

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**

**LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA**

**Ústav nábytku, designu a bydlení**

**Povrchové úpravy zahradních dřevěných altánků a pergol  
lazurovacími nátěrovými hmotami**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2016/2017**

**Vladimír Vaněk**

## Čestné prohlášení

*Prohlašuji, že jsem práci „Povrchové úpravy zahradních dřevěných altánků a pergol lazurovacími nátěrovými hmotami“ vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.*

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

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

V Brně, dne: .....

Podpis studenta: .....

### **Poděkování**

Tímto si dovoluji poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Petru Čechovi, Ph.D. za ochotu, pomoc a odborné vedení při zpracovávání bakalářské práce, dále za trpělivost a náklonost, kterou se mnou měl při konzultacích. V neposlední řadě bych rád poděkoval paní Květoslavě Tobiášové a panu Ing. Josefu Hlavatému, Ph.D. za vysvětlení a pomoc při praktickém měření.

# Abstrakt

Česky

**Jméno:** Vladimír Vaněk

**Název bakalářské práce:** Povrchové úpravy zahradních dřevěných altánků a pergol lazurovacími nátěrovými hmotami.

Tato bakalářská práce je zaměřena na sledování změn kvality povrchové úpravy dřeva dřevěných altánků a pergol. Cílem této práce bylo ověřit fyzikálně-mechanické vlastnosti dílců, které jsou během doby expozice vystaveny v exteriéru a jsou určeny k výrobě dřevěných altánků a pergol.

V teoretické části se zabýváme současným trendem dokončování dřevařských výrobků, včetně faktorů, jež ovlivňují vlastnosti dokončovaného povrchu.

Praktická část je zaměřena na změnu kvality povrchové úpravy dílců. Masivní smrkové dřevo (*Picea abies*) bylo zvoleno jako podkladový materiál, které bylo tvarově upraveno, povrchově přebroušeno a následně naimpregnováno. Smrkové dílce byly rozděleny na dvě poloviny, z nichž každá polovina byla ošetřena odlišnou lazurou. Jedna polovina byla ošetřena tenkovrstvou lazurou a druhá polovina silnovrstvou lazurou. Po dokončení povrchové úpravy byly všechny zkušební vzorky vystaveny do exteriéru.

Cílem bakalářské práce v experimentální části bylo porovnat změnu kvality povrchu v průběhu jednoho kalendářního roku. Výsledky jsou podloženy praktickým měřením zkušebních vzorků. Měření probíhalo na ústavu nábytku, designu a bydlení Mendelovy univerzity v Brně, kde byla měřena barevnost, tvrdost, lesk a drsnost.

**Klíčová slova:** povrchová úprava, lazura, kvalita povrchu, barevnost, tvrdost, lesk a drsnost

# Abstract

## English

**Name:** Vladimír Vaněk

**The name of the Bachelor's thesis:** Surface treatment of wooden garden gazebos and summerhouses stains coatings.

This thesis is focused on the monitoring of changes in the quality of the surface treatment of wood wooden gazebos and summerhouses. The aim of this work was to verify the physico-mechanical properties of components that are exposed during the period of exposure to the outdoors and are intended for the manufacture of wooden gazebos and summerhouses.

In the theoretical part we deal with the current trend of completion of timber products, including factors that affect the properties of the completed surface.

The practical part is focused on the change in the quality of the surface finish of parts. Massive spruce wood (*Picea abies*) was chosen as background material, which was modified in shape, surface refacing and then impregnated. Spruce parts were divided into two halves, each half of which has been treated with different stain. One half was treated with a thin-film layer stain and the other half thick-film layer stain. After completing the finishes were all test samples exposed to the exterior.

The aim of the Bachelor thesis in the experimental part of the change was to compare the quality of the surface in the course of one calendar year. The results are based on practical measurement of test samples. Measurement at the Institute of furniture, design and housing of Mendel University in Brno, where the measured color, hardness, gloss and surface roughness.

**Keywords:** coating, staining, surface quality, color, hardness, gloss and surface roughness

# Obsah

Úvod .....	9
Cíl práce.....	10
Literární část .....	11
<b>1. Zahradní altánky a pergoly .....</b>	<b>12</b>
1.1 Základní typy altánků .....	12
1.2 Základní typy pergol.....	12
1.3 Druhy dřev používaných pro výrobu altánků a pergol .....	14
1.3.1 Smrk ztepilý (Picea Abies) .....	14
1.4 Střešní krytina .....	15
1.4.1 Štípaný šindel.....	15
1.4.2 Řezaný šindel.....	15
1.5 Porovnání vybraných druhů krytin .....	16
<b>2. Degradace dřeva .....</b>	<b>17</b>
2.1 Povětrnostní stárnutí .....	17
2.1.1 Voda.....	18
2.1.2 Sluneční záření.....	19
2.1.2.1 UV stabilizátory .....	20
2.1.2.2 HALS – stíněné aminy.....	21
2.2 Atmosférická eroze povrchu dřeva .....	21
2.3 Chemická koroze dřeva .....	22
2.4 Ochrana dřeva a dřevěných konstrukcí.....	23
2.4.1 Vlivy působící na dřevo .....	24
2.5 Konstrukční ochrana dřeva .....	25
2.6 Chemická ochrana dřeva.....	26

<b>3. Povrchová úprava dřeva .....</b>	<b>27</b>
3.1 Požadavky na povrch dřeva před povrchovou úpravou.....	27
3.2 Požadavky na povrchovou úpravou .....	28
3.3 Nátěrové hmoty.....	28
3.3.1 Složení nátěrových hmot .....	29
3.3.1.1 Druhy nátěrových hmot .....	30
3.3.1.2 Lazury .....	32
<b>4. Použité materiály, metodiky a zařízení.....</b>	<b>34</b>
4.1 Použitý materiál .....	34
4.1.1 Podkladový materiál .....	34
4.1.2 Nátěrové hmoty.....	34
4.1.2.1 Venkovní impregnace od firmy SwingColor.....	34
4.1.2.2 Tenkovrstvá lazura od firmy SwingColor – odstín 8415.....	35
4.1.2.3 Silnovrstvá lazura od firmy SwingColor – odstín 8415 .....	35
4.2 Použité přístroje a zařízení.....	35
4.3 Použité metodiky .....	36
4.3.1 Stanovení drsnosti povrchu dle ČSN EN ISO 4287 .....	36
4.3.2 Stanovení barevných změn povrchu dle ČSN 67 3067 .....	37
4.3.3 Stanovení stupně lesku povrchu dle ČSN 91 0273.....	38
4.3.4 Stanovení tvrdosti nátěru tvrdoměrem dle ČSN 67 3074 .....	39
<b>5. Výsledky měření.....</b>	<b>40</b>
5.1 Stanovení drsnosti povrchu.....	40
5.2 Stanovení barevných změn povrchu .....	47
5.3 Stanovení změny lesku povrchu .....	50
5.4 Stanovení změny tvrdosti povrchu .....	56
5.5 Statistické vyhodnocení .....	62
5.6 Testování hypotéz .....	69

<b>6. Diskuze a vyhodnocení výsledků .....</b>	<b>71</b>
6.1 Stanovení drsnosti povrchu.....	71
6.2 Stanovení barevné změny povrchu .....	72
6.3 Stanovení změny lesku povrchu .....	73
6.4 Stanovení změny tvrdosti povrchu .....	74
<b>7. Zhodnocení přínosu práce pro praxi .....</b>	<b>75</b>
<b>8. Závěr .....</b>	<b>76</b>
<b>9. Summary.....</b>	<b>77</b>
<b>10. Použitá literatura .....</b>	<b>78</b>
<b>11. Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>81</b>
<b>12. Seznam tabulek .....</b>	<b>82</b>
<b>13. Seznam obrázků .....</b>	<b>83</b>



## Úvod

Dřevo představuje přírodní materiál rostlinného původu, který je na rozdíl od ostatních materiálů nevyčerpatelný. Je obnovitelným zdrojem s estetickou funkcí, velkou přirozenou variabilitou barev a textury a s mnoha dalšími velmi ceněnými vlastnostmi. Člověk dřevo užíval už od samého počátku lidské civilizace, kdy ho prvně použil k rozdělení ohně, výrobě nejjednodušších nástrojů, ke stavbě prvního obydlí, až po dnešní neuvěřitelné výrobky na bázi dřeva.

Dřevo se v dnešní době používá spíše jako stavební materiál, i když výběr kvalitního dřeva je nedostačující. Může z něj být vytvořena prakticky jakákoliv stavba, včetně zahradních altánků a pergol. Typy těchto staveb jsou poměrně běžným doplňkem každé zahrady, ať už plní funkci příjemného posezení nebo jako přístřešek na auto. Vzhledem k celoročnímu vystavení abiotickým a biotickým činitelům, je potřeba tyto konstrukce chránit vhodnou povrchovou úpravou, která je jednou z nejzákladnějších technologických operací při výrobě všech výrobků na bázi dřeva. Nevhodně skladované či ošetřené dřevo je ohroženo například plísněmi nebo houbami a tím povrch dřeva velmi rychle ztrácí na kráse, a tak estetická stránka upadá.

Za tímto účelem bylo vyvinuto a je používáno velké množství způsobů ochrany dřeva, které výrazně ovlivňují životnost výrobku. Vysoké nároky jsou kladeny zejména na nátěrové hmoty (dále jen NH) v exteriéru. NH musí vytvářet souvislý nepřerušovaný film. Musí být pružná a vysoce odolná proti vlhkosti a slunečnímu záření. Pro zvýšení odolnosti používáme do NH různé přísady, jako jsou pigmenty nebo absorbéry ultrafialového záření (dále jen UV záření). Povrchově upravené dřevo, které je vystavené v exteriéru, je mnohem odolnější vůči povětrnostním vlivům, kde je našim největším nepřítelem voda. Aby naše pergola odolávala co nejdelší dobu a držela si svůj vzhled, je zapotřebí nátěr po několika letech obnovovat.

Důležitou součástí ochrany mohou být i přípravky, které snižují navlhavost dřeva a snižují intenzitu slunečního záření. Další důležitou informací před chemickou ochranou je to, že je důležité dřevo zbavit prachu, starých nátěrů pomocí brusných papírů a mastných skvrn pomocí vhodného ředidla. Při vhodné konstrukční a chemické ochraně se životnost dřevěných výrobků vystavených v exteriéru může prodloužit i o několik desítek let.

## Cíl práce

Předkládaná bakalářská práce se zabývá problematikou kvality povrchové úpravy dřevěných altánků a pergol. Hlavním cílem této práce bylo ověřit fyzikálně-mechanické vlastnosti dokončených dílců, jež byly vystaveny v exteriéru a jsou určeny k výrobě dřevěných altánků či pergol.

Teoretická část práce se zabývá faktory ovlivňujícími kvalitu povrchové úpravy. Dále analyzuje současný trend v dokončování dřevařských výrobků včetně soudobých technologií, které lze využít k výrobě dřevěných altánků a pergol.

Experimentální část práce je zaměřena na kvalitu povrchové úpravy dílců, jež se používají k výrobě dřevěných altánků či pergol. Jako podkladový materiál bylo zvoleno masivní smrkové dřevo (*Picea abies*), které bylo tvarově upraveno, včetně provedené přípravy povrchu broušením s následným napuštěním impregnací. Poté byly zkušební vzorky rozděleny na dvě poloviny, z nichž první polovina byla dokončena tenkovrstvou a druhá silnovrstvou lazurou. Po dokončení byly zkušební vzorky vystaveny v exteriéru.

Výsledkem experimentální práce bylo ověření kvality (stanovení fyzikálně-mechanických vlastností) dokončených povrchů v průběhu jednoho kalendářního roku.

## Literární část

Dřevo se řadí mezi obnovitelný potenciální materiál. To znamená, že v případě dostatečné kvalitní péče o naše lesy budeme mít, jakožto lidstvo, vždy naprostý dostatek dřeva jako materiálu na využití nejrůznějších požadavků. V průběhu celého svého růstu dřevo napomáhá člověku v podobě čištění ovzduší. I po pokácení je dřevo člověku velice prospěšné. Například je využito nejen k výrobě nábytku, ale má i svoji užitnou a neocenitelnou hodnotu. Po skončení životnosti dřevěného výrobku je jeho zřejmě poslední využití spálení, které nám dá teplo. A po spálení dřeva je ještě možno využít popel ke zkvalitnění půdy.

Dřevo je pevný, pružný a lehký materiál, který se dobře opracovává. Díky jeho dalším kladným vlastnostem se využívá téměř ve všech odvětvích. V důsledku bobtnání a sesychání dochází k nežádoucím tvarovým změnám. Dalším nedostatkem dřeva je hořlavost, riziko napadení škůdci a v některých případech malá tuhost materiálu, např. u měkkých dřevin. Jelikož má dřevo mnoho kladných i záporných vlastností musíme s těmito aspekty počítat při výrobě. (*Šlezingerová a Gandelová 2005*)

## **1. Zahradní altánky a pergoly**

Dřevěný zahradní altánek či pergola je ozdobou mnoha zahrad nejen za rodinným domem, ale i na mnoha dalších místech jako jsou dětská hřiště, vyhlídky atd. Je to místo odpočinku a relaxace, nacházející se venku na čerstvém vzduchu, které nám také poskytuje „ochranu“ před sluncem a nepříznivým počasím. Existuje velice široké spektrum půdorysných tvarů a vzhledů těchto staveb. Jsou navrženy základní typy, avšak konečný vzhled záleží pouze na představě majitele.

### **1.1 Základní typy altánků**

#### **Altány PAVILON**

Altán PAVILON je velmi pěkně řemeslně opracovaný a pro jeho výrobu je použito kvalitní vysušené smrkové dřevo. Střecha je tvořena pohledovým palubkovým záklopem a základní střešní krytinou je nenasákavá lepenka V13. (<http://zahrada.bydleniprokazdeho.cz/>)

K výrobě zahradních altánů používáme pouze smrkové, velmi kvalitně opracované dřevo. Altány PAVILON jsou tvořeny třemi stojkami v každém rohu, tudíž jsou velmi stabilní a není bezpodmínečně nutné je kotvit k zemi. Jsou velmi vkusným doplňkem zahrady. (<http://www.deltasvratka.cz/>)

### **1.2 Základní typy pergol**

#### **Zahradní pergoly Standard a Standard ke zdi**

V základním provedení je samostatně stojící, rovná a bez sklonu. Za provedení šikmé varianty se nic nepřiplácí. V případě zájmu o větší rozměry je třeba zvolit pergolu Klasik nebo Grand, protože mají ve standardu rozpěry, které zajišťují potřebnou tuhost konstrukce.

### **Zahradní pergoly Klasik a Grand**

V základním provedení je rovná, bez sklonu a samostatně stojící. Lze vyrobit i větší rozměry, jelikož má již ve standardu rozpěry, které zajišťují potřebnou tuhost konstrukce. V provedení s nulovým sklonem nejsou rozpěry potřeba.

### **Zahradní pergola Mare**

Moderní zahradní pergola s kvalitním designem vyznávající současný střídavý trend. Nabízí se buď jen jako samotná konstrukce nebo ve verzi s baldachýnem. Konstrukce pergoly je tvořena masivními stojkami 140×140 mm. Ty jsou spojeny s tuhými kleštinami o profilu 60×160 mm. Veškerý materiál je z lepených hranolů KVH.

### **Zahradní pergoly ostatní**

V základním provedení jsou rovné, bez sklonu. Jsou samostatně stojící, lze vyrobit i jiné rozměry. (<http://www.deltasvratka.cz/>)

K výrobě zahradních pergol používáme pouze masivní smrkové profily, které zaručují řádnou odolnost proti povětrnostním vlivům a jsou zároveň vkusným doplňkem zahrad. Životnost výrobků z masivního materiálu je samozřejmě mnohem delší, než je tomu u výrobků, které jsou ošizeny na síle nebo kvalitě materiálu. (<http://www.deltasvratka.cz/>)

Ty nejjednodušší pergoly mají čistě estetický význam. Na zahradě vyrostě jedinečný prvek, který poutá pozornost a lahodí oku. Dřevo je krásný přírodní materiál, jehož vůně a struktura se jednoduše neokouká, a pokud dřevu věnujeme náležitou péči a údržbu, bude nám pergola sloužit dlouhá léta a bude vypadat stále jako nová. Nezasťřešené pergoly můžeme nechat porůst popínavými rostlinami nebo zastínit sluneční plachtou, rohoží apod. Pokud nevyžadujeme v pergole soukromí, můžeme nechat stěny zcela volné a průchozí. Pokud po troše soukromí přece jen toužíme, můžeme část stěn vyplnit bočními mřížemi, vertikální markýzou atd. Pergoly, které mají sklon alespoň 10° můžeme zastřešit palubkovým záklopem s asfaltovým šindelem nebo polykarbonátovými deskami. Pergola nám tak poskytne přístřeší i v nepříznivém počasí. (<http://zahrada.bydleniprokazdeho.cz/>)

## 1.3 Druhy dřev používaných pro výrobu altánků a pergol

Pro výrobu altánků a pergol se nejčastěji používá dřevo smrkové, které se také výborně hodí na stavební materiál pod střechou, jako jsou krovy, šalování a obklady, kde dřevo není vystaveno přímým povětrnostním vlivům. Dřevo jedle se používá podobně jako dřevo smrkové, ale je mnohem více odolnější vůči vodě. Proto se také výborně hodí na vodní stavby. Často používané je také dřevo modřínu, které je ideální pro venkovní použití. Například na rámy oken, dřevěné terasy, pergoly a balkony. (<http://www.domecky-do-prirody.cz/O-dreve.html>)

### 1.3.1 Smrk ztepilý (Picea Abies)

Smrk ztepilý, latinsky Picea Abies, je jehličnatý strom, který má u nás největší plošné zastoupení. Porostní plocha je 1 391 970 ha. Dřevo smrku je po poloměru jednotně zbarveno. Nemá vylišené jádro a běl, lze u něj vylišit vyzrálé dřevo, ale jen u čerstvě skáceného dříví. Dřevo má barvu žlutobílou až světle žlutohnědou. Na zřetelných letokruzích je vidět pozvolný přechod mezi jarním světlým dřevem a mezi letním tmavým dřevem. Na podélném řezu lze pozorovat tmavé svislé pásy, což jsou malé pryskyřičné kanálky. Dřevo smrku má slabou vůni a na podélném řezu je slabě lesklý. Patří k lehkým dřevům, které při vlhkosti 12 % má  $450 \text{ kg.m}^{-3}$  a je to dřevo měkké. Je méně trvanlivé a odolné proti biotickým škůdcům. Velmi dobře se opracovává, suší, ale hůře se impregnuje.

Smrkové dřevo patří mezi naše nejdůležitější užitkové dřevo. Lze jej použít na stavby a jako konstrukční dřevo pro nadzemní i podzemní stavby. Dřevo smrku můžeme použít k výrobě stožárů, sloupů, střešní a mostní konstrukce, lešení, podlahovina, důlní dříví a další. V nábytkářském odvětví se z něj vyrábí samotný nábytek, dýhy, překližky a lišty. Dále v chemickém a polochemickém zpracování představuje výrobu buničiny, dřevoviny, dřevovláknité a dřevotřískové desky. Je-li dobře rostlý smrk se souměrnými úzkými letokruhy 1 – 4 mm podílem letního dřeva v letokruhu, bez vad, je to rezonanční dříví vhodné pro výrobu hudebních nástrojů. Aby byly akustické vlastnosti dřeva co nejlepší, mělo by se dříví nechat uskladněné tak, aby přirozeně vysychalo 3 – 5 let. Velice cenné je také u smrku lískovcové dřevo, výrazně zvyšuje estetickou hodnotu smrkového dřeva. (Šlezingerová a Gandelová 2008).

## 1.4 Střešní krytina

V důsledku neustálého rozvíjení dovedností a technologií ve stavebnictví se používá mnoho druhů střešních krytin. Nejznámější střešní krytinou je pravděpodobně pálená taška, která se ale moc na pergoly nepoužívá a už vůbec ne betonová. Blíže k pergolám a altánkům má například plechová či plastová krytina, která ale na dřevěné konstrukci nevypadá příliš dobře. Méně používané jsou vláknocementové šablony nebo břidlice. Nejbližší vztah k těmto konstrukcím mají zřejmě asfaltové pásy, které jsou navrženy tak, aby byla instalace střešní krytiny jednoduchá. Poslední možností je střešní krytina ze samotného dřeva – dřevěné šindele.

### 1.4.1 Štípaný šindel

Tradičním způsobem výroby šindelů bylo štípáním. Jde o poměrně náročnou ruční práci, kdy dobrý šindelář zvládl vyrobít opravdu kvalitní krytinu štípáním jednotlivých kusů dřeva. Při výrobě se na jedné podélné straně udělala špičatá hrana a na druhé straně drážka, tak aby obě strany do sebe perfektně seděly. Zůstane-li povrch dřeva po štípání neporušen, nebudou tak porušená vlákna a povrch bude mnohem více odolný vůči vlhkosti. Dnes se již tato práce neprovádí ručně ale strojně.

### 1.4.2 Řezaný šindel

Výrobou řezaného šindele docílíme přesnějších rozměrů, musí se však dbát na směr vláken. Chceme-li použít řezaný šindel, musíme se ujistit, že je řezaný v radiálním směru a předejdeme tak ztrátě ochranné funkce a tvarovým změnám, které se projevují při výrobě z bočního řeziva. Pokud dodržíme tyto náležitosti, budou tvarové změny v příčném směru velmi malé a bude to mít velký vliv na kvalitu a životnost krytiny.

## 1.5 Porovnání vybraných druhů krytin

Srovnání jednotlivých druhů střešních krytin podle životnosti a ceny za m<sup>2</sup>:

- štípaný šindel – životnost 50 až 80 let při ceně 900 až 1800 Kč za m<sup>2</sup>
- řezaný šindel – životnost 25 až 70 let při ceně 700 až 1400 Kč za m<sup>2</sup>
- pálená taška – životnost 80 až 100 let při ceně 250 až 600 Kč za m<sup>2</sup>
- vláknocement (eternit) – životnost 80 let při ceně 300 až 700 Kč za m<sup>2</sup>
- betonová taška – životnost 100 let při ceně 200 až 500 Kč za m<sup>2</sup>

*(<http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strechy/drevo-na-strese>)*

*Ing. Lukáš Wondráček, Bc. Michaela Křiváková*



## 2. Degradace dřeva

Není-li dřevo dostatečně chráněno před působením vody, povětrnostními vlivy nebo biologickými činiteli, dochází k jeho degradaci. Degradací se rozumí snížení kvality vlastností dřeva vlivem stárnutí a působení různých biotických a abiotických činitelů. Pomineme-li škůdce, plísně a houby, jsou pro dřevo nejnebezpečnější, z hlediska degradace dřeva, změny způsobené povětrnostními vlivy (voda, světlo, teplota) a emisemi v ovzduší. Proto je nutné dřevu poskytnout dostatečnou ochranu, např. vhodnou povrchovou úpravu.

### 2.1 Povětrnostní stárnutí

V případě, že dřevo není napadeno biotickými škůdci, působí na něj nejvíce atmosférická koroze, která je přirozeným procesem stárnutí. S větší nebo menší intenzitou závisující na teplotě, vlhkosti, světle a dalších podmínkách působí na dřevo prakticky pořád. V porovnání interiéru a exteriéru je samotná degradace dřeva v atmosférických podmínkách nejintenzivnější a nejrychlejší v exteriéru což souvisí s přirozenými cykly klimatu. (*Drevari.humlak.cz*)

Působení atmosférických vlivů, které ovlivňují degradační proces, probíhá ihned po těžbě dřeva. Zejména u hemicelulózy a ligninu dochází k degradaci. Celulóza je nejodolnější z těchto stavebních biopolymerů. Dřevo začne povrchově erodovat, ztrácet mechanické vlastnosti, začne měnit svou barvu a strukturu. Přirozeným procesem stárnutí dřeva na povětrnosti vlivem abiotických činitelů je zvětrávání.

Mezi abiotické činitele způsobující zvětrávání patří:

- voda a vodní roztoky agresivních látek
- kyslík
- agresivní plyny a imise (oxid siřičitý, oxidy dusíku atd.)
- prach, písek, saze (*Drevari.humlak.cz*)

Proces stárnutí dřeva, tedy zvětrávání, lze provést dvěma způsoby. Prvním z nich je „přirozené zvětrávání“ v exteriéru za běžných klimatických podmínek. Při průběhu venkovního zvětrávání nelze povětrnostní podmínky v místě expozice výrazně ovlivnit, což vede ke kvalitním a vysoce důvěryhodným výsledkům z měření při provádění experimentu. Druhý způsob je „umělé zvětrávání“, tedy uměle vytvořené podmínky v prostředí komory. Jedná se o zrychlení procesu zvětrávání v interiéru za pomoci nasimulovaných povětrnostních podmínek. Tímto postupem lze výsledku dosáhnout výrazně rychlejším způsobem, než přirozeným zvětráváním. Avšak takto naměřená data nelze považovat za příliš přesná, protože neprovádíme několikačetná průběžná měření. Problémem v porovnávání těchto testů je, že povětrností vlivy jsou v komoře dobře kontrolované a předvídatelné, zatímco podmínky v exteriéru jsou téměř neovlivnitelné a zcela nepředvídatelné. (*Crewdson, 2009*)

### 2.1.1 Voda

Voda se podílí na hydrolyze hemicelulóz a na rozpouštění nízkomolekulárních podílů vznikajících při fotodegradaci hemicelulóz a ligninu. Rozpustnost degradačních produktů dřeva ve vodě a intenzita hydrolyzy roste vlivem slunečního záření a s rostoucí teplotou. K rozměrovým změnám díky oddalování a přibližování vláken celulózy dochází v důsledku změny obsahu vody vázané k vytváření mikro až makrotrhlin. (*Drevari.humlak.cz, Irena Kučerová 2005*)

V pevném skupenství nemá voda na vlastnosti dřeva příliš velký vliv. Větším problémem je přechod kapalného skupenství na pevné. Voda totiž při zamrznutí mění svůj objem, rozpíná se. Je-li povrchová úprava poškozená, může voda vnikat do trhlin, kde při změně skupenství z kapalného na pevné působí ještě větší poškození NH. Dochází tak ke zvětšení trhlin ve dřevě a také k nedokonalé přilnavosti nátěrového filmu k podkladovému materiálu. Tím povrchová úprava naprosto ztrácí svoji ochrannou funkci.

V případě krupobití dochází k porušení nátěrového filmu, ve formě malých trhlinek po celé ploše, který krupobití zasáhlo. Tento způsob narušení nátěrového filmu přispívá k degradaci vlivem dalších faktorů. Především tomuto poškození lze použitím NH s vyšší odolností proti nárazu tzv. pružnou NH. (*Enhancing service life, 2006*).

### 2.1.2 Sluneční záření

UV záření je nejvýznamnější složkou slunečního záření, která ovlivňuje atmosférickou degradaci a vyvolává fotochemické reakce. Světelné kvantum, které přechází do excitovaného stavu a vstupuje do primárních chemických reakcí, je absorbováno molekulami dřeva. Chemické reakce probíhají pouze do hloubky několika desítek mikrometrů od povrchu dřeva. Při chemické reakci dochází ke štěpení kovalentních vazeb v molekule za vzniku primárních radikálů. Primární radikály jsou vysoce reaktivní a iniciují sekundární řetězové reakce, při nichž vznikají sekundární radikály, které jsou stabilnější, mají delší životnost a jsou schopny migrovat a vyvolávat reakce v hlubších vrstvách od povrchu dřeva. Fotodegradaci podléhá především lignin, který nejvíce pohlcuje UV záření. Fotodegradace probíhá do cca 3 mm od povrchu dřeva. Projevuje se barevnými změnami (žloutnutím až hnědnutím) a zdrsňením až popraskání povrchu. (*Irena Kučerová 2005*)

Podle změny světlosti se mohou dřeva dělit do těchto pěti skupin:

- pouze tmavnutí
- tmavnutí a následné světlání
- tmavnutí → zesvětlení → tmavnutí
- pouze zesvětlení
- zesvětlení s následným ztmavnutím (*Hon a Minemura 2001*).

Poškozené ligninové a hemicelulózové složky dřevní hmoty jsou postupně depolimerizovány a stávají se polárnějšími díky vyššímu podílu karboxylových a karboxylových slupin. V tomto stavu jsou vyluhovatelnými ze dřeva. Z povrchu se vyluhují především degradační produkty ligninu a hemicelulóz (žluté až hnědé barvy) a zůstávají ve vodě. V exteriéru je skutečná barva atmosféricky zkorodovaného dřeva světle šedá až šedo černá. Příčinou je absorpce emisí prachu a jiných nečistot. Poté se snižují důležité mechanické vlastnosti jako je pevnost a tvrdost povrchových vrstev dřeva. K erozi povrchu dřeva pak dochází v důsledku různých kombinací vyluhování ligninu a hemicelulózy a mechanického uvolnění mikrofibril celulózy a kolísáním teploty i prouděním vzduchu z povrchu dřeva. (*Irena Kučerová 2005*)

### 2.1.2.1 UV stabilizátory

Během posledních let bylo vyvinuto mnoho UV stabilizátorů. Hlavním požadavkem bylo to, že nesmějí propustit UV záření s vlnovou délkou 300-400 nm a musí ho absorbovat. U NH nesmí mezi UV stabilizátorem, polymerem a dalšími složkami probíhat žádné reakce. Odolné vůči záření musí být i samy stabilizátory. Musí absorbovat záření a měnit ho na energeticky slabší. Tyto požadavky splňují některé deriváty a prostorově stíněné aminy. Derivát kyseliny salicylové absorbuje UV záření s vlnovými délkami pouze 290-320 nm, proto se moc nepoužívají. Derivát benzofenonu absorbuje až 10 % UV záření a derivát benzotriazolu patří ke stabilizátorům s vysokou absorpční schopností. (*Řezníček 2010*).

UV stabilizátory v polymerním systému dělíme na:

#### **Absorbenty – stíníče UV záření**

Absorbér by měl zachytávat záření o vlnové délce 290-400 nm a měl by úplně propouštět světlo viditelných vlnových délek. Vlnové délky nad 400 nm zapříčiňují žloutnutí podkladu. Funkcí UV absorbérů je pohlcení škodlivého záření a přeměna světelné energie na tepelnou. UV absorbéry nedokáží chránit tenké filmy. Patří sem organické a anorganické pigmenty. (*Závada 2011*)

#### **Desaktivátory excitovaných stavů**

Jsou to deaktivátory excitovaných stavů chromoforů nebo-li také zhášedla. Pohltí-li chromofor foton, dostane se do excitovaného stavu a způsobí fotoiniciaci. Do základního stavu se chromofor může vrátit fotofyzikálními procesy. Desaktivace může také proběhnout chemickou cestou a to tak, že dojde k reakci s polymerním systémem nebo k přenosu energie zhášedlu. K fotostabilizátorům patří blokované fenoly, piperidiny apod. (*Závada 2011*).

#### **Lapače volných radikálů**

K této skupině patří stíněné aminy tzv. primární antioxidanty, které štěpí kinetický řetězec reakcí s makroradikály za vzniku inaktivních produktů. Tím dojde k zastavení reakce kyslíku s makroradikály polymeru, pomocí nichž vznikají nové radikály. Proces lze přerušit za pomoci donor-akceptorové vazby. Řadíme sem aromatické aminy, blokované fenoly apod. (*Kalenda a Kalendová 2004*)

### **Rozkladače hydroperoxidů**

Tyto rozkladače štěpí peroxidy na inaktivní produkty. Při fotostabilizaci polymerů je považován za rozhodující rozklad peroxidů. (*Kalenda a Kalendová 2004*)

#### **2.1.2.2 HALS – stíněné aminy**

Nově používané jsou prostorově stíněné aminy, které zabraňují vzniku vysoké koncentrace volných radikálů. Princip tohoto děje nebyl nikdy přesně objasněn. Pouze se spekuluje, že to zapřičiňuje přenos energie, rozpad peroxidů nebo ukončení tvorby volných radikálů. Čím vyšší je koncentrace stíněných aminů v NH, tím vyšší je ochrana. (*Kutz 2005*) Ke stíněným aminům patří např. deriváty piperidinu. Mají velkou účinnost, ale jsou velmi těkavé a nesnášejí se s polymery. (*Řezníček 2010*)

## **2.2 Atmosférická eroze povrchu dřeva**

Oproti tvrdým listnatým dřevinám je atmosférická eroze intenzivnější u jehličnanů. Závisí na klimatických podmínkách, orientaci světové strany, úhlu působení a dalších faktorech. Povrchový úbytek dřeva vlivem eroze ve venkovní expozici se na našem území a v našich klimatických podmínkách pohybuje:

- u tvrdých listnáčů (dub, akát)..... 1 až 5 mm za 100 let
- u jehličnanů (smrk, borovice).....10 až 15 mm za 100 let

Nejvíce zřetelná eroze, jako úbytku dřeva, je u jarního dřeva, protože je to oproti letnímu dřevu měkké a nevyzrále. Projevuje se vznikem plastické textury povrchu dřeva. Typickými znaky podle místa vystavení jsou:

- v interiérech: změna barvy (zhnědnutí nebo zesvětlení)
- v exteriérech: změna barvy (šedé odstíny) a eroze povrchu (plastická textura).

(*Drevari.humlak.cz*)

## 2.3 Chemická koroze dřeva

Chemická koroze dřeva je proces, který nastává při kontaktu složek dřeva s agresivními chemickými látkami. Jde hlavně o kyseliny, zásady a oxidační činidla, které jsou přímo nebo katalyticky zapojeny do degradační chemické reakce ve složkách dřeva.

Dřevo je díky dobré odolnosti vystaveno chemické korozi záměrně, proto se využívá jeho lepší odolnosti proti chemikáliím v porovnání s jinými materiály. Na dřevo v tomto prostředí působí výpary, kondenzáty, plyny nebo přímo tekutiny. Slabší chemická koroze může nastat při kontaktu dřeva s exhaláty nebo kyselými dešti, které obsahují oxid siřičitý a oxid dusitý, jde o tzv. atmosféricko-chemickou korozi dřeva. Jednou z účelných chemických korozi může být aplikace chemické látky (tvrdidla, lepidla, atd.) do dřeva za účelem zvýšení odolnosti proti škůdcům a ke snížení jeho hořlavosti. Během chemické koroze ve dřevě probíhají chemické reakce, které vedou k barevným změnám, k narušení geometrie dřeva a ke změně buněčné stěny pozorovatelné pouze mikroskopem. Nejvyšším stupeň degradace chemickou korozi je snížení polymerizačního stupně polysacharidů a rozpad trojrozměrné ligninové sítě vedoucí k výraznému zhoršení mechanických a fyzikálních vlastností.

Dřevo v kontaktu se silnými alkáliemi, jako jsou hydroxid sodný a draselný, podléhá tvarovým změnám vlivem silného bobtnání a sesychání. V mokřém stavu je pevnost dřeva velmi nízká a naopak v suchém stavu výrazně vyšší než u dřeva zdravého.

Při kontaktu dřeva se silnými kyselinami, jako je kyselina sírová nebo chlorovodíková a s oxidačními činidly, jako je peroxid vodíku, dochází ke snížení mechanických vlastností v mokřém i suchém stavu. Slabé organické kyseliny, jako je kyselina octová a ftalová, narušují dřevo jen velmi málo. Síla chemické koroze narůstá se zvyšující se teplotou a koncentrací dané látky. Platí, že dřevo jehličnanů je mnohem více odolné než dřevo listnáčů, včetně buku a dubu. Obecně můžeme říci, že dřevo dobře odolává chemikáliím v porovnání s kovy, plasty i kameninou a této odolnosti se využívá při výrobě sudů, nádrží a podlah. (*Drevari.humlak.cz*)

## 2.4 Ochrana dřeva a dřevěných konstrukcí

Aby dřevo splňovalo všechny funkce, které od něj vyžadujeme, tak je nutné se o něj starat, tedy správně a účinně ho chránit. Před použitím dřeva, hlavně do exteriéru, je třeba zvážit odpovědi na pár otázek:

- Jaké je přirozená odolnost dřeva?
- Jaké je prostředí, ve kterém se bude dřevo nacházet?
- Zda bude stačit konstrukční ochrana?
- Jestli chceme použít chemické ochranné prostředky?
- Zda je pro tento účel vůbec dřevo vhodné. *(Ptáček, 2009)*

Podle ČSN 350-2 je odolnost našich dřevin poměrně malá. Všechny dřeviny kromě dubu jsou klasifikovány jako středně nebo málo trvanlivé. Za trvanlivé dřevo se považuje jádrové dřevo, dřevo bělové nikoli. *(Ptáček, 2014)* Příčinou je daná funkce jádrového a bělového dřeva. Funkcí bělového dřeva je vést vodu s minerálními látkami a vytvářet zásobu potřebných látek. Funkcí jádra je zvýšit tuhost a stabilitu celého kmene. Jádro pravé má zvýšené mechanické vlastnosti, trvanlivost a odolnost proti hnilobám. *(Požgaj, 1997)*

Tzv. suchá ochrana je vhodné uložení dřeva, které je považované za nejlepší ochranu. Podstatou této ochrany je vytvořit prostředí, které je nevyhovující pro biologické napadení. Proti degradujícím vlivům se ochrana dřeva provádí podle výše pravděpodobnosti narušení, ztráty estetických vlastností a požadované životnosti díky následujícím opatřením:

- Stavebně konstrukční ochrana
- Chemická ochrana dřeva proti biotickým škůdcům
- Povrchová úprava dřeva barvami a laky
- Protipožární ochrana pyroretardačními prostředky nebo konstrukčním opatřením
- Fyzikální metody → sterilizace teplotou, radioaktivním ozářením, regulací vlhkosti apod.

Podle expozičního zatížení dřeva je možné tyto opatření kombinovat. *(Baier, Týn, 1996)*

Dle normy ČSN EN-335 se dřevěné konstrukce podle rizika ohrožení dělí do pěti tříd:

- Třída 1: dřevo v interiéru, konstrukčně chráněné
- Třída 2: dřevo konstrukčně chráněné. Vlivem vysoké vlhkosti vzduchu se může vlhkost dřeva krátkodobě zvýšit.
- Třída 3: dřevo v exteriéru nebo nedokonale chráněné před povětrnostními vlivy. Není však ve styku se zemí.
- Třída 4: dřevo je v trvalém styku se zemí nebo sladkou vodou
- Třída 5: dřevo je v trvalém styku s mořskou vodou

Ve většině případů dochází v dřevostavbách a dřevěných konstrukcích k napadení dřeva vlivem špatné konstrukční ochrany nebo vlivem výše zmíněných havárií. Z toho důvodu je nutné brát ohled na provedení stavby a na chemickou ochranu dřeva. (Ptáček, 2014)

#### **2.4.1 Vlivy působící na dřevo**

Abiotické vlivy působící negativně na dřevěné konstrukce jsou především:

- Teplota – nízká, vysoká, mráz, záření
- Voda – déšť, sníh, led, přímý déšť, mlhy, vlhkost
- Sluneční záření – zvýšení teploty povrchu dřeva
- UV záření – barevné změny dřeva, šednutí
- Oheň

Nejvýznamnější vliv na vlastnosti dřevěných konstrukcí z uvedených abiotických činitelů má vlhkost, kdy změny vlhkosti zapříčiňují sesychání a bobtnání dřeva, což vede k tvarovým změnám až k deformaci. Rychlé změny vlhkosti zapříčiněné střídavými teplotami vedou k tvorbě trhlin ve dřevě. Díky trhlinám je pak snadnější prostup vlhkosti do dřeva a snadnější napadení hmyzem. Trvalá vlhkost dřeva vede k barevným změnám a k rozkladu dřevokaznými houbami.



Biotické vlivy působící negativně na dřevěné konstrukce jsou především:

- Dřevokazné houby
- Plísně
- Dřevozbarvující houby
- Hmyz
- Rostliny
- Mořští škůdci
- Termiti
- Bakterie

Ostatní vlivy působící negativně na dřevěné konstrukce jsou především:

- Protipožární přípravky
- Chemické přípravky
- Soli
- Kyseliny a zásady (*Humhal, 2012*)

## 2.5 Konstrukční ochrana dřeva

Je to nejdůležitější metoda ochrany dřevěných konstrukcí a stavebních prvků před abiotickými a biotickými činiteli. Patří k preventivní ochraně a mělo by se na ní pamatovat při stavbách a rekonstrukcích budov. Konstrukční ochrana znamená zamezení zvýšené vlhkosti v konstrukci, kondenzaci vzdušné vlhkosti a izolace stavby od země, popřípadě od spodní vody. (*Baier, Týn, 1996*)

Jde i o vhodný výběr druhu dřeva, o regulaci klimatických podmínek v objektu a tvarovou optimalizaci konstrukce stavby. (*Sysala, 2010*)

Zásady konstrukční ochrany:

- Dostatečně velký a účinný přesah střech
- Pokud možno vertikální pokládka prken (snadnější stékání vody a rychlé vysušení dřeva)
- Zamezení přímému kontaktu dřeva se zemí

- Pečlivé provedení detailů u nároží budov, ostění oken, napojení střech, podezdívek a soklů – smyslem je zamezit stojící nebo vzlínající vodě
- Zabránit stříkání vody odrážející se od země na dřevo – odsazení dřevěných částí konstrukce od terénu 300 mm (*Gabriel, 2011*)
- Nevytvářet vodorovné plochy, ale vždy plochy vyspárovat a zaoblit hrany, aby mohla voda volně stékat (*Tesařová, 2014*)
- Čelní řezné hrany zakrýt, aby vlhkost nevzlínala díky kapilárním schopnostem dřeva (*Tesařová, 2014*)

Pro stavbu určenou do exteriéru by mělo být použito pouze skladované suché dřevo, které má vyšší odolnost vůči povětrnosti a jehož vlhkost by neměla překročit 20 %. (*Tesařová, 2014*)

## **2.6 Chemická ochrana dřeva**

Jestliže se nedá vyloučit napadení hmyzem nebo houbami u stavby navzdory konstrukčnímu opatření, je potřeba ji chemicky ochránit. K tomuto účelu slouží velká řada prostředků nebo i tlaková impregnace. (*Humhal, 2012*)

Chemická ochrana se používá jako prevence u nosných prvků konstrukce, jako jsou střešní vazby nebo latě a u dřevěných konstrukcí, které jsou vystaveny povětrnostním vlivům, jako jsou dřevěné štíty, venkovní obklady, verandy, atd. Dále se také používá pro dřeva určená k trvalému styku se zemí nebo vodou. (*Sysala, 2010*)

### **3. Povrchová úprava dřeva**

Povrchová úprava je nejzákladnější operací při výrobě dřevařských výrobků. V tomto směru existuje mnoho možností jak dřevo povrchově upravit. Tyto možnosti se s postupem času, vývojem v chemickém průmyslu a také díky legislativním změnám stále rozšiřují a obměňují. Jediným důvodem, proč dřevo povrchově upravujeme, je již po tisíce let stejný. Chceme zvýšit trvanlivost a odolnost výrobku, zvýšit estetický vzhled, usnadnit jeho údržbu a v některých případech zamezit pronikání emisí z podkladového materiálu. Jedná se o tzv. zábranný efekt. *(Liptáková, Sedliačík 1989)*

Dřevo povrchově upravujeme mořením, bělením a barvením, což se označuje jako estetická úprava povrchu, kterou dále můžeme opatřit ochrannou vrstvou vosku, olejů a dalšími druhy NH. Tyto úpravy povrchu jsou prováděny tzv. mokrou cestou. Kromě nich jsou povrchové úpravy prováděné i suchou cestou, což je lisování laminátů a fólií na povrch konstrukční desky. *(Horák 1991)*

#### **3.1 Požadavky na povrch dřeva před povrchovou úpravou**

Povrch dřeva je dán vnitřní stavbou dřeva a jeho opracováním. Je dán jeho anatomickou stavbou, kterou tvoří rozměrové a tvarově odlišné elementy s velkým vnitřním povrchem. Z tohoto důvodu nelze provést naprostou dokonalost rovného povrchu, což k dřevěným výrobkům patří. *(Matovič 1993).*

Na povrchu dřeva závisí spotřeba NH, produktivita a kvalita filmu. Čím je povrch drsnější, tím více se spotřebuje NH. V tomto případě je potřeba povrch dobře obrousit. Toto platí u všech druhů NH. Chceme-li použít dřevo s větším obsahem pryskyřice (modřín, borovice) nebo dřevo, které má hrubé póry, musíme k přípravě povrchu i k povrchové úpravě přistupovat individuálně. Použitím nejkvalitnější NH neskryjeme nekvalitně připravený povrch. Broušení a první nános je nejvhodnější provádět v co nejkratší době po sobě, v tentýž den je to nejlepší. *(Trávník 2008)*

### 3.2 Požadavky na povrchovou úpravou

Požadavky na povrchovou úpravu závisí na mnoha kritériích. Tato kritéria jsou: zda se jedná o vnitřní či venkovní nátěr, jehličnaté, listnaté nebo exotické dřevo, renovační nátěr nebo první dokončování, jestli povrch bude vystaven slunečnímu záření nebo zda musí čelit vysoké vlhkosti či velkému mechanickému namáhání. Podle těchto kritérií jsou dále vyžadovány jisté požadavky na povrchovou úpravu, jako jsou například dlouhodobé zachování užitečných hodnot, odolnost proti povětrnostním vlivům, zamezení šednutí dřeva, ekologické požadavky na emise. Dále je kladen důraz na zachování či vylepšení vlastností výrobků, jako je tvrdost, odolnost vůči vrypu, úderu a oděru, zvýšení či snížení barevných rozdílů dřevěného podkladu atd. (*Tesařová et al. 2014*)

Nové povrchové úpravy pro dokončování materiálů na bázi dřeva, zvláště masivního dřeva, mají za úkol zvýraznit kresbu dřeva, zakrýt estetické vady, zabránit objemovým změnám vlivem působení vlhkosti, barevným změnám povrchu, zdrsnění povrchu a anizotropii u masivního dřeva.

Povrchová úprava musí zabránit působení UVA a UVB záření na podklad na bázi dřeva a pohlcovat jej. Vlivem zvýšené odolnosti slepování v bloku jsou kladeny velké nároky nátěrového filmu na přizpůsobivost. Dále musí nátěrový film vyrovnat povrchovou nerovnost, která je daná hygroskopií dřeva.

Kromě celulózy, ligninu a hemicelulózy obsahují některé druhy dřeva, bohatá na tanin, také třísloviny. Pronikání taninu na povrch dřeva tzv. krvácení musí zabránit povrchová úprava. (*Tesařová, 2010*)

### 3.3 Nátěrové hmoty

NH jsou látky skládající se z těkavých a netěkavých složek. Netěkavé složky představují filmotvorné látky, což jsou vysychavé oleje, pryskyřice a deriváty celulózy, dále barviva, tvrdidla, pigmenty, zvláčňovadla, urychlovače, sušidla, plniva, aditiva, matovadla, povrchově aktivní látky a pomocné látky. Těkavé látky jsou rozpouštědla a ředidla. (*Liptáková, Sedliačiak 1989*)

Každá NH je složitá směs, kde každá látka ovlivňuje vlastnosti a použití NH. Při přípravě NH se zohledňují aplikační a technologické komplikace, také se nezapomíná na problémy ekonomické a ekologické. (*Kalendová, Kalenda 2004*)

### **3.3.1 Složení nátěrových hmot**

NH tvoří těkavé a netěkavé složky. Netěkavé složky jsou filmotvorné látky (pryskyřice, vysychavé oleje), pigmenty, barviva, tvrdidla, plniva, urychlovače a sušidla, zvláčňovadla, aditiva, matovadla, povrchově aktivní látky a pomocné látky. Těkavé látky jsou rozpouštědla a ředidla. (*Liptáková, Sedliačík 1989*)

NH mají poměrně složitou směs, kde každá složka ovlivňuje jejich vlastnosti a použití. Při přípravě NH se zohledňují technologické a aplikační problémy, ekonomické okolnosti a ekologie. (*Kalendová, Kalenda 2004*)

#### **Filmotvorné látky, pojiva**

Filmotvorné látky tvoří hlavní složku NH. Pro přípravu NH se používají vysychavé oleje, pryskyřice, deriváty celulózy, asfalty, bílkoviny a další materiály. Při záměrné kombinaci chemického složení filmotvorných látek lze upravit výsledné vlastnosti NH. (*Liptáková Sedliačík 1989*)

#### **Pigmenty, plniva a barviva**

Jsou to látky, které upravují výsledný vzhled a aplikační vlastnosti NH.

*Pigmenty* jsou barevné prášky, které nelze rozpustit v pojivu nebo v roztoku pojiva. Dodávají požadovaný odstín barvy, krycí schopnost a některé další vlastnosti. Do NH se používají organické i anorganické pigmenty, které ovlivňují mechanické a fyzikální vlastnosti nátěru. Prodlužují jeho životnost a odolnost v závislosti na schopnosti odrazet světelné záření, zvyšují stálost nátěru a odolnost proti atmosférickým vlivům.

*Barviva* jsou oproti pigmentům látky rozpustné v pojivech a jejich roztocích. NH dodávají barevný odstín, ale ne krycí schopnost.

*Plniva* upravují vlastnosti NH. Používají se společně s pigmenty ve formě prášku, většinou anorganického původu a jsou nerozpustné v pojivu a jejich roztocích. (*Liptáková, Sedliačík 1989*)

### **Změkčovadla**

Vláčnost a tažnost filmu upravují změkčovadla, které jsou syntetického nebo přírodního původu, jako je ricinový olej, chlorovaná změkčovadla, estery kyseliny citronové a některé polymery. (*Liptáková, Sedliačík 1989*)

### **Aditiva**

Aditiva jsou například zahušřovadla, antisedimentační prostředky, odpěňovače, UV stabilizátory a další upravující látky. (*Kalendová, Kalenda 2004*)

### **Těkavé složky**

Jsou to rozpouštědla a ředidla, které rozpouštějí pojiva při výrobě NH a upravují jejich konzistenci. Rozpouštědlo je směs kapaliny, kterou používáme k rozpouštění filmotvorných látek za účelem převést filmotvornou látku do formy vhodné pro použití do roztoku. Rozeznáváme:

- **pravá rozpouštědla** – sama o sobě rozpouštějí daný druh látky
- **nepravá rozpouštědla** – sama o sobě daný druh látky nerozpouštějí, ale jsou schopná ji rozpouštět ve směsi s pravými rozpouštědly, látka v nich však může nabobtnat

Nedojde-li v počáteční fázi tvorby filmu k odpaření rozpouštědla ovlivní to tvrdost, pružnost a jiné vlastnosti. (*Kalendová, Kalenda 2004*) Pro úpravu NH se používají ředidla. Ředidla a rozpouštědla ovlivňují další vlastnosti jako rychlost odpařování, toxicitu, která je často zmiňovaná v souvislosti s životním prostředím a dále také hořlavost. (*Lambourne, Strivens 1999*)

#### **3.3.1.1 Druhy nátěrových hmot**

NH se dají rozdělovat podle několika vlastností. Například podle pořadí v nátěrovém systému, podle ředidel, použití, pigmentace, způsobu vytvrzování, nanášení a další. Nejdůležitějším způsobem rozdělování je podle druhu filmotvorné složky:

#### **Olejové NH**

Používají se ricinové, bavlníkové, lněné, tungové, talové a jiné oleje. Zasychají reakcí s O<sub>2</sub> = autooxidace olejů, proces se urychluje sikativy.

### **Vodou ředitelné NH**

*NH na bázi akrylátových disperzí – zasychají fyzikálně. Obsahující polymery PUR pojiv s adovanými bočními řetězci hydrofilních skupin – vytvrzují se fyzikálně-chemicky bez přídavku tužidla. Dvousložkové, které mají lepší odolnost, především mechanickou a izolační funkcí vůči tříslovinám. Vytvrzují se fyzikálně-chemicky s přídavkem tužidla. Vytvrzovaná UV zářením, buď 1-komponentní a nebo 2-komponentní. (Tesařová 2007)*

### **Nitrocelulóзовé NH**

Nitrocelulóza je ester celulózy, který získáme nitrací kyseliny dusičné, sírové a vody. Rozpustná v esterech je nitrocelulóza z řady E a rozpustná v alkoholech je nitrocelulóza z řady A. Jejich největším problémem je velký obsah organických rozpouštědel. (Muzikář 2009)

### **Kyselinou tvrditelné NH**

Je to filmotvorná složka z močovinoformaldehydové pryskyřice s přídavkem jiných alkydových pryskyřic. Po odpaření dochází k chemické reakci s tvrdidlem tzv. polykondenzací.

### **Polyesterové NH**

Vícekomponentní NH skládající se z vlastní NH, iniciátoru a urychlovače. Rozpouštědlem je styren. Jsou velmi kvalitní a leští se na vysoký lesk.

### **Polyuretanové NH**

Jedno nebo dvousložkové, vodou ředitelné, ale i rozpouštědlové. Mají velmi dobrou odolnost.

### **Syntetické NH**

Jsou složeny z alkydových pryskyřic. Vytvrzují oxidačně, chemicky nebo fyzikálně zaschnou. Oxidačně a chemicky jsou odolnější, vytvrzování je pomalejší.

## **Lihové NH**

Směs přírodních pryskyřic jako je šelak nebo kopál nebo také deriváty celulózy rozpustné v etanolu. (*Horák 1991*)

Nejčastěji používané nátěrové hmoty:

- Vodou ředitelné nátěrové hmoty
- Akrylátové nátěrové hmoty
- UV tvrditelné nátěrové hmoty
- Polyuretanové nátěrové hmoty
- Nitrocelulóзовé nátěrové hmoty
- Polyesterové nátěrové hmoty

### **3.3.1.2 Lazury**

Lazury jsou NH, které jsou na pomezí mezi barvami a laky. Obsahují určité množství barevných složek, díky čemuž dokážou zvýšit ochranu, hlavně před degradací slunečním zářením a přitom nezakrývají texturu dřeva. Často obsahují ochranné látky proti biotickým škůdcům. Obsahují pojiva na bázi oxidačně schnoucích alkydových pryskyřic, olejů, vosků a vodou ředitelných akrylátů. Rozdělují se podle obsahu pevných částic. Nízký obsah pevných částic 20-25% jsou tenkovrstvé lazury a s obsahem 35-40% jsou silnovrstvé. Ochranný film je poměrně tenký, aby propustil vodní páry ven ze dřeva, ale dost silný, aby nedošlo k vniknutí vody dovnitř dřeva.

#### **Tenkovrstvé lazury**

Mají nízkou viskozitu, čímž lépe pronikají do dřeva a impregnují ho. Ochranná vrstva je vsáknuta do dřeva. Tzv. lazury „samosprašné“ jsou takové, které se při stárnutí mění v prach a je tak lepší obnovitelnost nátěru. Po třech nánosech je tloušťka vrstvy 15-25 μm.

#### **Silnovrstvé lazury**

Mají vrstvu minimálně 60 μm. Utvoří jednotlivý povrch dílce, který touto lazurou vytvoří stabilnější rozměry dílce. Pronikání par do dřeva a ven je pomalejší. Jsou



mnohem odolnější proti povětrnostním podmínkám. Obnova nátěru je však složitější než u tenkovrstvých lazur neboť se nerozpráší.

Tuto lazuru je vhodné použít na stavebně-truhlářské výrobky, jako jsou dveře a okna. Vzhledem k rozdělení lazur se do interiéru používá silnovrstvá, která snižuje pohlcování vodních par z interiéru. Do exteriéru se používá středněvrstvá, protože se spráší, snadněji se obnovuje. Středněvrstvá lazura má stejné vlastnosti jako tenkovrstvá, jen má větší obsah sušiny. (*Nutsh 2006*)

## 4. Použité materiály, metodiky a zařízení

### 4.1 Použitý materiál

#### 4.1.1 Podkladový materiál

Pro experimentální část práce byly použity zkušební vzorky smrkového dřeva o rozměrech 210 x 130 mm. Po tvarovém opracování dřeva a přípravě povrchu byly zkušební vzorky napuštěny impregnací. Následně byly zkušební vzorky rozděleny na dvě poloviny. První skupina byla dokončena dvěma nánosy tenkovrstvou lazuroou a druhá skupina dvěma nánosy silnovrstvou lazuroou. Uvedené vzorky byly následně vystaveny v exteriéru.



Obr. 1: Smrkové řezivo jako podkladový materiál

#### 4.1.2 Nátěrové hmoty

##### 4.1.2.1 Venkovní impregnace od firmy SwingColor

Transparentní tekutá impregnace veškerého dřeva pro venkovní použití, s otevřenými póry, pronikající do hloubky. Venkovní impregnace chrání dřevo bez kontaktu se zemí před zamodráním. Tato impregnace je určena pro venkovní použití

a je na bázi rozpouštědel. Jedná se o impregnaci s ochranným účinkem proti zamodráním pro jehličnaté dřeviny. Účinkuje do hloubky a reguluje vlhkost dřeva. Vhodnými podklady jsou např. fasádní bednění, okna, okenice, dveře, pergoly, ploty, venkovní obložení atd. Zasychá cca po 4 – 5 hodinách, přetiratelná je po 24 hodinách.

#### **4.1.2.2 Tenkovrstvá lazura od firmy SwingColor – odstín 8415**

Tenkovrstvá lazura na bázi alkydové pryskyřice je vhodná na všechny listnaté a jehličnaté dřeviny. Tato lazura reguluje vlhkost dřeva. Je hedvábně matná, odolná proti povětrnostním vlivům a UV záření. Snadno zpracovatelná a vodoodpudivá. Vhodná pro venkovní použití např. štíty, fasády, okenice, pergoly, ploty, venkovní obložení, střešní podhledy atd. Zasychá po 1 – 2 hodinách a je přetiratelná po 24 hodinách.

#### **4.1.2.3 Silnovrstvá lazura od firmy SwingColor – odstín 8415**

Silnovrstvá lazura na bázi alkydové pryskyřice. Speciálně na okna a dveře. Vhodná na všechny listnaté a jehličnaté dřeviny. Reguluje vlhkost. Je hedvábně lesklá a vodoodpudivá. Působí vysokou odolností proti povětrnostním vlivům a UV záření. Redukuje odkapávání, snadná zpracovatelnost. Vhodné použít pro silně namáhané rozměrově stálé stavební prvky jako je např. obložení s perem a drážkou, střešní podhledy, zahradní nábytek, okenice atd. Zasychá cca po 2 hodinách a je přetiratelná po 24 hodinách.

## **4.2 Použité přístroje a zařízení**

V průběhu experimentální části práce byly použity tyto přístroje a pomůcky:

- Drsnoměr SJ – 201P MITUTOYO (rozsah měření 300  $\mu\text{m}$ , chyba 0,01–0,32 $\mu\text{m}$ )
- Spektrofotometr-spektr-guide sphere gloss (rozsah 400-700 nm, citlivost 0,01 $\Delta\text{E}$ )
- Přístroj na stanovení lesku – ERICHSEN PICOGLOSS 503 - Leskoměr s úhly dopadu 20 $\pm$ 0,5°; 60 $\pm$ 0,5°; 85 $\pm$ 0,5°
- Přístroj na stanovení tvrdosti (Buchholtz FL – 2000 H, přesnost 0,001 mm)
- Stojany pro expozici venkovních vzorků (výška 125 cm, sklon 45°)

## 4.3 Použité metodiky

### 4.3.1 Stanovení drsnosti povrchu dle ČSN EN ISO 4287

Podle výše uvedené normy se stanovovala drsnost povrchu materiálu. Na začátku měření je nutné stanovit si, na kolika místech na vzorcích budeme provádět měření a označit si je čarami tak, aby vzorek obsahoval pět míst určených k měření. Samotné měření bylo provedeno na přístroji SJ – 201P MITUTOYO, který měří povrch diamantovým hrotem. Pro vyhodnocení drsnosti povrchu používáme naměřenou hodnotu Ra, která je nazývána aritmetickou úchylkou posuzovaného profilu. Výsledek je výsledku vyjádřen hodnotou v  $\mu\text{m}$ . V průběhu osmi měsíců bylo provedeno 4 měření. Měřeny byly všechny vzorky na začátku a na konci experimentu, mezi prvním a posledním měřením byly vybrány jen některé vzorky k měření, ale vždy alespoň jeden z každé světové strany.



Obr. 2: Drsnoměr - SJ – 201P MITUTOYO (Vaněk 2016, vlastní foto)

### 4.3.2 Stanovení barevných změn povrchu dle ČSN 67 3067

Na začátku měření je potřeba stanovit počet měření na jednom vzorku a místa, na kterých se bude měřit, aby se měření provádělo přibližně na stejných místech. Změna barevného odstínu je  $\Delta E$ . Je to míra rozdílu barevných vlastností nátěrů. Stanovení této hodnoty se provádí pomocí kalorimetrie, což je způsob měření v systému XYZ CIE LaB. K tomu je potřeba přístroj spektro-guide sphre gloss. Měření se provádí za účelem vyhodnocení barevné změny povrchu. Měření se provádělo vždy na všech vzorcích. Pro tuto práci, byly vzorky měřeny v pěti bodech.

#### Klasifikační tabulka dle ČSN 67 3067 (Stupeň stálosti / Popis $\Delta E$ )

1. Barevný odstín téměř beze změny. Barevné vlastnosti se nemění během zkoušky. Stálost je výborná 0,5
2. Vzorek vykazuje postřehnutelnou změnu barevného odstínu 3
3. Vzorek není barevně stálý 8
4. Vzorek má velmi špatnou barevnou stálost 30
5. Vzorek je barevně naprosto nestálý 60



Obr. 3: Spektrofotometr BYK Spectro-Guide 45/0 Gloss (Vaněk 2016, vlastní foto)

### 4.3.3 Stanovení stupně lesku povrchu dle ČSN 91 0273

Lesk je stanoven pomocí tzv. reflektometrické metody, která hodnotí veličinu neboli stupeň lesku je číslo, které je relativní a je vyjádřeno jako ukazatel odrazu měřené plochy vzhledem k referenčnímu vzorku a má přiřazenou hodnotu 100, která je vyjádřena v procentech. Hodnoty byly zjišťovány při úhlu  $60^\circ$  pomocí přístroje zvaného leskoměr - Erichsen Picogloss 503, přesnost 0,01. Lesk povrchu posuzujeme podle reflektometrické metody. Posupujeme tak, že si stanovíme body a můžeme měřit jak ve směru vláken, tak i kolmo na ně. Jednotka vyjadřující stupeň lesku je GU.



Obr. 4: Leskoměr – Erichsen Picogloss 503 (Vaněk 2016, vlastní foto)

#### 4.3.4 Stanovení tvrdosti nátěru tvrdoměrem dle ČSN 67 3074

Touto normou lze popsat zkoušku, při které se stanovuje tvrdost nátěrového filmu. Při vtlačení hrotu na tělese do nátěrového filmu vzniká odpor, který vyjadřuje schopnost NH odolávat deformacím spojenými s vnikáním těles do podkladu. Hloubka průniku hrotu se měří v  $\mu\text{m}$  po dobu cca 30 sekund při zatížení 1 N. Přístroj na měření tvrdosti se nazývá Buchholtz FL – 2000 H, přesnost 0,001 mm. Měření probíhalo při každém měření.



Obr. 5: Mikrotvrdoměr – Buchholtz FL – 2000 H (Vaněk 2016, vlastní foto)

## 5. Výsledky měření

Tab. 1: Celková doba expozice vzorků přepočtená na dny a hodiny

Doba expozice v exteriéru					
2016/2017	září	listopad	únor	duben	leden
<b>dny</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>159</b>	<b>228</b>	<b>306</b>
<b>hodiny</b>	<b>0</b>	<b>2112</b>	<b>3816</b>	<b>5472</b>	<b>7344</b>

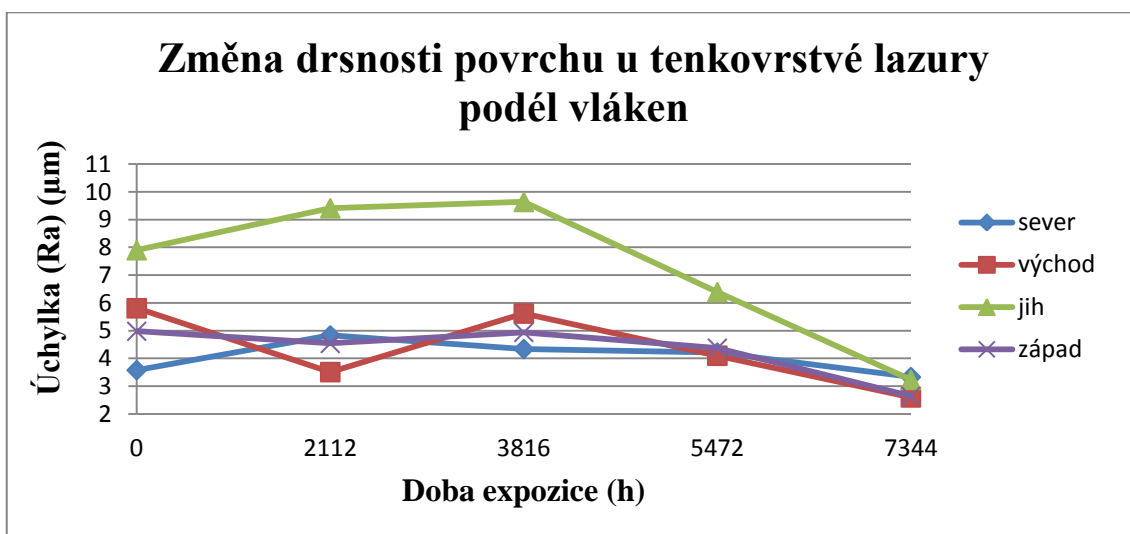
Během doby expozice nastala změna v přerušení souvislého intervalu doby vystavení referenčních vzorků v exteriéru. Konkrétně po přeměření v dubnu proběhlo uskladnění vzorků na budově T, než byly opět po konzultaci vystaveny od začátku listopadu do konce ledna.

### 5.1 Stanovení drsnosti povrchu

Tab. 2: Stanovení drsnosti povrchu – podél vláken

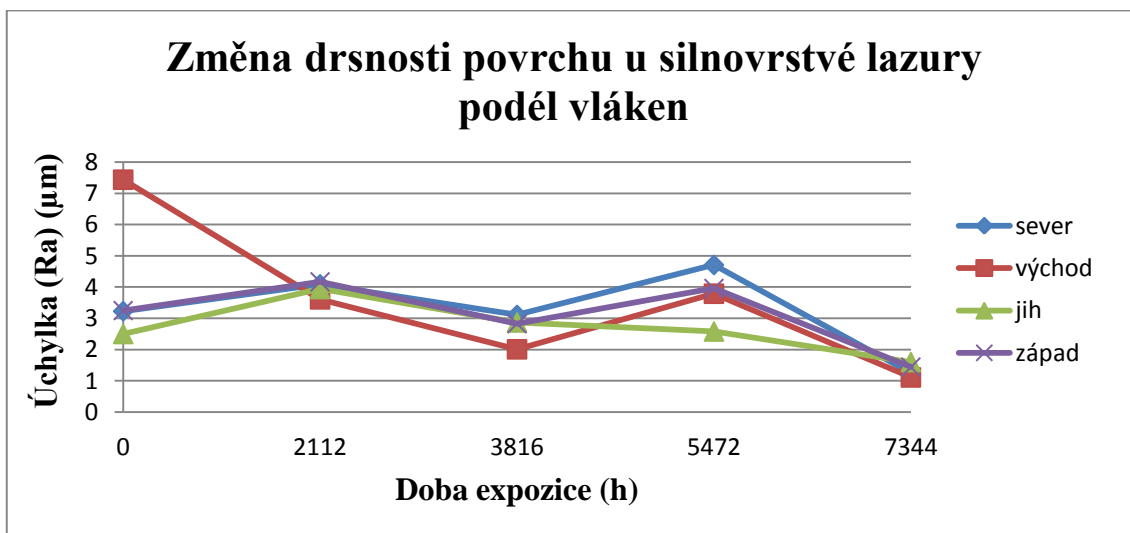
Drsnost povrchu vystavených vzorků podél vláken ( $\mu\text{m}$ )							
NH	Orientace		1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
Tenkovrstvé	sever	průměr	3,58	4,83	4,34	4,21	3,33
		změna	0	1,25	-0,49	-0,13	-0,88
	východ	průměr	5,81	3,51	5,62	4,1	2,6
		změna	0	-2,3	2,11	-1,52	-1,5
	jih	průměr	7,9	9,41	9,64	6,39	3,23
		změna	0	1,51	0,23	-3,25	-3,16
	západ	průměr	4,98	4,54	4,94	4,37	2,64
		změna	0	-0,44	0,4	-0,57	-1,73
Silnovrstvé	sever	průměr	3,23	4,09	3,11	4,71	1,25
		změna	0	0,86	-0,98	1,6	-3,46
	východ	průměr	7,44	3,61	2,01	3,79	1,11
		změna	0	-3,83	-1,6	1,78	-2,68
	jih	průměr	2,5	3,94	2,87	2,58	1,6
		změna	0	1,44	-1,07	-0,29	-0,98
	západ	průměr	3,25	4,17	2,83	3,96	1,44
		změna	0	0,92	-1,34	1,13	-2,52





Obr. 6: Změna drsnosti povrchu u tenkovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně

Z tohoto grafu je zřejmé, že nejhorší drsnost povrchu podél vláken u tenkovrstvé lazury je na vzorcích, které byly vystaveny na jižní světovou stranu. Ostatní vzorky vystavené na zbylé světové strany vykazovaly poměrně stálou hodnotu drsnosti.

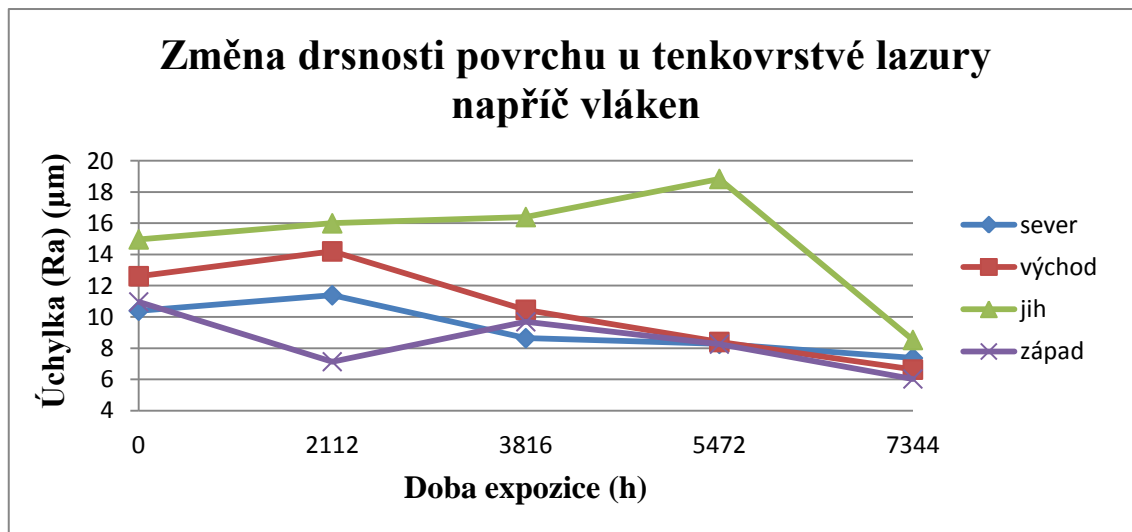


Obr. 7: Změna drsnosti povrchu u silnovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně

Drsnost povrchu podél vláken u silnovrstvé lazury byla na začátku měření nejvyšší na vzorcích orientovaných na východní světovou stranu. Ostatní vzorky měly podobný konstantní průběh.

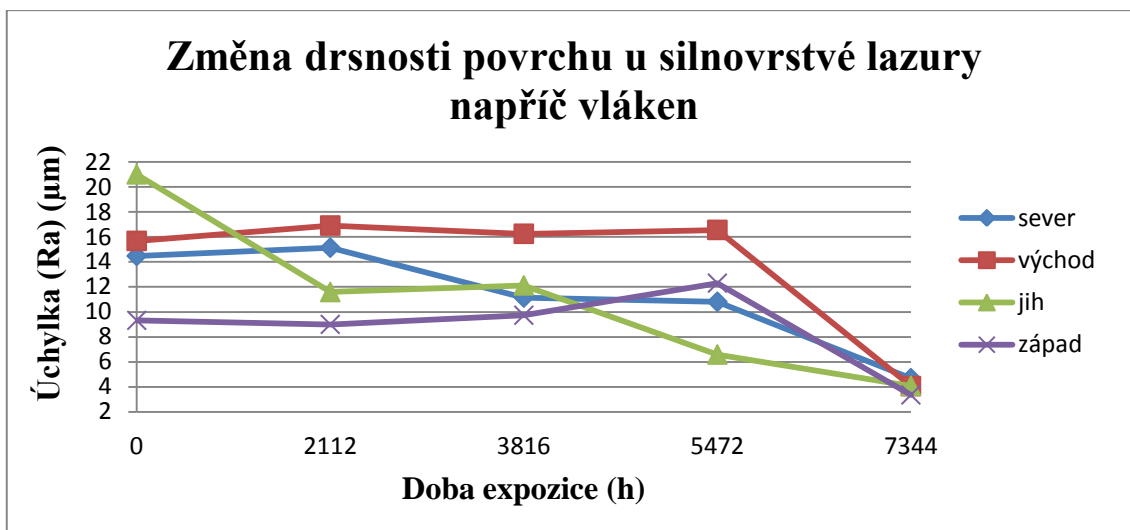
Tab. 3: Stanovení drsnosti povrchu – napříč vláken

Drsnost povrchu vystavených vzorků napříč vláken ( $\mu\text{m}$ )							
NH	Orientace		1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
Tenkovrstvé	sever	průměr	10,4	11,39	8,64	8,28	7,37
		změna	0	0,99	-2,75	-0,36	-0,91
	východ	průměr	12,61	14,2	10,46	8,4	6,63
		změna	0	1,59	-3,74	-2,06	-1,77
	jih	průměr	14,97	16	16,4	18,84	8,53
		změna	0	1,03	0,4	2,44	-10,31
	západ	průměr	10,97	7,14	9,69	8,26	6,03
		změna	0	-3,83	2,55	-1,43	-2,23
Silnovrstvé	sever	průměr	14,48	15,14	11,15	10,81	4,69
		změna	0	0,66	-3,99	-0,34	-6,12
	východ	průměr	15,68	16,91	16,25	16,56	4,06
		změna	0	1,23	-0,66	0,31	-12,5
	jih	průměr	21,01	11,59	12,12	6,59	4,08
		změna	0	-9,42	0,53	-5,53	-2,51
	západ	průměr	9,32	9	9,73	12,3	3,35
		změna	0	-0,32	0,73	2,57	-8,95



Obr. 8: Změna drsnosti povrchu u tenkovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně

Z grafu vyjadřujícího drsnost povrchu vzorků napříč vláken u tenkovrstvé lazury můžeme usoudit, že hodnoty drsnosti jsou vyšší než u vzorků měřených v podélném směru. Tato hodnota je vysoká zejména na vzorcích vystavených na jižní světovou stranu.

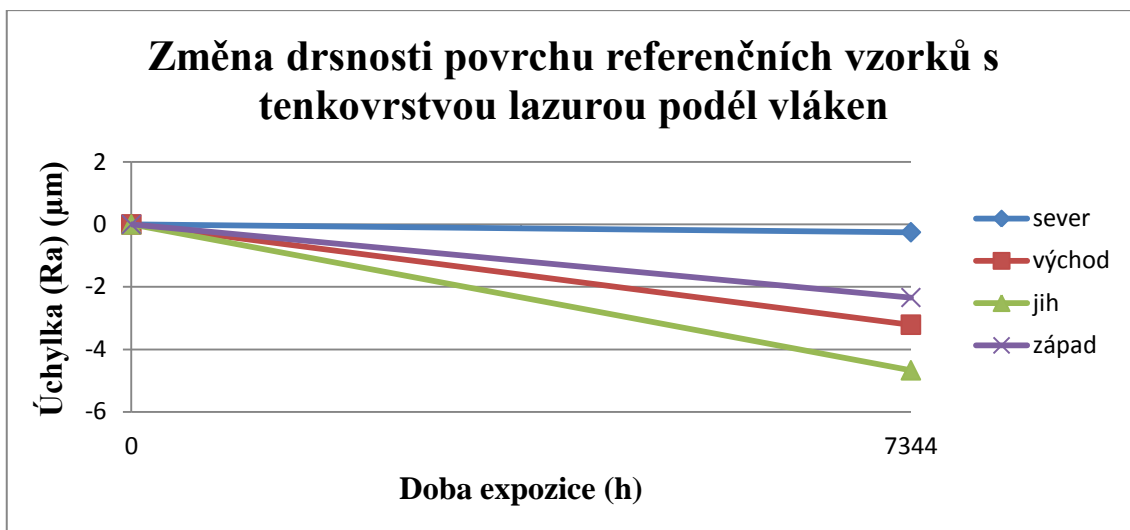


Obr. 9: Změna drsnosti povrchu u silnovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně

Hodnoty naměřené u silnovrstvé lazury napříč vláken byly také výrazně vyšší než hodnoty měřené podél vláken. Konkrétně vzorky z východní světové strany dosahovaly drsnosti až 17 μm během téměř celé doby expozice.

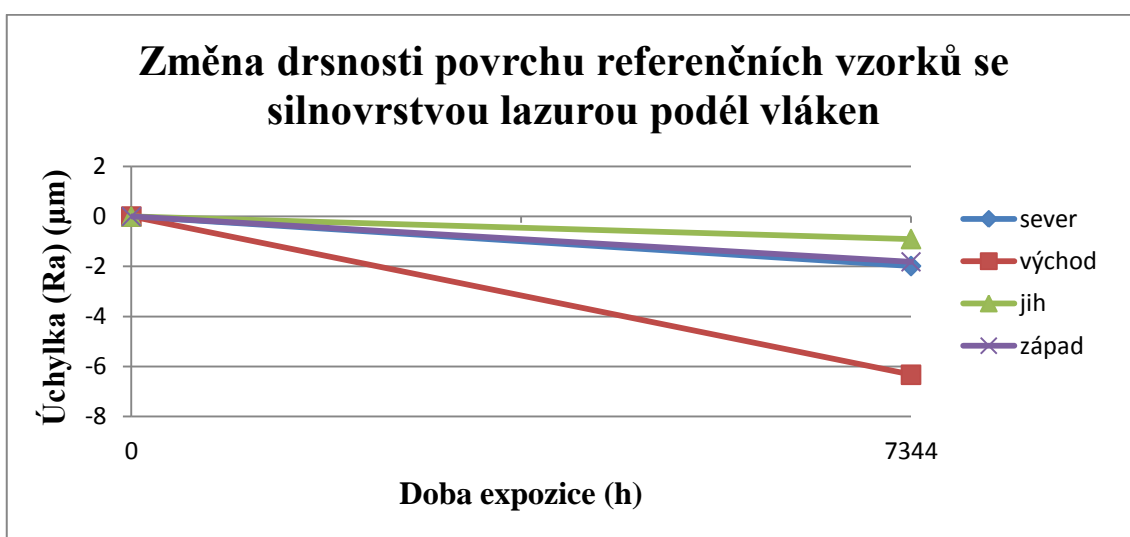
Tab. 4: Změna hodnoty drsnosti povrchu referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně

Drsnost povrchu referenčních vzorků podél vláken (μm)				
NH	Orientace		0	7344
Tenkovrstvé	sever	průměr	3,58	3,33
		změna	0	-0,25
	východ	průměr	5,81	2,6
		změna	0	-3,21
	jih	průměr	7,9	3,23
		změna	0	-4,67
	západ	průměr	4,98	2,64
		změna	0	-2,34
Silnovrstvé	sever	průměr	3,23	1,25
		změna	0	-1,98
	východ	průměr	7,44	1,11
		změna	0	-6,33
	jih	průměr	2,5	1,6
		změna	0	-0,9
	západ	průměr	3,25	1,44
		změna	0	-1,81



Obr. 10: Změna drsnosti povrchu referenčních vzorků s tenkovrstvou lazuroou podél vláken v závislosti na světové straně

Celková změna drsnosti u vzorků s tenkovrstvou lazuroou vystavených na jižní světovou stranu byla v podélném směru nejvýraznější. Hodnota drsnosti klesla až o 4,67 μm. Nejmenší odchylku drsnosti měly vzorky vystavené na severní světovou stranu.

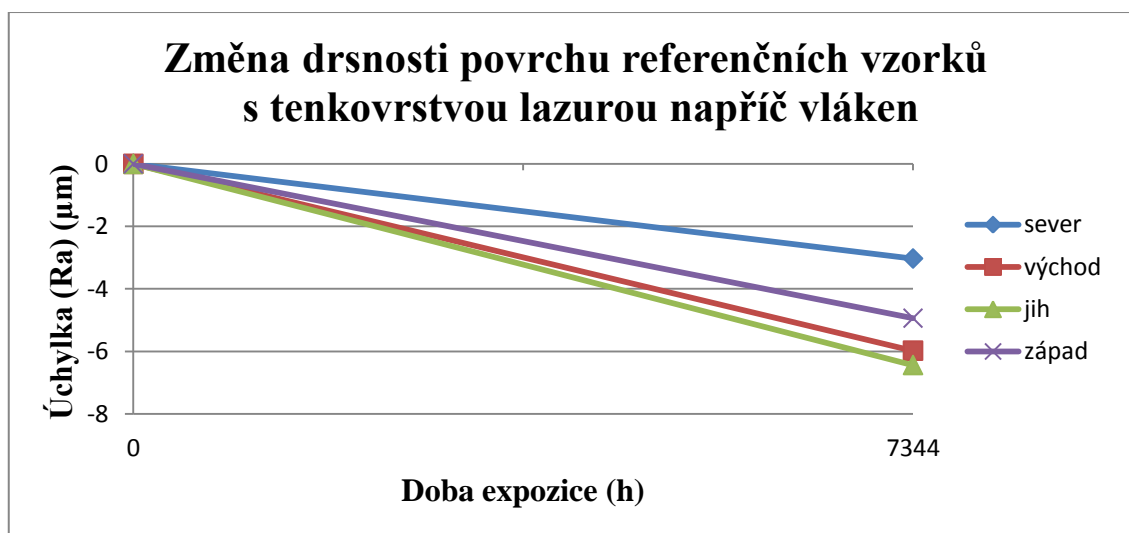


Obr. 11: Změna drsnosti povrchu referenčních vzorků se silnovrstvou lazuroou podél vláken v závislosti na světové straně

U silnovrstvé lazury podél vláken nastala nejmenší změna drsnosti u vzorků vystavených na jižní světovou stranu, což je zajímavé vzhledem k orientaci vzorku na světovou stranu, která hodnoty ovlivňuje nejvíce. Největší změna byla zaznamenána na východní světové straně.

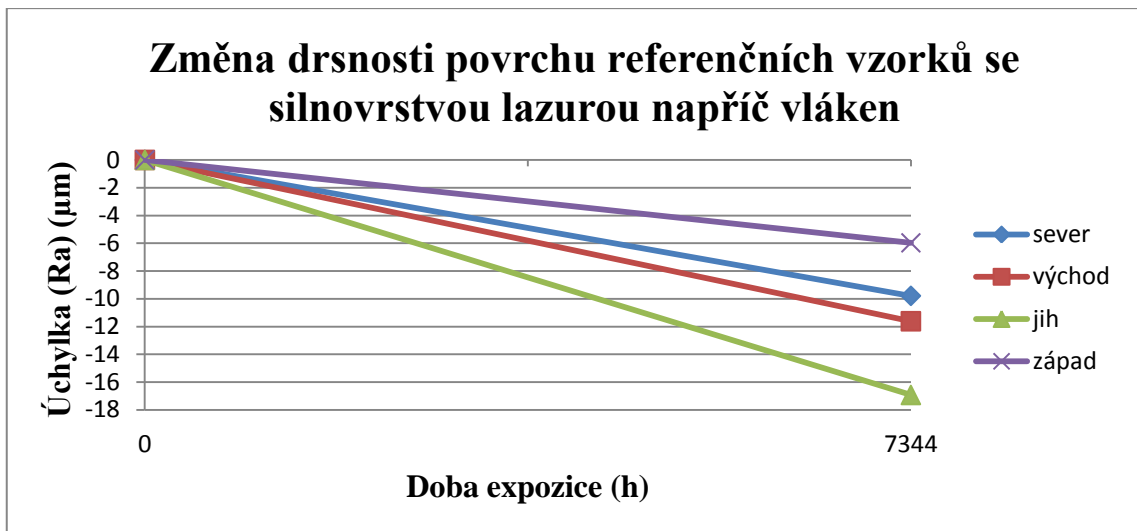
Tab. 5: Změna hodnoty drsnosti povrchu referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně

Drsnost povrchu referenčních vzorků napříč vláken ( $\mu\text{m}$ )				
NH	Orientace		0	7344
Tenkovrstvé	sever	průměr	10,4	7,37
		změna	0	-3,03
	východ	průměr	12,61	6,63
		změna	0	-5,98
	jih	průměr	14,97	8,53
		změna	0	-6,44
	západ	průměr	10,97	6,03
		změna	0	-4,94
Silnovrstvé	sever	průměr	14,48	4,69
		změna	0	-9,79
	východ	průměr	15,68	4,06
		změna	0	-11,62
	jih	průměr	21,01	4,08
		změna	0	-16,93
	západ	průměr	9,32	3,35
		změna	0	-5,97



Obr. 12: Změna drsnosti povrchu referenčních vzorků s tenkovrstvou lazurou napříč vláken v závislosti na světové straně

Z grafu je zřejmé, že drsnost u všech vzorků s tenkovrstvou lazurou měřených napříč vláken klesla cca o 5,5  $\mu\text{m}$ .



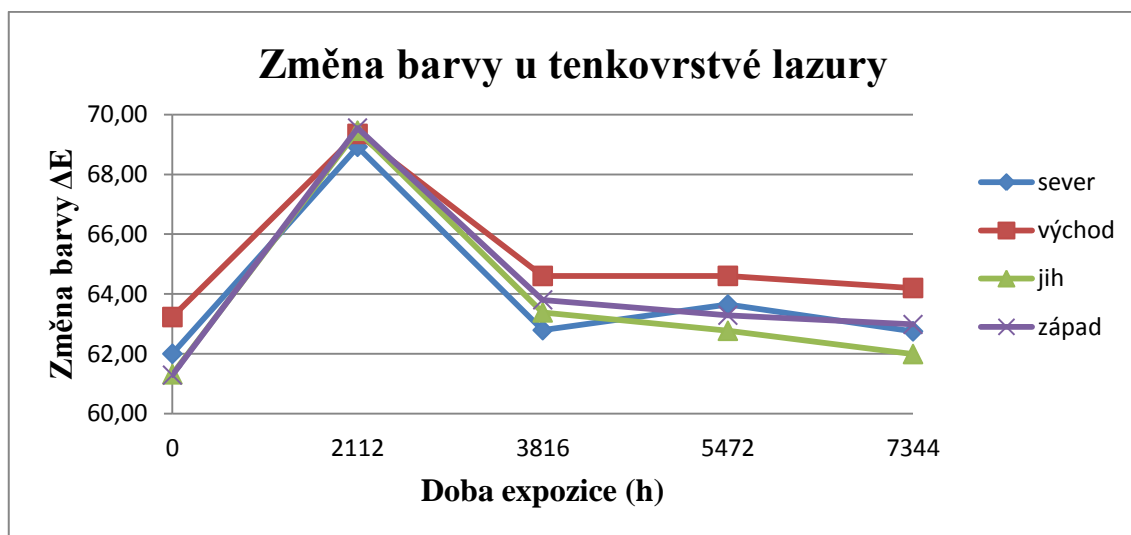
Obr. 13: Změna drsnosti povrchu referenčních vzorků se silnovrstvou lazuroou napříč vláken v závislosti na světové straně

V tomto grafu byly zaznamenány největší rozdíly změny drsnosti u vzorků vystavených na jižní světové straně, kde hodnoty dosahovaly průměrně až o 17 μm menší drsnosti než na počátku měření.

## 5.2 Stanovení barevných změn povrchu

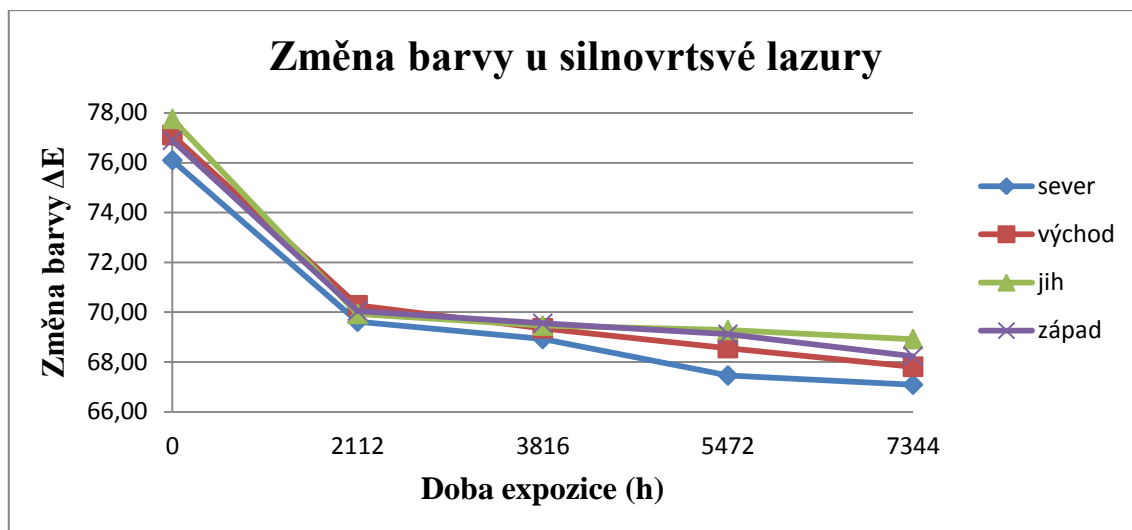
Tab. 6: Změna barevnosti povrchu v závislosti na světové straně

Výsledky barevných změn vystavených vzorků (změna $\Delta E$ )							
NH	Orientace		1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
Tenkovrstvé	sever	průměr	62,00	68,92	62,79	63,65	62,75
		změna	0,00	6,92	-6,13	0,86	-0,90
	východ	průměr	63,23	69,35	64,60	64,60	64,20
		změna	0,00	6,12	-4,75	0,00	-0,40
	jih	průměr	61,31	69,46	63,38	62,77	61,99
		změna	0,00	8,15	-6,08	-0,62	-0,78
	západ	průměr	61,29	69,55	63,80	63,29	62,98
		změna	0,00	8,27	-5,75	-0,52	-0,31
Silnovrstvé	sever	průměr	76,10	69,62	68,92	67,46	67,09
		změna	0,00	-6,48	-0,69	-1,46	-0,37
	východ	průměr	77,11	70,28	69,35	68,56	67,81
		změna	0,00	-6,83	-0,92	-0,79	-0,75
	jih	průměr	77,76	69,93	69,46	69,29	68,92
		změna	0,00	-7,83	-0,47	-0,18	-0,37
	západ	průměr	76,90	70,05	69,55	69,11	68,23
		změna	0,00	-6,85	-0,49	-0,44	-0,88



Obr. 14: Změna barvy u tenkovrstvé lazury v závislosti na světové straně

Změna barevného odstínu  $\Delta E$  byla u všech vzorků s tenkovrstvou lazuroou během prvního a třetího přeměření poměrně nestálá. Mezi třetím a konečným měřením měly všechny vzorky poměrně stálý barevný odstín.



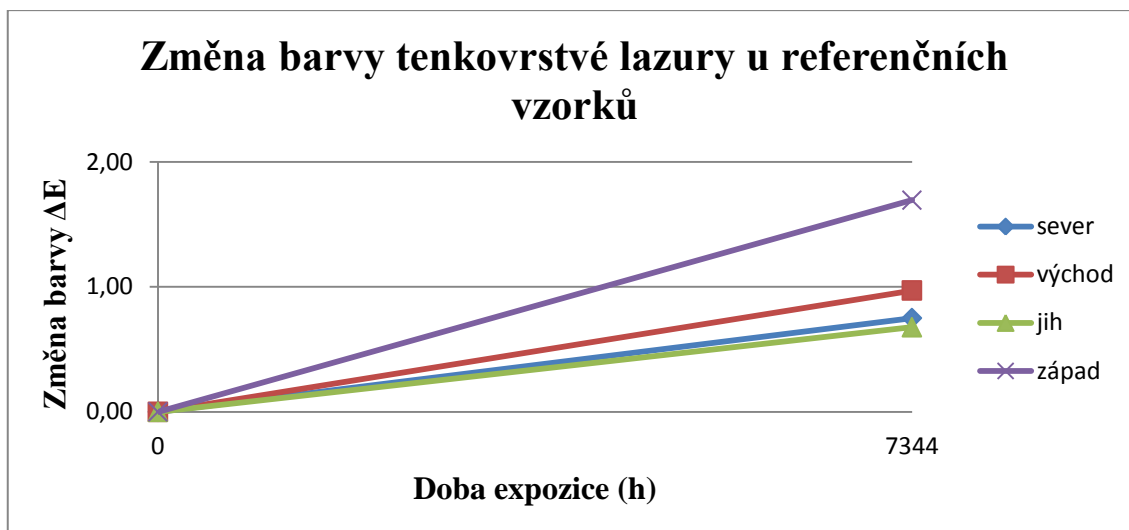
Obr. 15: Změna barvy u silnovrstvé lazury v závislosti na světové straně

Hodnoty změny barvy u vzorků se silnovrstvou lazuroou během celého výzkumu klesaly. Nejvýrazněji však mezi prvním a druhým měřením, než se barevný odstín více ustálil.

Tab. 7: Změna barevnosti referenčních vzorků v závislosti na světové straně

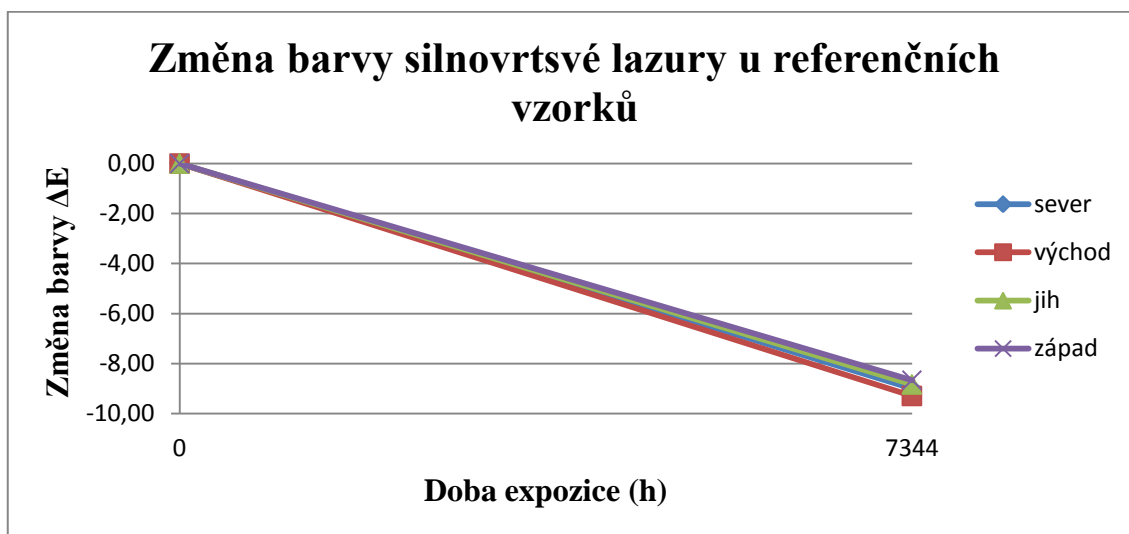
Změna barevnosti vystavených vzorků (změna $\Delta E$ )				
NH	Orientace		0	7344
Tenkovrstvé	sever	průměr	62,00	62,75
		změna	0,00	0,75
	východ	průměr	63,23	64,20
		změna	0,00	0,97
	jih	průměr	61,31	61,99
		změna	0,00	0,68
	západ	průměr	61,29	62,98
		změna	0,00	1,69
Silnovrstvé	sever	průměr	76,10	67,09
		změna	0,00	-9,01
	východ	průměr	77,11	67,81
		změna	0,00	-9,30
	jih	průměr	77,76	68,92
		změna	0,00	-8,84
	západ	průměr	76,90	68,23
		změna	0,00	-8,67





Obr. 16: Změna barvy tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků v závislosti na světové straně

Celková změna barevného odstínu se u tenkovrstvé lazury mírně zvýšila.



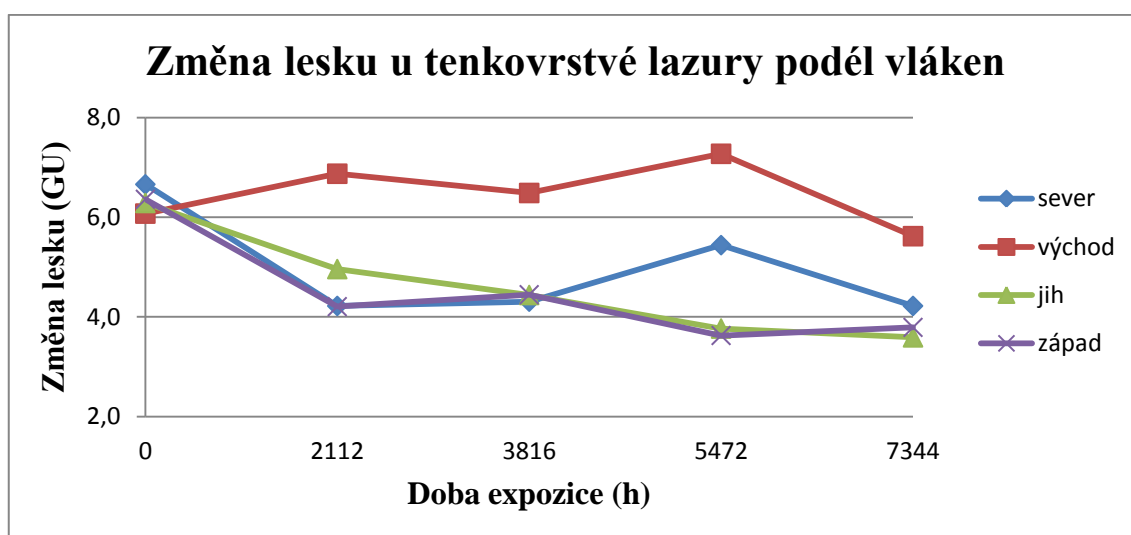
Obr. 17: Změna barvy silnovrstvé lazury u referenčních vzorků v závislosti na světové straně

U silnovrstvé lazury se celková hodnota barevného odstínu snížila u všech vzorků o přibližně stejnou hodnotu bez ohledu na světovou stranu.

### 5.3 Stanovení změny lesku povrchu

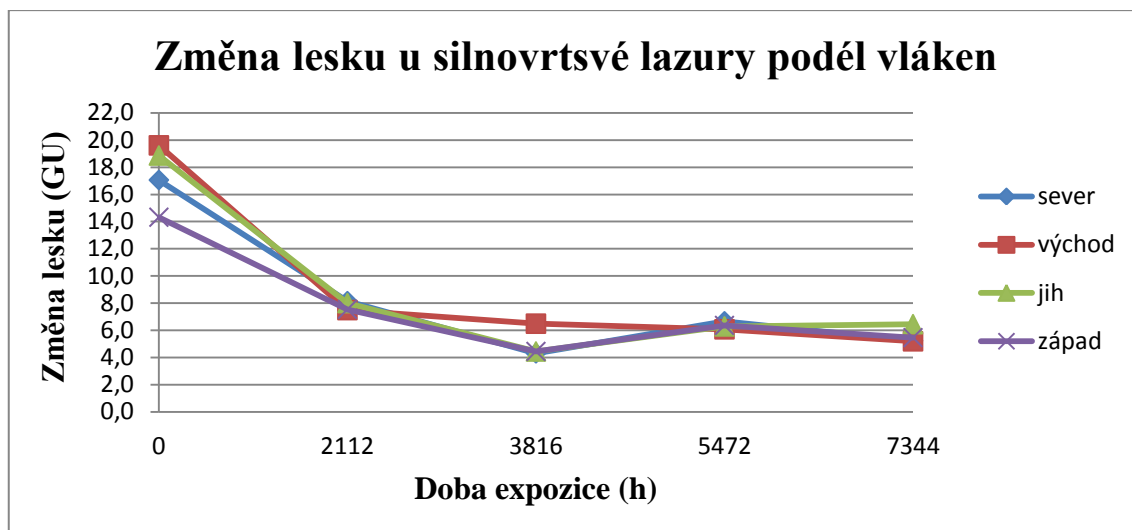
Tab. 8: Změna lesku povrchu podél vláken v závislosti na světové straně

Měření lesku vystavených vzorků podél vláken (změna GU)							
NH	Orientace		1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
Tenkovrstvé	sever	průměr	6,7	4,2	4,3	5,4	4,2
		změna	0,0	-2,4	0,1	1,1	-1,2
	východ	průměr	6,1	6,9	6,5	7,3	5,6
		změna	0,0	0,8	-0,4	0,8	-1,7
	jih	průměr	6,3	5,0	4,4	3,8	3,6
		změna	0,0	-1,3	-0,5	-0,7	-0,2
	západ	průměr	6,4	4,2	4,4	3,6	3,8
		změna	0,0	-2,2	0,2	-0,8	0,2
Silnovrstvé	sever	průměr	17,1	8,1	4,3	6,7	5,2
		změna	0,0	-8,9	-3,8	2,4	-1,4
	východ	průměr	19,6	7,5	6,5	6,1	5,2
		změna	0,0	-12,1	-1,0	-0,4	-0,9
	jih	průměr	18,9	8,0	4,4	6,3	6,5
		změna	0,0	-10,9	-3,6	1,8	0,2
	západ	průměr	14,3	7,5	4,4	6,4	5,5
		změna	0,0	-6,8	-3,1	1,9	-0,9



Obr. 18: Změna lesku tenkovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně

Z grafu je zřejmé, že nejvyšší stupeň lesku si zachovaly vzorky s tenkovrstvou lazurou vystavené na východní světovou stranu.

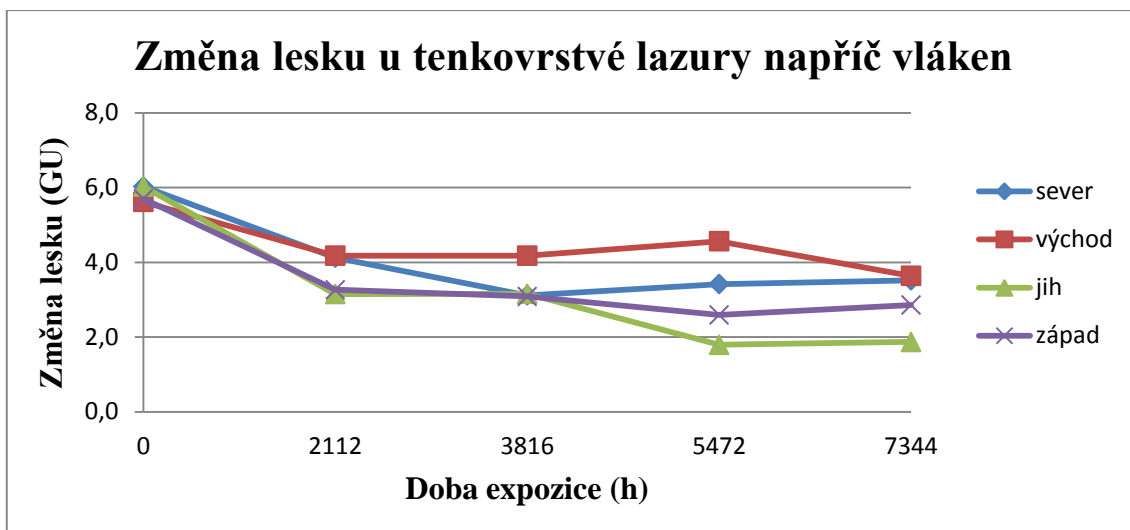


Obr. 19: Změna lesku silnovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně

U vzorků se silnovrstvou lazuroou stupeň lesku výrazně klesl u všech referenčních vzorků během prvního a druhého měření, poté se ustálil a byl do konce měření velice podobný.

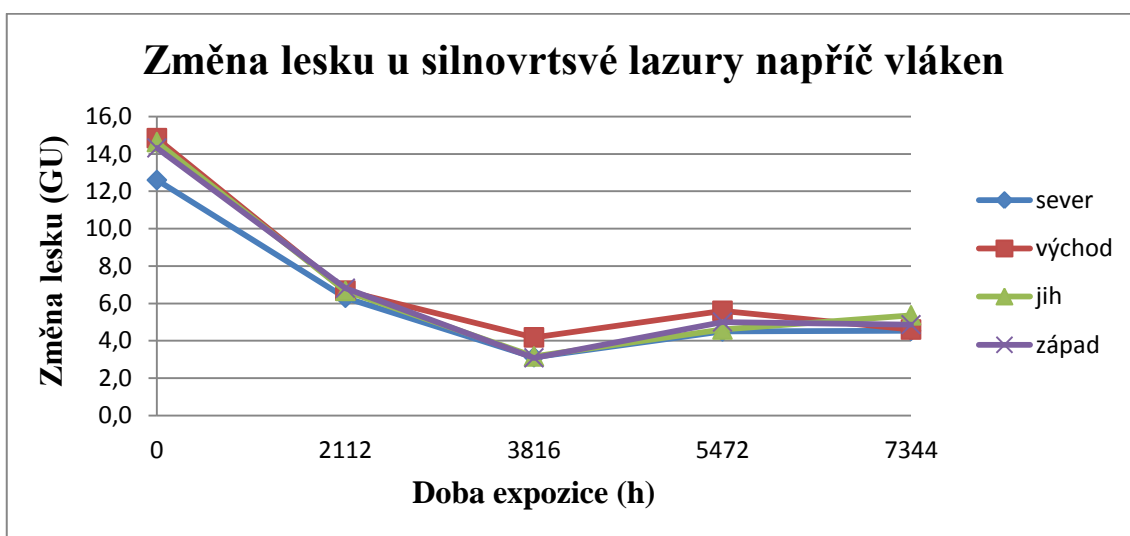
Tab. 9: Změna lesku povrchu napříč vláken v závislosti na světové straně

Měření lesku vystavených vzorků napříč vláken (změna GU)							
NH	Orientace		1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
Tenkovrstvé	sever	průměr	6,0	4,1	3,1	3,4	3,5
		změna	0,0	-1,9	-1,0	0,3	0,1
	východ	průměr	5,6	4,2	4,2	4,6	3,6
		změna	0,0	-1,4	0,0	0,4	-0,9
	jih	průměr	6,0	3,2	3,2	1,8	1,9
		změna	0,0	-2,9	0,0	-1,4	0,1
	západ	průměr	5,7	3,3	3,1	2,6	2,9
		změna	0,0	-2,4	-0,2	-0,5	0,3
Silnovrstvé	sever	průměr	12,6	6,3	3,1	4,5	4,5
		změna	0,0	-6,3	-3,2	1,4	0,0
	východ	průměr	14,8	6,7	4,2	5,6	4,6
		změna	0,0	-8,2	-2,5	1,4	-1,0
	jih	průměr	14,6	6,7	3,2	4,6	5,4
		změna	0,0	-8,0	-3,5	1,4	0,8
	západ	průměr	14,3	6,8	3,1	5,0	4,9
		změna	0,0	-7,5	-3,7	1,9	-0,1



Obr. 20: Změna lesku tenkovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně

Všechny hodnoty změny lesku měřené na vzorcích s tenkovrstvou lazurou vykazovaly zanedbatelný a mírný pokles mezi počátečním a konečným výsledkem.

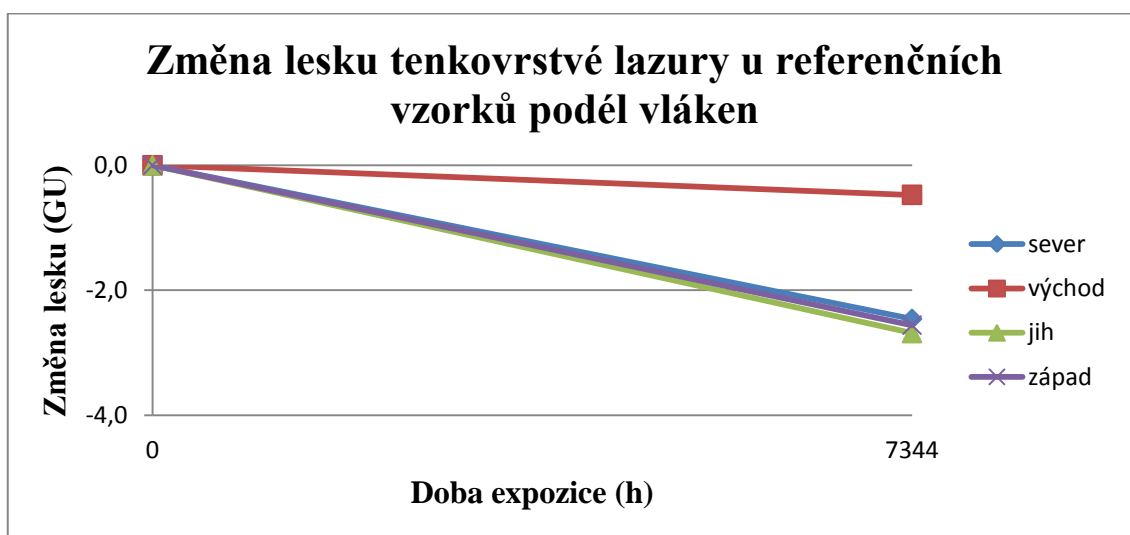


Obr. 21: Změna lesku silnovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně

Hodnoty lesku u všech vzorků výrazně klesaly až do třetího přeměření, poté naopak mírně stouply.

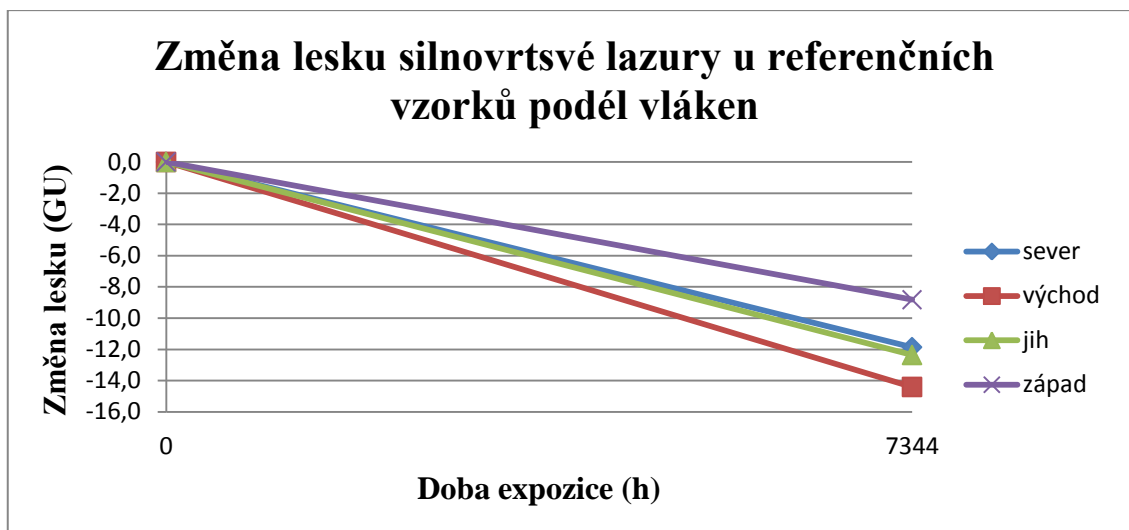
Tab. 10: Změna lesku povrchu referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně

Změna lesku vystavených vzorků podél vláken (změna GU)				
NH	Orientace		0	7344
Tenkovrstvé	sever	průměr	6,7	4,2
		změna	0,0	-2,5
	východ	průměr	6,1	5,6
		změna	0,0	-0,5
	jih	průměr	6,3	3,6
		změna	0,0	-2,7
	západ	průměr	6,4	3,8
		změna	0,0	-2,6
Silnovrstvé	sever	průměr	17,1	5,2
		změna	0,0	-11,9
	východ	průměr	19,6	5,2
		změna	0,0	-14,4
	jih	průměr	18,9	6,5
		změna	0,0	-12,4
	západ	průměr	14,3	5,5
		změna	0,0	-8,8



Obr. 22: Změna lesku tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně

Celková změna lesku naměřená na vzorcích s tenkovrstvou lazurou mírně klesala. Nejmenší rozdíly změny byly zaznamenány na vzorcích vystavených na východní světovou stranu.

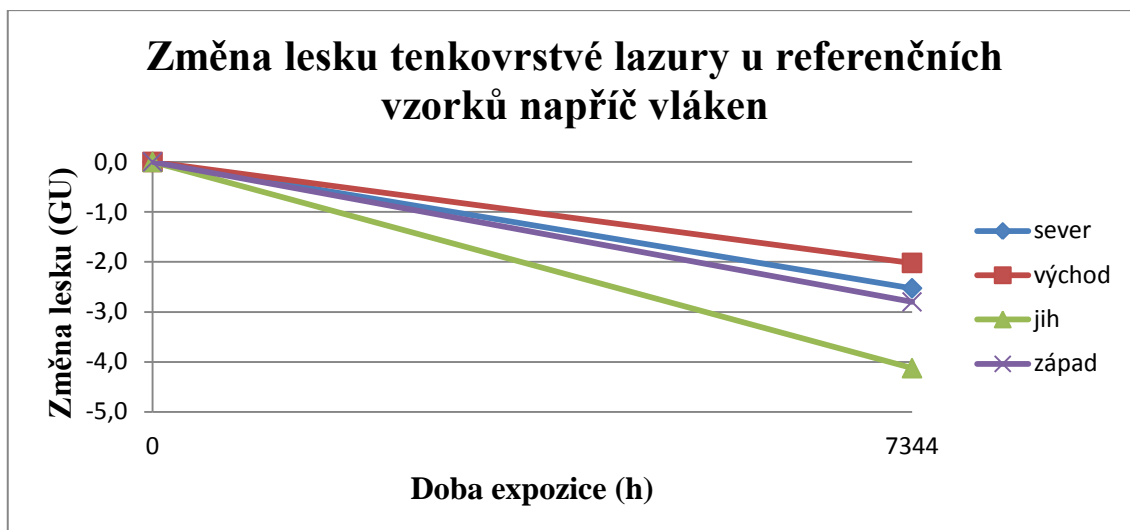


Obr. 23: Změna lesku silnovrstvé lazury u referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně

U vzorků se silnovrstvou lazurou klesal stupeň lesku výrazněji než u vzorků s tenkovrstvou lazurou.

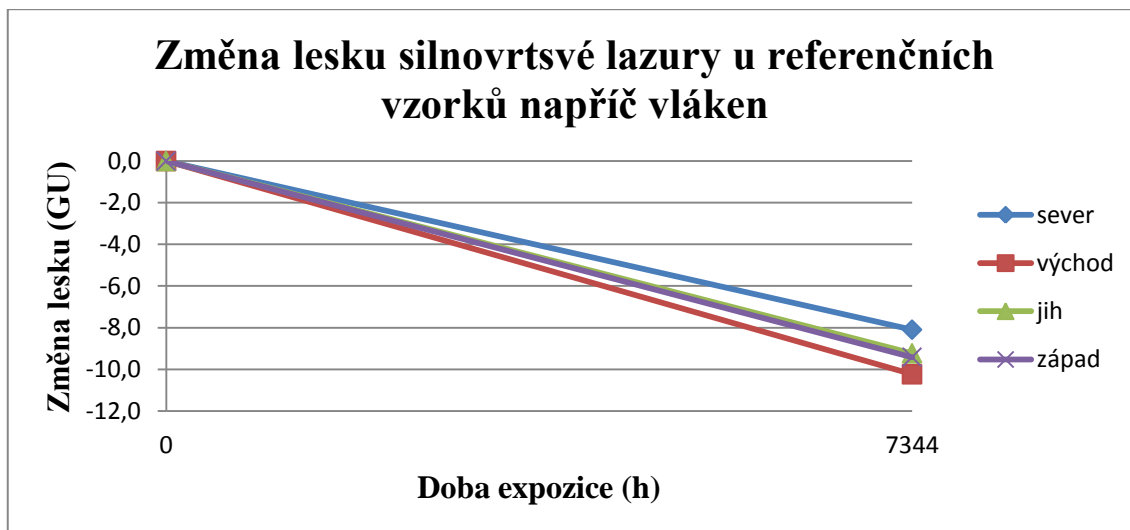
Tab. 11: Změna lesku povrchu referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně

<b>Změna lesku vystavených vzorků napříč vláken (změna GU)</b>				
NH	Orientace		0	7344
Tenkovrstvé	sever	průměr	6,0	3,5
		změna	0,0	-2,5
	východ	průměr	5,6	3,6
		změna	0,0	-2,0
	jih	průměr	6,0	1,9
		změna	0,0	-4,1
	západ	průměr	5,7	2,9
		změna	0,0	-2,8
Silnovrstvé	sever	průměr	12,6	4,5
		změna	0,0	-8,1
	východ	průměr	14,8	4,6
		změna	0,0	-10,2
	jih	průměr	14,6	5,4
		změna	0,0	-9,2
	západ	průměr	14,3	4,9
		změna	0,0	-9,4



Obr. 24: Změna lesku tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně

U vzorků s tenkovrstvou lazurou klesal celkový stupeň lesku nejvíce u vzorků orientovaných na jižní světovou stranu. Ostatní vzorky vykazovaly jen o trochu menší změnu lesku.



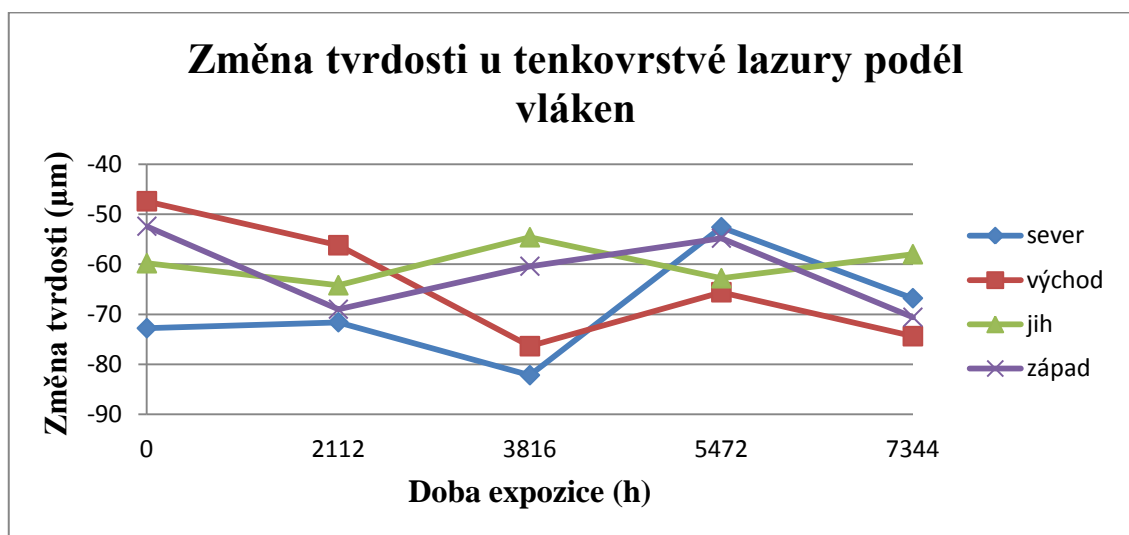
Obr. 25: Změna lesku silnovrstvé lazury u referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně

U vzorků se silnovrstvou lazurou byl pokles lesku téměř stejný, ale výraznější než u vzorků s tenkovrstvou lazurou.

## 5.4 Stanovení změny tvrdosti povrchu

Tab. 12: Změna tvrdosti povrchu vzorků podél vláken v závislosti na světové straně

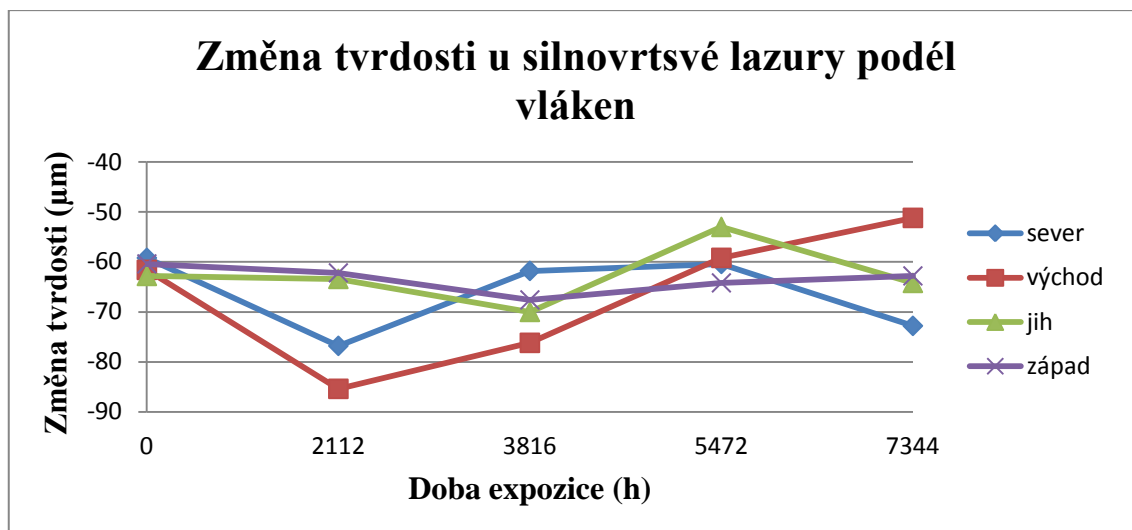
Měření tvrdosti vystavených vzorků podél vláken ( $\mu\text{m}$ )							
NH	Orientace		1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
Tenkovrstvé	sever	průměr	-72,8	-71,6	-82,2	-52,6	-66,8
		změna	0	1,2	-10,6	29,6	-14,2
	východ	průměr	-47,4	-56,2	-76,4	-65,6	-74,4
		změna	0	-8,8	-20,2	10,8	-8,8
	jih	průměr	-59,8	-64,2	-54,6	-62,8	-58
		změna	0	-4,4	9,6	-8,2	4,8
	západ	průměr	-52,4	-69	-60,4	-54,8	-70,6
		změna	0	-16,6	8,6	5,6	-15,8
Silnovrstvé	sever	průměr	-59,2	-76,8	-61,8	-60,4	-72,8
		změna	0	-17,6	15	1,4	-12,4
	východ	průměr	-61,6	-85,4	-76,2	-59,2	-51,2
		změna	0	-23,8	9,2	17	8
	jih	průměr	-62,8	-63,4	-70	-53	-64,2
		změna	0	-0,6	-6,6	17	-11,2
	západ	průměr	-60,4	-62,2	-67,6	-64,2	-62,8
		změna	0	-1,8	-5,4	3,4	1,4



Obr. 26: Změna tvrdosti u tenkovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně

Z grafu je zřejmé, že změna tvrdosti vzorků ošetřených tenkovrstvou lazuroou byla opravdu hodně pohyblivá. Největší změny jsme naměřili na vzorcích, které byly orientovány na severní a východní světovou stranu.

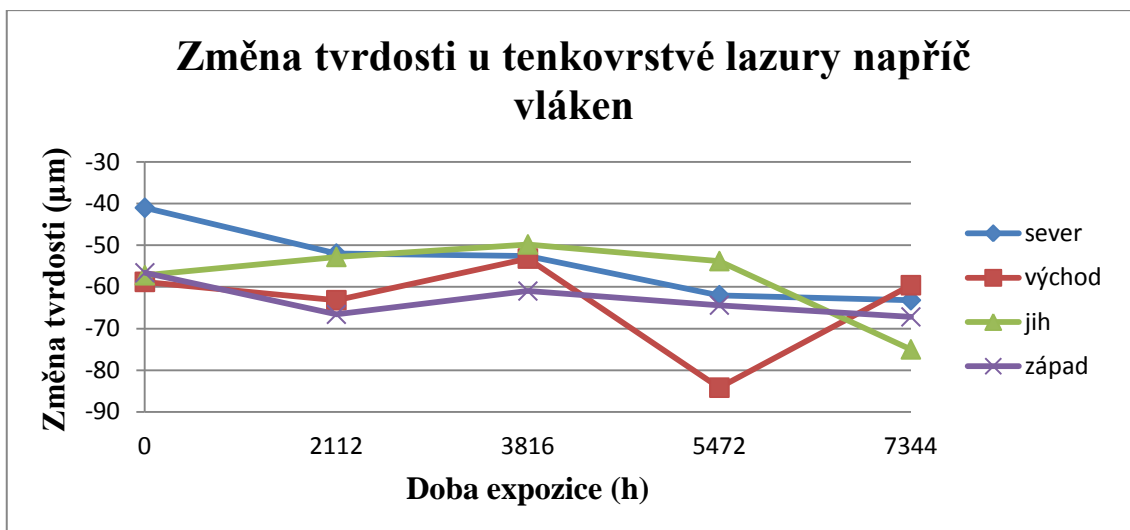




Obr. 27: Změna tvrdosti u silnovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně  
Změna tvrdosti u silnovrstvé lazury byla rovněž poměrně dost pohyblivá. První měření vykazovalo stejnou tvrdost u všech vzorků. Největší rozdíly hodnot byly naměřeny na vzorcích vystavených na východní světovou stranu.

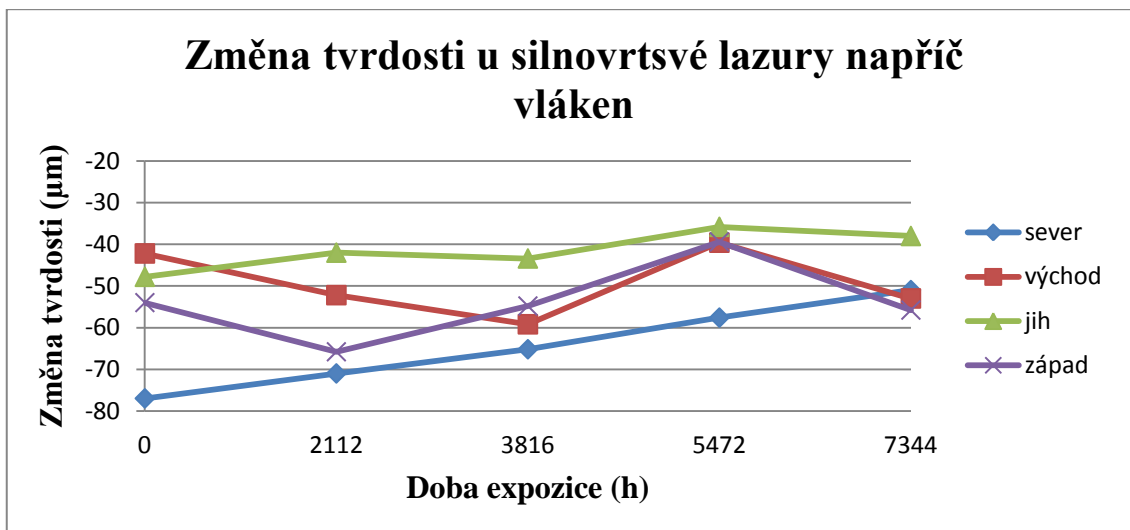
Tab. 13: Změna tvrdosti povrchu vzorků napříč vlákny v závislosti na světové straně

Měření tvrdosti vystavených vzorků napříč vlákny (µm)							
NH	Orientace		1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
Tenkovrstvé	sever	průměr	-41	-52	-52,6	-62	-63,2
		změna	0	-11	-0,6	-9,4	-1,2
	východ	průměr	-58,8	-63,2	-53,2	-84,2	-59,6
		změna	0	-4,4	10	-31	24,6
	jih	průměr	-57,2	-52,8	-49,8	-53,8	-75
		změna	0	4,4	3	-4	-21,2
	západ	průměr	-56,6	-66,6	-61	-64,4	-67,2
		změna	0	-10	5,6	-3,4	-2,8
Silnovrstvé	sever	průměr	-77	-71	-65,2	-57,6	-51
		změna	0	6	5,8	7,6	6,6
	východ	průměr	-42,2	-52,2	-59,2	-39,6	-53
		změna	0	-10	-7	19,6	-13,4
	jih	průměr	-47,8	-42	-43,4	-35,8	-38
		změna	0	5,8	-1,4	7,6	-2,2
	západ	průměr	-54	-65,8	-54,8	-39,4	-55,8
		změna	0	-11,8	11	15,4	-16,4



Obr. 28: Změna tvrdosti u tenkovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně

Vzorky s tenkovrstvou lazuroou vykazovaly podobné hodnoty jak na počátku, tak i na konci doby expozice. Průběh změn se pohyboval také podobně, až na větší pokles a opětovný nárůst tvrdosti na východní straně.

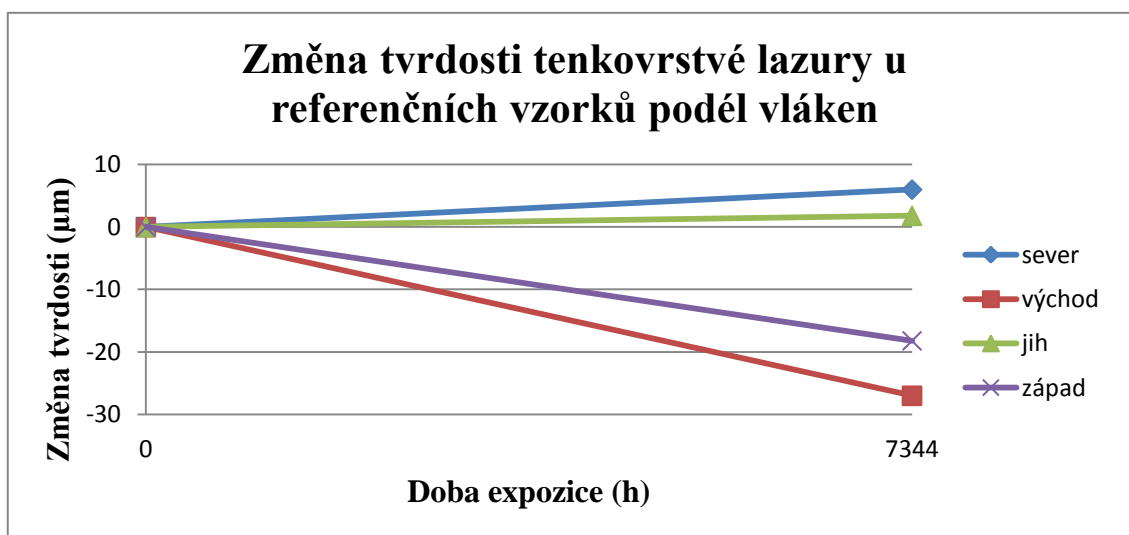


Obr. 29: Změna tvrdosti u silnovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně

Míra hrotu protlačení tvrdoměrem byla na počátku měření spíše vyšší a ke konci expozice poklesla téměř u všech vzorků, až na vzorky orientované na východní světovou stranu.

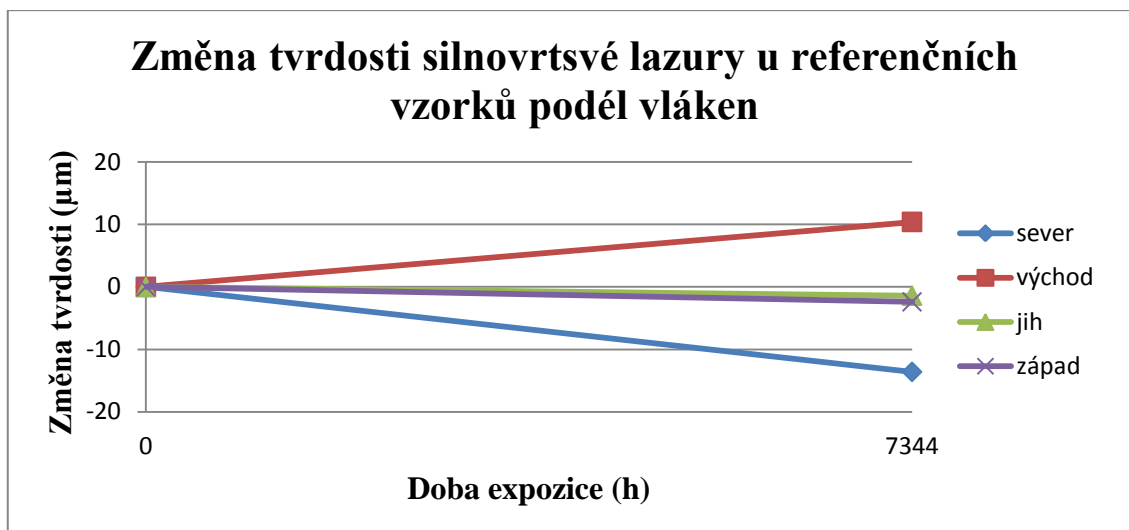
Tab. 14: Změna tvrdosti povrchu referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně

Změna tvrdosti vystavených vzorků podél vláken ( $\mu\text{m}$ )				
NH	Orientace		0	7344
Tenkovrstvé	sever	průměr	-72,8	-66,8
		změna	0	6
	východ	průměr	-47,4	-74,4
		změna	0	-27
	jih	průměr	-59,8	-58
		změna	0	1,8
	západ	průměr	-52,4	-70,6
		změna	0	-18,2
Silnovrstvé	sever	průměr	-59,2	-72,8
		změna	0	-13,6
	východ	průměr	-61,6	-51,2
		změna	0	10,4
	jih	průměr	-62,8	-64,2
		změna	0	-1,4
	západ	průměr	-60,4	-62,8
		změna	0	-2,4



Obr. 30: Změna tvrdosti tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně

Vzorky ze severní a východní světové strany měly menší míru protlačení hrotu na konci měření než na začátku. Oproti tomu vzorky z jižní a ze západní strany měly míru protlačení hrotu daleko vyšší než na začátku.

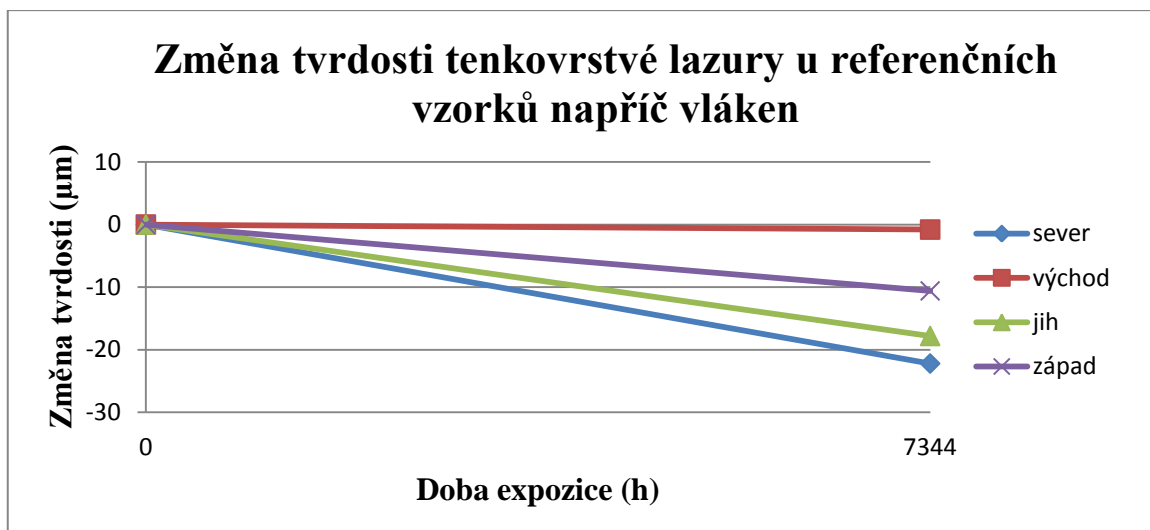


Obr. 31: Změna tvrdosti silnovrstvé lazury u referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně

U vzorků ošetřených silnovrstvou lazuroou, vystavených na jižní a západní světové straně, nebyla zaznamenána téměř žádná změna celkové změny tvrdosti. Vzorky ze severní světové strany na tom byly hůře a z východní světové strany zase lépe.

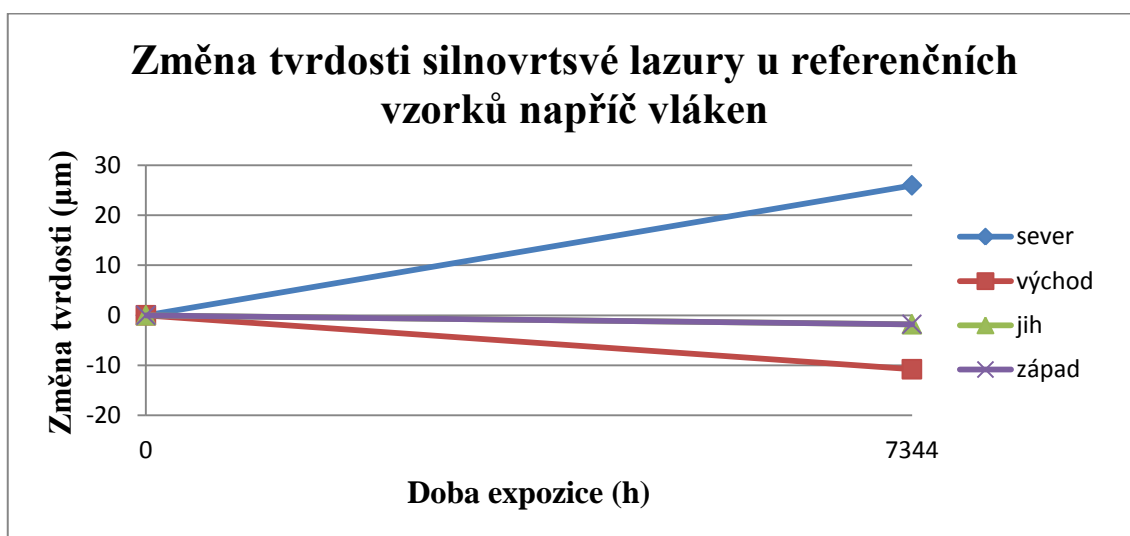
Tab. 15: Změna tvrdosti povrchu referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně

Změna tvrdosti vystavených vzorků napříč vláken (μm)				
NH	Orientace		0	7344
Tenkovrstvé	sever	průměr	-41	-63,2
		změna	0	-22,2
	východ	průměr	-58,8	-59,6
		změna	0	-0,8
	jih	průměr	-57,2	-75
		změna	0	-17,8
	západ	průměr	-56,6	-67,2
		změna	0	-10,6
Silnovrstvé	sever	průměr	-77	-51
		změna	0	26
	východ	průměr	-42,2	-53
		změna	0	-10,8
	jih	průměr	-47,8	-38
		změna	0	-1,8
	západ	průměr	-54	-55,8
		změna	0	-1,8



Obr. 32: Změna tvrdosti tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně

U všech vzorků s tenkovrstvou lazuroou byla zaznamenána horší kvalita. Nejvyšší byla na jižní a severní světové straně a to až o 22 μm.



Obr. 33: Změna tvrdosti silnovrstvé lazury u referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně

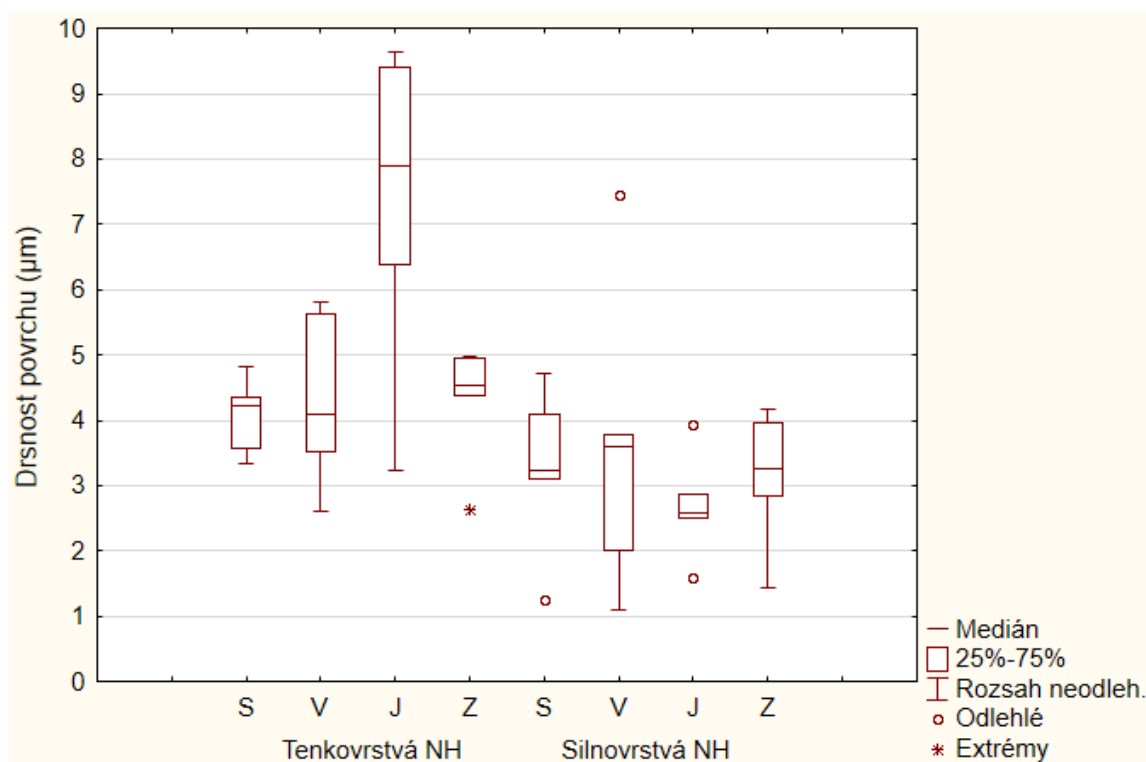
Celková tvrdost u vzorků se silnovrstvou lazuroou byla mírně horší na všech světových stranách, až na severní světovou stranu, kde byla tvrdost lepší.

## 5.5 Statistické vyhodnocení

Popisná statistika statistické analýzy dat byla provedena pomocí softwaru STATISTICA verze 12 (StatSoft ČR s.r.o).

Tab. 16: Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků podél vláken

Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků podél vláken ( $\mu\text{m}$ )							
NH	Orientace	aritmetický průměr	medián	minimum	maximum	směrodatná odchylka	variální koeficient (%)
Tenkovrstvé	sever	4,06	4,21	3,33	4,83	0,54	13,30
	východ	4,33	4,10	2,60	5,81	1,23	28,43
	jih	7,31	7,90	3,23	9,64	2,35	32,17
	západ	4,29	4,54	2,64	4,98	0,86	20,01
Silnovrstvé	sever	3,28	3,23	1,25	4,71	1,17	35,72
	východ	3,59	3,61	1,11	7,44	2,17	60,37
	jih	2,70	2,58	1,60	3,94	0,75	27,89
	západ	3,13	3,25	1,44	4,17	0,97	31,08

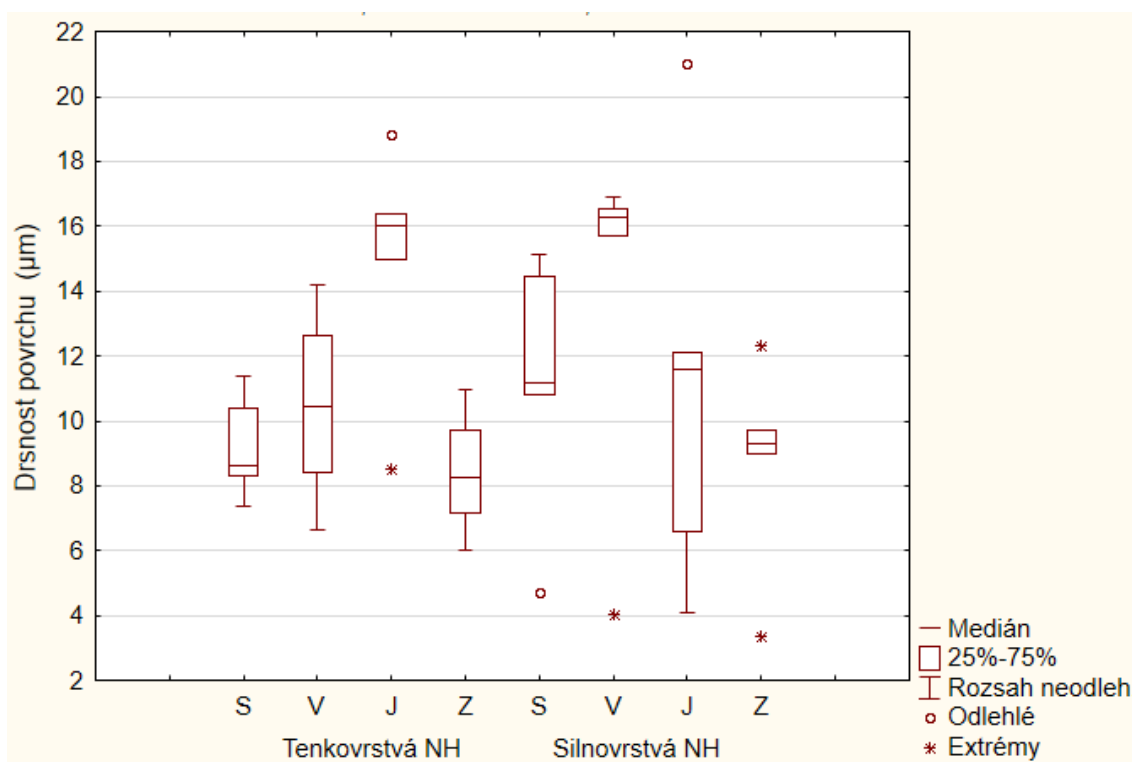


Obr. 34: Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků podél vláken

U drsnosti povrchu pozorujeme největší rozptyl hodnot u tenkovrstvé lazury na jižní světové straně. U silnovrstvé lazury můžeme pozorovat časté odlehlé hodnoty.

Tab. 17: Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků napříč vláken

Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků napříč vláken ( $\mu\text{m}$ )							
NH	Orientace	aritmetický průměr	medián	minimum	maximum	směrodatná odchylka	variační koeficient (%)
Tenkovrstvé	sever	9,22	8,64	7,37	11,39	1,47	15,91
	východ	10,46	10,46	6,63	14,20	2,74	26,19
	jih	14,95	16,00	8,53	18,84	3,45	23,09
	západ	8,42	8,26	6,03	10,97	1,76	20,91
Silnovrstvé	sever	11,25	11,15	4,69	15,14	3,71	32,96
	východ	13,89	16,25	4,06	16,91	4,93	35,51
	jih	11,08	11,59	4,08	21,01	5,82	52,50
	západ	8,74	9,32	3,35	12,30	2,94	33,60

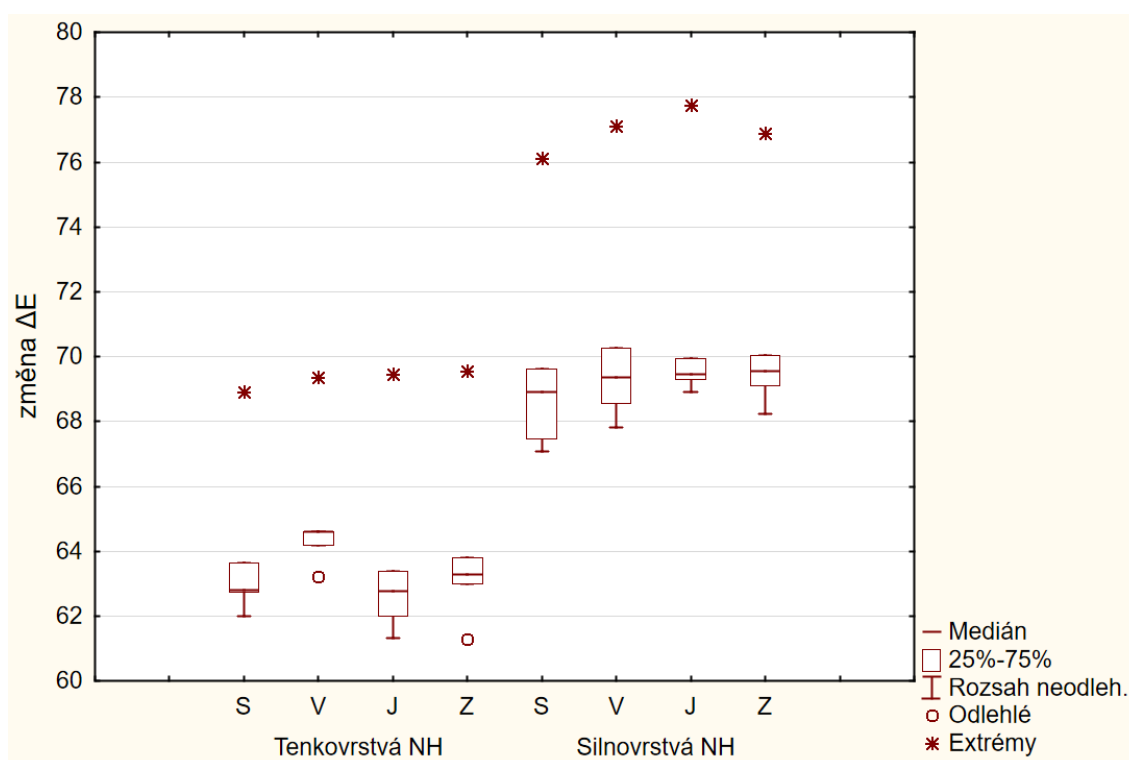


Obr. 35: Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků napříč vláken

Největší rozptyl hodnot vykazuje silnovrstvá lazura u vzorků orientovaných na jižní světovou stranu. Dále také tenkovrstvá lazura u vzorků z východní světové strany.

Tab. 18: Statistické vyhodnocení barevných změn vystavených vzorků

Statistické vyhodnocení barevných změn vystavených vzorků (změna $\Delta E$ )							
NH	Orientace	aritmetický průměr	medián	minimum	maximum	směrodatná odchylka	variální koeficient (%)
Tenkovrstvé	sever	64,02	62,79	62,00	68,92	2,51	3,91
	východ	65,20	64,60	63,23	69,35	2,14	3,28
	jih	63,78	62,77	61,31	69,46	2,92	4,59
	západ	64,18	63,29	61,29	69,55	2,82	4,39
Silnovrstvé	sever	69,84	68,92	67,09	76,10	3,26	4,67
	východ	70,62	69,35	67,81	77,11	3,35	4,74
	jih	71,07	69,46	68,92	77,76	3,36	4,73
	západ	70,77	69,55	68,23	76,90	3,12	4,41



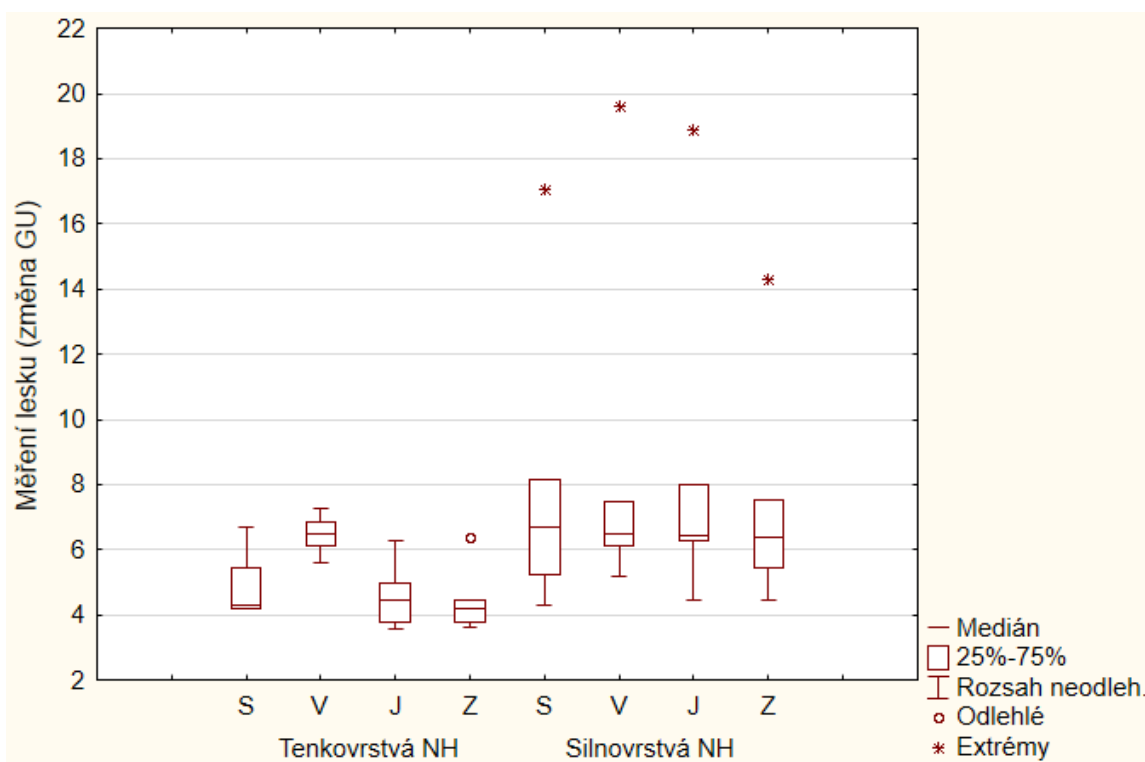
Obr. 36: Statistické vyhodnocení barevných změn vystavených vzorků

V oblasti barevnosti vykazují všechna měření extrémní hodnoty. Pouze u tenkovrstvé lazury nám graf ukazuje odlehlé hodnoty u vzorků orientovaných na východní a severní světovou stranu.



Tab. 19: Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků podél vláken

Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků podél vláken (změna GU)							
NH	Orientace	aritmetický průměr	medián	minimum	maximum	směrodatná odchylka	variální koeficient (%)
Tenkovrstvé	sever	4,98	4,31	4,22	6,70	0,98	19,64
	východ	6,47	6,49	5,62	7,27	0,58	8,93
	jih	4,61	4,44	3,59	6,30	0,98	21,16
	západ	4,49	4,21	3,63	6,40	1,00	22,18
Silnovrstvé	sever	8,29	6,70	4,31	17,06	4,58	55,22
	východ	8,97	6,49	5,19	19,61	5,37	59,81
	jih	8,81	6,45	4,44	18,86	5,15	58,46
	západ	7,63	6,40	4,45	14,32	3,50	45,80

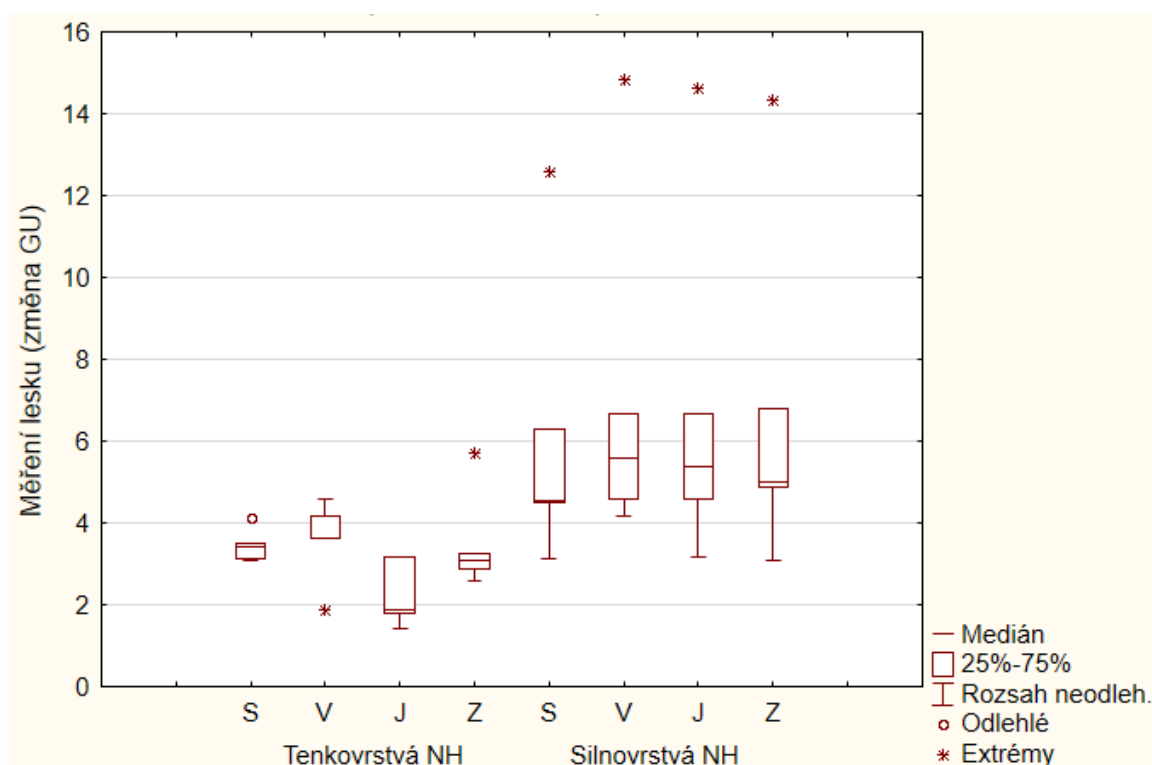


Obr. 37: Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků podél vláken

Krabicové grafy potvrzují poměrně malý rozptyl hodnot, avšak u všech světových stran se u silnovrstvé lazury objevují extrémní hodnoty.

Tab. 20: Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků napříč vláken

Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků napříč vláken (změna GU)							
NH	Orientace	aritmetický průměr	medián	minimum	maximum	směrodatná odchylka	variační koeficient (%)
Tenkovrstvé	sever	3,45	3,42	3,05	4,13	0,38	11,08
	východ	3,70	4,18	1,95	4,57	0,93	25,03
	jih	2,27	1,87	1,38	3,16	0,74	32,62
	západ	3,50	3,09	2,59	5,70	1,12	32,05
Silnovrstvé	sever	6,21	4,53	3,12	12,60	3,35	53,96
	východ	7,18	5,60	4,18	14,84	3,93	54,68
	jih	6,88	5,36	3,16	14,63	4,04	58,65
	západ	6,82	5,00	3,09	14,32	3,93	57,70

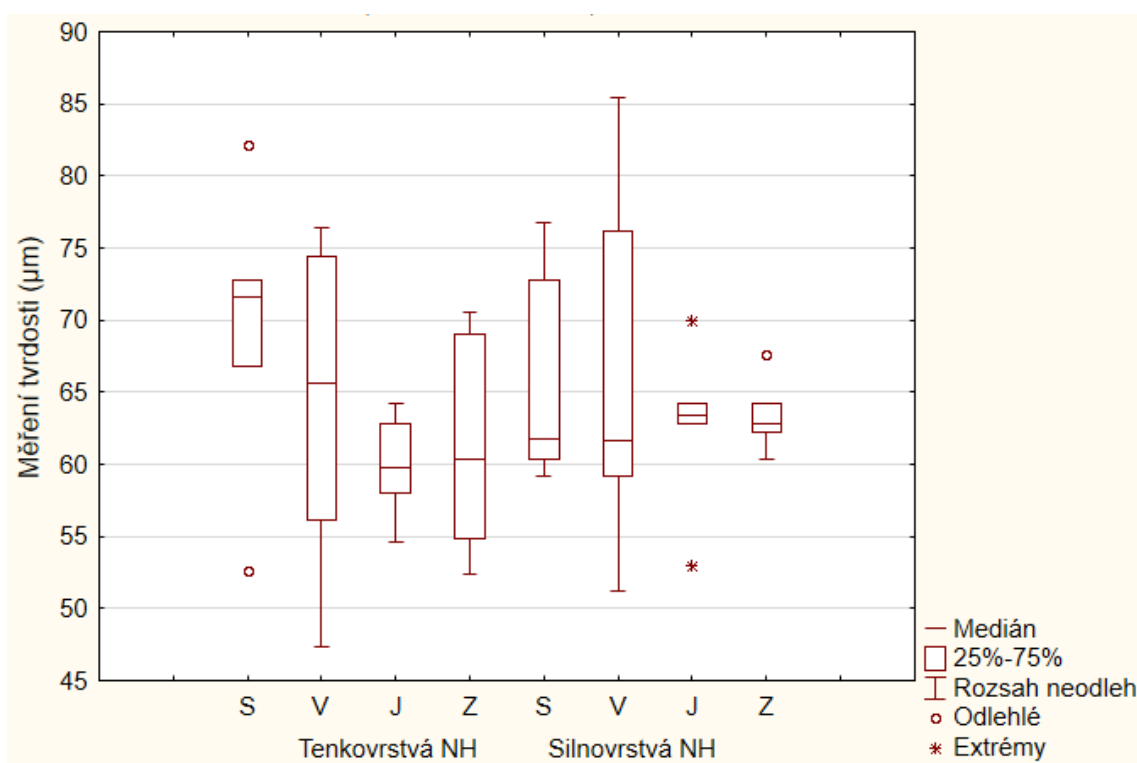


Obr. 38: Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků napříč vláken

Rozptyl hodnot u měření napříč vláken byl mírně větší než u měření podél vláken. Nejvyšší rozptyl měla opět silnovrstvá lazura společně s extrémními hodnotami, zatímco tenkovrstvá lazura vykazovala menší rozptyl s odlehlými a extrémními hodnotami.

Tab. 21: Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků podél vláken

Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků podél vláken ( $\mu\text{m}$ )							
NH	Orientace	aritmetický průměr	medián	minimum	maximum	směrodatná odchylka	variální koeficient (%)
Tenkovrstvé	sever	69,20	71,60	52,60	82,20	9,69	14,00
	východ	64,00	65,60	47,40	76,40	10,96	17,13
	jih	59,88	59,80	54,60	64,20	3,42	5,72
	západ	61,44	60,40	52,40	70,60	7,32	11,91
Silnovrstvé	sever	66,20	61,80	59,20	76,80	7,18	10,85
	východ	66,72	61,60	51,20	85,40	12,35	18,51
	jih	62,68	63,40	53,00	70,00	5,48	8,74
	západ	63,44	62,80	60,40	67,60	2,41	3,80

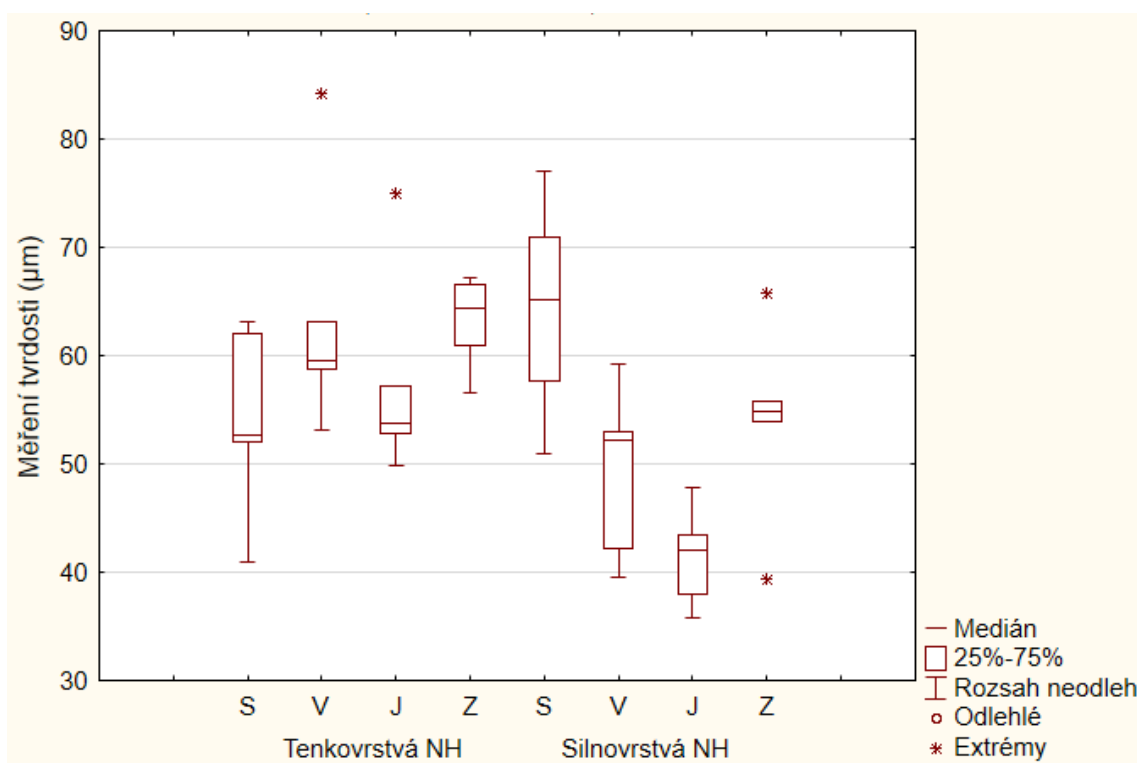


Obr. 39: Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků podél vláken

Měření tvrdosti vykazovalo opravdu velký rozptyl hodnot, zejména na východní světové straně u obou lazur. Naopak velmi malý rozptyl hodnot byl u vzorků se silnovrstvou lazurou na jižní a západní světové straně.

Tab. 22: Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků napříč vláken

Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků napříč vláken ( $\mu\text{m}$ )							
NH	Orientace	aritmetický průměr	medián	minimum	maximum	směrodatná odchylka	variační koeficient (%)
Tenkovrstvé	sever	54,16	52,60	41,00	63,20	8,04	14,85
	východ	63,80	59,60	53,20	84,20	10,69	16,76
	jih	57,72	53,80	49,80	75,00	8,96	15,52
	západ	63,16	64,40	56,60	67,20	3,93	6,23
Silnovrstvé	sever	64,36	65,20	51,00	77,00	9,26	14,39
	východ	49,24	52,20	39,60	59,20	7,27	14,77
	jih	41,40	42,00	35,80	47,80	4,20	10,15
	západ	53,96	54,80	39,40	65,80	8,44	15,64



Obr. 40: Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků napříč vláken

U vzorků měřených napříč vláken byl pozorován menší rozptyl hodnot, než u podélného měření. Převažoval zde výskyt extrémních hodnot, především u tenkovrstvé lazury u vzorků z východní a jižní světové strany.

## 5.6 Testování hypotéz

Pro testování statistických hypotéz byl použitý software SPSS Statistics (IBM). Vzhledem k tomu, že data nejsou homogenní a nemají ani normální rozložení, bylo nutné ke zjištění statisticky významných rozdílů mezi jednotlivými NH použít pro analýzu rozptylu neparametrickou ANOVU - Kruskal-Wallisův test, který slouží k porovnání více jak dvou nezávislých výběrů.

Nulová hypotéza Kruskal-Wallisova testu pro rozložení naměřených hodnot byla testována v sedmi kategoriích, které zjišťovaly rozdíly mezi jednotlivými NH:

1. Výsledky barevných změn vystavených vzorků (změna  $\Delta E$ )
2. Drsnost povrchu vystavených vzorků podél vláken ( $\mu\text{m}$ )
3. Měření lesku vystavených vzorků podél vláken (změna GU)
4. Měření tvrdosti vystavených vzorků podél vláken ( $\mu\text{m}$ )
5. Drsnost povrchu vystavených vzorků napříč vláken ( $\mu\text{m}$ )
6. Měření lesku vystavených vzorků napříč vláken (změna GU)
7. Měření tvrdosti vystavených vzorků napříč vláken ( $\mu\text{m}$ )

Legenda k Obr. 41:

- Sloupec 1: Testovaná kategorie naměřených hodnot
- Sloupec 2: Použitý test
- Sloupec 3: Stanovená hodnota statistické pravděpodobnosti
- Sloupec 4: Potvrzení/zamítnutí nulové hypotézy

### Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Výsledky barevných změn vystavených vzorků (změna $\Delta E$ ) is the same across categories of NH.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,004	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of Drsnost povrchu vystavených vzorků podél vláken ( $\mu m$ ) is the same across categories of NH.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,056	Retain the null hypothesis.
3	The distribution of Měření lesku vystavených vzorků podél vláken (změna GU) is the same across categories of NH.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,027	Reject the null hypothesis.
4	The distribution of Měření tvrdosti vystavených vzorků podél vláken is the same across categories of NH.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,820	Retain the null hypothesis.
5	The distribution of Drsnost povrchu vystavených vzorků napříč vláken ( $\mu m$ ) is the same across categories of NH.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,122	Retain the null hypothesis.
6	The distribution of Měření lesku vystavených vzorků napříč vláken (změna GU) is the same across categories of NH.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,005	Reject the null hypothesis.
7	The distribution of Měření tvrdosti vystavených vzorků napříč vláken ( $\mu m$ ) is the same across categories of NH.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,943	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Obr. 41: Výsledky Kruskal-Wallisova testu

Výsledky statistických testů byly porovnány se zvolenou hladinou významnosti ( $P < 0,05$ ). Tímto porovnáním byly zjištěny statisticky významné rozdíly v kategoriích 1. Výsledky barevných změn, 3. Měření lesku vystavených vzorků podél vláken a 6. Měření lesku vystavených vzorků napříč vláken. U ostatních kategorií nebyly statisticky významné rozdíly pozorovány.

## 6. Diskuze a vyhodnocení výsledků

Experimentální část práce byla orientována na kvalitu povrchové úpravy dílců, které jsou používány pro výrobu dřevěných altánků a pergol. Porovnávali jsme tenkovrstvou a silnovrstvou lazuru, které byly na předem impregnovaný a připravených povrch nanесeny ve dvou vrstvách. V této bakalářské práci byly použité NH značky SwingColor, které při měření prokázaly značnou odolnost proti povětrnostním vlivům a z naměřených výsledků můžeme konstatovat, že u žádného vzorku nedošlo k výrazné degradaci. Vizuálním vnímáním lze prokázat jen nepatrné destruktivní změny, které se během doby expozice na vystavených vzorcích vyskytnuly. Vzhledem k vystaveným dílcům do čtyř světových stran, je patrné, že k největšímu poškození došlo na jižní světové straně. Druhé největší poškození vystavených dílců vykazuje západní světová strana. Degradace nátěrového filmu probíhala v průběhu celé doby expozice dílců. Největší podíl na degradovaném povrchu dílce má zcela jistě vlhkost okolního prostředí, která se měnila každý den. Dřevo je navlhavý hygrokopický materiál, který má schopnost měnit svojí vlhkost podle okolního prostředí a dochází tak k objemovým změnám. Vlivem působení intenzivního slunečního záření naopak dochází k vysoušení dílců. Tyhle změny, způsobené neustálým střídáním navlhání a vysychání, jsou pro materiál nejhorší kombinací, které vedou k tvarovým změnám. Dřevěný podklad má tendenci vyrovnávat se s těmito změnami, ale nátěrový film se těmito změnami nemůže zcela přizpůsobit, a tak dochází k mírnému popraskání nátěrového filmu, který tím ztrácí svou ochrannou funkci.

### 6.1 Stanovení drsnosti povrchu

Stanovení drsnosti nám pomáhal určit přístroj na měření drsnosti Mitutoyo, který ve spolupráci s PC zaznamenával naměřenou hodnotu do Excelu, včetně vykreslení grafu znázorňující pohyb hrotu po povrchu dílce. Z tabulek 2 a 3 (str. 40-42) lze konstatovat, že převážně vyšší hodnota drsnosti povrchu se vyskytovala na podkladu, jež byl opatřen tenkovrstvou nátěrovou hmotou, především v podélném směru měření. Tuto skutečnost rovněž potvrzují obrázky 6-9 (str. 41-43), které grafické znázorňují většinou vyšší drsnost povrchu na vzorcích s tenkovrstvou lazurou podél vláken oproti

drsnosti jako je u silnovrstvé lazury. Největší rozdíl můžeme pozorovat u tenkovrstvé lazury podél vláken na jižní světové straně, která je nejvíce namáhaná atmosférickou erozí. Podobná situace je také napříč vláken. Nejvíce namáhaná strana je jižní a ve výsledném grafu nám tuto skutečnost potvrzují grafy s tenkovrstvou lazurou. Silnovrstvá lazura má z hlediska drsnosti trochu lepší povrch, konkrétně v podélném směru, protože je to lazura silnovrstvá, zakrývá strukturu měřeného povrchu podkladu. Tuto teorii nám však mírně vyvrací graf silnovrstvé lazury napříč vláken, kde se hodnoty drsnosti pohybují až k 17  $\mu\text{m}$ . Východní, severní a západní strany měly hodnoty téměř shodné v podélném směru. V příčném směru je vyšší rozptyl hodnot.

U výsledné hodnoty změny drsnosti berme v úvahu okolnosti, jež ovlivňují drsnost povrchu dílce. Příčinou může být změna vlhkosti podkladového materiálu (smrkového dřeva) a sní spojené mírné tvarové změny, způsobené hygroskopii dřeva. Odlišné hodnoty mohou být způsobeny odlišnými vlastnostmi jarního a letního dřeva.

Z tabulek 4 a 5 (str. 43-45) lze posoudit celkovou změnu referenčních vzorků, které jsou vyjádřeny na obrázcích 10-13 (str. 44-46). K největší změně docházelo v příčném směru, především u silnovrstvé lazury z jižní světové strany. Pozoruhodné je to, že drsnost měřeného povrchu o hodně klesla. Správně by se měla drsnost povrchu vzorků zvyšovat s prodlužující se dobou expozice.

## 6.2 Stanovení barevné změny povrchu

Před vystavením dílců do exteriéru i v průběhu celé zkoušky byly barevné změny dílců měřeny spektrofotometrem Spectro-Guide. Před každou zkouškou byly z povrchu odstraněny usazené atmosférické nečistoty, aby nedocházelo vlivem nečistého povrchu k ovlivnění barevného odstínu. Hodnoty barevné změny odstínu popisuje tabulka 6 (str. 47), jež znázorňuje změny probíhající během doby vystavených dílců ve venkovním prostředí. Zajímavou skutečností je, že u tenkovrstvé lazury změna odstínu na přelomu září a října rostla a pak zase začátkem prosince klesla téměř na stejnou hodnotu. Barevná změna odstínu u silnovrstvé lazury klesá u všech světových stran a jednotlivé křivky jsou souběžné, tudíž nelze přesně určit, na které světové straně proběhla největší změna. Je zřejmé, že největší změna nastala před začátkem zimních měsíců. Poté se změna ustálila a byla po zbytek doby konstantní.



Zcela jistou skutečností je, že nejvýznamnější barevnou změnou dochází během měsíců, ve kterých nejvíce působí sluneční záření, zejména působení UV záření, které je nejintenzivnější během letních měsíců, způsobuje významné barevné změny.

Celková změna byla nejvýraznější u silnovrstvé lazury, kde prudce klesla. Naopak u tenkovrstvé lazury změna odstínu rostla, ovšem ne tak výrazně, jako tomu bylo u silnovrstvé lazury, jak vyjadřují obrázky 16-17 (str.49).

### **6.3 Stanovení změny lesku povrchu**

Porovnání hodnot před expozicí a po expozici bylo zjištěno, že skutečně došlo k celkovému snížení hodnot lesku. Aby nedocházelo k ovlivnění skutečné hodnoty stupně lesku vlivem usazeného prachu a nečistot na povrchu dílce, byl povrch zbaven nečistot a prachu. Z tabulky 8-9 (str. 50-51) lze vyjádřit změnu lesku povrchu během doby expozice. Při měření lesku nám nejvyšší hodnoty vykazovala silnovrstvá lazura, jak podél vláken, tak napříč. Podél vláken klesal stupeň lesku souběžně na všech světových stranách. Nejvíce klesal zpočátku, během podzimních měsíců, poté se ustálil zhruba na konstantní hodnotu až do konce doby expozice. Podobně tomu tak bylo i napříč vláken, až na to, že napříč vláken nebyl tak vysoký počáteční stupeň lesku. U vzorků s tenkovrstvou lazurou dosahoval stupeň lesku asi třikrát menší hodnotu v porovnání se silnovrstvou lazurou. Podél i napříč vláken vykazovala západní strana nejvyšší hodnoty. Podél vláken se vzorky vystavené na východní straně odlišovaly tím, že měly po celou dobu expozice vyšší hodnoty oproti ostatním stranám. Napříč vláken se hodnoty všech stran pohybovaly souběžně, jak je znázorněno na obrázcích 19 a 21 (str. 51-52). Silnovrstvá lazura vykazovala z počátku vyšší stupeň lesku polomat, který postupem doby poklesl až k matnému stupni, který se běžně vyskytoval u tenkovrstvé lazury. Je to dáno tím, že silnovrstvá lazura vytvořila na podkladovém materiálu tenkou vrstvu lesklého filmu, zatím co tenkovrstvá lazura se impregnovala do povrchu a pouze tak změnila jen barvu podkladového materiálu.

Celková změna lesku referenčních vzorků silnovrstvé lazury je vyhodnocena v tabulkách 10 a 11 (str. 53-54). Lze konstatovat, že nejvíce se změna lesku projevila podél vláken u dílců se silnovrstvou lazurou, kde hodnoty, konkrétně na západní straně, klesly o 14,4 GU, což je polomatný stupeň lesku. Polomatný stupeň vykazují ještě vzorky z jižní a severní strany, jinak jsou ostatní stupněm lesku matné a to i napříč

vláken. Vystavené dílce s tenkovrstvou lazurou vyjadřují mírný pokles stupně lesku podél vláken z východní strany. Naopak lesk u ostatních vystavených dílců klesal trochu vyšším rázem. Napříč vláken všechny hodnoty stupně lesku klesaly, ale pouze do matného stupně.

#### **6.4 Stanovení změny tvrdosti povrchu**

Každé měření se provádělo v laboratoři pomocí přístroje Buchholtz určeného k měření tvrdosti. Při této zkoušce je nutno zohlednit mnoho vlivů zapříčiňující změnu vlhkosti dřeva, která má významný vliv na hodnotu tvrdosti dílce, protože samotná vlhkost ovlivňuje tvrdost nátěrového filmu. Z tabulek 12 a 13 (str. 56-57) lze vyjádřit změnu tvrdosti povrchu dílců. Tuto změnu znázorňují obrázky 26-29 (str. 56-58). Odolnost proti tvrdosti byla u tenkovrstvé lazury průměrně o 10  $\mu\text{m}$  menší míra protlačení hrotu než u silnovrstvé lazury. Největší míru protlačení a tedy nejmenší tvrdost se pohybovalo okolo - 85 $\mu\text{m}$  protlačení. Vzhledem ke směru vláknům byla odolnost mírně lepší u obou lazur v příčném směru.

Podle tabulky 14 a 15 (str. 59-60) lze konstatovat, že celková změna tvrdosti referenčních vzorků podél vláken byla ve srovnání obou lazur odlišná, což nám potvrzují i obrázky 30-33 (str. 59-61), které nám popisují, že u tenkovrstvé lazury tvrdost výrazně klesala u vzorku vystavených na východní straně, zatímco u silnovrstvé lazury mírně vzrostla. U silnovrstvé lazury tvrdost výrazně klesla u vzorků ze severní strany, naopak u tenkovrstvé lazury mírně vzrostla společně s jižní. Napříč vláken nastala největší změna u silnovrstvé lazury, kde tvrdost vzorků ze severní strany vzrostla o 26  $\mu\text{m}$ . U tenkovrstvé lazury spíše tvrdost vystavených vzorků klesá a u vzorků se silnovrstvou lazurou tvrdost vzrostla především ze severní strany, zatímco změna ostatních stran se pohybuje v mírném poklesu.

## **7. Zhodnocení přínosu práce pro praxi**

Vhodnost použití druhu NH by mělo být vždy přezkoumáno při praktickém měření. Je důležité, aby podmínky při tomto měření odpovídali co nejreálněji skutečným podmínkám, ve kterých bude výrobek trvale umístěn. Výsledné hodnoty byly naměřeny z jednoho druhu materiálu a ze dvou lazur v porovnání se čtyřmi světovými stranami. Vzhledem k obsáhlému množství naměřených hodnot vzniklo mnoho různých kombinací. Shodneme se však na tom, že u obou lazur byly nejvíce namáhané vzorky vystavené na jižní světovou stranu. Příčinou je nejdelší doba působení slunečního záření během dne v doprovodu ostatních klimatických jevů, jako je déšť nebo vítr. Výsledky mohou být přínosem pro vytvoření, či upravení NH, aby co možná nejméně podléhal nátěrový film degradačním změnám a zvýšil tak žádanou dlouholetou životnost materiálu.

## 8. Závěr

Tato bakalářská práce pojednává o porovnání dvou lazur, majících odlišné vlastnosti, které se projevují jak při aplikaci NH, tak i v průběhu doby, po kterou byly vzorky vystaveny v exteriéru.

Dle našeho experimentálního pokusu se shodujeme s literaturou, která říká, že tenkovrstvá lazura má malou viskozitu a dřevo ji impregnuje. Ochranná vrstva je vsáknuta do dřeva a během přirozeného stárnutí se promění v prach. Naopak silnovrstvá lazura utvoří jednolitou vrstvu po celém vzorku a vytvoří tak mnohem stabilnější a pružnější povrch. Tato bakalářská popisuje dvě odlišné lazury, u kterých vzniklo mnoho kombinací hodnot, protože byly vyhodnocovány dva směry vláken a čtyři světové strany. Ze světových stran je nejvíce namáhaná jižní světová strana, což se projevilo i ve výsledných hodnotách.

Z našeho hlediska je těžké posoudit, zda nejlépe obstála tenkovrstvá nebo silnovrstvá lazura, protože výsledky vyjadřují určitou shodnost těchto lazur. Způsob výběru jedné z těchto lazur závisí na konkrétních požadavcích osoby, která bude dřevo ošetřovat. Osobně se více přikláním, že za vhodnější povrchovou úpravu dřeva trvale umístěného v exteriéru je tenkovrstvá lazura. Důvodem je, že tenkovrstvý systém lehce propustí vlhkost ze dřeva, ale zabrání vniknutí jejímu vniknutí dovnitř. Silnovrstvá lazura vytvoří silný film, který znemožňuje odvést vlhkost ze dřeva. Dalším důvodem pro tenkovrstvou lazuru je vyšší účinnost proti škůdcům a velmi lehká aplikace. Během delší doby působení povětrnostních vlivů se silnovrstvá lazura začne loupát a vlivem UV záření vytvářet puchýře na povrchu dřeva. Tenkovrstvá lazura je tzv. samosprašná, což znamená, že se vrstva lazury postupem času promění v prach, díky čemuž je obnovitelnost nátěru snadnější než u silnovrstvé lazury.

Tyto výsledky by mohli vést k novým experimentům za účelem vytvoření, či upravení vhodných povrchových úprav pro dřevo trvale vystavené v exteriéru. Tímto testem vytváříme vlastní názor uživatelům na použité lazury, jak se projeví změna povrchu během prvního roku.

## 9. Summary

This thesis deals about the comparison of the two stains, which have different characteristics, manifesting as in the application of coating materials, as well as in the course of time exposed to samples in the exterior.

According to our experimental attempt we concur with literature, which says that the thin-layer stain has a small viscosity and wood impregnates it. The protective layer is absorbed in wood and during the natural aging will turn into dust. On the contrary, forms the surface of the thick-layer stain around the single sample and creates much more stable and more flexible surface. This thesis describes the two different stains, for which many combinations of values was created, because we are solving the two directions of the fibres and the four directions of world parties. Of the compass is the most stressed the South, what is reflected in the resulting values.

From our point of view is difficult to assess whether if is better thin-layered or thick-layer stains, because the results expressed a certain commonality of stains. The way how to select one of the following new depends on the specific requirements of the person who will take care of the wood. Personally, I agree more that a more suitable surface treatment of wood permanently placed in exterior is the thin-layer top coat. The reason is that the thin film system easy dismiss moisture from the wood, but it will prevent intrusion into the wood. Thick-layer stain creates a powerful film, which makes it impossible to take moisture from the wood. Another reason for the thin layer stain is a higher efficacy against pests, and very easy application. During a longer period of exposure to weather, the thick-layer stain begins to peel off, and the influence of UV radiation create blisters on the surface of the wood. Thin-layer top coat is called. sprinkle, what means that the layer of stain with time turn into dust, which makes the recoverability of the paint easier than for thick-film stains.

These results could lead to new experiments in order to create, or edit the appropriate surface treatments for wood permanently exposed in the exterior. This test we create custom feedback to users on how to stain used to effect change in the surface during the first year.

## 10. Použitá literatura

Baier, J., Týn, Z. 1993. Ochrana dřeva. Vyd. 3., přeprac. a dopl. Praha: Grada, 92 s. ISBN 80-7169-275-1.

CREWDSON, Michael J. a Warren D. KETOLA. *Best practises in weathering*. European Coatings Journal. 2009, č. 4.

Enhancing service life: Fifth International Woodcoatings Congress: 1718 October 2006, Prague, Czech Republic: congress papers: „conference papers“. Hampton, Middlesex, UK: PRA Coatings Technologi Centre, 2006. ISBN. 978-0-9551317-4-5.

Gabriel, I. 2011. Dřevěné fasády: materiály, návrhy, realizace. 1. vyd. Praha: Grada, 136 s. ISBN 978-80-247-3819-2.

Gandelová, L., Horáček, P., Šlezingerová, J. 2008. Nauka o dřevě. 2. nezměněné vydání, dotisk. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 176 s. ISBN 978-80-7157-577-1.

Hill, C. A. M. 2006. Wood modification: chemical, thermal and other processes. Chichester, England: John Wiley & Sons, 239 s. Wiley Series in Renewable Resources.

Hon, D. N. S., Minemura, N. 2001. Color and discoloration. In. Wood and cellulosic chemistry. New York: Marcel Dekker, 2001, 385 – 442 s.

Horáček, P. 2001. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. dotisk. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 128 s. ISBN 80-7157-347-7.

Horák, J., Ostrčil, J. 1991. Truhlářská technologie II: pro 2. a 3. Ročník SOU oboru truhlář se zaměřením na výrobu nábytku a zařízení a na stavební výrobu. 1. vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 345 s. ISBN 80-03-00618-x.

Humhal, J. 2012. Povrchové úpravy dřeva a jejich vazby na konstrukční systémy. Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 136 s.

Kalendová, A., Kalenda P. 2004. Technologie nátěrových hmot I.: pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 328 s. ISBN 80-7194-691-5.

Král, P., Hrázský J. 2005. Kompozitní materiály na bázi dřeva. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 206 s. ISBN 80-7157-878-9.

Liptáková, E., Sedliačik, M. 1989. Chémia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle. 1. vyd Bratislava: Alfa, 519 s. ISBN 80-05-116-9.

Matovič, A. 1993. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva. Brno, VŠZ, 212 s.

- Muzikář, Z. 2009. Přednášky MENDELU v Brně fakulta LDF, ústav nábytku, designu a bydlení – Chemie pomocných látek. 2009
- Nutsch, W. 2006. Příručka pro truhláře. 2., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.
- Požgaj, A., Chovanec, D., Kurjatko, S., Babiak, M. 1997. Štruktúra a vlastnosti dreva. 2. vyd. Bratislava: Príroda, a. s., 485 s. ISBN 80-07-00960-4.
- Přemyslovská, E. 1999. Analýza barvy a světlostálosti vybraných druhů dřeva. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta
- Ptáček, P. 2009. Ochrana dřeva. 1. vyd. Praha: Grada, 95 s. ISBN 978-80-247-2326-6.
- Ptáček, P. 2014. Způsoby ochrany dřeva ve dřevostavbách. Spektra: nátěrové hmoty, zateplovací a fasádní systémy. Praha: Press agency, roč. 14, č. 3.
- Řezníček, F. 2010. Vliv povrchové úpravy na světlostálost zadýchovaných DTD dílců. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. 90 s. Vedoucí práce doc. Ing. D. Tesařová, Ph.D.
- Šlezingerová, J., Gandelová, L. 2002. Stavba dřeva. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 187 s. ISBN 80-7157-636-0.
- Sysala, O. 2010. Ochrana stavebního dřeva. Zdrojový dokument: Střechy, fasády, izolace, roč. 17,1, 21 s.
- Šlezingerová, J., Gandelová, L. 2005. Stavba dřeva. Brno, MZLU, 220 s.
- Tesařová, D., Čech, P., Holouš, J. 2014. Povrchové úpravy dřeva. Praha, Grada, 136s.
- Trávník, A. 2008. Technologické operace výroby nábytku. Brno, MZLU, 178 s.
- Závada, V. 2011 Vliv UV stabilizátorů v nátěrovém systému na vlastnosti povrchové úpravy dřeva. Disertační práce Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta

### **Internetové zdroje:**

Abiotické formy znehodnocení dřeva. In: [online]. citováno 23.března 2016. Dostupné z WWW: [http://drevvari.humlak.cz/data\\_web/Data\\_skola/HUdreva/4.pdf](http://drevvari.humlak.cz/data_web/Data_skola/HUdreva/4.pdf)

Kučerová, I. Koroze a degradace dřeva. Atmosférická degradace dřeva [online]. citováno 7. dubna 2016. 2005. Dostupné z WWW: [http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/predmety/koroze\\_materialu\\_pro\\_restauratory/kadm/pdf/3\\_5.pdf](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/predmety/koroze_materialu_pro_restauratory/kadm/pdf/3_5.pdf)

Lambourne, R.; Strivens, T.A. Paint and Surface Coatings - Theory and Practice (2nd Edition).[online]. citováno 5. dubna 2016. Woodhead Publishing1999: Dostupné z WWW:[http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\\_EXT\\_KNOVEL\\_DISPLAY\\_bookid=436&VerticalID=0](http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=436&VerticalID=0)

Tesařová, D. Nové trendy při dokončování vodou ředitelných nátěrových hmot nové generace. In Informační bulletin a sborník statí 2007 . 1. vydání. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2007. 81 s. Dostupné z WWW: <<http://www.czechfurniture.com/soubory/8cz.pdf>>. citováno 28. března 2016. ISBN 978-80-7375-048-0.

### **WWW stránky:**

<http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strechy/drevo-na-strese>

<http://www.deltasvratka.cz/>

<http://www.domecky-do-prirody.cz/O-dreve.html>

<http://zahrada.bydleniprokazdeho.cz/>

### **Použité normy:**

ČSN 673074: Nátěrové hmoty, stanovení tvrdosti nátěru tvrdoměrem

ČSN 673067: Označování a hodnocení barevných odstínů nátěrů

ČSN 91 0273: Nábytek – stanovení lesku povrchu, 2005.

ČSN EN ISO 4287: Geometrické požadavky na výrobky, 1998.



## 11. Seznam použitých zkratek

NH – nátěrová hmota

PÚ – povrchová úprava

UV - ultrafialové

S – severní světová strana

J – jižní světová strana

V – východní světová strana

Z – západní světová strana

CIE – Commission internationale de l'éclairage (Mezinárodní komise pro osvětlování)

HALS – Hindered Amine Light Stabilizers (prostorově stíněné aminy)

ČSN – česká technická norma

## 12. Seznam tabulek

Tab. 1: Celková doba expozice vzorků přepočtená na dny a hodiny .....	40
Tab. 2: Stanovení drsnosti povrchu – podél vláken.....	40
Tab. 3: Stanovení drsnosti povrchu – napříč vláken.....	42
Tab. 4: Změna hodnoty drsnosti povrchu referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně.....	43
Tab. 5: Změna hodnoty drsnosti povrchu referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně.....	45
Tab. 6: Změna barevnosti povrchu v závislosti na světové straně.....	47
Tab. 7: Změna barevnosti referenčních vzorků v závislosti na světové straně.....	48
Tab. 8: Změna lesku povrchu podél vláken v závislosti na světové straně .....	50
Tab. 9: Změna lesku povrchu napříč vláken v závislosti na světové straně .....	51
Tab. 10: Změna lesku povrchu referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně.....	53
Tab. 11: Změna lesku povrchu referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně.....	54
Tab. 12: Změna tvrdosti povrchu vzorků podél vláken v závislosti na světové straně ..	56
Tab. 13: Změna tvrdosti povrchu vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně .	57
Tab. 14: Změna tvrdosti povrchu referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně.....	59
Tab. 15: Změna tvrdosti povrchu referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně.....	60
Tab. 16: Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků podél vláken .	62
Tab. 17: Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků napříč vláken	63
Tab. 18: Statistické vyhodnocení barevných změn vystavených vzorků .....	64
Tab. 19: Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků podél vláken.....	65
Tab. 20: Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků napříč vláken.....	66
Tab. 21: Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků podél vláken.....	67
Tab. 22: Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků napříč vláken.....	68

### 13. Seznam obrázků

Obr. 1: Smrkové řezivo jako podkladový materiál.....	34
Obr. 2: Drsnoměr - SJ – 201P MITUTOYO (Vaněk 2016, vlastní foto) .....	36
Obr. 3: Spektrofotometr BYK Spectro-Guide 45/0 Gloss (Vaněk 2016, vlastní foto)...	37
Obr. 4: Leskoměr – Erichsen Picogloss 503 (Vaněk 2016, vlastní foto).....	38
Obr. 5: Mikrotvrdoměr – Buchholtz FL – 2000 H (Vaněk 2016, vlastní foto) .....	39
Obr. 6: Změna drsnosti povrchu u tenkovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně.....	41
Obr. 7: Změna drsnosti povrchu u silnovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně.....	41
Obr. 8: Změna drsnosti povrchu u tenkovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně.....	42
Obr. 9: Změna drsnosti povrchu u silnovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně.....	43
Obr. 10: Změna drsnosti povrchu referenčních vzorků s tenkovrstvou lazurou podél vláken v závislosti na světové straně .....	44
Obr. 11: Změna drsnosti povrchu referenčních vzorků se silnovrstvou lazurou podél vláken v závislosti na světové straně .....	44
Obr. 12: Změna drsnosti povrchu referenčních vzorků s tenkovrstvou lazurou napříč vláken v závislosti na světové straně .....	45
Obr. 13: Změna drsnosti povrchu referenčních vzorků se silnovrstvou lazurou napříč vláken v závislosti na světové straně .....	46
Obr. 14: Změna barvy u tenkovrstvé lazury v závislosti na světové straně.....	47
Obr. 15: Změna barvy u silnovrstvé lazury v závislosti na světové straně.....	48
Obr. 16: Změna barvy tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků v závislosti na světové straně.....	49
Obr. 17: Změna barvy silnovrstvé lazury u referenčních vzorků v závislosti na světové straně.....	49
Obr. 18: Změna lesku tenkovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně..	50
Obr. 19: Změna lesku silnovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně...	51
Obr. 20: Změna lesku tenkovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně.	52

Obr. 21: Změna lesku silnovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně..	52
Obr. 22: Změna lesku tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně.....	53
Obr. 23: Změna lesku silnovrstvé lazury u referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně.....	54
Obr. 24: Změna lesku tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně.....	55
Obr. 25: Změna lesku silnovrstvé lazury u referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně.....	55
Obr. 26: Změna tvrdosti u tenkovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně .....	56
Obr. 27: Změna tvrdosti u silnovrstvé lazury podél vláken v závislosti na světové straně .....	57
Obr. 28: Změna tvrdosti u tenkovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně.....	58
Obr. 29: Změna tvrdosti u silnovrstvé lazury napříč vláken v závislosti na světové straně .....	58
Obr. 30: Změna tvrdosti tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně.....	59
Obr. 31: Změna tvrdosti silnovrstvé lazury u referenčních vzorků podél vláken v závislosti na světové straně.....	60
Obr. 32: Změna tvrdosti tenkovrstvé lazury u referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně.....	61
Obr. 33: Změna tvrdosti silnovrstvé lazury u referenčních vzorků napříč vláken v závislosti na světové straně.....	61
Obr. 34: Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků podél vláken .	62
Obr. 35: Statistické vyhodnocení drsnosti povrchu vystavených vzorků napříč vláken	63
Obr. 36: Statistické vyhodnocení barevných změn vystavených vzorků .....	64
Obr. 37: Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků podél vláken.....	65
Obr. 38: Statistické vyhodnocení lesku vystavených vzorků napříč vláken.....	66
Obr. 39: Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků podél vláken.....	67
Obr. 40: Statistické vyhodnocení tvrdosti vystavených vzorků napříč vláken.....	68
Obr. 41: Výsledky Kruskal-Wallisova testu .....	70