

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav nauky o dřevě

Historické nátěry z hovězí krve – změna barvy v průběhu
vytvrzování a vliv způsobu opracování povrchu na jeho
výslednou drsnost

Bakalářská práce

2016/2017

Dominik Hynek

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Historické nátěry z hovězí krve – změna barvy v průběhu vytvrzování a vliv způsobu opracování povrchu na jeho výslednou drsnost

vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:

podpis studenta:

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Janu Baarovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce, pomoc při měření a trpělivost při zpracování dat. Dále bych chtěl poděkovat pánům Luďkovi Dvořákovi a Tomáši Dostálovi za velkou pomoc při přípravě vzorků, nátěrů a vůbec za možnost celou práci vykonat. Dále bych chtěl poděkovat Ústavu nábytku, designu a bydlení za zapůjčení přístroje MITUTOYO SJ-201 P pro měření drsnosti a možnost v jejich laboratořích vykonat doplňková měření. V neposlední řadě chci poděkovat rodině, za to že mi umožnili studium na vysoké škole a to nejen po finanční stránce.

Práce vznikla za podpory grantového projektu DG16P02M026 „Historické dřevěné konstrukce: typologie, diagnostika a tradiční opracování dřeva“, programu NAKI II, jehož poskytovatelem je Ministerstvo kultury.

Abstrakt

Jméno a příjmení: Dominik Hynek

Název práce: Historické nátěry z hovězí krve – změna barvy v průběhu vytvrzování a vliv způsobu opracování povrchu na jeho výslednou drsnost

V této práci jsme porovnali drsností ručně a strojně opracovaných povrchů dřeva smrku (*Picea abies* (L.) Karst.). Rovněž jsme zjistili změnu drsnosti povrchu po nanesení nátěru na bázi hovězí krve a srovnali vliv dvou rozdílných způsobů opracování na výslednou drsnost. V neposlední řadě byla sledována změna barvy nátěrů na bázi hovězí krve v průběhu vytvrzování.

Při hodnocení drsnosti povrchu jsme vycházeli z rozdílů parametrů R_a a R_z změřených pomocí přístroje MITUTOYO SJ-201 P. Výsledky měření barvy povrchu jsme získali pomocí přístroje KONICA MINOLTA CM-2300d a parametry jsou vyjádřeny pomocí systému CIEL*a*b*.

Mezi strojně a ručně opracovanými vzorky před nanesením nátěru jsme nezjistili statisticky významný rozdíl drsností povrchů, ten byl zjištěn pouze mezi strojně opracovanými vzorky po nanesení nátěru a ostatními skupinami vzorků.

Při měření barevných změn v průběhu vytvrzování nátěru na bázi hovězí krve jsme také dosáhli statisticky významných změn jednotlivých parametrů L*a*b*. Nátěr se postupně stával tmavším, méně červeným a méně žlutým.

Klíčová slova: drsnost, ruční opracování, strojní opracování, hovězí krev, CIEL*a*b*,

Abstract

Name and surname: Dominik Hynek

Title of the thesis: Historical coats of paint based on beef blood – change of colour during the process of hardening and the effect of the way of machining the surface on its final roughness

In this work we have been comparing the roughness of hand-worked and machined surfaces of spruce wood (*Picea abies* (L.) Karst.). We have also observed the change of the roughness of the surface after applying the paint based on the beef blood, and we have also compared the effect of two different ways of machining the surface on its final roughness. Last but not least we have also observed the change of the colour of the coat of paint based on beef blood during hardening.

We based the assessment of the roughness of the surface on the difference of the parameters R_a and R_z measured by MITUTOYO SJ-201 P device. We gained the results of measuring the colour of the surface using the KONICA MINOLTA CM-2300d device, and the parameters are represented via the system CIEL $*a*b*$.

We have not observed any statistically significant differences of the roughness of the hand worked and machined surfaces. The difference could only be observed after applying the paint based on beef blood on machined samples and other groups of samples.

While measuring the colour changes during the process of hardening of the paint based on beef blood, we have observed statistically significant differences of parameters $L*a*b*$. The coat of paint was getting darker, less red and less yellow.

Key words: roughness, hand-worked, machined, beef blood, CIEL $*a*b*$.

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce	9
3. Literární přehled	10
3.1. Použití krve	10
3.1.1. Ochrana dřeva pomocí hovězí krve	10
3.1.2 Chemické složení hovězí krve.....	11
3.2 Drsnost povrchu dřeva	11
3.2.1 Povrch dřeva	11
3.2.2 Ruční opracování povrchu dřeva.....	12
3.2.4 Hodnocení úpravy povrchu dřeva	13
3.2.3 Měření drsnosti povrchu dřeva.....	14
3.3 Barva	16
3.3.1 Barva dřeva.....	16
3.3.2 Barva krve	16
3.4 Charakteristika dřeva smrku (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	17
4. Metodický postup a materiál	17
4.1 Materiál	18
4.1.1 Použité vzorky dřeva	18
4.1.2 Přístroj pro měření drsnosti povrchu MITUTOYO SJ-201 P	18
4.1.3 Přístroj pro měření barvy povrchu KONICA MINOLTA CM-2300d	19
4.1.4 Kolorimetrie	20
.....	20
4.2 Metodický postup.....	20
4.2.1 Ruční opracování vzorků.....	20
4.2.2 Strojní opracování vzorků	21
4.2.3 Receptury nátěrů.....	22
4.2.4 Příprava nátěrů dle receptur.....	22
4.2.5 Natírání a zjištění nánosu	23
4.2.6 Měření drsnosti povrchu.....	24
4.2.7 Využití mikroskopu Keyence VHX-5000	26
4.2.8 Měření barvy	27

4.2.9 Statistické vyhodnocení výsledků	27
5. Výsledková část	28
5.1. Drsnost povrchu	28
5.2. Barva povrchu	36
6. Diskuse:	41
6.1 Drsnost povrchu	41
6.2 Barva povrchu	42
7. Závěr:	43

1. Úvod

Dřevo již od nepaměti patřilo k jednomu z nejpoužívanějších materiálů pro výstavbu obydlí nejen na území České republiky, zejména pro jeho snadnou obrobiteľnosť, dostupnosť a obnoviteľnosť. Pokud však není správně provedena jeho konstrukční ochrana v historických budovách, je jeho životnosť omezená. Pokud dojde k napadení konstrukcí biotickými škůdci, musí dojít k výměně napadeného dřeva.

V dřívějších dobách, kdy byly tyto objekty vystavěny, neexistovalo nic jako strojní obrábění povrchu a všechny díly konstrukcí byly opracovány ručně, opracování veškerého dnes používaného dřeva tímto způsobem samozřejmě nepřipadá, s přihlédnutím k objemu výroby, v úvahu, ale v malém množství pro účely ochrany historických památek by se přeci jen tradičně opracované dřevo použít mohlo.

V této práci jsme se věnovali rozdílu drsností povrchů mezi ručním a strojním opracováním, zejména pak změně drsnosti po provedení nátěru na bázi hovězí krve s různými přísadami a změřili jsme barevnou změnu povrchu v průběhu vytvrzování těchto nátěrů.

2. Cíl práce

Cílem této práce je srovnání ručního a strojního opracování povrchu dřeva smrku (*Picea abies* (L.) Karst.) z hlediska jeho drsnosti. Rovněž bude zjišťována změna drsnosti u obou způsobů opracování po nanesení nátěru na bázi hovězí krve dle různých receptur. Výsledky drsnosti budou vyjádřeny hodnotami R_a a R_z . Dílčím cílem práce je zjistit i barvu povrchu dřeva po nanesení nátěru a její změnu během vytvrzování nátěru. Barevný odstín bude vyjádřen pomocí barevného systému CIEL*a*b*.

3. Literární přehled

3.1. Použití krve

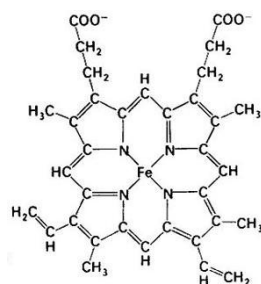
3.1.1. Ochrana dřeva pomocí hovězí krve

Ochrana dřeva za pomoci nátěru hovězí krví byla již ve středověku tradiční metodou jak předejít napadení dřeva hmyzem i houbami (*Losos 2000*). Méně častý způsob byla petrifikace dřeva pomocí hovězí krve (například hrad Krásná Hôrka a vesnice Ždiar). Tato ochrana dřeva však většinou nezabránila hnití spodních trámů stěn dřevěných staveb a proto je bylo potřeba měnit (*Ušák 1995*). Použití hovězí krve i žluči je velice často zařazováno do oblasti patinování dřeva. Je uváděno, že se hovězí krev, jako klasický mořicí prostředek, aplikuje silně zředěná vodou s malým přídatkem hašeného vápna. Takto připravený roztok se pak nanáší na suché dřevo ve dvou až třech nátěrech. Výsledným efektem je pak nátěr hnědočervené barvy s hedvábným leskem (*Šujanová, Mirzová 1981*). Bohužel se z této doby nezachovalo mnoho zdrojů informací o metodách mísení a nanášení, tento fakt je přisuzován skutečnosti, že užití dobytčí krve bylo dochováno především ústní tradicí a tedy jde o běžný lidový prostředek, který byl v minulosti natolik znám, že nestálo za to, zmiňovat se o něm ve specializovaných receptářích. Proto musíme v dnešní době tyto techniky znovu zkoumat a poznávat jejich funkčnost. Tradované receptury mluví vždy o nátěru volskou krví, nezmiňují se však podrobněji o přípravě takového nátěru. Literární zdroje se domnívají, že jde o velmi starou techniku povrchové úpravy dřeva, nesledující ani ochranu dřeva před biologickými či mikrobiálními škůdci, ale ani nesměřující k jeho specifické barevné úpravě. Jde o jakýsi druh zpevnění povrchu dřeva, které není homogenním materiálem a jehož svrchní, mladší vrstvy jsou velmi náchylné jak k mechanickému, tak i biologickému poškození. Druhotným přínosem je optické sjednocení, zvýraznění přírodního tmavého odstínu dřeva, tedy svým způsobem technická a estetická úprava tesařského díla. U povrchu dřeva opracovávaného širočinou, pořízem nebo i hoblíkem vznikala lesklý a velmi tvrdý povrch, který spolehlivě bránil odchlípnutí vláken dřeva při navlhnutí nebo odštěpování drobných třísek ze záseků (*Losos 2000*).

3.1.2 Chemické složení hovězí krve

Krev hovězího dobytka obsahuje 80,89 % vody a 19,11 % sušiny, kterou tvoří hemoglobin 10,31 % celku, 6,5 % serbulaminu, 0,48 % fibrinogenu, 0,07 % sacharidů, 0,194 % cholesterolu, 0,235 % lecithinu, 0,067 % tuků a další stopové prvky, jako jsou draslík, sodík, vápník hořčík (*Pipek 1998*). Barva krve je dána zejména barvou červených krvinek, jejichž barva je dána barvou hemoglobinu. Hemoglobin je tvořen bílkovinou globinem (96 %) a prostetickou skupinou zvanou hem. Globin je chemicky příbuzný albuminům. Hem je protoporphyrin s centrálním atomem dvojmocného železa. Jedna molekula hemoglobinu se skládá ze čtyř polypeptidových řetězců, ke kterým se vážou i 4 hemové skupiny, z nichž každá má po jednom atomu dvojmocného železa (*Holinka, Bičík, 2003*).

Obrázek 1: Molekula hemoglobinu (zdroj: Medical Physiology)



3.2 Drsnost povrchu dřeva

3.2.1 Povrch dřeva

Povrch dřeva je plocha, která odděluje dřevní substanci od okolního prostoru. Můžeme rozlišit vnější a vnitřní povrch dřeva. Geometrie povrchu dřeva je výsledkem jeho anatomické stavby a způsobu opracování (*Požgaj 1997*). Geometrie povrchu dřeva je v souladu s anatomickou stavbou dřeva výsledkem nerovností makroskopických, mikroskopických a submikroskopických rozměrů. Při větším zvětšení se objevují nerovnosti z mikroskopické a submikroskopické stavby dřeva. Z toho vyplývá, že není možné připravit absolutně hladký povrch dřeva (*Liptáková, Sedliačik 1997*).

Na povrchu dřeva se vyskytují tři typy nerovností: odchylky 1. řádu - odchylky od geometrického tvaru povrchu, které představují velké makroskopické defekty v celém

povrchu, odchylky 2. řádu - vlnitost, označovaná také jako sekundární textura povrchu. Vznikají v důsledku interakce řezného nástroje s dřevem. Vlnitost je ovlivněna kvalitou řezného nástroje a změnami v kvalitě dřeva (jarní a letní dřevo atd.), odchylky 3. a vyššího řádu - pod názvem drsnost. Tyto odchylky jsou označené jako primární textura a jsou důsledkem stavby dřeva a mechanického opracování povrchu. V běžné praxi se nejčastěji stanovuje střední aritmetická odchylka posuzovaného profilu (R_a) a největší výška nerovnosti povrchu (R_z).

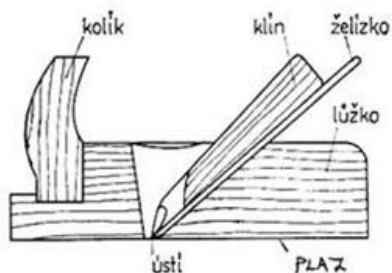
Z pohledu povrchové úpravy nás nejvíce zajímají radiální a tangenciální plochy. Proto se drsnost povrchu dřeva různých druhů dřeva s různou strukturou a hustotou vyhodnocuje nejčastěji na těchto plochách.

Opakované charakteristické nerovnosti na povrchu dřeva vytvářejí jeho texturu (kresbu), která charakterizuje opakovatelnost (podobnost) struktury na více úrovních zvětšení. Textura dřeva je specifická pro konkrétní řez a dřevinu. Z makroskopických znaků se na kresbě podílejí hlavně letokruhy, dřeňové paprsky, rozdílná barevnost bělí a jádra, odchylky ve struktuře dřeva (spící očka, vlnitý lesk, nepravé jádro) atd. Tyto makroskopické znaky vytvářejí u dřeva velmi zajímavou texturu, kterou lze využít zejména při výrobě okrasných dých (*Kúdela 2010*).

3.2.2 Ruční opracování povrchu dřeva

Ruční hoblík patří k nástrojům, které vytvoří dokonale hladkou plochu, zanechává za sebou hladký povrch, jenž málokdy vyžaduje další úpravy. Podobně jako jiné nástroje se během let vyvinul do mnoha různých typů a velikostí, které dokonale vyhovují každému konkrétnímu úkolu při hoblování. Hoblíky se zpravidla skládají z lůžka s otvorem nebo ústím, drážky pro odchod třísek, z želízka a zařízení k jeho upevnění nazývaného klín na Obr. 2.

Obrázek 2: Ruční hoblík (zdroj: Fišer, Hoblování)



Klopkař

Klopkař je 240 mm dlouhý a má 45 mm nebo 48 mm široké želízko s klopnou. Jeho úhel řezu je 45 ° a jeho otvor je přibližně 1 mm. Klopkař se používá místo macku u menších dílů a k ubírání čelného dřeva.

Hladík

Hladík je stejně velký jako klopkař, ale opatřený jen 45 mm nebo 48 mm širokým želízkem bez klopny. Úhel řezu je stejně jako u klopkaře 45 °. Otvor je 1 mm velký. S hladíkem se hoblují hrubé a nerovné plochy a hrany. Hodí se i k ubírání čelného dřeva.

Uběrák

Uběrák je 240 mm dlouhý a má 33 mm široké želízko bez klopny, jehož břit je zabroušen do oblouku. Poloměr je stejně velký jako šířka želízka. Želízko je při hoblování více vysunuto než želízka u jiných druhů hoblíků a bere proto tlustší třísku. Otvor je příslušně větší. Uběrák se používá k předhoblování silně zdeformovaného a hrubého dřeva a odhoblování silných vrstev dřeva.

Macek

Macek je 550 mm nebo 480 mm dlouhý hoblík s 54 mm nebo 48 mm širokým želízkem s klopnou. Používá se k vytváření rovných dřevěných ploch, drážek a rovných hran. Pro svou délku se hodí k opracovávání dlouhých dílů (Nutsch 1999).

3.2.4 Hodnocení úpravy povrchu dřeva

V důsledku zvyšování množství produkce v dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu, neustále stoupají požadavky na operační a technické vlastnosti dřevozpracujících strojů a nástrojů. Proto jsou otáčky vřeten nástrojů a rychlost vstupu obrobku nejdůležitějšími parametry strojů vůbec. Vlastnosti nástrojů jsou určovány geometrií a materiálem, který má být opracován. Tyto aspekty značně ovlivňují kvalitu opracovaného povrchu, která musí být kontrolována, kvůli zachování úrovně kvality produkce. Donedávna byla kvalita povrchu hodnocena pouze pomocí subjektivního vizuálního posuzování a pomocí kontaktu rukou. Ve velkém měřítku bylo vše ovlivněno

osobou, která toto hodnocení vykonala. Postupným zvyšováním požadavků na kontrolování úrovně opracování se zvýšila i kontrola kvality. Kvalita opracovaného povrchu v dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu musela ukázat shodné vlastnosti, které jsou rozhodující pro další použití určitého produktu. Vývoj technologií měření a softwarového vybavení celého hodnotícího procesu neustále přispívá hodnocení povrchové textury. Tento trend není zaměřen pouze na kontrolu procesu hodnocení, ale na všechna obsažená data. Tato softwarová vybavení nám umožňují zpracovat ohromné množství dat, která reálně popisují povrch produktu (Svatoš, Kopecký, Rousek 2011).

3.2.3 Měření drsnosti povrchu dřeva

Pro měření drsnosti povrchu se používají parametry R_a , R_z a R_q .

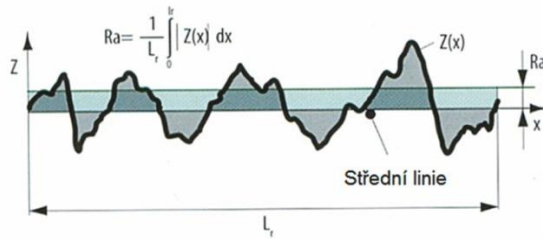
Střední aritmetická úchylka profilu- R_a

R_a je aritmetický průměr absolutních hodnot odchylek povrchu $Z(x)$ na vztažené dráze l_r . Střední aritmetická úchylka profilu se vypočítá z rovnice:

$$R_a = \frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} |Z(x)| dx$$

R_a je výškový parametr, který udává střední hodnotu vzdáleností zkoumaného povrchu od střední čáry daného profilu. Jedná se pouze o statistickou hodnotu, a proto nemusí být vždy efektivní při hodnocení drsnosti povrchu. Například dva povrchy se stejnou hodnotou R_a , mohou mít zcela odlišný tvar profilu povrchu a také mohou mít rozdílné chování z hlediska funkčnosti, případně životnosti součásti. Je to způsobeno tím, že dle definice se při stanovení parametru R_a nerozlišuje mezi výstupky a prohlubněmi. Přesto je tento parametr jedním z nejpoužívanějších pro hodnocení drsnosti povrchu. Jeho měření je poměrně snadné a získané hodnoty vykazují značnou přesnost při opakovaném měření (Bumbálek 1989).

Obrázek 3: Grafické znázornění střední aritmetické úchyly profilu R_a (zdroj: Brtník)

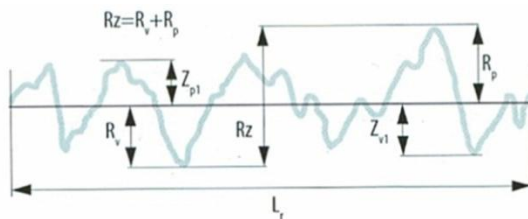


Střední hloubka drsnosti- R_z

Střední hloubka drsnosti je aritmetickým průměrem měření na dráze rozdělené do pěti polí. V každém poli se měří nejvyšší výstupek P_i a nejnižší prohlubeň V_i , jejich střední hodnotou je Z_i které je na celkové dráze l_r definována jako R_z (ČSN EN ISO 4287:1999).

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |P_i| + \sum_{i=1}^5 |V_i|}{5}$$

Obrázek 4: Znázornění výpočtu střední hloubky drsnosti R_z (zdroj: Brtník)



Průměrná kvadratická úchylna posuzovaného profilu R_q

Jedná se o kvadratický průměr pořadnic $Z(x)$ v rozsahu základní délky l_r (ČSN EN ISO 4287:1999).

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} |Z^2(x)| dx}$$

3.3 Barva

3.3.1 Barva dřeva

Barvou dřeva rozumíme subjektivní zrakový vjem, který závisí na spektrálním složení odražených světelných paprsků. Viditelná oblast elektromagnetického spektra se pohybuje v úzkém rozmezí okolo 550 nm. Dřevo paprsky určitých vlnových délek pohlcuje a jiné odráží. Pohlcovány jsou vlnové délky okolo 400 nm, což odpovídá fialové až modré barvě spektra. Odráženy jsou paprsky okolo 575–585 nm, podle druhu dřeva, což odpovídá žluté části spektra a barevným tónům (*Horáček 2001*). Subjektivnost při určování barvy dřeva slovním popisem na základě zrakových vjemů odstraňují objektivní metody určení barvy a jejích odstínů, kterými se zabývá kolorimetrie (*Požgaj 1997*).

3.3.2 Barva krve

V čerstvém stavu se jedná o rudou, neprůhlednou tekutinu, obsahující pevné částice (erytrocyty, leukocyty a krevní destičky), stejně jako plazmu, vodní roztok různých bílkovinných tělísek a jiných organických látek. Mimo tělo se krev sráží do houbovitého krevního koláče, obsahujícího pevné krevní částice a vytváří vodnaté, žlutozelené až bezbarvé sérum, takzvanou „krevní vodu“. Pojící efekt se objevuje jak u čerstvé krve (již je třeba neustále míchat), tak u odčerpaného séra, jež se z krve, kterou necháme několik hodin odstát, uvolní vlivem procesu srážení po vzniku krevního koláče. Hovězí krev obsahuje zhruba 6,5 až 8,2% proteinových látek. Mezi všemi těmito bílkovinami s pojícím účinkem tvoří albumin, což je skupina jednoduchých proteinů, přibližně 55 až 60%, takzvaný sérový či plazmový albumin. Železo obsahující rudé krevní barvivo obratlovců hemoglobin, je tvořeno bílkovinnými podíly (globin) a vlastní barevnou složkou (hem). Určitá množství tohoto barviva se v alkalickém médiu, jakým je vápno, zjevně rozkládají a ztrácejí svoji červenou barvu. Globin jakožto protein však vykazuje pojící účinek. V malé pokusné sérii, zaměřené na směsi hustšího bažinného vápna s čerstvou hovězí krví, se barvicí efekt objevoval až při relativně vysokém poměru, v němž se obě složky míchaly (1 : 20). Všechny nátěry byly zprvu růžové, avšak nejspíše po několika dnech začaly v závislosti na podílu krve vykazovat zelené tóny různé intenzity. Po ošetření nátěru lněnou fermeží je zelený tón zřetelně poznatelný už

při poměru 1 : 40. Účinek se při vyšším podílu krve stupňuje až do barevnosti zeleného pískovce (Schießl 1981).

3.4 Charakteristika dřeva smrku (*Picea abies* (L.) Karst.)

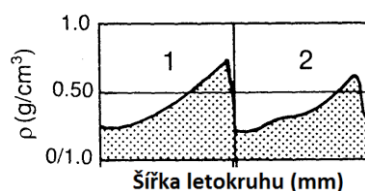
Jedná se o jehličnatou dřevinu s dobře rozlišitelnými letokruhy se středně ostrým přechodem mezi jarním a letním dřevem v rámci letokruhu. Ve dřevě jsou přítomny četné pryskyřičné kanálky, viditelné na všech řezech. Dřevo je charakteristické přítomností vyzrálého dřeva. S hustotou při 12% vlhkosti 450 kg/m^3 se jedná o dřevo lehké (Požgaj *et al.* 1997). Dřevo smrku je považováno za měkké, tato vlastnost se podobně jako hustota mění v rámci letokruhu (Horáček 2001). Jedná se o dřevo, které má žlutobílou až žlutou barvu, je dobře sušitelné a opracovatelné (Gryc 2010).

Mikroskopická stavba jehličnatých dřevin je obecně jednoduchá a tvořená pouze dvěma druhy buněk, tracheidami a parenchymatickými buňkami. Tracheidy jsou v kmeni orientovány rovnoběžně s jeho osou a tvoří až 95% hmoty jehličnatých dřevin. Tracheidy se ve dřevě smrku nacházejí ve dvou typech. Prvním jsou jarní tracheidy, které jsou tenkostěnné, kratší a s většími příčnými rozměry, mají převážně vodivou funkci. Druhým typem jsou letní tracheidy, které jsou tlustostěnné, delší, mají menší příčné rozměry a jejich funkce je mechanická (Šlezingerová 2002).

Tabulka 1: Hustota jarního a letního dřeva jehličnatých dřevin (Požgaj 1997)

Dřevina	Hustota dřeva ρ_0 [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	
	Jarní dřevo	Letní dřevo
Smrk	350	870
Douglaska	300	790
Borovice – běl	360	900
– jádro	340	810

Obrázek 5: Variabilita hustoty dřeva v rámci letokruhu: 1- jedle, 2- smrk (upraveno z Horáček 2001)



Tabulka 2: Tabulka hodnot parametrů $L^*a^*b^*$ pro dřevo smrku, převzatá z (Miklečič 2012), (Petric 2004)

	L^*	a^*	b^*
Petric	82,6	7,2	23,0
Miklečič	83,2	3,8	25,9

4. Metodický postup a materiál

4.1 Materiál

4.1.1 Použité vzorky dřeva

Měření bylo provedeno na tangenciálních deskách dřeva smrku. Bylo použito 18 vzorků, z čehož 9 bylo opracovaných ručně a 9 opracovaných strojně. Všechny vzorky byly vymanipulovány ze tří výřezů a vždy dvojice vzorků z jedné desky, aby byla zachována porovnatelnost výsledků mezi jednotlivými skupinami. Rozměry vzorků byly $60 \times 13 \times 3$ cm (L×T×R).

4.1.2 Přístroj pro měření drsnosti povrchu MITUTOYO SJ-201 P

Drsnoměr SJ-201 P na *obrázku č. 6*, je malý, lehký a přenosný přístroj. Tento přístroj dokáže zaznamenat a zreprodukovat strukturu povrchu vypočítáním různých parametrů drsnosti povrchu, jako jsou R_a , neboli střední aritmetická úchylka profilu, nebo R_z , který představuje střední hloubku drsnosti. Naměřené výsledky jsou v souladu s etalony drsnosti, jako jsou: DIN, ISO, ANSI a JIS.

Tabulka 3: Parametry přístroje SJ-201 P

Metoda snímání	diferenciální indukční metoda
Měřicí rozsah	300 μm ($\pm 150 \mu\text{m}$)
Materiál snímače	diamant
Rádus snímacího hrotu	5 μm
Měřicí síla	4 mN
Rozsah posuvu snímače	21 mm
Pojezdová rychlost	0,25 a 0,5 mm/s (měření), 0,8 mm/s (zpětný posuv)
Základní délka	0,25; 0,8 a 2,5 mm

Obrázek 6: Přístroj pro měření drsnosti povrchu SJ-201 P (zdroj: GEO-NTD)



4.1.3 Přístroj pro měření barvy povrchu CM-2300d

Pro změřeni barvy povrchu vzorků jsme použili spektrofotometr KONICA MINOLTA CM-2300d na *Obr. č. 7*.

Tabulka 4: Parametry přístroje KONICA MINOLTA CM-2300d

Barevný systém	CIEL*a*b*
Druh měření	s leskem
Vlnová délka	360-740 nm
Druh světla	difuzní d/8
Velikost měřené oblasti	Ø 8 mm
Typ osvětlení	D65
Pozorovatel	10°

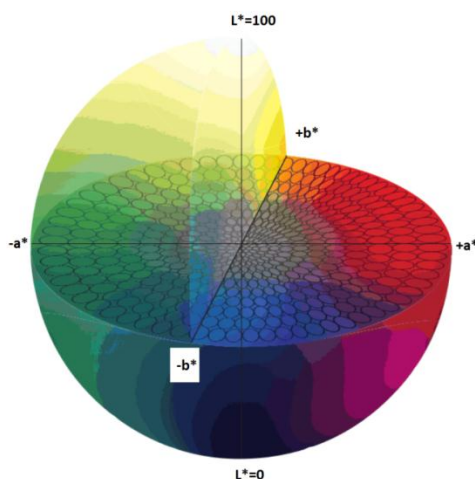
Obrázek 7: spektrofotometr KONICA MINOLTA CM-2300d (zdroj: konica minolta)



4.1.4 Kolorimetrie

Kvantitativní kolorimetrie zajišťuje převod smyslového vjemu na čísla. S těmito čísly jsme potom pracovali jako s objektivními daty a informacemi. Pomocí systému CIE L*a*b* který definuje každý bod barvy objektu v kolorimetrickém systému L* a* b* jak je vidět na obrázku č. 8. Parametr L* (z anglického lightness) vyjádřený osou „z“ zobrazuje světlost barvy, 0 je černá a 100 je bílá. Parametr a* jehož hodnota je zobrazena na ose „x“ vyjadřuje v záporných hodnotách zelenou barvu a v kladných hodnotách barvu červenou. Parametr b* vyjádřený osou „y“ určuje poměr mezi modrou barvou v záporné části osy a žlutou barvou v kladné části osy.

Obrázek 8: Systém CIE L*a*b* (změněno z: Gundalach)



4.2 Metodický postup

4.2.1 Ruční opracování vzorků

Vzorky byly vyrobeny ve spolupráci s Valašským muzeem v přírodě. Ručně opracované vzorky opracoval pan Tomáš Dostál. Při ručním opracování byla v průběhu kontrolována ostrost nožů a byly pravidelně broušeny. Pro ruční opracování vzorků byly použity hoblíky: klopař a hladík od firmy Pinie.

Hoblíkem hladíkem se prvotně opracovala prkna, ze kterých byly následně připraveny vzorky. Po práci s hoblíkem hladíkem již nevznikají na hoblované ploše nerovné dráhy jako po práci s hoblíkem uběrákem. Kvalita povrchu hoblovaného hoblíkem hladíkem byla zdokonalena klopkařem (který je vhodný pro hoblování měkkých dřevin).

Obrázek 9: Vlevo nahoře je hoblík Hladík, pod ním je nůž, který používá pro hoblování, vpravo nahoře je hoblík Klopkař, pod ním opět nůž, který má jiný tvar než u hoblíku Hladíku (zdroj: Pinie).



4.2.2 Strojní opracování vzorků

Pro strojní opracování vzorků našeho měření byla použita kombinovaná srovnávací a tloušťkovací frézka ROJEK MSP 315, jejíž rychlost nožového hřídele o průměru 95 milimetrů je 4200 ot. / min., rychlost posuvu je 8 m/ min a pracuje se třemi noži. Tento způsob opracování pomocí tloušťkovací frézky byl vybrán z důvodu, že se jedná o nejběžnější variantu, která se obvykle používá v praxi.

Obrázek 10: srovnávací a tloušťkovací frézka ROJEK MSP 315 (zdroj: dobrestroje.cz)



4.2.3 Receptury nátěrů

Pro měření jsme ve spolupráci s pány Dvořákem a Dostálem vytvořili tři receptury, každá byla nanášena na tři ručně a tři strojně opracované desky, tedy každá ze skupin 23, 24 a 25 měla tři vzorky opracované strojně a tři opracované ručně.

Tabulka 5: Tabulka příměsí a poměrů použitých pro nátěr přepočítaná na 1 litr

Označení směsi	Složka:	Množství:
23	Krev	1000 ml
	Kaseinový maz (tvaroh+vápno+amoniak)	40 ml
	Vaječný bílek	2/3 ks
24	Krev	1000 ml
	Vápno (hustota hořčice)	50 ml
	Odtučněné mléko	125 ml
	Žluč	50 ml
25	Krev	1000 ml
	Vápenné mléko (poměr na líčení)	60 ml
	Žluč	25 ml

4.2.4 Příprava nátěrů dle receptur

Pro všechny receptury bylo základem získání čerstvé krve hovězího dobytka. Tato krev se odebírala přímo na jatkách. Krev se kvůli možnosti sražení musela stále míchat, dokud nevychladla. Nádoba s krví byla vložena do nádoby se studenou vodou pro

urychlení procesu ochlazování. I přes důkladné míchání vznikly na hladině sraženiny, které se potom odstranily. Teprve až po ochlazení krve se přešlo k převozu na místo určení v chlazeném prostoru.

Receptura 23

Nejprve se připravil takzvaný kaseinový maz. Ten vzniknul rozetřením tvarohu v třecí misce s přidáním pouze malého množství vápna a amoniaku tak, aby v něm nezůstali žádné hrudky. Poměry jsou při míchání kaseinového mazu zavádějící, záleží zde více na zkušenostech, jelikož se tvaroh velice lehce srazí. 40 ml kaseinového mazu se potom přímo přimíchalo do 1000 ml krve. Vaječný bílek se přidal až nakonec a po rozmíchání se přešlo k nátěru.

Receptura 24

Nejprve se připravila žluč. Čerstvá žluč se vyčistila cezením přes plátna od nejhrubšího po nejjemnější (přes nejjemnější 3x pro úplné zbavení nečistot). Postup míchání byl takový, že se smíchalo 1000 ml krve s 50 ml vápna a nakonec se přidalo 50 ml předem připravené žluči. 125 ml mléka se přidalo na konci míchání, kdy se přidává mléko, nemá na výsledek žádný vliv, důležité je přidat odtučněné mléko, jinak dojde ke sražení. Ihned po smíchání se začalo nanášení směsi na povrch vzorků.

Receptura 25

Stejně jako u receptury 24 se nachystala žluč. Vápenné mléko se získalo rozmícháním hydroxidu vápenatého s vodou. Nejprve se smíchalo 1000 ml krve s 60 ml vápenného mléka a na závěr se přidalo 25 ml předem připravené žluči. Opět se směs ihned začala nanášet na povrch.

4.2.5 Natírání a zjištění nánosů

Jelikož jsme k měření využili tři receptur nátěru a nátěrové hmoty se museli co nejrychleji spotřebovat, namíchali jsme vždy jen jednu recepturu a tu jsme neprodleně

použili k nátěru. Z důvodu zjištění nánosu nátěrové hmoty se vzorky ještě v suchém stavu zvážily. Při natírání se natřela vždy jedna strana čerstvě připravenou směsí, vzorky se znovu zvážily, abychom zjistili nános nátěrové hmoty na metr čtverečný po prvním nátěru. Po změření drsnosti a barvy po třech hodinách jsme vzorky znovu zvážili a provedli jsme druhý nátěr. Postup byl stejný jako u prvního nátěru, nejprve jsme natřeli měřenou stranu, vzorek jsme zvážili pro výpočet nánosu. Změřením přírůstu hmotnosti po druhém nátěru jsme zjistili nános nátěru na metr čtverečný druhým nátěrem a také celkový nános nátěru.

4.2.6 Měření drsnosti povrchu

Drsnost povrchu vzorků jsme měřili v rámci tangenciálně řezané desky v místě, které představovalo radiálně- tangenciální řez, aby bylo rovnoměrně zastoupené jak letní tak jarní dřevo. Na vzorky jsme tužkou naznačili rysky, jak je vyobrazeno na *Obr. 11*,

Obrázek 11: Značení místa měření na vzorcích (foto autora)



abychom byli schopni měření opakovat na stejném místě při každém dalším měření. Tato místa jsme vybrali na vzorku vždy tři, na koncích desek, ale ne úplně u kraje z důvodu vyšší pravděpodobnosti výskytu vad vzniklých při hoblování a potom uprostřed. Při výběru míst měření jsme se vyhýbali sukům a podobným vadám. Při snímání povrchu drsnoměrem napříč vlákny, jsme hrot přiložili na konec rysky a přístroj jsme vypořádali tak, aby byla osa snímacího hrotu rovnoběžná s rovinou měření, jak je vidět na *Obr. 12*.

Obrázek 12: Ukázka měření drsnosti povrchu drsnoměrem v příčném směru (foto autora)



Při snímání povrchu podél vláken, jsme hrot umístili do prodloužení rysky a boční strana byla zarovnána s bokem desky, jak ukazuje *Obr. 13*.

Obrázek 13: Ukázka měření drsnosti povrchu drsnoměrem v podélném směru (foto autora)



Nejprve jsme drsnost povrchu změřili na opracovaném, nenatřeném povrchu vzorků. Potom co jsme vzorky natřeli, jsme počkali třicet minut, až došlo k zaschnutí nátěru. Po zaschnutí nátěru jsme změřili drsnost povrchu drsnoměrem znovu. Tento postup jsme opakovali pro všechny tři receptury.

Jelikož jsme však z měření přímo na místě ve Frenštátu pod Radhoštěm nezískali žádný digitální výstup, ale pouze hodnoty, provedli jsme ještě jedno měření v laboratořích Ústavu nábytku, designu a bydlení. Toto měření bylo provedeno pouze na dvou deskách, jedné opracované strojně a jedné opracované ručně, vzorky měly rozměry $13 \times 13 \times 3$ cm (L×T×R). Měřili jsme na třech místech v příčném směru a na dvou místech v podélném směru, a to vždy jednou v letním dřevě a jednou v jarním dřevě jak je naznačeno na Obr. 14.

Obrázek 14: Fotografie vzorku použitého pro měření drsnosti povrchu dřeva v laboratořích Ústavu nábytku, designu a bydlení a pro snímání povrchu pomocí mikroskopu Keyence VHX-5000 (foto autora)



Po měření jsme vzorky natřeli roztokem kožního kliču, z důvodu zafixování zvedlých dřevních vláken a po dvou dnech od nátěru jsme drsnost povrchu vzorků změřili znovu. Grafické vyhodnocení ze softwaru přístroje pro měření drsnosti povrchu jsme upravili tak, aby byla spolu dohromady vždy dvě měření, před a po nátěru kožním kličem.

4.2.7 Využití mikroskopu Keyence VHX-5000

Pro dodatečné získání digitálního výstupu jsme provedli na vzorcích pokusné měření pomocí mikroskopu Keyence VHX-5000 na Obr. 15.

Obrázek 15: Mikroskop Keyence VHX-5000 (zdroj: Biocompare)



Pomocí tohoto přístroje jsme získali digitální snímky povrchu. Pro měření jsme použili stejné vzorky jako v případě měření drsnosti povrchu dřeva v laboratoři Ústavu nábytku, designu a bydlení, tedy jeden opracovaný ručně a jeden opracovaný strojně, o rozměrech $13 \times 13 \times 3$ cm (L×T×R). Na vzorcích jsme si vytyčili plochu 1×1 cm. Při mikroskopování našich vzorků jsme použili dvěstěnásobné zvětšení. Potom jsme

pomocí speciálního softwaru zobrazili povrch ve 3-d. Tímto postupem jsme získali přímo fotografie proložené reálným profilem drsnosti povrchu.

4.2.8 Měření barvy

Při měření barevného odstínu pomocí spektrofotometru KONICA MINOLTA CM-2300d jsme postupovali podobně jako v případě měření drsnosti povrchu dřeva. Měřicí část přístroje jsme umístili do oblasti, kterou jsme měli označenou ryskou a přímo jsme odečetli hodnoty parametrů L^* , a^* , b^* . Nejprve jsme barvu povrchu změřili na opracovaných, nenatřených vzorcích. Po prvním nátěru jsme barvu povrchu měřili třicet minut po natření a tři hodiny po natření. Potom co jsme na vzorky nanесли i druhý nátěr, jsme opět po třiceti minutách a třech hodinách změřili barvu. Měření barvy jsme zopakovali ještě po jednom týdnu.

Obrázek 16: Ukázka měření barvy vzorku pomocí přístroje KONICA MINOLTA CM-2300d (foto autora)



4.2.9 Statistické vyhodnocení výsledků

Po naměření všech hodnot jsme přešli ke statistickému vyhodnocení výsledků. Pro statistické vyhodnocení výsledků jsme použili analýzu rozptylu dat, abychom zjistili, zda jsou rozdíly ve výsledcích statisticky významné. Ve výsledkové části jsou uvedeny tabulky vyhodnocující Tukeyův test, pokud je rozdíl mezi rozptyly dat menší než 0,05, je číslo v tabulce zvýrazněno červeně a znamená to, že je zde statisticky významný rozdíl. K tomuto vyhodnocení jsme použili programy Microsoft Excel a Statistica.

5. Výsledková část

V následující kapitole jsou uvedeny výsledky měření, jako první je uvedena tabulka nánosů nátěrové hmoty na metr čtverečný, dále jsou zde dvě podkapitoly, drsnost povrchu a barva povrchu.

Tabulka 6: Nánosy nátěrové hmoty jednotlivých receptur v gramech na metr čtverečný.

	1. Nános (g/m ²)	2. Nános (g/m ²)	Celkový nános (g/m ²)
Receptura 25	68,09	46,19	114,28
Receptura 23	70,91	46,12	117,03
Receptura 24	66,96	53,97	120,93

V této tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty příjmu nátěru v gramech na metr čtverečný pro každou recepturu. Vidíme, že se nám dařilo natírat vzorky poměrně konzistentně, při druhém nátěru byl nános dle předpokladu menší.

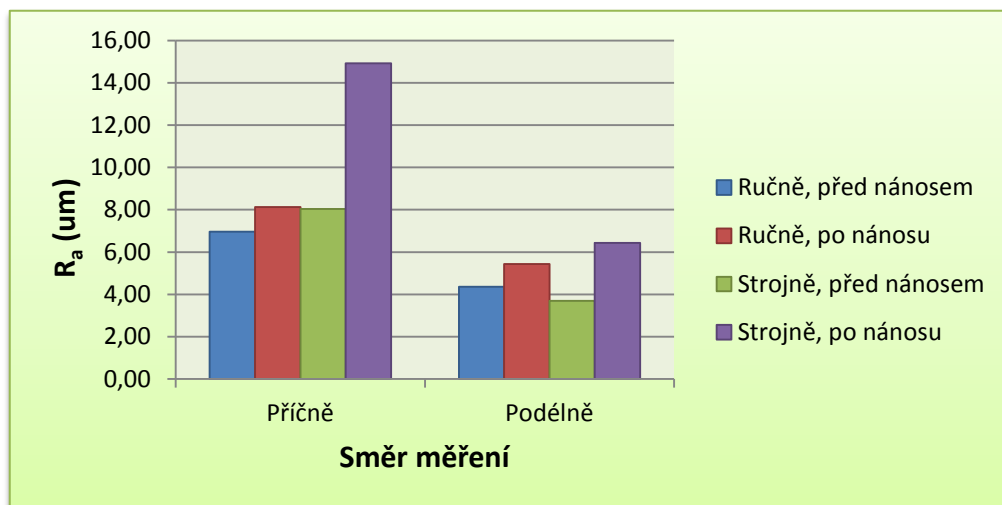
5.1. Drsnost povrchu

Tabulka 7: Statistika hodnot parametrů R_a a R_z strojně a ručně opracovaných vzorků před i po nátěru v příčném i podélném směru, zobrazující průměr, minimální hodnotu, maximální hodnotu a variační koeficient (dále v.k. %).

R_a	Příčně				Podélně			
	Strojně		Ručně		Strojně		Ručně	
	před	po	před	po	před	po	před	po
Průměr	8,04	14,92	6,96	8,13	3,69	6,43	4,36	5,44
min	4,22	8,10	3,48	4,43	1,54	1,54	1,48	1,86
max	16,32	25,54	18,74	14,07	12,11	12,24	9,27	18,80
v.k. %	36	35	42	26	54	48	37	62
R_z	Příčně				Podélně			
	Strojně		Ručně		Strojně		Ručně	
	před	po	před	po	před	po	před	po
Průměr	51,03	85,52	49,42	55,01	22,79	40,25	26,44	31,29
min	32,06	55,10	29,49	34,74	8,66	9,22	9,82	12,66
max	80,80	134,20	124,80	86,18	80,95	72,56	55,62	18,80
v.k. %	22	25	38	23	55	46	38	12

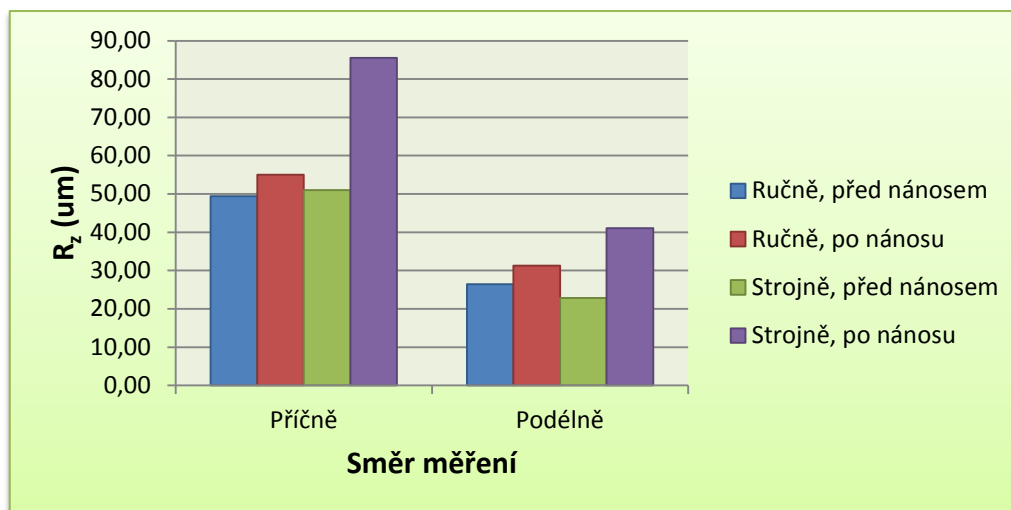
Z této tabulky je patrné, že hodnoty ať již parametru R_a nebo parametru R_z jsou u strojně a ručně opracovaných vzorků v příčném směru rozdílné. Při měření před nánosem nátěru není rozdíl velký a dokonce následná analýza rozptylu hodnot dokázala, že je statisticky nevýznamný. Po nátěru je již rozdíl markantnější, v případě ručně opracovaných vzorků došlo jen k malému nárůstu hodnot, v případě parametru R_a o 16,8 % a v případě parametru R_z o 11,3%. U strojně opracovaných vzorků došlo k nárůstu parametru R_a o 85,5 % a parametru R_z o 67,5 % a tento nárůst se prokázal být statisticky významným. Při měření v podélném směru jsme dosáhli podobných výsledků, pouze nám vyšly průměrné hodnoty obou parametrů vyšší u ručního opracování. Nárůst po nanesení nátěru byl opět vyšší u strojního opracování povrchu. V případě ručně opracovaných vzorků došlo k nárůstu parametru R_a o 24,7 % a parametru R_z o 18,3 %. U strojně opracovaných vzorků došlo opět k většímu nárůstu než u ručně opracovaných vzorků, průměrná hodnota parametru R_a vzrostla o 74,2 % a hodnota parametru R_z vzrostla o 76,6 %.

Obrázek 17: Sloupcový graf zobrazující hodnoty parametru R_a v podélném a příčném směru ručně a strojně opracovaných vzorků před nátěrem a po nátěru.



Tento graf zobrazuje data uvedená v tabulce 3. Zejména u příčného měření je vidět velký rozdíl mezi chováním povrchů opracovaných strojně a ručně po nánosu nátěru. V podélném směru je také znatelný rozdíl mezi hodnotami vzorků opracovaných ručně a strojně, patrný je hlavně rozdíl mezi strojně opracovanými vzorky před a po nánosu nátěru, který není tak velký u ručně opracovaných vzorků.

Obrázek 18: Sloupcový graf zobrazující hodnoty parametru R_z v podélném a příčném směru ručně a strojně opracovaných vzorků před nátěrem a po nátěru.



Graf zobrazujícím průměrné hodnoty parametrů R_z se liší od předchozího grafu parametrů R_a jen málo, jak vyplývá z definice těchto parametrů uvedené v literárním přehledu. Jediný větší rozdíl nastal mezi vzorky ručně opracovanými po nanesení nátěru a strojně opracovanými vzorky před nátěrem.

Tabulka 8: Tabulka Tukeyova HSD testu z hodnot parametrů R_a v příčném směru našich čtyř skupin vzorků. Skupiny vzorků jsou označeny: strojně opracovaný nenatřený 1, ručně opracovaný nenatřený 2, strojně opracovaný natřený 3 a ručně opracovaný natřený 4.

	1	2	3	4
1		0,558165	0,000008	0,999384
2	0,558165		0,000008	0,482145
3	0,000008	0,000008		0,000008
4	0,999384	0,482145	0,000008	

Z čísel v této tabulce docházíme k závěru, že se statisticky významně liší pouze vzorky strojně opracované po nátěru od ostatních skupin vzorků. Červeně zvýrazněná čísla označují, že je zde statisticky významný rozdíl, naproti tomu černá čísla ukazují, že mají skupiny statisticky shodné střední hodnoty.

Tabulka 9: Tabulka Tukeyova HSD testu z hodnot parametrů R_z v příčném směru našich čtyř skupin vzorků. Skupiny vzorků jsou označeny: strojně opracovaný nenatřený 1, ručně opracovaný nenatřený 2, strojně opracovaný natřený 3 a ručně opracovaný natřený 4.

	1	2	3	4
1		0,976608	0,000008	0,741749
2	0,976608		0,000008	0,484235
3	0,000008	0,000008		0,000008
4	0,741749	0,484235	0,000008	

Z čísel v této tabulce docházíme stejně jako u parametru R_a k závěru, že se statisticky významně liší pouze vzorky strojně opracované po nátěru od ostatních skupin vzorků.

Tabulka 10: Tabulka Tukeyova HSD testu z hodnot parametrů R_a v podélném směru našich čtyř skupin vzorků. Skupiny vzorků jsou označeny: strojně opracovaný nenatřený 1, ručně opracovaný nenatřený 2, strojně opracovaný natřený 3 a ručně opracovaný natřený 4.

	1	2	3	4
1		0,699280	0,000057	0,023142
2	0,699280		0,004229	0,293205
3	0,000057	0,004229		0,373814
4	0,023142	0,293205	0,373814	

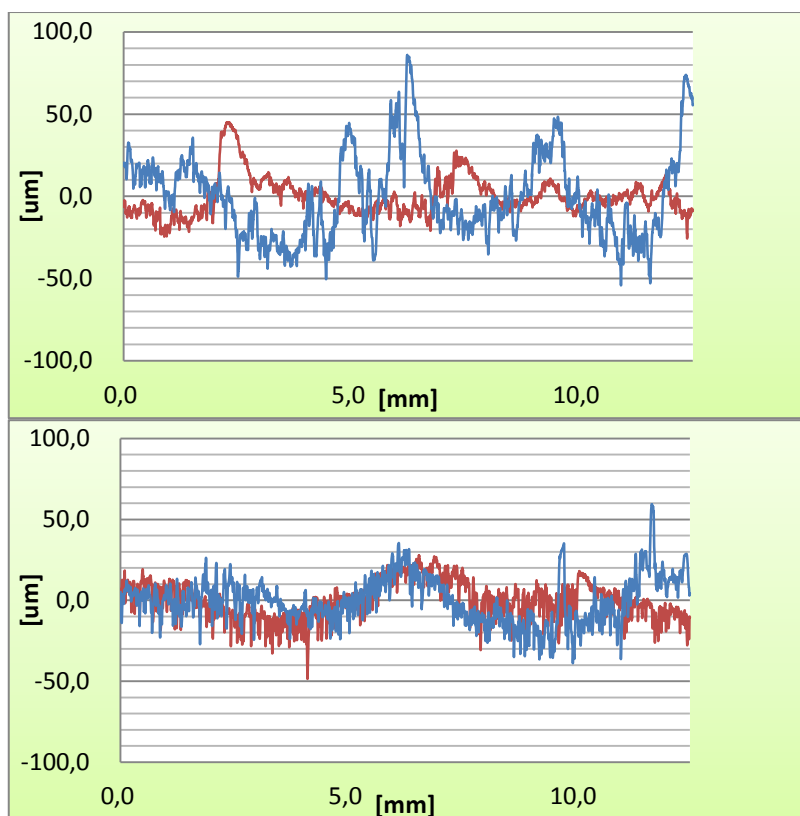
Z tabulky vyplývá, že statisticky významný rozdíl parametru R_a v podélném směru nastal mezi skupinami vzorků před nátěrem a strojně opracovanými po nátěru. V podélném směru je také statisticky významný rozdíl mezi strojně opracovanými vzorky před nátěrem a ručně opracovanými po nátěru. Červeně zvýrazněná čísla označují, že je zde statisticky významný rozdíl, naproti tomu černá čísla ukazují, že mají skupiny statisticky shodné střední hodnoty.

Tabulka 11: Tabulka Tukeyova HSD testu z hodnot parametrů R_z v podélném směru našich čtyř skupin vzorků. Skupiny vzorků jsou označeny: strojně opracovaný nenatřený 1, ručně opracovaný nenatřený 2, strojně opracovaný natřený 3 a ručně opracovaný natřený 4.

	1	2	3	4
1		0,684139	0,000008	0,047747
2	0,684139		0,000059	0,451073
3	0,000008	0,000059		0,016149
4	0,047747	0,451073	0,016149	

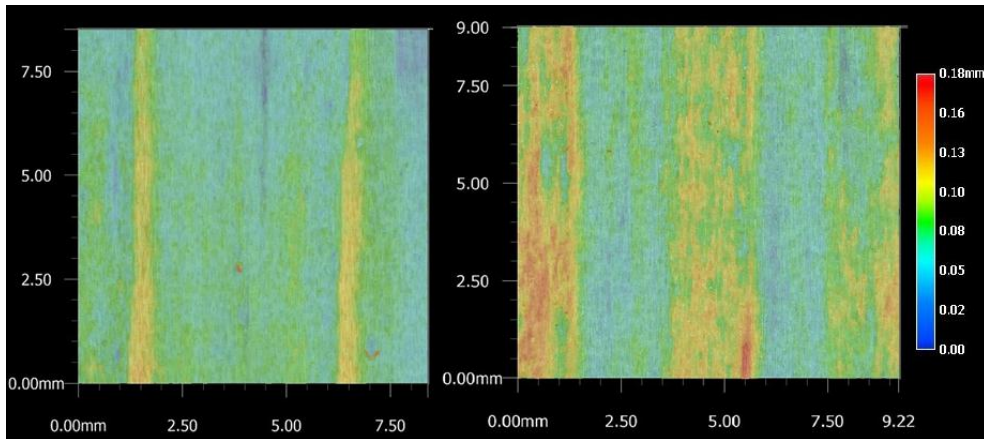
U parametru R_z v podélném směru jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl mezi skupinami 1, 3 a 4, pouze mezi skupinami 1, 2 a 2, 4 není žádný statisticky významný rozdíl. Červeně zvýrazněná čísla označují, že je zde statisticky významný rozdíl, naproti tomu černá čísla ukazují, že mají skupiny statisticky shodné střední hodnoty.

Obrázek 19: Grafy zobrazující měřené profily povrchů strojně (horní) a ručně (spodní) opracovaných vzorků před nátěrem (červená) a po nátěru (modrá) kožním kličem v příčném směru



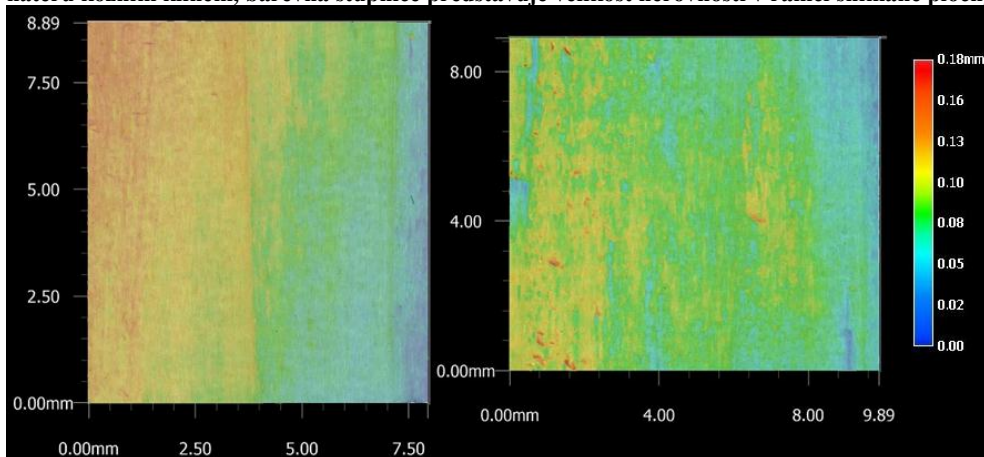
První graf znázorňuje měřený profil strojně opracovaného vzorku před a po nátěru kožním kličem tak, jak ho poskytl software přístroje SJ-201 P. Pro lepší názornost jsem spojil profil před natřením vzorku a po natření vzorku. Dva nejvyšší peaky na červeně zbarveném profilu znázorňují letní dřevo v letokruhu, naopak na modrém profilu lze vidět, jak moc jarní dřevo po nanesení nátěru zvětšilo svůj objem a tím i drsnost povrchu nejen v oblasti jarního dřeva, ale i v rámci celého měřeného profilu. Graf profilů ručně opracovaného vzorku před a po natření kožním kličem je zajímavý pro srovnání s předchozím grafem zobrazujícím profily strojně opracovaného vzorku. Na první pohled je u ručně opracovaného povrchu vidět větší konzistence, odchylky od neutrální osy, až na pár výjimečných peaků v pravé části, jsou jen malé, a to jak před, tak po nátěru kožním kličem. Můžeme si povšimnout nerozeznatelnosti jarního a letního dřeva v letokruhu.

Obrázek 20: Snímek povrchu strojně opracovaného vzorku na levé straně před nátěrem kožním kličem a na pravé straně po nátěru kožním kličem, barevná stupnice představuje velikost nerovností v rámci snímané plochy.



Na snímcích pořízených mikroskopem Keyence VHX-5000, které byly pořízeny na povrchu strojně opracovaného vzorku je dvoustnásobně zvětšen povrch zhruba o ploše 1 cm^2 , teplejší odstíny barev od žluté až po červenou znázorňují oblasti blíže k čočce mikroskopu a naopak studené odstíny od zelené až po tmavě modrou znázorňují oblasti vzdálené od čočky mikroskopu. Na snímku vlevo vidíme žlutě znázorněny letní části letokruhu vystupující nad jarní části letokruhu, které se pohybují nejčastěji v modro-zelených barvách. Na snímku vpravo je již na povrch nanesen kožní klič a lze vidět, že došlo k naprosté změně, letní dřevo je v oblasti pod neutrální rovinou a jarní dřevo vystoupilo do oblasti nad rovinou.

Obrázek 21: Snímek povrchu ručně opracovaného vzorku vlevo před nátěrem kožním kličem a vpravo po nátěru kožním kličem, barevná stupnice představuje velikost nerovností v rámci snímané plochy.



Na těchto snímcích ručně opracovaného povrchu pořízených mikroskopem Keyence VHX-5000 lze pozorovat značný rozdíl od předchozích snímků strojně opracovaného povrchu. Skutečnost, že se od levé strany k pravé straně razantně mění barva, budu rozebírat v diskusi. V levé části kde se nachází snímek povrchu před nánosem kožního

klihu lze vidět, že je povrch hladký, bez patrných přechodů mezi letním a jarním dřevem v rámci letokruhu. Na snímku natřeného povrchu vpravo je vidět červená místa, kde je odchylka od neutrální osy velká, o tom, co to způsobilo, se také zmíním v diskusi.

Obrázek 22: Mikroskopické snímky povrchu strojně opracovaných vzorků, na levé straně před nátěrem kožním kličem a na pravé straně po nátěru kožním kličem. Fotografie jsou proloženy profilem jejich drsnosti.



Na snímcích povrchu strojně opracovaného vzorku, které jsou až na chybějící zbarvení shodné jako snímky z *Obr. 20* je nejzajímavější reálný profil povrchu vložený do snímků, zde si lze nejlépe povšimnout rozdílu v chování jarního a letního dřeva při nanesení nátěru na strojně opracovaný povrch dřeva.

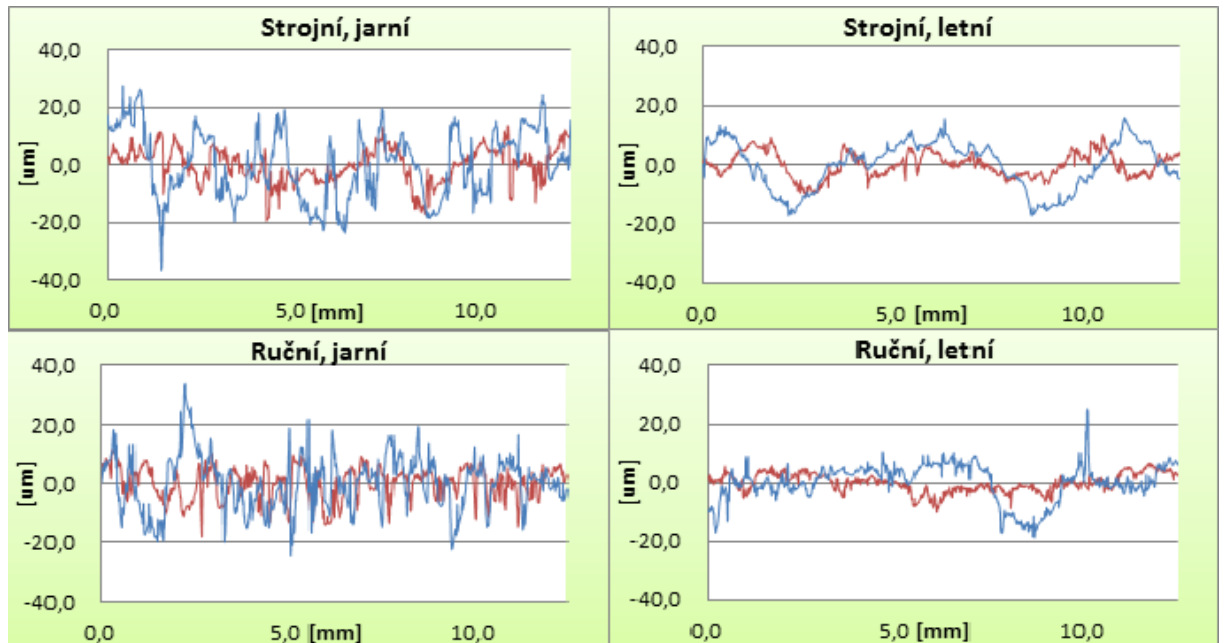
Obrázek 23: Mikroskopické snímky povrchu ručně opracovaných vzorků, na levé straně před nátěrem kožním kličem a na pravé straně po nátěru kožním kličem. Fotografie jsou proloženy profilem jejich drsnosti.



Snímky zobrazující povrch ručně opracovaného vzorku mají opět, jako v případě snímků z *Obr. 21* profil klesající z levé strany do pravé strany, markantnější je to

v případě nenatřeného vzorku na snímku vlevo, kde by v případě proložení neutrální osy přímo naměřeným profilem byly odchylky ještě menší. Na snímku vpravo kde je vzorek již natřený, vidíme o něco větší drsnost a také profil spadající do pravé strany.

Obrázek 24: Graf měřených profilů strojně a ručně opracovaných vzorků před nátěrem (červená) a po nátěru (modrá) kožním kličem v podélném směru v jarním a v letním dřevě



V prvním grafu vidíme srovnání profilů drsnosti strojně opracovaného vzorku, měřených v oblasti jarního dřeva před nátěrem a po nátěru kožním kličem. Je zřetelný nárůst odchylek od neutrální osy a také četnost změn na povrchu. Zajímavé je srovnání s následujícími grafy. Například ve srovnání s měřením na stejném vzorku, tedy strojně opracovaném, kde v letním dřevě pozorujeme jen malou změnu drsnosti povrchu. U ručně opracovaného vzorku v jarním dřevě došlo také ke změně, objevily se zejména občasné peaky, jako v levé části profilu. V letním dřevě jsme u ručně opracovaného vzorku před nátěrem naměřili velice nízkou drsnost, i po nátěru byla drsnost malá, hodnoty R_a a R_z byly však ovlivněny přítomností peaku v pravé části profilu.

5.2. Barva povrchu

Obrázek 25: Snímky barvy povrchu vzorků natřených různými recepturami po jednom týdnu od druhého nátěru. (foto autora)



Na obrázku je vidět, že rozdíl mezi barvami jednotlivých receptur po jednom týdnu vytvrzování je na rozdíl od měření spektrofotometrem, jehož hodnoty jsou uvedeny v Tab. 12, okem nepatrný.

Tabulka 12: Porovnání průměrných hodnot parametrů L^* , a^* , b^* třech různých receptur po 30 minutách od prvního nátěru a týden po druhém nátěru

	30 minut po 1. nátěru			Týden po 2. nátěru		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Receptura 23	48,66	36,79	29,54	38,04	25,90	18,66
Receptura 24	49,06	32,56	29,22	38,60	21,95	16,84
Receptura 25	50,34	35,90	28,58	36,81	21,26	14,64

Tato tabulka obsahující průměrné hodnoty parametrů L^* , a^* , b^* 30 minut po prvním nátěru a týden po druhém nátěru ukazuje barevné rozdíly mezi jednotlivými recepturami.

Tabulka 13: Analytické vyhodnocení rozdílů parametru L^* jednotlivých receptur, číslice 1, 2, 3 značí skupiny 23, 24, 25 30 min. po prvním nátěru a číslice 4, 5, 6 skupiny 23, 24, 25 týden po druhém nátěru

	1	2	3	4	5	6
1		0,997387	0,383068	0,000120	0,000120	0,000120
2	0,997387		0,677027	0,000120	0,000120	0,000120
3	0,383068	0,677027		0,000120	0,000120	0,000120
4	0,000120	0,000120	0,000120		0,987832	0,693236
5	0,000120	0,000120	0,000120	0,987832		0,289968
6	0,000120	0,000120	0,000120	0,693236	0,289968	

Z tabulky je zřejmé, že statisticky významný rozdíl parametru L^* je pouze mezi hodnotami naměřenými 30 min. po prvním nátěru a hodnotami po týdnu a ne mezi jednotlivými recepturami. Červeně zvýrazněná čísla označují, že je zde statisticky významný rozdíl, naproti tomu černá čísla ukazují, že mají skupiny statisticky shodné střední hodnoty.

Tabulka 14: Analytické vyhodnocení rozdílů parametru a^* jednotlivých receptur, číslice 1, 2, 3 značí skupiny 23, 24, 25 30 min. po prvním nátěru a číslice 4, 5, 6 skupiny 23, 24, 25 týden po druhém nátěru

	1	2	3	4	5	6
1		0,001389	0,955031	0,000120	0,000120	0,000120
2	0,001389		0,021790	0,000120	0,000120	0,000120
3	0,955031	0,021790		0,000120	0,000120	0,000120
4	0,000120	0,000120	0,000120		0,003369	0,000301
5	0,000120	0,000120	0,000120	0,003369		0,984059
6	0,000120	0,000120	0,000120	0,000301	0,984059	

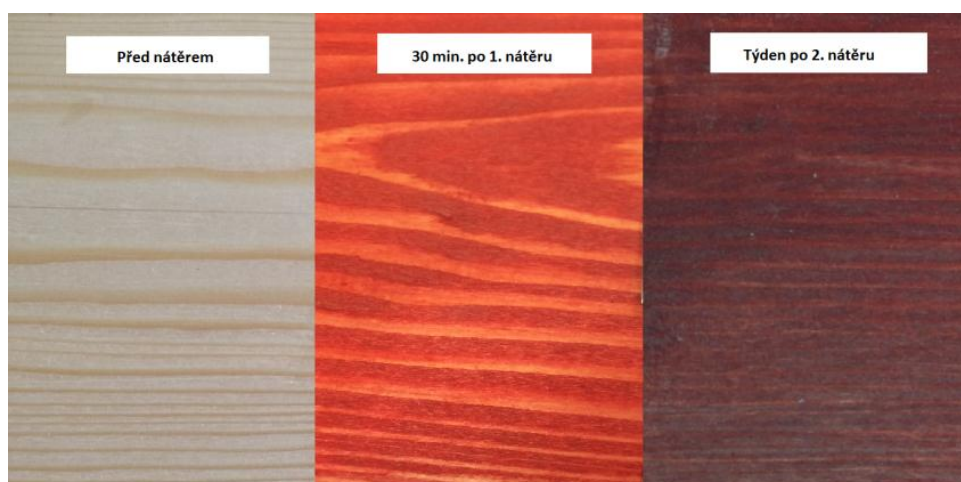
V případě parametru a^* již vidíme rozdíly i mezi jednotlivými skupinami. Statisticky významný rozdíl nenastal mezi recepturou 23 a 25 30 min. po prvním nátěru a mezi recepturou 24 a 25 týden po druhém nátěru. Červeně zvýrazněná čísla označují, že je zde statisticky významný rozdíl, naproti tomu černá čísla ukazují, že mají skupiny statisticky shodné střední hodnoty.

Tabulka 15: Analytické vyhodnocení rozdílů parametru b^* jednotlivých receptur, číslice 1, 2, 3 značí skupiny 23, 24, 25 30 min. po prvním nátěru a číslice 4, 5, 6 skupiny 23, 24, 25 týden po druhém nátěru

	1	2	3	4	5	6
1		0,996629	0,710743	0,000120	0,000120	0,000120
2	0,996629		0,934983	0,000120	0,000120	0,000120
3	0,710743	0,934983		0,000120	0,000120	0,000120
4	0,000120	0,000120	0,000120		0,080698	0,000121
5	0,000120	0,000120	0,000120	0,080698		0,013341
6	0,000120	0,000120	0,000120	0,000121	0,013341	

Ve srovnání parametru b^* jednotlivých receptur vidíme, že se hodnoty 30 min. po prvním nátěru statisticky neliší, týden po druhém nátěru se liší hodnoty parametru b^* mezi recepturami 23, 25 a 24, 25. Červeně zvýrazněná čísla označují, že je zde statisticky významný rozdíl, naproti tomu černá čísla ukazují, že mají skupiny statisticky shodné střední hodnoty.

Obrázek 26: Snímky zobrazující změnu barvy povrchu vzorků v průběhu pokusu (foto autora)



Tabulka 16: Statistika hodnot parametrů L^* , a^* , b^* a strojně a ručně opracovaných vzorků natřených recepturou 25, před nátěrem a 30 min. po 1. nátěru, 3 hod. po 1. nátěru, 30 min. po 2. nátěru 3 hod. po 2. nátěru a týden po 2. nátěru, zobrazující průměr, minimální hodnotu, maximální hodnotu a variační koeficient (dále v.k. %)

Před nátěrem	L^*	a^*	b^*
Průměr	83,93	3,73	21,33
MIN	81,69	3,07	18,80
MAX	85,58	4,37	22,82
v.k. (%)	1	11	5
30 min po 1. nátěru	L^*	a^*	b^*
Průměr	50,34	35,90	28,58
MIN	47,03	30,00	25,40
MAX	54,25	42,82	30,71
v.k. (%)	5	12	6
3 hod po 1. nátěru	L^*	a^*	b^*
Průměr	48,34	27,87	24,35
MIN	44,39	25,15	22,39
MAX	52,50	31,77	27,80
v.k. (%)	5	8	6
30 min po 2. nátěru	L^*	a^*	b^*
Průměr	39,80	35,37	21,56
MIN	37,23	31,68	19,13
MAX	42,41	40,36	25,77
v.k. (%)	4	8	10
3 hod po 2. nátěru	L^*	a^*	b^*
Průměr	38,20	28,32	18,00
MIN	35,30	25,17	16,06
MAX	42,20	31,80	21,00
v.k. (%)	5	7	8
1 týden po 2. nátěru	L^*	a^*	b^*
Průměr	36,81	21,26	14,64
MIN	32,42	19,15	11,60
MAX	39,71	23,00	17,63
v.k. (%)	6	6	13

V tabulce jsou zahrnuty naměřené hodnoty parametrů L^* , a^* , b^* strojně i ručně opracovaných vzorků. Je patrné, že hned po prvním nátěru je průměrná hodnota parametru L^* , tedy světlosti o 40,02 % nižší, což znamená, že je tmavší, tento parametr i nadále klesal a týden po druhém nátěru byl o 56,14 % nižší. Dalším parametrem, který se značně změnil je a^* , který se zvýšil 30 minut po prvním nátěru více než osminásobně, dále však rozdíl mezi měřeními 30 minut po prvním nátěru a ostatními nerostl, naopak docházelo ke snižování této hodnoty v průběhu vytvrzování, jenom při nanesení druhé vrstvy nátěru se hodnota vyšplhala do podobného rozsahu jako po prvním nátěru. Hodnoty měřeného parametru b^* se neměnily tak radikálně jako u předchozích dvou, po prvním nátěru došlo k nárůstu o 34 %, potom hodnota opět klesla a potom klesala i nadále, až na hodnotu o 31,36 % nižší než byla původní.

Tabulka 17: Analytické vyhodnocení změny parametru L^* v čase, číslice 1 až 6 reprezentují skupiny měření od nenatřených vzorků až po měření týden po druhém nátěru. 1- nenatřené, 2- 30 min. po 1. nátěru, 3- 3 hod. po 1. nátěru, 4- 30 min. po 2. nátěru, 5- 3 hod po 2. nátěru, 6- po týdnu

	1	2	3	4	5	6
1		0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
2	0,000020		0,006811	0,000020	0,000020	0,000020
3	0,000020	0,006811		0,000020	0,000020	0,000020
4	0,000020	0,000020	0,000020		0,062215	0,000022
5	0,000020	0,000020	0,000020	0,062215		0,130779
6	0,000020	0,000020	0,000020	0,000022	0,130779	

V tabulce si můžeme povšimnout, že došlo ke statisticky významné změně parametru L^* mezi třemi prvními měřeními, tedy před natřením, 30 min. po 1. nátěru a 3 hod. po prvním nátěru. Černě označené jsou skupiny vzorků po druhém nátěru se statisticky shodnými středními hodnotami, tedy mezi nimi nebyla prokázána statisticky významná změna.

Tabulka 18: Analytické vyhodnocení změny parametru a^* v čase, číslice 1 až 6 reprezentují skupiny měření od nenatřených vzorků až po měření týden po druhém nátěru. 1- nenatřené, 2- 30 min. po 1. nátěru, 3- 3 hod. po 1. nátěru, 4- 30 min. po 2. nátěru, 5- 3 hod po 2. nátěru, 6- po týdnu

	1	2	3	4	5	6
1		0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
2	0,000020		0,000020	0,981098	0,000020	0,000020
3	0,000020	0,000020		0,000020	0,990444	0,000020
4	0,000020	0,981098	0,000020		0,000020	0,000020
5	0,000020	0,000020	0,990444	0,000020		0,000020
6	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	

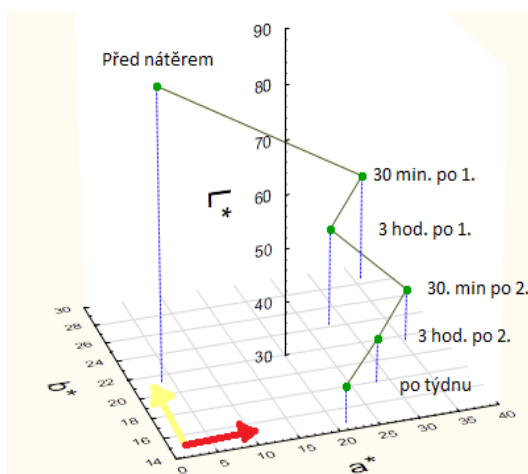
V této tabulce vidíme, že statisticky významný rozdíl nebyl mezi skupinou měření 30 min po 1. nátěru a 30 min po 2. nátěru a také mezi skupinami 3 hodiny po 1. nátěru a 3 hodiny po 2. nátěru.

Tabulka 19: Analytické vyhodnocení změny parametru b^* v čase, číslice 1 až 6 reprezentují skupiny měření od nenatřených vzorků až po měření týden po druhém nátěru. 1- nenatřené, 2- 30 min. po 1. nátěru, 3- 3 hod. po 1. nátěru, 4- 30 min. po 2. nátěru, 5- 3 hod po 2. nátěru, 6- po týdnu

	1	2	3	4	5	6
1		0,000020	0,000020	0,994055	0,000020	0,000020
2	0,000020		0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
3	0,000020	0,000020		0,000021	0,000020	0,000020
4	0,994055	0,000020	0,000021		0,000020	0,000020
5	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020		0,000020
6	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	

Tabulka ukazuje, že statisticky významný rozdíl mezi měřeními parametru b^* nebyl zjištěn pouze mezi skupinami vzorků před nátěrem a 30 min. po 2. nátěru.

Obrázek 27: Graf zobrazující průměrné hodnoty receptury 25 parametrů L^* , a^* , b^* měnící se v čase



Tento graf x,y,z zobrazující průměrné hodnoty parametrů L^* , a^* , b^* znázorňuje změnu barvy povrchu v závislosti na čase vytvrzování, největší rozdíl samozřejmě nastal po prvním nátěru, při vytvrzování dále docházelo ke snižování parametru L^* , tím pádem povrch tmavnul a postupně klesali i oba parametry a^* a b^* . Po nanesení druhé vrstvy nátěru došlo k opětovnému navýšení parametru a^* a od tohoto bodu znovu klesaly všechny parametry L^* , a^* , b^* .

6. Diskuse:

6.1 Drsnost povrchu

Následující hodnocení výsledků vychází z *Tab. 7* a následných statistických vyhodnocení a grafů. Při naměření drsnosti povrchu nenatřených vzorků jsme zaznamenali jen malý rozdíl 13,43 % v průměrných hodnotách parametru R_a mezi strojním a ručním opracováním ve prospěch opracování ručního, pokud se však podíváme na výsledky analýzy dat za pomoci analýzy rozptylu dat a Tukeyova HSD testu, zjistíme, že zde statisticky významný rozdíl není. U parametru R_z byl tento rozdíl dokonce jen 3,16 % a také statisticky nevýznamný. To proč se procentuální změna těchto dvou parametrů liší, je dáno podstatou výpočtu obou hodnot (*ČSN EN ISO 4287:1999*). Naopak rozdíl mezi průměrnými hodnotami drsností natřených vzorků byl velký. Průměrná hodnota parametru R_a byla u strojně opracovaných vzorků o 83,52 % vyšší než u vzorků s ručně opracovaným povrchem. Podobně byla průměrná hodnota parametru R_z u strojního opracování o 35,68 % vyšší, než u ručního opracování a tyto výsledky se podařilo ověřit i statisticky.

Proč tomu tak je se nám podařilo zjistit za pomoci mikroskopu Keyence VHX-5000. Zejména na *Obr. 22*, kde jsou mikroskopické snímky strojně opracovaného povrchu před a po nanesení nátěru kožním kličem je patrné, že po natření dojde k vystoupení měkčího jarního dřeva na povrch. Tento jev je nejspíše způsoben velkým rozdílem v hustotě jarního a letního dřeva v rámci jednoho letokruhu, jak uvádí Požgaj (1997). Při strojním opracování povrchu dochází ubírání dřevní hmoty letního dřeva, zatímco v jarním je pouze stlačováno. Tento jev nastává kvůli rozdílu ve stavbě tracheid jarního a letního dřeva jak popisuje Šlezingerová (2002). V jarním dřevě dochází k stlačování velkých lumenů tenkostěnných tracheid, kdežto v letním dřevě mají tracheidy pouze malé lumény a tlustou buněčnou stěnu a tak jejich stačení není možné. Po nanesení nátěru však buněčná stěna tracheid jarního dřeva obnoví svůj původní objem a tím dojde ke zvýšení drsnosti a jasně patrné změně profilu. Na *Obr. 23* jsou pro srovnání snímky ručně opracovaného povrchu dřeva před nanesením nátěru kožním kličem a po nanesení nátěru. Sledujeme zde bohužel jednu z nevýhod snímání povrchu pomocí mikroskopu a tou je, že jeho referenční rovina je vždy kolmá na osu vycházející z čočky mikroskopu. To znamená, že pokud je povrch snímaného vzorku odkloněn jako

v našem případě, výsledný profil není objektivní. Pokud bychom mohli profil proložit vlastní referenční rovinou, odchylky od ní by byly v případě ručního měření ještě o něco menší. Stejný problém nastal na *Obr. 21*, kde jsou stejné snímky jako na *Obr. 23*, jen je drsnost povrchu prezentována pomocí barevné stupnice. Zde je možno vidět, že je celá nasnímaná oblast odkloněna na pravou stranu. Fakt, že je plocha ručně opracovaného vzorku odkloněna, je dán tím, že při ručním opracování je poměrně složité udržet rovinu opracování povrchu, obzvlášť pro někoho, kdo nemá s ručním hoblováním tolik zkušeností. Podobně je tomu i u *Obr. 21* vpravo, kde můžeme pozorovat červené výstupky. Tyto výstupky jsou dány neúplně precizním ohoblováním.

Dále v pravé části *Tab. 7* nalezneme průměrné hodnoty parametrů R_a a R_z měřených podél vláken. Tyto hodnoty jsou doplněny grafy na *Obr. 24*. Obecně je z těchto profilů na *Obr. 24*, ale i hodnot v pravé části tabulky 3 zřejmé, že drsnost povrchu změřená ve směru podél vláken je menší než napříč vlákny a to zejména v případě strojního opracování. To je nejspíš způsobeno opět rozdílným chováním jarního a letního dřeva. Při měření drsnosti napříč vlákny měřicí hrot překonává peaky vytvořené rozdíly v opracování jarního a letního dřeva, které jsou vidět na *Obr. 24*. Zatímco u měření podél vláken se měřicí hrot povětšinou pohyboval pouze v jedné části letokruhu, kde nejsou maximální výchylky od neutrální osy tak velké.

6.2 Barva povrchu

Jako první výsledková tabulka v kapitole barva povrchu je *Tab. 12*, která obsahuje průměrná data všech tří receptur použitých při našich pokusech 30 minut po nátěru a týden po druhém nátěru. Jsou zde vidět pouze malé rozdíly, za jeden týden vytvrzování se změnil parametr L^* u receptury 23 o 21,8 % u receptury 24 o 21,32 % a u receptury 25 o 26,88 %. Tyto výsledky jsou dále analyticky srovnány v *Tab. 17*, *18* a *19*. Z analýz rozptylu dat vyplývá, že statisticky rozdílných hodnot jsme po týdnu vytvrzování dosáhli v parametru a^* mezi recepturami 23, 24 a recepturami 23, 25 a v parametru b^* mezi recepturami 23, 25 a recepturami 24, 25. Mezi parametry L^* jednotlivých receptur žádný statisticky významný rozdíl nebyl. Z toho vyplývá, že každá z receptur při vytvrzování nabývá jiné barvy, ale světelnost mají všechny stejnou. Různými podíly

přísad v nátěru tedy můžeme dosáhnout různých barev nátěru, jak také uvádí Schiebl (1981).

Při měření barvy povrchu dřeva jsme využili všech vzorků dřeva, bez rozlišení na strojně a ručně opracované. Jako reprezentativní skupinu našich měření jsme zvolili vzorky natřené recepturou 25. Výsledky našeho měření jsou uvedeny v *Tab. 16*, která uvádí průměrné hodnoty parametrů L^* , a^* , b^* .

Při porovnání parametrů L^* , a^* , b^* před nanesením nátěru a 30 minut po nanesení nátěru je zřejmé, že došlo k velkému poklesu světlosti, který byl samozřejmě patrný i pouhým okem. Subjektivně došlo u povrchu, který byl původně žlutobílý až žlutý (*Gryc 2010*), k rapidnímu zčervenání, tedy se zásadně zvýšila hodnota parametru a^* , to je samozřejmě dáno barvou krve a jejím chemickým složením jak uvádějí Holinka a Bičík (2003). Zároveň došlo k nárůstu hodnoty b^* , takže původní povrch který se nám subjektivně jevil jako žlutý, ještě více zežloutnul, tento jev se již po aplikaci druhého nátěru nedostavil a parametr b^* postupně klesal, čímž se stával povrch méně žlutým, což koresponduje s tvrzením Schiebla (1981), že se barva postupem vytvrzování dostává k zeleným odstínům. Parametr a^* postupem vytvrzování také klesal, ale při aplikaci druhého nátěru opět vzrostl, jak je vidět na *Obr. 27*. Poměrně zajímavé je porovnání v bodě 30 minut po druhém nátěru a to zejména u parametru b^* ve srovnání s bodem 30 minut po prvním nátěru, v těchto časových bodech jsme zde naměřili totiž velice podobné hodnoty parametru a^* , tím pádem vzorek nebyl více červený, byl pouze méně žlutý. Podobný jev můžeme pozorovat i v bodech 3 hod. po prvním a druhém nátěru, vyplývá z toho, že dalším nátěrem dojde ke ztmavnutí a k většímu zčervenání povrchu. I po druhém nátěru stále klesá světlost povrchu v závislosti na čase a také klesají oba parametry a^* a b^* , čímž klesá chromatičnost povrchu vzorku.

7. Závěr:

Cílem práce bylo srovnat ruční a strojní opracování povrchu dřeva smrku (*Picea abies* (L.) Karst.) z hlediska jeho drsnosti. Rovněž byla zjištěna změna drsnosti u obou způsobů opracování po nanesení nátěru na bázi hovězí krve dle různých receptur.

Vliv způsobu opracování na drsnost nenatřených vzorků se nám statisticky prokázat nepodařilo, změna drsnosti po nanesení nátěru však u strojně opracovaných vzorků statisticky významná byla, procentuální nárůst parametru R_a strojně opracovaných vzorků po nánosu nátěru byl 85,57% a parametru R_z 67,58%, dle analýzy rozptylu dat se jedná o statisticky významný nárůst, kdežto u ručně opracovaných vzorků došlo k nárůstu parametru R_a o 16,8% a parametru R_z o 11,31%, což se ukázalo jako statisticky bezvýznamné.

Dalším cílem bylo změřit změnu barvy nátěrů na bázi hovězí krve dle tří použitých receptur v průběhu vytvrzování. Zde byla změna barvy statisticky prokázána, jelikož se změnil vždy alespoň jeden parametr. Malé, ale také statisticky významné rozdíly se nám podařilo prokázat také mezi jednotlivými recepturami.

8. Summary:

The aim of this thesis was to compare the roughness of the hand-worked and machined surfaces of spruce wood (*Picea abies* (L.) Karst.). In both ways of working the wood we have also observed the change in roughness after applying the paint based on beef blood (different formulas).

We were not able to prove a statistical difference of the roughness of the surface whether hand-worked or machined without the paint. However, a statistically significant change could be observed after applying the paint. As for the machined samples the proportional growth of the parameter R_a after applying the paint was 85.57% and the parameter R_z 67.58%. According to the analysis of the range, it is a statistically significant growth. Nevertheless, the proportional growth at the hand-worked surfaces was 16.8% for parameter R_a and 11.31% for parameter R_z , which is statistically insignificant.

Furthermore, we have also measured the change of the colour of the paint based on beef blood (3 different formulas) during hardening. In this case the change of the colour was statistically proved, because at least one parameter was always changed. Slight but statistically significant differences were also observed among different formulas.

Literární zdroje:

BUMBÁLEK, B.: ODVODY, Vladimír; OŠŤÁDAL, Bohuslav. Drsnost povrchu. Praha: SNTL -Nakladatelství technické literatury, 1989. 338 s.

ČERNÝ, J.: Úvod do problematiky měření barev. Spektra nátěrových hmot. 2001. 47-49

GRYC, V., ET AL.: Dřevo smrku pichlavého. Archiv časopisu Lesnická práce. (2010)

HOLINKA, J.; BIČÍK, V.: Cvičení z fyziologie živočichů. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, 99 s. 2003

JANIN, G. et al. Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry. Part 1. Colorimetry theory for the Cielab system. Departamento Florestal, Universidade de Brasilia, Brasilia. Brasil.

HORÁČEK, P.: Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. dotisk. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2001, 128 s.

KÚDELA, J.: Trendy v nábytkářství a bydlení, MZLU, Brno, 2010. 346 s. ISBN 978-80-7375-451-0.

LOSOS, L.: Volská krev a jiné historické způsoby povrchové úpravy dřeva. Setkání na zbečenské rychtě- Křivoklát 2000. Zbečno u Křivoklátu: STOP – Společnost pro technologii ochrany památek. 2000

MIKLEČÍČ, J., et al.: Wood color changes by ammonia fuming. BioResources, (2012)

NUTSCH, W. Příručka pro truhláře . 1. vyd. Praha : Sobotáles, 1999. 540 s. ISBN 80-8592-60-3.

PETRIC, M., et al.: Patination of cherry wood and spruce wood with ethanolamine and surface finishes. Surface Coatings International Part B: Coatings Transaction. (2004)

PIPEK, P. Technologie masa II. 1. vyd. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998. 360 s. ISBN 80-7182-283-8.

POŽGAJ, A. et al. Štruktúra a vlastnosti dreva. 2. vyd. Bratislava: Príroda, a. s., 1997, 485 s.

SEDLIAČIK, M., LIPTÁKOVÁ, E. Chémia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle. Bratislava: Alfa, 515 s. ISBN 80-05-00116-9.

SCHIEßL, U.: Ochsenblut- ein Farbbindemittel und ein Farbname. Nachrichtenblatt der Denkmalpflege in Baden- Württemberg, 10(3), 1981

SVATOŠ, M., KOPECKÝ, Z., ROUSEK, M.: Effects of the technology of machining on the surface quality of selected wood. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2011, LIX, No. 6, pp. 329–336

ŠLEZINGEROVÁ, J., GANDELOVÁ, L.: Stavba dřeva. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno, 2002

ŠUJANOVÁ O., Mirzová M.: Odporúčania pre ochranu drevených konštrukcií pamiatkových objektov, Slovenský ústav pamiatkovej starostlivosti a ochrany prírody, Bratislava 1981.

Udělej si sám : Podrobné popisy prac. postupů. : Univerzální rádce pro domácí kutily . 1. vyd. Praha : Knižní klub, 1995. 479 s. ISBN 80-7176-209-1.

UŠÁK J.: Ochrana dřeva v ľudovom staviteľstve. In: Konzervovanie poškodeného dřeva, Technická univerzita Zvolen, 1995.

Normy:

ČSN EN ISO 4287:1999. Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Termíny, definice a parametry struktury povrchu. ÚNMZ, Praha, 1999

ČSN EN ISO 3274:1999. Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda – Jmenovité charakteristiky dotykových (hrotových) přístrojů. ČNI, Praha, 1999.

Zdroje obrázků:

1. Medical Physiology: [online]. dostupné z: www.sites.google.com/site/mymedicalnotessite/medical-physiology/4-hemoglobin-catabolism-of-hemoglobin-reactions-of-hemoglobin
2. FÍŠER, R.: Hoblování. [online]. dostupné z: www.slideplayer.cz/slide/3804222/
3. BRTNÍK, T.: Zvyšování únavové životnosti svarů vysokopevnostních ocelí metodou HFMI. [online] dostupné z: www.konstrukce.cz/clanek/zvysovani-unavove-zivotnosti-svaru-vysokopevnostnich-oceli-metodou-hfmi/
5. Portable spectrofotometer: [online]. dostupné z: www.konicaminolta.eu/en/measuring-instruments/products/colour-measurement/spectrophotometers-portable/cm-2300d/introduction.html
6. GUNDALACH, M.: tolerancing in flexo and offset printing tolerancing in flexo and offset printing. [online]. dostupné z: www.blog.xrite.com/tolerancing-in-flexo-and-offset-printing/
7. Pinie: [online]. dostupné z: www.pinie.cz/hobliky
8. Rojek: [online]. dostupné z: www.dobrestroje.cz/dobrestroje/eshop/1-1-DREVOOBABECI-STROJE/268-3-SIRE-30CM/5/243-ROJEK-MSP-315-EURO-9
9. Biocompare: [online]. dostupné z: www.biocompare.com/10203-Biological-Compound-Microscopes/6297213-VHX-5000-Digital-Microscope/
10. GEO-NDT: [online]. dostupné z: www.geo-ndt.ru/pribor-560-profilometr-surf-test-sj-201-p-mitutoyo.htm

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Hustota jarního a letního dřeva jehličnatých dřevin (Požgaj 1997).....	17
Tabulka 2: Tabulka hodnot parametrů $L^*a^*b^*$ pro dřevo smrku, převzatá z (Miklečić 2012), (Petric 2004)	17
Tabulka 3: Parametry přístroje SJ-201 P.....	18
Tabulka 4: Parametry přístroje KONICA MINOLTA CM-2300d	19
Tabulka 5: Tabulka příměsí a poměrů použitých pro nátěr přepočítaná na 1 litr	22
Tabulka 6: Nánosy nátěrové hmoty jednotlivých receptur v gramech na metr čtverečný.	28
Tabulka 7: Statistika hodnot parametrů R_a a R_z strojně a ručně opracovaných vzorků před i po nátěru v příčném i podélném směru, zobrazující průměr, minimální hodnotu, maximální hodnotu a variační koeficient (dále v.k.%).	28
Tabulka 8: Tabulka Tukeyova HSD testu z hodnot parametrů R_a v příčném směru našich čtyř skupin vzorků. Skupiny vzorků jsou označeny: strojně opracovaný nenatřený 1, ručně opracovaný nenatřený 2, strojně opracovaný natřený 3 a ručně opracovaný natřený 4.	30
Tabulka 9: Tabulka Tukeyova HSD testu z hodnot parametrů R_z v příčném směru našich čtyř skupin vzorků. Skupiny vzorků jsou označeny: strojně opracovaný nenatřený 1, ručně opracovaný nenatřený 2, strojně opracovaný natřený 3 a ručně opracovaný natřený 4.	30
Tabulka 10: Tabulka Tukeyova HSD testu z hodnot parametrů R_a v podélném směru našich čtyř skupin vzorků. Skupiny vzorků jsou označeny: strojně opracovaný nenatřený 1, ručně opracovaný nenatřený 2, strojně opracovaný natřený 3 a ručně opracovaný natřený 4.	31
Tabulka 11: Tabulka Tukeyova HSD testu z hodnot parametrů R_z v podélném směru našich čtyř skupin vzorků. Skupiny vzorků jsou označeny: strojně opracovaný nenatřený 1, ručně opracovaný nenatřený 2, strojně opracovaný natřený 3 a ručně opracovaný natřený 4.	31
Tabulka 12: Porovnání průměrných hodnot parametrů $L^*a^*b^*$ třech různých receptur po 30 minutách od prvního nátěru a týden po druhém nátěru	36

Tabulka 13: Analytické vyhodnocení rozdílů parametru L^* jednotlivých receptur, číslice 1, 2, 3 značí skupiny 23, 24, 25 30 min. po prvním nátěru a číslice 4, 5, 6 skupiny 23, 24, 25 týden po druhém nátěru.....	36
Tabulka 14: Analytické vyhodnocení rozdílů parametru a^* jednotlivých receptur, číslice 1, 2, 3 značí skupiny 23, 24, 25 30 min. po prvním nátěru a číslice 4, 5, 6 skupiny 23, 24, 25 týden po druhém nátěru.....	37
Tabulka 15: Analytické vyhodnocení rozdílů parametru b^* jednotlivých receptur, číslice 1, 2, 3 značí skupiny 23, 24, 25 30 min. po prvním nátěru a číslice 4, 5, 6 skupiny 23, 24, 25 týden po druhém nátěru.....	37
Tabulka 16: Statistika hodnot parametrů $L^*a^*b^*$ strojně a ručně opracovaných vzorků natřených recepturou 25, před nátěrem a 30 min. po 1. nátěru, 3 hod. po 1. nátěru, 30 min. po 2. nátěru 3 hod. po 2. nátěru a týden po 2. nátěru, zobrazující průměr, minimální hodnotu, maximální hodnotu a variační koeficient (dále v.k. %)	38
Tabulka 17: Analytické vyhodnocení změny parametru L^* v čase, číslice 1 až 6 reprezentují skupiny měření od nenatřených vzorků až po měření týden po druhém nátěru. 1- nenatřené, 2- 30 min. po 1. nátěru, 3- 3 hod. po 1. nátěru, 4- 30 min. po 2. nátěru, 5- 3 hod po 2. nátěru, 6- po týdně.....	39
Tabulka 18: Analytické vyhodnocení změny parametru a^* v čase, číslice 1 až 6 reprezentují skupiny měření od nenatřených vzorků až po měření týden po druhém nátěru. 1- nenatřené, 2- 30 min. po 1. nátěru, 3- 3 hod. po 1. nátěru, 4- 30 min. po 2. nátěru, 5- 3 hod po 2. nátěru, 6- po týdně.....	39
Tabulka 19: Analytické vyhodnocení změny parametru b^* v čase, číslice 1 až 6 reprezentují skupiny měření od nenatřených vzorků až po měření týden po druhém nátěru. 1- nenatřené, 2- 30 min. po 1. nátěru, 3- 3 hod. po 1. nátěru, 4- 30 min. po 2. nátěru, 5- 3 hod po 2. nátěru, 6- po týdně.....	40

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Molekula hemoglobinu (sites.google.com)	11
Obrázek 2: Ruční hoblík (slideplayer.cz).....	12
Obrázek 3: Grafické znázornění střední aritmetické úchylky profilu R_a (www.konstrukce.cz)	15
Obrázek 4: Znázornění výpočtu střední hloubky drsnosti R_z (www.konstrukce.cz)....	15
Obrázek 5: Variabilita hustoty dřeva v rámci letokruhu: 1- jedle, 2- smrk (upraveno z Horáček 2001)	17
Obrázek 6: Přístroj pro měření drsnosti povrchu SJ-201 P (www.geo-ndt.ru).....	19
Obrázek 7: spektrofotometr KONICA MINOLTA CM-2300d (www.konicaminolta.eu)	19
Obrázek 8: Systém CIEL*a*b* (změněno z blog.xrite.com).....	20
Obrázek 9: Vlevo nahoře je hoblík Hladík, pod ním je nůž, který používá pro hoblování, vpravo nahoře je hoblík Klopkař, pod ním opět nůž, který má jiný tvar než u hoblíku Hladíku (www.pinie.cz).	21
Obrázek 10: srovnávací a tloušťkovací frézka ROJEK MSP 315 (www.dobrestroje.cz)	22
Obrázek 11: Značení místa měření na vzorcích (foto autora).....	24
Obrázek 12: Ukázka měření drsnosti povrchu drsnoměrem v příčném směru (foto autora)	25
Obrázek 13: Ukázka měření drsnosti povrchu drsnoměrem v podélném směru (foto autora)	25
Obrázek 14: Fotografie vzorku použitého pro měření drsnosti povrchu dřeva v laboratořích Ústavu nábytku, designu a bydlení a pro snímání povrchu pomocí mikroskopu Keyence VHX-5000 (foto autora)	26
Obrázek 15: Mikroskop Keyence VHX-5000 (www.biocompare.com).....	26
Obrázek 16: Ukázka měření barvy vzorku pomocí přístroje KONICA MINOLTA CM- 2300d (foto autora)	27
Obrázek 17: Sloupcový graf zobrazující hodnoty parametru R_a v podélném a příčném směru ručně a strojně opracovaných vzorků před nátěrem a po nátěru.	29

Obrázek 18: Sloupcový graf zobrazující hodnoty parametru Rz v podélném a příčném směru ručně a strojně opracovaných vzorků před nátěrem a po nátěru.....	30
Obrázek 19: Grafy zobrazující měřené profily povrchů strojně (horní) a ručně (spodní) opracovaných vzorků před nátěrem (červená) a po nátěru (modrá) kožním kličem v příčném směru.....	32
Obrázek 20: Snímek povrchu strojně opracovaného vzorku na levé straně před nátěrem kožním kličem a na pravé straně po nátěru kožním kličem, barevná stupnice představuje velikost nerovností v rámci snímané plochy.....	33
Obrázek 21: Snímek povrchu ručně opracovaného vzorku vlevo před nátěrem kožním kličem a vpravo po nátěru kožním kličem, barevná stupnice představuje velikost nerovností v rámci snímané plochy.	33
Obrázek 22: Mikroskopické snímky povrchu strojně opracovaných vzorků, na levé straně před nátěrem kožním kličem a na pravé straně po nátěru kožním kličem. Fotografie jsou proloženy profilem jejich drsnosti.....	34
Obrázek 23: Mikroskopické snímky povrchu ručně opracovaných vzorků, na levé straně před nátěrem kožním kličem a na pravé straně po nátěru kožním kličem. Fotografie jsou proloženy profilem jejich drsnosti.....	34
Obrázek 24: Graf měřených profilů strojně a ručně opracovaných vzorků před nátěrem (červená) a po nátěru (modrá) kožním kličem v podélném směru v jarním a v letním dřevě.....	35
Obrázek 25: Snímky barvy povrchu vzorků natřených různými recepturami po jednom týdnu od druhého nátěru. (foto autora)	36
Obrázek 26: Snímky zobrazující změnu barvy povrchu vzorků v průběhu pokusu (foto autora)	38
Obrázek 27: Graf zobrazující průměrné hodnoty receptury 25 parametrů $L^*a^*b^*$ měnící se v čase	40