

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nábytku, designu a bydlení



Povrchová úprava starého dřeva

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Daniela Tesařová, Ph.D.

Vypracoval:
Pavel Gerža

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

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, 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 ods. 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:

Poděkování

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D. za její odborné vedení a cenné rady při zpracování této bakalářské práce. Panu Ing. Petru Čechovi, Ph.D. za rady a pomoc při laboratorních měřeních.

Děkuji doc. Ing. Emilu Svobodovi, CSc. z Univerzity obrany v Brně za možnost měření drsnosti povrchu vzorků. Dále bych rád poděkoval panu doc. Ing. Vladimíru Grycovi, Ph.D. za možnost a pomoc při určování druhu dřeviny. Velký dík patří také mé rodině a přátelům za jejich podporu při zpracování této bakalářské práce.

ABSTRAKT

Česky

Jméno: Pavel Gerža

Název práce: Povrchová úprava starého dřeva

Tato bakalářská práce řeší problematiku vhodné povrchové úpravy starého, na povrchu zdegradovaného, jedlového dřeva atmosférickou korozí pro použití v interiéru. Porovnávají jsou tři druhy nátěrových hmot. Nitrocelulózová nátěrová hmota, vodou ředitelná nátěrová hmota a dvousložková polyuretanová nátěrová hmota. Na povrchových úpravách jsou hodnoceny fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchu. Jsou zde porovnány fyzikálně-mechanické vlastnosti zdegradovaného povrchu s povrchem čerstvého smrkového dřeva před aplikací nátěrových hmot a po aplikaci nátěrových hmot.

Dále bakalářská práce objasňuje problematiku procesu atmosférické degradace dřeva a vlastnosti zdegradovaného povrchu.

Klíčová slova: zdegradovaný povrch dřeva, staré dřevo, čerstvé dřevo, nitrocelulózová nátěrová hmota, vodou ředitelná nátěrová hmota, polyuretanová nátěrová hmota, povrchová úprava, smrk, jedle

English

Name : Pavel Gerža

The name of bachelor thesis: Surface treatment of old wood

This bachelor thesis deals with the issue of suitable surface treatment on the surface of degraded wood by atmospheric corrosion for indoor use. In this thesis three types of paint are compared. The paints are nitrocellulose coating, water-borne coating and two-component polyurethane paint. Surface treatments are evaluated for physical and mechanical properties of the surface. The physical and mechanical properties of the degraded surface are compared with the surface of fresh spruce wood prior to the application of paints and after the application of paints.

This bachelor thesis also explains the issue of atmospheric degradation of wood and properties of degraded surface.

Key words: degraded wood surface, old wood, new wood, nitrocellulose coating material, water-borne coating material, polyurethane coating material, surface finish, spruce, fir

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍLE PRÁCE.....	10
3	VLASTNOSTI POVRCHU DŘEVA.....	11
4	CHARAKTERISTIKA ZDEGRADOVANÉHO DŘEVA	12
4.1	Atmosférická koroze dřeva	12
4.1.1	Fotodegradace dřeva.....	12
4.1.2	Degradace za působení vody	13
4.1.3	Chemická koroze dřeva	13
4.1.4	Vliv teploty	14
4.1.5	Vliv proudění vzduchu	14
4.2	Vlastnosti povrchu zdegradovaného dřeva	16
4.3	Odolnost a trvanlivost dřeva	17
5	POŽADAVKY NA POVRCHOVOU ÚPRAVU DŘEVA.....	18
6	POUŽITÉ MATERIÁLY, STROJNÍ ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY, ZPŮSOB NANÁŠENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT.....	20
6.1	Použité dřeviny.....	20
6.1.1	Charakteristika dřevin.....	20
	Smrk ztepilý	20
	Jedle bělokorá.....	21
6.2	Charakteristika nátěrových hmot	21
6.2.1	Nitrocelulózové nátěrové hmoty	21
6.2.2	Vodou ředitelné nátěrové hmoty	22
6.2.3	Polyuretanové nátěrové hmoty (PUR).....	22

6.3	NANÁŠENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT POMOCÍ ŠTĚTCE.....	23
6.4	POUŽITÉ STROJE, ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY	23
6.4.1	Pro přípravu vzorků:	23
6.4.2	Pro laboratorní měření:	24
7	ZKUŠEBNÍ METODY PRO VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ POVRCHOVÝCH ÚPRAV	28
7.1	Zhotovení zkušebních nátěrů	28
	ČSN 67 3050.....	28
7.2	Stanovení doby zasychání nátěrových hmot	28
	ČSN 67 3052.....	28
7.3	Stanovení obsahu netěkavých látek v nátěrových hmotách	29
	ČSN EN ISO 3251	29
7.4	Vyhodnocení lesku povrchu.....	29
	ČSN 91 0273.....	29
7.5	Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru.....	29
	ČSN 67 3068.....	29
7.6	Stanovení vnikací tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem.....	30
	ČSN 67 3074.....	30
7.7	Zjišťování tvrdosti povrchu sklerometrickou metodou.....	30
	ČSN 91 0 275.....	30
7.8	Stanovení tvrdosti kyvadlovým přístrojem	31
	ČSN 67 3076.....	31

7.9	Měření drsnosti povrchu	31
8	POSTUP ŘEŠENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE A PŘÍPRAVA VZORKŮ	32
8.1	Příprava vzorků	32
8.2	Postup měření	32
9	VYHODNOCENÍ LABORATORNÍCH ZKOUŠEK	34
9.1	Výsledky stanovení drsnosti povrchu před nanesením nátěrové hmoty .	34
9.1.1	Čerstvé dřevo	34
9.1.2	Na povrchu zdegradované dřevo	35
9.2	Množství nanesené nátěrové hmoty	36
9.3	Vyhodnocení doby zasychání nátěrových hmot	37
9.4	Výsledky stanovení obsahu netěkavých látek v nátěrové hmotě	38
9.5	Výsledky stanovení lesku povrchu dřeva a lesku dřeva s povrchovou úpravou	39
9.6	Výsledky laboratorního měření změny barvy	45
9.7	Výsledky odolnosti vůči vnikající tvrdosti nátěrů mikrotvrdoměrem	47
9.8	Vyhodnocení odolnosti povrchu proti vrypu	52
9.9	Vyhodnocení tvrdosti kyvadlovým přístrojem.....	55
9.10	Výsledky stanovení drsnosti povrchu po 60 dnech po nanesení nátěrové hmoty	57
9.10.1	Čerstvé dřevo	57
9.10.2	Na povrchu zdegradované dřevo	58
9.11	Dokončená povrchová úprava dřevěných vzorků starého, na povrchu zdegradovaného, jedlového dřeva.....	60

10	VYHODNOCENÍ A DISKUZE VÝSLEDKŮ	62
11	ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU PRO PRAXI	66
12	ZÁVĚR	67
13	SUMMARY	69
14	SEZNAM ZKRATEK	71
15	SEZNAM LITERATURY	72
16	SEZNAM TABULEK	75
17	SEZNAM OBRÁZKŮ	77
18	SEZNAM ROVNIC	79
19	SEZNAM PŘÍLOH	80
20	PŘÍLOHY	81

1 ÚVOD

Nejen nábytek, ale také stavebně truhlářské konstrukce i celé stavby, se začínají vyrábět ze starého, na povrchu zdegradovaného, dřeva, které již bylo použito, ale nebylo nijak povrchově upraveno. Pro tyto účely se používá dřevo na povrchu zdegradované atmosférickou korozí, které bylo vystaveno vlivům počasí bez předešlé povrchové úpravy v exteriéru, a na jeho povrchu vznikla plastická textura. Takové dřevo se nachází nejčastěji na starých budovách, stodolách, přístřešcích a různých účelových stavbách, kdy na dřevo působí faktory slunečního záření, větru, teploty, vody v pevném, plynném i kapalném skupenství, nečistot v ovzduší a jejich extrémních změn v rámci střídání ročních období. Degradaci povrchu dřeva také velmi ovlivňuje to, na jakou světovou stranu bylo exponováno.

Získává se cíleným rozebíráním dřevostaveb a staveb, kde se zdegradované dřevo vyskytuje. Vyrábí se z něj znovu nábytek i celé interiéry klasickými technologickými postupy pro výrobu nábytku a stavebně truhlářských konstrukcí. Ze starého dřeva lze vyrábět obklady, skříně, komody, nábytkové stěny, kuchyňské linky, podlahy, interiérové prvky. Pracovní desky kuchyňských linek, pracovních, kancelářských i jídelních stolů. Různé typy podhledů i celé interiérové komplety do kaváren, restaurací a veřejných prostor.

Tento typ na povrchu zdegradovaného dřeva je vyhledáván hlavně v alpských zemích a tam, kde je jeho vzhled typický pro okolní ráz krajiny a místní tradice. V poslední době se výrobky ze starého dřeva objevují i ve městech u moderních budov jako neobvyklé doplňky.

Dnes je na povrchu zdegradované dřevo velmi ceněno z důvodu jeho malé dostupnosti a díky tomu, že jej nemůžeme vyrobit a jeho zdroje se později vyčerpají.

Dřevěné výrobky by měly odpovídat požadavkům na povrchové úpravy dřeva, proto je důležité zvolit vhodnou povrchovou úpravu pro jeho dokončení.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce bylo:

- Analyzovat vlastnosti povrchu čerstvého a starého, na povrchu zdegradovaného, dřeva.
- Popsat proces atmosférické degradace dřeva.
- Analyzovat požadavky na fyzikálně-mechanické a vzhledové vlastnosti povrchových úprav.
- Stanovit postup a způsob vyhodnocení vlastností povrchu dřeva bez povrchové úpravy a s povrchovou úpravou dřeva.
- Určit vhodný způsob nanášení nátěrových hmot na staré, na povrchu zdegradované, dřevo.
- Pomocí laboratorních zkoušek zjistit fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchu dřeva.
- Určit nejvhodnější nátěrovou hmotu pro dokončování starého, na povrchu zdegradovaného, dřeva.
- Vyvinout a ověřit technologický postup dokončování starého, na povrchu zdegradovaného, dřeva.
- Vyhodnotit výsledky a popsat jejich využití v praxi.

3 VLASTNOSTI POVRCHU DŘEVA

Dřevo je podle Kúdely (2002) složeno z podélných tracheid, které tvoří více než 90 % objemu měkkého dřeva, prázdných buněk a lumenů. Tracheidy měkkého dřeva jsou 3-4 mm dlouhé a 30-40 μm široké. Dřevo obsahuje 50 % celulózy, 20-30 % hemicelulózy a 16-33 % ligninu. Extraktivních látek je ve dřevě obsaženo 4-10 %. Mohou mít negativní vliv na přilnavost nátěrových hmot na povrch, protože se při sušení mohou koncentrovat na povrchu dřeva a snižují smáčivost povrchu.

Tracton (2007) definuje dřevo jako biologický materiál, jehož vlastnosti se liší mezi jednotlivými druhy dřevin, v rámci jednoho druhu dřeviny i v rámci jednoho kusu dřeva. Vlastnosti ovlivňují hustota dřeva, rozdílná stavba dřevních vláken, tedy obsah jarního a letního dřeva, a přítomnost pryskyřic a extraktivních látek.

Dřevo podle Šlezingerové (2002) lze charakterizovat anizotropií fyzikálně-mechanických vlastností v různých směrech, s tím souvisí jeho bobtnání a sesychání, a jeho chemickým složením.

Kúdela (2002) píše, že vlastnosti povrchu ovlivňují vlhkost a teplota prostředí, ve kterém je dřevo uloženo. Věk povrchu dřeva negativně ovlivňuje adhezi nátěrových hmot nanášených na povrch dřeva.

4 CHARAKTERISTIKA ZDEGRADOVANÉHO DŘEVA

4.1 Atmosférická koroze dřeva

Definice atmosférické koroze dřeva je nejlépe vystižena Reinprechem (1997) „*Atmosférická koroze dřeva je proces přirozeného stárnutí dřeva na povětrnosti vlivem abiotických činitelů.*“

Rowell (2012) píše, že jednotlivé abiotické faktory mají tendenci působit společně a někdy synergicky, jen zřídka izolovaně. Nejvýznamnějším příkladem synergie je hydrolyza dřeva, která urychluje fotodegradaci. Sluneční záření hraje hlavní roli při degradaci povrchu dřeva pouze za současného působení dalších faktorů, které mají schopnost degradovat dřevo do mnohem větší hloubky.

Ostatní vlivy jako vodné roztoky chemikálií, agresivní plyny, kyslík, písek a prach, tepelné energie a energie proudění pevných látek a kapalin podle Reinprecha (2016) jen znásobují účinky jejich působení. Degradace povrchu nastává u všech organických materiálů i u povrchových úprav dřeva, uvádí Williams (1999).

4.1.1 Fotodegradace dřeva

Je zapříčiněna působením UV záření na povrch dřeva v exteriéru. Do interiéru sklo nepropouští UVB záření a světelný průnik je rozměrově omezen Reinprecht (2016). Rowell (2012) uvádí, že lignin, kterého je obsaženo ve dřevě 25-30 % Belgacem (2016), pohlcuje světlo tak, že propustí maximálně 10 % slunečních paprsků, které se nedostanou hlouběji do povrchu než 220 μm . Díky dobré absorpci světla podléhá podle Kučerové (2005) fotodegradaci lignin nejvíce. Průnik záření do dřeva je nepřímo úměrný hustotě dřeva a je ovlivněn chemickým složením dřeva. Vzhledem k vysoké koncentraci fenolických extraktů, které absorbují UV záření, je průnik světla do povrchu menší při nízké hustotě dřeva. Kumulace zdegradovaného ligninu při procesu degradace na povrchu také zamezuje dalšímu pronikání světla do dřeva.

Lokaj (2010) dále popisuje, že UV paprsky fotochemicky přeměňují lignin na vodorozpustné látky, které jsou vymývány deštěm. Vlákna celulózy podle Williamse (1999) zůstávají připevněna k povrchu dřeva a při vymývání vodou vzniká plastická textura povrchu dřeva, při které podle Lokaje (2010) dochází k barevným změnám. Nejprve povrch zežloutne, poté zhnědne a nakonec zešedne (viz obrázek 10

na str. 35). Žlutá vrstva několik milimetrů pod šedou a hnědou vrstvou má podobné složení jako nezvětralé dřevo. Hnědá vrstva dřeva má 40-60 % ligninu a vrstva zbarvená do šeda na povrchu zdegradovaného dřeva obsahuje minimální množství ligninu.

Podle Rowella (2012) proniká UV, infračervené a sluneční záření do hloubky pouze několika mikrometrů. Kataoka a Kiguchi (2001) uvádí, že vlivem volných radikálů a následujících reakcí dochází k degradaci dřeva do větších hloubek, než je prostup záření do povrchu dřeva.

Podle Lokaje (2010) má záření vliv do hloubky 0,05-2,5 mm a urychluje vznik trhlinek v povrchu dřeva. Fotodegradace trvá dle podmínek několik měsíců až několik let. Změna barvy od žluté přes hnědou k šedé trvá pouze několik měsíců. Kučerová (2005) píše, že vliv fotogradace působí až do hloubky 3 mm.

4.1.2 Degradace za působení vody

Lokaj (2010) uvádí, že v exteriéru kapilární síly v povrchové vrstvě dřeva rychle vstřebávají déšť, rosu, vzdušnou vlhkost, tající sníh, tedy nastávají velké výkyvy změn vlhkosti. To je jednou z nejdůležitějších příčin degradace dřeva.

Voda způsobuje změny rozměrů dřeva, při překročení pevnosti dřeva se v povrchu tvoří malé trhlinky uvádí Feist (1990) a podle Williamse (1999) bobtnání zvedá dřevní vlákna. Reinprecht (2016) píše, že malé trhlinky se rozšiřují a prohlubují díky častým změnám teploty, které s působením vlhkosti na dřevo úzce souvisí. Při působení vody a současně i plynu podle Lokaje (2010) vznikají organické kyseliny a aldehydy, které jsou vyluhovatelné deštěm.

Dle Reinprechta (2016) má v interiéru nejvýznamnější vliv voda, která kondenzuje na dřevěných výrobcích ze vzdušné vlhkosti. Dochází pouze k rozměrovým změnám dřeva a povrch v interiéru nedegraduje tak intenzivně jako v externím prostředí.

4.1.3 Chemická koroze dřeva

Dřevo se, jak uvádí Williams (1999), skládá ze čtyř typů organických materiálů, a to celulózy, hemicelulózy, ligninu a extrakčních látek. Každý z těchto materiálů degraduje jinou rychlostí. Extraktivní látky, které dávají každému druhu dřeviny svou

vlastní barvu, podléhají změnám při působení slunečního záření, přičemž ztmavují nebo zesvětlují barvu dřeva.

Chemická koroze je způsobena stykem dřeva s kyselinami, zásadami a oxidanty. Do dřeva se tyto látky dostávají ze znečištěného ovzduší přirozenou činností vulkánů a průmyslovou činností lidstva, píše Reinprecht (1997).

4.1.4 Vliv teploty

Reinprecht (2016) zdůrazňuje skutečnost, že zvýšením teploty se zvyšuje intenzita degradace. Malé trhlinky se rozšiřují a prohlubují díky častým změnám teploty. V zimě snížení teploty způsobuje přeměnu kapalné vody na led, čímž se zvětšuje její objem, a tím způsobuje vznik trhlin ve dřevě. Díky zvýšení teploty při napadaném sněhu na dřevo dochází k jeho tání a dřevo intenzivně přijímá velké množství vlhkosti. Poté se při ohřívání dřeva slunečními paprsky zvyšuje hydrolýza vody ve dřevě, což je spojené s procesem odpařování nebo vaření vody. Podle Lokaje (2010) při působení UV záření dosahuje teplota povrchu v letním období na světlém dřevě 40 °C, a na tmavém dřevě až 80 °C. Vzniklé trhlinky tvoří prostor pro změny zbarvení dřeva.

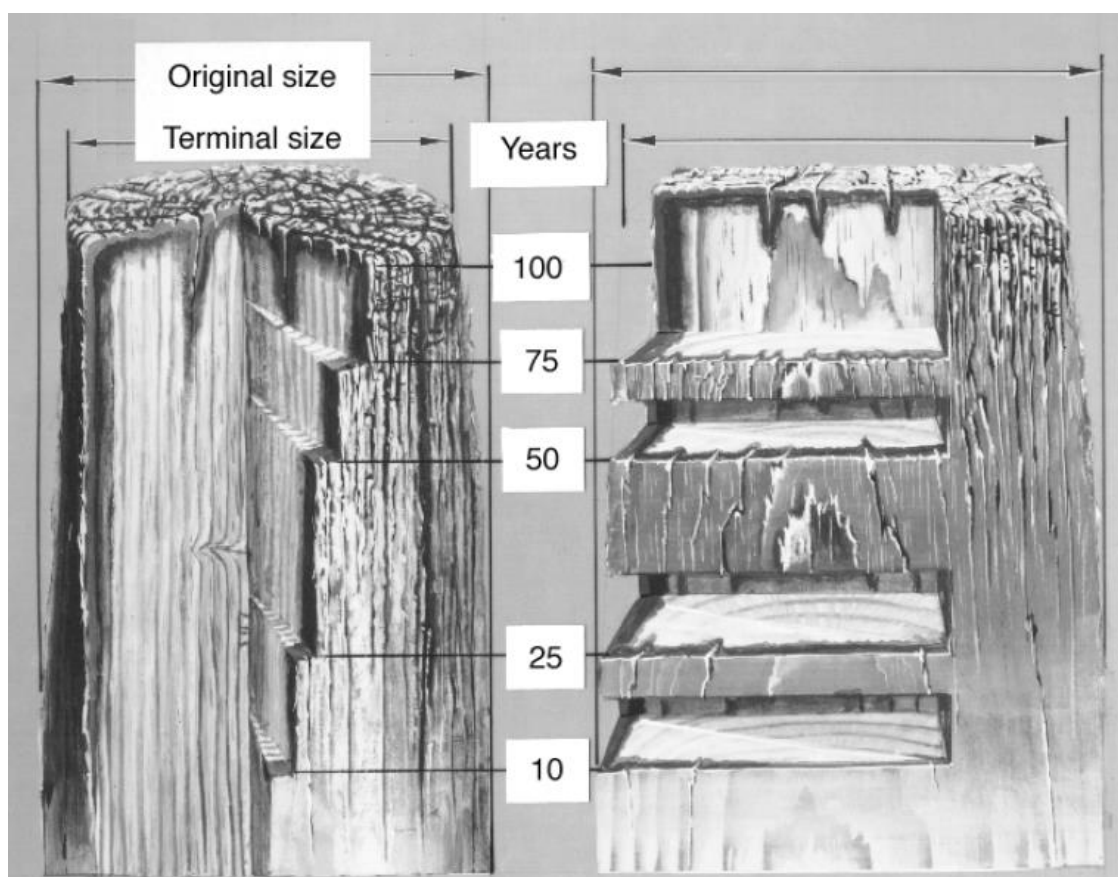
4.1.5 Vliv proudění vzduchu

Podle Reinprechta (2016) z povrchu dřeva dochází k mechanickému obrušování zdegradovaného dřeva větrem, který unáší déšť, písek, prach, atd. Tím se zpřístupňují hlubší neporušené vrstvy dřeva degradačnímu procesu. Eroze dřeva je nejintenzivnější v zónách jarního dřeva s nízkou hustotou. Rozsah eroze u jarního dřeva je asi 4x větší než u letního dřeva smrku ztepilého, tyto hodnoty zmiňuje Reinprecht (1997). Lokaj (2010) uvádí, že tvrdé dřeviny a letní dřevo měkkých dřevin eroduje rychlostí 3 až 5 mm za 100 let. Jarní dřevo měkkých dřevin eroduje rychlostí 6 až 10 mm za sto let, přičemž je rychlost atmosférické koroze nepřímo úměrná hustotě dřeva.

Atmosférickou korozi dřeva podle Reinprechta (2016) ovlivňuje druh podnebí, orientace dřeva na světové strany, zastřešení, způsob pořezu v prvovýrobě, orientace dřevních vláken do svislé nebo vodorovné polohy a druh dřeviny. Williams (1999) zdůrazňuje, že je také důležitá hustota dřeva, rychlost růstu dřeviny a intenzita cyklů smáčení a vysoušení povrchu. To ovlivňuje rychlost degradace povrchu dřeva.

Tendence k degradaci povrchu podle Williamse (1999) závisí na hmotnosti, tloušťce a šířce degradované desky. Čím je vyšší její hmotnost a, čím je větší šířka v poměru k tloušťce desky, tím je náchylnost k deformaci větší. Pro dobrou odolnost desek by neměla jejich šířka překročit osminásobek tloušťky. Degradace povrchu dřeva je větší u podélně uloženého dřeva.

Lokaj (2010) ve své knize uvádí informaci, že ve Švýcarsku byl v 70. letech proveden výzkum, kdy porovnávali 20 vzorků tvrdého a měkkého dřeva z evropských i mimoevropských dřevin za vlivu povětrnostních podmínek. Rozdílnost dřevin se projevovала různými mechanickými vlastnostmi a chováním doby expozice. Avšak po roce působení zjistili, že všechny vzorky měly stejnou intenzitu eroze a stejný barevný odstín u zdegradovaného povrchu.



Obr. 1: Intenzita atmosférické koroze dřeva závislá na čase expozice podle Williamse (1999)

Williams (1999) uvádí, že za šedé zbarvení (viz obrázek 10 na str. 35) zdegradovaného povrchu jsou zodpovědné mikroorganismy v podobě plísní, které se na zdegradovaném povrchu běžně vyskytují. V pokročilých fázích degradace, kdy má povrch dřeva vyšší obsah celulózy, vzniká stříbřitě šedý lesk povrchu.

Reinprecht (1997) uvádí, že průnik slunečního záření brzdí povrchová úprava dřeva. Kučerová (2005) uvádí, je-li dřevo povrchově nedokončeno, již po 4 týdnech expozice v exteriéru dochází k degradaci povrchu, která má velký vliv na jeho adhezi nátěrové hmoty. V interiéru degraduje dřevo za působení UVB záření.

4.2 Vlastnosti povrchu zdegradovaného dřeva

Při procesu atmosférické koroze vznikají v povrchu dřeva trhlinky, které mají za následek vyšší nasákavost dřeva, což může mít za následek větší spotřebu při nanášení nátěrových hmot. Dochází ke změnám barvy, kdy povrch nejprve zežloutne, poté zhnědne a nakonec zešedne.

Reinprecht (2016) dále popisuje, že vzniká velká drsnost povrchu, to označujeme plastickou texturou. Dochází k mírnému poklesu hustoty. K fyzikálním a slabým mechanickým změnám dochází pouze na povrchu dřeva.

Podle Reinprechta (1997) si dřevo, je-li porušen povrch pouze trhlinami, zachovává svoji původní navlhavost, zvyšuje se však schopnost impregnace perforovaného povrchu a výrazně se mění jeho akustické a elektrofyzikální vlastnosti.

Chemické změny v povrchu dřeva podle Rowella (2012) ovlivňují následné napadení dřeva mikroorganismy. Také mohou drasticky ovlivnit přilnavost nátěrových hmot na povrch dřeva, píše Williams (1999), a také je podle něj zřejmé, že zdegradovaný povrch s množstvím prachových částic nemůže dobře navázat nátěrovou hmotu.

Sandberg (1998) porovnával vliv atmosférické koroze na velikost trhlín v povrchu na radiálním a tangenciálním řezu dřeva. Vzorky byly vystaveny 33 měsíců povětrnostním podmínkám. Výsledky dokazují, že na tangenciálních plochách byly trhlíny šestkrát větší než na radiálních plochách. Na tangenciálních plochách byl větší obsah trhlín. Změnu barvy vykazovaly tangenciální a radiální plochy stejnou. Na mikroskopické úrovni zjistil, že v tangenciální ploše byly trhlíny hlubší než na radiální ploše.

Podle Williamse (1999) atmosférická degradace dřeva může mít velmi velký vliv na chemické změny povrchu dřeva, ke kterým dochází v exteriéru již po několika týdnech, a tím i na přilnavost, tedy adhezi nátěrových hmot a jiných povrchových úprav, to říká i Kučerová (2005).

4.3 Odolnost a trvanlivost dřeva

Trvanlivost dřeva je nejlépe popsána (Šlezingerovou 2014). Jde o schopnost dřeva odolávat fyzikálním, chemickým a biologickým faktorům, které na dřevo neustále působí. Na základě anatomické stavby dřeva a jeho chemickému složení mají různé dřeviny různý stupeň trvanlivosti. Ta je v praxi závislá na podmínkách okolního prostředí. Trvanlivost negativně ovlivňuje hlavně střídání tepla a vlhkosti. Přirozená odolnost dřeva je závislá na obsahu chemických látek, tedy pryskyřic, tříslovin, alkaloidů, saponinů, případně minerálních látek (SiO_2). Při použití dřeva v přírodních atmosférických podmínkách, na suchém vzduchu a ve vodě můžeme porovnat trvanlivost jednotlivých dřevin. Hodnoty trvanlivosti dřevin jsou vztaženy k dubovému dřevu. Jeho trvanlivost je brána jako 100 %.

Tab. 1: Poměrná trvanlivost dřeva různých druhů dřevin vztažená k trvanlivosti dubové dřeviny podle Šlezingerové (2014)

Druh dřeva	Poměrná trvanlivost (%)		
	v přírodních podmínkách	na suchém vzduchu	ve vodě
dub	100	100	100
jilm	90	90	90
modřín	85	95	80
borovice	85	90	80
smrk	75	75	50
jasan	64	-	-
buk	60	40	70
topol	30	35	-

Nejodolnější dřeva jsou podle Šlezingerové (2014) s nejvyšší hustotou a dřevo jádra je trvanlivější než bělové dřevo. Proto mají nejvyšší trvanlivost a odolnost listnaté dřeviny kruhovitě pórovité. Jako druhá nejodolnější skupina dřev jsou jehličnatá dřeva obsahující jádrové dřevo a pryskyřičné kanálky.

5 POŽADAVKY NA POVRCHOVOU ÚPRAVU DŘEVA

Tři základní požadavky na funkci nátěrové hmoty nejlépe definoval Tracton (2007). Funkce nátěru je ochrana povrchu, čistitelnost povrchu, zachování vzhledu povrchu dřeva a prodloužení životnosti dřeva.

Při výběru nátěrových hmot a způsobu jejich nanášení si podle Tesařové (2014) musíme ujasnit, jestli se jedná o nátěr, který bude použit ve vnitřním nebo venkovním prostředí, zda bude aplikován na jehličnatém nebo listnatém dřevě, nebo se jedná o povrchovou úpravu nového výrobku bez předešlé povrchové úpravy či o renovační nátěr. Dále jaké faktory na povrch budou působit: sluneční záření, vysoká vlhkost prostředí, mechanické namáhání, proudění vzduchu a rozdílnost teplot a dostupný technologický způsob nanášení nátěrové hmoty.

Povrchová úprava musí splňovat ekologické požadavky na minimum emisí VOC organických těkavých látek, které se uvolňují při nanášení nátěrových hmot, a při uvolňování látek do interiéru. Povrchová úprava musí vydržet působení okolních faktorů, jako jsou působení kyslíku, tedy oxidace, tepla, vody ve všech skupenstvích, světelného záření a emisí v ovzduší. To všechno ovlivňuje životnost nátěrové hmoty a její degradaci. Taky musí splňovat požadavky na odolnost při působení okolních faktorů v exteriéru, ke kterým se přidává mimo interiér působení proudění vzduchu a velké výkyvy teplot. Dále musí splňovat odolnost vůči vrypu, dostatečnou tvrdost povrchu, odolnost proti oděru a úderu, odolnost proti chemikáliím a studeným kapalinám. V neposlední řadě by nátěrová hmota měla zvýšit estetickou hodnotu výrobku a potlačení barevných rozdílů dřevěného podkladu. Požadavky přesně určují české státní normy. *Požadavky na fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchových úprav dřevěného nábytku* určuje norma ČSN 91 0102. Pro povrchovou úpravu nábytku do interiéru jsou vhodné rozpouštědlové dvousložkové polyuretanové hmoty, vodou ředitelné polyuretanové jednosložkové a dvousložkové nátěrové hmoty, vodou ředitelné polyuretanové nátěrové hmoty vytvrzované UV zářením, vysokосуšínové nátěrové hmoty na akrylátové bázi vytvrzované UV zářením, vodou ředitelné disperzní nátěrové hmoty, nitrocelulósová nátěrové hmoty. Pro dveře z masivního dřeva určeny do interiéru je doporučeno používat všechny výše uvedené druhy polyuretanových nátěrových hmot.

Nátěrové hmoty pro dokončování povrchu masivního dřeva by podle Tesařové (2010) měly zamezit vzniku barevných změn povrchu, zdrsnění povrchu, potlačovat estetické vady, zvýraznit kresbu dřeva a co nejvíce snížit vliv vlhkosti na objemové změny dřeva a rozměrové změny dřeva dané jeho hygroskopíí. Povrchová úprava by také měla pohlcovat UVA a UVB záření.

Nátěrové hmoty nanesený na dřevě podle Williamse (1999) podléhají také fotodegradaci, protože jejich hlavní složku dřeva tvoří organické polymery. Rychlost degradace je závislá na odolnosti polymeru vůči UV záření, odolnější jsou nátěrové hmoty na bázi akrylových polymerů a nejméně odolné jsou nátěrové hmoty na bázi olejů. Povrchová úprava může být také napadena plísní.

6 POUŽITÉ MATERIÁLY, STROJNÍ ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY, ZPŮSOB NANÁŠENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT

6.1 Použité dřeviny

Materiálem pro měření fyzikálních a mechanických vlastností povrchových úprav byly použity vzorky dřeva na povrchu zdegradovaného atmosférickou korozi. Při získávání dřeva na povrchu zdegradovaného atmosférickou korozi není možnost výběru podle typu dřeviny. V případě výroby nábytku, obkladů, podhledů, doplňků do interiéru i exteriéru, aj. jde především o vzhled zdegradovaného povrchu. Makroskopicky nebylo možné určit druh dřeviny, proto bylo získané dřevo podrobena mikroskopickému určení dřeviny. Díky nálezu homocelulárních dřevných paprsků a pozvolnému, až ostrému přechodu tracheid bylo zjištěno, že se jedná o jedli bělokorou. Druh dřeviny byl určen pomocí mikroskopu LEICA DM500. Jako referenční vzorky byly použity vzorky smrkového dřeva přirozeně vysušené a hoblované. Ze smrkového dřeva se běžně vyrábí nábytek, obklady, podhledy, doplňky do interiéru i exteriéru, aj. Dřevo jedle pro referenční vzorky nebylo zvoleno, protože není tak vhodné pro výrobu nábytku kvůli jeho horšímu obrábění, častěji se používá na střešní krytinu jako šindel pro jeho dobrou štípatelnost a také na výrobky, které přichází do kontaktu s vodou. Vzorky byly získány z Valašska ze střešního štítu staré dřevostavby, kde byly orientovány na jih odstíněny vzdálenou budovou.

6.1.1 Charakteristika dřevin

Smrk ztepilý

Dřevo se podle Šlezingerové (2012) řadí mezi jehličnaté dřeviny. Dřevo nemá rozlišeno jádro a běl, po poloměru kmene je jednotně zbarveno. Letokruhy jsou zřetelné s pozvolným přechodem mezi jarním a letním dřevem v rámci letokruhu. Dřevo je žlutobílé až světle žlutohnědé. Průskříčné kanálky jsou drobné, viditelné jako svislé tmavší pásy jen na podélných řezech. Na nich je taky slabě lesklé. Dřevo se řadí mezi měkké dřeviny. Při 0 % vlhkosti má hustotu 420 kg/m^3 . Dobře se opracovává, avšak je méně trvanlivé a odolné proti biotickým škůdcům. Patří mezi nejdůležitější dřevo pro výrobu nábytku a stavební konstrukce. Vyrábí se z něj dýhy, překližky, dřevotřískové a dřevovláknité desky. Zpracovává se také na buničinu, která slouží

jako výchozí surovina pro výrobu papíru. Z vysoce jakostního řeziva se vyrábí hudební nástroje, a to díky skvělým rezonančním vlastnostem dřeva.

Jedle bělokorá

Jehličnatá dřevina, jak uvádí Šlezingerová (2012), nemá rozlišeno jádro a běl a neobsahuje pryskyřičné kanálky. Letokruhy se středně ostrým přechodem jsou dobře zřetelné. Barva je šedobílá až hnědošedá bez lesku. Řadí se mezi měkké dřeviny, při 0 % vlhkosti je jeho hustota 405 kg/m³. Opracovává se hůře než smrk, má však vyšší odolnost vůči biotickým vlivům a vyšší trvanlivost ve vodě. Je méně odolné vůči fyzikálním a mechanickým vlivům ve venkovním prostředí. Díky dobré štípatelnosti se používá pro výrobu šindele jako střešní krytiny, pro vodní a pozemní stavby jako čluny, piloty, atd.

6.2 Charakteristika nátěrových hmot

6.2.1 Nitrocelulóзовé nátěrové hmoty

Jsou rozpouštědlové nátěrové hmoty. Při jejich výrobě se rozpouští pojivo v organickém rozpouštědle. Pojivem je nitrát celulózy. Při nanesení na povrch dřeva se začne rozpouštědlo rychle odpařovat a tvoří se nátěrový film. Přitom se odpařují do ovzduší VOC organické těkavé látky, které zatěžují životní prostředí. Z tohoto důvodu jsou v dnešní době méně používány. Vyrábějí se od hluboce matné až po vysoce lesklé typy dokončených povrchů. Jejich nevýhodou je malá odolnost vůči působení vlhkého a suchého tepla, některých studených kapalin a po delším čase dochází k propadání povrchu nátěrového filmu.

Nátěry se používají pro povrchovou úpravu dřevěného nábytku, sedacího nábytku a tam, kde nejsou kladeny vysoké požadavky na kvalitu povrchové úpravy vzhledem ke tvaru výrobku. Také se používají na výrobu hudebních nástrojů.

Tesařová (2014)

Druh použité nátěrové hmoty

Pro povrchovou úpravu byl použit CELOMAT nitrocelulóзовý matný lak C1038 od výrobce nátěrových hmot COLORLAK.

Je to bezbarvý lak, který obsahuje látky pohlcující UV záření, díky tomu je omezeno žloutnutí dřeva pod nátěrem. Nesmí být použit k povrchové úpravě výrobků, které přicházejí do přímého styku s poživatinami, krmivy, pitnou vodou, ani k nátěrům dětského nábytku a hraček.

6.2.2 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Patří mezi středněvrstvé prodyšné lazury. Jejich pojivo na bázi akrylátových disperzí je na rozdíl od nitrocelulóзовých nátěrových hmot rozptýleno ve vodě. Tím je docíleno velmi malého množství VOC organických těkavých látek, které se vypařují do ovzduší. Také mají, na rozdíl od rozpouštědlových nátěrových hmot, jiné vlastnosti. Minimální teplota vzduchu při nanášení musí být minimálně 20 °C. Nabobtnávají dřevní vlákna, proto je potřeba je nanášet v menším množství pro velký obsah sušiny, zasychají delší dobu, jejich vzniklé filmy na povrchu výrobků se obtížně brousí. Pro jejich nanášení je používat štětce vyrobené z polyamidu a polyesteru.

Tesařová (2014)

Druh použité nátěrové hmoty

Pro měření fyzikálně - mechanických vlastností byla vybrána vodou ředitelná transparentní nátěrová hmota SAYERLACK AF 5620, vodou ředitelný základ i vrch pro méně exponované plochy s leskem 20 %.

Lak vhodný pro úpravu povrchu s otevřenými póry. Má lesk 5, 20, 40 GU.

6.2.3 Polyuretanové nátěrové hmoty (PUR)

Patří mezi rozpouštědlové nebo vodou ředitelné nátěrové hmoty, které vytváří film fyzikálním zasycháním a chemickou reakcí. Dělí se na jednosložkové a dvousložkové. Po nanesení směsi tužidla s izokyanátovou pryskyřicí a pojivem s polyolovou skupinou dochází k odpařování rozpouštědel a pojivo s tužidlem začne reagovat. Izokyanátová pryskyřice, hlavní složka tužidla, vytvrzuje vzdušnou vlhkostí, proto musí být uchovávána a pečlivě uzavřena v chladném prostředí.

Aplikací polyuretanových nátěrových hmot na dokončovaný povrch dosahujeme velmi kvalitních povrchů s dobrou odolností a dobrými hygienickými vlastnostmi. Kučerová (2005) uvádí, že polyuretanové nátěrové hmoty mají dobrou odolnost proti otěru a trvalou elasticitu.

Při nanášení nátěrů je nutná dostatečná výměna vzduchu v pracovním ovzduší a je potřeba si dávat pozor na kontakt tužidla s pokožkou.

Tesařová (2014)

Druh použité nátěrové hmoty

Pro povrchovou úpravu vzorků polyuretanovou nátěrovou hmotou byl zvolen dvousložkový polyuretanový transparentní univerzální lak od výrobce nátěrových hmot SAYERLACK. Složen z polyuretanového základu TU 6125/00 tužidla 801/00 a ředidla DT 1150.

Lesk laku je 10-25-30 GU, poskytuje rovnoměrné rozložení matu, má velkou povrchovou tvrdost a je velmi příjemný na dotek.

6.3 NANÁŠENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT POMOCÍ ŠTĚTCE

Nanášení nátěrové hmoty štětcem je klasický postup nanášení nátěrové hmoty. Princip nanášení je definován Tesařovou a kol. (2014). Při namočení chlupů štětce do nátěrové hmoty začne vzlínat nátěrová hmota pomocí kapilárních sil. Když poté štětec přitlačíme na plochu, nátěrová hmota z něj vyteče. Výhodou nanášení nátěrových hmot štětcem je souběžné zpracování nátěrové hmoty a dobré zatlačení do plochy, tím se zvýší přilnavost. Dalšími výhodami jsou malé ztráty nátěrové hmoty a nízké náklady na technologii.

Rozpouštědlové nátěrové hmoty se nanášejí pomocí štětců s přírodními štětinami. Pro vodou ředitelné disperzní barvy je určen štětec s polyesterovými a polyamidovými chlupy nebo jejich kombinace s přírodními štětinami. Pro kvalitnější nanášení vodou ředitelných nátěrových hmot jsou štětce s kombinovaným chlupem a syntetickým chlupem na konečcích velmi roztřepeny.

6.4 POUŽITÉ STROJE, ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY

6.4.1 Pro přípravu vzorků:

- řezivo smrkového a jedlového dřeva

- srovnávací frézka a tloušťkovací frézka
- formátovací pila
- pásová bruska
- dřevěný kartáč
- brusné papíry 100, 12, 15, 200, 220 a 280
- brusný špalík
- hadr
- štětce
- nátěrové hmoty
- mikroskop LEICA DM500
 - zvětšení 40-400 x



Obr. 2: Mikroskop LEICA

6.4.2 Pro laboratorní měření:

- laboratorní váha Kern EW 3000 - 2M
 - rozsah 0,01-3000 g
 - přesnost měření 0,5 g



Obr. 3: Laboratorní váha Kern

- leskoměr erichsen picogloss 503
 - s odchylkou $0,5^\circ$
 - úhel dopadu a odrazu je 20° , 60° , 85°



Obr. 4: Leskoměr

- spektrofotometr BYK GARDNER spektro-spektroguide sphere gloss
 - rozsah lesku 0-180 GU
 - fotometrický rozsah 0-100 %
 - spektrální rozsah 400-700 nm



Obr. 5: Spektrofotometr

- mikrotvrdoměr Bareiss FL 2000 H
 - rozsah měření $5 \mu\text{m}$
 - odchylka $0,5 \mu\text{m}$



Obr. 6: Mikrotvrdoměr

- Erichsen Hardness Tester Model 239
 - odchylka na 1 díl je 0,5 N



Obr. 7: Přístroj pro měření tvrdosti povrchu sklerometrickou metodou

- teplovzdušná sušárna Ventice II
 - maximální teplota 250 °C
 - nerezový vnitřní prostor podle DIN 1.4301



Obr. 8: Teplovzdušná sušárna

- 3D profilometr Talysurf CLI 1000



Obr. 9: 3D profilometr Talysurf CLI 1000

Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/270647647_fig3_Figura-3-Topografo-de-Superficie-3D-Surface-Profiling-System-Talysurf-CLI-1000-Taylor

- závaží 20 g, 200 g, 2 kg
- skleněné desky
- papírové čtverečky 25 x 25 mm
- pryžová kolečka s průměrem 22 mm a tloušťkou 4-6 mm
- nanášecí pravítko

7 ZKUŠEBNÍ METODY PRO VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ POVRCHOVÝCH ÚPRAV

7.1 Zhotovení zkušebních nátěrů

ČSN 67 3050

Norma charakterizuje postup zhotovení laboratorních zkušebních nátěrů za předepsaných jednotných podmínek. Dřevěné vzorky musí být bez vad, mít zaobleny hrany a být očištěny od prachu. Podmínky prostředí musí odpovídat předepsaným hodnotám. Nátěrová hmota musí být před nanášením upravena podle normy ČSN 67 3010 a být rovnoměrně rozetřena. Nátěry se provádí pomocí štětce podle ČSN 23 3710.

7.2 Stanovení doby zasychání nátěrových hmot

ČSN 67 3052

Norma slouží pro stanovení doby a stupně zasychání nátěrových hmot. Pro zkoušku potřebujeme skleněné desky, čtverečky z matného psacího papíru bez dřevních vláken, pryžové kotoučky, závaží pro jednotlivé stupně zasychání a stopky. Zkouška se provádí na třech vzorcích. Jednotlivé stupně zasychání se určují postupně podle následující tabulky.

Tab. 2: Vyhodnocení zasychání nátěrové hmoty podle ČSN 67 3052

Vyhodnocení zasychání podle ČSN 67 3052		
Stupeň zasychání	Podmínky zkoušky	Výsledky zkoušky
1	Test otiskem prstu	Na nátěrovém filmu nezůstává otisk prstu
2	Zatížení závažím 20 g po dobu 60 sekund	Čtvereček papíru z nátěru snadno odpadne
3	Zatížení závažím 200 g po dobu 60 sekund	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr je beze stopy po zatížení
4	Zatížení závažím 2 kg po dobu 60 sekund	Papír se nepřilepí k nátěru, na nátěru je patrná stopa po zatížení
5	Zatížení závažím 2 kg po dobu 60 sekund	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr je beze stopy po zatížení

7.3 Stanovení obsahu netěkavých látek v nátěrových hmotách

ČSN EN ISO 3251

Pomocí normy zjišťujeme množství netěkavých látek v nátěrových hmotách. Podíl netěkavých látek v konkrétní nátěrové hmotě není absolutní veličinou pouze relativní, protože závisí na teplotě a době zahřívání. Ke zkoušce potřebujeme Petriho misky, tři vzorky navážky zhruba 1 g nátěrové hmoty a teplovzdušnou sušárnu. Do Petriho misek se naváže nátěrová hmota a nechá se klimatizovat v prostředí laboratoře. Poté se vloží do sušárny na předepsanou dobu a teplotu sušení pro danou nátěrovou hmotu. Po vysušení se misky zváží a vypočítá se podíl netěkavých látek.

$$NV = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 (\%)$$

Rovnice 1: Rovnice pro výpočet obsahu netěkavých látek

m_0 – hmotnost prázdné misky v gramech

m_1 – hmotnost misky s nátěrovou hmotou v gramech

m_2 – hmotnost misky s vysušenou nátěrovou hmotou v gramech

7.4 Vyhodnocení lesku povrchu

ČSN 91 0273

Slouží ke stanovení lesku povrchu. Lesk povrchu je vyjádřen v procentech, ke kterým je přiřazena referenční hodnota 100 %. Pro měření lesku se používá fotoelektrický leskoměr. Na každém zkušebním vzorku se provádí nejméně tři měření. Z měření jednoho vzorku se vypočte aritmetický průměr a zaokrouhlí na celé číslo. Za výsledek se považuje aritmetický průměr hodnot ze všech měřených vzorků.

7.5 Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru

ČSN 67 3068

Pomocí zkoušky zjišťujeme změny barevných vlastností nátěrů a určení barevných rozdílů nátěrových hmot. Výsledky zkoušky vyjadřují změnu barevného

rozdílu ΔE a určují změnu barevných vlastností před nanesením nátěrové hmoty a po její aplikaci. Jako přístroj pro měření barevného odstínu se používá kolorimetr. Měří se na několika místech v podélném i příčném směru. Z jednotlivých nátěrů se vypočítá průměr. Z těchto aritmetických průměrů se vypočítá aritmetický průměr nátěrové hmoty.

Z měření byly získány hodnoty L^* , a^* , b^* , které určují barevný prostor. Změna barevného odstínu ΔE se dále vypočítá podle vzorce:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Rovnice 2: Rovnice pro výpočet ΔE

ΔL^* , Δa^* , Δb^* - jsou změny souřadnic měřeného vzorku

7.6 Stanovení vnikací tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem

ČSN 67 3074

Zkouška se provádí pro stanovení tvrdosti nátěrů mikrotvrdoměrem s vnikacím tělesem tvaru čtyřboké Vickersovy pyramidy podle ČSN 250264. Testovaný vzorek se umístí na tvrdý, rovný a stabilní podklad. Vnikací těleso se zatlačí do nátěrového filmu a následná hodnota představuje míru protlačení v μm . Měření se opakuje v pěti místech v příčném i podélném směru. Z naměřených hodnot se vypočítá aritmetický průměr.

7.7 Zjišťování tvrdosti povrchu sklerometrickou metodou

ČSN 91 0 275

Metodou zjišťujeme zatížení povrchu rydlem, rydlo sklerometru zanechává v povrchu vryp šířky 50 μm . Zkouška se provádí pomocí sklerometru, který se skládá z páky, v níž je rydlo a vyvažovací závaží, a saní, ke kterým je připevněn vzorek a elektromotoru. Hmotnost závaží na páce se zvětšuje o 1 N, dokud hrot nevytvoří vryp. Výsledná hodnota v N určuje potřebnou minimální sílu pro poškození povrchu vrypem.

7.8 Stanovení tvrdosti kyvadlovým přístrojem

ČSN 67 3076

Cílem zkoušky je stanovení doby útlumu kyvadla, které spočívá na zkoušené ploše dvěma ocelovými kuličkami. Hodnoty získané z měření na skleněné desce slouží jako referenční hodnoty 100 % tvrdosti materiálu. Z naměřených výsledků na kontrolní desce a zkoušeném vzorku se vypočítá aritmetický průměr. Tvrdost nátěru H se vypočítá:

$$H = \frac{\text{doba útlumu kyvů na zkoušeném vzorku}}{\text{doba útlumu kyvů na kontrolní desce}} \cdot 100 (\%)$$

Rovnice 3: Rovnice pro výpočet tvrdosti nátěru

7.9 Měření drsnosti povrchu

Měření 2D a 3D drsnosti a vlnitosti povrchu proběhlo na 3D profilometru Talysurf CLI 1000 dotykovým snímačem o rozsahu plochy 12 mm x 12 mm, dotykovým hrotem s rozsahem 2,5 mm s krokem 20 μm v obou osách s rychlostí měření 2-3 mm/s. Při jednom měření bylo naměřeno 626 řezů. Vyhodnocení 3D profilu povrchu bylo provedeno v programu Talymap Platinum. Pro měření byla náhodně vybrána místa na povrchu vzorků bez vad dřeva a povrchových nečistot.

8 POSTUP ŘEŠENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE A PŘÍPRAVA VZORKŮ

8.1 Příprava vzorků

Vzorky pro laboratorní měření byly připraveny z čerstvého smrkového dřeva. Všechny byly tloušťkově egalizovány, tedy hoblovány. Vzorky staré asi sto let zdegradovaného jedlového dřeva atmosférickou korozí byly získány ze střešního štítu orientovaného na jih odstíněného vzdálenou budovou. Vzorky čerstvého i zdegradovaného dřeva byly nařezány na rozměry 150 mm x 300 mm v počtu 15 kusů čerstvého a 15 kusů zdegradovaného dřeva.

Pro měření drsnosti povrchu byl jeden vzorek čerstvého a jeden vzorek starého dřeva nařezán na požadované rozměry 75 mm x 98 mm, a to kvůli omezenému rozsahu rozměrů přístroje. Vzorky byly použity pouze pro měření drsnosti povrchu a upraveny pouze vodou ředitelnou nátěrovou hmotou. Pro úpravu vzorků a nanášení nátěrové hmoty byl zvolen stejný technologický postup jako u ostatních vzorků.

Stejně tomu bylo i při přípravě vzorků, na kterých byla měřena tvrdost povrchu sklerometrickou metodou a kyvadlovým přístrojem. Bylo tak učiněno, protože laboratorní stroje mají omezené rozměry měřených vzorků. Pro každou nátěrovou hmotu byl pro měření použit jeden vzorek čerstvého a jeden vzorek starého dřeva. Pro povrchovou úpravu vzorků byl použit stejný technologický postup jako pro ostatní vzorky.

8.2 Postup měření

První laboratorní měření bylo provedeno na čerstvém, pouze hoblovaném dřevě a na starém dřevě se zešedlou barvou povrchu, které bylo očištěno od prachu a nečistot. Čerstvé dřevo bylo po laboratorním měření obroušeno brusným papírem zrnitosti 100, 120, 150, 200, 220 a očištěno od prachu pro následnou povrchovou úpravu.

Staré dřevo bylo očištěno dřevěným kartáčem s umělým chlupem od starého zešedlého dřeva tak, aby byla zachována plastická struktura zdegradovaného povrchu. Na vzorky byly natíráním nanесeny tři druhy nátěrových hmot, nitrocelulózová nátěrová hmota, vodou ředitelná nátěrová hmota a dvousložková polyuretanová nátěrová hmota. Mezi jednotlivými nánosy nátěrových hmot byly vzorky obroušeny brusným papírem

zrnitosti 280 a následně zváženy. Pouze u polyuretanové nátěrové hmoty nebyl prováděn mezibrus mezi jednotlivými nánosy nátěrové hmoty. Hned po zaschnutí nátěrových hmot bylo provedeno další laboratorní měření. Poté byly vzorky uloženy do skladové místnosti, kde byly klimatizovány při pokojové teplotě a vlhkosti. Po 60 dnech bylo provedeno opět laboratorní měření.

Drsnost povrchu čerstvého smrkového a starého na povrchu zdegradovaného jedlového dřeva byla měřena nejdříve na dřevě bez povrchové úpravy, a poté po 60 dnech od aplikace nátěrové hmoty. Tvrdost povrchu sklerometrickou metodou a kyvadlovým přístrojem byla měřena na vzorcích před aplikací nátěrových hmot, po obroušení vzorků čerstvého dřeva, po očištění starého dřeva od prachu, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot.

Všechny vzorky byly prohlíženy laboratorní lupou desetinásobným zvětšením, aby byly zjištěny nečistoty na povrchu dřeva a následně odstraněny a stanoveny body bez suků a jakýchkoliv nežádoucích vad pro měření na jednotlivých vzorcích. Byly provedeny následující operace: měření množství nanesené nátěrové hmoty, měření doby zasychání nátěrových hmot, měření množství netěkavých látek v nátěrovém filmu, měření lesku povrchu, stanovení změny barevného odstínu, měření tvrdosti povrchu mikrotvrdoměrem, měření tvrdosti povrchu sklerometrickou metodou, měření tvrdosti povrchu kyvadlovým přístrojem.



Obr. 10: Povrch starého zdegradovaného jedlového dřeva před odstraněním nečistot z povrchu

9 VYHODNOCENÍ LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

9.1 Výsledky stanovení drsnosti povrchu před nanesením nátěrové hmoty

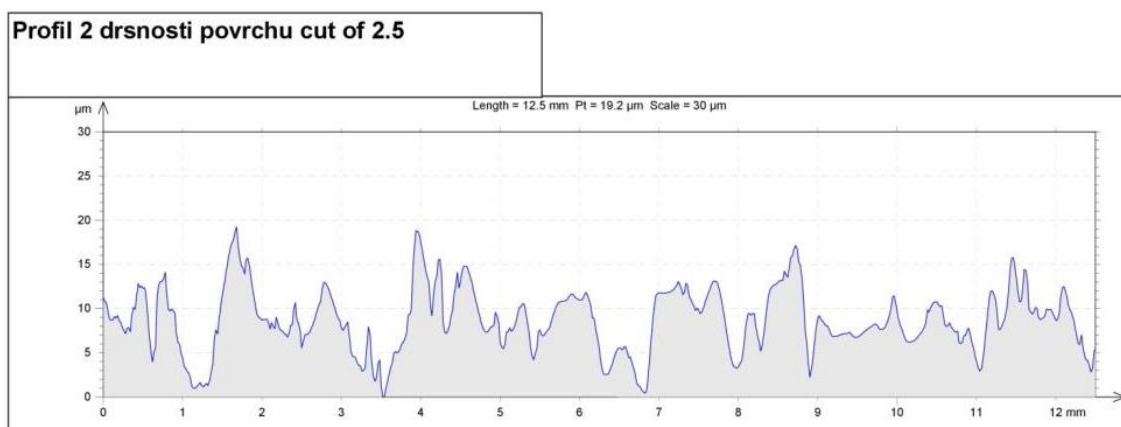
Pro porovnání drsnosti ploch byla na vzorcích čerstvého, pouze hoblovaného dřeva, a na povrchu zdegradovaného dřeva bez povrchové úpravy změřena drsnost povrchu.

9.1.1 Čerstvé dřevo

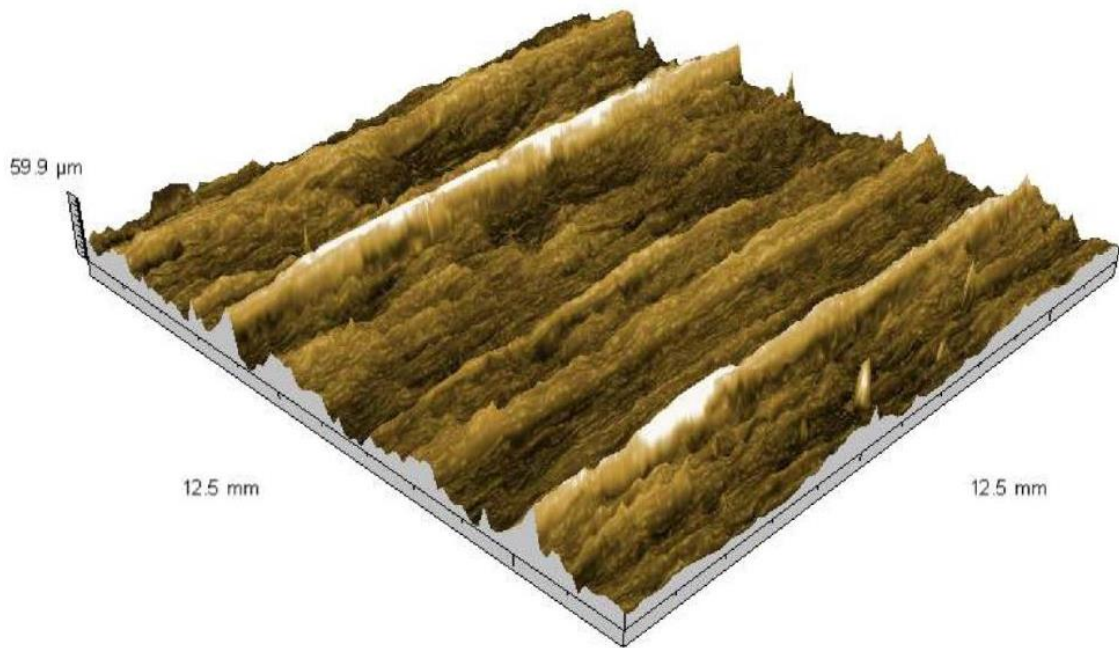
Průměrná aritmetická úchylka profilu drsnosti povrchu R_a – 3,01 μm .

Průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu na 3D profilu S_a – 9,06 μm .

Největší výška 3D profilu drsnosti povrchu S_t – 59,9 μm .



Obr. 11: Jeden náhodně vybraný 2D řez drsnosti povrchu čerstvého dřeva bez povrchové úpravy při filtraci 2,5 mm



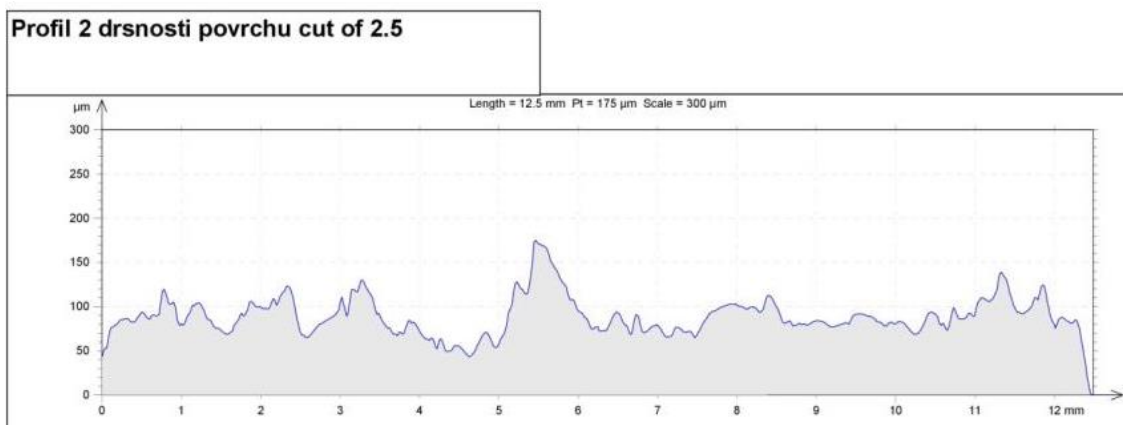
Obr. 12: 3D profil drsnosti povrchu čerstvého dřeva bez povrchové úpravy

9.1.2 Na povrchu zdegradované dřeva

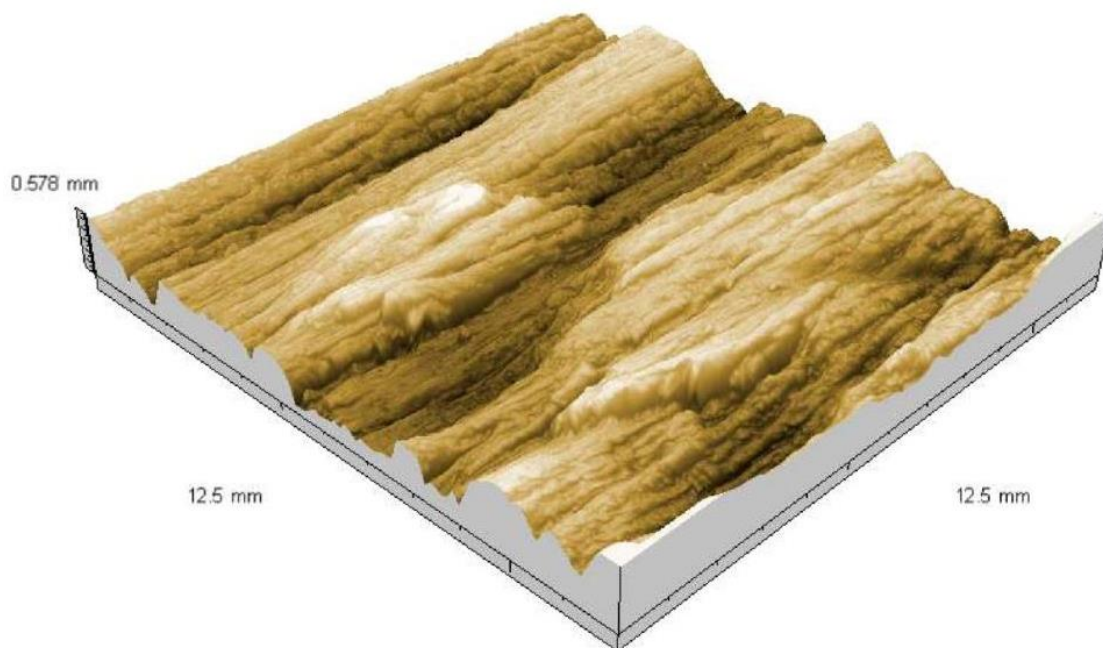
Průměrná aritmetická úchylka profilu drsnosti povrchu R_a – 16,4 μm.

Průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu na 3D profilu S_a – 0,12 mm.

Největší výška 3D profilu drsnosti povrchu S_t – 0,578 mm.



Obr. 13: Jeden náhodně vybraný 2D řez drsnosti povrchu zdegradovaného dřeva bez povrchové úpravy při filtraci 2,5 mm



Obr. 14: 3D profil drsnosti povrchu zdegradovaného dřeva bez povrchové úpravy

Na obrázku 11 a 13 na str. 33 a 34 je zobrazena drsnost povrchu čerstvého a starého na povrchu zdegradovaného dřeva bez povrchové úpravy na jednom řezu vybraném z 626 měřených řezů drsnosti povrchu.

Na obrázku 12 a 14 na str. 31 a 32 je zobrazen 3D profil povrchu čerstvého a na povrchu zdegradovaného dřeva bez povrchové úpravy velikosti 12,5 x 12,5 mm.

9.2 Množství nanesené nátěrové hmoty

Nitrocelulósová nátěrová hmota byla nanesena ve třech vrstvách, vodou ředitelná a polyuretanová nátěrová hmota byla nanesena pouze ve dvou vrstvách díky dostatečnému obsahu sušiny v nátěrové hmotě a charakteru polyuretanové nátěrové hmoty nebyl proveden mezibrus podle pokynů výrobce nátěrových hmot.

Tab. 3: Hodnoty množství nánosů nátěrových hmot

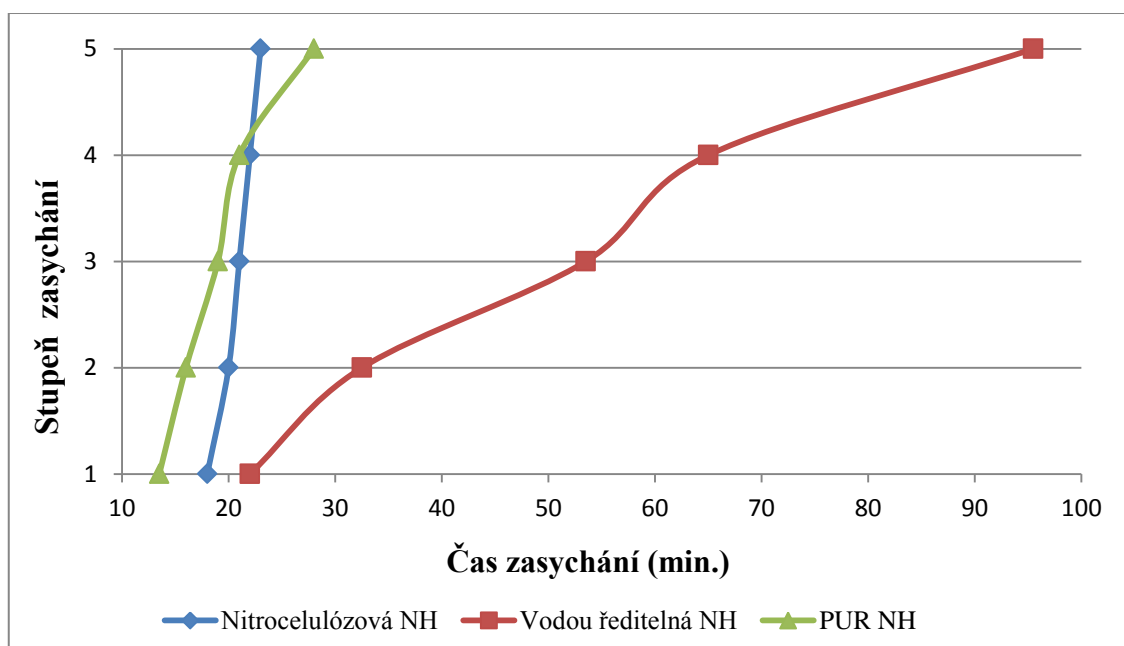
		čerstvé dřevo			staré dřevo		
druh PÚ	hmotnost	1. nános (g/m ²)	2. nános (g/m ²)	3. nános (g/m ²)	1. nános (g/m ²)	2. nános (g/m ²)	3. nános (g/m ²)
Nitrocelulózovou NH	průměr	12,1	20,0	7,8	19,1	22,8	10,0
	sm. odch.	1,9	1,9	9,2	6,4	9,8	3,7
Vodou ředitelnou NH	průměr	19,4	17,2		42,9	42,1	
	sm. odch.	5,1	4,0		5,5	4,4	
PUR NH	průměr	15,0	11,2		43,3	42,4	
	sm. odch.	4,3	2,0		1,7	1,8	

V tabulce 3 na str. 39 jsou zobrazeny výsledky množství nanesených nátěrových hmot v jednotlivých vrstvách.

9.3 Vyhodnocení doby zasychání nátěrových hmot

Tab. 4: Průměrné hodnoty doby zasychání jednotlivých nátěrových hmot a podmínky prostředí v laboratoři, při kterých nátěrové hmoty zasychaly

			podmínky laboratoře	
		aritmetický průměr	teplota	vlhkost
druh NH	stupeň	min.	°C	%
Nitrocelulózová NH	1.	18	25 °C	48 %
	2.	20		
	3.	21		
	4.	22		
	5.	23		
Vodou ředitelná NH	1.	22	23,7 °C	46,90 %
	2.	32,5		
	3.	53,5		
	4.	65		
	5.	95,5		
PUR NH	1.	13,5	25 °C	47,70 %
	2.	16		
	3.	19		
	4.	21		
	5.	28		



Obr. 15: Čas, kdy bylo dosaženo jednotlivých stupňů zasychání nátěrových hmot

Na obrázku 15 na str. 37 je znázornění doby zasychání jednotlivých nátěrových hmot.

Polyuretanová nátěrová hmota a nitrocelulózová nátěrová hmota zasychaly přibližně stejně rychle, kdy 5. stupně zasychání dosáhly do 30 minut. Vodou ředitelná nátěrová hmota zasychala pomaleji a 5. stupně zasychání dosáhla po necelých 100 minutách.

9.4 Výsledky stanovení obsahu netěkavých látek v nátěrové hmotě

Tab. 5: Hodnoty množství netěkavých látek obsažených v nátěrových hmotách

	obsah netěkavých látek	teplota sušení
druh NH	%	°C
Nitrocelulózová NH	21,05	60,00
Vodou ředitelná NH	36,7	125,00
PUR NH	32,4	105,00

Největší obsah netěkavých látek je obsažen ve vodou ředitelné nátěrové hmotě. Nejmenší obsah netěkavých látek je obsažen v nitrocelulózové nátěrové hmotě.

9.5 Výsledky stanovení lesku povrchu dřeva a lesku dřeva s povrchovou úpravou

Vzorky byly měřeny na deseti místech v podélném i příčném směru.

Tab. 6: Zkratky použité pro jednotlivé druhy povrchových úprav

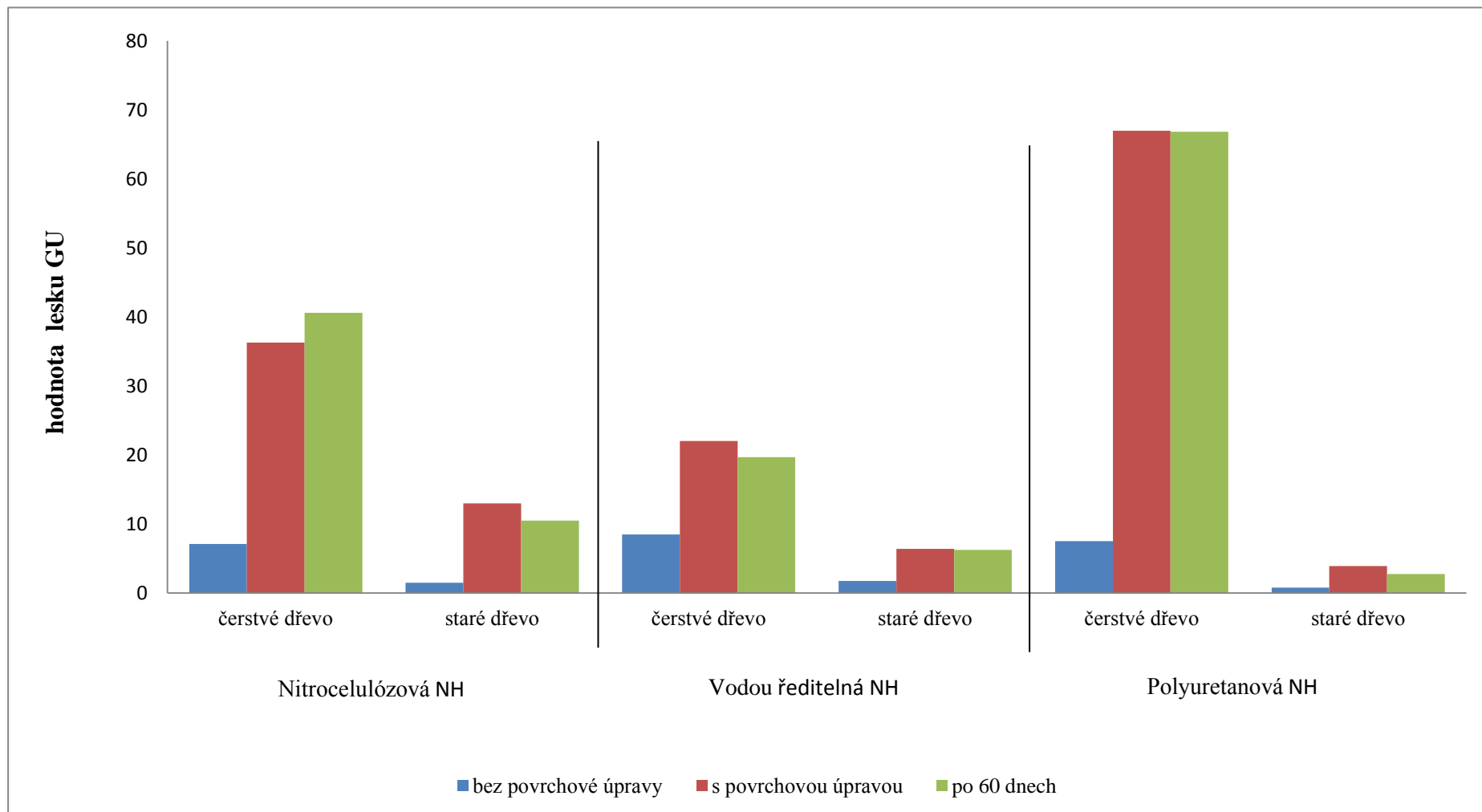
druh PÚ	číslování vzorků
Nitrocelulóзовou NH	1.
Vodou ředitelnou NH	2.
Polyuretanovou NH	3.

Tab. 7: Hodnoty lesku povrchu před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot, po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot v podélném a příčném směru vláken na čerstvém a starém dřevě

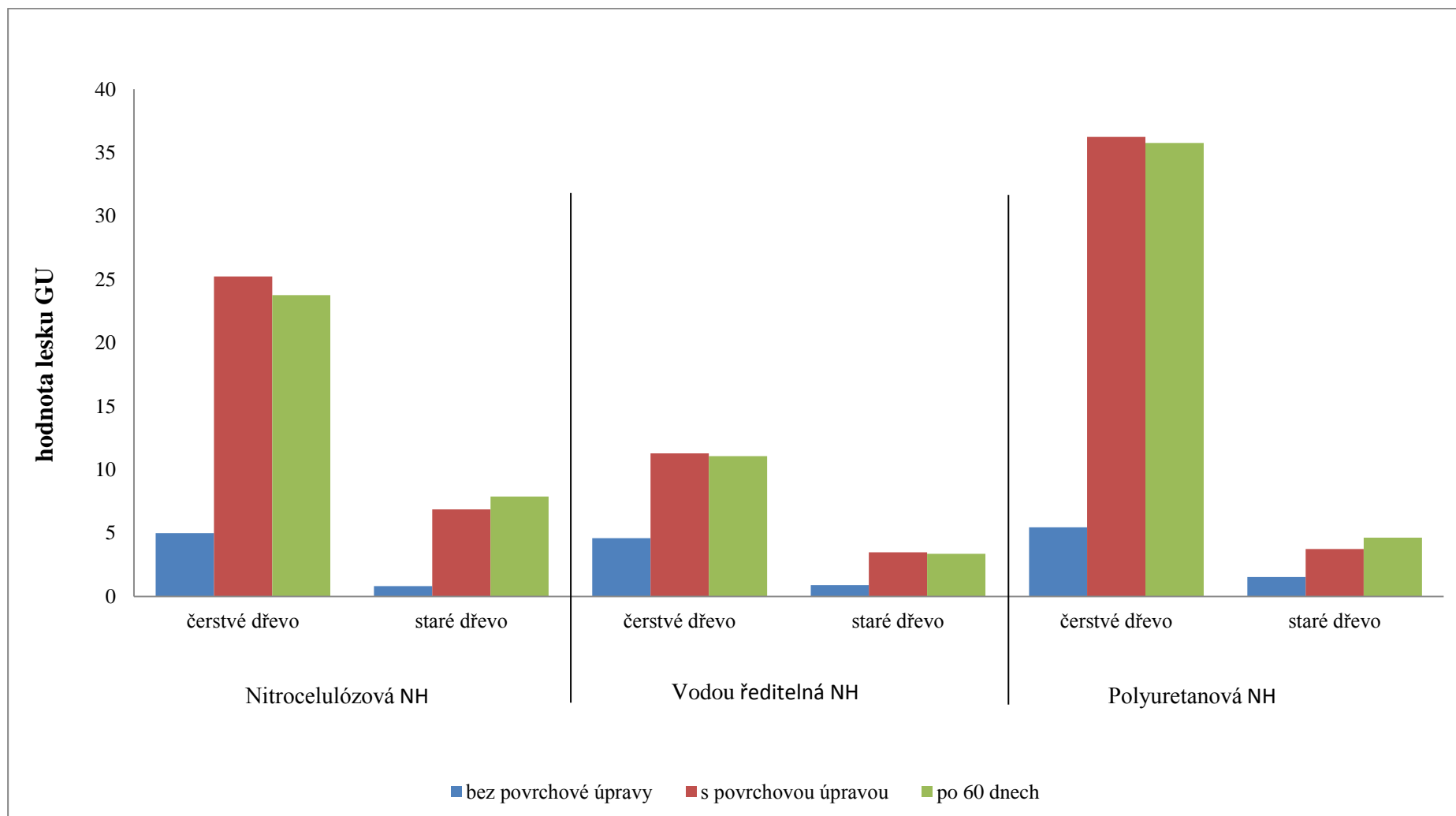
			čerstvé dřevo		staré dřevo	
			hodnota lesku GU			
	směr dř. vláken	druh PÚ	průměr	sm. odch.	průměr	sm. odch.
bez PÚ	II	1.	7,12	0,36	1,48	0,18
		2.	8,51	2,59	1,74	0,18
		3.	7,51	0,61	0,79	0,22
	⊥	1.	4,99	0,21	0,82	0,16
		2.	4,59	0,47	0,9	0,12
		3.	5,45	1,21	1,53	0,31
s PÚ	II	1.	36,27	1,43	13	4,14
		2.	22,04	6,27	6,42	2,16
		3.	66,97	4,76	3,9	0,8
	⊥	1.	25,23	2,21	6,87	0,64
		2.	11,28	1,24	3,48	0,55
		3.	36,24	5,02	3,74	1,28
po 60 dnech	II	1.	40,6	10,95	10,49	1,74
		2.	19,71	2,28	6,27	2,41
		3.	66,82	5,08	2,78	0,89
	⊥	1.	23,76	1,48	7,87	3,41
		2.	11,07	1,14	3,36	0,49
		3.	35,77	5,09	4,63	3,14

II - podélný směr vláken

⊥ - příčný směr vláken



Obr. 16: Změna lesku povrchu v podélném směru před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot na povrch čerstvého smrkového dřeva a starého jedlového dřeva



Obr. 17: Změna lesku povrchu v příčném směru před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot na povrch čerstvého smrkového dřeva a starého jedlového dřeva

Tab. 8: Statistické vyhodnocení změny lesku povrchu nitrocelulózové nátěrové hmoty na smrkovém čerstvém dřevě a starém jedlovém dřevě

		II		⊥	
		čerstvé dřevo	staré dřevo	čerstvé dřevo	staré dřevo
druh NH		hodnota lesku GU			
bez PÚ	aritmetický průměr	7,12	1,48	4,99	0,82
	minimum	6,76	1,21	4,59	0,54
	maximum	7,81	1,66	5,23	0,95
	median	7	1,56	5,04	0,93
	sm. odch.	0,36	0,18	0,21	0,16
	var. koef.	1957,25	820,6	2342,52	502,75
Nitrocelulózová NH	aritmetický průměr	36,27	13	25,23	6,87
	minimum	34,6	8,77	22,41	6,16
	maximum	38,72	19,18	28,73	7,99
	median	36,44	10,64	24,58	6,69
	sm. odch.	1,43	4,14	2,21	0,64
	var. koef.	2544,9	313,58	1143,98	1071,5
po 60 dnech	aritmetický průměr	40,6	10,49	23,76	7,87
	minimum	35,02	8,64	22,23	5,56
	maximum	62,5	13,4	26,44	14,58
	median	35,14	10,81	23,14	6,02
	sm. odch.	10,95	1,74	1,48	3,41
	var. koef.	370,87	602,57	1609,82	230,57

II - podélný směr vláken

⊥ - příčný směr vláken

Tab. 9: Statistické vyhodnocení změny lesku povrchu vodou ředitelné nátěrové hmoty na čerstvém smrkovém dřevě a starém jedlovém dřevě

		II		⊥	
		čerstvé dřevo	staré dřevo	čerstvé dřevo	staré dřevo
druh NH		hodnota lesku GU			
bez PÚ	aritmetický průměr	8,51	1,74	4,59	0,9
	minimum	5,75	1,53	3,98	0,7
	maximum	11,8	2,03	5,09	1,09
	median	7,31	1,76	4,85	0,89
	sm. odch.	2,59	0,18	0,47	0,12
	var. koef.	328,2	943,27	979,93	721,38
Vodou ředitelná NH	aritmetický průměr	22,04	6,42	11,28	3,48
	minimum	16,3	3,89	9,98	2,53
	maximum	33,3	10,34	13,21	4,19
	median	18,25	6,32	10,76	3,49
	sm. odch.	6,27	2,16	1,24	0,55
	var. koef.	351,33	297,34	910,66	631,95
po 60 dnech	aritmetický průměr	19,71	6,27	11,07	3,36
	minimum	16,62	3,67	10,12	2,59
	maximum	22,99	10,86	12,97	4,12
	median	20,17	5,56	10,27	3,39
	sm. odch.	2,28	2,41	1,14	0,49
	var. koef.	864,55	259,76	969,61	684,02

II - podélný směr vláken

⊥ - příčný směr vláken

Tab. 10: Statistické vyhodnocení změny lesku povrchu polyuretanové nátěrové hmoty na čerstvém a starém dřevě

		II		⊥	
		čerstvé dřevo	staré dřevo	čerstvé dřevo	staré dřevo
druh NH		hodnota lesku GU			
bez PÚ	aritmetický průměr	7,51	0,79	5,45	1,53
	minimum	6,48	0,48	4,52	1,1
	maximum	8,26	1,15	7,83	1,93
	median	7,71	0,83	4,98	1,5
	sm. odch.	0,61	0,22	1,21	0,31
	var. koef.	1229,57	359,34	451,51	487,05
PUR NH	aritmetický průměr	66,97	3,9	36,24	3,74
	minimum	59,52	2,48	31,23	2,35
	maximum	73,76	4,68	43,04	5,82
	median	67,74	4,26	32,82	3,26
	sm. odch.	4,76	0,8	5,02	1,28
	var. koef.	1406,87	490,31	721,78	291,38
po 60 dnech	aritmetický průměr	66,82	2,78	35,77	4,63
	minimum	59,12	1,78	30,75	1,7
	maximum	73,75	4,43	43,32	10,6
	median	68,22	2,43	32,49	3,5
	sm. odch.	5,08	0,89	5,09	3,14
	var. koef.	1314,36	310,98	702,49	147,62

II - podélný směr vláken

⊥ - příčný směr vláken

Na obrázku 16 na str. 40 je znázorněna změna lesku povrchu po povrchové úpravě a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot v podélném směru. Nejvyššího lesku vykazuje povrch dokončený polyuretanovou nátěrovou hmotou, nejnižší lesk má povrch dokončený vodou ředitelnou nátěrovou hmotou. Nitrocelulózová nátěrová hmota vykazuje nejvyšší hodnoty lesku povrchu na čerstvém i starém dřevě.

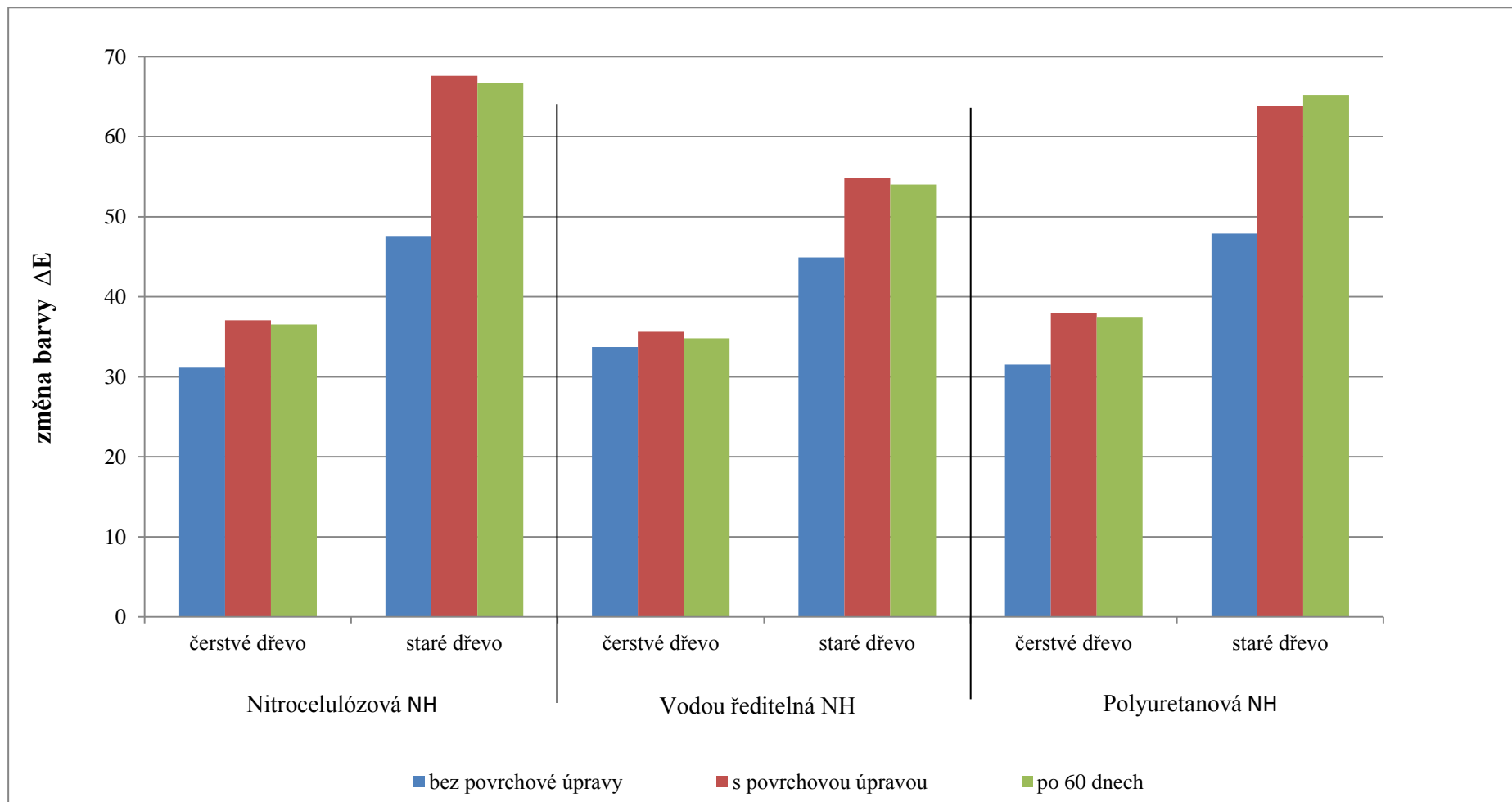
Na obrázku 17 na str. 41 je znázorněna změna lesku povrchu po povrchové úpravě a po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty v příčném směru. Poměry hodnot jsou téměř shodné s hodnotami lesku povrchu v podélném směru.

9.6 Výsledky laboratorního měření změny barvy

Vzorky byly měřeny na deseti místech v podélném i příčném směru.

Tab. 11: Změny barvy povrchu před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot na čerstvé a starém dřevě

druh NH	druh PÚ	čerstvé dřevo		staré dřevo	
		ΔE	sm. odch.	ΔE	sm. odch.
bez PÚ	1. bez PÚ	31,15	1,78	47,59	2,91
	2. bez PÚ	33,74	4,27	44,92	0,97
	3. bez PÚ	31,52	1,06	47,90	3,32
s PÚ	1. Nitrocelulózovou NH	37,07	2,03	67,61	0,97
	2. Vodou ředitelnou NH	35,62	2,67	54,88	1,75
	3. PUR NH	37,95	1,05	63,85	4,01
po 60 dnech	1. Nitrocelulózovou NH	36,54	2,36	66,71	1,23
	2. Vodou ředitelnou NH	34,80	2,40	54,03	1,51
	3. PUR PÚ	37,48	1,35	65,21	2,63



Obr. 18: Změna barvy čerstvého smrkového a starého jedlového dřeva před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot

Obrázek 18 na str. 41 znázorňuje změny barvy po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot.

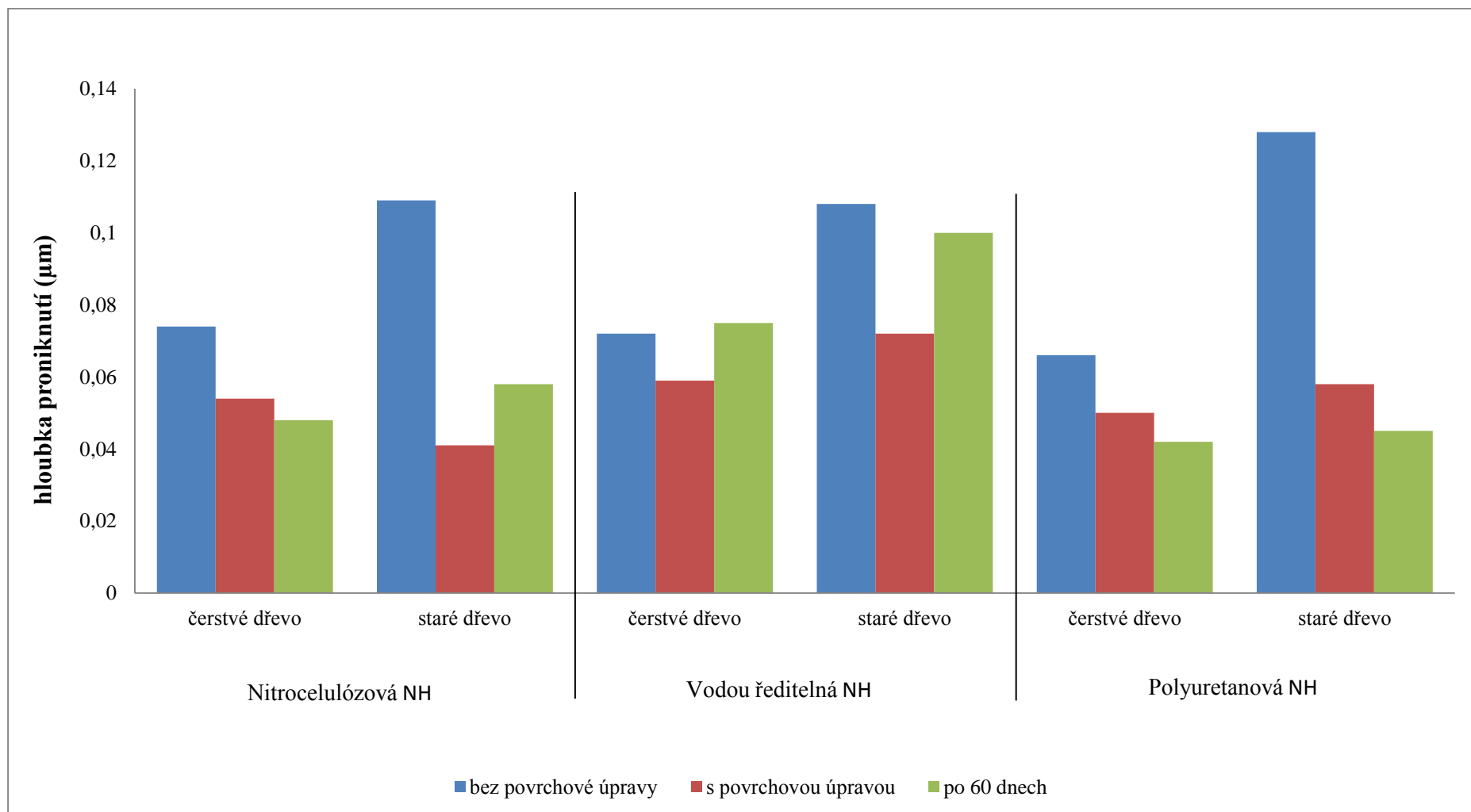
Staré, na povrchu zdegradované, jedlové dřevo má na surovém povrchu změnu barvy oproti čerstvému dřevu větší, po aplikaci nátěrových hmot se změna barvy ještě zvýšila, oproti čerstvému dřevu má zdegradované dřevo změnu barvy vyšší zhruba o 25 %. Po aplikaci nátěrových hmot změna barvy na zdegradovaném povrchu jedlového dřeva stoupla o 33 %, u čerstvého smrkového dřeva je rozdíl barvy pouze o 15 % větší. Po 60 dnech od nanesení klesla změna barvy průměrně o 3 %, u povrchu dokončeného polyuretanovou nátěrovou hmotou starého jedlového dřeva stoupla o 3 %. Největší rozdíly změny barvy jsou u povrchu zdegradovaného dřeva upraveného nitrocelulózovou a polyuretanovou nátěrovou hmotou.

9.7 Výsledky odolnosti vůči vnikající tvrdosti nátěrů mikrotvrdoměrem

Hodnoty tvrdosti povrchu v mikrometrech představují hloubku vniknutí Vickersovy pyramidy, tedy čím menší je hloubka vniknutí, tím je povrch tvrdší. Vzorky byly měřeny na pěti místech v podélném i příčném směru.

Tab. 12: Tvrdost povrchů před povrchovou úpravou, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot

druh PÚ	čerstvé dřevo		staré dřevo	
	hloubka proniknutí (μm)			
	průměr	sm. odch.	průměr	sm. odch.
bez PÚ	0,074	0,028	0,109	0,058
Nitrocelulózovou NH	0,054	0,035	0,041	0,024
po 60 dnech	0,048	0,029	0,058	0,09
bez PÚ	0,072	0,031	0,108	0,062
Vodou ředitelnou NH	0,059	0,030	0,072	0,032
po 60 dnech	0,075	0,065	0,1	0,084
bez PÚ	0,066	0,026	0,128	0,069
PUR NH	0,050	0,032	0,058	0,038
po 60 dnech	0,042	0,026	0,045	0,025



Obr. 19: Tvrdost povrchů na čerstvém smrkovém a starém jedlovém dřevě před aplikací nátěrových hmot, po aplikaci nátěrových hmot a po 60 dnech od aplikace nátěrových hmot

Tab. 13: Statistické vyhodnocení tvrdosti povrchu čerstvého smrkového a starého jedlového dřeva povrchově upraveného nitrocelulózovou nátěrovou hmotou

		staré dřevo	čerstvé dřevo
druh PÚ		hloubka proniknutí (μm)	
bez PÚ	aritmetický průměr	0,11	0,07
	minimum	0,007	0,022
	maximum	0,292	0,159
	median	0,095	0,070
	směrodatná odchylka	0,058	0,028
	var. koeficient	184,99	265,50
Nitrocelulózovou NH	aritmetický průměr	0,04	0,05
	minimum	0,001	0,015
	maximum	0,098	0,200
	median	0,038	0,043
	směrodatná odchylka	0,024	0,035
	var. koeficient	168,91	154,91
po 60 dnech	aritmetický průměr	0,06	0,05
	minimum	0,013	0,013
	maximum	0,5	0,129
	median	0,03	0,042
	směrodatná odchylka	0,09	0,029
	var. koeficient	64,48	166,19

Tab. 14: Statistické vyhodnocení tvrdosti povrchu čerstvého smrkového a starého jedlového dřeva povrchově upraveného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou

		staré dřevo	čerstvé dřevo
druh NH		hloubka proniknutí (μm)	
bez PÚ	aritmetický průměr	0,11	0,07
	minimum	0,001	0,023
	maximum	0,296	0,144
	median	0,094	0,066
	směrodatná odchylka	0,062	0,031
	var. koeficient	172,57	234,72
Vodou ředitelná NH	aritmetický průměr	0,07	0,06
	minimum	0,026	0,009
	maximum	0,162	0,127
	median	0,064	0,052
	směrodatná odchylka	0,032	0,030
	var. koeficient	225,07	194,43
po 60 dnech	aritmetický průměr	0,10	0,08
	minimum	0,029	0,014
	maximum	0,55	0,45
	median	0,077	0,062
	směrodatná odchylka	0,084	0,065
	var. koeficient	118,51	116,11

Tab. 15: Statistické vyhodnocení tvrdosti povrchu čerstvého smrkového a starého jedlového dřeva povrchově upraveného polyuretanovou nátěrovou hmotou

		staré dřevo	čerstvé dřevo
druh NH		hloubka proniknutí (μm)	
bez PÚ	aritmetický průměr	0,13	0,07
	minimum	0,023	0,022
	maximum	0,335	0,138
	median	0,111	0,061
	směrodatná odchylka	0,069	0,026
	var. koeficient	186,63	256,90
PUR NH	aritmetický průměr	0,06	0,05
	minimum	0,001	0,011
	maximum	0,143	0,122
	median	0,056	0,039
	směrodatná odchylka	0,038	0,032
	var. koeficient	153,50	159,89
po 60 dnech	aritmetický průměr	0,05	0,04
	minimum	0,014	0,013
	maximum	0,171	0,106
	median	0,037	0,032
	směrodatná odchylka	0,025	0,026
	var. koeficient	176,93	158,48

Na obrázku 19 na str. 48 je znázorněna tvrdost povrchu dřeva bez povrchové úpravy, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot na povrch dřeva.

U starého jedlového dřeva dokončeného nitrocelulózovou nátěrovou hmotou tvrdost povrchu klesla o více než 50 %, dokončeného polyuretanovou nátěrovou hmotou o 50 % a dokončeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou zhruba o 30 %.

U zdegradovaného povrchu jedlového dřeva po 60 dnech od nanesení vodou ředitelné nátěrové hmoty tvrdost stoupla, u čerstvého dřeva přesáhla tvrdost povrchu tvrdost před povrchovou úpravou a u zdegradovaného dřeva se tvrdost přiblížila tvrdosti před povrchovou úpravou. V porovnání s povrchem čerstvého dřeva má zdegradované dřevo vyšší tvrdost.

U povrchu zdegradovaného jedlového dřeva dokončeného nitrocelulózovou nátěrovou hmotou po 60 dnech tvrdost povrchu stoupla zhruba o 20 %, u čerstvého smrkového dřeva tvrdost povrchu klesla.

U povrchu čerstvého smrkového dřeva dokončeného polyuretanovou nátěrovou hmotou tvrdost povrchu po 60 dnech klesla o dalších 13 %, stejně tomu je i u zdegradovaného povrchu jedlového dřeva, kdy tvrdost povrchu klesla ještě více.

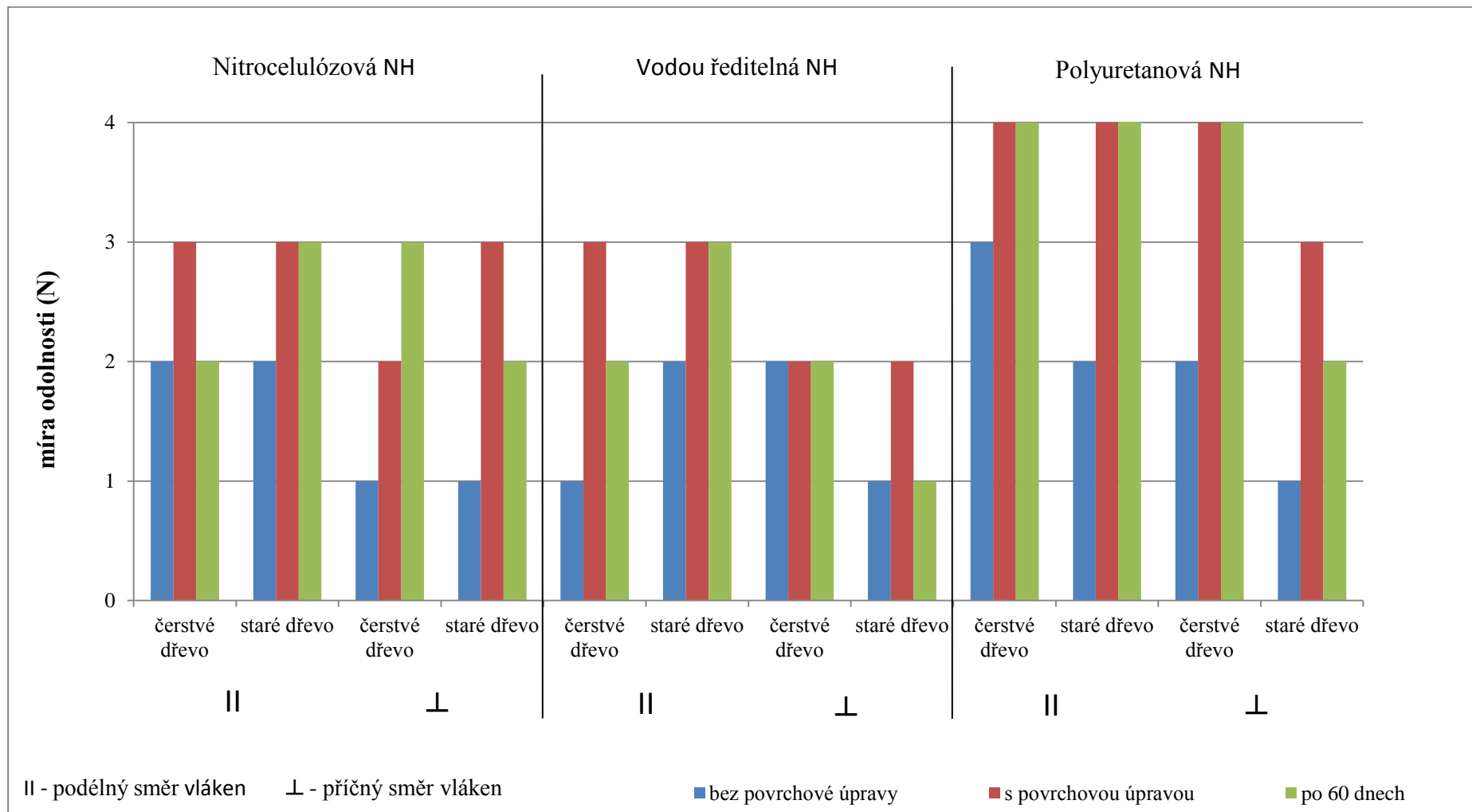
9.8 Vyhodnocení odolnosti povrchu proti vrypu

Tab. 16: Hodnoty odolnosti povrchu proti poškrábání kulatým i hranatým hrotem

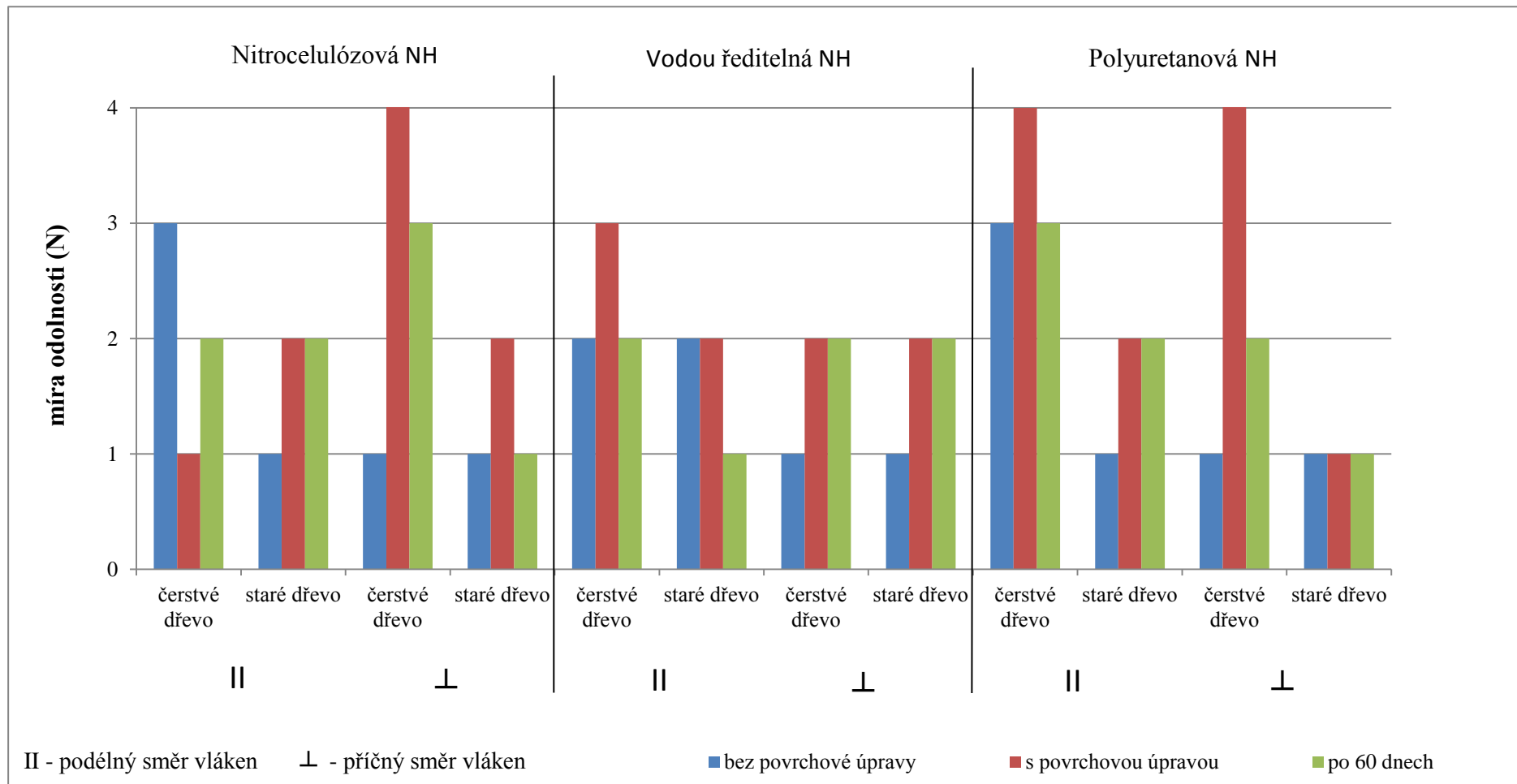
typ rydla	směr dř. vláken	II		⊥	
		staré dřevo	čerstvé dřevo	staré dřevo	čerstvé dřevo
kulaté	druh PÚ	míra odolnosti (N)			
	bez PÚ	2	2	1	1
	Nitrocelulózovou NH	3	3	3	2
	po 60 dnech	3	2	2	3
	bez PÚ	2	1	1	2
	Vodou ředitelnou NH	3	3	2	2
	po 60 dnech	3	2	1	2
	bez PÚ	2	3	1	2
	PUR NH	4	4	3	4
	po 60 dnech	5	4	2	4
hrnaté	bez PÚ	1	3	1	1
	Nitrocelulózovou NH	2	1	2	6
	po 60 dnech	2	2	1	3
	bez PÚ	2	2	1	1
	Vodou ředitelnou NH	2	3	2	2
	po 60 dnech	1	2	2	2
	bez PÚ	1	3	1	1
	PUR NH	2	4	1	7
	po 60 dnech	2	3	1	2

II - podélný směr vláken

⊥ - příčný směr vláken



Obr. 20: Odolnost povrchů proti vrypu před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot při působení kulatým hrotem rydla v podélném i příčném směru



Obr. 21: Odolnost povrchů proti vrypu před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot při působení hranatým hrotem rydla v podélném i příčném směru

Na obrázcích 20 a 21 na str. 53 a 54 je znázorněna odolnost povrchu proti vrypu na čerstvém smrkovém a starém jedlovém dřevě bez povrchové úpravy, s povrchovou úpravou a po 60 dnech od aplikace nátěrových hmot v podélném i příčném směru.

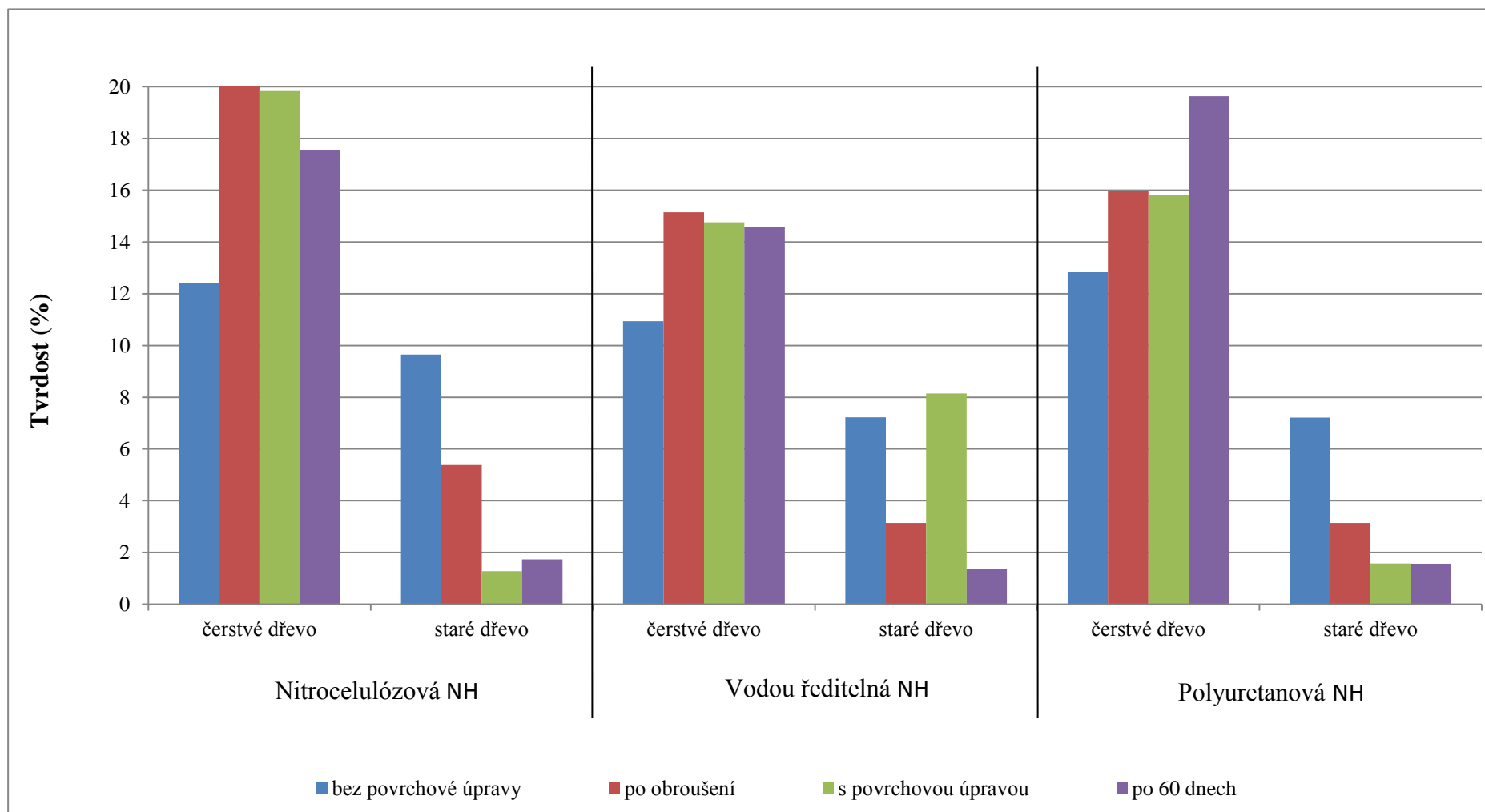
9.9 Vyhodnocení tvrdosti kyvadlovým přístrojem

Tab. 17: Zkratky použité pro jednotlivé druhy povrchových úprav

druh PÚ	číslování vzorků
Nitrocelulóзовou NH	1.
Vodou ředitelnou NH	2.
Polyuretanovou NH	3.

Tab. 18: Tvrdost povrchu v poměru k referenčním vzorkům před nanesením nátěrových hmot, po obroušení, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot

			čerstvé dřevo		staré dřevo	
			tvrdost (%)			
druh NH	druh PÚ	referenční hodnota	průměr	sm. odch.	průměr	sm. odch.
bez PÚ	1.	100	12,42	3,23	9,65	5,79
	2.	100	10,94	0,78	7,22	3,96
	3.	100	12,83	2,5	7,21	5,47
obroušeno	1.	100	20,07	5,71	5,38	7,88
	2.	100	15,15	0,59	3,14	3,49
	3.	100	15,96	0,92	3,14	3,49
s PÚ	1.	100	19,84	0,38	1,28	0,16
	2.	100	14,76	2,97	8,14	7,92
	3.	100	15,80	3,41	1,58	0,38
po 60 dnech	1.	100	17,57	1,96	1,73	0,69
	2.	100	14,57	0,93	1,36	0,18
	3.	100	19,64	6,09	1,57	0,4



Obr. 22: Tvrdost povrchu dřeva bez povrchové úpravy, po obroušení, po nanesení nátěrové hmoty a po vyzrání nátěrových hmot na čerstvém a starém dřevu

Obrázek 22 str. 56 znázorňuje tvrdost povrchů dřeva na povrchu bez povrchové úpravy, po obroušení, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot. Tvrdost starého jedlového dřeva je porovnána s čerstvým smrkovým dřevem.

Výsledky této zkoušky ukazují, že staré dřevo má nižší tvrdost než čerstvé dřevo. Tvrdost čerstvého dřeva po obroušení vzrostla, ale u starého dřeva po očištění povrchu od prachu a nečistot tvrdost klesla. Po aplikaci nátěrových hmot není zvýšení tvrdosti téměř žádné, pouze u čerstvého dřeva dokončeného polyuretanovou nátěrovou hmotou po 60 dnech od nanesení tvrdost povrchu vzrostla. V ostatních případech u povrchově dokončeného čerstvého smrkového dřeva tvrdost mírně klesla oproti obroušenému povrchu. Po aplikaci nátěrových hmot na staré dřevo se tvrdost povrchu ještě více snížila a výsledky vykazují velké výkyvy tvrdosti povrchu s nanesenými nátěrovými hmotami.

9.10 Výsledky stanovení drsnosti povrchu po 60 dnech po nanesení nátěrové hmoty

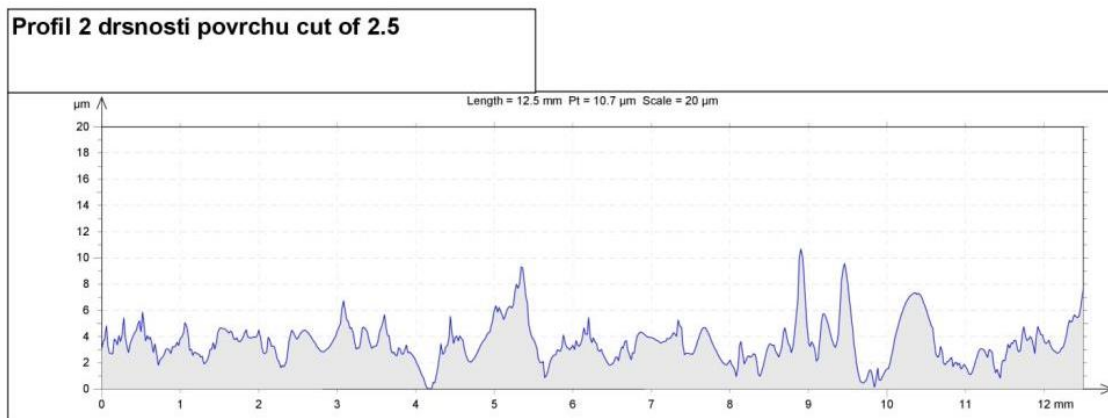
Vzorky pro měření drsnosti povrchu byly povrchově upraveny vodou ředitelnou nátěrovou hmotou.

9.10.1 Čerstvé dřevo

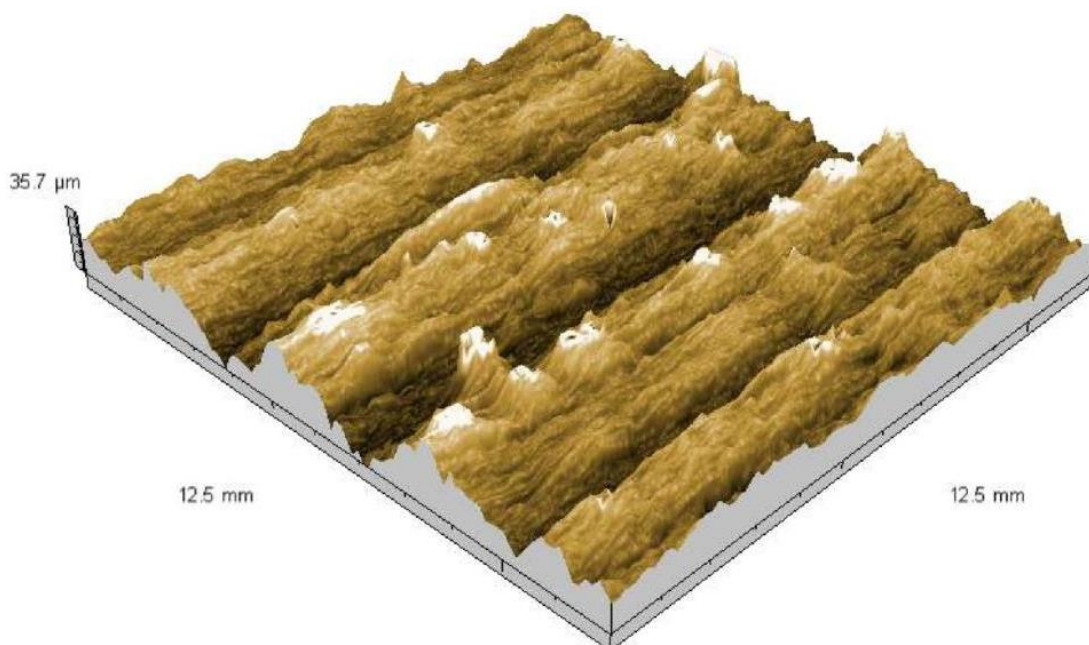
Průměrná aritmetická úchylka profilu drsnosti povrchu R_a – 1,11 μm .

Průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu na 3D profilu S_a – 6,72 μm .

Největší výška 3D profilu drsnosti povrchu S_t – 35,7 μm .



Obr. 23: Jeden náhodně vybraný 2D řez drsnosti povrchu čerstvého dřeva po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty při filtraci 2,5 mm



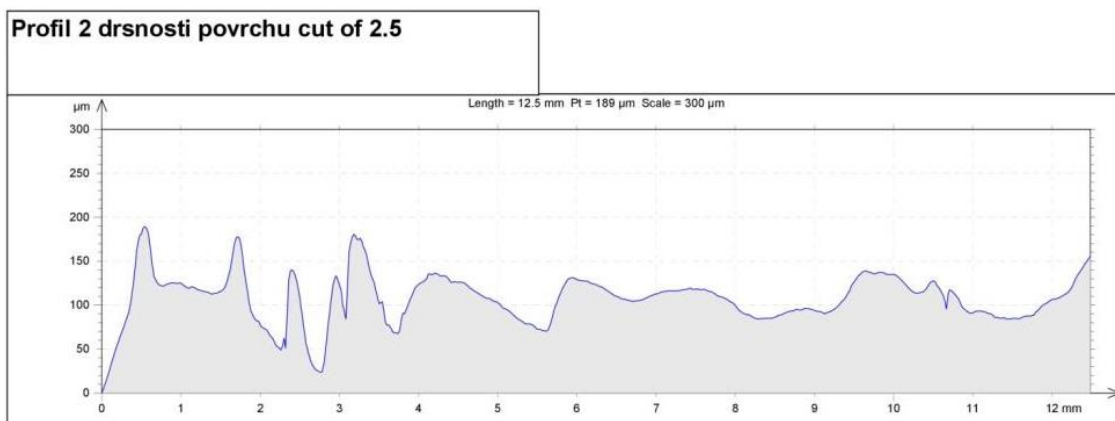
Obr. 24: 3D profil drsnosti povrchu čerstvého dřeva po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty

9.10.2 Na povrchu zdegradované dřeva

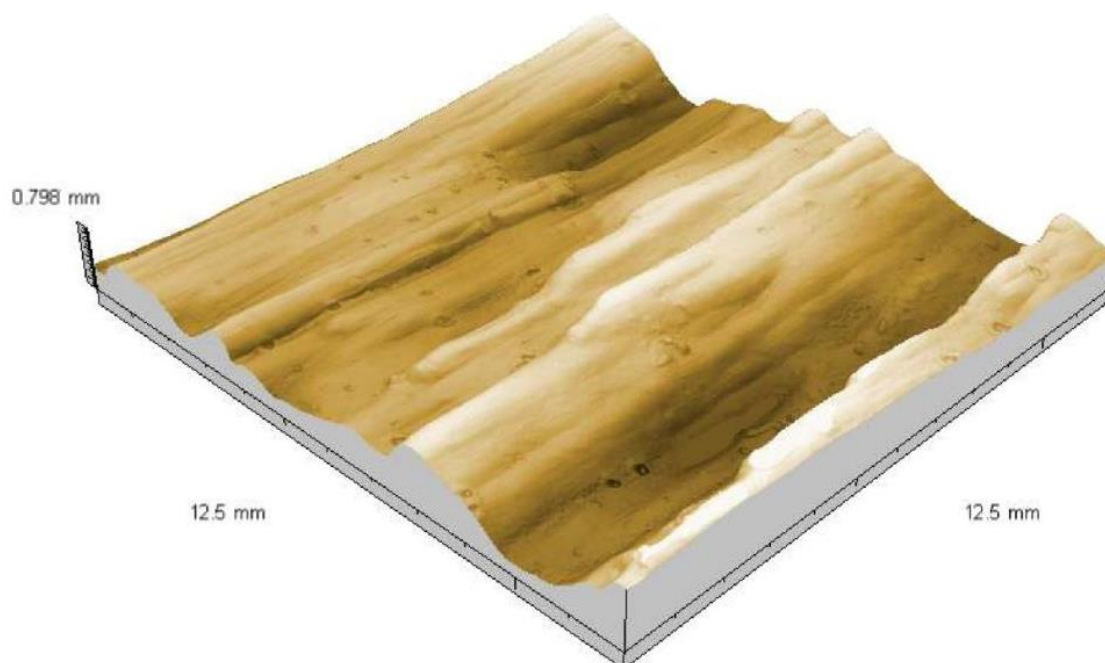
Průměrná aritmetická úchylka profilu drsnosti povrchu R_a – 22,7 μm .

Průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu na 3D profilu S_a – 0,156 mm.

Největší výška 3D profilu drsnosti povrchu S_t – 0,798 mm.



Obr. 25: Jeden náhodně vybraný 2D řez drsnosti povrchu zdegradovaného dřeva po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty při filtraci 2,5 mm



Obr. 26: 3D profil drsnosti povrchu zdegradovaného dřeva po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty

Na obrázku 21 a 23 (str. 51 a 52) je zobrazena drsnost povrchu čerstvého a na povrchu zdegradovaného dřeva dokončeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou na jednom řezu vybraném z 626 měřených řezů drsnosti povrchu.

Na obrázku 22 a 24 (str. 52 a 53) je zobrazen 3D profil povrchu čerstvého a na povrchu zdegradovaného dřeva, které jsou dokončeny vodou ředitelnou nátěrovou hmotou velikosti 12,5 x 12,5 mm.

Průměrná aritmetická úchylka profilu drsnosti povrchu na náhodně vybraném 2D řezu je dvacetinásobně větší u zdegradovaného povrchu starého dřeva, než u povrchu čerstvého dřeva. Průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu 3D profilu zdegradovaného dřeva je 23,2 x větší než u čerstvého dřeva. Největší výška profilu je na zdegradovaném povrchu 22,4 x vyšší než u čerstvého dřeva.

9.11 Dokončená povrchová úprava dřevěných vzorků starého, na povrchu zdegradovaného, jedlového dřeva



Obr. 27: Povrch zdegradovaného dřeva povrchově dokončen nitrocelulózovou nátěrovou hmotou



Obr. 28: Povrch zdegradovaného dřeva povrchově dokončen vodou ředitelnou nátěrovou hmotou. Na povrchu vidíme vzniklé bublinky při aplikaci nátěrové hmoty.



Obr. 29: Povrch zdegradovaného dřeva povrchově dokončen polyuretanovou nátěrovou hmotou

10 VYHODNOCENÍ A DISKUZE VÝSLEDKŮ

Na základě výsledků laboratorních zkoušek fyzikálně-mechanický vlastností povrchových úprav zdegradovaného jedlového dřeva a čerstvého smrkového dřeva dokončeného nátěrovými hmotami lze konstatovat, že laboratorní zkoušky vykazují významné změny mezi typy povrchů a nátěrovými hmotami.

Drsnost povrchu dřeva před aplikací nátěrové hmoty

Průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu R_a představuje podle Slabejové a Mózy (2010) průměrnou aritmetickou výšku oboustranných nepravidelností vztahující se ke středové čáře měřené délky.

Povrch zdegradovaného jedlového dřeva má průměrnou aritmetickou úchylku drsnosti povrchu na 3D řezu S_a 0,12 mm, což je devětapůlnásobek drsnosti čerstvého smrkového hoblovaného dřeva. Na naměřených hodnotách vidíme, do jaké hloubky dřevo degraduje atmosférickou korozi. I přes fakt, že mezi sebou porovnáváme dvě dřeviny, kdy dřevo jedle je méně odolné vůči atmosférické korozi (viz 6.1.1 Charakteristika dřevin na str. 21 a 22). Největší výška profilu zdegradovaného dřeva dosahovala S_t 0,578 mm, tedy třináctinásobek největší výšky profilu čerstvého dřeva.

Hodnotu S_t považujeme za rozdíl hloubky eroze mezi jarním a letním dřevem. Při porovnání hodnoty S_t s literaturou, která uvádí, že rozdíl v erozi jarního a letního dřeva je 3-5 mm za sto let (viz 4.1.5 Vliv proudění vzduchu na str. 14), můžeme vzít v úvahu, že bylo dřevo vystaveno atmosférické korozi sto a více let.

Průměrná aritmetická úchylka 2D profilu drsnosti povrchu R_a pro nás není tak důležitá, protože představuje pouze hodnoty z jednoho náhodně vybraného profilu z 626 měřených profilů. R_a čerstvého smrkového hoblovaného dřeva je 3,01 μm , pro představu v porovnání s výsledky Slabejové a Mózy (2010) měly bukové hoblované vzorky R_a 3,5 μm .

Množství nanesené nátěrové hmoty

Spotřeba polyuretanové nátěrové hmoty nanesené na zdegradovaném povrchu dřeva je průměrně o 70 % větší než na čerstvém dřevě. Spotřeba vodou ředitelné

nátěrové hmoty je vyšší v průměru o 58 % a u nitrocelulózové nátěrové hmoty je spotřeba vyšší v průměru o 23 %.

Doba zasychání

Polyuretanová a nitrocelulózová nátěrová hmota zasychaly zhruba stejně rychle po jednotlivých stupních zasychání. Vodou ředitelná nátěrová hmota zasychala trojnásobně pomaleji.

Obsah netěkavých látek

Požadavkům na nejvyšší obsah netěkavých látek při vytvrzování nátěrové hmoty nejlépe vyhovuje vodou ředitelná nátěrová hmota. Nitrocelulózová nátěrová hmota obsahuje nejméně netěkavých látek, protože se při vytvrzování nátěrové hmoty uvolňuje do ovzduší velký obsah VOC organických těkavých látek (viz 6.2.1 Nitrocelulózové nátěrové hmoty na str. 22).

Lesk povrchu

Naměřené hodnoty lesku povrchu prokazatelně ukazují, že povrch zdegradovaného dřeva před aplikací nátěrových hmot je lesklý v průměru o 80 % méně, než povrch čerstvého dřeva. U čerstvého dřeva po aplikaci polyuretanové nátěrové hmoty je změna lesku povrchu největší i přes to, že výrobce uvádí lesk nátěru maximálně 30 GU, naměřené výsledky tuto hodnotu dvojnásobně překračují. Avšak po aplikaci na povrch zdegradovaného dřeva je míra lesku povrchu 2,78 GU, což je nejnižší hodnota ze všech nátěrových hmot. V příčném směru jsou hodnoty lesku podobné s vodou ředitelnou nátěrovou hmotou. Nitrocelulózová nátěrová hmota má největší míru lesku povrchu zdegradovaného dřeva. U vodou ředitelné nátěrové hmoty došlo na čerstvém dřevě k nejmenšímu zvětšení lesku povrchu. Lesk v podélném směru s dřevními vlákny vykazoval vždy vyšší hodnoty. Výsledky dokazují, že hodnotu lesku povrchové úpravy ovlivňuje nejen lesk samotné nátěrové hmoty, ale i drsnost dokončovaného povrchu dřeva.

Změna barevného odstínu nátěru

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že k nejmenší změně barvy povrchu na zdegradovaném jedlovém dřevě v porovnání s povrchem čerstvého

smrkového dřeva, došlo u povrchu dokončeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou, což je dáno charakterem samotné nátěrové hmoty.

Můžeme tedy konstatovat, že větší rozdíly barvy nastávají po povrchové úpravě starého jedlového dřeva nitrocelulózovou nátěrovou hmotou. Rozdíl mezi polyuretanovou nátěrovou hmotou a nitrocelulózovou nátěrovou hmotou je minimální.

Při vizuálním zhodnocení vzhledu povrchu vznikly při aplikaci vodou ředitelné nátěrové hmoty štětcem na zdegradovaném povrchu jedlového dřeva bublinky (viz obrázek 28 na str. 61) v nátěrovém filmu, nejspíš kvůli velké drsnosti povrchu a uzavřenému vzduchu v podkladu. Povrch také získal našedlý odstín. U povrchu zdegradovaného jedlového dřeva dokončeného nitrocelulózovou nátěrovou hmotou došlo ke zvýraznění barevných rozdílů mezi jarním a letním dřevem (viz obrázek 27 na str. 60).

Tvrдость povrchu měřená mikrotvrdoměrem

Hodnoty tvrdosti v μm představují hloubku proniknutí Vickersovy pyramidy do povrchu dřeva, tedy čím vyšší jsou naměřené hodnoty tvrdosti povrchu, tím je povrch dřeva měkčí.

Výsledky prokazují, že u všech povrchů po aplikaci nátěrových hmot tvrdost povrchu klesla. Nejméně u povrchu upraveného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou.

Při zhodnocení výsledků má nejvyšší tvrdost povrchu po 60 dnech od aplikace nátěrových hmot zdegradovaný povrch jedlového dřeva upraven vodou ředitelnou nátěrovou hmotou, zdegradovaný povrch dokončen nitrocelulózovou nátěrovou hmotou je asi o 1/3 menší. A nejmenší tvrdost vykazuje povrch zdegradovaného dřeva dokončený polyuretanovou nátěrovou hmotou.

Odolnost povrchu proti vrypu

Naměřené hodnoty prokazují větší odolnost povrchu proti vrypu při působení kulatým hrotem rydla zejména u polyuretanové nátěrové hmoty, kdy tvrdost povrchu zůstala stejná i po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty. Při působení hranatým rydlem došlo k poškození povrchu při menším zatížení.

Naměřené výsledky na povrchu zdegradovaného dřeva mohou být ovlivněny velkou drsností povrchu. Při měření v některých případech v příčném směru docházelo

k propadání rydla mezi dřevní vlákna plastické textury dřeva, a tím k velkému poškození povrchu již při malém zatížení. Avšak zkouška simuluje poškrábání, které probíhá stejným způsobem i v praxi, a odolnost výrobků ze starého dřeva proti poškrábání jakýmkoliv ostrými předměty bude záviset na velikosti plastické textury, respektive drsnosti povrchu.

Kyvadlo

Výsledky z měření tvrdosti povrchu zdegradovaného jedlového dřeva vykazují nejvyšší tvrdost povrchu polyuretanovou nátěrovou hmotou. Všechny výsledky jsou velmi ovlivněny velkou drsností povrchu, kdy kuličky kyvadla zapadly mezi nerovnosti v povrchu, a proto můžeme přihlížet pouze k výsledkům tvrdosti povrchu čerstvého dřeva.

Drsnost povrchu dřeva po 60 dnech po nanesení nátěrové hmoty

Po 60 dnech od nanesení vodou ředitelné nátěrové hmoty na čerstvé smrkové dřevo průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu na 3D řezu Sa klesla o 25 % a největší výška profilu St o 40 %. Povrch je tedy o 25 % méně drsný než povrch před nanesením nátěrové hmoty. Avšak u starého dřeva po aplikaci vodou ředitelné nátěrové hmoty průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu na 3D řezu Sa stoupla o 23 % a největší výška profilu St o 28 %.

Když porovnáme naše výsledky se Slabejovou a Mózou (2010), po aplikaci vodou ředitelné nátěrové hmoty Ra klesla o 2 μm . V našem případě klesla hodnota Ra povrchu dokončeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou o 1,9 μm . Na povrchu starého zdegradovaného dřeva dokončeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou můžeme pozorovat vzniklé bublinky v nátěrovém filmu jako bílá místa na povrchu (viz obrázek 24 a 28 na str. 61 a 63), které vznikly při nanášení nátěrové hmoty provedenou technologií.

11 ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU PRO PRAXI

Před nanášením nátěrové hmoty je důležité odstranit z povrchu starého zdegradovaného dřeva prach a nečistoty nejlépe hustým kartáčem s měkkým chlupem, aby nedošlo k poškození plastické textury dřeva. Pro nanášení nátěrové hmoty na staré, na povrchu zdegradované, dřevo je nejvhodnější technologický způsob nanášení štětcem pro co nejlepší rozetření do všech míst v plastické textuře povrchu dřeva. Jako nejvhodnější nátěrovou hmotu pro dokončování povrchu starého zdegradovaného dřeva lze doporučit polyuretanovou nátěrovou hmotu kvůli dobrým fyzikálním a mechanickým vlastnostem nátěrového filmu. Je nutné nátěrovou hmotu nanést na levou stranu, protože jinak dochází vlivem vnitřního napětí ke zkroucení vzorku. Nitrocelulózová nátěrová hmota vykazuje nejvyšší tvrdost povrchu starého zdegradovaného dřeva, ale nelze ji doporučit pro vysoký obsah VOC organických těkavých látek.

12 ZÁVĚR

Nejrychleji zasychala nitrocelulózová a polyuretanová nátěrová hmota.

Nejvyšší obsah netěkavých látek má polyuretanová hmota.

Lesk povrchu starého, na povrchu zdegradovaného, jedlového dřeva je o 80 % méně lesklý než povrch čerstvého smrkového dřeva. Po aplikaci nátěrové hmoty je změna lesku na zdegradovaném povrchu minimální. Nejnižší hodnoty lesku povrchu vykazuje zdegradovaný povrch dokončený polyuretanovou nátěrovou hmotou.

Nejmenší změny barvy zdegradovaného povrchu jsou u povrchu dokončeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou. U zdegradovaného povrchu dokončeného nitrocelulózovou a polyuretanovou hmotou jsou rozdíly změny barvy minimální. U zdegradovaného povrchu dokončeného polyuretanovou nátěrovou hmotou jsou změny barvy hodnoceny kladně díky hezkému vizuálnímu vzhledu povrchu (viz obrázek 29 na str. 64).

Tvrдость zdegradovaného povrchu měřená mikrotvrdoměrem je největší u zdegradovaného povrchu dokončeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou. Nejlepší odolnost proti vrypu vykazuje zdegradovaný povrch dokončen polyuretanovou nátěrovou hmotou. Tvrдость povrchu měřená na kyvadlovém přístroji je zkreslena plastickou texturou povrchu, respektive velkou drsností povrchu.

Drsnost povrchu čerstvého smrkového dřeva dokončeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou klesla o 25 %. Po aplikaci na staré, na povrchu zdegradované, jedlové dřeva drsnost povrchu stoupla o 23 %. Pro lepší vyhodnocení drsnosti povrchu dřeva by bylo vhodné provést měření na více vzorcích u všech testovaných nátěrových hmot.

Po vyhodnocení laboratorních výsledků lze konstatovat, že nejlepší vlastnosti pro povrchovou úpravu starého, na povrchu zdegradovaného, jedlového dřeva má nitrocelulózová a polyuretanová dvousložková nátěrová hmota. Vodou ředitelná nátěrová hmota není pro dokončování starého, na povrchu zdegradovaného, jedlového dřeva a jiných, na povrchu zdegradovaných, dřevin vhodná, protože při nanášení štětcem vzniknou v nátěrové hmotě bublinky (viz obrázek 28 na str. 64), které zůstanou na povrchu dřeva velmi patrné, a zdegradovaný povrch dřeva získá šedé zbarvení. Nitrocelulózová nátěrová hmota obsahuje velké množství organických těkavých látek VOC, které zatěžují prostředí, ve kterém je výrobek umístěn, z tohoto důvodu ji nelze doporučit.

Pro povrchovou úpravu starého, na povrchu zdegradovaného, dřeva atmosférickou korozi jsou vhodné měkké jehličnaté dřeviny, protože jejich povrch degraduje nejrychleji, má vzhledově požadovanou plastickou texturu a jejich získání je v praxi jednodušší.

Jako vhodný technologický způsob nanášení nátěrové hmoty lze použít nanášení štětcem kvůli jednoduché a kvalitní aplikaci nátěrové hmoty na povrch.

13 SUMMARY

The nitrocellulose and polyurethane coatings were the first to dried out.

The highest non-volatile content has polyurethane substance.

The surface gloss on the surface of degraded edible wood is 80% less shiny than the surface of fresh spruce wood. After the application of the paint, the gloss change on the degraded surface is minimal. The lowest surface gloss value shows the degraded surface finished with polyurethane substance.

The smallest changes in the colour of the degraded surface are in the degraded surface finished with water-soluble paint. For degraded surfaces completed with nitrocellulose and polyurethane, the differences in colour change are minimal. For degraded surfaces finished with polyurethane paint, the colour changes are positively evaluated due to the nice visual appearance of the finished surface (See illustration 29 on page 64).

The hardness of the degraded surface measured by the microtest is the largest in the degraded surface finished with a water-soluble coating. The best scratch resistance has a degraded surface finished with polyurethane paint. The hardness of the surface measured on the pendulum device is distorted by a plastic textured surface respectively, with a high surface roughness.

The surface roughness of fresh spruce wood finished with water-soluble paint dropped by 25%. After application to the old, degraded edible wood surface surface roughness increased by 23%. For better evaluation of the roughness of the wood surface, it would be advisable to perform multi-sample measurements for all tested coatings.

After evaluation of the laboratory results, it can be stated that the best properties for the surface treatment of the old on the surface degraded edible wood has nitrocellulose and polyurethane two-component paint. The water-borne paint is not suitable for finishing the old on the surface degraded edible wood and on other degraded woody surfaces, because when applied with a brush, bubbles will become very noticeable on the degraded surface of the wood (see illustration 28 on page 64) and the degraded surface of the wood gets a grey colour. Nitrocellulose paint contains a large amount of VOC organic volatile substances that burden the environment in which the product is placed, so it cannot be recommended.

For surface treatment of old on the surface of degraded wood, soft coniferous woods are suitable because atmospheric corrosion is degraded as fast as possible, it has visually desirable plastic texture and it is easier to obtain in practice. As a suitable technological method for applying paint, brush coating can be applied due to the simple and high quality application of paint on the surface.

14 SEZNAM ZKRATEK

aj. - a jiné

atd. - a tak dále

str. - strana

art. pr. - aritmetický průměr

sm. odch. - směrodatná odchylka

var. koef. - variační koeficient

PÚ - povrchová úprava

NH - nátěrová hmota/y

PUR NH - polyuretanová nátěrová hmota

II - podélný směr dřevních vláken

⊥ - příčný směr dřevních vláken

Ra - průměrná aritmetická úchylka profilu drsnosti povrchu na 2D profilu

Sa - průměrná aritmetická úchylka drsnosti povrchu na 3D profilu

St - největší výška 3D profilu drsnosti povrchu

ČSN - česká státní norma

VOC - organické těkavé látky

UV - ultrafialové záření

UVB - ultrafialové záření střední vlnové délky

Obr. - obrázek

Tab. - tabulka

15 SEZNAM LITERATURY

Belgacem, N. M. a A. Pizzi. *Lignocellulosic fibers and wood handbook: renewable Materials for Today's Environment*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, 2016, ISBN 978-1-118-77352-9 Dostupné z:

https://books.google.cz/books?id=jTL8CwAAQBAJ&pg=PA345&dq=wood+surface+properties&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwjF2_DwgsfTAhVhP5oKHZA7B8IQ6AEIQTAE#v=onepage&q=wood%20surface%20properties&f=false

Feist, W. C., *Outdoor Wood Weathering and Protection*. In W:C. Feist. (Ed.), *Advances in Chemistry 225*. Washington D.C.: American chemical society, 1990, p. 263 – 298.

Dostupné z: <https://originwww.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1988/feist88b.pdf>

Kataoka, Y. a M. Kiguchi. *Depth profiling of photo – induced degradation in wood by FT – IR microspectroscopy*. *Wood Science* 47, 2001, p. 325 – 327.

Kúdela, J. a S. Kurjatko. *Wood structure and properties '02*. Banská Bystrica: Litomont, s. r. o., 2002, 221 s. ISBN 80-967088-9-9.

Dostupné z:

<https://books.google.cz/books?id=iV35TVVMXR8C&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>

Kučerová, I. *Nátěry oken – historie a současnost*. Praha: Ústav chemické technologie restaurování památek, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2005.

Dostupné z: <https://www.studioaxis.cz/images/pamatky2005/kucerova.pdf>

Lokaj, A. *Dřevostavby a dřevěné konstrukce*. 1. a 2. díl. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 978-80-7204-732-1.

Rowell, R. M. *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Second edition*.

CRC Press is an imprint of the Taylor and Francis Group, 2012, ISBN 9781439853801

Dostupné z:

https://books.google.cz/books?id=QMn6rsl_PPgC&pg=PA207&lpg=PA207&dq=katao

ka+and+kiguchi&source=bl&ots=oD_RXVLJH-
&sig=KcW1RvvyP62wPkQoJIJH5eLkJAw&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwiY_Z-
36LFTAhULDMAKHTHtDAYQ6AEIjAA#v=onepage&q&f=false

Reinprecht, L. *Procesy degradácie dreva*. 2. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1997, 150 s. ISBN 80-228-0662-5.

Reinprecht, L. a M. Pánek. *Trvanlivost a ochrana dřeva*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016, 133 s. ISBN 978-80-213-2660-6.

Slabejová, G. a M. Mózsa. *Vplyv vybraných faktorov na drsnosť povrchu drave upraveného vodou riediteľnými nátěrovými látkami*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2010, ISSN 1336-3824.

Sandberg, D. *Weathering of Radial and Tangential wood surface of pine and spruce*. Stockholm: KTH, Royal Institute of Technology, Div. Of Wood technology and processing, Švédsko, 1998. Dostupné z:
<https://www.divaportal.org/smash/get/diva2:979754/FULLTEXT01.pdf>

Šlezingerová, J., L. Gandelová a P. Horáček. *Nauka o dřevě*. 3. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, 176 s. ISBN 978-80-7375-312-2.

Šlezingerová, J. a L. Gandelová. *Stavba dřeva – cvičení*. 2. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012, 129 s. ISBN 978-80-7375-168-5

Tracton, A. A. *Coatings materials and surface coatings*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007c, ISBN 1420044044.

Tesařová, D., J. Hlavatý a P. Čech. *Povrchové úpravy dřeva*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2014. 136 s. 168. ISBN 978-80-247-4715-6.

Tesařová, D. a kol. *Ekologické povrchové úpravy (Monografie)*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 126 s. ISBN 978-80-7375-388-7

Williams, R. S. *Wood handbook-Wood as an engineering material - Chapter 15*. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, 1999, 463 s.

ČSN 67 3050. *Zhotovení zkušebních nátěrů*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1977.

ČSN 67 3052. *Stanovení doby zasychání nátěrových hmot*. 1981.

ČSN EN ISO 3251. *Stanovení obsahu netěkavých látek*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

ČSN 91 0273. *Vyhodnocení lesku povrchu*. Praha: Český normalizační institut, 1988.

ČSN 67 3068. *Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1984.

ČSN 67 3074. *Nátěrové hmoty. Stanovení vnikací tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1986.

ČSN 91 0275. *Nábytek. Metody zjišťování tvrdosti povrchu*. Praha: Český normalizační institut, 1988.

ČSN 67 3076. *Nátěrové hmoty. Stanovení tvrdosti nátěru kyvadlovým přístrojem*, 1990.

Svoboda, E. *Měření Frak MZL*. Brno: Univerzita obrany v Brně.

16 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Poměrná trvanlivost dřeva různých druhů dřevin vztažená k trvanlivosti dubové dřeviny podle Šlezingerové (2014).....	17
Tab. 2: Vyhodnocení zasychání nátěrové hmoty podle ČSN 67 3052	28
Tab. 3: Hodnoty množství nánosů nátěrových hmot	37
Tab. 4: Průměrné hodnoty doby zasychání jednotlivých nátěrových hmot a podmínky prostředí v laboratoři, při kterých nátěrové hmoty zasychaly	37
Tab. 5: Hodnoty množství netěkavých látek obsažených v nátěrových hmotách	38
Tab. 6: Zkratky použité pro jednotlivé druhy povrchových úprav	39
Tab. 7: Hodnoty lesku povrchu před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot, po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot v podélném a příčném směru vláken na čerstvém a starém dřevě	39
Tab. 8: Statistické vyhodnocení změny lesku povrchu nitrocelulóзовé nátěrové hmoty na smrkovém čerstvém dřevě a starém jedlovém dřevě	42
Tab. 9: Statistické vyhodnocení změny lesku povrchu vodou ředitelné nátěrové hmoty na čerstvém smrkovém dřevě a starém jedlovém dřevě	43
Tab. 10: Statistické vyhodnocení změny lesku povrchu polyuretanové nátěrové hmoty na čerstvém a starém dřevě	44
Tab. 11: Změny barvy povrchu před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot na čerstvé a starém dřevě.....	45
Tab. 12: Tvrdost povrchů před povrchovou úpravou, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot	47
Tab. 13: Statistické vyhodnocení tvrdosti povrchu čerstvého smrkového a starého jedlového dřeva povrchově upraveného nitrocelulóзовou nátěrovou hmotou.....	49
Tab. 14: Statistické vyhodnocení tvrdosti povrchu čerstvého smrkového a starého jedlového dřeva povrchově upraveného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou.....	50
Tab. 15: Statistické vyhodnocení tvrdosti povrchu čerstvého smrkového a starého jedlového dřeva povrchově upraveného polyuretanovou nátěrovou hmotou.....	51
Tab. 16: Hodnoty odolnosti povrchu proti poškrábání kulatým i hranatým hrotem	52
Tab. 17: Zkratky použité pro jednotlivé druhy povrchových úprav	55

Tab. 18: Tvrdost povrchu v poměru k referenčním vzorkům před nanesením nátěrových hmot, po obroušení, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot	55
---	----

17 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Intenzita atmosférické koroze dřeva závislá na čase expozice podle Williamse (1999).....	15
Obr. 2: Mikroskop LEICA.....	24
Obr. 3: Laboratorní váha Kern.....	25
Obr. 4: Leskoměr	25
Obr. 5: Spektrofotometr.....	25
Obr. 6: Mikrotvrdoměr	26
Obr. 7: Přístroj pro měření tvrdosti povrchu sklerometrickou metodou.....	26
Obr. 8: Teplovzdušná sušárna.....	26
Obr. 9: 3D profilometr Talysurf CLI 1000	27
Obr. 10: Povrch starého zdegradovaného jedlového dřeva před odstraněním nečistot z povrchu.....	33
Obr. 11: Jeden náhodně vybraný 2D řez drsnosti povrchu čerstvého dřeva bez povrchové úpravy při filtraci 2,5 mm.....	34
Obr. 12: 3D profil drsnosti povrchu čerstvého dřeva bez povrchové úpravy.....	35
Obr. 13: Jeden náhodně vybraný 2D řez drsnosti povrchu zdegradovaného dřeva bez povrchové úpravy při filtraci 2,5 mm.....	35
Obr. 14: 3D profil drsnosti povrchu zdegradovaného dřeva bez povrchové úpravy.....	36
Obr. 15: Čas, kdy bylo dosaženo jednotlivých stupňů zasychání nátěrových hmot.....	38
Obr. 16: Změna lesku povrchu v podélném směru před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot na povrch čerstvého smrkového dřeva a starého jedlového dřeva	40
Obr. 17: Změna lesku povrchu v příčném směru před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot na povrch čerstvého smrkového dřeva a starého jedlového dřeva	41
Obr. 18: Změna barvy čerstvého smrkového a starého jedlového dřeva před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot	46
Obr. 19: Tvrdost povrchů na čerstvém smrkovém a starém jedlovém dřevě před aplikací nátěrových hmot, po aplikaci nátěrových hmot a po 60 dnech od aplikace nátěrových hmot	48

Obr. 20: Odolnost povrchů proti vrypu před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot při působení kulatým hrotem rydla v podélném i příčném směru	53
Obr. 21: Odolnost povrchů proti vrypu před nanesením nátěrových hmot, po nanesení nátěrových hmot a po 60 dnech od nanesení nátěrových hmot při působení hranatým hrotem rydla v podélném i příčném směru	54
Obr. 22: Tvrdost povrchu dřeva bez povrchové úpravy, po obroušení, po nanesení nátěrové hmoty a po vyzrání nátěrových hmot na čerstvém a starém dřevě	56
Obr. 23: Jeden náhodně vybraný 2D řez drsnosti povrchu čerstvého dřeva po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty při filtraci 2,5 mm	58
Obr. 24: 3D profil drsnosti povrchu čerstvého dřeva po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty	58
Obr. 25: Jeden náhodně vybraný 2D řez drsnosti povrchu zdegradovaného dřeva po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty při filtraci 2,5 mm.....	59
Obr. 26: 3D profil drsnosti povrchu zdegradovaného dřeva po 60 dnech od nanesení nátěrové hmoty	59
Obr. 27: Povrch zdegradovaného dřeva povrchově dokončen nitrocelulózovou nátěrovou hmotou	60
Obr. 28: Povrch zdegradovaného dřeva povrchově dokončen vodou ředitelnou nátěrovou hmotou. Na povrchu vidíme vzniklé bublinky při aplikaci nátěrové hmoty	61
Obr. 29: Povrch zdegradovaného dřeva povrchově dokončen polyuretanovou nátěrovou hmotou	61

18 SEZNAM ROVNIC

Rovnice 1: Rovnice pro výpočet obsahu netěkavých látek	29
Rovnice 2: Rovnice pro výpočet ΔE	30
Rovnice 3: Rovnice pro výpočet tvrdosti nátěru	31

19 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Technický list nitrocelulóзовé nátěrové hmoty C1038	81
Příloha 2: Technický list vodou ředitelné nátěrové hmoty AF 5620	83
Příloha 3: Technický list polyuretanové nátěrové hmoty	84
Příloha 4: Výsledky měření drsnosti povrchu.....	86

20 PŘÍLOHY

Příloha 1: Technický list nitrocelulózové nátěrové hmoty C1038

C1038

CELOMAT

Nitrocelulózový matný lak na nábytek

Barevné odstíny: Bezbarvý lak, v tekutém stavu mléčně zakalený

Použití: CELOMAT C1038 je určen pro vrchní matné bezbarvé nátěry dřevěných předmětů v interiéru. Je vhodný k povrchové úpravě dřevěného a proutěného nábytku (i sedacího), dřevěných a korkových předmětů v interiéru. Je vhodný také k přelakování starších nitrocelulózových a akrylátových nátěrů, kromě podlahových ploch. Obsahuje látky pohlcující UV záření, proto je podstatně omezeno žloutnutí dřeva pod nátěrem. C1038 nesmí být použit k povrchové úpravě výrobků, které přicházejí do přímého styku s poživatinami, krmivem, pitnou vodou, ani k nátěrům dětského nábytku a hraček. Pro uvedené účely nebyl testován.

Nanášení: Stříkáním, štětcem při teplotě 19-25 °C

Ředidlo: C6000, C6500

Příklad nátěrového postupu:

Úprava světlého dřeva nebo dýhy

1. příprava dřeva (broušení)
2. 2x ZÁKLADNÍ LAK C1036 interval 1-2 hodiny, pře brus brusným papírem
č. 240-320
3. 2-3x CELOMAT C1038 v intervalu 2 hodin

Kvalitu uvedeného systému výrobce garantuje za předpokladu, že budou použity uvedené nátěrové hmoty a postupováno podle předepsaných aplikačních postupů.

Vlastnosti nátěrové hmoty:

Výtoková doba pohárkem Ø 4 mm, 90-150 s

Hustota: cca 0,95 g/cm³

Zasychání: proti prachu nejvíce 30 minut
pro běžné manipulace nejvíce 90 minut
varianta Z1C0000 nejvíce 120 minut

Vlastnosti zaschlého nátěru: (po 48 hodinách od nanesení nátěru)

Lesk standardní	varianta	stupeň 4-5
	varianta Z1C0000	stupeň 3-4

Teoretická vydatnost: 7,0 m²/kg v zaschlé vrstvě 30 µm, resp. 6,8 m² z 1 litru laku.

Skladovatelnost: Při teplotách 5-25 °C po dobu trvání záruční doby uvedené na obalu laku.

Zneškodňování: Odstraňte obsah/obal předáním osobě oprávněné k likvidaci odpadů nebo na místě určeném obcí.

Klasifikace výrobku:

Signální slovo: nebezpečí

Vysoce hořlavá kapalina a páry. Dráždí kůži. Způsobuje vážné poškození očí. Zdraví škodlivý při vdechování. Může způsobit podráždění dýchacích cest. Může způsobit ospalost nebo závratě. Může způsobit poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici. Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

Podrobnosti jsou uvedeny v bezpečnostním listu tohoto výrobku.

„Uživatel nese odpovědnost za správné použití nátěrových hmot, případně za skladbu a správnou aplikaci nátěrového systému, tj. vždy musí zvážit všechny okolnosti - podmínky aplikace a zpracování, které by mohly ovlivnit konečnou kvalitu povrchové úpravy.

Na případné reklamace uplatňované po spotřebování výrobku nebude brán zřetel. Výrobce COLORLAK, a. s. si vyhrazuje právo na změnu údajů v technických a propagačních materiálech bez předcházejícího upozornění.“

"Technická doporučení uvedená v tomto katalogovém listě jsou vydávána na základě našich zkušeností a nejlepších vědomostí o současném stavu ve vědě a praxi, nejsou závazná a nezakládají žádné vedlejší povinnosti mimo kupní smlouvy."

Příloha 2: Technický list vodou ředitelné nátěrové hmoty AF 5620

AF 5620 základ i vrch transparentní pro interiér

Charakteristika:	nábytek, dveře, profilované díly, obzvláště vhodný na otevřený pór
Nanášení:	stříkání
Ředění:	naředěn k použití, v případě potřeby ředit pitnou vodou
Lesk:	5, 20, 40 %
Sušina:	28±1 %
Specifická hmotnost:	1,030 kg/l
Viskozita (DIN4, 20 °C):	45 s
Doporučené množství:	80-140 g/m ²
Doba mezi vrstvami:	po 4 hod. max. 3 vrstvy
Doba schnutí:	20 min. proti prachu 60 min. na dotek 4 hod. brousitelné 24 hod. stohovatelné
Doba skladovatelnosti:	15 měsíců

Poznámka:

Pro slabé přibarvení laku lze použít koncentráty mořidel řady AC 600 nebo AC 1810. Nemíchejte lak příliš rychle. Do laku se může vmístit vzduch, který při lakování tvoří bubliny. Pro zlepšení mechanické a chemické odolnosti lze přidat 0,5-1 % síťovače XA 4080 do poslední vrstvy laku. Skladovat na místech s teplotou nad 5 °C. Neaplikovat při teplotách pod 15 °C.

Zásady bezpečnosti

Uchovávat v chladu, na dobře větraných místech, v dostatečné vzdálenosti od silných oxidovadel, v dobře uzavřené plechovce. Vyvarujte se vdechování a výparů a mlhy vznikající při rozprašování. Pracujte na dobře větraných místech. Používejte ochrannou masku. Při zasažení očí důkladně vypláchněte vodou, vyhledejte lékařskou pomoc.

Příloha 3: Technický list polyuretanové nátěrové hmoty

Polyuretanový transparentní univerzální lak

Lesk:	xx = 10-25-0 %		
Použití:	rovné plochy, tvarované profily, kuchyňská dvířka		
	TU 6125	10 kg	10 l
Tužidlo:	TH 801 (775)	5 kg	5 l
Ředidlo:	DT 1150	2-3 kg	2-3 l
Nanášení:	stříkání vzduchové i bezvzduchové, s podporou vzduchu		

Technický popis

Sušina:	40 %
Viskozita (F. p. 4 mm):	23 s
	20 s (ve směsi s tužidlem)
Doba zpracovatelnosti:	6 hod
Doporučené množství:	80-150 g/m ²
Doba schnutí:	10-15 min. proti prachu
(20 °C, 100 g/m²)	20-30 min. na dotek
	4 hod. stohovatelné
Doba skladovatelnosti:	1 rok (první složka i tužidlo)
Příprava podkladu:	polyuretanový nebo polyesterový základ

Všeobecný popis

- TU 61 xx je univerzální lak použitelný jako základ i vrch pro stříkání vodorovných i svislých nebo tvarovaných ploch. Je zvláště vhodný pro stříkání svislých ploch bez nebezpečí stékání, nebo neroztékání laku.
- Poskytuje rovnoměrné rozložení matu, je příjemný na dotek s dobrou povrchovou tvrdostí

Poznámka

- Použití jiného tužidla záměnou za 775 v množství 50 %:
TH 801 – levnější, menší plnění
TH 759 – lepší mechanická odolnost, rychlejší schnutí
TH 720 – lepší světlostálost
- Pro lepší světlostálost laku i podkladu lze použít tužidlo TH 720 a UV filtr do laku XT 279 (5 %).
- Před použitím je velmi důležité zamíchat celý obsah plechovky hlavně pro rovnoměrnost lesku.
- Pro slabé přibarvení laku lze použít koncentrát barvítka XC 1900.

Zásady bezpečnosti

Uchovávat v dostatečné vzdálenosti od plamene a jisker. Zamezte styku s otevřeným ohněm. Neužívat vnitřně. Používat v dobře větraných místnostech. V případě nedostatečného větrání použít respirační, ochranné prostředky. Při práci používat ochranné rukavice a ochranný oděv. Zabránit styku se zrakem a pokožkou. V případě zasažení pokožky provést omytí vodou a mýdlem, nepoužívat ředidla. V případě zasažení očí provést vyplachování minimálně deseti minut v tekoucí čisté vodě. Pak vyhledejte lékaře.

Příloha 4: Výsledky měření drsnosti povrchu

Příloha obsahuje výsledky z měření drsnosti povrchu čerstvého smrkového dřeva a starého, na povrchu zdegradovaného, jedlového dřeva před povrchovou úpravou a po 60 dnech od nanesení vodou ředitelné nátěrové hmoty na 3D profilometru Talysurf. Dokumenty v PDF formátu jsou uloženy na CD disku.