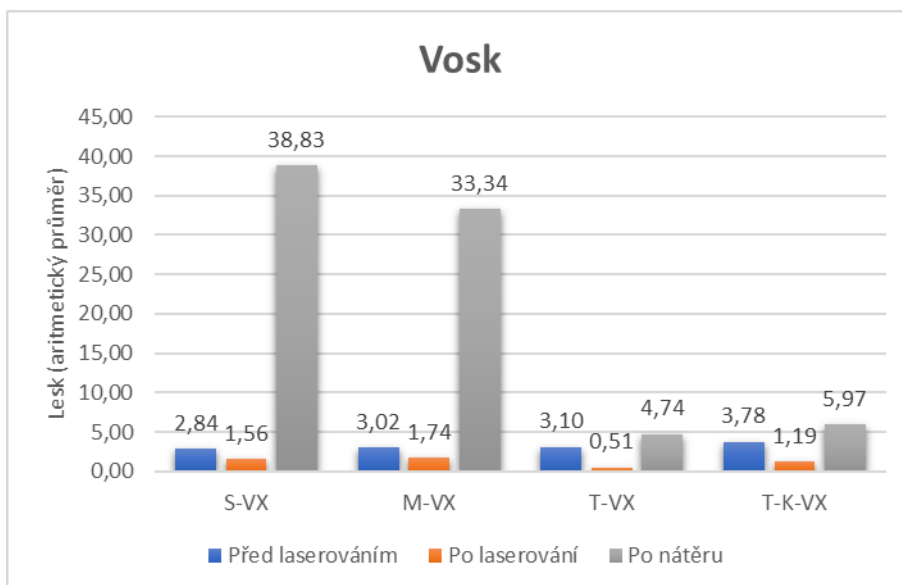


Graf 5 Změny lesku po interakci laseru na vzorcích bez nátěru.



Graf 6 Změny lesku po interakci laserového paprsku a po natření polyuretanem.

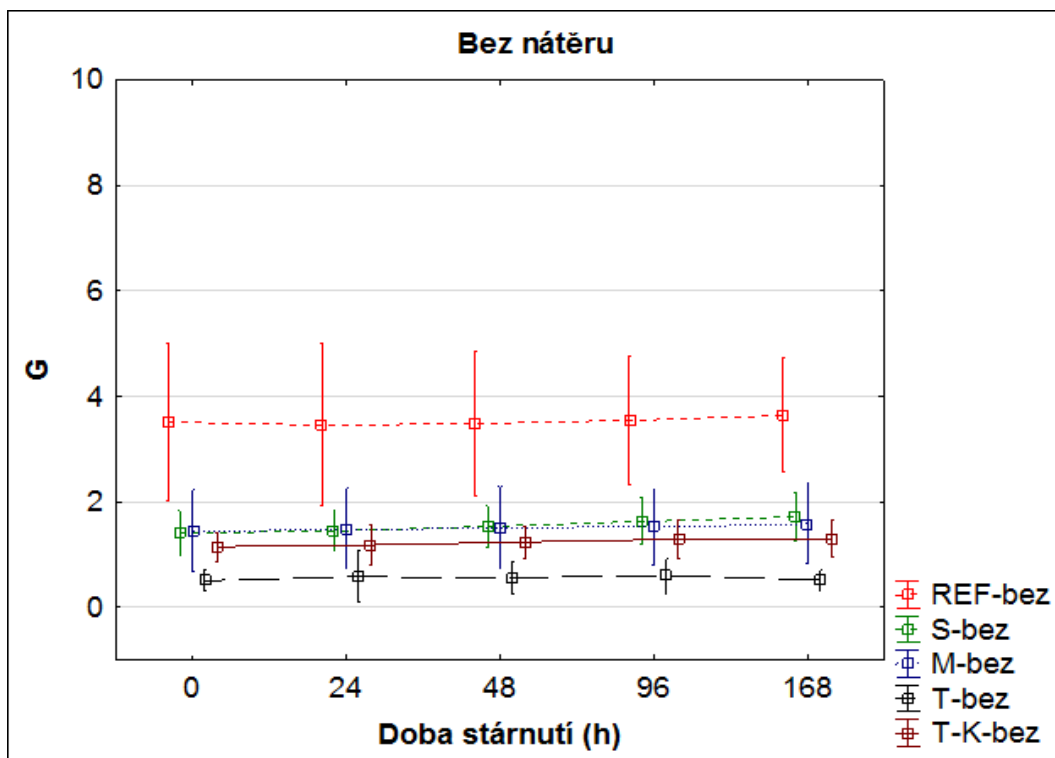
Zkušební tělesa opálená laserovým paprskem a následně ošetřená nátěrovými hmotami výrazně změnila svůj lesk. Po nanesení nátěrových hmot se u všech vzorků lesk výrazně zvýšil. U těles světle opálených (S-PU a S-VX) lesk narostl nejvíce, naopak tomu bylo u tmavě opálených těles (T-PU a T-VX). Graficky znázorněno v grafech 6 a 7.



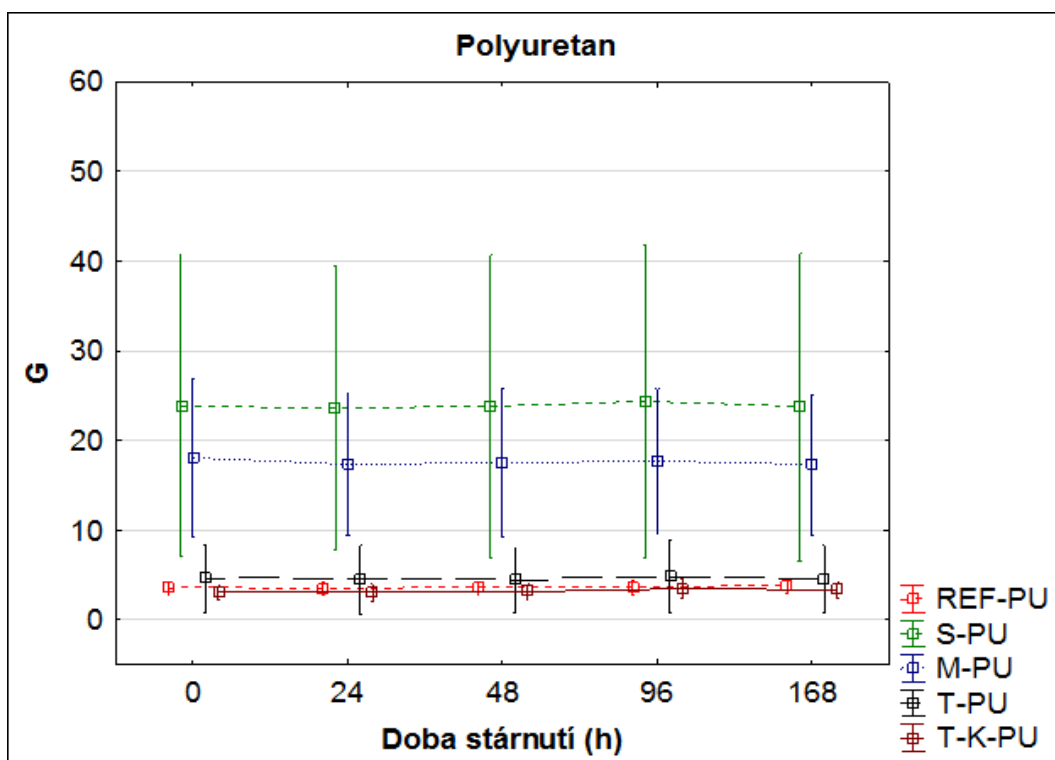
Graf 7 Změny lesku po interakci laserového paprsku a po natření voskem.

Změny lesku v průběhu umělého stárnutí u vzorků bez nátěru nebyly výrazné, dalo by se říci, že se u nich lesk téměř neměnil. Hodnoty u S-bez, M-bez a T-K-bez jsou mezi sebou statisticky nevýznamné, protože naměřené rozptyly se navzájem překrývají. Lze vidět v grafu 8.

Vzorky ošetřené polyuretanovým nátěrem (v grafu 9) neměnili výrazně svůj lesk v průběhu umělého stárnutí. Vzhledem k tomu, že chybové úsečky se u těles REF-PU, T-PU a T-K-PU se navzájem překrývají, tak porovnání těchto těles mezi sebou je statisticky nevýznamné. Stejně tomu je u těles S-PU a M-PU, u kterých byl zaznamenán vyšší lesk oproti zbytku těles.

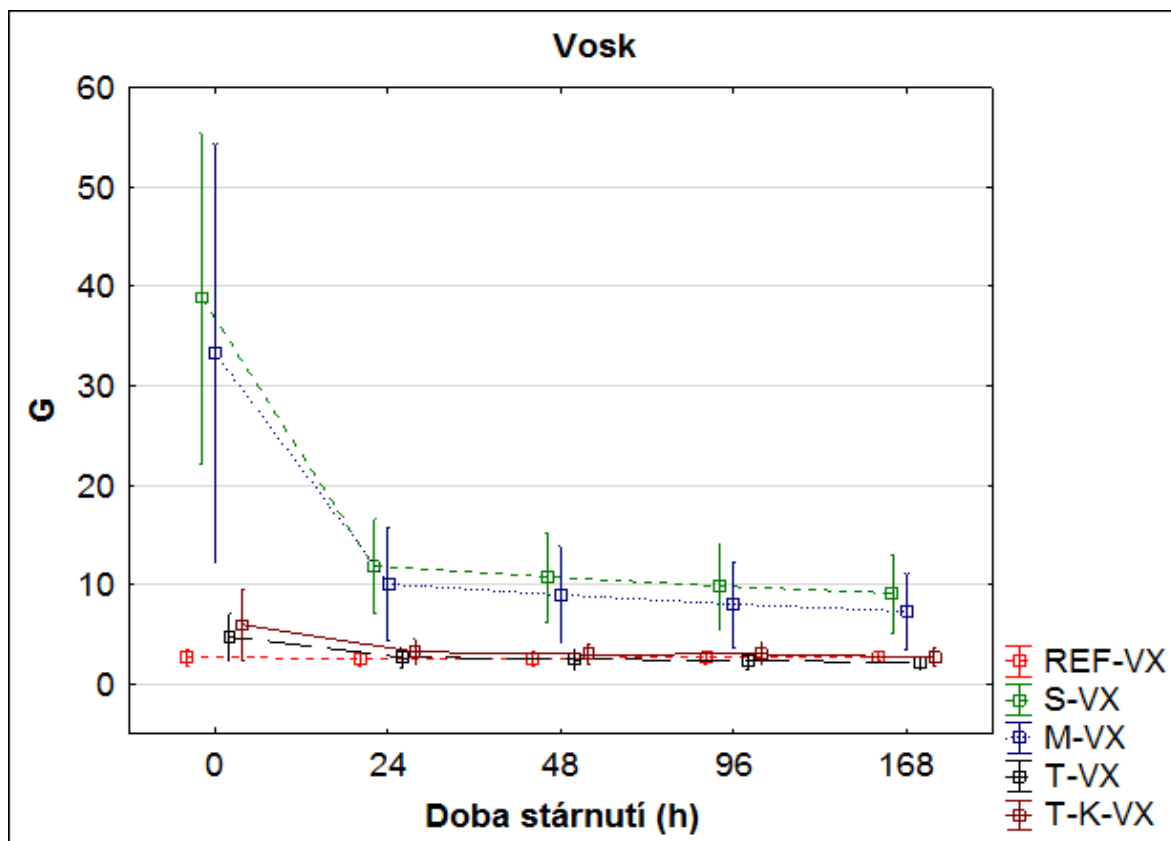


Graf 8 Průběh změn lesku během expozice ve xenotestu na vzorcích bez nátěru.



Graf 9 Průběh změn lesku během expozice ve xenotestu na vzorcích natřených polyuretanem.

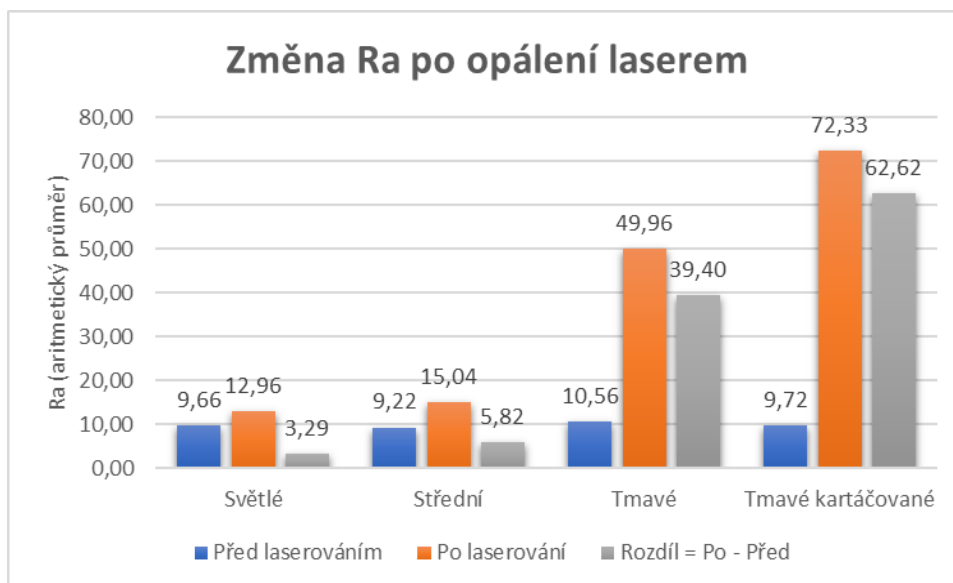
Naměřený lesk u ploch ošetřených voskovým nátěrem (graf 10) se výrazně měnil hlavně v době prvních dvaceti čtyřech hodin xenotestu. Statisticky významné je porovnání S-VX a M-VX s REF-VX, T-VX a T-K-VX, protože hodnoty se v tomto případě nepřekrývají. U variant S-VX a M-VX byl změřen největší pokles lesku, hlavně po prvních dvaceti čtyřech hodinách, naměřený lesk je u nich nejvyšší v porovnání s ostatními.



Graf 10 Průběh změn lesku během expozice ve xenotestu na vzorcích natřených voskem.

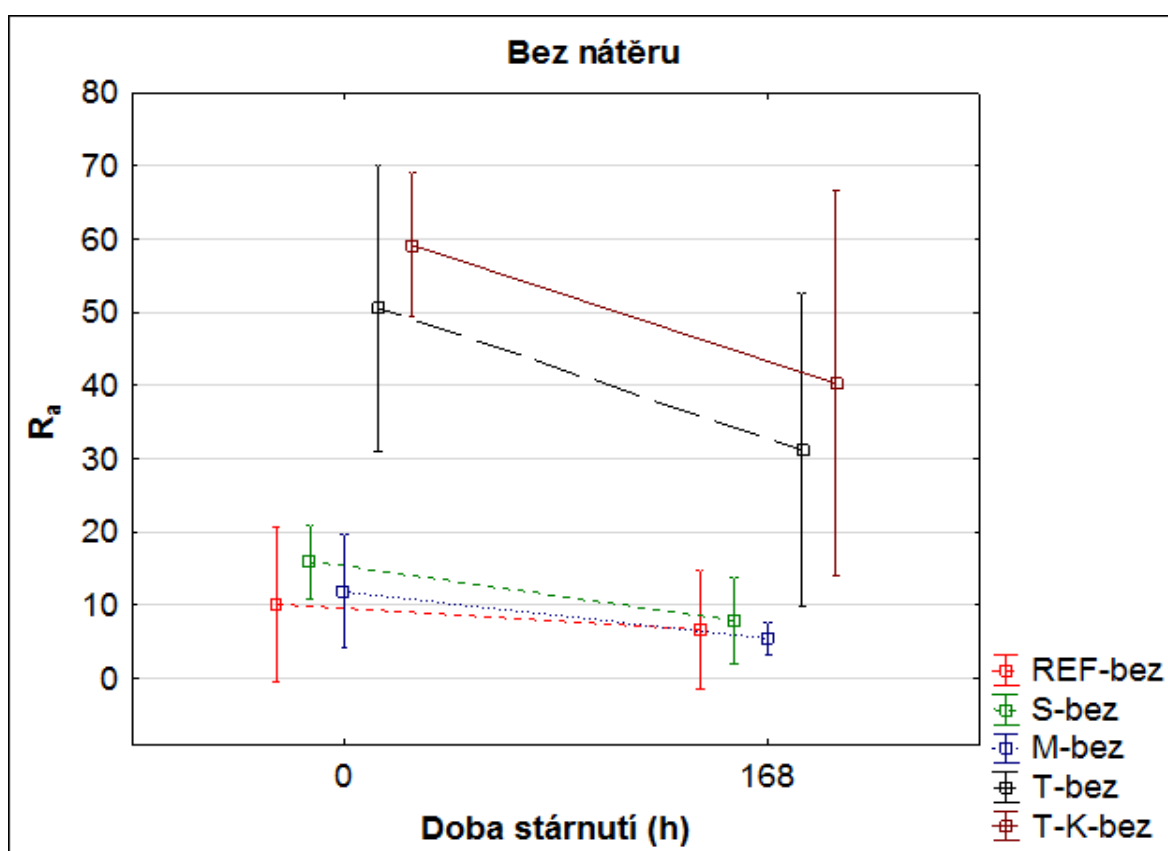
5.2.3 Změny drsnosti

Sloupcový graf 11 znázorňuje změnu drsnosti povrchů těles před a po laserovém obrábění, drsnost povrchu roste s rostoucí intenzitou opálení. U kartáčovaných vzorků je drsnost povrchu nejvyšší, z důvodu zdrsňení povrchu ocelovým kartáčem.



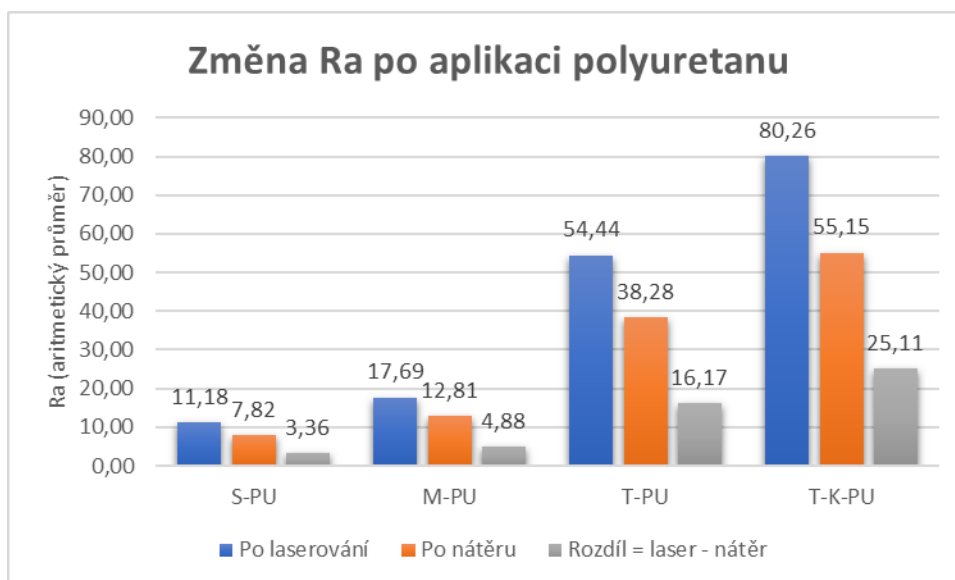
Graf 11 Změna Ra po opálení laserem.

Při umělém stárnutí se drsnost povrchů snižuje, je statisticky významné porovnávat vzorky REF-bez, S-bez a M-bez se vzorky T-bez a T-K-bez. Kde u tmavých vzorků byl pokles drsností výraznější (graf 12).



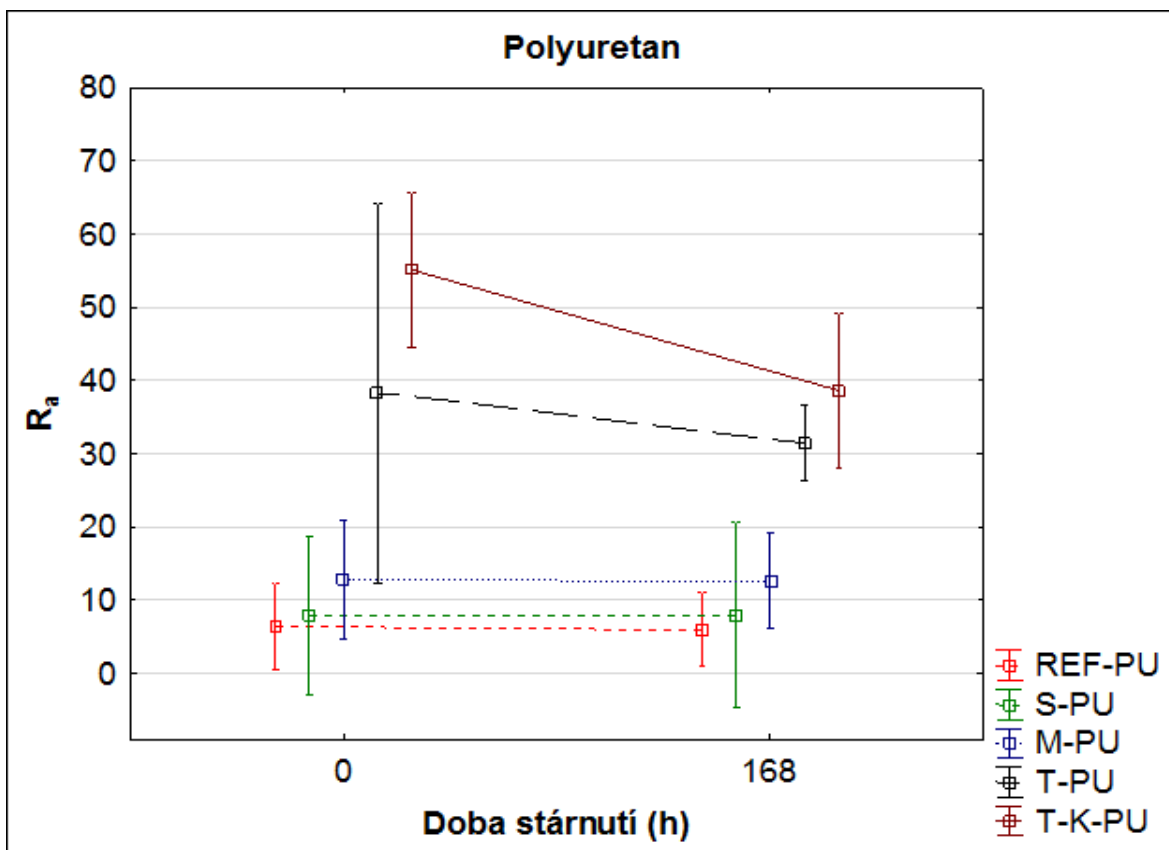
Graf 12 Porovnání drsnosti povrchu bez náteru před a po expozici ve xenotestu.

Aplikování nátěrových hmot drsnost povrchu snižuje, s vyšší drsností povrchu se rozdíl drsností před aplikací a po aplikaci zvyšuje. Vyčísleno ve sloupcových grafech 13 a 15. Kde nejmenší rozdíl Ra je u S-PU = 3,36 a nejvyšší rozdíl hodnot Ra je u T-K-VX = 27,15.

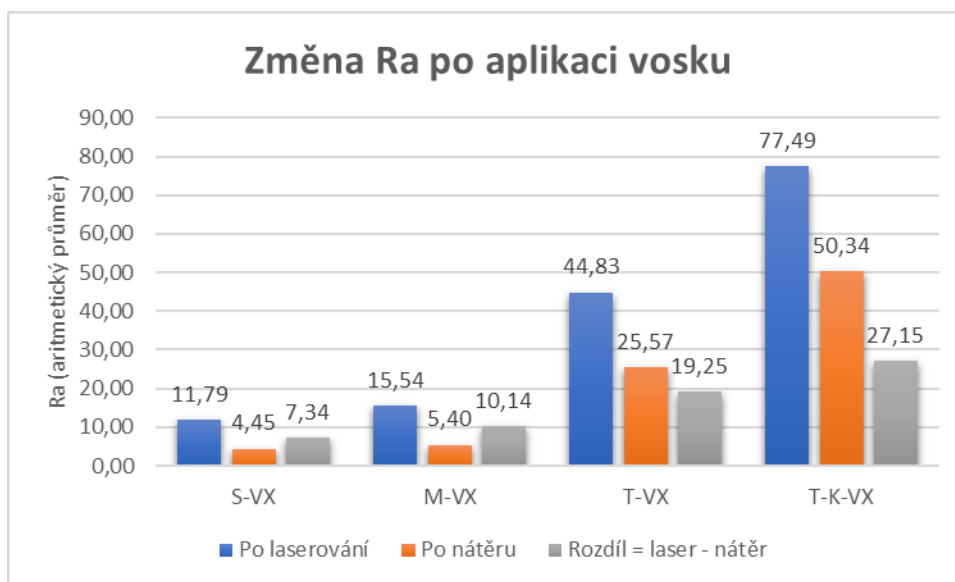


Graf 13 Změna Ra po aplikaci polyuretanu.

Vzorky natřené polyuretanem (graf 14) nemění drsnost tak výrazně jako vzorky bez nátěru. Na vzorcích T-K-PU je vidět snižující se drsnost povrchu, podobně jako u vzorků T-PU. Ostatní vzorky mění drsnost povrchu zanedbatelně.

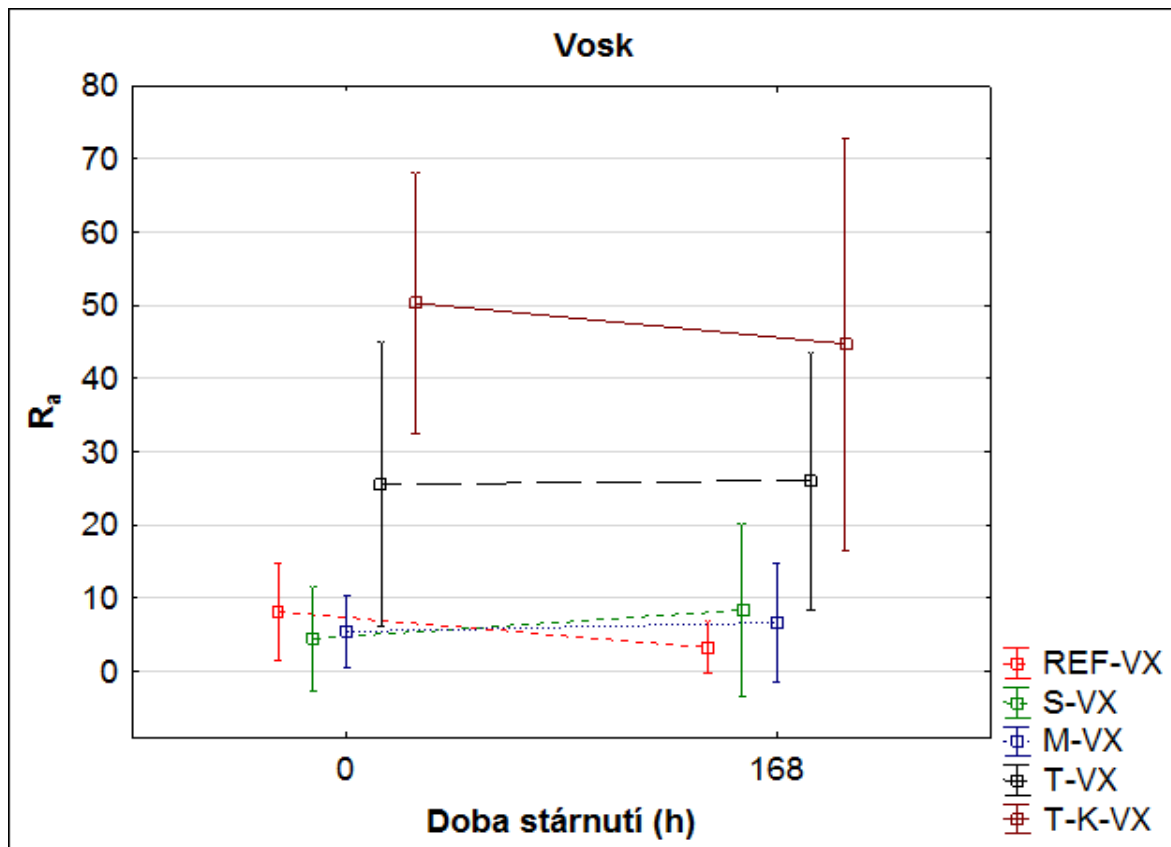


Graf 14 Porovnání drsnosti povrchu natřeného polyuretanem před a po expozici ve xenotestu.



Graf 15 Změna Ra po aplikaci vosku.

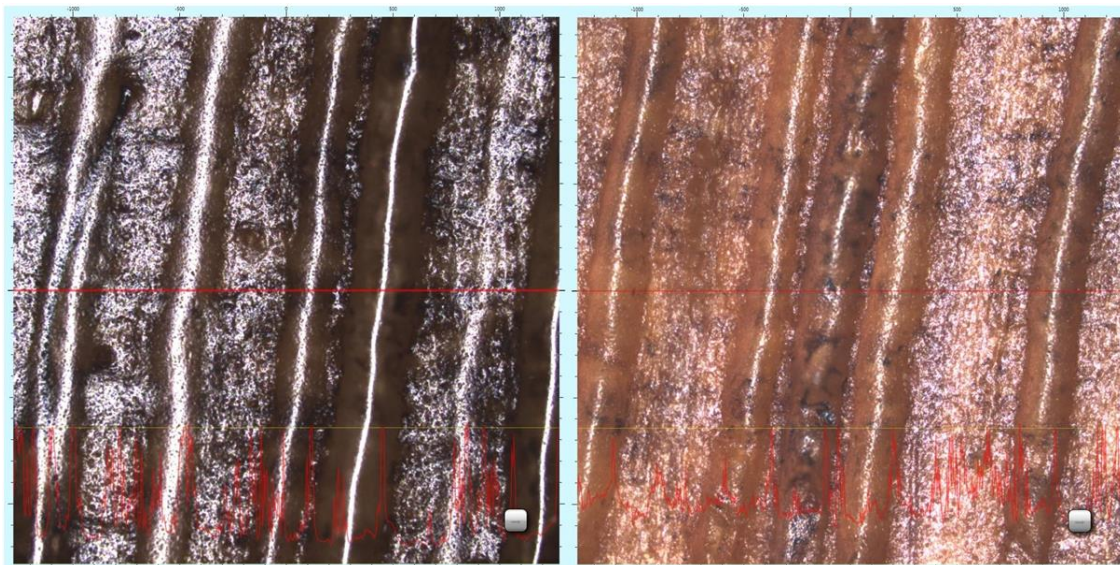
Vzhledem k tomu, že vypočtené směrodatné odchylky u grafu 16 mají veliký rozptyl, je porovnání většiny úprav statisticky nevýznamné. U těles S-VX je zaznamenán mírný nárůst drsnosti povrchu, oproti T-K-VX kde byl naměřen mírný pokles.



Graf 16 Porovnání drsnosti povrchu natřeného voskem před a po expozici ve xenotestu.

5.2.4 Vizuální posouzení

V případě umělého stárnutí povrchu byly pořízeny snímky z mikroskopu, nejprve před expozicí a následně na konci celého testu po 168 hodinách expozice. Tmavě opálená tělesa byla nejvíce barvostálá (příloha 35 až 40), pouhým okem není tak jasně vidět změna barvy. Naopak na světle opálených plochách můžete vidět barevné rozdíly. Na obrázku 17 je dobře vidět barevný rozdíl, barevná odchylka dE po dvaceti čtyřech hodinách je 6,34, zatímco barevná odchylka po 168 hodinách je 17,34. Při porovnání nátěrových hmot bylo zjištěno pomocí vizuálního posouzení i spektrofotometru, že největší změna barvy po expozici nastala u vzorků natřených polyuretanovým nátěrem.



Obrázek 18 Světlé polyuretan – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).

Opalování laserem je několikrát dražší než tradiční způsoby opalování dřeva. Z tohoto důvodu se laser spíše hodí na opalování malých ploch. A to například na prvky do interiéru domů, aut a lodí, také na designové módní doplňky (dřevěný motýlek, dřevěná peněženka, dřevěné šperky) a podobně. Na tomto základě byl udělán subjektivní výběr nejestetičtější povrchové úpravy. Posuzované plochy jsou umístěné v příloze 14 až 24. Jako nejestetičtější povrchová úprava byla vybrána T-K-PU (obrázek 19).



Obrázek 19 Nejestetičtější povrchová úprava T-K-PU (zdroj: autor).

6 Diskuze

Vytvoření umělé patiny není zrovna jednoduchou záležitostí. Výsledný efekt se nikdy nebude stoprocentně podobat přirozeně starému dřevu. Povrch dřeva se v průběhu stárnutí přirozeně mění. Patina na povrchu je výsledkem přirozeného procesu stárnutí dřeva. Stárnutí dřeva podporují biotičtí a abiotičtí činitelé (Řezníček 2016). Techniky používané v dnešní době nevyužívají na vytvoření starého vzhledu žádné biotické faktory, někomu by se také třeba mohly líbit „vyžrané cestičky“. Stará metoda povrchové úpravy dřeva je opalování, které zvyšuje odolnost před biologickou erozí. V Japonsku je to tradiční povrchová úprava, pokud dřevo opálíme do černa hovoříme o metodě Shou Sugi Ban. Opalování dřeva doporučujeme kombinovat společně s kartáčováním. Kartáčuje se kvůli vytvoření plastičtějšího povrchu. V příloze 4 se nachází snímek opáleného dřeva a v příloze 5 se dřevo pouze kartáčovalo.

V dnešní době se při patinování dřevo opaluje pomocí hořáku. Pokud dřevo opalujeme ručně, tak nelze jasně určit intenzitu opálení. Intenzitu lze měnit, když za statického hoření hořáku nad posouvajícím se dřevem měníme rychlost posunu. Čím je rychlost nižší, tím je intenzita opalování vyšší. Stejně to bylo provedeno i v experimentu s CO₂ laserem. Byl zvolen konstantní výkon laseru a měnila se pouze rychlost posuvu laseru.

Při zvyšování dávky ozáření CO₂ laserem se rovnoměrný jas snižuje (dL *) a celkový rozdíl barev (dE *) zvyšuje. Po opálení a změření barvy se vzorky vystavily záření xenonové lampy v komoře Xenotestu. Doba expozice trvala 100 hodin. Po této době se naměřila barva znovu, aby se mohla porovnat s hodnotami před expozicí. Na referenčních vzorcích bylo zaznamenáno ztmavnutí povrchu (dL * = -1,4). Na všech ostatních vzorcích vzrostla hodnota (dL *), která indikovala mírné vyblednutí povrchu (Kubovský & Kačík 2014). V našem případě došlo skoro k identickému jevu. S intenzitou opálení došlo ke snížení jasu (dL *) a s ním také lesku. Drsnost se při zvyšování dávky ozáření zvyšovala. Po nanesení nátěrových hmot se lesk celkově zvýšil, nejméně se zvýšil u tmavě opálených těles. Drsnost povrchu se celkově snížila, nejvíce se snížila u tmavě opálených těles. Po 168 hodinách expozice xenotestu byly barva, lesk a drsnost znovu změřeny, aby se mohly porovnat s hodnotami před expozicí. Na referenčních vzorcích bylo zaznamenáno ztmavnutí povrchu (dL * = -3,15). Na všech ostatních vzorcích vzrostla hodnota (dL*), která indikovala mírné vyblednutí povrchu. Nejstabilnější povrchová úprava je (T-VX)

s hodnotou ($dE^* = 1,07$). Nejméně stabilní povrchová úprava je (M-PU) s hodnotou ($dE^* = 21,27$). Z tohoto vyplývá, že s přibývajícím intenzitou opálení se zvyšuje i barevná stabilita. Drsnost a lesk při stárnutí klesly. Drsnost nejvíce klesla u tmavě opálených těles bez nátěru, protože nátěrové hmoty zabraňují vymývání a vypadávání zuhelnatělých částí dřeva, drsnost se u nich tak neměnila. Lesk nejvíce klesl u těles natřených voskem, hlavně ze začátku expozice.

Výhodou využití CO_2 laseru na opalování dřeva oproti tradičním opalovacím technikám je možnost přesného kvantifikování, kolik energie se použilo na jednotku plochy. Další výhodou je to, že lze určit přesnou plochu i tvar opálení. Opalování dřeva je v některých směrech také nevýhodné, zejména finančně je několikrát dražší a časově náročnější. Proto se v dnešní době nepoužívá na opalování rozsáhlých ploch, ale spíše na malé prvky, u kterých je kladen důraz na detail a cena není tak vysoká. V budoucnu možná budou výkonnější lasery a třeba i laserové clony, díky kterým bude opalování velkých ploch optimální.

7 Závěr

Současně používané technologie na patinování dřeva nejsou tak dokonalé, aby dokázaly zcela napodobit přirozeně staré dřevo. Je to především z toho důvodu, že stárnutí dřeva je ovlivňováno mnoha faktory a některé faktory nelze napodobit. Záleží na klimatických podmínkách, druhu expozice, chemickém složení (obsah ligninu a extraktivních látek) a také na vlastnostech dřeva (podíl jarního a letního dřeva, hustota dřeva). Patinování a umělé stárnutí dřeva se provádí mechanicky, chemicky a termicky. Nejznámější technologické postupy jsou například opalování, kartáčování či čpavkování amoniakem. Velikou výhodou tmavě opáleného dřeva je jeho odolnost vůči biotickým i abiotickým činitelům, takto upravené dřevo je vhodné na venkovní obložení budov. Kartáčované dřevo se vyznačuje členitým povrchem a vystouplou texturou, výhodou této úpravy je estetické působení. V dnešní době se nejčastěji využívá kombinace opalování a kartáčování s různou posloupností těchto dvou úprav, touto technologií se zabývá česká firma Dřevomatriály ALBAKMEN. Exkluzivního vzhledu dřeva dosáhneme designovou technikou čpavkování dřeva, která s trochou nadsázky dokáže změnit dub v ořech. Čpavkovací komorou disponuje například firma TDV Borač. Ekologie je v dnešní době velice řešeným tématem, a proto nevýhodou amoniaku je jeho toxicita. Na univerzitě ve Slovinsku zjistili, že se toxický amoniak dá nahradit uživatelsky přívětivějším Ethanolamin, který se dokonce dává do kosmetiky.

Experimentální vyhodnocení možnosti využití gravírovacího laseru pro daný účel ukázalo, že tato technologie je optimální spíše na malé designové prvky do interiéru (budov, aut, lodí apod.), šperky a doplňky (dřevěná peněženka, dřevěný motýlek apod.). Bylo by velice neekonomické CO₂ laser využívat na opalování velkých ploch. Výhodou použití laseru je, že dokáže vypálit jakýkoliv motiv (např. šachovnici), snadno se mění jeho intenzita a tím i výsledný. Umělé stárnutí v komoře xenotestu ukázalo, že spálený povrch je odolnější vůči stárnutí. Podle mého názoru žádná laserová technologie nedokáže stoprocentně napodobit vzhled starého dřeva, ale umíme se ke starému vzhledu dřeva tímto alespoň přiblížit.

8 Knižní zdroje

- MAŇKOVÁ, Ildikó. *Progresívne technológie: Advanced methods of material removal*. Košice: Vienala, 2000. ISBN 80-7099-430-4.
- VRBOVÁ, Miroslava. *Lasery a moderní optika*. Praha: Prometheus, 1994. Oborová encyklopedie. ISBN 80-85849-56-9.
- TESAŘOVÁ, Daniela. *Povrchové úpravy dřeva*. Praha: Grada, 2014. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4715-6.
- HOLAN, Jiří. *Dřevo v domácnosti: ochrana, údržba, renovace*. Brno: ERA, 2006. Stavíme. ISBN 80-7366-049-0.
- BOROVEC, Petr. *Malby a nátěry*. 2., aktualiz. vyd. Vážany nad Litavou: JoshuaCreative, 2010. ISBN 978-80-904414-2-2.
- BAIER, Jiří. *Ochrana dřeva*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2001. Profi & hobby. ISBN 80-247-0050-6.
- AMBROŽOVÁ, Eva. *Nátěry dřeva*. Praha: Grada, 2000. Profi & hobby. ISBN 80-7169-924-1.
- NAVI, P., Sandberg, D. 2012. *Thermo-hydro-mechanical wood processing*. Boca Raton: CRC Press, 360 s. ISBN 978-1-4398-6042-7.
- REMY, Heinrich 1972. *Anorganická chemie*, I. díl. 2.vyd. Praha: SNTL, 936 s.
- STOJČEV, A. (1979): *Lignamon - zušlechtěné dřevo*. 1.vyd. VVÚD, sv. 22/1979, Praha 1979, 98 s.
- MORÁVEK, Rudolf. *Nekonvenční metody obrábění*. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 1999. ISBN 80-7082-518-9.
- SVATOŇ, Josef. *Ochrana dřeva*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000. ISBN 80-7157-435-X.
- GIBBS, Nick. *The real wood bible: the complete illustrated guide to choosing and using 100 decorative woods*. Richmond Hill, Ont.: Firefly Books, 2005. ISBN 1554070333.
- MORÁVEK, Rudolf. *Nekonvenční metody obrábění*. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 1999. ISBN 80-7082-518-9.

- SADÍLEK, Marek. *Nekonvenční metody obrábění I*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009. ISBN 978-80-248-2107-8.

8.1 Články a internetové zdroje

- WEIGL, Martin. *Selected properties of gas ammonia treated wood*. Competence Center for Wood Composite and Wood Chemistry. 2009, s. 1-7
- PETRIČ, M., Kričej, B., Humar, M., Pavlič, M., Tomazič, M. (2004): *Patination of cherry wood and spruce wood with ethanolamine and surface finishes*, *Surface Coatings International Part B-Coatings Transactions*. ISSN: 1476-4865
- MOŽIŠ, Pavel. *Jak ochránit dřevo metodou Shou-sugi-ban* [online]. 2018, [cit. 2019-10-1]. Dostupné z: <https://beeinfo.cz/jak-ochranit-drevo-metodou-shou-sugi-ban/>.
- PACÁKOVÁ, Petra. *Japonská technika ochrany dřeva Shou-sugi-ban Yakisugi* [online]. 2017, [cit. 2019-10-1]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/japonska-technika-ochrany-dreva>.
- REDAKCE, stavím bydlím. *Drásání dřeva, aneb strukturování dřeva* [online]. 2019, [cit. 2019-31-1]. Dostupné z: <https://stavimbydlim.cz/drasani-dreva-aneb-strukturovani-dreva/>.
- IGM nástroje a stroje s.r.o. *Starý vzhled dřeva je moderní a vyhledávaný* [online]. 2019, [cit. 2019-31-1]. Dostupné z: <https://www.igm.cz/tematicke-clanky/stary-vzhled-dreva-je-moderni-a-vyhledavany/>.
- WILLIAMS, R. S.; FEIST, W. C. *Forest Products Laboratory*, 1999, s. 4-5.
- PODLENA, Milan. *Dřevařský magazín: Řezání a gravírování na CNC laseru*. 2015, ročník 16., číslo 11, s. 20-21. ISSN 1338-371X.
- DOLAN, Adam Jeffrey. *Characterization of Modified Surfaces for Wood Adhesion*. Blacksburg: Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 2014.
- KUBOVSKÝ, I., Kačík, F. *Changes of the wood surface colour induced by CO2 laser and its durability after the xenon lamp exposure*, *Wood Research*, 2013, 58(4), 581-589. ISSN 1336-4561.

- ŘEZNÍČEK, Josef. *Jak patinovat dřevo* [online]. 2016, [cit. 2019-22-1]. Dostupné z: www.tdv-borac.cz/blog/jak-patinovat-drevo/.
- BOW, První hanácká. *CO₂ lasery* [online]. 2016, [cit. 2019-20-1]. Dostupné z: <https://www.bow.cz/produkty/co2-lasery/>.
- ŠULC, Jan. *Lasery a jejich aplikace* [online]. 2002, [cit. 2019-30-1]. Dostupné z : <http://www.unium.cz/materialy/cvut/fjfi/lasery-a-jejich-aplikace-m9312-p1.html>.
- Pískovačka.cz. *Pískovačka.cz* [online]. [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <https://obchod.piskovacka.cz>.
- ŘASA, Jaroslav a Zuzana, KEREČANINOVÁ. *Nekonvenční metody obrábění – 4. díl* [online]. 2008 MM průmyslové spektrum. [cit. 2019-01-3]. Dostupné z : <http://www.mmspektrum.com/clanek/nekonvencni-metody-obrabeni-4-dil.html>
- KOŘÁN, Pavel. *Seriál na téma lasery - Základní princip laseru a jejich dělení* [online]. 2013, lao.cz. [cit. 2019-01-3]. Dostupné z : <http://www.lao.cz/serial-princip-a-typy-laseru.htm>.
- REICHL, Jaroslav a Martin, VŠETIČKA. *Encyklopedie fyziky :Lasery, Emise a absorpce světla* [online]. fyzika.jreichl.com. Datum vydání: 5.11.2011[vid. 2. dubna 2013]. Dostupné z : <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/776-emise-a-absorpce-svetla#>.
- PAGANO, Nunziante; Genna, Silvio; Leone, Claudio; Lopresto, V. *Wood Laser machining using CO₂ 30W laser in CW and pulse regime* Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/289345415_Wood_Laser_machining_using_CO2_30W_laser_in_CW_and_pulse_regime?fbclid=IwAR3pAxaL1eovVINt589dbEPS7gnIFfTWbK5HKc0bjaWVgwBljpX9hl7k3o.
- MEREDA, Petr. *Aplikace laserových technologií v průmyslu se zaměřením na obrábění a úpravu povrchu*. Brno: VUT, 2010.
- MĚŘENÍ DR SNOSTI [online]. 2014, [cit. 2019-23-1]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1571>.
- SAPPI, etc. *Defining and Communicating Color: The CIELAB System*. North America, 2013.
- PŘEMYSL, Dušek. *Aplikace laseru při obrábění dřeva*. Brno: VUT, 2013.

- CIVIDINI, R.; TRAVAN, L.; ALLEGRETTI, O. White beech: A tricky problem in drying process. In: *International Scientific Conference on Hardwood Processing*. 2007. September 24-26, Québec City, Canada.
- SMIŠTÍK, Ladislav. *CENÍK* [online]. 2019, [cit. 2019-23-3]. Dostupné z: <http://www.gravirovanismistik.cz/cenik>.

Seznam příloh

Příloha 1 Podrobný plán experimentu (Pagano, a další, 2009).....	71
Příloha 2 Patina dubu, dřevomateriály ALBAKMEN (zdroj: autor).....	71
Příloha 3 Smrk, různá intenzita opálení, dřevomateriály ALBAKMEN (zdroj: autor).....	72
Příloha 4 Smrk, hrubé opálení (zdroj: autor).....	72
Příloha 5 Smrk, pouze kartáčovaný (zdroj: autor).....	72
Příloha 6 Smrk, opálený a kartáčovaný (zdroj: autor).....	73
Příloha 7 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr fermež (zdroj: autor).....	73
Příloha 8 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej ořech (zdroj: autor).....	74
Příloha 9 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej borovice (zdroj: autor).....	74
Příloha 10 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr eco protector zelený(zdroj: autor).....	75
Příloha 11 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej bílá přírodní (zdroj: autor).....	75
Příloha 12 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej šedá (zdroj: autor).....	76
Příloha 13. Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej šedá antická (zdroj: autor).....	76
Příloha 14 Světlé opálení, bez nátěru (zdroj: autor).....	77
Příloha 15 Světlé opálení, nátěr vosk (zdroj: autor).....	77
Příloha 16 Světlé opálení, nátěr polyuretan (zdroj: autor).....	78
Příloha 17 Střední opálení, bez nátěru (zdroj: autor).....	78
Příloha 18 Střední opálení, nátěr polyuretan (zdroj: autor).....	79
Příloha 19 Střední opálení, nátěr vosk (zdroj: autor).....	79
Příloha 20 Tmavé opálení, bez nátěru (zdroj: autor).....	80
Příloha 21 Tmavé opálení, nátěr polyuretan (zdroj: autor).....	80
Příloha 22. Tmavé opálení, nátěr vosk (zdroj: autor).....	81
Příloha 23 Tmavé opálení, kartáčováno, bez nátěru (zdroj: autor).....	81
Příloha 24 Tmavé opálení, kartáčováno, nátěr vosk (zdroj: autor).....	82
Příloha 25 Referenční bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	82
Příloha 26 Referenční polyuretan - vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	83

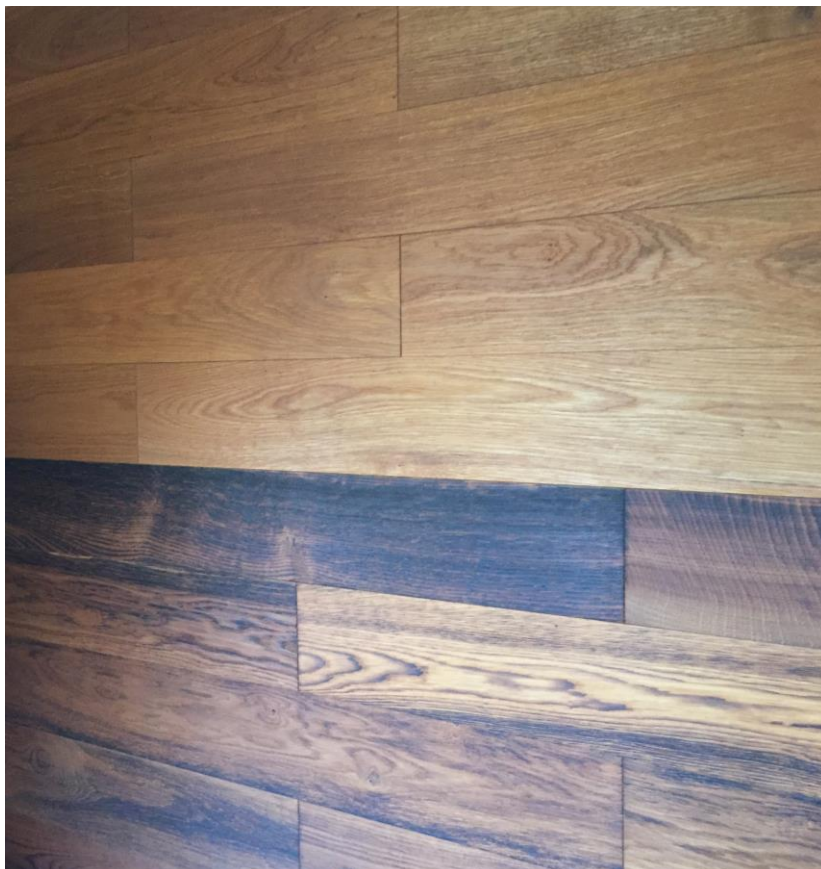
Příloha 27 Referenční vosk - vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	83
Příloha 28 Světlé bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	84
Příloha 29 Světlé vosk – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	84
Příloha 30 Středně bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	85
Příloha 31 Středně polyuretan – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	85
Příloha 32 Středně vosk – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	86
Příloha 33 Tmavé bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	86
Příloha 34 Tmavé polyuretan – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	87
Příloha 35 Tmavé vosk – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	87
Příloha 36 Tmavé kartáčované bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	88
Příloha 37 Tmavé kartáčované polyuretan – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	88
Příloha 38 Tmavé kartáčované vosk – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).....	89
Příloha 39 Technická data použitého CO ₂ laseru.....	89
Příloha 40 Turkey HSD test, porovnání dE*168.	90
Příloha 41 Technické listy SOKRATES TANGO plus polyuretanový lak.	91
Příloha 42 Technické listy dekorační vosk	94

9 Přílohy

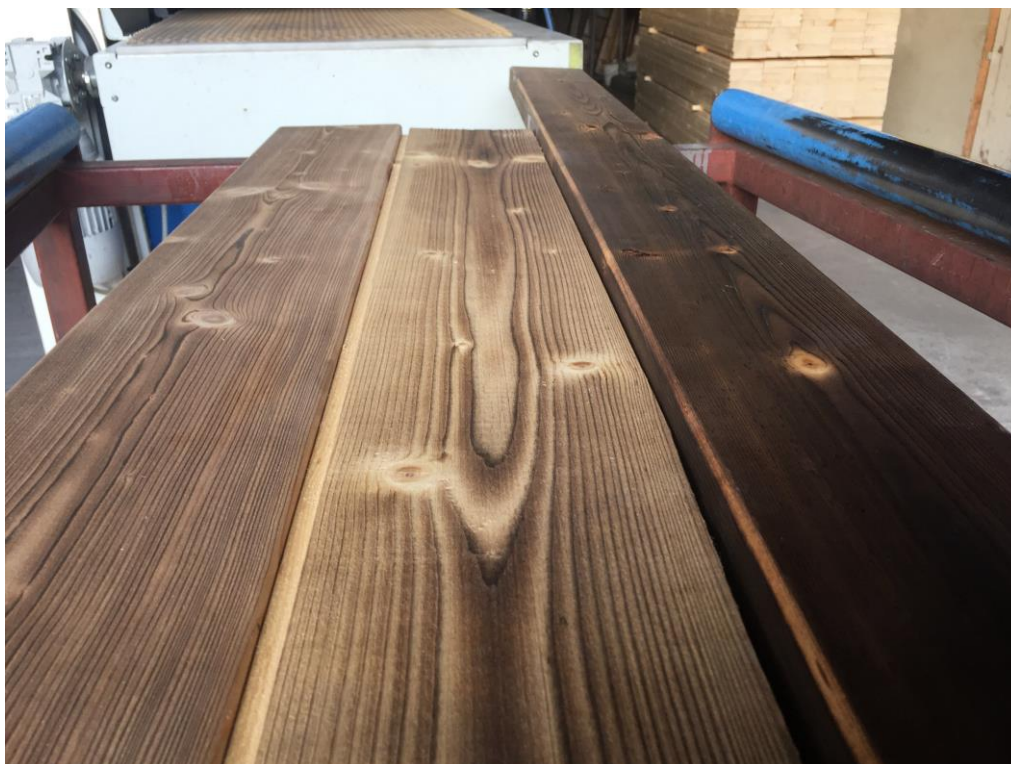
Příloha 1 Podrobný plán experimentu (Pagano et al. 2009).

Data set	Pumping power (%)	Step (mm)	Beam speed (mm/s)	Mode (kHz or CW)	Repetitions
A	100	0.12	250	10, 20, 30 and CW	1, 2, 3, 4
			500	10, 20, 30 and CW	2, 4, 6, 8
			750	10, 20, 30 and CW	3, 6, 9, 12
			1000	10, 20, 30 and CW	4, 8, 12, 16
B	100	0.06	750	30 and CW	1, 3, 5, 6
			1000	30 and CW	1, 4, 6, 8
C	50	0.12	250	10, 20, 30 and CW	2, 6, 8
			500	10, 20, 30 and CW	4, 12, 16
D	50	0.06	250	10, 20, 30 and CW	1, 2, 3, 4
			500	10, 20, 30 and CW	2, 4, 6, 8

Příloha 2 Patina dubu, dřevomateriály ALBAKMEN (zdroj: autor).



Příloha 3 Smrk, různá intenzita opálení, dřevomateriály ALBAKMEN (zdroj: autor).



Příloha 5 Smrk, hrubé opálení (zdroj: autor).



Příloha 4 Smrk, pouze kartáčovaný (zdroj: autor).



**Příloha 6 Smrk, opálený a kartáčovaný
(zdroj: autor).**



Příloha 7 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr fermež (zdroj: autor).



Příloha 8 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej ořech (zdroj: autor).



Příloha 9 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej borovice (zdroj: autor).



Příloha 10 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr eco protector zelený (zdroj: autor).



Příloha 11 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej bílá přírodní (zdroj: autor).



Příloha 12 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej šedá (zdroj: autor).



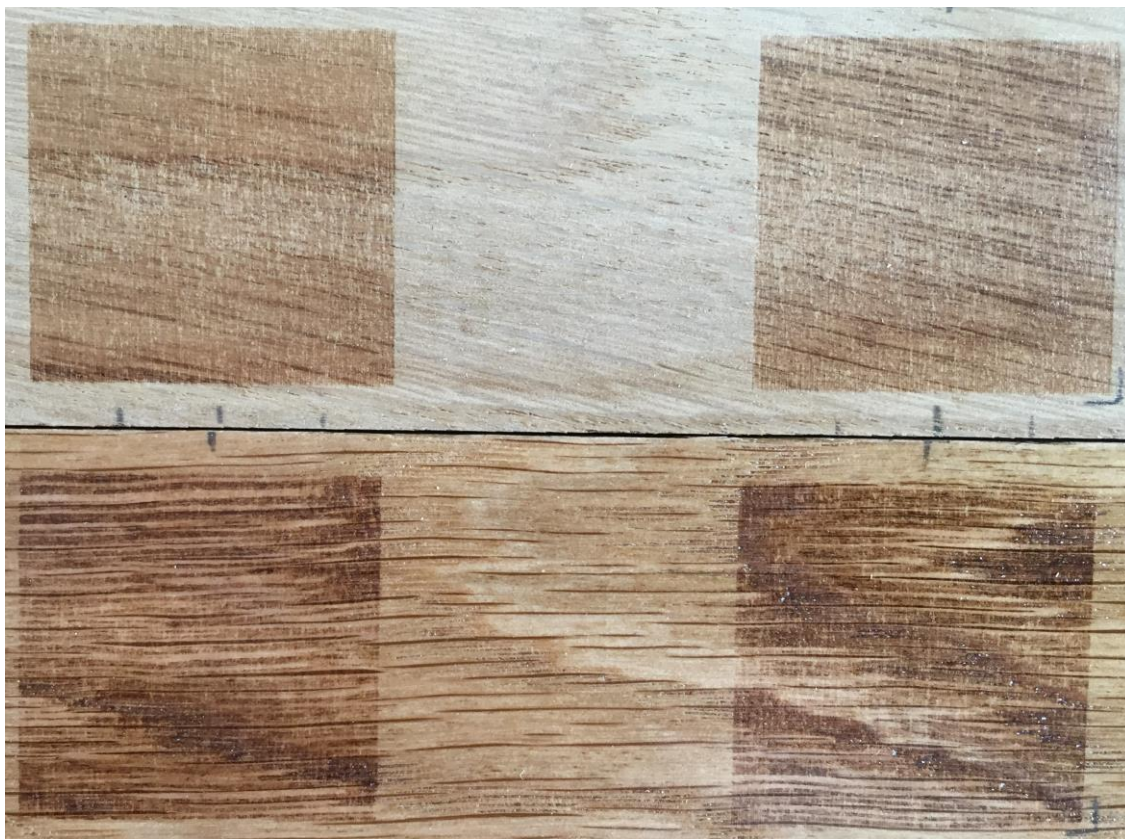
Příloha 13 Smrk, opálený a kartáčovaný, nátěr olej šedá antická (zdroj: autor).



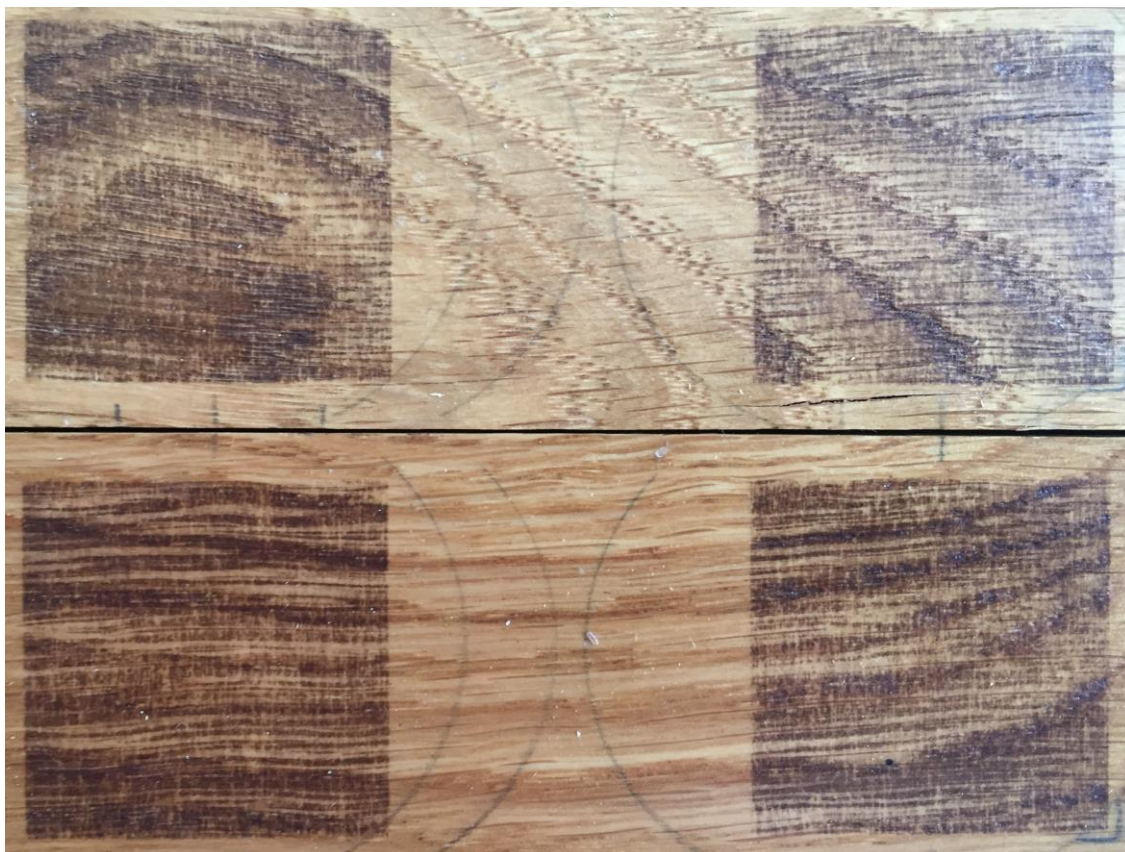
Příloha 14 Světlé opálení, bez nátěru (zdroj: autor).



Příloha 15 Světlé opálení, nátěr polyuretan (zdroj: autor).



Příloha 16 Světlé opálení, nátěr vosk (zdroj: autor).



Příloha 17 Střední opálení, bez nátěru (zdroj: autor).



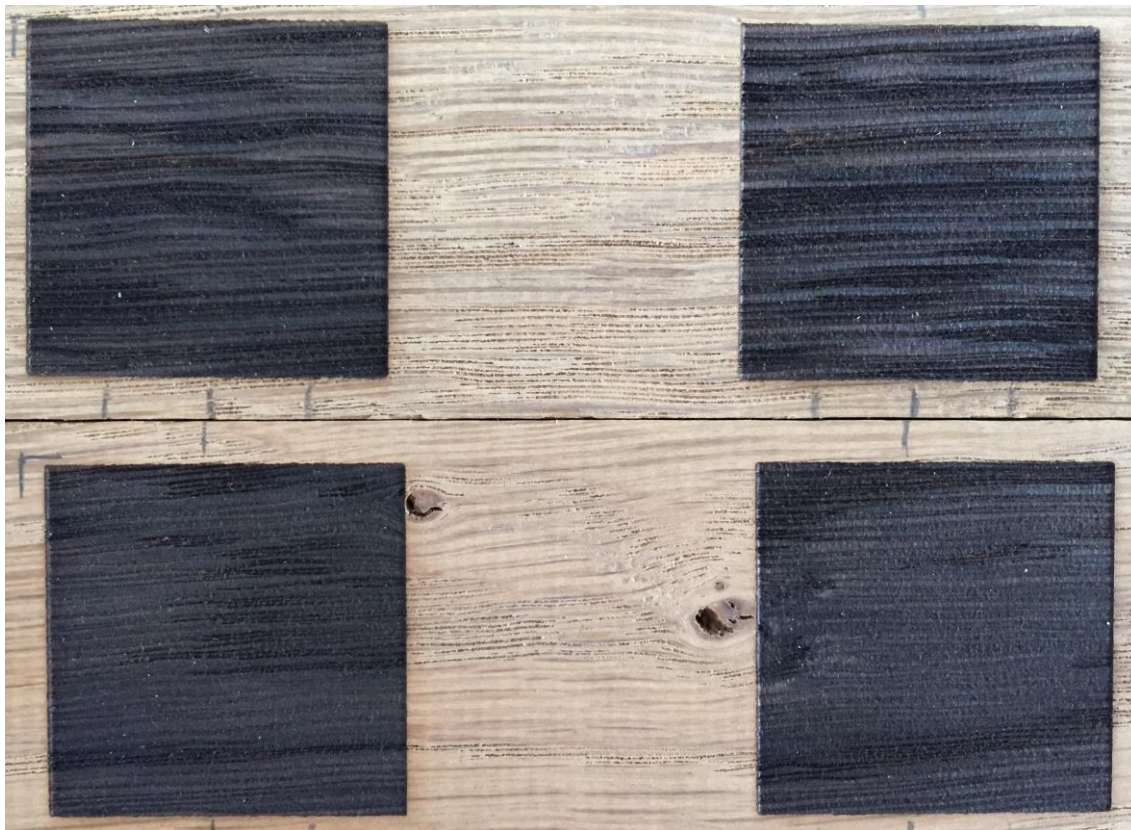
Příloha 18 Střední opálení, nátěr polyuretan (zdroj: autor).



Příloha 19 Střední opálení, nátěr vosk (zdroj: autor).



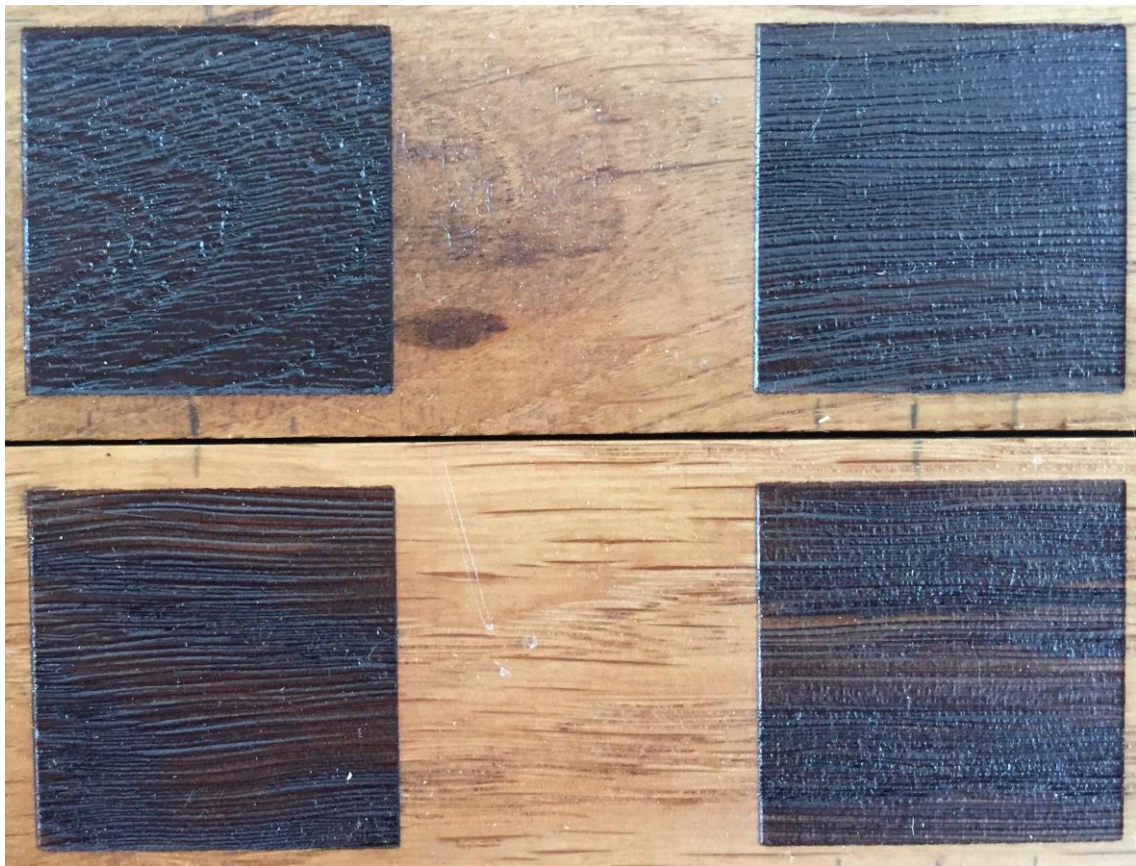
Příloha 20 Tmavé opálení, bez nátěru (zdroj: autor).



Příloha 21 Tmavé opálení, nátěr polyuretan (zdroj: autor).



Příloha 22 Tmavé opálení, nátěr vosk (zdroj: autor).



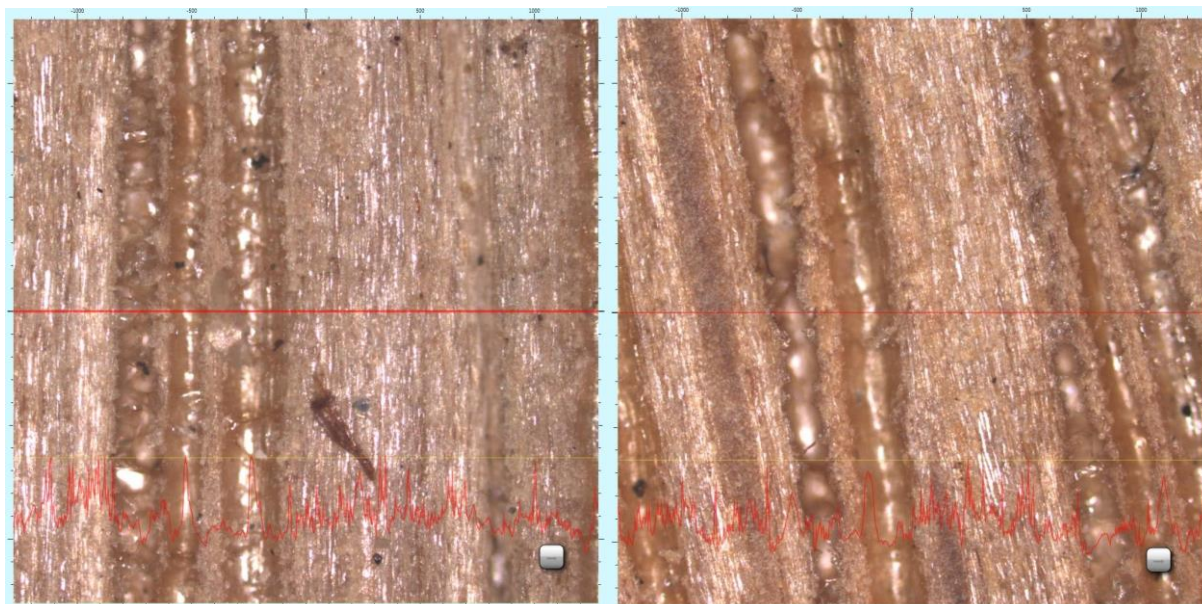
Příloha 23 Tmavé opálení, kartáčováno, bez nátěru (zdroj: autor).



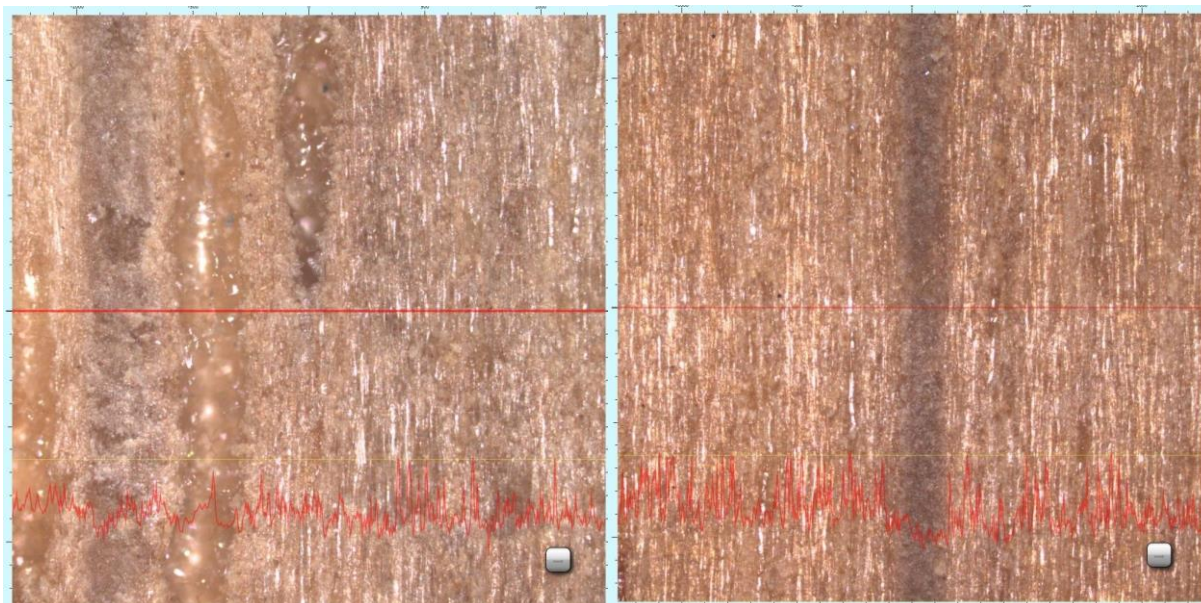
Příloha 24 Tmavé opálení, kartáčováno, nátěr vosk (zdroj: autor).



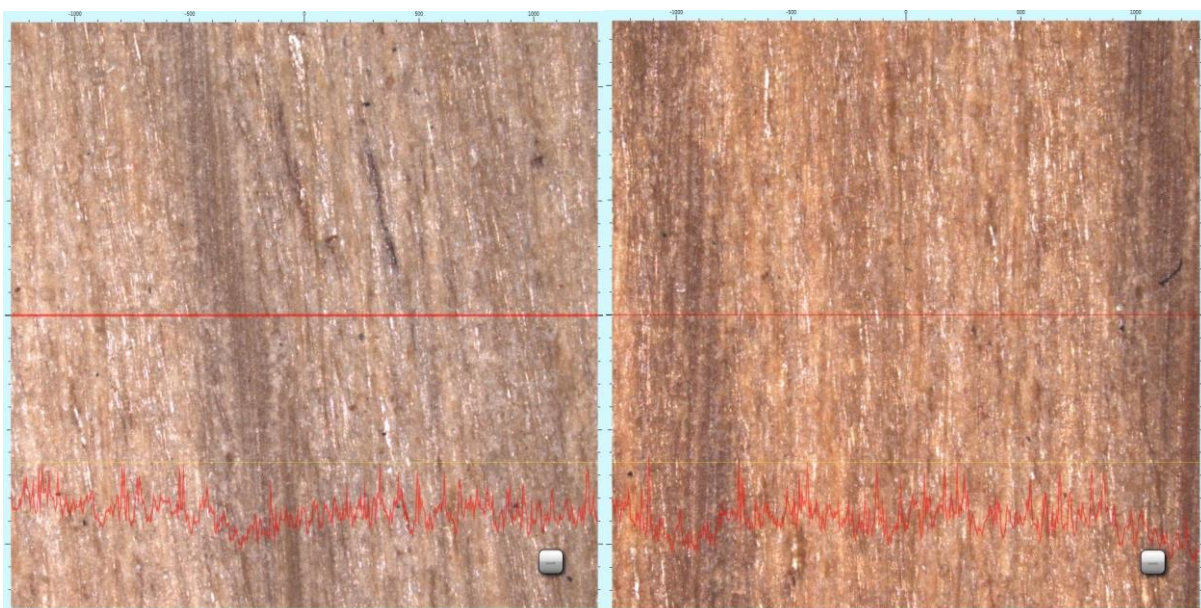
Příloha 25 Referenční bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu (zdroj: autor).



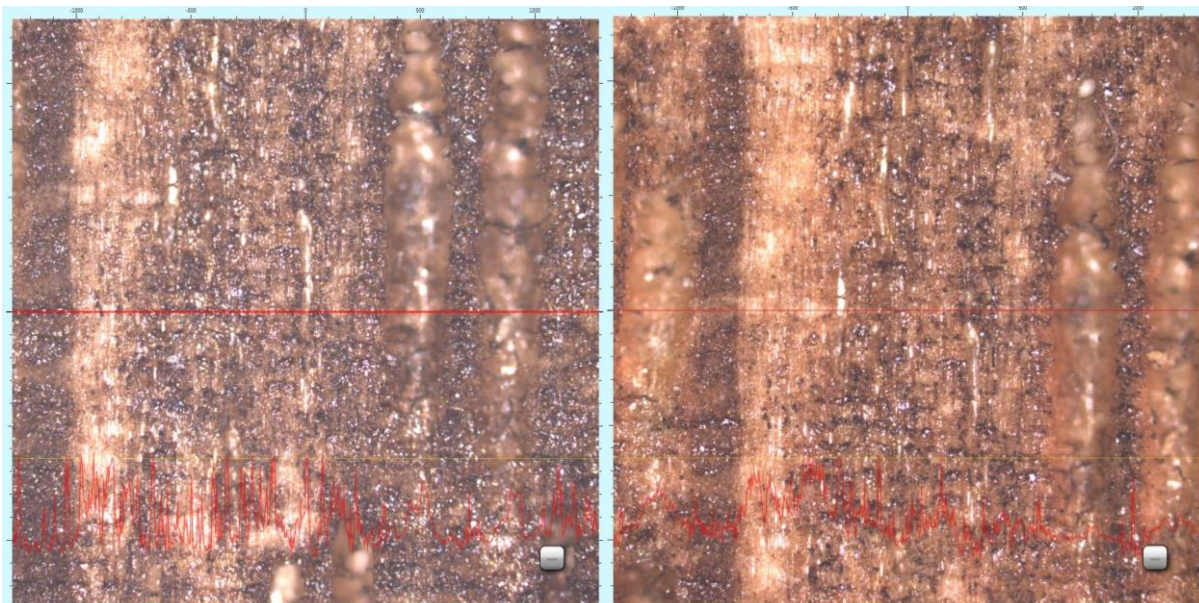
Příloha 26 Referenční polyuretan - vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



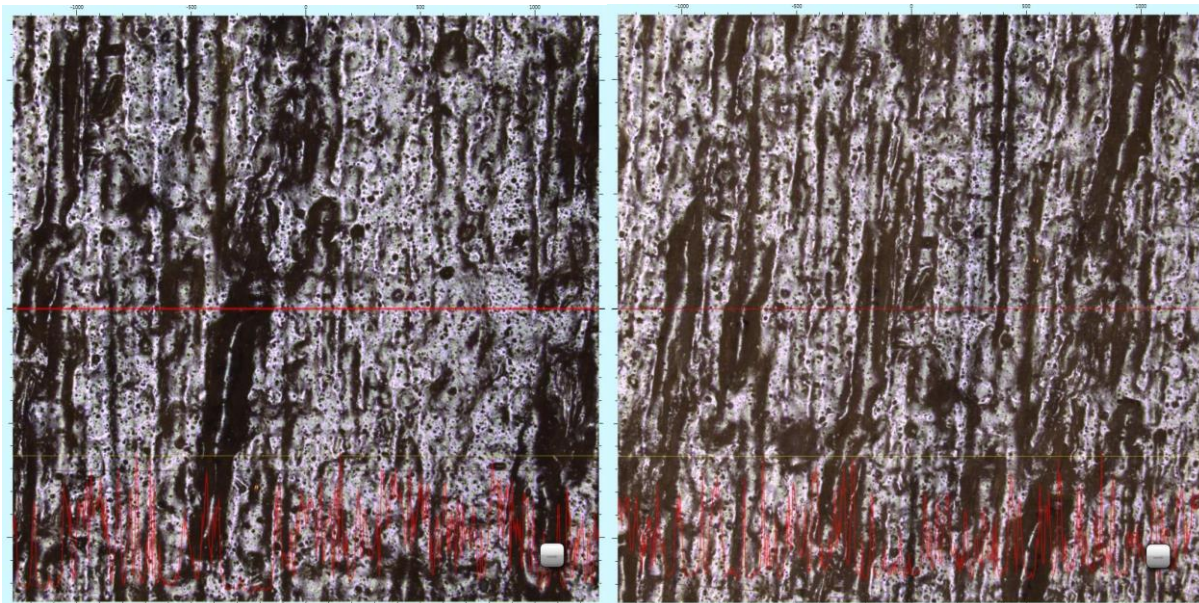
Příloha 27 Referenční vosk - vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



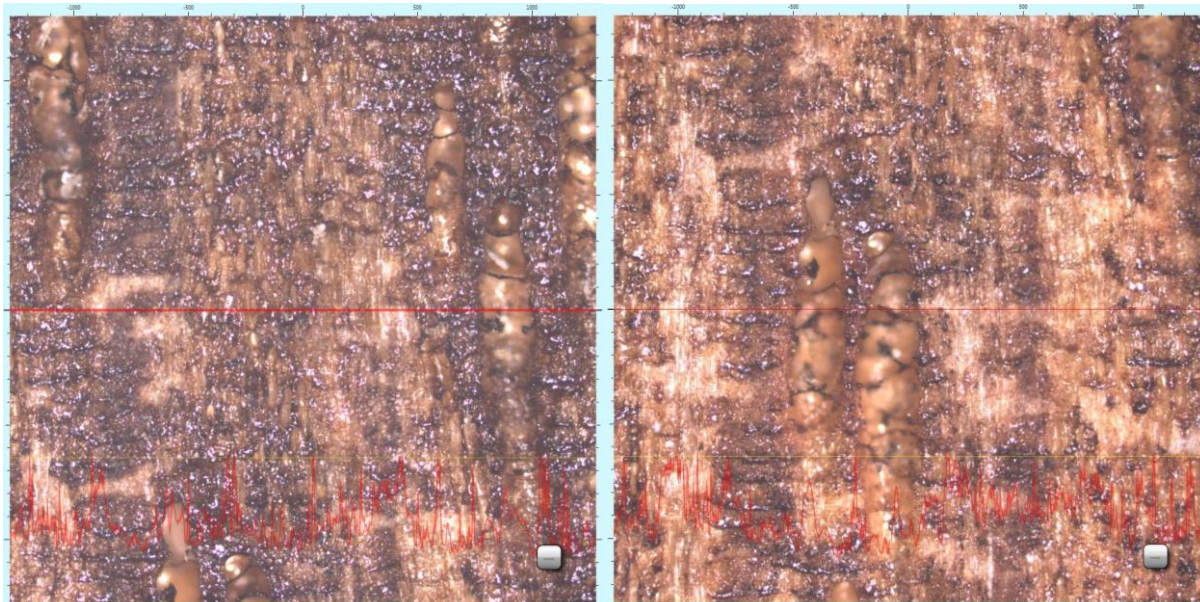
Příloha 28 Světlé bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



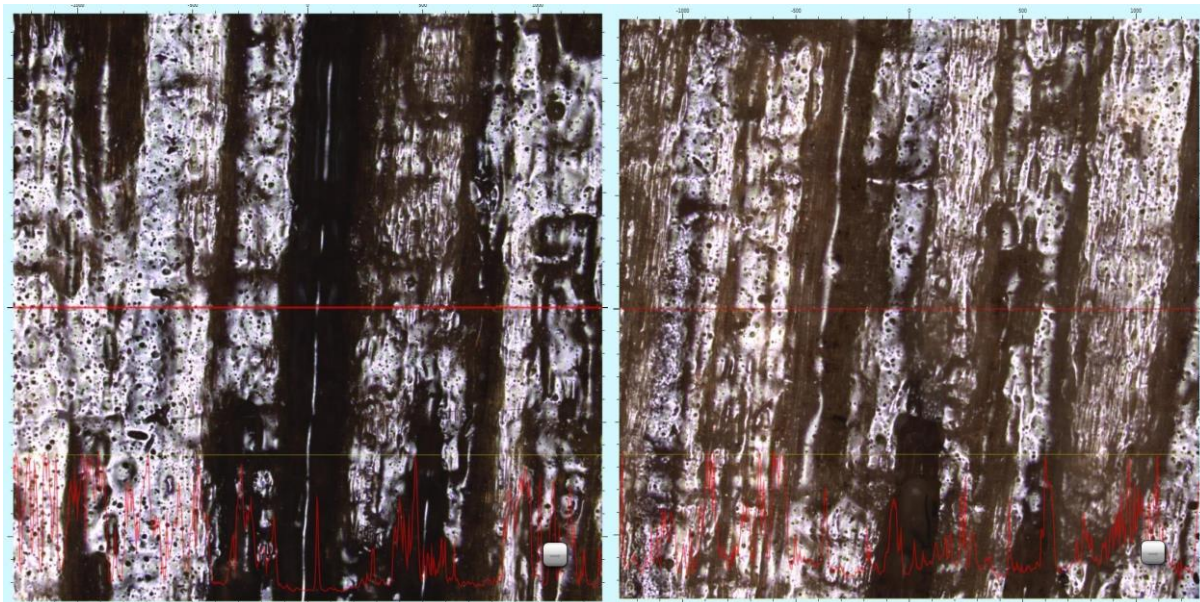
Příloha 29 Světlé vosk – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



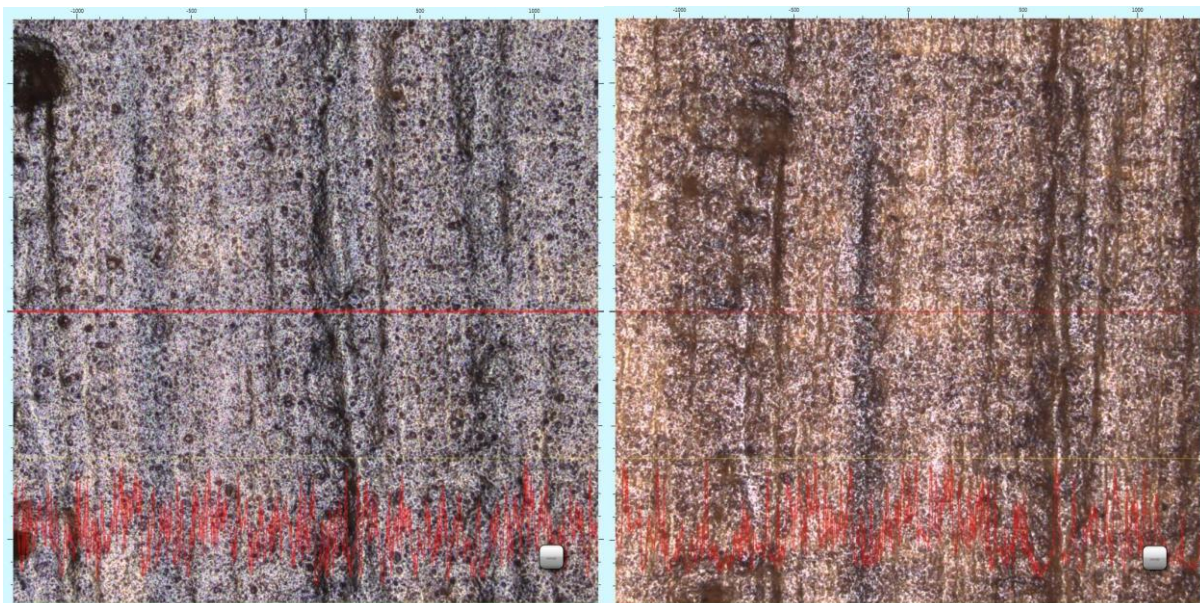
Příloha 30 Středně bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



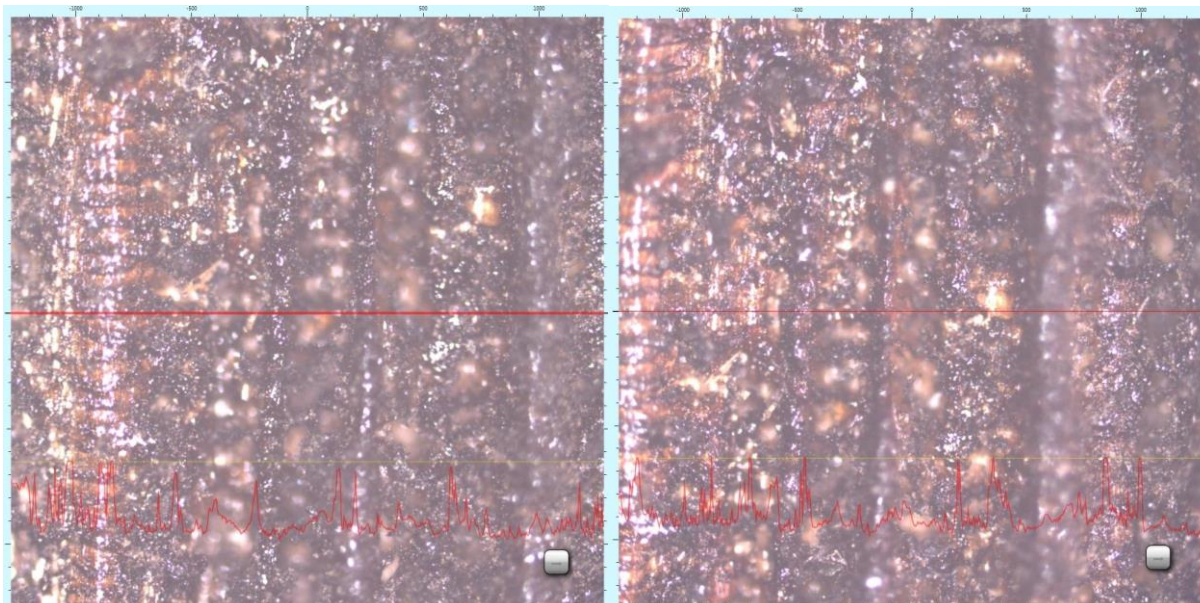
Příloha 31 Středně polyuretan – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



Příloha 32 Středně vosk – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



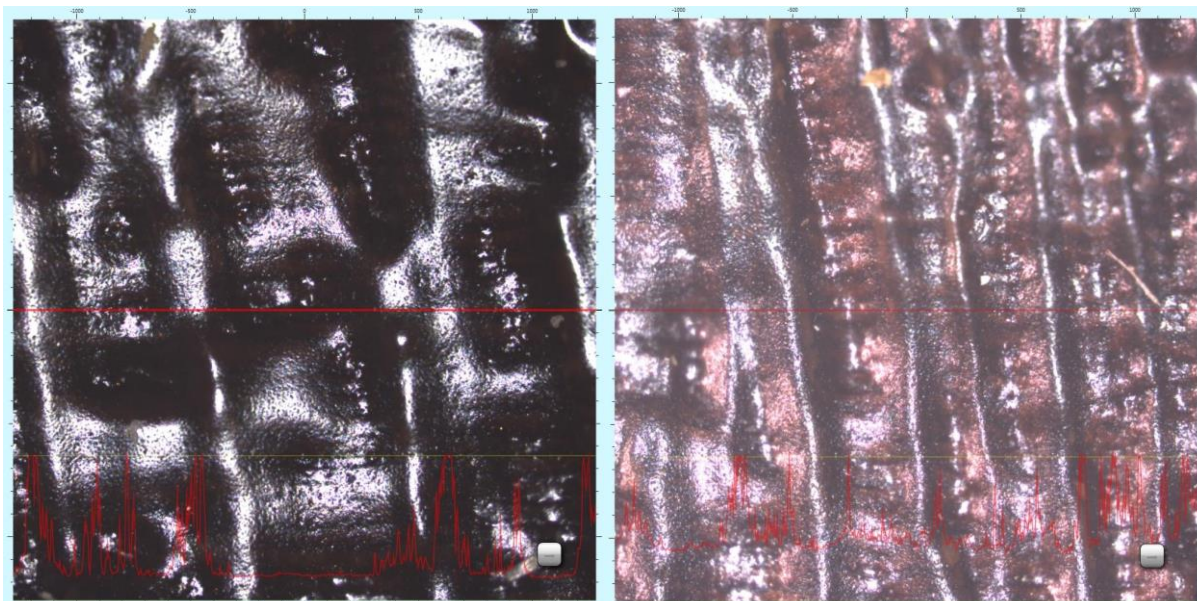
Příloha 33 Tmavé bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



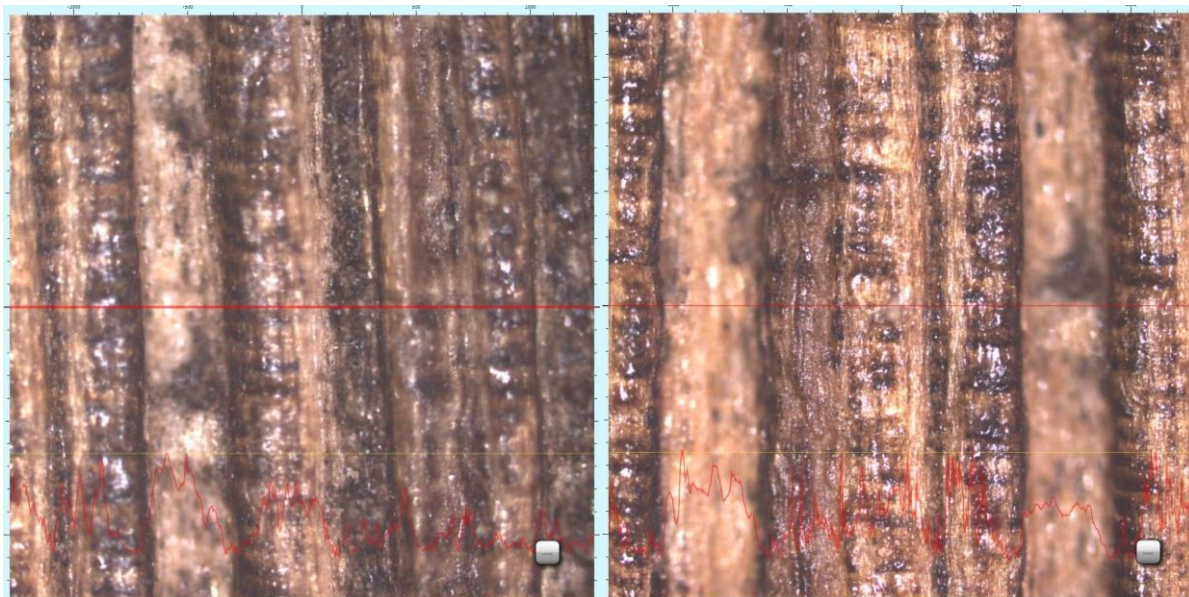
Příloha 34 Tmavé polyuretan – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



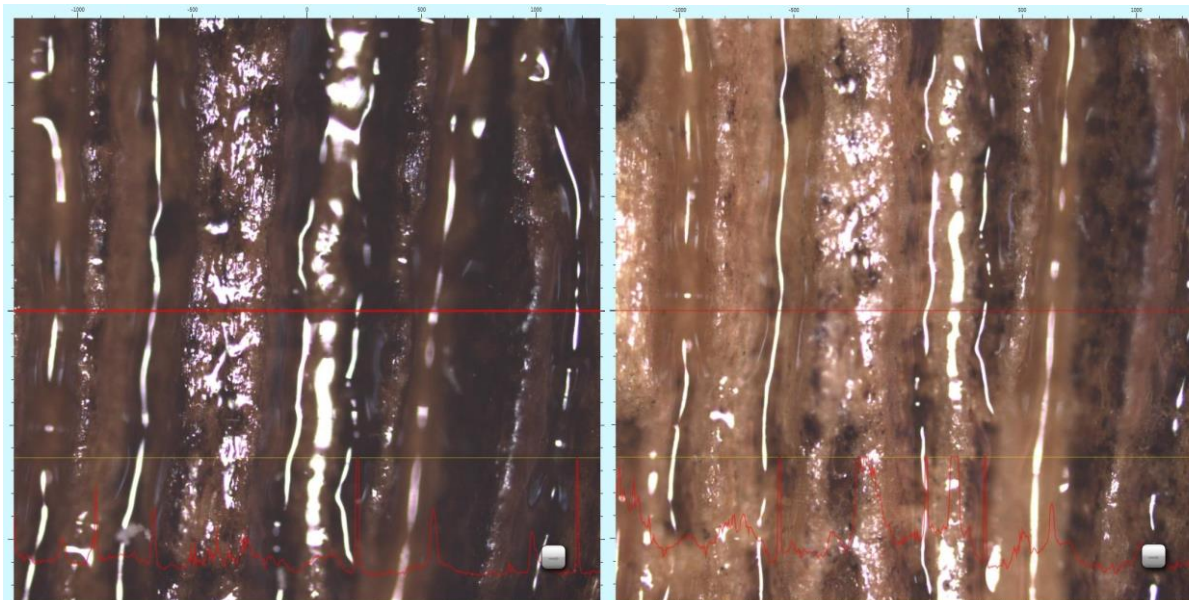
Příloha 35 Tmavé vosk – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



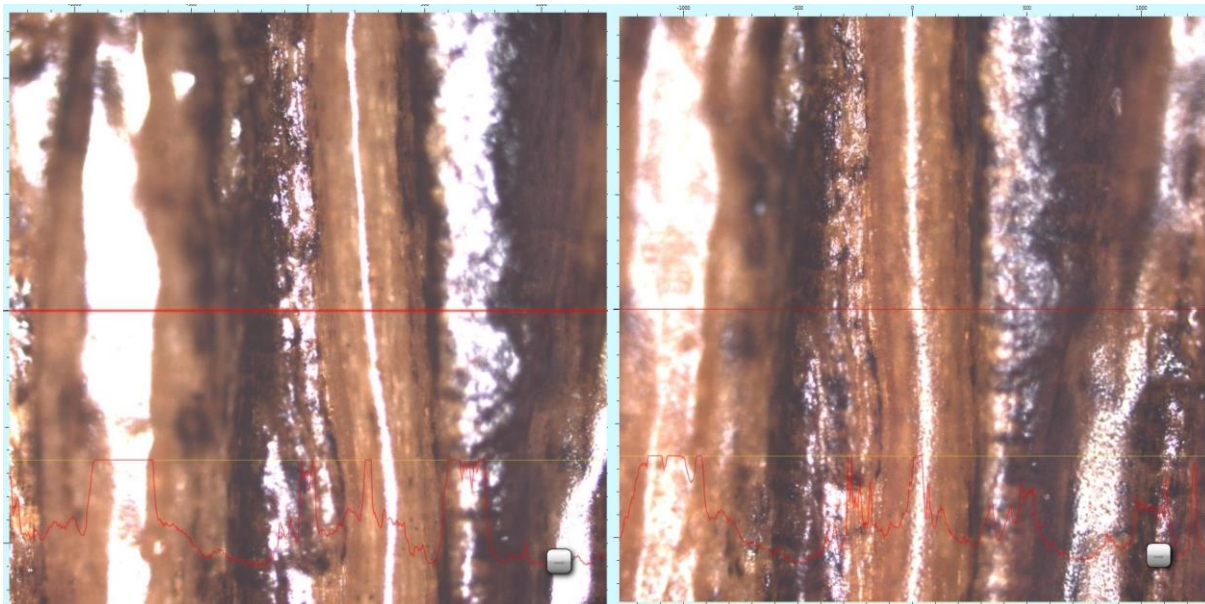
Příloha 36 Tmavé kartáčované bez nátěru – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



Příloha 37 Tmavé kartáčované polyuretan – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



Příloha 38 Tmavé kartáčované vosk – vlevo před expozicí, vpravo po 168 hodinách expozice xenotestu.



Příloha 39 Technická data použitého CO₂ laseru.

TECHNICKÁ DATA	
Parametry	Hodnoty
Mi. Rozměry gravírované plochy	1,5 x 1,5 mm
Max. rozměry gravírované plochy	1200 x 900 mm
Možnost gravírování rotačních těles	ano
Výkon laseru	80 W, volitelně 100 W
Typ laseru	CO ₂
Životnost laserové trubice	8000 hod.
Rychlost gravírování	0 - 1000 mm/s
Řezná rychlost	0 - 600 mm/s
Max. hloubka řezu	Akryl 20 mm
Pohony os	Krokové motory
Teplota pracovního prostředí	0,01 mm
Vlhkost pracovního prostředí	35 - 70 %
Chlazení vodou	ano
Poporovaný software	ArtCut, CorelDraw, PhotoShop, AutoCAD
Podporované grafické formáty	PLT, DXF, BMP, JPG, GIF, PGN, TIF
Komunikační rozhraní	USB
Celkový příkon	1200 W
Elektrické připojení	230 V
Pracovní výška	0 - 280 mm
Rozměry	1830 x 1500 x 1240 mm
Hmotnost	320 kg

Příloha 40 Turkey HSD test, porovnání dE*168.

Tukey HSD test; variable dE* (Obrovský statistika)																	
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests																	
Error: Between MS = 1,4576, df = 165,00																	
Cell No.	Druh-po_Stárumí	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	
		7,1414	9,8853	6,9315	1,5611	4,4972	7,3642	17,338	21,267	14,974	15,480	7,8566	6,3985	7,6996	1,0730	3,4735	
1	REF-168_bez		0,000028	1,000000	0,000026	0,000033	1,000000	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,982569	0,975459	0,998561	0,000026	0,000026	
2	S-168_bez	0,000028		0,000026	0,000026	0,000026	0,000055	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,003538	0,000026	0,000898	0,000026	0,000026	
3	M-168_bez	1,000000	0,000026		0,000026	0,000100	0,999923	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,865021	0,999135	0,967210	0,000026	0,000026	
4	T-168_bez	0,000026	0,000026	0,000026		0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,999681	0,009019	
5	T-K-168_bez	0,000033	0,000026	0,000100	0,000026		0,000027	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,009825	0,000026	0,000026	0,750587	
6	REF-168_PU	1,000000	0,000055	0,999923	0,000026	0,000027		0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,999648	0,822235	0,999997	0,000026	0,000026	
7	S-168_PU	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026		0,000026	0,000179	0,013683	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	
8	M-168_PU	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026		0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	
9	T-168_PU	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000179	0,000026		0,999511	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	
10	T-K-168_PU	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,013683	0,000026	0,999511		0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	
11	REF-168_VX	0,982569	0,003538	0,865021	0,000026	0,000026	0,999648	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026		0,170122	1,000000	0,000026	0,000026	
12	S-168_VX	0,975459	0,000026	0,999135	0,000026	0,009825	0,822235	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,170122		0,342867	0,000026	0,000026	
13	M-168_VX	0,998561	0,000898	0,967210	0,000026	0,000026	0,999997	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	1,000000	0,342867		0,000026	0,000026	
14	T-168_VX	0,000026	0,000026	0,000026	0,999681	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026		0,000132
15	T-K-168_VX	0,000026	0,000026	0,000026	0,009019	0,750587	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000026	0,000132	

SOKRATES® TANGO plus®

polyuretanový lak vnitřní na parkety



CERTIFIKACE:

SOKRATES® TANGO plus je v rámci nátěrového systému certifikován pro stavebnictví a schválen pro vnitřní prostředí.
 SOKRATES® TANGO plus splňuje dle ČSN 74 4507 podmínky protiskluznosti za sucha i za mokra.
 SOKRATES® TANGO plus splňuje odolnost proti oděru dle Taber-Abraser ČSN 67 3073.
 SOKRATES® TANGO plus splňuje podmínky vyhlášky č. 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu – par. 3 e) stavby pro shromažďování většího počtu osob – koncertní sítě, taneční sály, sportovní haly, tribuny a schodiště.
 SOKRATES® TANGO plus splňuje vyhlášku MZ ČR č. 84/2001 Sb., v platném znění - § 2(6), § 5 – příloha č.7 (1), 7 (2)
 SOKRATES® TANGO plus splňuje Nařízení vlády č. 86/2011 Sb., příloha č.2, III. Chem.vL, bod 12.- výrobky pro děti mladší 3 let.

Složení:

100% čistý vodou ředitelný polyuretan s přísadou speciálních aditiv a látek odpuzujících vodu.

Charakteristika:

SOKRATES® Tango plus je jednosložkový profesionální parketový lak pro vnitřní prostředí. Je určen pro zvláště namáhané plochy. Je bez zápachu, nehořlavý, chemicky neutrální a výrazně chrání životní prostředí. Vyznačuje se extrémně rychlým nárůstem tvrdosti. Po zaschnutí poskytuje vysoce kvalitní čiré nátěry, které jsou dokonale omyvatelné, odolné na oděr a bytové chemikálie, tvrdé, ale houževnaté. Povrch laku je po vyzrání – ca 10 dnech, dokonale odolný na zatížení vodou, před horkými šálky, horkou párou a pod. **Lak zůstává trvale dokonale čirý bez nejmenších známek žloutnutí.**

Má vynikající přilnavost k podkladu a je odolný proti odlupování. Je rychleschnoucí. Splňuje podmínky protiskluznosti. Dynamický i statický součinitel smykového tření za sucha i za mokra vyšší než 0,6. Rychlý nárůst tvrdosti umožňuje snadnou stohovatelnost. **Povrch laku nemůže být namáhan kovovými kolečky pojízdných křesel.**

Vlastní stohovatelnost - výšku, proklady, tvar výrobku, tloušťku nátěru, pracovní teplotu a podobně, vždy odskoušejte na konkrétní podmínky!

Obsahuje standardně UV filtr. Extra zvýšenou odolnost na UV záření lze upravit na objednávku.

SOKRATES® Tango plus lze použít jako vrchní nátěr na dřevěné podlahy opatřené tvrdým podlahovým olejem SOKRATES – CLOU a to pouze podle podmínek interního předpisu : **Lakování olejovaných podlah.**

SOKRATES® Tango plus není ve Slovenské republice certifikován pro sportovní areály. Nebyla sadána.

Vlastnosti nátěrové hmoty:

❖ Obsah netěkavých složek	od 30 %
❖ Výtoková doba z pohárku Φ 4 mm/23 °C	od 35 s
❖ Spotřeba na jeden nátěr	85 - 100 g/m ²
❖ Vydátnost (jeden nátěr)	10 - 12 m ² /l kg
❖ Stěrkování	25 - 30 m ² /l kg
❖ Roztíratelnost	1
❖ Specifická hmotnost	1,05 - 1,06 g/cm ³

Zasychání:

❖ Pro manipulaci	1 - 2 hod.
❖ Pro další nátěr	4 - 6 hod.
❖ Brousitelnost	3 - 4 hod.

Vlastnosti zaschlého nátěru:

❖ Lesk 60° lesklý	min 75 %
❖ polomatný	28 - 30 %
❖ matný	18 - 20 %
❖ Přilnavost mířkovým řezem	1
❖ Tvrdost kyvadlem za 48 - 72 hod	od 50 %
❖ Omyvatelnost mýdlovým roztokem	výborná

TANGO plus není určen pro přímý styk s potravinami a pitnou vodou!

Barevné odstíny:

Lak je bezbarvý, lesklý, polomatný, matný.

Použití:

SOKRATES® Tango plus je určen k profesionálním vnitřním nátěrům dřevěných parket, dřevěných schodů, podlahových prken a podlah tělovýchovných zařízení. Je vhodný i pro kvalitní

povrchovou úpravu vnitřních dveří, nábytku a dřevěného obložení stěn. Pro aplikaci stříkáním se dodatečně upravuje viskozita. Při použití pro florbal a pod. je nutná konzultace s výrobcem.

Pro barevné značení podlah sportovních areálů je určena speciální polyuretanová barva **Tango colour**. Pro aplikaci této barvy je určen samostatný interní předpis: **„Barevné značení podlah sportovních areálů“.**

Nanášání:

SOKRATES® Tango plus se nanáší válečkem pro vodní laky, **ne molitanovým** štětcem, stříkáním nebo stěrkováním, při minimální teplotě nátěrové hmoty, podkladu a vzduchu + 10 °C po celou dobu schnutí.

Doporučená teplota pro aplikaci : +18 °C až +23 °C

Ředidlo: Voda

Čištění nářadí:

Vodou. Zaschlou barvu lze odstranit organickými ředidly.

Před použitím velmi důkladně rozmíchejte celý obsah obalu!

Příklad nátěrového postupu:

1. Přebroušení povrchu
2. 1x **SOKRATES® Tango primer**. 1kg laku na 10-12 m² plochy. Zasychání 3 - 4 hodiny + lehké přebroušení.
3. 3x až 4x **SOKRATES® Tango plus**. 1 kg laku na 10-12m² plochy podlahy. Zasychání mezi nátěry 4 až 6 hodin. **Nejdále však za 24 hodin.**

Příprava povrchu a aplikace

Podklad musí být řádně čistý, zbavený všech mastnot, předchozích voskových politur a musí být suchý. Místa s výronem pryskyřic nutno důkladně odstranit. Povrch před aplikací se musí dokonale broušením upravit. **Penetrace** podkladu, jako 1. nátěr, se provádí základním parketovým lakem **SOKRATES® Tango primer**, dle podmínek TL pro **Tango primer**, nebo vrchním lakem **Tango plus**, ředěným vodou v poměru **2 díly laku a 1 díl vody**. Naředění vodou se **musí dodržet**. Penetrace se aplikuje **vždy** jenom v jedné vrstvě. Po zaschnutí, to je ca po 3 - 4 hod., se povrch **lehce přebrousí**. **Lak k následným vrchním nátěrům se používá zásadně neředěný**. Nespoteřovaný vodou naředěný lak je k jiným účelům než k penetraci nepoužitelný. **Naředění vodou způsobuje při vrchních aplikacích intenzivní pěníení laku.**

K předpenetraci a penetraci nejsou určena napouštědla Sokrates profesional a Speciál. Zejména Napouštědlo Speciál – alkylóvé, může způsobit silné stmavnutí dubových parket.

Čím bude nižší relativní vlhkost vzduchu a vyšší teplota, tím bude kratší doba schnutí nátěru. Délku zasychání – **otevřenou dobu** – lze prodloužit retarderem. Retardér není v běžné obchodní síti k dispozici. Zaslá se pouze na vyžádání.

Otevřená doba, je nastavená tak, aby při aplikaci laku za běžných podmínek nebyly problémy s napojováním. Otevřená doba, je časový úsek, během kterého lze při nanášení laku zasahovat do již aplikované vrstvy laku. Prodloužení této doby znamená částečné zpomalení zasychání a náběh tvrdosti.

Horké letní dny s nízkou relativní vlhkostí vzduchu nejsou vhodné pro aplikaci laku. Příliš horký a suchý vzduch natolik urychluje zasychání povrchu, že se obtížně napojují jednotlivé řady nanášeného laku. Může dojít k napojování do zavadlého povrchu a zhoršení kvality celého nátěru. Zejména při aplikaci laku do příliš tenkých vrstev, ve spojitosti se suchým a teplým prostředím, se slabá vrstva laku nemusí stačit dostatečně rozlít. Výsledkem může být vytvoření tak zvaného „pomerance“. „Pomerančový efekt“ nelze odstranit „ulitím“ další vrstvy, protože

ta bude vždy znovu kopírovat nevzhledný podklad. **Vrstva s „pomarančem“ se musí odstranit odbroušením.** Při aplikaci laku v zimním nebo chladném počasí se nesmí větrat otevřenými okny. Mrazivý vzduch může poškodit povrch nátěru.

Při renovačních nátěrech doporučujeme nejprve provést zkušební nátěr, který odhalí přítomnost mastnot, vosků, jiných nevhodných předchozích nátěrů a pod., které se ještě musí dodatečně odstranit dalším přebroušením podkladu.

Barevná penetrace podkladu:

Pro změnu odstínu dřeva se používá barevná penetrace. Pozor při moření podkladu - různé savé podklady mohou způsobit tak zvané kocoury. Různé savé podklad je vhodné před mořením sjednotit aplikací naředěného laku (20 dílů laku : 80 dílů vody) bez pigmentu, to znamená provést **předpenetraci**. Předpenetrace sjednotí nasákovost podkladu a minimalizuje vznik barevných nerovnoměrností. Výraznou anomálií v nasákovosti často způsobují rotační brusky použité k „vyleštění „ malých plošek, nebo nedokonalé broušení povrchu palubek – přes vlákno. Ale také nižší kvalita dřeva – rychle rostlé dřevo, nerovnoměrná vlhkost dřeva a pod. Po zaschnutí, cca 3 – 4 hod. a přebroušení, se aplikuje barevná penetrace. K moření podlah používejte jenom osvědčené a doporučené prostředky. Co vypadá na malé zkušební ploše výborně, nemusí z výše uvedených důvodů vždy dopadnout podle vašich představ. Proto je dobré vždy zvážit provedení **předpenetrace**. To ale není podmínka.

Ideální **barevná penetrace** je 20% laku, 80 % vody + pigment v požadovaném odstínu a koncentraci. Přísada laku zabráni tzv. „ krvácení“ do dalšího nátěru (probarvování do další vrstvy). K **předpenetraci** ani k **penetraci** – čiré nebo barevné - **není určeno** napouštědlo **SOKRATES** profesionál ani Sokrates special. Provádí se přednostně naředěným **základním lakem** nebo i vrchním lakem. **Barevná penetrace** se provádí naředěným základním nebo vrchním lakem, vždy s mezibrusem. Následují vrchní laky.

U nových podlah doporučujeme provést minimálně 3 až 4 nátěry vrchním lakem. Větší počet nátěrů zvětšuje tloušťku vrstvy a zlepšuje výslednou kvalitu a životnost nátěru. Mezi jednotlivými nátěry provádíme podle potřeby přebroušení – začistění. Přesto, že je lak rychleschnoucí, doporučujeme mezi jednotlivými nátěry dle teploty a vlhkosti vzduchu ponechat časový odstup 4 - 6 hodin, nejdéle však 24 hodin, **ne více**. Nátěr je ponořen za 3 až 4 hodiny, dle teploty a vlhkosti vzduchu. Přebroušení lze provést dle stejných podmínek za 3 až 4 hodiny. Brusný prach je nutné vždy dokonale odstranit. Konečné vlastnosti lak získá za 10 - 15 dnů při pokojové teplotě 18 °C. **Do této doby zacházejte s povrchem šetrně.**

Koberce a předložky z kokosových vláken mají abrazivní účinky. Koberce s gumovým podkladem mohou vlivem přítomnosti změkčovadel lak trvale poškodit.

Údržba povrchu:

Stírání povrchu vlhkým, dobře vyždímaným hadrem. Větší nečistoty se odstraňují použitím neutrálního čistícího prostředku bez abrazivních plniv. Údržba povrchu se provádí vhodnými údržbovými prostředky pro vodu ředitelné parketové laky nejdříve po 3 až 6 týdnech od aplikace. Použité políse musí splňovat podmínky kluznosti povrchu. Např. Sokrates poliš na parketové vodu ředitelné laky.

Údržba sportovních areálů viz. TL Údržba parketových laků SOKRATES®.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci:

Dodržujte aplikační pokyny a základní hygienická pravidla. Při práci používejte vhodné pracovní rukavice, ochranný pracovní oděv a vhodný respirátor. Při práci nad hlavou používejte ochranné brýle. **V uzavřených prostorech dostatečně větrejte.** Při zasažení očí vypláchněte dostatečně vodou. **V případě potřeby vyhledejte lékaře.**

S2: Uchovávejte mimo dosah dětí
S29: Nevylévejte do kanalizace
S46: Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení

P 102: Uchovávejte mimo dosah dětí
P 273: Zabraňte uvolnění do životního prostředí
P 301: Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení

Opatření při úniku náterové hmoty

Zamezte úniku do vodních toků a zamezte kontaminaci podzemních vod. Vyteklou náterovou hmotu odstraňte vhodnou absorpční látkou – Wapex, piliny nebo hadry. Uložte na skládku nebezpečných odpadů !

Kategorie odpadu: čistý obal – 0 (ostatní)

znečištěný obal tekutými zbytky náterové hmoty - N(nebezpečný)

Katalogové číslo nebezpečného odpadu: 08 01 11*

Název nebezpečného odpadu: Odpadní barvy a laky obsahující organická rozpouštědla nebo jiné nebezpečné látky

Katalogové číslo nebezpečného odpadu: 20 01 27*

Název nebezpečného odpadu: Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice obsahující nebezpečné látky

Katalogové číslo nebezpečného odpadu: 15 01 10*

Název nebezpečného odpadu: Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné.

Katalogové číslo čistého obalu – ostatní „O“:

Katalogové číslo obalu:

150102 – Plastové obaly

150104 – Kovové obaly

Likvidace obalů a tekutými zbytky náterové hmoty:

Při likvidaci obalů s tekutými zbytky náterové hmoty je nutno postupovat v souladu se zákonem č.185/2001 Sb. o odpadech, ve znění prováděcích předpisů (vyhlášky MŽP č.381/2001 Sb. Katalog odpadů, vyhlášky MŽP č.383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady). Zbytky našich náterových hmot je možno likvidovat v souladu se zněním jmenovaných předpisů.

Naše doporučení:

Obal s tekutými zbytky náterové hmoty se považuje za nebezpečný odpad. Proto obal vyprázdněte a pak vypláchněte vodou, kterou použijte k doředění náterové hmoty stejného typu. Obal se suchým zbytkovým filmem náterové hmoty můžete likvidovat jako „O“ – ostatní odpad.

Poznámka:

Uživatel nese odpovědnost za správné použití náterové hmoty, včetně správné aplikace celého předepsaného náterového systému. To znamená, že vždy musí zvážit všechny okolnosti, které mohou ovlivnit konečnou kvalitu povrchové úpravy. Výrobce Building Plášt spol. s r.o. si vyhrazuje právo na změnu údajů v technických a propagačních materiálech bez předcházejícího upozornění.

Dodatek:

Tyto údaje jsou údaji orientačními, jejich přesnost je ovlivněna vlastnostmi různých materiálů a nepředpokladatelnými vlivy při zpracování. Doporučujeme provést vždy zkoušku na konkrétní pracovní podmínky a druh výrobku. Výše uvedené údaje jsou údaji, které ovlivňují konkrétní podmínky, proto nezakládají právní nárok. Informace nad rámec obsahu tohoto technického listu, nebo údaje odchylující se od údajů uvedených v tomto technickém listu, vyžadují potvrzení výrobního závodu. Na tyto případy se vztahují všeobecné obchodní podmínky výrobce.

SOKRATES® Tango plus je nehořlavá kapalina ve smyslu ČSN 65 0201.

Nesmí smrznout při přepravě a skladování.

Skladujte při teplotách od min. +5 °C až + 25 °C.

Podle podmínek zákona č. 136/2002 si výrobek uchovává své užité vlastnosti v původním neotevřeném obalu minimálně do data uvedeného na obalu.

Balení: 0,6 kg; 2 kg, 5 kg; 10 kg.

ADR/RID – Nepodléhá značení

ČSN EN ISO 9001

S vydáním tohoto technického listu posílají veškeré dříve vydané technické listy platnost. 01/2012

Ochrana ovzduší (vyhláška č. 337/2010 Sb.):

Sušina %	Hustota g/cm ³	VOC kg/kg	Max.prah těk.látek g/litr	Obsah těk.látek g/litr
30	1,05-1,06	0,058	130	62

Kategorie A, podkategorie e

VÝROBEK ŠETŘÍ ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Vyrobil: **BUILDING PLAST spol. s r.o.**
Nádražní ulice 786
503 51 Chlumeck nad Cidlinou, CZ

tel.: +420 495 489 000
fax: +420 495 487 278

email: info@barvy-sokrates.cz
[http:// www.barvy-sokrates.cz](http://www.barvy-sokrates.cz)

SOKRATES



Informace o výrobku: Dekorační vosk transparentní^{High Solid}



Popis výrobku: Transparentně barevná konečná úprava povrchu s hedvábným leskem, která v jednom výrobku jedinečným způsobem spojuje výhody přírodních olejů a vosků. Povrch s úpravou Osmo Dekoračním voskem transparentním je nenáchylný k zašpinění, odpuzuje vodu, je odolný proti oděru a příjemný na omak. V porovnání s obvyklými systémy nátěrů se použitím obsažených rostlinných látek dosáhne rovnoměrnějšího barevného ztvárnění a také harmonického vzhledu. Jednoduché použití – bez základního nátěru a obrušování – šetří čas a peníze. Povrch má otevřené póry, neodprýskává, nepraská a neodlupuje se.

Odolný vůči pivu, cole, kávě, čaji, ovocné šťávě, mléku a vodě dle DIN 68861-1C - žádné skvrny od vody. Ušchlý nátěr je nezávadný pro člověka, zvířata a rostliny (odolný vůči slinám a potu podle DIN 53160, vhodný pro dětské hračky podle EN 71.3).

Oblasti použití: stěny, stropy, dveře, lišty, trámy, také lepené dřevo, dřevotřískové desky a korek. Ideální jako barevný podkladní nátěr pro dřevěné podlahy a jako samostatný nátěr pro dřevo ve vlhkých prostorách (koupelna, kuchyně). Na nábytek a dětské hračky se zvláště doporučuje.

Barevné odstíny:

Osmo Dekorační vosk transparentní^{High Solid} je k dostání ve 16 barevných odstínech:

- č. 3101 bezbarvý
- č. 3111 bílý
- č. 3118 šedý granit
- č. 3119 hedvábně šedý
- č. 3123 zlatý javor
- č. 3127 savana
- č. 3128 buk

Informace o výrobku: Dekorační vosk transparentní^{High Solid}

č. 3136 bříza
č. 3137 třešeň
č. 3138 mahagon
č. 3143 koňak
č. 3151 holubičí modř
č. 3161 ebenové dřevo
č. 3164 dub
č. 3166 ořech
č. 3168 dub antika

Velikosti balení: 0,125l, 0,375l, 0,75 l; 2,5 l, 25 l

Vydatnost: 1 l stačí při 1 nátěru na cca 20 m²

Máte zešedlé, popraskané dřevo, neznámý starý nátěr, starý Osmo nátěr, obroušené/ohoblované dřevo, dřevo opatřené drážkou/hoblované nebo dřevo jemně řezané a chcete vědět kolik materiálu potřebujete? Informace k individuálnímu výpočtu Vaší spotřeby naleznete na naší webové stránce www.osmocolor.eu - výpočet spotřeby.

Obsažené látky: Báze přírodních rostlinných olejů a vosků (slunečnicový olej, sójový olej, olej z bodláku, vosk carnauba a candelilla); parafíny, pigmenty kysličníku železitého a organické pigmenty, kysličník titaničitý (bílý pigment), sikativa (sušidla) a vodu odpuzující aditiva. Benzinová frakce (ropná), hydrogenovaná těžká; nízkovroucí hydrogenovaný benzin dearomatizovaný - (neobsahuje benzen). Tento výrobek splňuje dle směrnice EU (2004/42/EC) přípustný obsah VOC max. 400 g/l (kat. A/e (2010)).

Fyzikální vlastnosti:

Specifická hmotnost (hustota): 0,90 - 0,96 g/cm³ (DIN 51757)

Viskozita: >80 s (DIN 53211/4mm)

Zápach: slabý/mírný, po uschnutí bez zápachu

Bod vzplanutí: 57°C – 62°C podle DIN 53213

Skladovatelnost: 5 let a déle, je-li výrobek skladován v suchu a dobře uzavřený. Pokud zhoustne mrazem, skladujte před použitím 24 - 36 hodin při pokojové teplotě.

Příprava Povrch dřeva musí být čistý, suchý a nesmí být vystaven mrazu (max. 10% vlhkost dřeva). Osmo Dekorační vosk transparentní je připravený ihned k použití. Neředte. Dobře promíchejte. Staré nátěry s otevřenými póry důkladně očistěte. Staré lakové nátěry a barvy je nutno odstranit. Malé trhliny, větší spáry a otvory ve dřevu vyplnit (Osmo Pastou na dřevo). Povrch dřeva pečlivě obracejte, začněte hrubým brusným papírem – konečné broušení pro podlahu P120-150, nábytek P220-240. Před aplikací oleje odstraňte z povrchu zametáním a vysáváním prach z broušení. Pokud je to možné, první nátěr naneste před montáží na dřevo ze všech stran.

Zpracování:

♣ **Transparentně barevný:** Pevným štětcem nebo Osmo válečkem z mikrovláken naneste tence ve směru vláken dřeva a důkladně rozetřete. Nechte schnout za dobrého větrání. Pokud je požadována silnější intenzita barvy, postup opakujte (avšak maximálně 2 nátěry).

♣ **Lehce barevný efekt moření:** Během 20 minut po nanesení setřít hadříkem nebo bílým padem ve směru vláken dřeva. Nechte schnout za dobrého větrání.

♣ **Intenzivně barevný:** K tomu doporučujeme Osmo Dekorační vosk *Creativ*.

Informace o výrobku: Dekorační vosk transparentní^{High Solid}

Důležité: Na podlahu aplikovat dekorativní vosk maximálně 1x. Po důkladném uschnutí se provede 1 konečný nátěr bezbarvým Osmo Tvrdým voskovým olejem. Výsledek úpravy závisí mimo jiné na stavu dřeva, proto je zásadně třeba provést zkušební aplikaci.

Čištění pracovního nářadí: Osmo Čističem štětců (bez aromátů).

Doba schnutí cca 24 hodin (při normálním klimatu, 23°C/50% rel. vlhkost vzduchu). Při nízkých teplotách a/nebo vysoké vlhkosti vzduchu se prodlužuje doba schnutí.

Upozornění: Zvolte barevný odstín, který odpovídá přírodnímu odstínu dřeva nebo je o něco tmavší. Oleje zvýrazňují přírodní barevný odstín dřeva (trvale mokry efekt). Pro tmavé dřevo a pro tvrdé dřevo bohaté na obsažené látky (např. wengé, mahagon, merbau...) doporučujeme použít Osmo Čistý vosk. Doporučuje se aplikace na zkoušku.

Pozor: Uvnitř skříní a zásuvek nanést max. 1x tenké hadříkem.

Bezpečnostní pokyny: S 2 Uchovávejte mimo dosah dětí. S 24/25 Zamezte styku s kůží a očima. S 26 Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. Obsahuje 2-butanonoxim a kobaltkarboxylát. Může vyvolat alergickou reakci. Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a předložte obal nebo etiketu výrobku. Používejte pouze v době větraných prostorách.

Pozor: Tekutým výrobkem napuštěný textil po použití okamžitě vyperte nebo uchovávejte ve vzduchotěsně uzavřené kovové nádobě (nebezpečí samovznícení).

Uschlý nátěr odpovídá dle DIN 4102 požadavkům třídy B2 (normálně hořlavý).

Bezpečnostní list je k dispozici na vyžádání pro profesionální uživatele.

Výše uvedené informace byly poskytnuty dle nejlepšího vědomí a svědomí, avšak bez záruky (stav: 02/2010)

Technický list sestavil na základě podkladů od výrobce OSMO HOLZ und COLOR GmbH importér pro ČR a SR :

Fa. AU-MEX spol. s.r.o. Poděbradská 574/40, Praha 9 – Vysočany, 190 00