

Mendelova univerzita v Brně  
Lesnická a dřevařská fakulta  
Ústav nábytku, designu a bydlení

Povrchová úprava dřevěného obložení dřevostavby

Diplomová práce

2016/2017

Bc. Miroslav Šindler

## Čestné prohlášení

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

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

Velké poděkování patří paní doc. Ing. Daniele Tesařové Ph.D., která mě vedla po celou dobu vypracovávání této diplomové práce. Byla mi oporou a rádcem tykající se práce, ale u samotných vzorků. Nemalé dík také patří panu Ing. Petru Čechovi, Ph.D. a panu Ing. Josefu Hlavatému, Ph.D. a paní Tobiášové, kteří paní docentce sekundovali v případě její nepřítomnosti. Také bych chtěl poděkovat rodině, která mě podporovala celým svým studiem. A v neposlední řadě děkuji mojí přítelkyni za poskytnutí podpory při psaní této práce.

## **Abstrakt**

**Jméno: Miroslav Šindler**

**Název: Povrchová úprava dřevěného obložení dřevostavby**

Povrchová úprava dřevěného obložení dřevostavby je téma, které se bude řešit v diplomové práci. Vzorky představující dřevěné obložení, které byly natřeny a poté vystaveny na dvou odlišných místech v různých klimatických podmínkách. První sada vzorků byla uložena v areálu Mendelovy univerzity v Brně a ta druhá ve městě Berkhamsted ve Velké Británii.

Umístění jednotlivých vzorků probíhalo v areálu školy, kde nám byly zapůjčeny železné stojany, na kterých zůstaly vzorky po dobu dvou let. V průběhu již zmiňovaných let se provádělo měření na drsnost, světlostálost a lesk nátěrové hmoty s příslušnými přístroji. Vzorky, které byly umístěny ve Velké Británii, jsme vložili do předem připravených stojanů zhotovených z dubového dřeva a přeměřovali na počátku jejich vystavení, a také po ukončení experimentu.

Daným experimentem se snažíme odhalit změny estetických a fyzikálně mechanických vlastností, které můžeme pozorovat u jednotlivých prken obložení. V naší práci se zabýváme především změnou barvy, a také drsnosti materiálu. Jelikož víme, že dřevo vystavené vnějším povětrnostním podmínkám je namáháno různými činiteli, jak už biotickými, tak abiotickými, struktura i vzhled se za těchto podmínek postupem času mění. Na tyto změny má vliv i expozice daného výrobku, čili místo, kde je testovaná sada vzorků vystavena. Řešeny tedy budou změny týkající se barevnosti a drsnosti povrchu před a po ukončení dané expozice.

**Klíčová slova:** smrk, modřín, povětrnostní podmínky, světové strany, obložení,

## **Abstract**

**Name: Miroslav Šindler**

**Diploma thesis title: Surface treatment of log home wood paneling**

This diploma thesis shall address the surface treatment of wood paneling of log homes. Samples representing wooden paneling were painted and exposed at two different locations in different climate conditions. The first set of samples was exposed on the premises of the Mendel University in Brno and the other one in Berkhamsted in UK.

The placement of individual samples sample took place on the premises of the university where we were provided with iron racks on which samples remained for two years. Over the years, the above-mentioned measurement was performed on the roughness, lightfastness and gloss of coating material using respective devices. Samples, which were exposed in the UK, were inserted into the pre-formed racks made of oak wood and they were measured at the start of their exposure and after the completion of the experiment.

That experiment shall show the changes of aesthetic and physical and mechanical properties which can be observed in individual plank lining. In our work we deal primarily with the change of the color and roughness of thematerial. As we know that wood exposed to external weather conditions is stressed by various factors, biotic as well as abiotic factors, the structure and appearance under these conditions are changing over time. These changes are also affected by the exposure of a product or the place where the test set of samples is exposed. Consequently, we will discuss the changes in color and surface roughness before and after the exposure.

**Key words:** spruce, larch, weather conditions, directions, paneling

## Obsah

1	ÚVOD.....	10
2	CÍL PRÁCE .....	12
3	KLIMATICKÉ PODMÍNKY .....	13
3.1	Klimatické podmínky na území České republiky .....	13
3.1.1	Sluneční svit.....	13
3.1.2	Srážky.....	13
3.1.3	Klimatické podmínky v místě vystavení vzorku Brno.....	14
3.2	Klimatické podmínky na území Velké Británie.....	15
3.2.1	Klimatické podmínky v místě vystavení vzorku Berkhamsted .....	16
4	POŽADAVKY NA PODKLAD .....	18
4.1	Výběr dřeviny .....	18
4.2	Smrk ztepilý (PICEA ABIES) .....	18
4.2.1	Makroskopická struktura.....	18
4.2.2	Mikroskopická struktura.....	19
4.2.3	Dřevo smrku .....	19
4.3	Modřín opadavý (LARIX DECIDUA).....	19
4.3.1	Makroskopická struktura.....	19
4.3.2	Mikroskopická struktura.....	19
4.3.3	Dřevo modřínu .....	20
4.4	Vlivy působící na podklad .....	20
4.4.1	Fotodegradace dřeva .....	20
4.4.2	Mechanická abraze dřeva .....	21
4.4.3	Atmosférická koroze dřeva – zvětrávání.....	21
4.4.4	Vliv vlhkosti na podklad .....	21
4.4.5	Voda působící na podklad .....	22
4.5	Vady dřeva.....	22

4.5.1	Sukovitost .....	22
4.5.2	Trhliny .....	23
4.5.3	Pryskyřičné kanálky (smolníky) .....	23
4.5.4	Nepřirozené zbarvení dřeva .....	23
4.5.5	Běl .....	23
4.5.6	Místa poškozená hmyzem .....	23
4.6	Vlastnosti povrchu dřeva .....	24
4.7	Drsnost povrchu .....	24
4.7.1	Parametry .....	25
4.8	Barva dřeva .....	26
4.8.1	Systém RGB .....	28
4.8.2	Systém XYZ .....	28
4.8.3	Barevný prostor CIELAB .....	29
4.9	Lesk .....	30
5	POŽADAVKY NA POVRCHOVOU ÚPRAVU .....	31
5.1	Povrchová úprava .....	31
5.2	Nátěrové hmoty .....	31
5.3	Vlivy působící na nátěrové hmoty .....	33
5.3.1	Klimatické vlivy .....	33
5.3.2	Vliv působení UV zářením .....	33
5.3.3	Chemické vlivy .....	33
5.3.4	Mechanické vlivy .....	33
5.3.5	Vliv světových stran .....	33
5.4	Příprava povrchu před lakováním .....	34
5.4.1	Řezaný povrch .....	34
5.4.2	Frézovaný povrch .....	34
5.4.3	Broušený povrch .....	34

5.4.4	Úprava hran vnějších obkladů .....	35
5.5	Nanášení nátěrových hmot .....	35
5.5.1	Rozložení obkladových dílců .....	36
5.5.2	Množství nánosu nátěrové hmoty .....	36
5.5.3	Počet vrstev nátěrových hmot.....	37
5.5.4	Broušení nátěrového filmu .....	37
5.6	Způsoby nanášení povrchové úpravy .....	37
5.6.1	Nanášení povrchové úpravy natíráním štětcem .....	37
5.6.2	Nanášení laku válečkem.....	38
5.6.3	Nanášení laku pomocí stříkací pistole.....	38
6	METODIKA .....	39
	Postup přípravy vzorků:.....	39
7	POŽITÉ PROSTŘEDKY, MĚŘÍCÍ TECHNIKA, ZKUŠEBNÍ METODY.....	41
7.1	Použité zkušební zařízení .....	41
7.1.1	Spektrofotometr Spectro guide Byk Gardner .....	41
7.1.2	Drsnoměr Mitutoyo SJ – 201.....	42
7.1.3	Měřicí stojany .....	43
	Expoziční stojan Brno .....	43
	Expoziční stojan Berkhamsted.....	43
7.2	Aplikovaná nátěrová hmota lazura Lusonol S1023 .....	44
7.3	Použité zkušební metody.....	45
7.3.1	Postup měření barvy a lesku .....	45
7.3.2	Měření drsnosti povrchu.....	45
8	VÝSLEDKYLABORATORNÍHO MĚŘENÍ.....	47
8.1	Výsledky barevných změn povrchu .....	47
8.1.1	Změny odstínu barvy v místě expozice Brno .....	48
8.1.2	Změna odstínu barvy v místě expozice Berkhamsted.....	50



8.1.3	Celková změna barvy $\Delta E$ .....	52
8.2	Výsledky změn lesku na povrchu .....	54
8.2.1	Změny v místě vystavení Brno .....	54
8.2.2	Změny v místě vystavení Berkhamsted.....	56
8.3	Výsledky změn drsnosti na povrchu .....	58
8.3.1	Změny v drsnosti místě vystavení Brno .....	58
8.3.2	Změny drsnosti v místě vystavení Berkhamsted .....	60
9	DISKUZE .....	62
9.1	Změna barvy vzorků smrku a modřínu vystavených v Brně .....	62
9.2	Změna barvy vzorku smrku a modřínu vystavených v Berkhamsted .....	62
9.3	Pozorování změn světlostálosti dle místa expozice .....	63
9.4	Změna lesku vzorků smrku a modřínu vystavených v Brně .....	64
9.5	Změna lesku vzorků smrku a modřínu vystavených v Berkhamsted.....	64
9.6	Pozorování změn lesku dle místa expozice .....	65
9.7	Změna drsnosti vzorků smrku a modřínu vystavených v Brně .....	65
9.8	Změna drsnosti vzorků smrku a modřínu vystavených v Berkhamstedu.....	66
9.9	Pozorování změn drsnosti povrchu dle místa expozice.....	66
10	ZÁVĚR .....	67
11	SEZNAM ZKRATEK A JEDNOTEK .....	69
12	POUŽITÉ ZDROJE:.....	70
13	SEZNAM TABULEK .....	74
14	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	75
15	SEZNAM PŘÍLOH .....	77
16	PŘÍLOHY .....	78

## 1 ÚVOD

Dřevo je materiál, který nás provází celou dobou naší historie, a to nejen od existence jednotlivce, ale i existence lidstva jako takového. Již od samého počátku jsme se setkávali s různými výtvarnými výrobky, které přispívaly k rozvoji obyvatel tamější doby. Od nástrojů, nástrojů až po materiály, které tvořily obalové pláště přístřešků a nejen jich. Postupně se tyto výtvarné výrobky vyvíjeli s potřebou člověka až dodnes. Lidé prvotně vybírali dřeviny na základě zkušeností, které si předávali, čili selekce těchto materiálů nebyla na základě konkrétních testů či výzkumů, jako je tomu v této diplomové práci a podobných.

Pokud se podíváme na dřevo z pohledu stavebního, můžeme vidět jeho všestranné využití. V moderní architektuře má nenahraditelné zastoupení a mnoho nynějších architektů a designérů pracuje s tímto materiálem, který obohacuje naše stavby, jako by byl nenahraditelný. Dnes se setkáváme s větším a větším nárůstem spotřeby dřeva, ať už je to ve stavebnictví nebo v jakémkoli jiném oboru. Lidé si začali opět uvědomovat, že dřevo je snadno dostupné a lehce opracovatelné a hlavně, že je obnovitelné.

V této práci se zabýváme dřevěnými fasádami neboli obložením stavby, jejichž využití nabývá na popularitě i nyní. Konstrukce fasád jsou zhotoveny tak, aby příliš nezatěžovaly nosnou konstrukci stavby a splňovaly všechna potřebná kritéria např. ochrana vnějšího pláště stavby, odhlučnění vnitřních prostor, pronikání vody v jakémkoli skupenství do konstrukce, zabraňování v přehřívání budovy.

Mezi klady fasád na bázi dřeva patří především různorodost a všestranné využití, kterými tyto obložení disponují, snadná instalace, ke které není zapotřebí speciálních strojů, poměrně snadné jsou i rekonstrukce a opravy, estetický vjem a krása dřeva samotného. Také nesmíme zapomenout na nižší finanční náklady spojené s pořízením konstrukce oproti běžným fasádám a v neposlední řadě vzpomeneme ekologické hledisko, jelikož likvidace prvků dřevěné fasády není natolik složitá a nákladná jako je tomu u zděných, cihelných či jiných fasád.

Dřevěnému obložení můžeme prodlužovat životnost, jelikož nevýhodou je právě zmiňovaná nižší schopnost odolávat vnějším vlivům, rozhodujícím faktorem ve výběru konstrukce, z nichž bude budoucí obložení zhotoveno. Musíme si však uvědomit, že dřevěné obložení, jakož i celá fasáda má i nespočet výhod a je velice funkční. Z hlediska tepelné ochrany budovy je dřevěná fasáda velice nápomocný činitel,

přispívající k tepelné pohodě panující jak v zimním, tak v letním období. Dřevěné obklady, jakožto porézní materiál, napomáhají také k odhlučnění vnitřních prostor budov od nepříznivého hluku z exteriéru. Díky provedení dřevěných fasád je celá konstrukce provětrávána přirozeným větráním. Dřevo i díky své tvrdosti odolává mechanickým činitelům více než ostatní druhy fasádních systémů. Můžeme říct, že samotný způsob opracování a konstrukční zásady přispívají k prodloužení životnosti. Avšak neméně důležitou součástí je také povrchová úprava daných prvků, nejen že podtrhuje krásný výzor fasád a estetický dojem, ale také prodlužuje jejich životnost.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo sledování vlivu doby a místa expozice vzorků obložení na bázi dřeva na estetické a fyzikálně - mechanické vlastností povrchové úpravy dřevěného obložení dřevostaveb, které bylo připraveno z prken smrkového a modřínového masivu. Sledovali jsme změny vlastností u zkoumaných vzorků, které byly zapříčiněny dlouhodobou expozicí v exteriéru. Během řešení diplomové práce byl analyzován:

- vliv druhu dřeva na vlastnosti povrchové úpravy masivních vzorků smrku a modřínu.
- vliv působení slunečního záření a vzdušné vlhkosti na degradaci povrchu a s tím souvisejícími projevy, tedy změnou drsnosti povrchu, barvy a lesku.
- vliv podmínek exteriéru v České republice a Velké Británii
- identifikovat rozdíly mezi expozicí Brna a Berkhamstedu
- stanovit samotné vady, které se obvykle mohou vyskytovat na podkladu.

### 3 KLIMATICKÉ PODMÍNKY

#### 3.1 Klimatické podmínky na území České republiky

Česká republika je vnitrozemským státem, který leží v mírných zeměpisných šířkách severní polokoule. Podnebí České republiky lze tak označit za mírné až přechodné, je to způsobeno i tím, že naše poloha je téměř na hranici oceánského a kontinentálního podnebí. To znamená, že zde jsou velké teplotní rozdíly mezi létem a zimou. Jelikož zde převládá západní proudění vzduchu, a také poloha vůči Atlantskému oceánu, stoupá směrem od západu k východu kontinentální charakter podnebí. Díky relativně malé rozloze území však rozdíly mezi východem a západem a taktéž severem a jihem jsou takřka zanedbatelné. Místní strukturu klimatu z větší části ovlivňuje převážně nesourodá výšková členitost a nadmořská výška. Charakteristickým znakem podnebí, které u nás převládá je výrazné pravidelné střídání čtyřech ročních období (jaro, léto, podzim, zima) (chmi, 2008).

##### 3.1.1 Sluneční svit

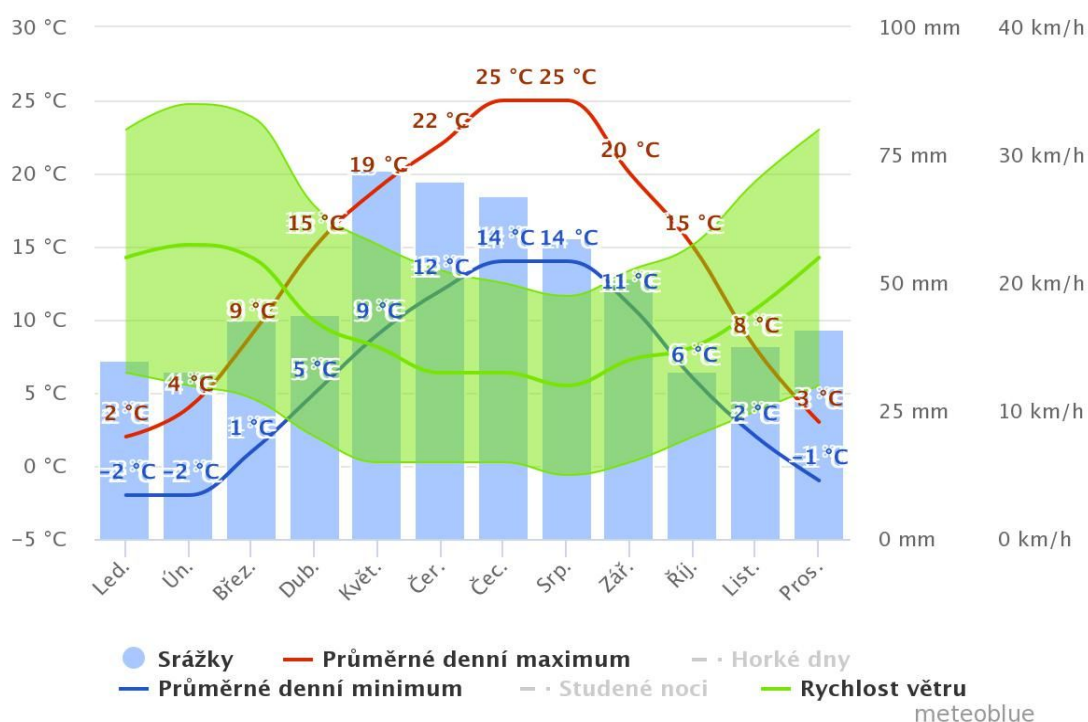
Délka ročního slunečního svitu (tj. perioda, kdy dopadají sluneční paprsky na zemský povrch bez zakrytí oblačností) je průměrně 1400 až 1800 hodin, v nížinách až 2000 hodin. Tato doba je však ovlivněna faktory typu oblačnost, oblast, a také ročnímu období, v jakém je měřena. V nížinách bývá oblačnost (poměr pokrytí oblohy oblaky) nejvyšší v listopadu a prosinci, nejnižší v září a v srpnu. Na horách naopak bývá v zimě nižší než v létě.

##### 3.1.2 Srážky

Počet srážkových dní ve většině případů stoupá s nadmořskou výškou, je však ovlivňováno také místem i polohou vzhledem horským hřbetům. Množství srážek závisí především na vlhkém proudění oceánského vzduchu, a to západních směrů (západní, severozápadní, jihozápadní). Místa ležící na závětrné straně hor jsou podstatně sušší a je zde méně srážek (např. tzv. srážkový stín Krušných hor, Žatecko, Rakovnicko, Kladensko, Dolní Poohří) než návětrné svahy pohoří (Bílý Potok v Jizerských horách, Lysá hora v Moravskoslezských Beskydech). Nejvíce srážek v roce obvykle připadá na letní měsíce červen, červenec, nejméně srážek pak na leden nebo únor. Rovnoměrnější rozložení srážek během roku je ve vyšších polohách. S nadmořskou výškou stoupá podíl sněhových srážek (asi 1/4 v nížinách, více než polovina nad 1000 m. n. m.).

### 3.1.3 Klimatické podmínky v místě vystavení vzorku Brno

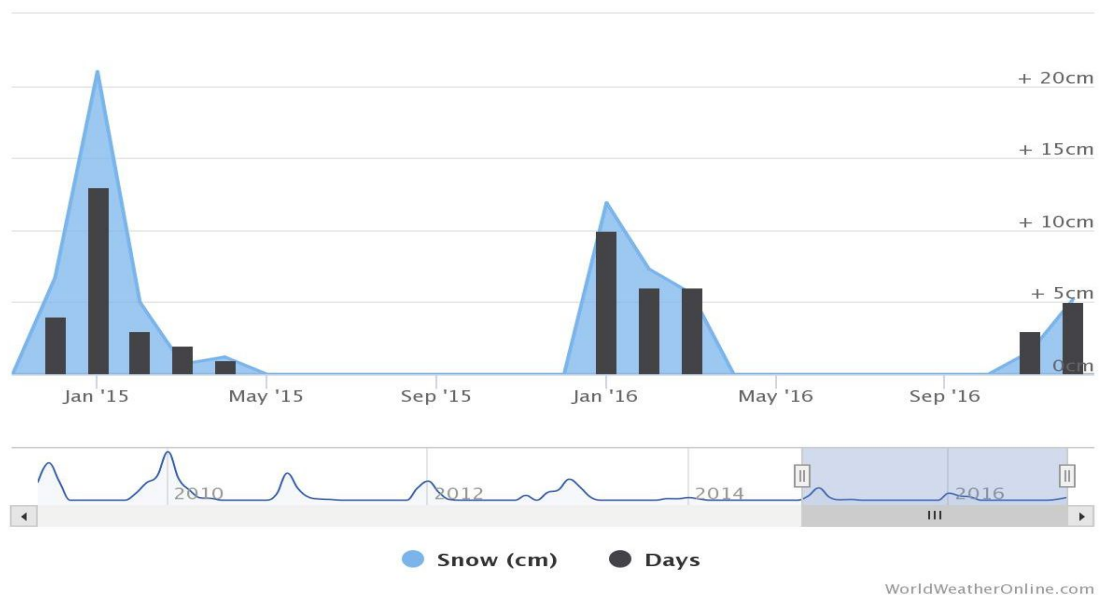
Díky své poloze na rozmezí Českomoravské vysočiny a nížiny na jižní Moravě má město Brno rozsáhlé a rozmanité přírodní zázemí a příjemné klimatické podmínky. Průměrné množství srážek v Brně a okolí je 505 mm. Toto množství srážek dopadá na brněnské území po dobu 150 dní v roce. Množství slunečního svitu je vyjádřeno v hodinách a tato hodnota je 1771 (chmi, 2008).



Obr. 1 Průměrné teploty a úhrn srážek Brno (Zdroj: [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com))

Na obrázku zobrazeném výše si můžeme všimnout průměrné denní maximální teploty dne v každém měsíci pro Brno (plná červená čára). A naopak "průměrné denní minimum" (plná modrá čára) zobrazuje průměrnou minimální teplotu. Horké dny a studené noci (přerušovaná červená a modrá čára) ukazují průměr nejteplejších dnů a nejchladnějších nocí v každém měsíci za posledních 30 let (Meteoblue, 2016).

Nesmíme však opomenout i sněhové srážky, jelikož na území České republiky v období zimních měsíců jsou poměrně značné, a to má vliv i na povrchovou úpravu. V obrázku níže vidíme množství sněhové pokrývky v období vystavení vzorků. Obrázek nezobrazuje leden a únor 2017, jelikož portál tyto informace prozatím neposkytuje.



Obr. 2 Množství sněhových srážek (cm) a sněhové dny (Zdroj: [www.worldweatheronline.com](http://www.worldweatheronline.com))

### 3.2 Klimatické podmínky na území Velké Británie

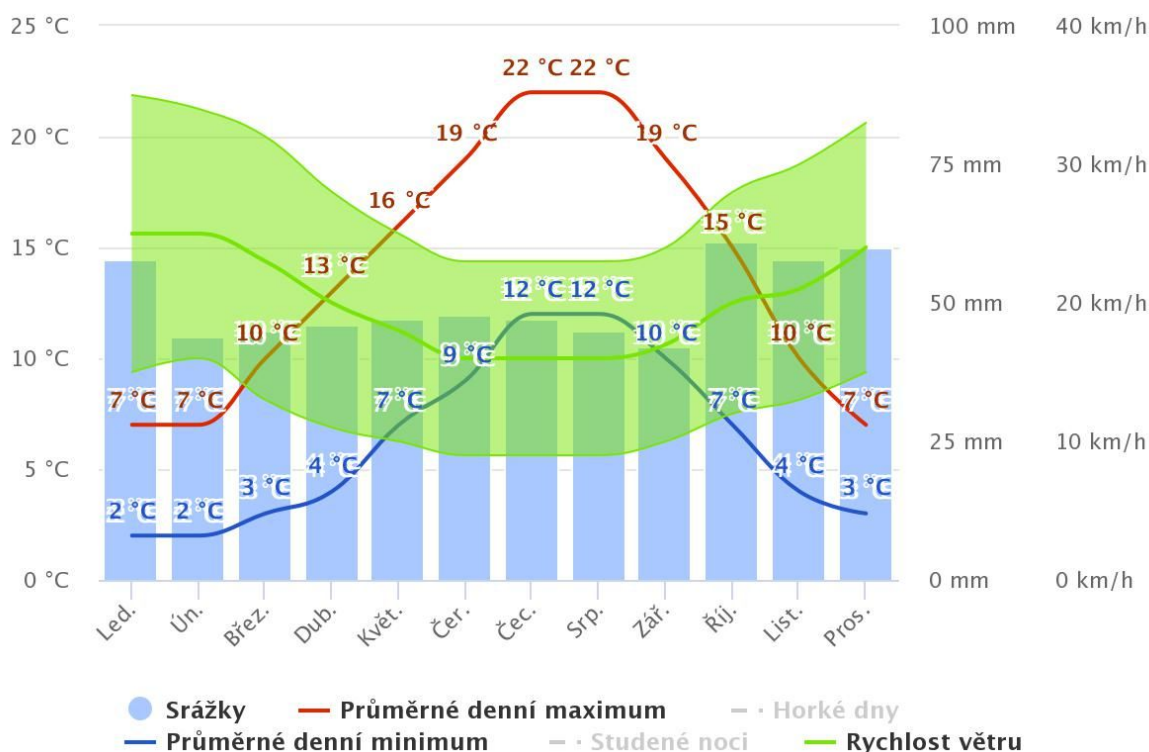
Spojené Království kvůli své poloze a tvaru je od severu na jih vystaveno napospas oceánu. Toto odkázání na oceánské vlivy utváří charakter místního klimatu. Atlantický oceán má velký vliv na počasí po celé délce pobřeží. Na toto klima nemá vliv jenom jeho přítomnost, která přináší mírnější zimu a dostatek vláh, ale zejména jeho proudění, a to převážně v severní části Atlantiku představované Golským proudem. Z Karibiku s sebou přináší teplou vodu, která ovšem s přibývajícím vzdáleností chladne. Právě u břehů Velké Británie je jeho voda v rámci Evropy nejteplejší a jeho vliv tudíž nejsilnější.

Golský proud má podstatný vliv na britské počasí, důsledkem je tedy zmírnění zimních teplot, které jsou na pásmo zeměpisné šířky Velké Británie mnohem vyšší než u porovnatelných oblastí v jiných koutech světa. Mírné letní teploty a časté dešťové srážky přicházející s větrem z oceánu. Nezákladnější vliv má oceán na západě země, kde prší 15 - 20 dní v měsíci a zároveň teploty téměř nikdy neklesnou pod bod mrazu. Na východě země jsou srážky také poměrně časté, ale je jich výrazně méně. Také zima bývá na východě tužší.

Léto ve Velké Británii bývá nejpříjemnějším ročním obdobím. Jednoznačně měsíce s nejmenším množstvím srážek jsou červenec a srpen. Letní teploty mohou vystoupat až na 23 °C. V zimě klesají k nule, ale mráz se zde objevuje jen zřídka (Weather, 2016).

### 3.2.1 Klimatické podmínky v místě vystavení vzorku Berkhamsted

Berkhamsted leží v mírném pásmu a zařazuje se mezi oblasti s teplým podnebím. Během roku zde spadne značné množství srážek. Platí to i pro ty nejsušší měsíce. Průměrná roční teplota je necelých 10 °C, průměrné srážky jsou 654 mm. Nejsušší měsíc je únor se 40 mm srážek. S průměrem 63 mm nejvíce srážek spadne v prosinci (Climate-data, 2014). Nejchladnějším měsícem je leden a naopak nejteplejším je letní měsíc srpen (Weather-and-climate 2015).



Obr. 3 Průměrné teploty a úhrn srážek Berkhamsted (Zdroj: [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com))

Plná červená čára znázorňuje průměrnou denní maximální teplotu průměrného dne v každém měsíci pro Berkhamsted. Za to plná modrá čára zobrazuje průměrnou minimální teplotu. Rychlost větru je zobrazena zeleným pruhem. Měsíční úhrny nad 150 mm většinou indikují převážně vlhký a pod 30 mm převážně suchý měsíc. Tedy když si povšimneme modrých sloupců, úhrn srážek je v této oblasti téměř v jedné linii a pohybují se v rozmezí od 45 mm do 55 mm, které jsou převážně v zimních měsících (Meteoblue, 2016). Podle (Fojutowski & kol., 2014), kteří zkoumali změnu dřeva vystaveného slané vodě, se změna bude týkat převážně mechanických funkcí a také se u takto testovaného dřeva objeví změna barvy. Naše vzorky byly umístěny nedaleko Londýna ve městě Berkhamsted (Velká Británie), tedy téměř ve vnitrozemí Anglie. Slaná voda obsažená v dešti bude zanedbatelná, ne-li žádná.



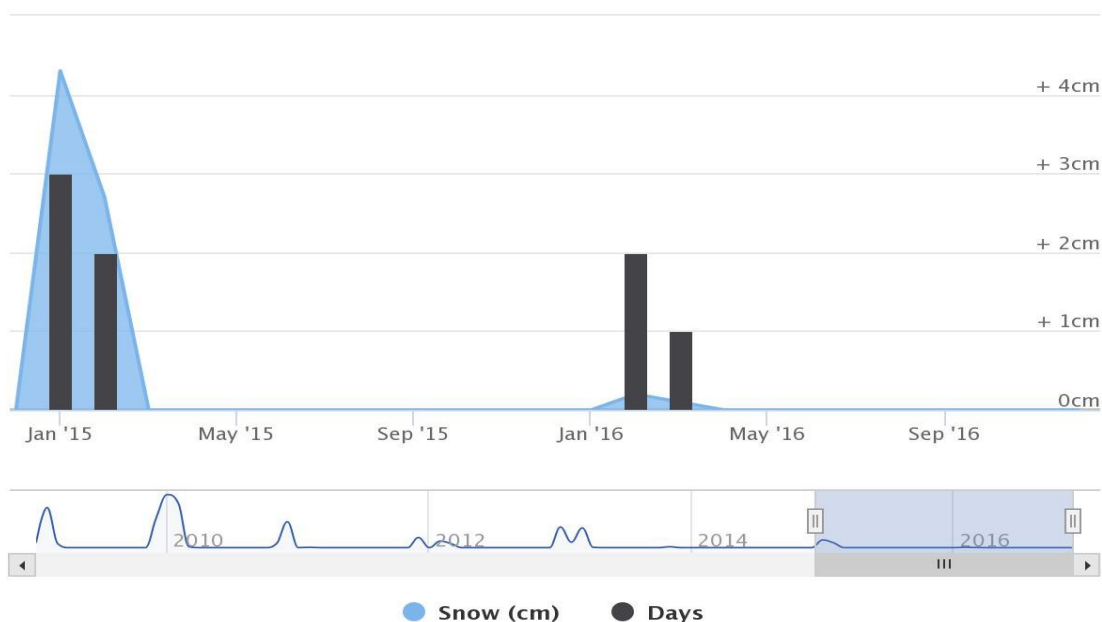


Obr. 4 Poloha města vůči Velké Británii (Zdroj: [www.berkhamsted.co.uk](http://www.berkhamsted.co.uk))



Obr. 5 Bližší specifikace Berkhamstedu (Zdroj: [Weather-Forecast.com](http://Weather-Forecast.com))

Podíváme-li se na obrázek níže, kde se zobrazuje množství sněhových srážek v Berkhamstedu (modré sloupce) z předchozích dvou let, můžeme vidět, že sníh v této oblasti nemá velký vliv na testované vzorky. Za poslední dva roky zde napadlo nejvíce sněhu v období ledna, a to v roce 2015. V roce 2016 byly sněhové srážky natolik zanedbatelné, že hodnoty nepřesáhly jeden cm. Tmavé sloupce nám zobrazují množství dnů postihnutých sněhovou pokrývkou. Když se podíváme na obrázek, vidíme, že množství dnů se sněhovou pokrývkou nepřesáhne tři dny, a to jen v lednu 2015. Zato zima 2016 byla mírná, dalo by se říct, že v podstatě žádná.



Obr. 6 Množství sněhových srážek (cm) a sněhové dny (Zdroj: [www.worldweatheronline.com](http://www.worldweatheronline.com))

## 4 POŽADAVKY NA PODKLAD

### 4.1 Výběr dřeviny

Česká republika má velké zastoupení lesního porostu, a to zejména jehličnatých lesů. Proto se setkáváme ve stavebnictví s větším a větším využitím jehličnatých dřevin. Jednotlivé materiály mají své přednosti, z kterých vybíráme konkrétní účel použití. Nesmíme však opomenout ani na ty nežádoucí, ty následně potlačujeme nebo s nimi musíme počítat a brát je v potaz. Dřevo, jakožto materiál “živý“, má taktéž své úskalí, například škůdci (poškození dřevokaznými houbami, dřevokazným hmyzem), změny objemových vlastností atd.

Nejpoužívanější dřevinou ve Velké Británii je cedr červený (Thuja Plicata). Je to měkká dřevina s čistým vzhledem a s přirozenou odolností, která má dobrou absorpci vlhkosti. Díky malé hustotě a tedy i malé hmotnosti se s tímto materiálem snadno manipuluje. Tato nejstabilnější dřevina na ostrovech může být tedy instalována bez povrchové úpravy. Látkami obsažených ve dřevě můžeme cítit typickou vůni. Dřevo má buněčnou strukturu s obsahem pór, které slouží k dobrým izolačním vlastnostem jak už z pohledu tepla, tak i z pohledu zvuku. Mezi nevýhody dřeviny patří díky malé hmotnosti možnost promáčknutí. Druhou častou dřevinou je skotský modřín, který je hustější a tedy i více odolnější nárazům. Je dostupný v různé jakosti, čím vyšší jakost, tím obsahuje méně suku a je dražší, a tedy vhodnější pro obrábění (Homebuilding, 2017).

### 4.2 Smrk ztepilý (PICEA ABIES)

#### 4.2.1 Makroskopická struktura

Smrkové dřevo je bez viditelného jádra v čerstvě pokáceném stavu s viditelnou zónou zralého dřeva. Barva smrku je bílá až žlutobílá, na světle postupem času žloutne. Hranice letokruhů jsou výrazné, úzké letní dřevo přechází pozvolně do širšího jarního. Mezi letokruhy je výrazná hranice, kde přechod mezi jarním a letním dřevem v rámci letokruhu je pozvolný. Výživové kanálky jsou málo zřetelné a roztroušené, pouhým okem pozorovatelné jen na radiálních a tangenciálních dobře opracovaných řezech, jako jemné, tmavší, lesklé trhliny. Čerstvé dřevo voní pryskyřicí. Textura je pruhovaná nebo fládrová.

#### 4.2.2 Mikroskopická struktura

Převládajícím elementem anatomické stavby jsou tracheidy – cévy, které jsou obsaženy až v 87 – 95 % celkového objemu dřeva. Plní vodivou a mechanickou funkci. Délka tracheid je 1,7 – 2,9 – 3,7 mm. Úlohou parenchymatických buněk dřevňových paprsků je rozvádět organické zásobní látky. Pryskyřice má pro strom ochrannou funkci při poranění, a také impregnační funkci a tím zvyšuje odolnost proti houbám.

#### 4.2.3 Dřevo smrku

Je lehké, měkké, pružné, dobře štípatelné, dobře se moří, ale naopak hůře se impregnuje. Zajímavostí smrku je odchylka zvaná lískovcové dřevo, která zvětšuje estetickou hodnotu smrku. Dřevo smrku zteplého je z hlediska trvanlivosti na vzduchu mezi středně trvanlivými dřevinami. Jestliže dřevo smrku vystavíme kontaktu se zemí, kde hrozí riziko poškození různými druhy hniloby, zařazujeme tento typ dřeviny mezi méně trvanlivá dřeva. Nechráněné a neimpregnované dřevo smrku vydrží 10 – 30 roků. Zvýšit celkovou životnost dřeva lze pouhou konstrukční ochranou, a to až na 50 – 75 let.

### 4.3 Modřín opadavý (LARIX DECIDUA)

#### 4.3.1 Makroskopická struktura

Dřevo modřínu má barevné rozličné jádro. Podlé velikosti zbarvení jádra se rozlišují dvě základní formy. Běl může být úzká, to znamená 1 – 3 cm a nažloutlá, jádro červenohnědé až sytě červené tmavnoucí na vzduchu. Není však výjimkou, že tyto jevy mohou být opačné, to znamená, že běl je širší a jádro světlejší. Letokruhy bývají zřetelně ohraničené tmavším letním dřevem. V jarním světlejším dřevě jsou roztroušené pryskyřičné kanálky, které jsou především viditelné na radiálním a tangenciálním řezu. Přejít z jarního dřeva k letnímu dřevu v rámci letokruhu je velice ostrý. Dřevňové paprsky jsou makroskopicky nezřetelné. Textura je nápadně fládrovaná a pruhovaná. Dřevo je významné pro svoji barevnost. S porovnáním se smrkem má tmavší matné zbarvení a také horší vlastnosti, těmi je myšleno horší opracovatelnost, kvůli tvrdosti jarního a letního dřeva.

#### 4.3.2 Mikroskopická struktura

Převládajícím elementem anatomické stavby modřínu opadavého jsou tracheidy, které jsou obsaženy ve dřevě až 89 – 93 % celkového objemu dřeva. Plní vodivou

a mechanickou funkci. V letním dřevě jsou tlustostěnné a jejich délka je 2,3 – 3,4 – 4,3 mm.

#### 4.3.3 Dřevo modřínu

Dřevo modřínu je lehké, pružné, vůči ostatním dřevinám dobře opracovatelné, štípatelné a trvanlivé i pod vodou. Dobře se suší, povrchově upravuje, běl se dobře impregnuje. Jádrové dřevo je se střední šířkou 1 – 3 cm běle nažloutlé barvy, jádro je červenohnědé až červenofialové, které na vzduchu tmavne. Mezi letokruhy je výrazný přechod. Dřevo modřínu z hlediska trvanlivosti můžeme zařadit do trvanlivých dřevin. Z pohledu trvanlivosti v kontaktu se zemí je zařazené do středně trvanlivých dřevin. Nechráněné a nenaimpregnované dřevo vydrží 20 – 80 let. Ale například to samé dřevo pod střechou má až dvojnásobnou životnost (ČSN EN 350-2).

#### 4.4 Vlivy působící na podklad

Mezi hlavní funkce povrchové úpravy je zvýšit odolnost vůči působení některých vnějších vlivů jako je například voda, kyseliny a zásady, soli, plyny, kovy, korozivní účinky dřeva čímž způsobují fotodegradace dřeva, termický rozklad dřeva, snížení mechanické adheze atmosférickou korozí dřeva. O některých z těchto účinků chemických látek se zmíníme níže.

##### 4.4.1 Fotodegradace dřeva

Sluneční svit dopadající na dřevěný podklad způsobuje degradaci dřeva. Při tomto procesu dochází ke změnám barvy, především tmavnutí dřeva. Změna vlastností nezpůsobuje závažné znehodnocení, jedná se pouze o estetické vady, které nemají vliv na mechanické ani fyzikální vlastnosti. Tloušťka povrchu degradovaného slunečním zářením je jen několik milimetrů a nepřesahuje hodnotu 1 cm. Fotodegradace probíhá pozvolna v rozmezí až desítek let, ale typická barva (patina) se objevuje na dřevu již po dokončení druhého roku.

Hlavní důvodem tohoto jevu je převážně degradace ligninu, který má největší vliv na fotodegradaci, menší vliv má hemicelulóza a nejstabilnější složkou je celulóza. V průběhu degradace dochází nejprve ke žloutnutí dřeva, a poté dřevěný podklad hnědne. Smrk a modřín jsou dřeva podléhající degradaci (William, 1988).

#### 4.4.2 Mechanická abraze dřeva

Mechanickou abrazí se rozumí narušování povrchu mechanickým odíráním částicemi různé velikosti (drobné prachové složky písku a jiných drobných částic). Dřevo podléhající abrazi nabývá na členitosti povrchu. To má na svědomí různá zastoupení jarního a letního dřeva, a také jednotlivé šířky obou druhů. Dřevo jarního letokruhu plní funkci vodivou, z tohoto důvodu není odolné vůči mechanickému působení právě již zmíněných pevných částic a bývá více degradováno než dřevo letní, které plní mechanickou funkci. Při mechanické abrazi dochází k rozložení jarního dřeva a dochází k jeho drolení, přičemž letní dřevo zůstává méně dotčené, tím pádem je povrch dřeva členitý.

U jehličnatých dřevin, kde je značný rozdíl mechanických vlastností jarního a letního dřeva, v letokruhu vzniká velký rozdíl v členitosti povrchu.

#### 4.4.3 Atmosférická koroze dřeva – zvětrávání

Změny povrchu dřeva jsou postupem času zapříčiněné slunečním zářením. Dlouhotrvajícím vystavením dochází díky degradaci chemických složek k zašednutí povrchu dřeva. To se týká převážně dřeva se světlou barvou. Míra degradace je úměrná délce vystavení a energii světla. Rychlost degradace závisí na hustotě a tudíž na relativní tloušťce buněčných stěn. Se stoupající hustotou úměrně klesá míra eroze. U jehličnanů může dlouhodobé vystavení na povětrnostních vlivech být značným důvodem pro vytvoření textury povrchu, a to díky menší hustotě materiálu než je tomu u listnatých dřevin. Propadliny a pukliny jsou dobrým základem pro počátek tvorby nepříznivých bakterií, které vedou k biologické degradaci dřeva (Evans, 1992). UV záření nemají jenom negativní účinky, ale také prospěšné. Povrchové vrstvy rozdrčených a poškozených vláken na opracovaném dřevě mohou být snadno odstraněny UV lasery, což má za následek lepší aplikaci povrchové úpravy.

#### 4.4.4 Vliv vlhkosti na podklad

Znehodnocení výrobku může nastat tehdy, když budeme zpracovávat nevysušené dřevo, ale také vysušené, které při větší vzdušné vlhkosti způsobuje bobtnání a voda dřevo může hydrolyzovat. Dřevo je hydrokopický materiál, který reaguje hlavně na relativní vlhkost vzduchu a teplotu. Pro exteriérové obložení se spíše používá dřevo, které se sušilo dlouhodobě přirozeným sušením. Působí-li určitá relativní vlhkost vzduchu a teplota delší dobu, vlhkost dřeva se ustálí. Tato doba závisí na tloušťce materiálu. Musíme taky počítat se změnami vlhkosti v jednotlivých

měsících, neboť se změnou vlhkosti se projevuje i jiná objemová hmotnost. Ideální vlhkostí pro dřevěné obklady je okolo 9 %, v letních obdobích však neklesne vlhkost pod 11 %, i když nejsou žádné srážky. Těchto výsledků lze dosáhnout u sušáren s nastavitelným režimem sušení (Dejmal, 1995).

#### 4.4.5 Voda působící na podklad

Voda působící v plynném stavu nemá příliš velký vliv na nátěrovou hmotu. Působí ovšem na podklad, tedy v našem případě na dřevo. Tuto vodu v plynném stavu můžeme pojmenovat jako vlhkost, ta se dostane do materiálu díky různým poškozením v struktuře nátěru či přes samotný nátěr pomocí difuzí vodních par. Přesun je velice důležitý jev. Kdyby difuze vodních par neprobíhala oboustranně a při znemožnění průchodu par směrem ven z materiálu, mohlo by dojít k tvorbě puchýřů a následnému protržení nátěrového filmu (Hovorka, 2004).

Vlhkost se do dřeva nejsnadněji dostane formou kapalnou, a to jak jsme již zmínili nebo také přes čelní plochy u dřevěného materiálu, který je dostatečně pórovitý (záleží na druhu dřeviny) pro vniknutí vlhkosti do dřeva. Vlhkost má schopnost proniknout mezi dřevěný podklad a film nátěrové hmoty, kde se naruší vazba a dochází k zániknutí adheze a následnému odlupování nátěru.

Narušení struktury povrchu dochází také při změně teplot a s nimi spojená změna skupenství vody (kapalného skupenství na pevné.) To však nemá takový význam, pokud je nátěrová hmota celistvá a povrch nátěrové hmoty není narušen. Kdyby k takovému stavu došlo, nastane výrazná deformace jak nátěrové hmoty, tak struktury povrchu (Hilič, 2008).

#### 4.5 Vady dřeva

Obklady na bázi dřeva v exteriéru se zpravidla opatřují lazurovací povrchovou úpravou. Je však nutné dbát na vědomí, že právě použitá nátěrová hmota vady a nechtěné nedostatky nezakryje, ba naopak podtrhne. Pokud chceme vady eliminovat či dokonce odstranit, musíme si objasnit jejich podstatu a výskyt.

##### 4.5.1 Sukovitost

Nejvládnější a také nejfrekventovanější vada, která vzniká jako pozůstatek větví v kmeni stromu. Drobné srostlé suky nepovažujeme u modřínu, borovice, smrku a vejmutovky dřevěného obkladu za vadu. Naopak někdo může shledat menší suky za estetický vjem. U listnatých masivních obkladů (dub, jasan, bříza, jilm) je kladen

důraz právě na odstranění všech suků. Mluvíme-li o sucích modřínu a smrku, které jsou vypadavé a nejsou nějakým způsobem znehodnocené (rozpadavé, nahnilé, rohovitě), vkládáme do původního stavu a podlepujeme. Tento způsob opravy je daleko esteticky vhodnější než použití dřevěné zátky.

#### 4.5.2 Trhliny

Jsou další vadou, kterou se snažíme eliminovat. Jestliže se trhliny objeví na čele řeziva (1 až 5 cm) odstraněním právě těchto konců předejdeme dalšímu rozšíření této vady. Pokud se vyskytnou trhliny uvnitř materiálu, vkládáme do trhliny lepidlo a stáhneme truhlářskými svorkami. Objevíme-li početné množství trhlin, raději takový materiál nezpracováváme a vyměníme jej.

#### 4.5.3 Pryskyřičné kanálky (smolníky)

Otvory, převážně u jehličnatých stromů, které jsou vyplněny pryskyřicí. Pokud povedeme řez přes pryskyřičný kanálek, pryskyřice bude postupem času vytékat a stane se tak i po nanesení nátěrové hmoty. Materiál obsahující mnoho či velké smolníky raději vyměníme.

#### 4.5.4 Nepřirozené zbarvení dřeva

Spojujeme s působením hub na dřevo. To však neznamená nutně zhoršení mechanických vlastností. Odstranění této vady docílíme tím, že vysušíme dřevo na vhodnou vlhkost, následně se postupování hniloby a také zbarvení zastaví. Můžeme říct, že každé nepřirozené zbarvení je nežádoucí. Dřevinou trpící na zbarvení do modrého odstínu je u nás především borovice.

#### 4.5.5 Běl

Vyskytuje se u některých druhů dřevin a je to obvodová část kmene. Šířka běle je odvíjena od stáří a druhu dřeviny. U modřínu je bělová část podstatně světlejší od jádrové, proto se doporučuje odstranění této části.

#### 4.5.6 Místa poškozená hmyzem

Měla by být odstraněna, pokud materiál použitý na obklad vysušíme přirozeně. Jestliže však je použito řezivo uměle vysušené, tento proces odstraní škodlivý hmyz i larvy důsledkem vysoké teploty (Coufal, 1984).

#### 4.6 Vlastnosti povrchu dřeva

Pokud chceme znát dostatečné množství informací týkající se povrchu dřeva, je podmínkou si osvojit vlastnosti, na nichž má povrch dřeviny velký vliv (chemické složení, optické vlastnosti, morfologii) a propojení mezi nimi (Kúdela, 2012).

Textura dřeva je odvíjena od makroskopické stavby dřeva, tedy od stavby a šířky letokruhů. Jelikož jsou letokruhy nesouměrné a pórovité, utváří tak z povrchu necelistvou strukturu. Atmosférické faktory mají nemalý podíl, na zhoršující se vlastnosti dřeva, které následně způsobují stárnutí dřeva.

V každé technologické operaci vznikají nedokonalé povrchy, které ovlivňují strukturu povrchu a tedy i následující funkčnost povrchu. Struktura povrchu je rozdělená na složky podle vzdáleností jednotlivých nerovností povrchu. (Draganovská, 2009)

#### 4.7 Drsnost povrchu

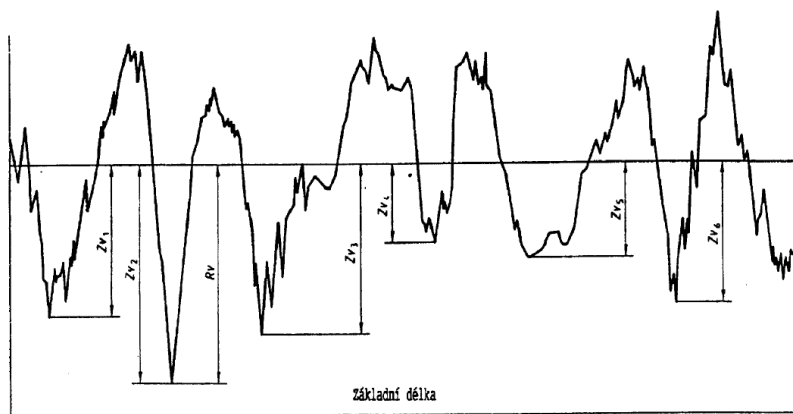
Kvalita povrchu je charakterizována velikostí nerovností, ale také fyzikálním a chemickým stavem povrchové vrstvy materiálu. Na základě změřených veličin dojde k vyhodnocení povrchu materiálu. Můžeme tedy říct, že na povrchu vznikají geometrické tvary a právě od těchto geometrických ploch je měřená odchylka od reálného tvaru. Zda se jedná o vlnitost nebo drsnost zjistíme na velikosti odchylky (Whitehouse, 1974).

Drsnost povrchu dřeva je charakterizována morfologií (nauka o tvaru povrchu) a způsobem opracování. Na tyto faktory mají velký vliv druh, způsob nanášení a životnost povrchové úpravy (Dornyak, 2003). Drsnost charakterizujeme jako stopu po vniknutí nástroje. Tato stopa může být definována pravidelnou nebo nepravidelnou nerovností povrchu. Drsnost je zařazena do skupiny odchylky třetího vyššího stupně. Vlnitost je označovaná jako sekundární odchylka povrchu a jedná se tedy o odchylky druhého stupně. Definuje se jako pravidelné a opakující se složky nerovnosti, u kterých je délka vlny větší jak délka měřeného úseku pro drsnost (Liptáková, 1995).





Největší hloubka prohlubně profilu,  $P_v$ ,  $R_v$ ,  $W_v$ : hloubka  $Z_v$  nejvyšší prohlubně profilu v rozsahu základní desky.



Obr. 9 Největší hloubka prohlubně profilu (Zdroj: ČSN EN ISO 4287)

Největší výška výstupku profilu  $R_p$  – největší výška výstupků profilu v rozsahu základní délky. Největší hloubka prohlubně profilu  $R_v$  – nejnižší prohlubeň profilu v rozsahu základní délky. Součet největší výšky profilu a největší prohlubeň profilu v rozsahu základní délky udává právě největší výšku profilu  $R_z$ . Poté se stanoví průměrná hodnota největších výšek profilu v celé délce měřeného povrchu (Thomas, 1999).

Drsnost je měřená napříč a ve směru vláken. Drsnost rovnoběžně s vlákny je podstatně nižší než kolmo na vlákna. Povrch dřeva ovlivňuje i mnoho dalších činitelů- vlhkost, teplota, a také i způsob opracování ovlivněné kvalitou nástroje (Liptáková, 1995).

#### 4.8 Barva dřeva

Barva dřeva je jednou z optických vlastností, která charakterizuje jeho vzhled, tím pádem je i jednou z nejdůležitějších estetických vlastností. Barevnost dřevní suroviny určují jeho chemické složky- celulóza, hemicelulóza a lignin. Více závisí od jejich výraznosti, jako od jejich celkové hmotnosti nebo objemové hmotnosti. Celulóza má velký podíl ve dřevě, ale její nevýrazná bílá barva lze snadno překryt barvou extrakčních látek (Požgaj & kol., 1997). UV složka slunečního světla rozkládá povrchové vrstvy ligninu, dešťová voda tyto vrstvy postupně vymývá a mikroorganismy způsobují zešednutí vrstvy (Bjor & Sandanus, 2012). K dalším příčinám barevné odlišnosti patří růstové podmínky, vlhkost dřeva, biotičti

a abiotičtí činitelé a také technologické procesy. Intenzita zbarvení se s odstupem času zvětšuje. Tuto skutečnost pozorujeme převážně na jádrových dřevinách. Výraznější barvu mají i dřeviny, které při růstu měly optimální podmínky (Dubovský & kol., 2003).

Známe tři základní ukazatele, které nám určují charakteristiku barvy dřeva – tón, čistota, světlost. Tón barvy se určuje vlnovou délkou světelného spektra. Čistota barvy vyjadřuje stupeň zředění spektrální barvy bílou a pohybuje se v rozmezí 0 – 100 %. Světlost barvy se vyjadřuje koeficientem odrazu, bílá barva odráží maximum světelných paprsků a naopak černá barva paprsek pohlcuje.

Tab. 1 Barevné spektrum viditelného elektromagnetického záření (Zdroj: [www.fyzika.net](http://www.fyzika.net))

Vlnová délka $\lambda$ (nm)	Interpretovaná barva
400 – 450	Fialová
450 – 480	Modrá
480 – 520	Modrozelená
520 – 550	Zelená
550 – 570	Žlutozelená
570 – 590	Žlutá
590 – 630	Oranžová
630 – 700	Červená

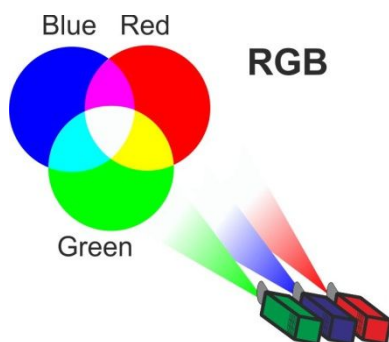
Světelné paprsky některých vlnových délek mají schopnost se u dřeva pohlcovat a jiných odrážet, přičemž odražené paprsky mají jiné spektrální složení než dopadající. Pohlcováno je spektrum kolem 400 nm, což odpovídá fialové, případně modré barvě. Odráženy jsou světelné paprsky o vyšší vlnové délce; odražené světelné spektrum se pro různé barvy a odstíny dřeva pohybuje v rozmezí 575–585 nm, což představuje žlutou část spektra a teplé barevné tóny. Současně s tím se mění i čistota barev v rozmezí od 30 do 60 % a světlost ještě ve větším rozsahu (20–70 %) (Horáček, 2008). *Kolorimetrický prostor* - velice častý způsob měření barvy se provádí za pomoci objektivního měření. Těmto objektivním zjištění barev se věnuje kolorimetrie.

Na základě CIE jsou definované dokonale čisté základní barvy, jejich výskyt není mezi běžnými reálnými barvami. Právě z těchto dokonalých barev se následně utvářejí barvy reálné (Hunt, 1991).

Pro skutečný popis barevnosti se používají tři nezávislé údaje v prostorech trichromatických (RGB, XYZ, CIELAB).

#### 4.8.1 Systém RGB

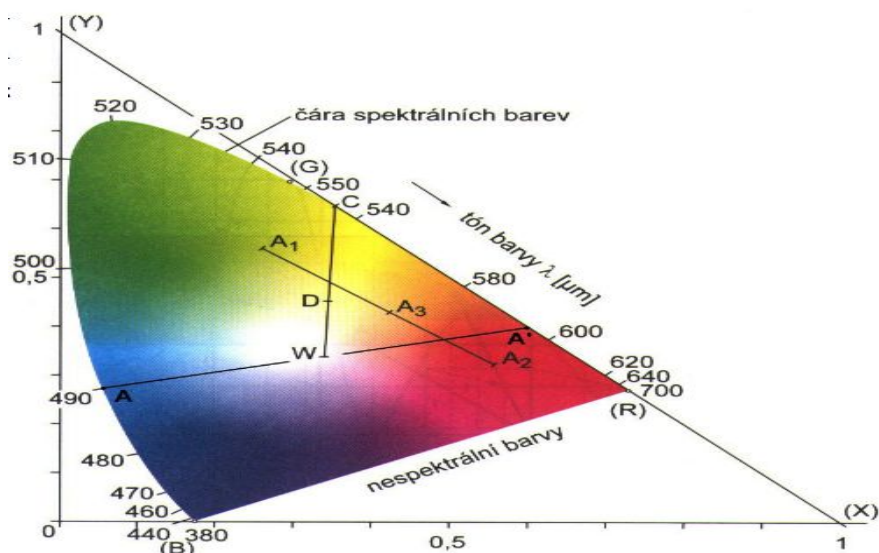
Lidské oko má schopnost rozeznávat barvy pomocí třech typů buněk – čípků, tyto buňky jsou citlivé na světlo. Systém RGB je založen na třech barvách (Red, Green, Blue), které jsou vysílány do lidského oka. Jednotlivé barvy jsou schopny aktivovat jeden typ čípku a mozek dostává barevný vjem, který skutečně existuje. Dalo by se říct, že tento vjem je vlastně optický klam (Piskač, 2011).



Obr. 10 RGB systém (Zdroj: [www.caparoldata.cz](http://www.caparoldata.cz))

#### 4.8.2 Systém XYZ

Vychází z předcházejícího systému RGB, která pochází ze série experimentů. Tyto dva barevné prostory lze navzájem převádět. Jak jsme již zmínili, lidské oko má tři typy čípků ( $\rho$ ,  $\gamma$ ,  $\beta$ ) pro denní vnímání barevného spektra, znázornění všech viditelných barev je trojrozměrným problémem. Prostor XYZ byl záměrně navržen tak, že parametr Y v tomto prostoru separuje jas a vlastní barva je pak určena dvěma odvozenými parametry x a y. Tyto odvozené parametry lze spočítat ze všech třech trichromatických složek X, Y a Z. Barevný prostor udaný parametry x a y se nazývá CIE xyY a jeho řez se označuje jako chromatický diagram CIE xy (bez parametru jasu) (Poynton, 1997).

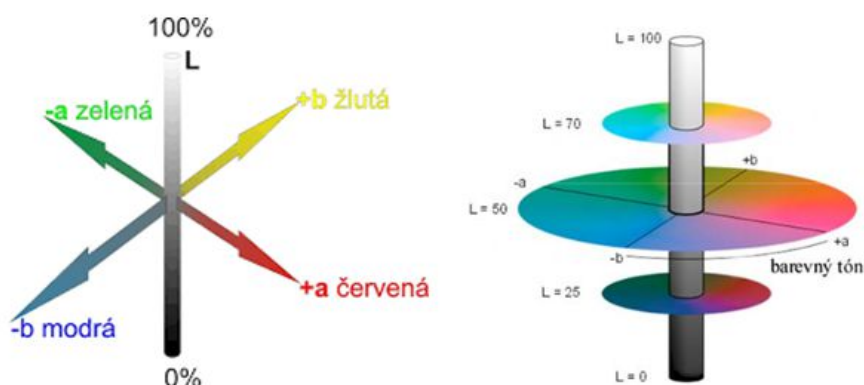


Obr. 11 XYZ Systém (Zdroj: www.elearn.vsb.cz)

Základní barvy jsou umístěny na vrcholech výše zobrazeného trojúhelníku. Smícháním dvou barev získáme barvu, která leží uprostřed dvou barev. Všechny barvy získané ze dvou základních barev jsou body na obvodě trojúhelníku. Barvy ležící uprostřed trojúhelníka jsou kombinací tří primárních barev a obsahují achromatickou složku (Kubovský & Urgela, 2004).

#### 4.8.3 Barevný prostor CIELAB

Pravoúhlé osy tohoto prostoru tvoří měrná světlost  $L^*$ , která nabývá hodnot z intervalu 0 (černá) až 100 (bílá) a dvě chromatické osy  $a^*$  a  $b^*$ . Osa  $a^*$  probíhá od zelené barvy červené, osa  $b^*$  od modré ke žluté.



Obr. 12 Barevný prostor CIELAB (Zdroj: www.kvd.zcu.cz)

Měrná čistota barvy určuje vzdálenost od středu chromatické roviny  $a^*b^*$ , odstínu dává úhel ve stupních v rovině  $a^*b^*$ , počátek je na kladné poloose  $a^*$  (červená)

0°), další poloosy odpovídají následujícím barvám: b\*(žlutá 90°), – a\*(zelená 180°), –b\* (modrá 270°) (Zmeškal & kol., 2002).

#### 4.9 Lesk

Povrch dřeviny umožňuje světlo pohlcovat a také je schopno paprsky světla odrážet, přičemž je zde pozorována změna mezi odráženými paprsky a paprsky dopadajícími. Lesk lze definovat podle normy ISO 2813 jako vizuální dojem vyplývající z vlastností odrazu dopadajícího světla na povrch materiálu, tedy i dřeva (Bulian, 2009). Za schopností odrážet světlo stojí převážně široké dřevové paprsky, které se na v radiálních řezech jeví jako lesklé plochy odlišných tvarů a velikostí. Těm se běžně říká zrcátka (Šlezingerová, 2002).

Dle normy ČSN EN 921-1 nemá lesk přímo na životnost nátěrové hmoty až takovou váhu. Obecně platí, že lesklé plochy jsou snadněji čistitelné, což je odůvodněno menším poměrem zachycených nečistot na takto upraveném povrchu, než je tomu například u plochy s matnou povrchovou úpravou. Dále se zde uvádí fakt, že lesk dřevěného podkladu se s délkou expozice čili stárnutím, klesá.

Stupeň lesku může být ovlivněn hned několika činiteli. Například výběrem dřeviny, které mají v radiálních řezech schopnost odrážet dřevové paprsky (javor, břiza, některé druhy ovocných stromů). Výběr povrchové úpravy také ovlivňuje konečný stupeň lesku. Dalším činitelem může být způsob opracování a sním spojený stupeň lesku, (např. broušení a s tím spojená zrnitost).

## 5 POŽADAVKY NA POVRCHOVOU ÚPRAVU

### 5.1 Povrchová úprava

Povrchová úprava je finální technologický postup, který provádíme na konkrétním výrobku před jeho užitím. Povrchová úprava neslouží jen jako estetický vjem, kterého si na výrobku všimneme jako první, ale má i funkci ochranou. Chrání výrobek před mechanickým, chemickým, atmosférickým znečištěním v prostředí, kde se výrobek nachází.

Význam nátěrových látek jako velmi důležitých pomocných nátěrů pro povrchovou úpravu výrobků ze dřeva lze v zásadě charakterizovat tímto způsobem:

- jsou nepostradatelné při povrchové úpravě výrobků dřevostaveb, stavebně truhlářského průmyslu, hudebních nástrojů, sportovní výroby, aglomerovaných a vrstvených materiálů;
- slouží také na barevné řešení a dotváření designu dřevostaveb;
- zabezpečuje ochranné vrstvy – povlaky výrobků, které je chrání před poškozeními mechanickými, povětrnostními, chemickými, vlhkostními;
- zvyšuje užitkovou hodnotu a vlastnosti výrobku;
- poskytují výrobkům potřebnou estetickou úroveň podle potřeb architektů a obchodních partnerů (domácí trh, požadavky exportu);
- zabezpečují využívání nových systémů vytvrzování nátěrů a tím umožňují zavádění racionálnějších a efektivnějších technologických postupů.

### 5.2 Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty jsou vyrobené ve třech formách, a to kapalné, pastovité, nebo práškové, které aplikací na podklad vytvoří film (povlak). Ten má hned několik funkcí - ochrannou, dekorativní nebo speciální (Zemiar & kol., 2009).

*Nátěrové hmoty podle průhlednosti:*

- *transparentní* – tvoří průhledný až průsvitný film (fermeže, laky, atd.);
- *pigmentové* – tvoří neprůhledný film (emaily, barvy, tmely, atd.);
- *lazurovací* – tvoří částečně průhledný film zbarvený pigmentem (tenkovrstvé, silnovrstvé, hybridní).

*Lazury* se stále víc používají v různých typech. Je pod nimi viditelná struktura dřeva a zvýrazňují jeho kresbu – suky a letorosty. Navíc chrání dřevo před vlhkostí a UV zářením. Některé lazury mají navíc i fungicidní účinek.

*Tenkovrstvá lazura* – je složena z nízkoviskózního roztoku pojidla s pevně svázanými pigmenty. Jelikož tenkovrstvá lazura je složena z menšího množství pojiva (<20 %), znamená to dostatečnou výměnu vodních par. Proniká hlouběji do dřeva a nezanechává na povrchu film. Zvýrazňuje strukturu dřeva, a také letokruhy. Používají se k zušlechtnění dřeva a k ochraně proti povětrnosti tam, kde nevyžadujeme rozměrovou stálost (lazura pracuje dobře s objemovými změnami dřeva).

*Silnovrstvá lazura* – je složena z polymeru vytvářející na povrchu dřeva film, který je neprůstupný pro vodní páry. Obsahují více než 20 % pojiva. Povrch opatřený silnovrstvou lazurou chrání dřevo proti sesychání a snižuje bobtnání. Tyto lazury jsou využívány jako ochrana proti vlivům klimatických podmínek, a to i požadujeme-li rozměrovou stálost prvků. Díky těmto vlastnostem jsou vhodnou volbou např. na okna a dveře. Při renovaci dřeva je důležité, aby se materiál renovoval stejným druhem lazury (ŽÁK, 1998).

*Hybridní lazura* - je unikátní prémiová lazura nejvyšší třídy s inovativní technologií hybridního pojiva, která bylo ve Švédsku společností AkzoNobel patentovaná (EP 0874875). Hybridní molekuly vytvářejí vysoce pružnou membránu, která umožňuje povrchu neomezeně dýchat a zároveň jej trvale chrání proti nepřízní počasí a UV zářením. Hloubková penetrace znásobuje účinek aktivní ochrany dřeva. Lazura obsahuje 50 % rostlinných olejů z obnovitelných zdrojů. Mezi další výhody tohoto produktu patří jednoduchá aplikace, vysoká přilnavost další vrstvy, dobrá mechanická odolnost a téměř žádný zápach. Doporučuje se zejména pro dřevěné domky a chaty, okna, dveře, dřevěné obložení, ploty, pergoly a jiné dřevěné povrchy v exteriéru i interiéru (Duluxmalir, 2016).

Používáme-li dřevo jako obklad dekorativní, neměli bychom jej nechat bez úpravy povrchu. Dřevo jako takové je velice porézní materiál a je tedy citlivé na znečištění, proto povrch ošetříme lakovou vrstvou podtrhující barvu a texturu. Tato vrstva dřevo ale především chrání. U dřeva použitého v exteriéru si musíme dát pozor na správné nanášení vrstvy laku, jelikož vady vznikající nesprávnou povrchovou úpravou se hůře odstraňují a v některých případech nejsou ani odstranitelné.



### 5.3 Vlivy působící na nátěrové hmoty

#### 5.3.1 Klimatické vlivy

Jedním nejvýznamnějších vlivů působících na povrch je sluneční záření s UV složkou, která má za následek zvětrání a následné šednutí dřeva, teplota a s ní spojené výkyvy, dále pak vlhkost, jak už ve formě srážek (dešťové, sněhové), tak ve formě plynů. Všechny tyto faktory mají vliv na podklad (viz kap. 4 Požadavky na podklad) a následně i na povrchovou úpravu.

#### 5.3.2 Vliv působení UV zářením

Před složkami UV záření chrání dřevěný podklad nátěrová hmota. Složka, která chrání podklad je obsažena v nátěrové hmotě, nejčastěji je touto složkou pigment spolu s UV absorbéry. Pokud tyto složky nejsou obsaženy v nátěrové hmotě, UV záření pronikne až na povrch a způsobí tak barevné změny.

#### 5.3.3 Chemické vlivy

Působení chemických látek může způsobit barevné změny na poškozených místech atd. Často se nátěrové hmoty spolu s dřevěným podkladem dostávají do styku s omítkami. Dalším vlivem ovlivňující požadavky na nátěr může být i působení kyselých dešťů a doprovodních látek, pryskyřic, tříslovin a olejů obsažených u některých druhů našich, ale i zahraničních dřevin.

#### 5.3.4 Mechanické vlivy

Do kategorie mechanického poškození můžeme zařadit již zmiňované vlivy klimatické (kroupy, sníh), ale také rozměrové změny ovlivněné vlhkostí a s tím spojené bobtnání a sesychání. Můžeme také vzpomenout působení biotickými škůdci a s tím spojené změny struktury nátěrových hmot.

#### 5.3.5 Vliv světových stran

Na změně vlastností nátěrových hmot se podepíše i směr expozice a jeho orientace ke světovým stranám. Jelikož výsledné změny jsou různé pro každou stranu. Nejpodstatnější změna působením povětrnostních podmínek a UV zářením nastane na západní a jižní straně. Naopak na straně severní je nejvyšší riziko pro působení plísní, dřevokazných hub či mechů (Dusil, 2009).

## 5.4 Příprava povrchu před lakováním

Jakost materiálu ošetřeného povrchovou úpravou závisí na způsobu opracování dřeva před samotným nalakováním. Opracování povrchu taky provádíme na základě toho, zda se jedná o dřevo použité do interiéru nebo exteriéru. Dřevo, které bude po opracování používáno v interiéru, může být především hoblované nebo broušené, vyhýbáme se rámovým, kotoučovým nebo pasovým pilám, neboť takový povrch je obtížnější lakovat.

### 5.4.1 Řezaný povrch

Zvýrazňuje dřevo jakožto přírodní materiál. Primárně takto opracované dřevo nepoužíváme, avšak mohou se najít příznivci. Tyto povrchy se především natírají lazurovacími laky, a to třemi vrstvami pro exteriérové použití (ploty, přístřešky, štíty rod. domů). Lazurovací laky mění jenom odstín dřeva, nýbrž textura zůstane zachovaná, například modřínové, borové a smrkové desky lze snadno tónovat podle barevného vzorkovníku už konkrétní lazury. Před samotným nanášením povrchové úpravy je zapotřebí materiál přebrousit odpovídajícím typem brusného papíru, aby se strhly výstupky třísek a vláken, které by se časem mohly odlomit a docházelo by k pronikání vlhkosti těmito místy.

### 5.4.2 Frézovaný povrch

Frézovaný povrch je vhodný především pro použití v exteriéru. Obráběním tímto způsobem dochází od rotujících nožů k drobnému vlnění povrchu. Proto se ve většině případů podklad ještě brousí. Rovněž je problém v okolí suků, kde vznikají tzv. záděry, ty se snažíme odstraňovat broušením. Frézovaný povrch je vhodnější než řezaný, jelikož v exteriéru dochází u hladkého povrchu k menšímu vstřebávání vlhkosti, a tím i rozměrovým změnám.

### 5.4.3 Broušený povrch

Při ideálním použití brusného papíru lze dosáhnout správně připraveného povrchu pro povrchovou úpravu. Pokud odstraníme drobné vlky, vzniklé jak jsme již vzpomínali při frézování, a také výstupky třísek a vláken, dosáhneme správného obroušení. Na hladko obroušený povrch je ideální pro transparentní povrchovou úpravu, ale také je vhodný pro použití emailů. Postup obroušení materiálu je následovný: nejprve zvolíme papír o zrnitosti č. 60. Brousíme ve směru kolmém na vlákna, po této operaci přebrousíme stejnou plochu podél vláken stejným druhem brusného papíru.

V posledním kroku zvolíme papír o zrnitosti č. 100 a brousíme po směru vláken. Těmito kroky docílíme dostatečně hladký a čistý povrch pro úpravu povrchu nátěrovou hmotou. S takto upravenými obklady musíme pracovat obzvlášť opatrně, protože po nanášení povrchové úpravy se chyby a vady nejen neodstraní, ale i zvýrazní. Obzvlášť laky s vysokým leskem jsou velice citlivé na nečistoty či nerovnosti v materiálu.

#### 5.4.4 Úprava hran vnějších obkladů

Při lakování dbáme na úpravu hran daného materiálu. U lakování vnějších hran je důležité strhnout brusným papírem všechny hrany a zaoblit je na poloměr 2 – 4 mm. Nanášením nátěrové hmoty na podklad vzniká na povrchu určitá tloušťka nánosu, avšak na hranách povrchová úprava v tekutém stavu není schopná vytvořit stejnou tloušťku v pravoúhlém místě, jako je tomu u plochy. U hran je lakovaná vrstva tenčí a dochází zde častěji k narušení struktury povrchové úpravy, takové dřevo musíme ošetřit, jelikož trhliny v nátěrové hmotě jsou ideálním místem pro vnikání vody do materiálu. Problém však je, že povrch neumožní odpaření vody, jelikož plocha k odpaření není podstatně žádná, jen v místech trhliny. Vnitřní vlhkost způsobí zčernání dřeva a následné odlupování laků. Oprava materiálu je následně obtížná, poněvadž přebroušením a opětovným natřením vodu z materiálu neodstraníme a u vlhkého materiálu nedosáhneme dostatečného spojení laku a dřeva. Tím dochází k pokračování cyklu zčernáním dřeva a odlupováním nátěrové hmoty.

#### 5.5 Nanášení nátěrových hmot

Důležitou součástí každého povlaku je omezení pohlcování vody a tím následně rozměrových změn. Jednotlivé typy využití potřebují rozdílné požadavky. U většiny obkladů požadujeme rozměrovou stálost, a proto je žádoucí ochrana proti absorpci vody z přímého působení deště. Podle tab. 2 (strana 36) vidíme jednotlivé druhy užití - nestabilní, polostabilní a stabilní, která by měla určovat výběr povlaku pro povrch.

Tab. 2 Kvalifikace podle účelu použití (Zdroj: ČSN EN 927-1)

Kategorie užití	Povolené rozměrové změny dřeva	Typické př. kategorií aplikace
Nestabilní	Rozměrové změny bez omezení	Překrývající obložení, ploty, zahradní kůlny
Polostabilní	Malé rozměrové změny povoleny	Obklady na drážku nebo péro, dřevěné domy nebo horské boudy, zahradní nábytek
Stabilní	Minimální změny	Truhlářský nábytek včetně oken a dveří

### 5.5.1 Rozložení obkladových dílců

Při povrchové úpravě. Opatření povrchu nátěrovou hmotou provádíme vždy před samotnou montáží. K dokonalému dosažení musíme splnit několik požadavků, k nim patří bezesporu i lakování v horizontální poloze. Výhod je hned několik, například dokonalá kontrola rovnoměrnosti nátěru (odraz světla od plochy nátěru), pracuje se pohodlněji, nanesení tloušťky nátěru může být větší (nedojde k stékání).

### 5.5.2 Množství nánosu nátěrové hmoty

Měla by být dostatečná v každém místě nanesení, avšak u některých laků dochází ke svrašťení, jiné laky lehce praskají a porušují svůj lesk a další po šikmých plochách stékají. Jen některé druhy laku nám umožňují nanesení v dostatečné tloušťce. Dle normy ISO 2808 lze rozdělit tloušťku vrstvy do následující tabulky:

Tab. 3 Tabulka tloušťky povlaku (ČSN EN 927-1)

Minimální	Průměrná tloušťka je menší než 5 $\mu\text{m}$
Malá	Průměrná tloušťka od 5 $\mu\text{m}$ do 20 $\mu\text{m}$
Střední	Průměrná tloušťka větší než 20 $\mu\text{m}$ až do 60 $\mu\text{m}$
Velká	Průměrná tloušťka větší než 60 $\mu\text{m}$

Obecně doporučené tloušťky jedné vrstvy nátěru se liší podle druhu nátěrové hmoty a jsou uvedeny v příslušném katalogovém listu konkrétní nátěrové hmoty. V technických listech by měla být uvedena i tloušťka nátěrového systému, respektive

jednotlivých nátěrů. Touto problematikou, se zabývá norma ČSN EN 927, konkrétně její třetí část.

### 5.5.3 Počet vrstev nátěrových hmot

Využijeme-li nátěrovou hmotu s vysokým obsahem sušiny, tak by měl povrch obsahovat minimálně dvě nanesené vrstvy. Počet vrstev nátěrových hmot záleží na druhu konkrétní nátěrové hmoty nebo na tom, kde bude výsledný produkt vystaven. Pro povrchové úpravy do exteriéru se doporučuje nános o třech vrstvách. Jelikož většina nanášeného prvního nánosů vniká do pórů dřeva, vzniká tak základ pro dostatečné přilnutí ostatních vrstev. Určité druhy exteriérových nátěrových hmot vyžadují, aby před prvním nánosem proběhl nános napouštěcích látek. Norma ČSN EN 927 nám udává počet nanesených vrstev a to dvěma nánosy.

### 5.5.4 Broušení nátěrového filmu

Před natíráním samotného filmu by povrch měl být dokonale čistý, odmaštěný a v neposlední řadě vybroušený. Povrch brousíme nejprve nahrubo brusným papírem zrnitosti č. 80. Následně brousíme podél vláken brusným papírem zrnitosti č. 120. Zrnitost volíme dle počáteční kvality povrchu. U tohoto procesu dochází k odstranění třísek a případných nerovností.

Po vybroušení podkladu můžeme podklad opatřit nánosem nátěrové hmoty. První nános filmu se označuje jako základní brusný lak. Vrstva, která slouží jako prvotní základ pro ostatní vrstvy. Má za úkol vyplnění pórů. Důležité je nechat povrchovou úpravu dostatečně dlouho penetrovat do povrchu dřeva, aby se spojila povrchová úprava s podkladem.

Přebroušení provádíme mezi první a druhou vrstvou nánosů. Jelikož nanášením první vrstvy se nám na lakovaném povrchu objeví drobné třísky nebo vlákna. Ty strhneme brusným papírem s jemnou zrnitostí (č. 180 – 240).

Před nanášením druhého nánosů nátěrové látky musíme po broušení dokonale odstranit brusný prach. Poté můžeme provést druhý nános, ten nám zakryje drobné nedostatky a následující vrstva bude celistvá.

## 5.6 Způsoby nanášení povrchové úpravy

### 5.6.1 Nanášení povrchové úpravy natíráním štětcem

Je jedním z nejčastějších způsobů povrchové úpravy. Postup vyžaduje dostatek času, ale nespornou výhodou je jednoduchost nánosů. Větší plochy se natírají plochými,

4 až 10 cm štětci. Jelikož jednotlivé tahy štětcem nám nezaručí rovnoměrný nános, musíme pohyb štětce střídat, a to tak, že nejprve natíráme ve směru svislém, následně vodorovném a nakonec opět svislém, tím zabráníme stékání povrchu. Další užitečnou pomůckou může být i systém nánosu, a to takový, že natíranou plochu nevolíme najednou, avšak po menších kvartálech.

#### 5.6.2 Nanášení laku válečkem

Nedoporučuje pro natírání vnějších svislých ploch, protože váleček se svojí konstrukcí nedostane do všech míst nánosu a hrozí zde opět pronikání vody do materiálu.

#### 5.6.3 Nanášení laku pomocí stříkací pistole

Nanášení laků stříkacími pistolemi rozdělujeme na pneumatické, nízkotlaké a vysokotlaké.

Pneumatické stříkání je častý a používaný postup. Je k tomu zapotřebí stlačený vzduch bez obsahu vody, protože kapky vody v laku mohou na povrchu způsobit bublinky, krátery nebo díry. Stlačený vzduch se vede hadicemi do stříkací pistole. Tlak se volí podle stříkaného materiálu mezi 1,5 baru a 7 bary (0,15–0,7 MPa). Viskózní NH vyžadují vyšší tlaky než méně viskózní nátěrové hmoty. Teplota nátěrových hmot je dle technických listů.

Nízkotlaké stříkání (HVLP) pistole pracují s tlakem pouze 0,1-0,25 barů. Mohou se napojit na výkonný vysavač, který musí být ovšem dokonale vyčištěný, jinak se do systému pistole, a také do lakového nánosu dostává nežádoucí prach. Vzduch obklopuje „paprsek“ barvy vystřikující z trysky ven. Tento princip a možnost regulovat množství dodávané barvy umožňuje velmi přesnou a jemnou práci i v detailech. Nízkotlaké stříkací pistole jsou vhodné pro nástřik vodou ředitelných nebo rozpouštědlových nátěrových hmot, barev a impregnací.

Vysokotlaké stříkací pistole, které stříkají při tlaku 120-180 barů, mají výkonné pístové čerpadlo. Hlavní částí tohoto zařízení je čerpadlo, které přečerpává nátěrovou hmotu pod vysokým tlakem ze zásobníku, a ta je pomocí vysokotlakých hadic tlačena do stříkací pistole. Čerpadlo je většinou poháněno pneumaticky. Průměr stříkacích trysek je 0,3–0,5 mm. Na povrchové vrstvě se netvoří bublinky a vzniká velmi přesný nános, protože se stříká bez vzduchu. Kromě toho je menší spotřeba laku než u pneumatického stříkání. Touto metodou se lakují hlavně velké plochy. (Hulínský, 2009).

## 6 METODIKA

Postup přípravy vzorků:

Vzory použité ve zkoušce byly zhotoveny dle těchto požadavků normy ČSN EN 927 – 3. Vzorky jsou připravené ze dřeva masivu modřínu a smrku. Tento materiál byl vykrácen na kotoučové pile na délku 300 mm, kde šířka 210 mm a tloušťka 24 mm byla určena typem prken. Následně se výřezy z obou stran hoblovaly na horizontální hoblovice s protahem. Boční strany prken byly frézovány na vertikální vřetenové frézce. Tímto opracováním jsme zajistili materiálu srovnání a hladkost povrchu, který je nezbytný pro naši zkoušku. Před samotným nánosem byl povrch obou materiálů vybroušen pásovou brusku s brusným papírem o zrnitosti č. 80. Těmito pracovními postupy jsme dosáhli konečných rozměrů 300 mm x 200 mm x 18 mm.

Počet vzorku pro obě dřeviny byl zvolen 32, tedy čtyři vzorky smrku a stejný počet vzorků modřínu na každou světovou stranu. Tento počet byl uložen jak v areálu školy, tak ve Velké Británii.

Nátěrovou hmotu jsme volili od firmy Colorlak Lusonol S1023, která je vhodná na úpravu dřeva pro venkovní prostředí. Povrch vzorků byl očištěn od pozůstatků prachu, který se zde může objevit po předešlé operaci broušením. Dřevo bylo čisté a suché, vysušené přirozeným způsobem. Teplota prostředí při nanášení lazury by podle návodu měla být 10 – 25 °C, což prostředí dílny, kde byly vzorky natírány, splňuje. Nanášení nátěrové hmoty bylo provedeno štětcem s hustými syntetickými chlupy.

Dle návodu použití jsme pro použití ve vnějším prostředí nanесли dva nátěry. Mezi nátěry je stanovena doba pro zasychání, ta je určena dle normy 16 – 24 hodin. Po době 24 hodin byl povrch přebroušen jemným brusným papírem o zrnitosti 120 z důvodu vystouplých vláken. Poté byl povrch opět očištěn od jemného prachu a natřen druhou vrstvou nátěru.

Vzorky po klimatizaci a před samotným vystavením na expozičních stojanech byly označeny bílou skvrnou pro smrk a šedou pro modřín. Dřevěné vzorky musí být změřeny jak na drsnost, tak na světlostálost před samotným vystavením v exteriéru.

Na zhotovení expozičního stojanu pro vystavení vzorků ve Velké Británii bylo použito vysušené dubové řezivo. Pro uchycení jednotlivých vzorků byla v hranolech vyfrézována drážka. Celý stojan byl zpracován tak, aby při jeho použití měl sklon 45°, jak je požadováno dle normy ČSN EN 927.

Před samotným vystavením vzorku ve venkovním prostředí byly vzorky sedm dní v prostředí bez přístupu světla o pokojové teplotě, kde by relativní vlhkost vzduchu měla být  $65 \pm 5 \%$ , tento krok se provádí za účelem vytvrzení a dozrání nátěrové hmoty.

Posledním krokem před samotným vystavením bylo, jak už bylo řečeno, měření vzorků masivních prken a to, jak na lesk a odstín barvy, tak na drsnost nátěrové hmoty. Tímto měřením jsme započali sérii měření. Měření probíhalo v průběhu celé expoziční doby, kdy byly vzorky vystaveny klimatickým podmínkám. Naměřená data byla následně po všech uskutečněných měřeních statisticky vyhodnocena a zpracována.



## 7 POŽITÉ PROSTŘEDKY, MĚŘÍCÍ TECHNIKA, ZKUŠEBNÍ METODY

### 7.1 Použité zkušební zařízení

#### 7.1.1 Spektrofotometr Spectro guide Byk Gardner

Měření barvy a lesku zařízením Spectro guide Byk Gardnes je populární pro jeho snadnost použití. Tento přístroj nabízí vysokou přesnost, která je stálá i za každodenního používání, s malými nároky na údržbu. Vzhled objektů se obvykle definuje svou barvou a leskem. Tyto parametry jsou na sebe úzce navázány určitým způsobem, který ovlivňuje vnímání barev daných barev.

Hodnoty barvy a lesk v 60° geometrie jsou zobrazeny současně na zobrazovacím displeji. Přístroj splňuje mezinárodní standardy pro měření barvy a lesku. Spectro guide Byk Gardner je pro kontrolu kvality jednoduchý a spolehlivý, a to i pro začátečníky. S jasnou strukturou menu, pracující na bázi pouze čtyř tlačítek. Menší rozměry umožňují měřit i v těžko přístupných místech. (BYK, 2017)

*Vlastnosti:*

- Výsledky nezávisle na směru měření díky obvodovému osvětlení
- Dlouhodobá stabilita kalibrace – potřebná jen jednou za 3 měsíce
- Provozní teplota měření 10 – 40 °C
- Rozlišení 10 nm pro přesné měření na tmavých barvách
- Rozsah spektra 400 – 700 nm
- Opakovatelnost 0.01  $\Delta E^*$
- Reprodukovatelnost 0.2  $\Delta E^*$
- Systém barev CIEL ab/Ch; Lab (h); XYZ; Yxy



Obr. 13 Spectro guide Byk Gardner (Zdroj: vlastní)

### 7.1.2 Drsnoměr Mitutoyo SJ – 201

Drsnoměr Mitutoyo SJ – 201 je mobilní řešení pro přesnou, efektivní a nekomplikovanou kontrolu jakosti povrchu ve výrobním prostředí. Velký, snadno čitelný displej, který umožňuje přehledné zobrazení neměřených hodnot. Drsnoměr je vybaven automatickou dynamickou kalibrační funkcí.

Přístroj SJ 201 může pracovat jak se síťovým adaptérem, tak i na akumulátory, což je velmi výhodné pro použití v dílenském provozu. Standardně je SJ 201 vybaven sériovým rozhraním RS 232 C a výstupem DIGIMATIC. Díky tomu je možné pracovat s počítačem i bez něj nebo také s přímým napojením na hardware nabízený firmou Mitutoyo. Sériové rozhraní a nastavovací tlačítka, pokud nejsou používána, bezpečně zajistíme krytkou (Mitutoyo, 2004).

#### *Vlastnosti:*

- nekomplikované, normalizované měření a zobrazení hodnot
- zatížitelné, dílenské provedení přístroje
- měření pomocí jediného tlačítkového ovládání
- funkce automatické kalibrace se všemi snímači
- měření také ve stísněných prostorech díky výměnné posuvové jednotce
- možnost měření vzhůru nohama
- zdvih snímače 350  $\mu\text{m}$
- dělení 0,01  $\mu\text{m}$
- posuv 12,5 mm
- nejmenší Cut-off 0,25 mm
- uložení až 10 měřicích podmínek



Obr. 14 spectro-guide 45/0 gloss (Zdroj: vlastní)

### 7.1.3 Měřicí stojany

#### Expoziční stojan Brno

Místem vystavení vzorků v České Republice byl areál Mendelovy univerzity v Brně, kde jsou umístěny stojany ocelové konstrukce, ty jsou osazeny tak, aby měly dostatek slunečního svitu. Každý jeden vzorek je umístěn svisle ve směru dřevních vláken pod sklonem 45°.

Brno leží v nadmořské výšce 226 m. n. m., kde byly vzorky vystaveny po dobu dvou let. Za tuto dobu napadlo v průměru 49 mm srážek. Množství dešťových dnů v Brně za jeden rok v průměru bylo 162. Vzorky byly vystaveny slunečnímu svitu po dobu 53 dnů.



*Obr. 15 Vzorky vystavené na stojanech v areálu školy (Zdroj: vlastní)*

#### Expoziční stojan Berkhamsted

Druhým umístěným expozičním místem byla střecha rodinného domu ve městě Berkhamsted ve Velké Británii. Jednotlivé vzorky byly vloženy do podomácku vyrobených stojanů z dubového dřeva. Sklon a místo uložení vůči světovým stranám jsme zvolili stejné jako je tomu u vzorků vystavených v areálu školy.

Berkhamsted leží v nadmořské výšce 113m. n. m., kde byly vzorky vystaveny po dobu dvou let. Za tuto dobu napadlo v průměru 50 mm srážek. Množství dešťových dnů v Berkhamstedu za jeden rok v průměru bylo 155. Vzorky byly vystaveny slunečnímu svitu po dobu 35 dnů.



*Obr. 16 Vzorok vystavené na stojanu ve městě Berkhamsted (Zdroj: vlastní)*

## 7.2 Aplikovaná nátěrová hmota lazura Lusonol S1023

Na oba druhy dřevěných obkladů (smrk, modřín) jsme použili stejnou nátěrovou hmotu Lusonol S1023. Lazura je určena pro vnější použití za dodržení zásad, které jsou popsány níže. Firmou vyrábějící tuto lazuru je Colorlak, a.s.

### *Složení:*

Roztok alkydových pryskyřic v organických rozpouštědlech s přísadou vysychavých olejů a disperzí organických a anorganických pigmentů a speciálních aditiv. Barevné odstíny: V nenormalizovaných odstínech dle platné ceníkové nabídky

### *Použití:*

Lazura S1023 LUSONOL je určena pro penetrační nátěry dřeva vystaveného vlivům povětrnosti i k povrchové úpravě dřeva v interiéru, zachovává dřevu charakteristickou kresbu a barevně ji zvýrazňuje. V bezbarvém provedení 0000 se používá jako napouštědlo pod olejové a syntetické nátěrové hmoty nebo pro sjednocení savosti dřeva pod nátěry barevnými LUSONOLY. Bezbarvý odstín není vhodný jako vrchní vrstva pro venkovní prostředí.

### *Nanášení:*

Štětcem, válečkem při teplotě 10 - 25 °C. Nevsáklý přebytek laku se po 10 - 20 minutách setře suchým štětcem nebo hadrem. Pro venkovní použití se doporučují běžně 2 vrstvy (nátěr štětcem), pro interiér 1 vrstva.

### Vlastnosti nátěrové hmoty:

- Výtoková doba pohárkem Ø 2mm 40 - 75 s;
- obsah netěkavých složek barevných odstínů 30 - 45 % hm.;
- VOC (=obsah těkavých organických látek) 600 g/kg;
- obsah těkavého organického uhlíku 490 g/kg;
- hustota cca 0,84 g/cm<sup>3</sup>;
- zasychání stupeň 2 (vydatnost nátěru 150 g/m<sup>2</sup>) nejvíce 24 hodiny.



Obr. 17 Vrchní strana lazury  
(Zdroj:vlastní)



Obr. 18 lazura Lusonol S1023  
(Zdroj: www.colorlak.cz)

## 7.3 Použité zkušební metody

### 7.3.1 Postup měření barvy a lesku

Měření barevných změn a lesku probíhalo pomocí jednoho přístroje Spectro guide od firmy Byk Gardner. Tento přístroj umožňuje měřit hodnoty, aniž bychom určovali, zda se jedná o směr rovnoběžně či kolmo s osou vláken. Každý vzorek byl měřen v pěti místech. Spektrofotometr Spectro guide Byk Gardner nevyžaduje provádění kalibrace před každým měřením, proto za pomoci profesorů v laboratoři byl přístroj nastaven a následně probíhalo měření.

Jednotlivé vzorky byly měřeny jak před samotným vystavením, tak v průběhu celého experimentu. Poslední měření probíhalo po ukončení expozice.

Naměřené hodnoty zůstaly, v interní paměti přístroje, kde po jednotlivých měřeních probíhal jejich export do softwarové podoby. Výsledkem byla excelovská tabulka, obsahující všechna potřebná data, z kterých byly vypracovány tabulky a grafy.

### 7.3.2 Měření drsnosti povrchu

Měření drsnosti povrchu probíhalo pomocí drsnoměru Mitutoyo SJ – 201, který byl zapůjčený od univerzity. Před zahájením samotného měření můžeme provést

kalibraci přístroje. Kalibrace není nutná při každém měření, převážně se provádí po každém vyjmutí posuvné hlavy přístroje nebo po přepravě přístroje.

Dalším krokem bylo spuštění softwaru SurfTest SJ201, s kterým drsnoměr spolupracuje. V tomto softwaru jsme museli nastavit parametry, v kterých drsnoměr pracuje.

- Výstup COM1
- Norma ISO 97
- Dráha 2,5 mm
- Profil drsnosti R

Poté jsme drsnoměr přiložili k měřeným vzorkům a měřili ve třech místech podél a napříč vláken. Pro naši zkoušku jsme vybrali dva vzorky z dřeviny smrku a dva modřínu pro urychlení měření.

Naměřené hodnoty byly zpracovány v programu microsoft office excel, který generuje hodnoty  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_q$ , které nám sloužily k zpracování grafu a tabulek.



Obr. 19 Měření drsnosti pomocí drsnoměru SJ-201 (Zdroj: Vlastní)

## 8 VÝSLEDKY LABORATORNÍHO MĚŘENÍ

V kapitole výsledky jsme měřili změny vlastností nátěrové hmoty Lusonol S1023, které nastaly u jednotlivých vzorků vystavených v Brně v průběhu pěti měření, probíhající mezi obdobím únor 2015 až březen 2017. Druhým místem expozice bylo město Berkhamsted, kde měření proběhlo pouze na začátku a konci zmiňovaného období. Pořadí jednotlivých měření spolu s datem, kdy měření probíhalo, vidíme v tabulce 4 níže.

*Tab. 4 Datum jednotlivých měření*

Datum jednotlivých měření				
Měření 1.	Měření 2.	Měření 3.	Měření 4.	Měření 5.
3. 2. 2015	3. 6. 2015	25. 4. 2016	31. 10. 2016	24. 3. 2017

Pro lepší přehlednost byly u tabulek 5, 6 str. 48, 50 a tabulek 8,9 str. 54, 56 podtrženy hodnoty s nejmenší změnou a zvýrazněny tučně změny s největší odchylkou. Obě zmiňované hodnoty jsou spolu s ostatními vyobrazeny i na obrázcích konkrétních změn.

### 8.1 Výsledky barevných změn povrchu

Tabulky 5, 6 str. 48, 50 nám ukazují k jednotlivé hodnoty, které byly naměřeny (aritmetický průměr daných hodnot, změna mezi původním a konkrétním měřením, a směrodatná odchylka)

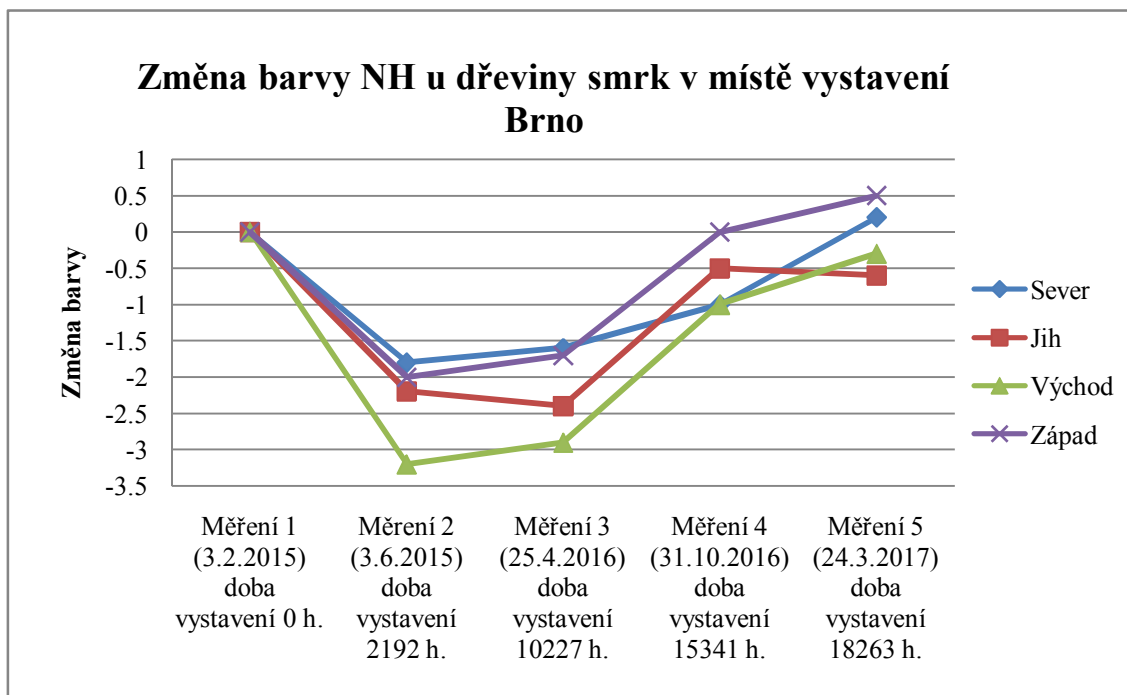
### 8.1.1 Změny odstínu barvy v místě expozice Brno

Tab. 5 Barevné změny povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny

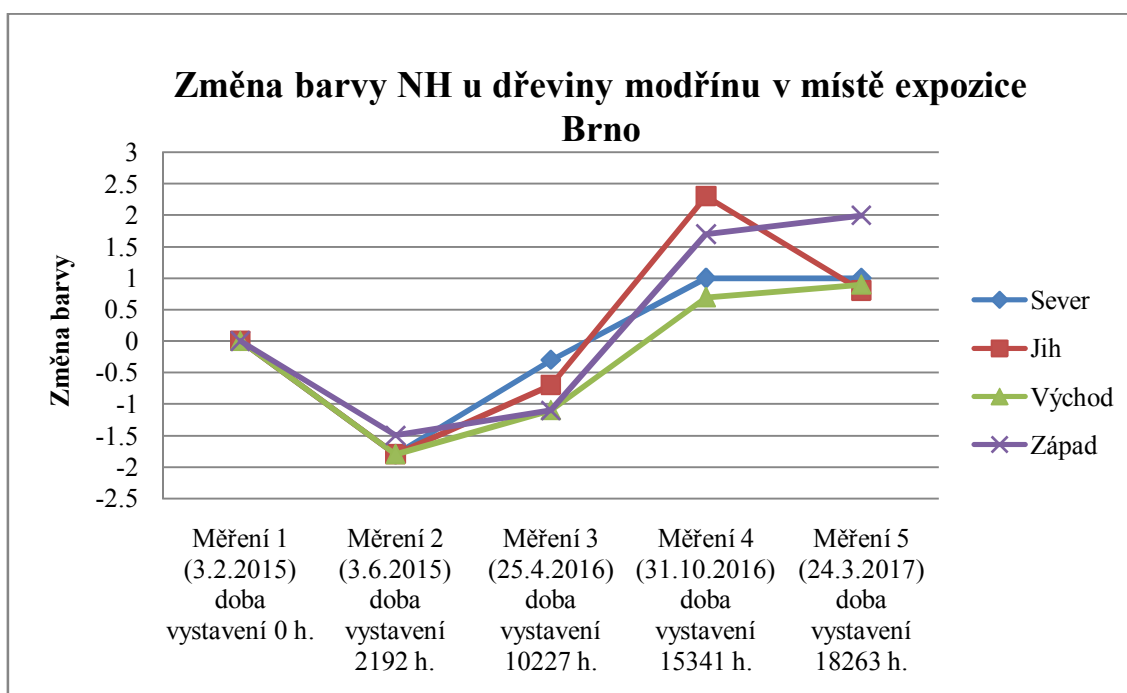
		Výsledky změny barvy povrchu vzorků v závislosti na délce expozice a světových stranách $\Delta E$ v místě vystavení Brno						
Popis		$\Delta E$ Měření 1 vystaveno 0 h.	$\Delta E$ Měření 2 vystaveno 2192 h.	$\Delta E$ Měření 3 vystaveno 10227 h.	$\Delta E$ Měření 4 vystaveno 15341 h.	$\Delta E$ Měření 5 vystaveno 18263 h.		
Lusonol S1023 Česká Republika (Brno)	Smrk	Sever	Průměr	62,6	60,8	61	61,6	62,8
			Změna	0	-1,8	-1,6	-1	0,2
			Směr. Odch.	1,04	0,44	0,57	4,26	1,08
		Jih	Průměr	63,4	61,2	61	62,9	62,8
			Změna	0	-2,2	-2,4	-0,5	-0,6
			Směr. Odch.	1,32	0,36	0,67	0,88	0,86
		Východ	Průměr	64,1	60,9	61,2	63,1	63,8
			Změna	0	-3,2	-2,9	-1	-0,3
			Směr. Odch.	2,17	0,72	0,59	0,76	0,71
		Západ	Průměr	62,7	60,7	61	62,7	63,2
			Změna	0	-2	-1,7	0	0,5
			Směr. Odch.	0,91	0,44	0,83	0,88	0,73
	Modřín	Sever	Průměr	61,9	60,1	61,6	62,9	62,9
			Změna	0	-1,8	-0,3	1	1
			Směr. Odch.	0,5	0,48	0,68	0,85	0,85
		Jih	Průměr	62,3	60,5	61,6	64,5	63,1
			Změna	0	-1,8	-0,7	2,3	0,8
			Směr. Odch.	0,7	0,49	0,71	1,19	0,75
		Východ	Průměr	62,2	60,4	61,1	62,9	63,1
			Změna	0	-1,8	-1,1	0,7	0,9
Směr. Odch.			0,64	0,49	0,72	1,32	1	
Západ		Průměr	62,1	60,6	61	63,8	64,1	
		Změna	0	-1,5	-1,1	1,7	2	
		Směr. Odch.	0,77	0,73	0,34	0,65	0,9	

Tabulka 5 strana 48 slouží jako souhrn změn barevné světlostálosti povrchu nátěrového filmu Lusonol S1023 u vzorků dřevěného masivu smrku a modřínu a jejich místa vystavení k světovým stranám.





Obr. 20 Změna barvy nátěrové hmoty u dřeviny smrk v místě expozice Brno



Obr. 21 Změna barvy nátěrové hmoty u dřeviny modřín v místě expozice Brno

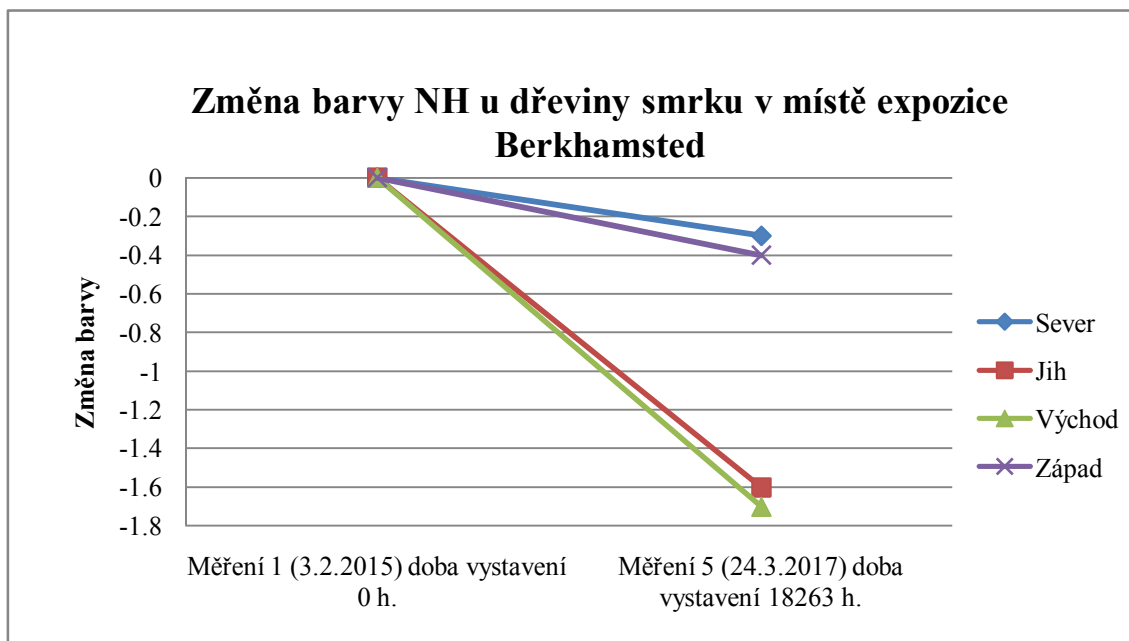
Na obrázcích 20, 21 str. 49 vidíme změny barvy nátěrové hmoty v jednotlivých měřeních v závislosti na světových stranách. Na obr. 20 str. 49 jsou to změny NH na podkladu smrk, kde největší změna byla naměřena na světové straně východ u 2. měření a nejmenší na západě při měření č. 4. obr. 21 str. 49 nám ukazuje změny NH

podkladu modřín, kde největší změna je na jih uměření č. 4 a nejmenší na severní měření č. 3.

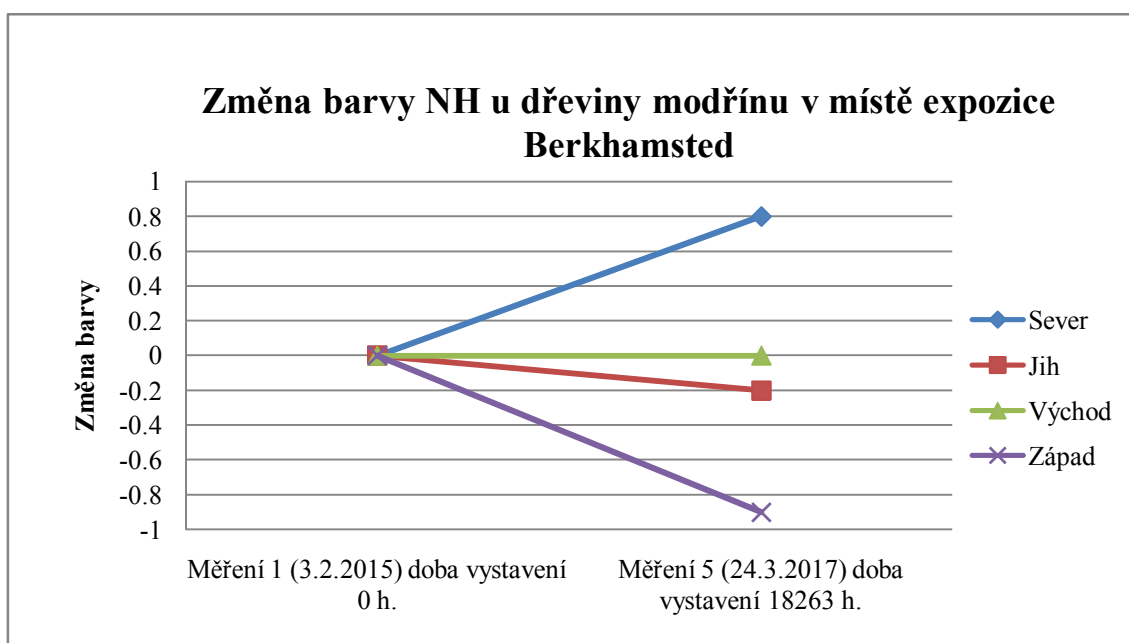
### 8.1.2 Změna odstínu barvy v místě expozice Berkhamsted

Tab. 6 Barevné změny povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny

Výsledky změny barvy povrchu vzorků v závislosti na délce expozice a světových stranách $\Delta E$ v místě vystavení Berkhamsted						
Popis				$\Delta E$ Měření 1 vystaveno 0 h.	$\Delta E$ Měření 5 vystaveno 18263 h.	
Lusonol S1023	Velká Británie (Berkhamsted)	Smrk	Sever	Průměr	62,6	62,3
				Změna	0	<u>-0,3</u>
				Směr. Odch.	1,04	0,45
			Jih	Průměr	63,4	61,8
				Změna	0	-1,6
				Směr. Odch.	1,32	0,38
			Východ	Průměr	64,1	62,4
				Změna	0	<b>-1,7</b>
				Směr. Odch.	2,17	0,52
			Západ	Průměr	62,7	62,3
				Změna	0	-0,4
				Směr. Odch.	0,91	0,89
		Modřín	Sever	Průměr	61,9	62,7
				Změna	0	0,8
				Směr. Odch.	0,5	0,44
			Jih	Průměr	62,3	62,1
				Změna	0	-0,2
				Směr. Odch.	0,7	0,48
			Východ	Průměr	62,2	62,2
				Změna	0	<u>0</u>
				Směr. Odch.	0,64	1,09
			Západ	Průměr	62,1	63
				Změna	0	<b>-0,9</b>
				Směr. Odch.	0,77	0,76



Obr. 22 Změna barvy nátěrové hmoty u smrku v místě expozice Berkhamsted



Obr. 23 Změna barvy nátěrové hmoty u modřínu v místě expozice Berkhamsted

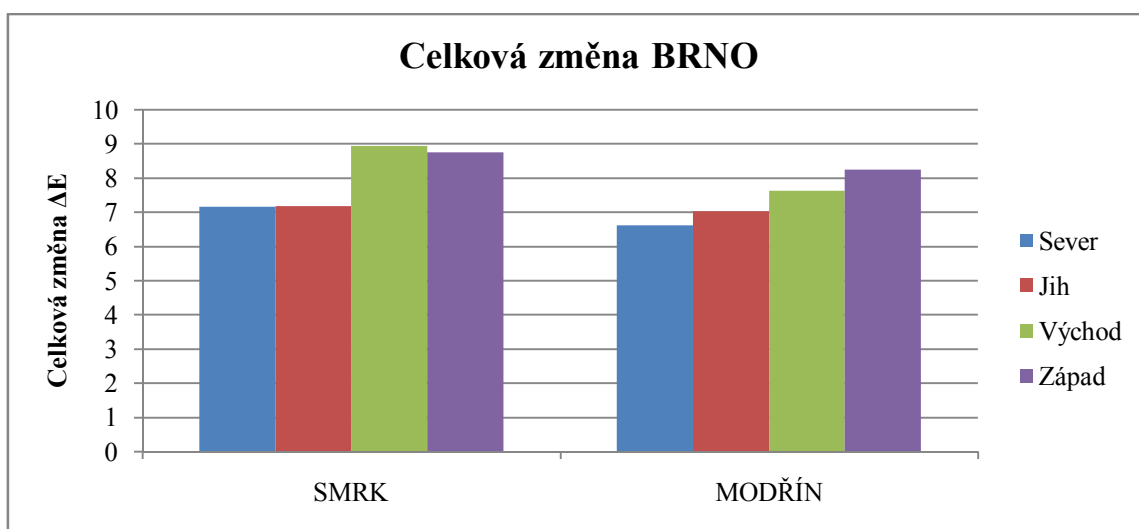
Obrázky 22 a 23 str. 51 nám ukazují změny barevnosti dle světových stran v místě vystavení Berkhamsted. U obrázku 22 str. 51 vidíme změny na podkladu smrk, kde největší změna je na straně východ a nejmenší na straně sever. Změny v barvě NH na podkladu modřín sledujeme na obrázku 23 str. 51. Změna s největší hodnotou proběhla u vzorků vystavených na západní světové straně a nejmenší změna byla naměřena na straně východ.

### 8.1.3 Celková změna barvy $\Delta E$

Tab. 7 Celková změna barvy

Popis	Celková změna $\Delta E$ Brno po 18263 h		Celková změna $\Delta E$ Berkhamsted po 18263 h	
	Smrk	Modřín	Smrk	Modřín
Sever	<u>7,16</u>	<u>6,62</u>	<u>4,6</u>	6,76
Jih	7,18	7,02	5,33	<u>5,87</u>
Východ	<b>8,93</b>	7,63	5,15	<b>7,31</b>
Západ	8,75	<b>8,24</b>	<b>6,64</b>	6,44

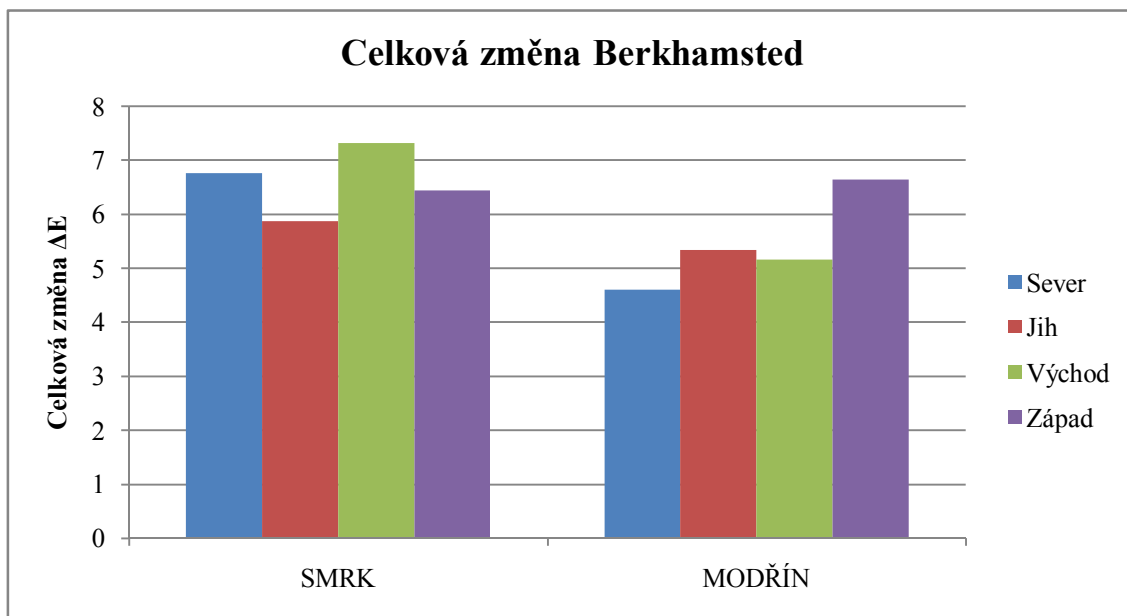
V tabulce 7 str. 52 vidíme hodnoty změn barvy nátěrové hmoty po uplynutí 18263 hodin, dle místa expozice (Brno, Berkhamsted) a směru světových stran jednotlivých vzorků. Hodnoty, kde byly naměřeny změny nejvyšší, jsou zvýrazněny tučnějším písmem. Naopak změny s nejmenší změnou jsou podtrženy tučnou čarou.



Obr. 24 Celková změna podle  $\Delta E^*$  pro Brno

Obrázek 24 str. 52 nám porovnává celkovou změnu barvy u podkladu smrku a modřínu v jednotlivých směrech světových stran. Obrázek je podporou pro tabulku 7 str. 52 pro snadnější představu v porovnání změn. U sloupců s názvem smrk vidíme téměř shodné hodnoty pro sever a jih, které můžeme považovat za nejmenší změnu u této dřeviny. Největší změna se projevila na východní straně vystavení.

Co se týče vzorků modřínu, vidíme, že nejmenší změna je naměřena u vzorku vystavených na severní světové straně. Největší změna je naměřena u vzorků vystavených na západní světové.



Obr. 25 Celková změna podle  $\Delta E^*$  pro Berkhamsted

Celková změna v odstínu barvy je také na obrázku 25 str. 53, kde vzorky byly vystaveny ve Velké Británii ve městě Berkhamsted. Změny vystavené v těchto podmínkách jsou menší, než je tomu u vzorků expozice Brna. Nejmenší změnou povrchu u vzorků smrku je naměřena na jižní straně. Změny s největší odchylkou můžeme vidět u povrchové hmoty vzorků vystavených na východní straně.

Druhá řada sloupců nám uvádí změnu nátěrové hmoty u podkladu modřín. Největší změna byla naměřena na západní světové straně a nejmenší změnou je sloupec označený modrou barvou, tedy sever.

Pro srovnání jednotlivých hodnot může posloužit tabulka 7 Celková změna barvy na straně 52.

Pokud se podíváme na výsledky naměřených hodnot, můžeme obecně říct, že největší změny byly zaznamenány na východních a západních stranách, zato nejmenší na straně severní. Změny světlostálosti jsou řádově menší u vzorků vystavených v Anglickém prostředí. Domníváme se, že tyto výsledky jsou podmíněné horšími klimatickými podmínkami než je tomu v České republice, kde je množství slunečních dnů větší, a tím dochází k degradaci nátěrové hmoty více. (viz. Kapitola Vlivy působící na nátěrové hmoty).

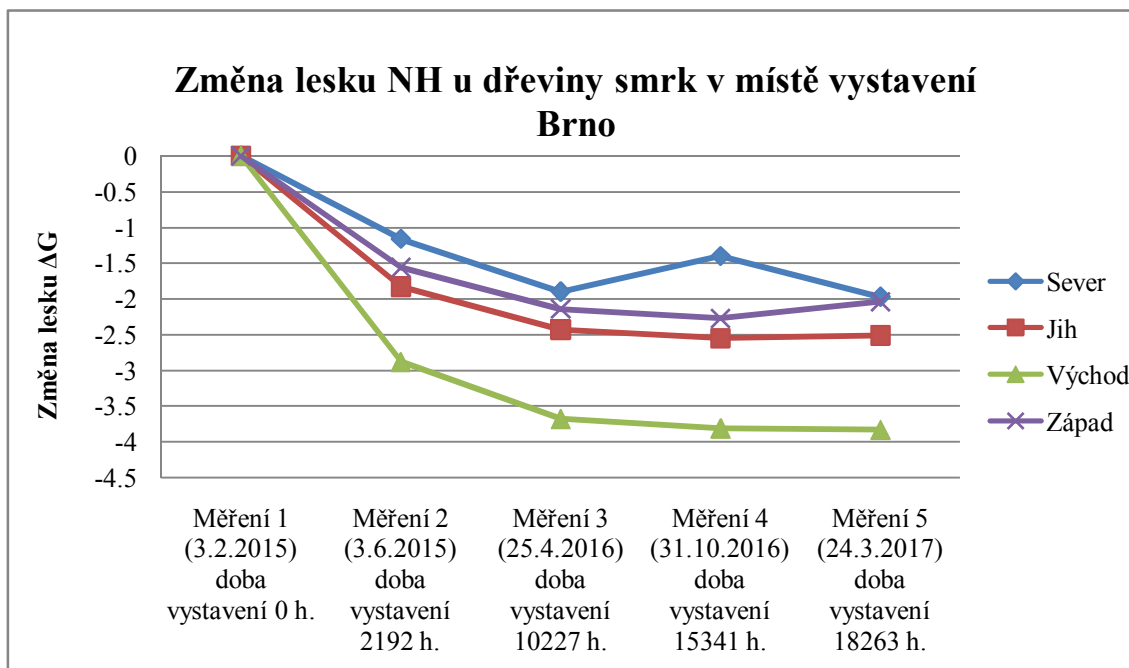
## 8.2 Výsledky změn lesku na povrchu

### 8.2.1 Změny v místě vystavení Brno

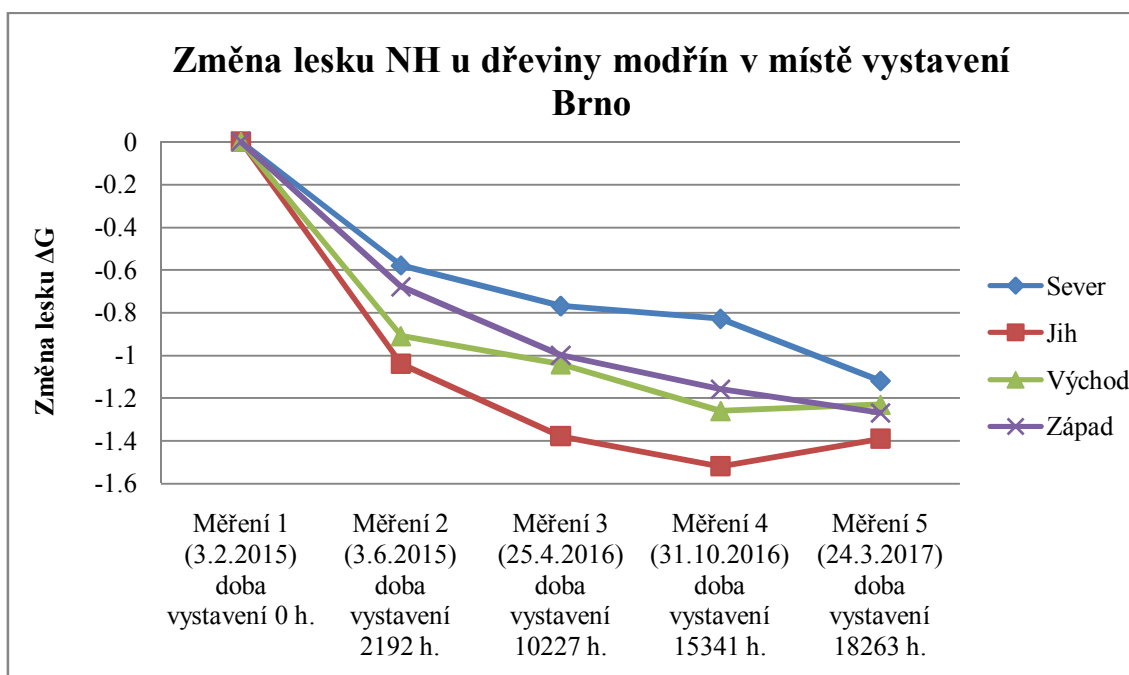
Tab. 8 Změny lesku povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny

Výsledky změny lesku povrchu vzorků v závislosti na délce expozice a světových stranách ΔG v místě vystavení Brno								
Popis			Měření 1 vystaveno 0 h.	Měření 2 (vystaveno 2192 h.)	Měření 3 vystaveno 10227 h.	Měření 4 vystaveno 15341 h.	Měření 5 vystaveno 18263 h.	
Lusono I S1023 Česká republika (Brno)	Smrk	Sever	Průměr	2,45	1,29	0,55	1,05	0,48
			Změna	0	-1,16	-1,9	<b>-1,4</b>	-1,97
			Směr. Odch.	0,83	0,33	0,11	2,6	0,07
		Jih	Průměr	2,88	1,04	0,44	0,32	0,36
			Změna	0	-1,83	-2,43	-2,55	-2,51
			Směr. Odch.	1,45	0,36	0,17	0,07	0,08
		Východ	Průměr	4,25	1,37	0,57	0,44	0,42
			Změna	0	-2,88	-3,68	-3,81	<b>-3,83</b>
			Směr. Odch.	3,38	0,51	0,27	0,09	0,09
		Západ	Průměr	2,63	1,07	0,49	0,36	0,59
			Změna	0	-1,56	-2,14	-2,27	-2,04
			Směr. Odch.	0,75	0,26	0,28	0,06	0,13
	Modřín	Sever	Průměr	1,43	0,85	0,66	0,6	0,31
			Změna	0	<b>-0,58</b>	-0,77	-0,83	-1,12
			Směr. Odch.	0,37	0,18	0,18	0,16	0,08
		Jih	Průměr	1,89	0,85	0,51	0,37	0,44
			Změna	0	-1,04	-1,38	-1,52	<b>-1,39</b>
			Směr. Odch.	0,63	0,29	0,13	0,07	0,08
		Východ	Průměr	1,83	0,92	0,79	0,57	0,6
			Změna	0	-0,91	-1,04	-1,26	-1,23
			Směr. Odch.	0,48	0,31	0,31	0,16	0,19
		Západ	Průměr	1,58	0,9	0,58	0,42	0,31
			Změna	0	-0,68	-1	-1,16	-1,27
			Směr. Odch.	0,67	0,4	0,14	0,07	0,09

Z tabulky 8 str. 54 výše můžeme získat hodnoty pro porovnání změn lesku na jednotlivých světových stranách v místě vystavení vzorků Brno. Jak jsme již zmínili, hodnoty podtržené jsou hodnoty s nejmenší změnou a hodnoty zvýrazněné tučným písmem mají největší změnu.



Obr. 26 Změna lesku nátěrové hmoty u dřeviny smrk v místě expozice Brno



Obr. 27 Změna lesku nátěrové hmoty u dřeviny modřín v místě expozice Brno

Obrázek 26, 27 str. 55 popisuje změny lesku u jednotlivých měření. Obrázek 26 se zaměřuje na povrch dřeviny smrk. Hodnoty s největší změnou jsou naměřeny na východě, nejmenší změny na severní straně. Obrázek 27 str. 55 znázorňuje změny u povrchu nátěrové hmoty u dřeviny modřín. Největší změna se projevila u vzorků vystavených na jižní světové straně. Světová strana s nejmenší zátěží na lesk povrchu je severní.

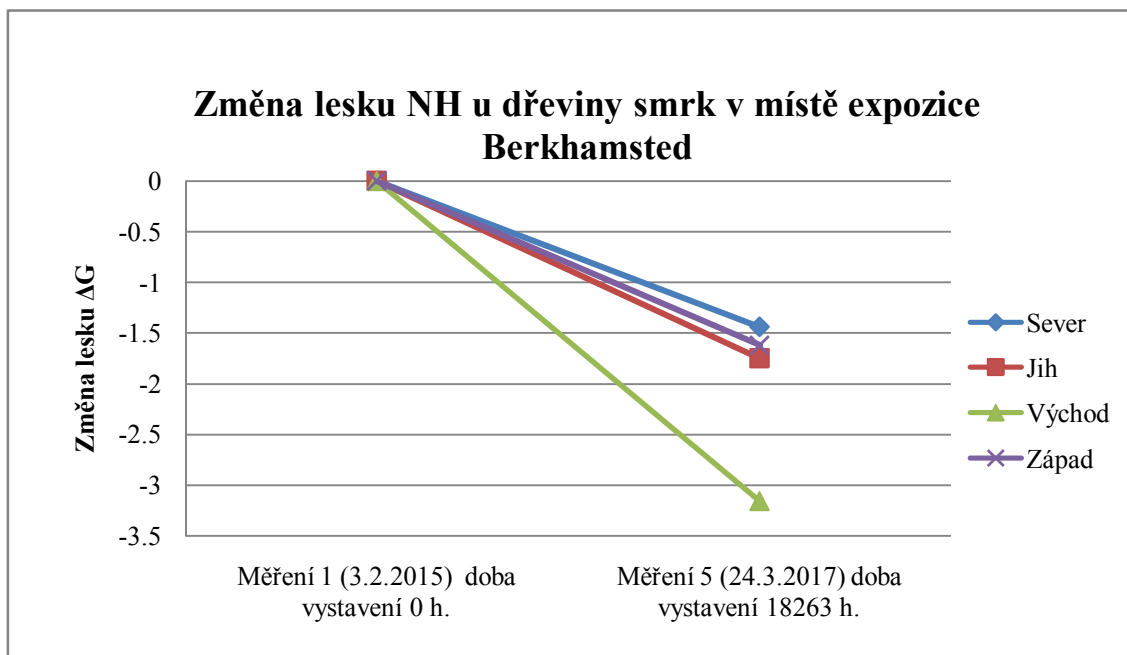
## 8.2.2 Změny v místě vystavení Berkhamsted

Tab. 9 Změny lesku povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny

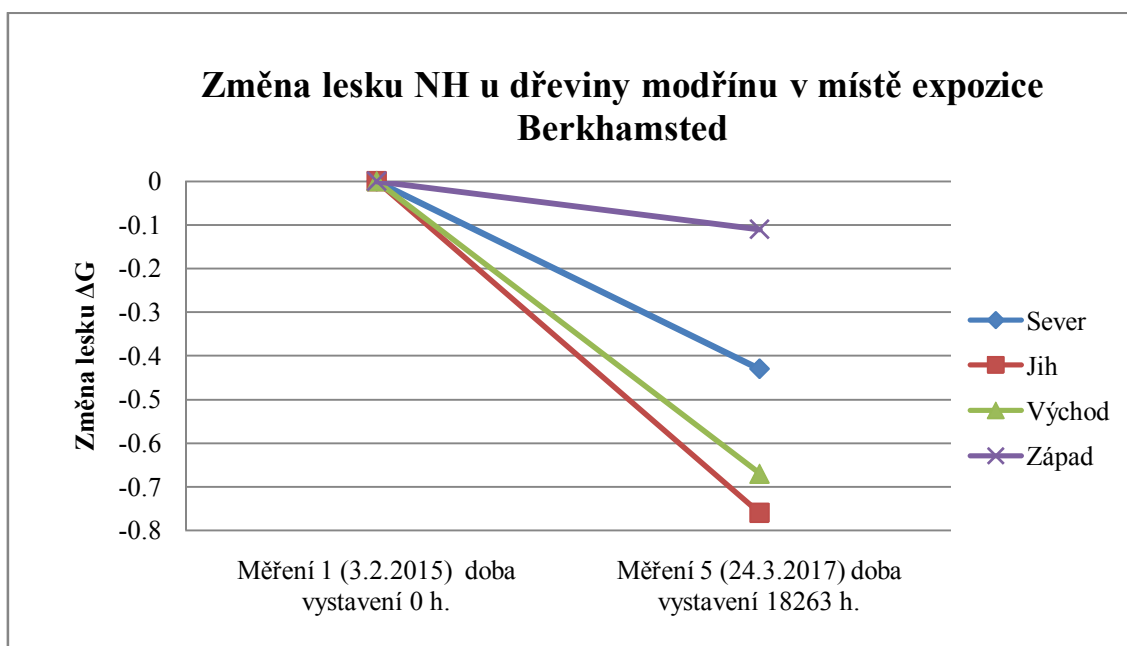
Výsledky změny lesku povrchu vzorků v závislosti na délce expozice a světových stranách ΔG v místě vystavení Berkhamsted						
Popis					Měření 1 vystaveno 0 h.	Měření 5 vystaveno 18263 h.
Lusonol S1023	Velká Británie (Berkhamsted)	Smrk	Sever	Průměr	2,45	1,01
				Změna	0	<u>-1,44</u>
				Směr. Odch.	0,83	0,4
			Jih	Průměr	2,87	1,12
				Změna	0	-1,75
				Směr. Odch.	1,45	0,27
			Východ	Průměr	4,25	1,09
				Změna	0	<b>-3,16</b>
				Směr. Odch.	3,38	0,32
			Západ	Průměr	2,63	1,01
				Změna	0	-1,62
				Směr. Odch.	0,75	0,27
		Modřín	Sever	Průměr	1,43	1
				Změna	0	-0,43
				Směr. Odch.	0,37	0,31
			Jih	Průměr	1,89	1,13
				Změna	0	<b>-0,76</b>
				Směr. Odch.	0,63	0,32
			Východ	Průměr	1,83	1,16
				Změna	0	-0,67
				Směr. Odch.	0,48	0,4
			Západ	Průměr	1,58	1,47
				Změna	0	<u>-0,11</u>
				Směr. Odch.	0,67	0,57

Tabulka 9 str. 56 umožní srovnání změn povrchu vzorků mezi jednotlivými světovými stranami v místě expozice Berkhamsted pro dřeviny smrk a modřín. Opět jsme zvýraznili hodnoty s největší a nejmenší změnou.





Obr. 28 Změna lesku nátěrové hmoty u smrku u v místě expozice Berkhamsted



Obr. 29 Změna lesku nátěrové hmoty u modřínu v místě expozice Berkhamsted

Obrázky 28, 29 str. 57 popisují změnu, která nastala od doby vystavení až po ukončení expozice (18263 hodin). Na obrázku 28 str. 57 můžeme srovnat změny povrchu u dřeviny smrku. Největší změna je na vzorcích vystavených na východě. Severní světová strana je stranou s nejmenší změnou lesku nátěrové hmoty. U obrázku 29 str. 29 je zřetelné, že nejmenší změna nastala během vystavení na západních vzorcích. Změna s největší hodnotou platí pro stranu jižní.

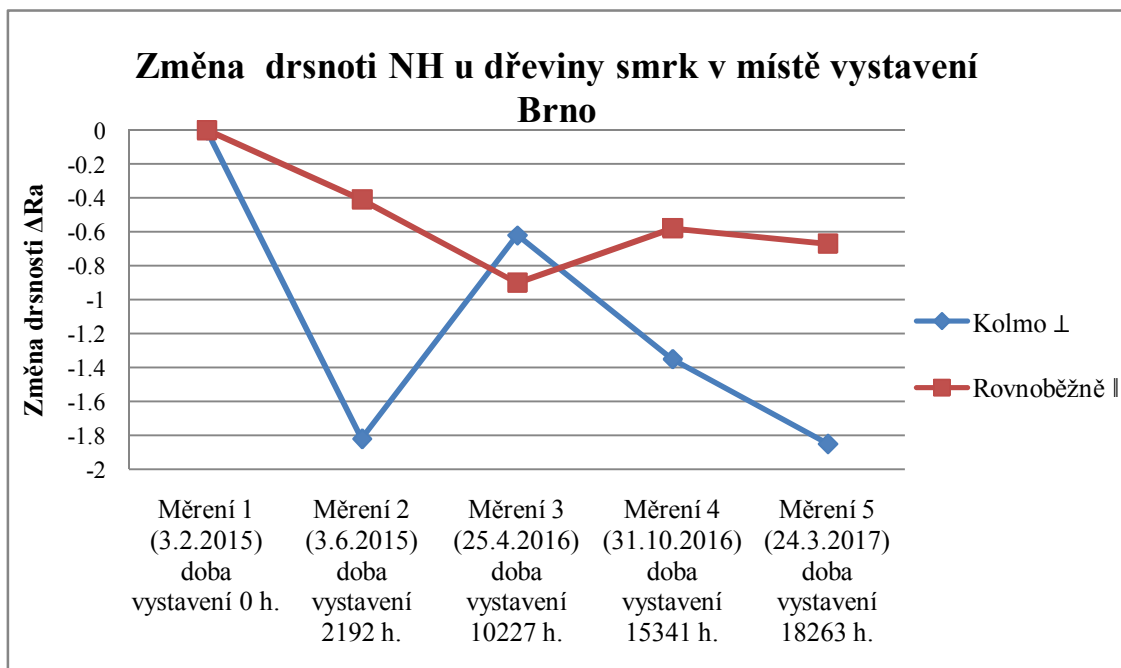
### 8.3 Výsledky změn drsnosti na povrchu

#### 8.3.1 Změny v drsnosti místě vystavení Brno

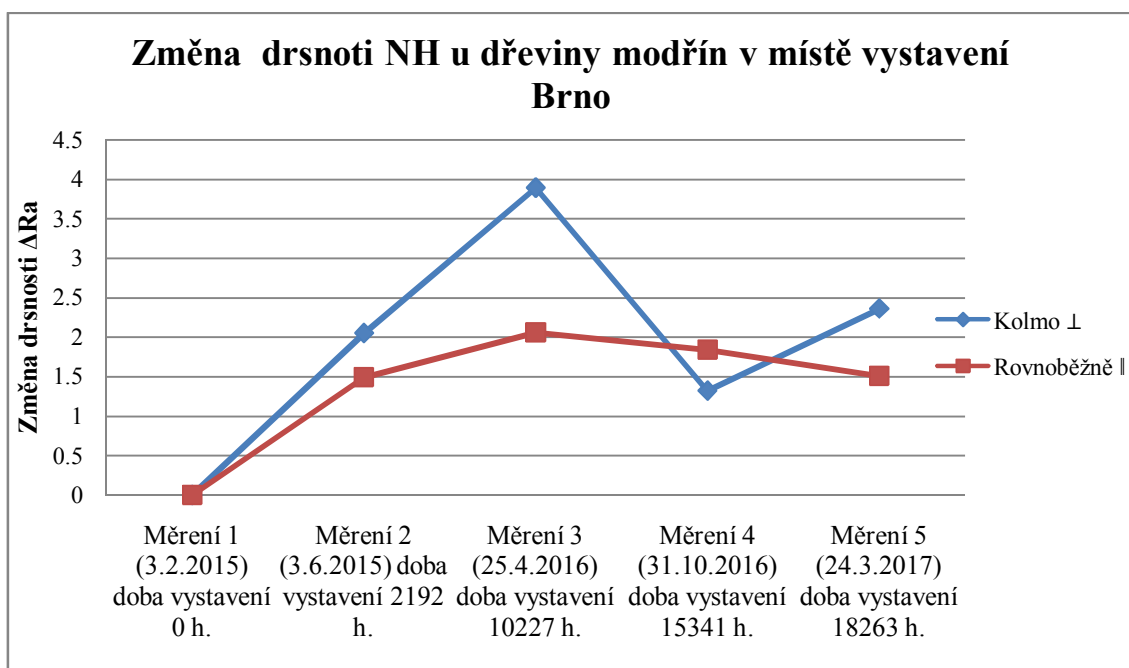
Tab. 10 Změny drsnosti povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny

Výsledky změny drsnosti povrchu vzorků v závislosti na délce expozice a směru vláken $\Delta Ra$ v místě vystavení Brno					$\Delta Ra$ Měření 1	$\Delta Ra$ Měření 2	$\Delta Ra$ Měření 3	$\Delta Ra$ Měření 4	$\Delta Ra$ Měření 5
Popis					0 h.	2 192 h.	10 227 h.	15 341 h.	18 263 h.
Lusonol S1023	Česká Republika (Brno)	Smrk	Kolmo $\perp$	Průměr	8,35	6,53	7,73	6,96	6,5
				Změna	0	-1,82	-0,62	-1,35	-1,85
				Směr. Odch.	4,33	0,96	1,66	1,78	0,63
		Rovnoběžně 	Průměr	5,83	5,42	4,93	5,25	5,16	
			Změna	0	-0,41	-0,9	-0,58	-0,67	
			Směr. Odch.	1,9	1,48	1,79	1,57	1,27	
	Modřín	Kolmo $\perp$	Průměr	6,59	8,64	10,48	7,91	8,95	
			Změna	0	2,05	3,89	1,32	2,36	
			Směr. Odch.	1,09	1,24	1,89	1,32	1,35	
		Rovnoběžně 	Průměr	4,62	6,11	6,68	6,46	6,13	
			Změna	0	1,49	2,06	1,84	1,51	
			Směr. Odch.	0,9	1,33	3,65	1,1	1,56	

Tabulka 10 str. 58 obsahuje výsledky měření drsnosti povrchové úpravy vzorků masivního smrku a modřínu vystavených na expozici Brna. Drsnost byla měřena jak kolmo, tak po směru vláken. Průběhy změny drsnosti v grafické podobě jsou zaznamenány níže v obrázcích 30 a 31.



Obr. 30 Změna drsnosti nátěrové hmoty u dřeviny smrk v místě expozice Brno



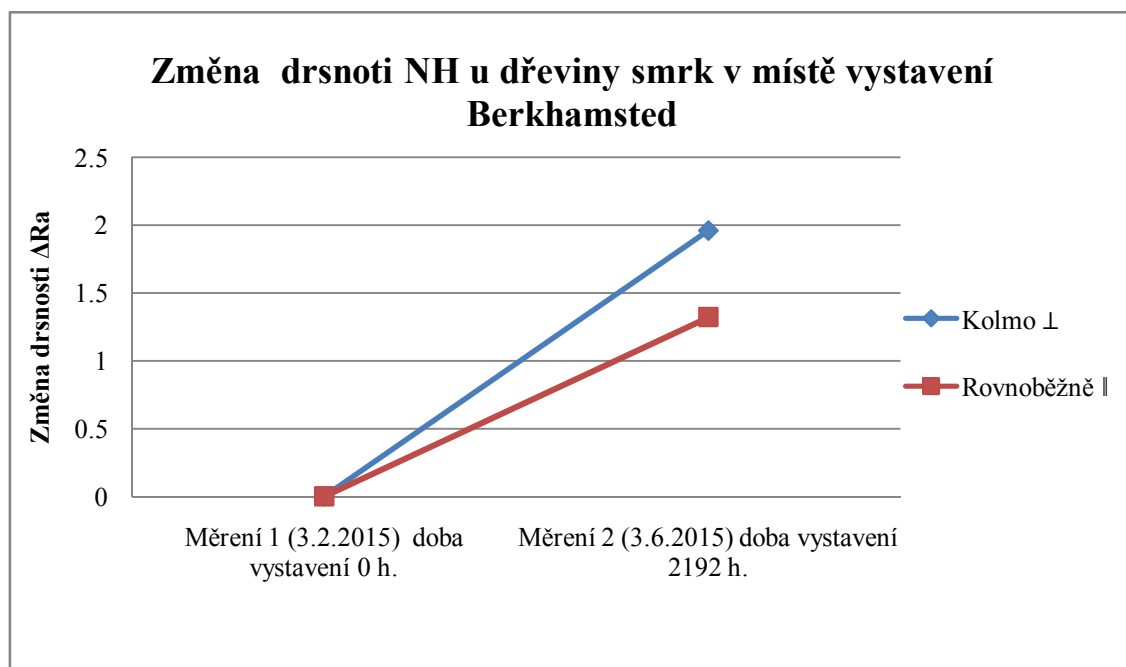
Obr. 31 Změna drsnosti nátěrové hmoty u dřeviny modřín v místě expozice Brno

Měření vlivu doby expozice zkušebních vzorků povrchové úpravy smrkového masivu na změnu drsnosti povrchové úpravy prokázalo, že největší změna drsnosti nastala ve směru kolmém na dřevní vlákna. Změna drsnosti rovnoběžně s vlákny má v prvních třech měřeních zvětšující se tendenci, následně je u obou případů ustálena. K největším změnám drsnosti nátěrové hmoty došlo po 10227 hodinách. Myslíme si, že k propadu došlo díky působení vlhkosti v zimním období měřeného úseku.

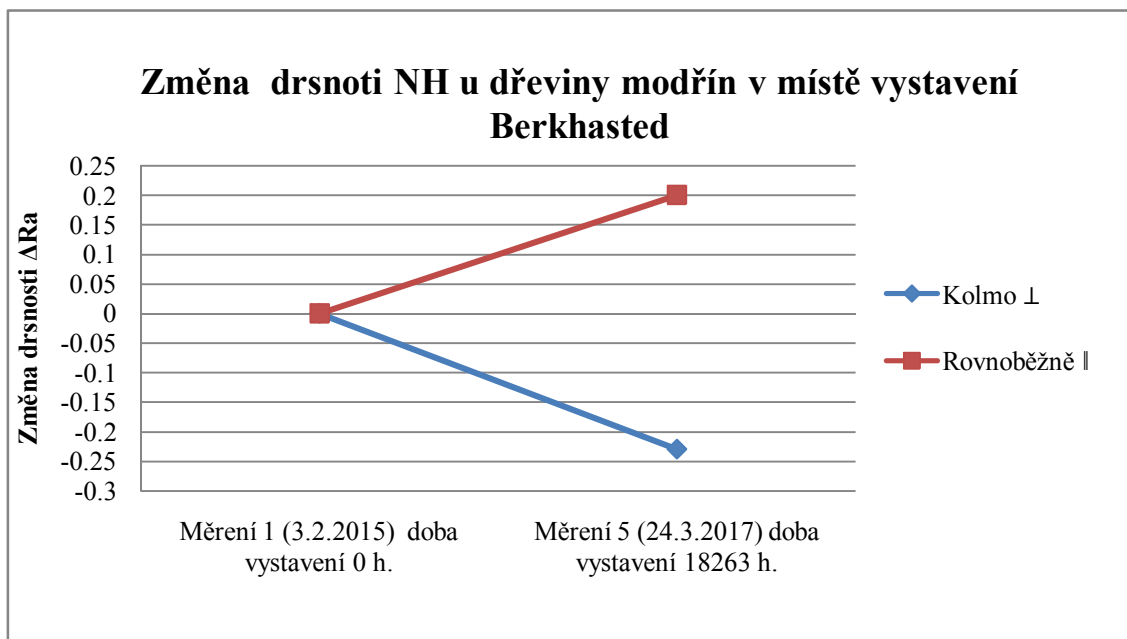
### 8.3.2 Změny drsnosti v místě vystavení Berkhamsted

Tab. 11 Změny drsnosti povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny

Výsledky změny drsnosti povrchu vzorků v závislosti na délce expozice a směru vláken $\Delta Ra$ v místě vystavení Berkhamsted					$\Delta Ra$ Měření 1	$\Delta Ra$ Měření 5
Popis					0 h.	18 263 h.
					Lusonol S1023	Velká Británie (Berkhamsted)
Změna	0	1,96				
Směr. Odch.	4,33	2,25				
Rovnoběžně $\parallel$	Průměr	5,83	7,15			
	Změna	0	1,32			
	Směr. Odch.	1,9	2,18			
Modřín	Kolmo $\perp$	Průměr	6,59	6,36		
		Změna	0	-0,23		
		Směr. Odch.	1,09	1,14		
	Rovnoběžně $\parallel$	Průměr	4,62	4,82		
		Změna	0	0,2		
		Směr. Odch.	0,9	0,99		



Obr. 32 Změna drsnosti nátěrové hmoty u smrku v místě expozice Berkhamsted



Obr. 33 Změna drsnosti nátěrové hmoty u modřínu v místě expozice Berkhamsted

Změny drsnosti nátěrového filmu povrchové úpravy u vzorků smrku a modřínu můžeme pozorovat na obrázcích 32, 33 str. 60 a 61. Zde vidíme změny týkající se drsnosti povrchu vzorků vystavených na stanovišti ve městě Berkhamsted. Z obrázku 32 můžeme vyčíst, že drsnost povrchu nátěrové hmoty kolmo na vlákna je větší než podél vláken. Stejné tvrzení je možné uplatnit i na vzorku modřínu v obrázku 33.

## 9 DISKUZE

Pro experiment zakládající se na testování nátěrového filmu povrchových úprav v exteriéru byla vybrána olejová lazura Lusonol S1023 od firmy Colorlak. Tato nátěrová hmota je určena pro dokončování dřeva v exteriéru. O tomto tvrzení jsme se mohli přesvědčit v průběhu našich měření na vzorcích smrku a modřínu vystavených v areálu školy Mendelovy univerzity v Brně nebo u vzorků vystavených ve Velké Británii v městě Berkhamsted, které byly měřeny na začátku a po ukončení expozice.

### 9.1 Změna barvy vzorků smrku a modřínu vystavených v Brně

Na základě výsledků měření změny barvy povrchových úprav shrnutých v obrázku 20, 21 str. 49 lze konstatovat, že u stejných hodnot obou vystavených dřevin. Od prvního měření do druhého měření má změna u všech světových stran klesající tendenci. A tedy povrch podkladu zesvětlal. Nejvíce se změna projevila u vzorků vystavených na východní straně, naopak nejméně namáhanou stranou byla strana severní. Druhým měřeným obdobím bylo období od června do dubna, kdy změny nebyly takřka žádné. Pokud se podíváme na oba obrázky, zpozorujeme značnou změnu odstínu barvy převážně u smrkového dřeva na jižní a východní straně. Dalším měřeným úsekem bylo období od dubna do října, kde vidíme jak u smrku, tak modřínu značný nárůst hodnot ve změně světlostálosti, a to u všech světových stran. Největší změna je u modřínu na jižní straně vystavených vzorků. V tomto období povrch ztmavl. Poslední změna byla měřena v úseku od října do března, tedy opět v zimním období. Změny zde byly naměřeny vyšší než ve stejném období předchozí rok. Všechny hodnoty jsou shromážděny v tab. 5 strana 48.

### 9.2 Změna barvy vzorků smrků a modřínu vystavených v Berkhamsted

Změny barvy tedy světlostálosti u vzorků vystavených ve Velké Británii byly měřeny pouze před jejich samotným transportem a po ukončení expozice a následném dovezení vzorků do laboratorního prostředí Mendelovy univerzity. Z tohoto důvodu porovnáváme vzorky natřené lazurou Lusonol S1023 jen ve zmiňovaném období. Pokud se tedy podíváme na obrázky 22, 23 str. 51 vidíme, že změny světlostálosti povrchu jsou diferenciované. U smrkového podkladu můžeme pozorovat zesvětlení, u vzorků vystavených na jednotlivých světových stranách. Vzorky vystavené na severní a západní straně vykazují takřka totožné hodnoty ve změně světlostálosti, a to v rozmezí od  $-0,3$  do  $-0,4 \Delta E$ . Změny u jižní a východní strany jsou až čtyřnásobně větší a tedy povrch byl světlejší než u severní a východní strany. Světlostálost povrchu můžeme

pozorovat u modřínového podkladu na východní a jižní světové straně, kde hodnoty jsou okolo 0  $\Delta E$ , čili změny barvy smrku jsou zanedbatelné. Naopak u vzorků vystavených na severní a západní straně jsou značné. Vzorky vystavené na severní světové straně vykazují hodnoty, kdy povrch dřevěného obkladu ztmavnul. Naopak vzorky ze západní strany zesvětlaly.

Pokud porovnááme nátěrovou hmotu u obou podkladů, zjistíme různost výsledků jak u smrku, tak u modřínu. Například vzorky vystavené na severu u modřínu ztmavly a u vzorku smrku mírně zesvětlaly. Jestliže porovnáme vzorky vystavené na východní straně, můžeme pozorovat, že povrch nátěrové hmoty u smrku zesvětlal a u modřínu se nezměnil. Musíme brát v potaz jednotlivé odchylky u měření, způsobené vadami, které se mohou vyskytnout u podkladu.

### 9.3 Pozorování změn světlostálosti dle místa expozice

Jestliže porovnáme změnu barvy povrchu nátěrových hmot u dřevěného podkladu smrku vlivem působení povětrnostních podmínek v místě expozice Brna a Berkhamstedu zjistíme, že naměřené hodnoty jsou odlišné, jak co se týče výsledků změn světlostálosti, tak i světových stran. Nejmenší změna je u strany expozice sever, kde u vzorků vystavených v Brně je hodnota  $\Delta E$  0,2 a v Berkhamstedu – 0,3  $\Delta E$ . U změn týkající se jižní strany je rozdíl značný, zatímco v Brně je hodnota  $\Delta E$  - 0,6 tak v Berkhamstedu je  $\Delta E$  – 1,6. Východní světová strana a její vliv na změnu barvy je takřka shodná jako u jihu. Poslední stranou pro porovnání je západ, zde pozorujeme signifikantní změnu u podkladu vystavených v Brně, jejich hodnota je 0,73  $\Delta E$ , menší změna je u expozice Berkhamsted a to – 0,4  $\Delta E$

Změny týkající se povrchu u podkladu modřín v závislosti na místě vystavení jsou u všech světových stran u Brněnské expozice v kladných hodnotách. To znamená, že povrch ztmavnul. Jednotlivé světové strany jsou následovné. Severní strany jsou obě ve stejných hodnotách, a to u Brna 1  $\Delta E$  a Berkhamsted 0,8  $\Delta E$ . Jižní strana je naopak rozlišná, u Brna je hodnota  $\Delta E$  0,8 a u Berkhamstedu – 0,2  $\Delta E$ . U východní strany expozice je pozorovatelná velká změna hlavně u vzorků vystavených v Brně, kde hodnota je 0,9, načeš u vzorků Berkhamstedu se změna nějak neprojevila. Změny projevující se na západní straně byly taktéž značné, kdy Brněnská hodnota je  $\Delta E$  2 a pro Berkhamsted se hodnota zastavila na čísle – 0,9  $\Delta E$ .

#### 9.4 Změna lesku vzorků smrku a modřínu vystavených v Brně

Jestliže se podíváme na závislosti změny lesku povrchové úpravy na době expozice vzorků obrázku 26 a 27 na straně 55 uvidíme u obou vzorků, tedy smrku i modřínu stagnující křivky, které klesají převážně v rozmezí prvního až třetího měření. Následné výsledky měření jsou zvětší části ustálené, tedy neměnné. Na obrázku 26 strana 55u vzorku smrku s povrchovou úpravou Lusonol S1023 vidíme jednotlivé křivky světových stran. Křivky severu, jihu, východu i západu mají stejný tvar v prvním až třetím měření a jsou značně klesající. Následné hodnoty jsou vyrovnané a takřka stejné jako u měření 3. Největší změna se projevila jen u vzorků vystavených na severní světové straně při 4. měření po 15341 hodinách, kde hodnoty stouply, to mohlo být způsobeno změnou v struktuře podkladu nebo vadou vyskytující se u měřených vzorků. Největší změny lesku se projevují u vzorků vystavených na východní světové straně. Tyto hodnoty jsou téměř dvojnásobné než u ostatních stran. U všech křivek je značný pokles lesku. Vzorky modřínu vystavených v Brně (obr. 27 str. 55) mají také klesající tendenci. Největší změna lesku se projevila u vzorků vystavených na jihu, naopak nejmenší pokles lesku je na vzorcích severní strany. Křivky všech světových stran mají shodný tvar. Po 2192 hodinách působení klimatických vlivů je změna lesku značná, přičemž u následujících měření je pokles mírný. Toto tvrzení můžeme konstatovat u obou podkladů, jak pro smrk, tak pro modřín.

#### 9.5 Změna lesku vzorků smrku a modřínu vystavených v Berkhamsted

Změny lesku povrchové úpravy u vzorků vystavených povětrnosti v Berkhamstedě byly zaznamenány pouze po 18 263 hodinách. Jak u obrázku 28, tak u obrázku 29 strana 57 je změna značná a můžeme konstatovat velký pokles lesku u obou měřených povrchů. Co se týká změny lesku povrchové úpravy nanesené na smrkový podklad (obr. 28), můžeme sledovat velký vliv působení povětrnosti. Nejznačnější změna lesku je ve měřeném období u vzorků vystavených na východní straně. Tato hodnota je trojnásobkem než je tomu u hodnot severu, jihu i západu, kde se změna pohybuje okolo  $-1,5 \Delta G$ . Změny lesku povrchu u dřeva modřín jsou oproti smrku kolísající a mají rozdílné výsledky. Pokud však zhodnotíme změnu lesku jako celku bez ohledu na světové strany, můžeme říct, že se projevil pokles lesku. Nejméně se pokles lesku projevil u vzorků vystavených na západní světovou stranu. Největší vliv povětrnosti se projevil u našich vzorků na jihu a východě. Po době 18263 hodin jsme zde naměřili hodnoty  $-0,76 \Delta G$  u jihu a  $-0,67 \Delta G$  u východu. Celkově



však můžeme tvrdit, že nejvíce se změna lesku u nátěrové hmoty Lusonol S1023 projevila u podkladu smrku.

#### 9.6 Pozorování změn lesku dle místa expozice

Na obrázku 26 strana 55 je zobrazena křivka grafu, kde lze vidět celková změna lesku povrchu ve všech měření. Pro porovnání změny lesku u povrchové úpravy u obou vystavených míst vzorku smrku nám slouží změna mezi prvním a posledním měřením. Změny povrchové úpravy, jak v Brně, tak v Berkhamstedu jsou řádově stejné. Pokud se podíváme na tabulky 8 a 9 na stranách 54 a 56 zjistíme, že největší ztrátou lesku je postižena východní světová strana. U obou míst je hodnota nad 3  $\Delta G$ . Nejmenší změna lesku se projevila u severní světové strany u vzorku vystavených v Brně s hodnotou – 1,97  $\Delta G$  a pro Berkhamsted – 1,12  $\Delta G$ .

U dřeviny modřínu se změnil lesk povrchové úpravy odlišně v závislosti na světových stranách. Nemůžeme zde pozorovat řádově stejné hodnoty jako je tomu u podkladu smrku. V tabulce 8 a 9 na stranách 54 a 56 můžeme porovnat, jaké změny lesku nastaly po 18 263 hodinách. Největší ztráta lesku se projevila u vzorků vystavených na jižní straně na obou místech. U povrchové úpravy u vzorků vystavených v Berkhamstedu byla ztráta lesku nejmenší na západní straně, a to s hodnotou změny lesku – 0,11  $\Delta G$ . Nejmenší změna lesku povrchové úpravy u vzorků vystavených v Brně je na severní straně s hodnotou – 1,12  $\Delta G$ .

#### 9.7 Změna drsnosti vzorků smrku a modřínu vystavených v Brně

Změna drsnosti povrchu u vzorků smrku a modřínu dokončených nátěrovou hmotou Lusonol S1023 vystavených v Brně je rozdílná, a to jak u hodnot měřených kolmo na vlákna, tak také u hodnot podél vláken. U vzorků smrku docházelo k poklesu drsnosti povrchové úpravy jak kolmo, tak podél k vláknům v záporných hodnotách. Mezi prvním měřením a druhým u měření kolmo k vláknům je pokles drsnosti o 22 %. Dalším obdobím je doba po uplynutí 10 227 hodin, oproti druhému měření zde je narůst o 18 %. Od třetího měření až po závěrečné jsou hodnoty ustáleny, a to okolo hodnoty 7  $\Delta Ra$ . Hodnoty, které jsou v tabulce 10 strana 58 měření podél vláken smrku, se hodnoty drsnosti povrchové úpravy mění nepatrně a to v průměru o 3 %. Průběh jednotlivých změn je mezi jednotlivými měřeními zaznamenán v grafu na obrázku 30 strana 59.

Naopak je to u lazury u vzorků modřínu, zde jsou hodnoty kladné. Největší změna je u měření kolmo na vlákna, a to po uplynutí 10 227 hodin. Změnu můžeme vyjádřit procentuálně, ta se navýšila o 59 %. Po následném měření, které proběhlo 31.10. hodnota opět klesla, a to o 25 %. Jestliže se podíváme na obrázek 31 strany 59, vidíme u změny drsnosti podél vláken značnou změnu v rozmezí prvního a druhého měření. U ostatních měření je hodnota ustálena od 1,5 do 2  $\Delta R_a$ .

#### 9.8 Změna drsnosti vzorků smrku a modřínu vystavených v Berkhamstedu

Co se týká změn drsnosti u lazury Lusonol S1023 vystavených ve Velké Británii porovnáваме opět jen první měření a konečné. Pokud se podíváme na měření povrchu smrku kolmo k vláknům, vidíme nárůst drsnosti po uplynutí 18 263 hodin o 23 %. Stejnou hodnotou se projeví změny i u drsnosti povrchu podél vláken u téhož podkladu. Hodnota změny drsnosti povrchu u modřínu kolmo k vláknům se změnila o  $-0,23 \Delta R_a$ , procentuálně je pokles o 4 %. Měření rovnoběžně k vláknům dopadlo, co se týká hodnot, obdobně jako u měření kolmo k vláknům. Avšak jeho hodnoty stouply o 4 %. Všechny hodnoty můžeme pozorovat na tabulce 11 strana 60.

#### 9.9 Pozorování změn drsnosti povrchu dle místa expozice

Tabulky 10 a 11 na straně 58 a 60 nám udávají bližší informace o jednotlivých hodnotách drsnosti povrchu a také o změnách mezi měřeními. Porovnáme-li hodnoty změn drsnosti povrchu u smrku kolmo k vláknům vystavených v Brně a v Berkhamstedu, vidíme, že drsnost u vzorků v Brně klesla o 33 %, načež u vzorků v Berkhamstedu stoupla o 23 %. Co se týká hodnot  $\Delta R_a$  u směru rovnoběžném k vláknům, tak pro Brno je 5,16  $\Delta R_a$ . Ta klesla oproti původnímu stavu o 11 %. Pro Berkhamsted je hodnota  $\Delta R_a$  7,15 a stoupla o 23 %.

U vzorků modřínu, které byly vystaveny v Brně, je změna kolmo k vláknům stoupající tendence, a to o 36 %. To znamená, že změna stoupla o hodnotu 2,36  $\Delta R_a$ . V případě vzorků, které byly vystaveny ve Velké Británii, hodnoty kolmo k vláknům klesly, a to o 4 % z hodnoty původní 6,59  $\Delta R_a$  na 6,36  $\Delta R_a$ . Podíváme-li se na stejnou tabulku, ale na výsledky naměřené rovnoběžně k vláknům, vidíme, že hodnoty, jak pro Brno, tak pro Berkhamsted, mají stoupající trend. U povrchu vzorků vystavených v Brně stoupla o 32 % a u vzorků vystavených v Berkhamstedu jen o 4 %.

## 10 ZÁVĚR

Výsledky naměřených hodnot nám ukazují, že vliv klimatických podmínek měst Brna a Berkhamstedu na vlastnosti fyzikálních změn a světlostálosti nejsou signifikantní (viz tab. 5,6 str. 48,50). Vlivů na povrchovou úpravu, co se týká světlostálosti, je spousta. Mezi ty nejdůležitější patří druh podkladu dokončeného nátěrovou hmotou, barva nátěrové hmoty, pojivo a také světová strana, kde byl konkrétní vzorek vystaven. Velikost barevné změny na povrchu bez ohledu na světovou stranu se projevila nejvíce u vzorků dřeviny modřínu vystavených v Brně. Pokud máme zmínit světovou stranu s největším dopadem na změnu světlostálosti, bude to západ se změnou  $2 \Delta E$  oproti původním hodnotám. Vliv světových stran je viditelný jak u expozice v Brně, tak v Berkhamstedu.

Úbytek lesku ovlivněný dobou, kterou byly vzorky vystaveny na klimatických podmínkách obou zemí je způsobený degradací nátěrového filmu povrchové. Nejvíce se projevil na jižní a východní straně. Lesk nátěrové hmoty u všech vzorků klesal, až na měření č. 4 vzorků smrku na stanovišti v Brně, kde po uplynutí 15 341 hodin došlo k nárůstu lesku. Očekávalo se, že pokles lesku bude více značný u vzorků vystavených v Berkhamstedu. Avšak podle dosažených výsledků (viz tab. 8,9 str. 54, 56), jsou změny lesku povrchové úpravy u obou dřevin v místě vystavení Brna vyšší.

Trend zvyšující se drsnosti povrchové úpravy úměrně s délkou expozice se nepotvrdil u všech měřených hodnot. Nejblíže k tomu bylo měření rovnoběžně k vláknům, s výjimkou smrku vystaveného na stanovišti v Brně. Drsnost povrchu nátěrového filmu u obou míst expozice při měření kolmo k vláknům značně kolísala a nemůžeme konstatovat fakt, že s délkou expozice drsnost stoupá.

U všech fyzikálních i mechanických změn povrchu nátěrové hmoty nanesené na vzorky vystavené ve Velké Británii se očekávaly horší výsledky. Díky známému klimatu, kdy je území zasaženo velkým srážkovým spadem, jsme se domnívali, že bude docházet k degradaci ligninu a následnému vyplavování, a s tím spojené nesouměrnosti povrchu dřeva. U modřínu byly pozorovány tečny výronů pryskyřic téměř u všech vzorků. Naopak u smrku se vyskytovaly trhliny na povrchu nátěrové hmoty, a to převážně u vzorků vystavených v Brně, obě vady mají vliv na všechny zmíněné vlastnosti.

## SUMMARY

The results of measured values show that the influence of climatic conditions in Brno and Berkhamsted to the properties of the physical changes and lightfastness are not significant (see Table 5.6 p. 48, 50). There are a lot of impacts on surface treatment in terms of lightfastness. The most important ones are the type of ground coating finished by paint, colour of paint coating, binders and a cardinal point where a particular sample was exposed. Significant changes in colour on the surface regardless of the cardinal point was reflected most on the samples of larch wood exposed in Brno. In terms of cardinal point with the greatest impact on the change in light fastness, this will be West direction with change of  $\Delta E$  compared to the original values. The influence of the cardinal point is visible, both in the exposition in Brno and in Berkhamsted.

Loss of gloss which was influenced by the time, during which the samples were exposed to the climatic conditions of the two countries, is due to degradation of the film surface. It was most reflected on the southern and eastern side. Gloss of paints for all samples fell to value no. 4 with the samples of spruce on the exposition in Brno, where after 15,341 hours the gloss increased. It was expected that a reduction in gloss will be more significant in samples exposed in Berkhamsted. However, according measured results (see Tab. 8.9, p. 54, 56), changes in gloss of surface treatment of both species in the exposure in Brno are higher.

The trend of increasing roughness of the surface treatment with the length of exposure was not confirmed for all the measured values. The closest to this was measurement parallel to the fibers, with the exception of spruce wood exposed in Brno. Surface roughness of coating film at both places of exposure when measured perpendicularly to fibers fluctuated substantially, so we cannot state the fact that the length of exposure roughness increases.

For all the physical and mechanical changes in surface coatings, applied to samples exposed in the UK, were expected worse results. Due to known British climate, when the area experiences frequent rain, we expected degradation of lignin and its subsequent leaching which would be associated with asymmetry of the wood surface. With larch wood, there was observed the resin exudation nearly with all samples. On the contrary, with spruce wood, there occurred cracks on the surface of the paint, mostly in samples exposed in Brno and both defects affect all of said properties.

## 11 SEZNAM ZKRATEK A JEDNOTEK

°C – stupeň celsia

cm – centimetr

cm<sup>3</sup> – centimetr krychlový

č. – číslo

g – gram

g/m<sup>2</sup> – gramu na metr čtverečný

h. – hodin

kg – kilogram

m. n. m. – metrů nad mořem

m/min – metr za minutu

m<sup>2</sup> – metr čtvereční

mm – milimetr

Mm – milimetr

MPa – megapascal

NH – nátěrová hmota

nm – nanometr

P<sub>p</sub>, R<sub>p</sub>, W<sub>p</sub>, Z<sub>p</sub> – nejvyšší výška výstupku profilu

P<sub>v</sub>, R<sub>v</sub>, W<sub>v</sub>, Z<sub>v</sub> – nejvyšší hloubka prohlubně profilu

R<sub>a</sub> – průměrná aritmetická úchylka profilu

R<sub>z</sub> – nejvyšší výška profilu

s – sekunda

směr. Odch. – směrodatná odchylka

UV – Ultra violet (ultrafialový)

VOC – obsah těkavých organických látek

ΔE – barevná odchylka

ΔG – odchylka lesku

## 12 POUŽITÉ ZDROJE:

- BULIAN, F., 2009. *Wood coatings: Theory and practice*. Amsterdam. Elsevier B. V.
- BUMBÁLEK, B., ODVODY, V., OŠŤÁDAL, B., 1998. *Drsnost povrchu*, Praha.
- COUFAL, R., 1984. *Dřevěné obklady* Nakladatelství technické literatury, Praha.
- DEJMAL, A., 1995. *Základy hydrotermické úpravy a ochrany dřeva*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- DUBOVSKÝ, J., BABIAK, M., ČUNDERLÍK, I., 2003. *Textúra, štruktúra a úžitkové vlastnosti dreva: Návod na cvičenia*. Vyd. 3. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene.
- DUSIL, P., 2009. *Životnosť povrchovej úpravy dřevěných stavebně-truhlářských konstrukcí a dílů*. č. 3, str. 31 – 33.
- EVANS, PD., MICHELL, AJ., SCHMAKL, KJ., 1992. *Studies of the degradation and protection of wood surface*. Wood Sci Technol 26:151-163.
- HORÁČEK, P., 2008. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I*. Vyd. 2. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- HOVORKA, J., 2004. *Nátěry dřeva*. č. 3, str. 33 – 35.
- HULÍNSKÝ, P., BITTMANN, R., 2009. *Učební text pro obor Truhlář*. Brno, Střední škola polytechnická, Brno.
- HUNT, R. W. G., 1991. *Measuring Colour*, ed. 2nd. Chichester: Ellis Horwood, England.
- KIERULF, B., SANDANUS, J., 2012. *Drevená fasáda - atraktívne riešenie volkajšej architektury*, Materiály pro stavbu. Roč. 18, č. 8, str. 14-18.
- KRÁL, P., HRÁZKÝ, J., 2005. *Kompozitní materiály na bázi dřeva, Část 2: Dýhy a vrstvené masivní materiály*. Vyd. 1. Brno, Mendelova univerzita v Brně.
- KUBOVSKÝ, I., URGELA, S., 2004. *Farba a svetlo*. Vyd. 1. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene.

- KÚDELA, J., 2012. *Povrchové vlastnosti dřeva z pohľadu jeho povrchovej úpravy nátěrovými látkami.*
- LIPTÁKOVÁ, E. et al., 1995. *Influence od mechanical surface treatmant od wood the petting process:* In Holzforschung.
- MILIČ, R., 2008. *Nátěry dřeva – Vady nových nátěrů.*č. 1 str. 33 – 35.
- NUTSCH, W., 1999. *Příručka pro truhláře.* 1. vyd. Praha: Sobotáles.
- POŽGAJ, A., et al., 1997. *Štruktura a vlastnosti dřeva,* Vyd. 2. Příroda, Bratislava
- ŠLEZINGEROVÁ, J., GANDELOVÁ, L., 2002. *Stavba dřeva.* Brno. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- THOMAS, T. R., 1999. *Rough Surfaces,* Vyd. 2. Imperial College London.
- WHITEHOUSE, D., 1974. *Stylus Techniques: In Kane, P.F., Larrabee, G.B.* Vyd. *Characterizatio of Solid Surfaces.* New York: Plenum Press.
- ZEMIAR, J., et al., 2009. *Technológia výroby nábytku.* Vyd. 1. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene.
- ŽÁK, J., REINPRECHT, L., 1998. *Ochrana dřeva ve stavbě.* Praha. ABF a.s., 95s
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [online] [cit. 21.3.2017]. dostupné z: <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data#>>
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [online] [cit. 22.3.2017]. dostupné z: <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>>
- DORNYAK, O.R. 2003. [online] [cit. 15.3.2017]. dostupné z: <<http://www.itmo.by/jepter/762003e/cont76.html>>
- DRAGANOVSKÁ, D. 2009. *Analýza mikrogeometrie kovových povrchu*[online] [cit. 16.3.2017]. dostupné z: <<http://www.sjf.tuke.sk/>>
- DRSNOMĚR Mitutoyo SJ - 201 [online] [cit. 25.3.2017]. dostupné z:<[https://www.atecorp.com/ATECorp/media/pdfs/data-sheets/Mitutoyo-SJ01P\\_Datasheet.pdf](https://www.atecorp.com/ATECorp/media/pdfs/data-sheets/Mitutoyo-SJ01P_Datasheet.pdf)>

DŘEVINY VE VELKÉ BRITÁNII [online] [cit. 15.3.2017]. dostupné z: <<https://www.homebuilding.co.uk/timber-cladding/>>.

DULUXMALIR [online] [cit. 20.3.2017]. dostupné z: <<http://www.duluxmalir.cz/>>

FOJUTOWSKI A, WRÓBLEWSKA H, KOMOROWICZ M, KROPACZ A, NOSKOWIAK A, POMIAN I. *Changes in the properties of English oak wood (Quercus robur L.) as a result of remaining submerged in Baltic Sea waters for two years*. International Biodeterioration & Biodegradation [serial on the Internet]. (2014), [cit. 24.3.2017]. 86(Part B): 122-128. Available from: ScienceDirect.

KLIMATICKÉ ÚDAJE [online] [cit. 12. 3. 2017]. dostupné z: <<https://en.climate-data.org/location/715083/>>

MNOŽSTVÍ SRÁŽEK [online] [cit. 12. 3. 2017]. dostupné z: <<https://weather-andclimate.com/>>

PISKAČ, V. 2011. Zobrazování barev systémem RGB [online] [cit. 18. 3. 2017]. dostupné z: <<http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/fyzika/rgb.pdf>>

POČASÍ V ANGLII A BRNĚ [online] [cit. 12. 3. 2017]. dostupné z: <<https://www.meteoblue.com/>>

POČASÍ VELKÁ BRITÁNIE [online] [cit. 12. 3. 2017]. dostupné z: <<https://weather.com/en-GB/unitedkingdom/weather>>

POYNTON, CH. 1997. *Frequently Asked Questions about Color* [online] [cit. 18.3.2017]. dostupné z: <<http://www.poynton.com/PDFs/ColorFAQ.pdf>>

SPECTRO-GUIDE 45/0 GLOSS [online] [cit. 25. 3. 2017] dostupné z: <<https://www.byk.com/en/instruments/products/color-measurement/portable-spectrophotometers.html>>

WILLIAM, C. FEIST, 1988. *Outdoor Wood Weathering and Protection* [online] [cit. 21. 3. 2017] dostupné z:

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

ZEJDA, J. TIPPNER, J. SEBERA, V. KOŇASOVÁ, E. DÁNIEL, V. 2007.

[online] [cit. 15. 3. 2017] Dostupné z:

<<https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/index.pl?cast=9186>>.



ZMEŠKAL, O. ČEPPAN, M. DZIK, P. 2002. *Barevné prostory a správa barev* [online] [cit. 18.3.2017] Dostupné z: <<http://www.fch.vut.cz/>>

ČSN EN 927:*Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve venkovním prostředí*, 1998.

ČSN EN 350 – 2:*Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Přirozená trvanlivost rostlého dřeva. Část 2: Přirozená trvanlivost a impregnovatelnost vybraných dřevin důležitých v Evropě*, 1996.

ČSN EN ISO 4287:*Geometrické požadavky na výrobku (GPS). Struktura povrchu: Termíny, definice a parametry struktury povrchu*, 1999.

STN EN ISO 4287:*Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Charakter povrchu: Profilová metóda – Termín, definície a parametre charakteru povrchu*, 1997.

### 13 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Barevné spektrum viditelného elektromagnetického záření (Zdroj:www.fyzika.net) .....	26
Tab. 2 Kvalifikace podle účelu použití (Zdroj: ČSN EN 927-1) .....	35
Tab. 3 Tabulka tloušťky povlaku (Zdroj: ČSN EN 927-1) .....	35
Tab. 4 Datum jednotlivých měření .....	47
Tab. 5 Barevné změny povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny .....	48
Tab. 6Barevné změny povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny .....	50
Tab. 7 Celková změna barvy v místě umístění vzorků Brna a Berkhamstedu .....	52
Tab. 8 Změny lesku povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny .....	54
Tab. 9 Změny lesku povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny .....	56
Tab. 10 Změny drsnosti povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny .....	58
Tab. 11 Změny drsnosti povrchu v závislosti na délce expozice a druhu dřeviny .....	60

## 14 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Průměrné teploty a úhrn srážek Brno (Zdroj:www.meteoblue.com) .....	13
Obr. 2 Množství sněhových srážek (cm) a sněhové dny (Zdroj:www.worldweatheronline.com) .....	14
Obr. 3 Průměrné teploty a úhrn srážek Berkhamsted (Zdroj:www.meteoblue.com)....	15
Obr. 4 Poloha města vůči Velké Británii (Zdroj:www.berkhamsted.co.uk) .....	16
Obr. 5 Bližší specifikace Berkhamstedu (Zdroj:weather-forecast.com).....	16
Obr. 6 Množství sněhových srážek (cm) a sněhové dny (Zdroj:www.worldweatheronline.com) .....	16
Obr. 7 Profil a základní parametry drsnosti povrchu (STN EN ISO 4287) ....	24
Obr. 8 Největší výška výstupku profilu (ČSN EN ISO 4287) .....	24
Obr. 9 Největší hloubka prohlubní profilu (ČSN EN ISO 4287).....	25
Obr. 10 RGB systém (Zdroj:www.caparoldata.cz) .....	27
Obr. 11 XYZ Systém Zdroj:www.elearn.vsb.cz) .....	28
Obr. 12 Barevný prostor CIELAB (Zdroj: <a href="http://www.kvd.zcu.cz">www.kvd.zcu.cz</a> ) .....	28
Obr. 13 Spectro guide Byk gardner (Zdroj:vlastní) .....	41
Obr. 14 spectro-guide 45/0 gloss (Zdroj:vlastní).....	42
Obr. 15 Vzorky vystavené na stojanech v areálu školy (Zdroj:vlastní).....	43
Obr. 16 Vzorky vystavené na stojanu ve městě Berkhamsted (Zdroj:vlastní) .....	44
Obr. 17 Vrchní strana lazury (Zdroj:vlastní) .....	45
Obr. 18 lazura lusonol S1023 (Zdroj:www.colorlak.cz) .....	45
Obr. 19 Měření drsnosti pomocí drsnoměru SJ-201 (Zdroj:vlastní) .....	46
Obr. 20 Změna barvy nátěrové hmoty u dřeviny smrk v místě expozice Brno .....	49
Obr. 21 Změna barvy nátěrové hmoty u modřínu v místě expozice Brno .....	49
Obr. 22 Změna barvy nátěrové hmoty u smrku v místě expozice Berkhamsted .....	51
Obr. 23 Změna barvy nátěrové hmoty u modřínu v místě expozice Berkhamsted .....	51
Obr. 24 Celková změna podle $\Delta E^*$ pro Brno.....	52
Obr. 25 Celková změna podle $\Delta E^*$ pro Berkhamsted .....	53
Obr. 26 Změna lesku nátěrové hmoty u dřeviny smrk v místě expozice Brno .....	55
Obr. 27 Změna lesku nátěrové hmoty u dřeviny modřín v místě expozice Brno .....	55
Obr. 28 Změna lesku nátěrové hmoty u smrku v místě expozice Berkhamsted .....	57
Obr. 29 Změna lesku nátěrové hmoty u modřínu v místě expozice Berkhamsted .....	57
Obr. 30 Změna drsnosti nátěrové hmoty u dřeviny smrk v místě expozice Brno .....	59

- Obr. 31 Změna drsnosti nátěrové hmoty u dřeviny modřín v místě expozice Brno ..... 59
- Obr. 32 Změna drsnosti nátěrové hmoty u smrku v místě expozice Berkhamsted ..... 60
- Obr. 33 Změna drsnosti nátěrové hmoty u modřínu v místě expozice Berkhamsted .... 61

## **15 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 Meteorologická data pro Brno a Berkhamsted dle

[www.worldweatheronline.com](http://www.worldweatheronline.com) v průběhu měření od února 2015 do března 2017

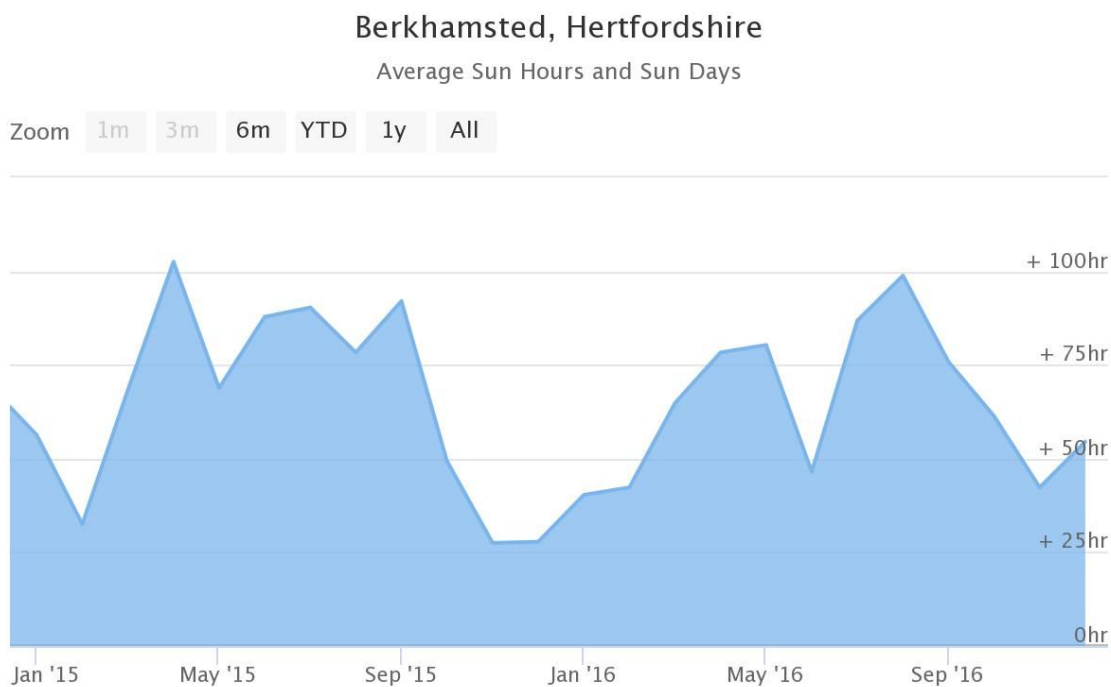
Příloha č. 2 Tabulky měřených hodnot

## 16 PŘÍLOHY

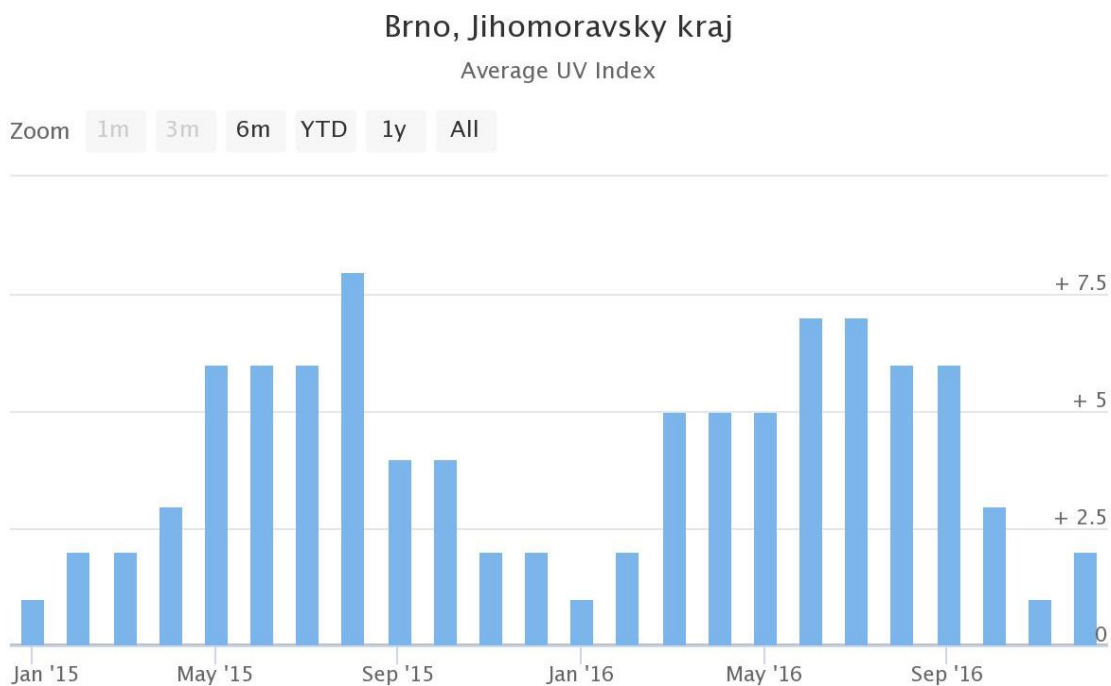
### Příloha č. 1



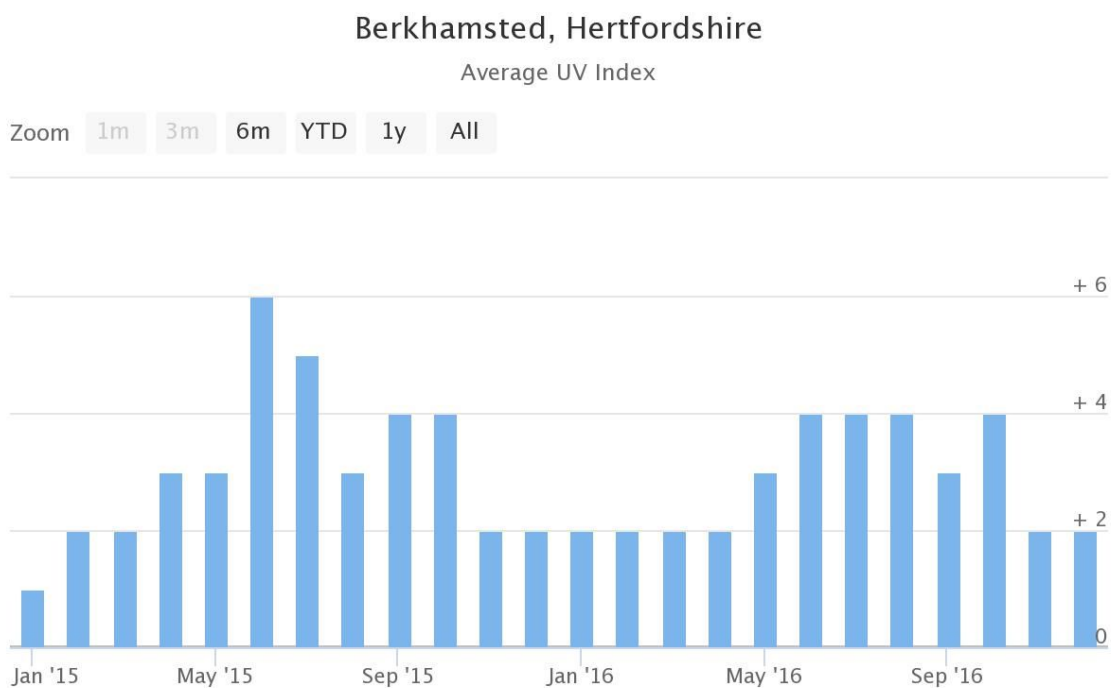
Obrázek 1: množství slunečního svitu v hodinách v Brně v průběhu měření od února 2015 do března 2017



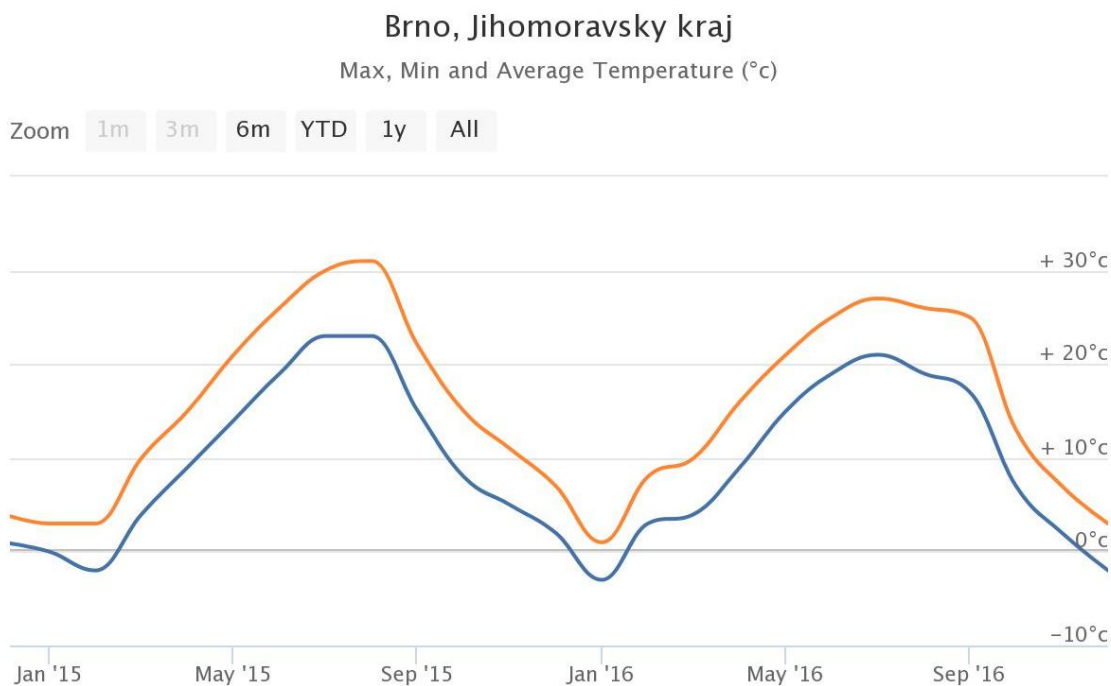
Obrázek 2: množství slunečního svitu v hodinách v Berkhamstedu v průběhu měření od února 2015 do března 2017



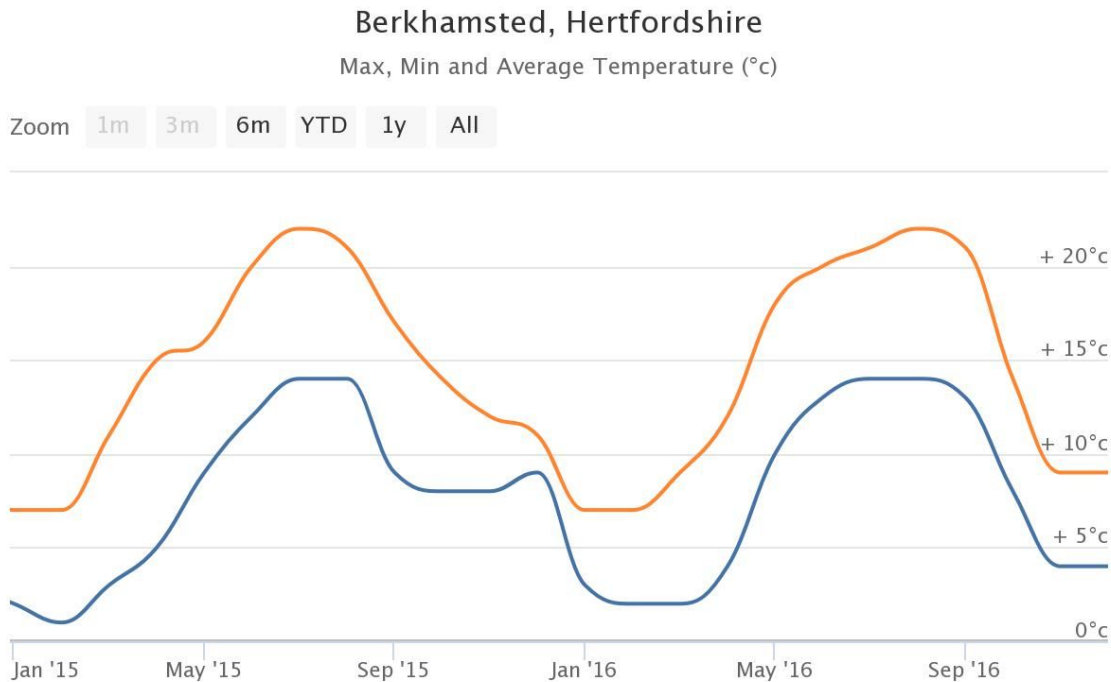
Obrázek 3: hodnota UV indexu slunečního svitu v Brně v průběhu měření od února 2015 do března 2017



Obrázek 4: hodnota UV indexu slunečního svitu v Berkhamstedu v průběhu měření od února 2015 do března 2017

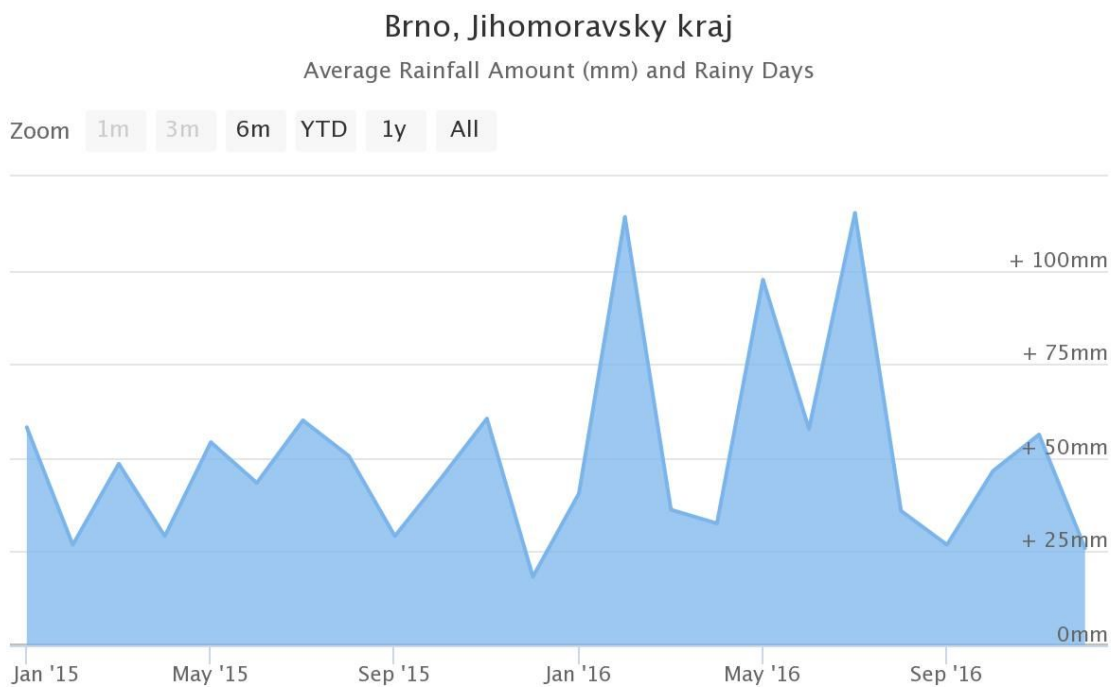


Obrázek 5: teplota ve stupních Celsia v Brně v průběhu měření od února 2015 do března 2017

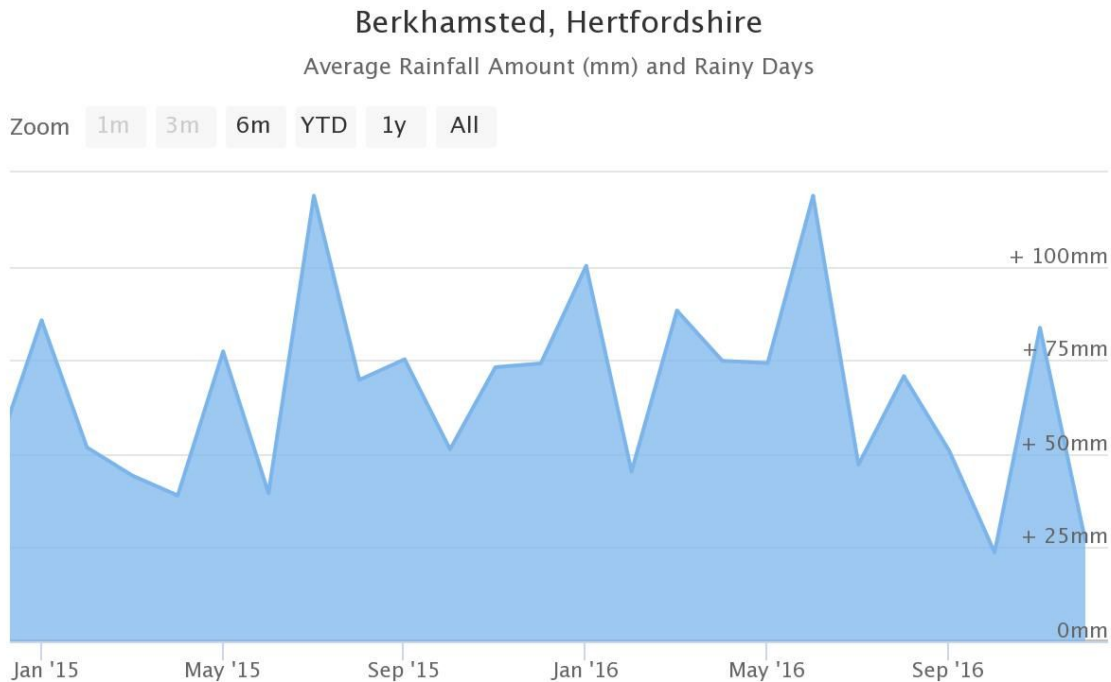


Obrázek 6: teplota ve stupních Celsia v Berkhamsted v průběhu měření od února 2015 do března 2017





Obrázek 7: množství srážek v milimetrech na území Brna v průběhu měření od února 2015 do března 2017



Obrázek 8: množství srážek v milimetrech na území Berkhamstedu v průběhu měření od února 2015 do března 2017

## Příloha č. 2

Tabulka 1: Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu smrk vystavené na severní světové straně

Popis	Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu smrk vystavené na severní světové straně																	
	BRNO												BERKHAMSTED					
	1. Měření (3. 2. 2015)						5. Měření (24. 3. 2017)						5. Měření (24. 3. 2017)					
	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*
1	36,94	14,26	18,39	-55,61	12,53	21,79	32,97	6,60	9,79	-60,18	6,44	13,04	31,82	7,67	10,81	-61,34	7,52	14,06
2	32,27	10,90	13,98	-60,28	9,17	17,39	32,06	6,80	9,81	-61,10	6,65	13,05	33,11	7,00	10,49	-60,04	6,84	13,73
3	33,63	12,80	15,90	-58,92	11,07	19,31	32,80	7,59	11,24	-60,35	7,43	14,48	32,30	6,91	10,75	-60,85	6,75	13,99
4	35,01	13,72	16,98	-57,54	11,99	20,38	33,11	7,06	10,25	-60,04	6,91	13,50	32,23	7,24	10,59	-60,92	7,09	13,83
5	35,53	12,48	15,93	-57,02	10,75	19,33	31,93	6,80	9,91	-61,22	6,65	13,15	32,41	7,66	10,77	-60,74	7,51	14,02
6	32,65	10,99	14,20	-59,90	9,26	17,61	32,93	6,56	9,92	-60,22	6,40	13,16	33,41	7,16	10,70	-59,74	7,00	13,94
7	32,76	9,92	13,29	-59,79	8,19	16,70	32,25	6,85	9,89	-60,90	6,70	13,13	33,51	7,20	10,71	-59,65	7,05	13,95
8	32,47	9,31	12,80	-60,08	7,58	16,20	33,12	7,44	10,93	-60,03	7,29	14,17	32,54	7,36	10,49	-60,62	7,20	13,73
9	31,52	10,60	14,26	-61,04	8,86	17,67	32,70	7,14	10,51	-60,45	6,99	13,75	32,35	7,64	10,60	-60,80	7,48	13,84
10	31,85	9,32	11,74	-60,70	7,58	15,15	31,44	6,77	10,07	-61,71	6,61	13,32	31,96	7,76	10,25	-61,19	7,60	13,49
11	32,95	10,05	13,11	-59,60	8,32	16,52	33,20	6,77	10,12	-59,95	6,61	13,37	33,12	7,29	10,59	-60,03	7,13	13,83
12	34,88	12,16	15,68	-57,68	10,42	19,09	28,72	15,20	3,79	-64,43	15,04	7,03	32,79	6,80	10,32	-60,36	6,64	13,56
13	32,01	11,37	14,73	-60,54	9,64	18,14	31,81	6,50	9,45	-61,34	6,34	12,69	33,39	7,63	10,76	-59,76	7,47	14,01
14	34,51	12,37	16,04	-58,04	10,64	19,45	31,43	6,77	9,85	-61,72	6,62	13,09	33,01	7,60	10,81	-60,14	7,44	14,06
15	34,42	12,96	16,58	-58,14	11,23	19,99	31,59	6,59	9,50	-61,56	6,43	12,74	32,86	7,37	10,41	-60,30	7,21	13,65
16	33,40	10,84	14,01	-59,15	9,11	17,42	32,75	7,29	10,17	-60,41	7,13	13,41	33,08	6,46	10,22	-60,07	6,30	13,46
17	35,10	13,03	16,81	-57,46	11,30	20,22	33,75	7,82	11,10	-59,40	7,66	14,34	31,71	5,18	10,65	-61,44	5,02	13,89
18	37,70	14,88	20,26	-54,86	13,15	23,67	33,06	7,06	10,43	-60,09	6,90	13,68	33,19	6,63	10,46	-59,96	6,47	13,70
19	31,84	13,01	17,07	-60,72	11,27	20,48	31,55	7,03	10,38	-61,60	6,88	13,62	32,40	6,83	10,50	-60,75	6,68	13,74
20	32,49	10,94	14,33	-60,07	9,21	17,74	31,69	6,90	10,16	-61,46	6,75	13,41	32,56	6,46	10,31	-60,59	6,30	13,55

Tabulka 2: Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu modřín vystavené na severní světové straně

Popis	Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu modřín vystavené na severní světové straně																	
	BRNO												BERKHAMSTED					
	1. Měření (3. 2. 2015)						5. Měření (24. 3. 2017)						5. Měření (24. 3. 2017)					
	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*
1	34,24	11,00	14,33	-58,32	9,27	17,74	32,75	6,40	9,12	-60,40	6,25	12,36	32,26	7,80	11,06	-60,89	7,64	14,31
2	33,98	11,09	14,21	-58,58	9,36	17,62	32,45	7,01	9,68	-60,70	6,85	12,92	32,49	7,21	10,50	-60,66	7,05	13,75
3	36,63	13,41	17,61	-55,93	11,68	21,02	30,93	6,67	9,23	-62,22	6,51	12,47	31,65	7,56	10,89	-61,50	7,40	14,13
4	33,04	9,84	12,97	-59,51	8,11	16,38	31,19	6,24	8,73	-61,97	6,08	11,97	31,53	7,97	11,47	-61,63	7,81	14,71
5	33,94	11,42	14,54	-58,61	9,69	17,95	30,43	6,14	8,70	-62,72	5,99	11,94	30,60	7,31	10,95	-62,55	7,15	14,19
6	34,44	12,27	15,52	-58,11	10,54	18,93	33,16	7,10	10,07	-59,99	6,94	13,32	33,39	7,99	10,90	-59,76	7,83	14,14
7	32,89	9,85	12,98	-59,66	8,11	16,39	30,92	5,96	8,92	-62,23	5,80	12,16	33,27	8,08	11,17	-59,88	7,92	14,42
8	38,64	16,52	23,41	-53,92	14,79	26,82	30,61	6,06	9,01	-62,54	5,91	12,25	33,08	7,73	10,53	-60,07	7,57	13,77
9	31,93	11,62	15,13	-60,63	9,89	18,53	31,63	6,00	8,66	-61,52	5,84	11,90	34,79	7,74	11,04	-58,37	7,59	14,28
10	32,18	12,49	16,36	-60,38	10,76	19,77	30,38	5,97	9,15	-62,77	5,81	12,39	33,15	7,81	10,82	-60,00	7,65	14,06
11	34,54	13,65	17,88	-58,01	11,92	21,29	31,83	6,91	9,73	-61,33	6,75	12,97	32,52	7,72	10,40	-60,63	7,56	13,65
12	33,17	11,50	14,78	-59,39	9,77	18,19	32,53	6,86	9,33	-60,62	6,70	12,58	33,43	7,79	10,53	-59,72	7,63	13,77
13	34,38	11,73	14,89	-58,18	10,00	18,30	30,66	6,39	9,38	-62,49	6,24	12,62	31,62	7,26	10,09	-61,53	7,10	13,34
14	33,91	13,20	16,95	-58,64	11,46	20,36	31,16	6,41	9,29	-61,99	6,25	12,54	32,55	7,86	10,68	-60,60	7,70	13,93
15	32,04	10,08	13,55	-60,51	8,34	16,96	31,96	6,49	9,18	-61,19	6,33	12,42	32,77	7,52	10,28	-60,38	7,36	13,53
16	33,12	12,91	16,98	-59,44	11,17	20,39	31,69	6,62	9,33	-61,46	6,46	12,57	34,04	7,81	11,27	-59,11	7,66	14,51
17	32,30	10,93	14,42	-60,25	9,20	17,83	32,47	7,03	10,39	-60,68	6,87	13,63	35,15	8,74	12,15	-58,00	8,58	15,40
18	33,50	12,66	16,52	-59,05	10,93	19,93	31,90	7,01	10,35	-61,26	6,85	13,60	34,69	8,08	11,58	-58,46	7,92	14,82
19	33,47	11,92	15,59	-59,08	10,19	19,00	30,73	6,28	8,85	-62,42	6,13	12,10	33,95	7,87	10,99	-59,20	7,71	14,23
20	33,79	12,26	15,84	-58,77	10,53	19,25	31,11	6,68	9,18	-62,04	6,52	12,43	34,43	7,82	11,27	-58,72	7,67	14,52

Tabulka 3: Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu smrk vystavené na východní světové straně

Popis	Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu smrk vystavené na východní světové straně																	
	BRNO												BERKHAMSTED					
	1. Měření (3. 2. 2015)						5. Měření (24. 3. 2017)						5. Měření (24. 3. 2017)					
	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*
1	33,09	10,74	13,89	-59,47	9,01	17,30	30,97	6,41	9,63	-59,29	6,80	14,75	32,88	6,93	10,49	-59,51	7,82	14,43
2	30,50	11,19	15,46	-62,05	9,45	18,87	32,83	6,46	9,91	-61,43	6,64	13,54	33,00	7,15	11,35	-59,74	7,90	14,46
3	32,75	13,50	17,90	-59,81	11,76	21,31	30,50	6,49	9,37	-61,95	6,27	13,67	32,88	5,75	11,60	-60,38	7,07	14,50
4	31,14	12,86	17,19	-61,42	11,13	20,60	30,91	6,12	9,16	-60,69	6,39	13,39	32,96	7,17	10,85	-61,22	5,85	14,81
5	30,71	12,70	17,26	-61,85	10,97	20,67	30,39	6,38	9,46	-63,18	5,79	12,58	32,91	7,03	10,98	-60,26	7,23	14,08
6	32,50	9,56	12,73	-60,06	7,83	16,14	30,74	6,30	9,35	-60,20	6,22	13,35	32,99	7,17	10,80	-59,49	7,89	14,52
7	31,77	11,93	15,61	-60,79	10,20	19,02	31,63	6,39	9,80	-61,02	6,62	13,95	32,55	6,80	10,53	-60,44	7,09	13,88
8	32,81	11,21	14,35	-59,74	9,48	17,76	30,32	6,33	9,59	-60,47	6,87	14,04	32,30	7,33	10,78	-60,33	7,08	14,01
9	35,80	13,37	17,90	-56,75	11,64	21,30	29,78	6,03	9,32	-62,32	5,95	12,30	31,12	6,60	10,66	-60,28	7,57	14,28
10	32,99	10,43	13,57	-59,57	8,69	16,98	30,51	6,10	9,36	-61,30	5,80	12,71	31,96	6,96	10,65	-60,37	7,00	13,74
11	33,35	11,01	14,33	-59,21	9,28	17,73	31,68	6,78	9,85	-60,09	6,20	13,66	32,26	7,58	10,90	-59,60	7,75	14,41
12	32,99	12,28	16,05	-59,56	10,55	19,46	31,63	6,69	9,86	-60,06	6,27	13,53	32,83	7,40	10,82	-60,00	7,91	14,56
13	32,25	13,03	17,17	-60,30	11,30	20,58	30,23	6,14	9,45	-60,73	6,71	13,98	32,28	7,14	10,47	-59,81	7,15	13,99
14	34,57	12,26	15,48	-57,98	10,53	18,89	30,26	5,96	9,29	-61,95	6,09	12,95	32,85	7,03	11,45	-60,35	7,01	14,00
15	33,42	12,56	15,99	-59,14	10,83	19,39	31,53	6,35	9,44	-61,33	6,36	13,20	31,82	7,16	10,32	-60,09	7,76	14,37
16	32,63	10,07	13,64	-59,92	8,34	17,04	31,66	6,54	9,54	-60,52	6,20	13,86	32,00	6,99	10,39	-59,74	7,69	14,43
17	32,93	10,25	12,81	-59,62	8,52	16,22	30,69	6,45	9,67	-60,10	6,64	13,80	32,69	8,22	11,09	-60,95	6,62	14,45
18	32,88	10,28	13,34	-59,67	8,55	16,75	31,01	6,39	9,41	-60,19	6,34	13,85	32,23	7,02	10,67	-61,09	6,68	14,49
19	33,70	12,29	15,75	-58,86	10,56	19,16	29,67	6,01	9,03	-60,78	5,97	13,03	32,73	7,54	10,83	-60,16	7,66	14,16
20	33,05	10,12	13,38	-59,50	8,39	16,79	31,58	6,60	9,52	-62,67	5,86	12,87	32,28	7,51	10,79	-59,66	7,19	13,76

Tabulka 4: Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu modřín vystavené na východní světové straně

Popis	Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu modřín vystavené na východní světové straně																	
	BRNO												BERKHAMSTED					
	1. Měření (3. 2. 2015)						5. Měření (24. 3. 2017)						5. Měření (24. 3. 2017)					
	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*
1	33,12	11,58	14,98	30,97	-59,43	9,85	18,39	6,41	9,63	-62,18	6,25	12,87	32,88	6,93	10,49	-60,27	6,77	13,74
2	33,95	12,71	16,53	32,83	-58,60	10,98	19,94	6,46	9,91	-60,32	6,31	13,16	33,00	7,15	11,35	-60,15	6,99	14,59
3	32,64	15,95	22,85	30,50	-59,91	14,22	26,25	6,49	9,37	-62,65	6,33	12,61	32,88	5,75	11,60	-60,27	5,59	14,84
4	33,47	11,65	14,91	30,91	-59,09	9,92	18,32	6,12	9,16	-62,24	5,96	12,40	32,96	7,17	10,85	-60,19	7,01	14,09
5	32,70	12,29	15,90	30,39	-59,85	10,56	19,30	6,38	9,46	-62,76	6,22	12,70	32,91	7,03	10,98	-60,24	6,87	14,23
6	32,36	10,68	14,17	30,74	-60,19	8,94	17,58	6,30	9,35	-62,42	6,14	12,59	32,99	7,17	10,80	-60,16	7,02	14,05
7	31,93	10,93	14,55	31,63	-60,63	9,20	17,96	6,39	9,80	-61,52	6,23	13,04	32,55	6,80	10,53	-60,60	6,64	13,78
8	33,21	10,47	13,55	30,32	-59,34	8,74	16,96	6,33	9,59	-62,83	6,17	12,83	32,30	7,33	10,78	-60,85	7,17	14,02
9	33,11	14,50	16,99	29,78	-59,45	12,77	20,40	6,03	9,32	-63,37	5,87	12,57	31,12	6,60	10,66	-62,04	6,44	13,90
10	33,55	12,10	15,51	30,51	-59,00	10,37	18,92	6,10	9,36	-62,64	5,95	12,61	31,96	6,96	10,65	-61,19	6,80	13,89
11	30,85	13,38	18,27	31,68	-61,70	11,65	21,68	6,78	9,85	-61,47	6,62	13,09	32,26	7,58	10,90	-60,89	7,42	14,14
12	27,65	13,70	20,68	31,63	-64,90	11,97	24,09	6,69	9,86	-61,52	6,54	13,11	32,83	7,40	10,82	-60,33	7,24	14,06
13	33,16	10,62	13,75	30,23	-59,39	8,89	17,15	6,14	9,45	-62,92	5,98	12,69	32,28	7,14	10,47	-60,87	6,98	13,71
14	30,07	13,15	17,94	30,26	-62,49	11,42	21,35	5,96	9,29	-62,89	5,81	12,54	32,85	7,03	11,45	-60,30	6,88	14,69
15	32,48	11,16	14,20	31,53	-60,07	9,43	17,61	6,35	9,44	-61,62	6,19	12,68	31,82	7,16	10,32	-61,33	7,00	13,56
16	32,46	10,68	13,95	31,66	-60,09	8,95	17,36	6,54	9,54	-61,49	6,38	12,78	32,00	6,99	10,39	-61,15	6,83	13,63
17	31,87	10,58	14,06	30,69	-60,68	8,85	17,47	6,45	9,67	-62,46	6,29	12,91	32,69	8,22	11,09	-60,46	8,07	14,34
18	35,52	12,48	15,88	31,01	-57,03	10,75	19,29	6,39	9,41	-62,14	6,24	12,65	32,23	7,02	10,67	-60,92	6,86	13,91
19	30,17	11,67	16,55	29,67	-62,39	9,94	19,96	6,01	9,03	-63,48	5,85	12,28	32,73	7,54	10,83	-60,42	7,38	14,07
20	34,26	13,12	16,86	31,58	-58,29	11,39	20,27	6,60	9,52	-61,57	6,45	12,76	32,28	7,51	10,79	-60,87	7,35	14,03

Tabulka 5: Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu smrk vystavené na jižní světové straně

Popis	Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu smrk vystavené na jižní světové straně																	
	BRNO												BERKHAMSTED					
	1. Měření (3. 2. 2015)						5. Měření (24. 3. 2017)						5. Měření (24. 3. 2017)					
	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*
1	33,43	10,12	13,75	-59,13	8,39	17,16	32,16	6,29	10,20	-60,99	6,13	13,45	33,58	7,72	10,80	-59,57	7,56	14,05
2	33,86	10,02	13,72	-58,69	8,28	17,13	32,78	6,23	10,30	-60,37	6,07	13,54	33,07	7,75	10,43	-60,08	7,59	13,67
3	37,71	13,83	19,03	-54,85	12,10	22,44	32,21	6,44	10,36	-60,94	6,29	13,60	33,73	7,70	10,94	-59,42	7,55	14,18
4	33,20	9,58	12,98	-59,36	7,85	16,39	32,81	6,25	9,97	-60,35	6,09	13,21	33,96	8,30	11,36	-59,19	8,15	14,60
5	34,17	10,94	14,60	-58,38	9,21	18,01	32,74	6,72	10,54	-60,42	6,57	13,78	33,46	8,22	11,02	-59,69	8,07	14,26
6	33,21	9,57	13,07	-59,34	7,84	16,47	32,45	6,08	10,35	-60,70	5,93	13,59	33,86	7,71	11,07	-59,29	7,55	14,32
7	34,46	11,11	14,76	-58,10	9,38	18,17	30,96	5,87	9,99	-62,19	5,72	13,23	33,43	8,16	11,27	-59,72	8,00	14,52
8	35,22	13,24	17,37	-57,33	11,51	20,78	31,45	5,62	10,00	-61,70	5,46	13,25	34,12	8,14	11,52	-59,03	7,98	14,77
9	35,21	11,75	15,55	-57,35	10,02	18,96	31,15	6,24	9,74	-62,00	6,08	12,99	33,66	6,66	11,09	-59,49	6,51	14,34
10	33,87	10,19	13,65	-58,69	8,46	17,06	30,74	5,86	9,59	-62,41	5,70	12,83	33,20	7,77	11,03	-59,95	7,61	14,27
11	33,22	9,95	13,41	-59,34	8,22	16,81	33,53	6,24	11,04	-59,62	6,08	14,28	33,98	8,38	11,43	-59,17	8,23	14,67
12	32,98	9,51	13,06	-59,58	7,78	16,47	31,73	6,15	11,25	-61,42	5,99	14,50	33,54	7,86	11,14	-59,61	7,70	14,39
13	32,91	9,93	13,29	-59,64	8,20	16,70	32,73	6,23	10,68	-60,42	6,07	13,92	33,28	8,06	11,28	-59,87	7,90	14,53
14	33,95	11,62	15,13	-58,60	9,89	18,54	32,01	6,05	10,08	-61,14	5,89	13,32	33,44	7,29	11,39	-59,72	7,14	14,63
15	33,59	10,01	13,42	-58,96	8,28	16,83	31,34	5,55	10,05	-61,82	5,40	13,29	33,20	7,13	10,61	-59,95	6,97	13,86
16	33,58	10,38	13,72	-58,97	8,65	17,12	33,22	6,18	10,53	-59,93	6,02	13,77	33,25	7,73	10,93	-59,90	7,57	14,17
17	33,15	10,95	14,61	-59,41	9,22	18,02	32,90	6,33	10,57	-60,25	6,18	13,81	32,50	8,54	11,57	-60,65	8,38	14,81
18	33,66	10,32	13,71	-58,89	8,59	17,12	30,73	5,55	9,98	-62,42	5,39	13,22	33,54	6,52	10,68	-59,61	6,37	13,93
19	34,42	11,05	14,39	-58,13	9,32	17,80	30,11	5,76	9,65	-63,04	5,60	12,89	32,75	6,98	10,55	-60,40	6,82	13,80
20	35,12	12,11	15,64	-57,43	10,38	19,05	32,87	6,54	9,99	-60,28	6,38	13,24	33,62	8,19	11,12	-59,53	8,03	14,36

Tabulka 6: Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu modřín vystavené na jižní světové straně

Popis	Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu modřín vystavené na jižní světové straně																	
	BRNO												BERKHAMSTED					
	1. Měření (3. 2. 2015)						5. Měření (24. 3. 2017)						5. Měření (24. 3. 2017)					
	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*
1	34,63	12,61	16,91	-57,92	10,88	20,32	31,10	6,28	9,56	-62,05	6,12	12,80	34,59	7,32	11,87	-58,56	7,17	15,12
2	34,73	10,91	15,05	-57,82	9,18	18,46	33,41	6,41	9,97	-59,74	6,25	13,22	33,87	8,44	11,38	-59,28	8,28	14,63
3	35,62	12,12	16,24	-56,93	10,39	19,65	30,06	5,94	8,97	-63,09	5,79	12,22	33,32	7,59	11,25	-59,83	7,43	14,50
4	30,88	9,27	13,23	-61,67	7,54	16,64	30,68	5,99	9,07	-62,47	5,83	12,32	33,38	7,90	11,23	-59,77	7,75	14,48
5	33,01	11,14	14,87	-59,54	9,41	18,28	30,65	5,98	9,04	-62,50	5,82	12,28	33,26	7,73	11,05	-59,89	7,57	14,29
6	34,37	11,65	15,85	-58,19	9,92	19,26	31,33	6,29	9,57	-61,83	6,13	12,81	33,76	7,86	11,83	-59,39	7,70	15,07
7	33,14	9,60	13,15	-59,42	7,87	16,56	28,55	5,44	8,37	-64,60	5,28	11,61	32,95	8,76	11,88	-60,20	8,60	15,12
8	33,92	9,96	13,67	-58,64	8,23	17,08	29,65	5,28	8,80	-63,50	5,13	12,05	33,15	7,54	11,26	-60,00	7,38	14,51
9	34,01	9,76	13,29	-58,55	8,02	16,70	30,69	6,40	9,33	-62,46	6,25	12,57	33,14	6,24	11,11	-60,01	6,09	14,36
10	32,93	9,60	13,20	-59,63	7,87	16,60	29,86	5,72	9,35	-63,29	5,56	12,60	33,28	6,68	10,64	-59,87	6,53	13,89
11	33,73	11,48	14,98	-58,82	9,75	18,38	30,19	5,84	8,87	-62,96	5,68	12,11	33,59	8,09	11,45	-59,57	7,93	14,69
12	32,98	10,17	13,89	-59,58	8,44	17,29	30,52	5,85	9,14	-62,64	5,69	12,38	33,52	7,87	11,49	-59,63	7,71	14,73
13	33,47	10,34	13,72	-59,09	8,61	17,13	30,27	6,07	9,30	-62,88	5,91	12,54	32,44	8,42	11,93	-60,71	8,26	15,17
14	34,71	11,74	15,52	-57,85	10,01	18,93	29,59	5,63	8,71	-63,56	5,47	11,96	32,68	7,90	11,79	-60,47	7,74	15,03
15	33,64	10,63	13,70	-58,91	8,90	17,10	29,96	5,62	8,74	-63,19	5,46	11,98	32,92	8,75	11,75	-60,23	8,60	14,99
16	33,03	9,36	13,03	-59,53	7,63	16,43	31,45	6,16	9,36	-61,70	6,00	12,61	33,13	7,75	11,02	-60,03	7,59	14,27
17	34,96	12,70	16,77	-57,60	10,97	20,18	31,77	6,28	10,09	-61,38	6,12	13,34	33,34	7,98	11,80	-59,81	7,82	15,04
18	37,84	13,79	19,63	-54,72	12,06	23,04	31,48	5,13	9,41	-61,67	4,97	12,65	32,70	6,47	11,78	-60,45	6,31	15,02
19	32,89	9,44	12,87	-59,67	7,71	16,28	29,88	5,44	8,75	-63,28	5,28	11,99	33,06	7,83	10,74	-60,09	7,67	13,98
20	34,87	11,99	15,71	-57,68	10,25	19,11	30,37	5,89	9,55	-62,79	5,73	12,80	33,46	8,30	11,10	-59,69	8,14	14,34

Tabulka 7: Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu smrk vystavené na západní světové straně

Popis	Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu smrk vystavené na západní světové straně																	
	BRNO												BERKHAMSTED					
	1. Měření (3. 2. 2015)						5. Měření (24. 3. 2017)						5. Měření (24. 3. 2017)					
	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*
1	33,50	10,43	13,97	-59,06	8,69	17,38	32,26	6,77	10,09	-60,89	6,61	13,33	33,72	7,92	10,89	-59,43	7,76	14,13
2	33,34	8,67	12,46	-59,21	6,94	15,87	32,31	6,99	10,08	-60,84	6,83	13,33	32,10	6,48	10,65	-61,05	6,32	13,90
3	34,16	10,89	14,37	-58,39	9,16	17,78	30,88	6,23	9,15	-62,27	6,07	12,39	32,77	7,57	11,28	-60,39	7,41	14,52
4	34,33	12,37	16,65	-58,22	10,64	20,06	32,09	6,67	9,58	-61,06	6,52	12,82	33,37	7,61	11,01	-59,78	7,45	14,26
5	31,73	10,41	14,78	-60,82	8,68	18,19	31,86	6,68	9,92	-61,29	6,52	13,16	32,99	7,48	11,07	-60,16	7,32	14,32
6	33,12	11,10	14,35	-59,43	9,37	17,76	31,39	6,41	9,42	-61,76	6,25	12,66	34,41	7,48	10,58	-58,74	7,32	13,82
7	32,36	9,92	13,03	-60,19	8,19	16,44	32,19	6,63	10,24	-60,96	6,47	13,48	33,37	6,86	10,32	-59,78	6,70	13,56
8	33,84	12,08	15,63	-58,71	10,35	19,03	31,37	6,26	9,34	-61,79	6,10	12,59	34,20	5,51	10,45	-58,95	5,36	13,70
9	33,31	11,08	14,38	-59,24	9,35	17,79	30,02	5,94	9,22	-63,13	5,78	12,46	33,74	8,03	11,08	-59,41	7,87	14,33
10	32,91	11,90	15,41	-59,64	10,17	18,82	30,22	6,19	9,48	-62,93	6,04	12,73	32,40	6,62	11,81	-60,75	6,46	15,06
11	33,32	10,49	14,03	-59,23	8,75	17,44	32,39	6,51	9,73	-60,77	6,35	12,98	33,61	7,90	11,83	-59,54	7,74	15,07
12	33,61	10,44	13,73	-58,94	8,71	17,14	32,73	6,74	10,24	-60,43	6,59	13,49	33,65	7,87	11,05	-59,50	7,72	14,29
13	34,09	10,82	14,34	-58,47	9,09	17,75	31,98	6,39	9,61	-61,17	6,23	12,85	32,34	7,26	11,01	-60,81	7,10	14,26
14	33,61	11,06	14,88	-58,95	9,33	18,29	31,35	6,07	9,06	-61,80	5,91	12,31	31,17	6,46	12,24	-61,98	6,31	15,48
15	33,16	10,12	13,65	-59,39	8,39	17,06	31,15	5,70	8,81	-62,00	5,54	12,05	31,74	6,98	11,07	-61,41	6,82	14,31
16	33,71	10,78	14,16	-58,85	9,05	17,57	33,55	7,32	11,93	-59,60	7,16	15,18	32,95	7,27	10,82	-60,20	7,11	14,06
17	34,14	11,89	15,60	-58,41	10,16	19,00	32,54	6,60	9,89	-60,61	6,44	13,13	33,33	7,86	11,23	-59,83	7,71	14,47
18	35,25	12,63	16,93	-57,30	10,90	20,33	33,32	7,12	11,32	-59,83	6,97	14,56	33,05	7,24	11,73	-60,10	7,08	14,98
19	32,61	9,94	13,33	-59,94	8,21	16,73	30,96	6,40	9,41	-62,20	6,25	12,65	32,10	6,58	11,78	-61,05	6,42	15,02
20	37,55	13,87	19,20	-55,00	12,14	22,61	31,08	5,85	8,82	-62,08	5,69	12,06	31,87	5,18	12,51	-61,29	5,02	15,76



Tabulka 8: Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu modřín vystavené na západní světové straně

Popis	Měření barvy a lesku povrchového filmu u podkladu modřín vystavené na západní světové straně																	
	BRNO												BERKHAMSTED					
	1. Měření (3. 2. 2015)						5. Měření (24. 3. 2017)						5. Měření (24. 3. 2017)					
	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	L*	a*	b*	dL*	da*	db*
1	33,46	11,35	15,14	-59,09	9,61	18,55	32,52	6,46	9,70	-60,64	6,30	12,95	31,25	8,12	11,43	-61,90	7,96	14,67
2	34,10	11,62	15,01	-58,46	9,89	18,42	32,15	6,59	9,73	-61,00	6,43	12,97	31,08	8,01	11,43	-62,07	7,85	14,67
3	34,64	12,36	15,82	-57,92	10,63	19,22	30,81	5,90	9,19	-62,34	5,75	12,43	32,37	6,78	10,98	-60,78	6,63	14,23
4	34,70	11,51	15,12	-57,85	9,78	18,53	30,84	5,92	8,89	-62,31	5,76	12,14	31,60	6,79	11,60	-61,55	6,63	14,84
5	33,45	11,86	15,43	-59,11	10,13	18,83	30,66	5,77	8,67	-62,49	5,62	11,91	32,15	6,51	11,29	-61,00	6,36	14,53
6	32,82	10,92	14,34	-59,74	9,19	17,75	31,24	6,22	9,19	-61,91	6,07	12,44	32,58	8,23	11,69	-60,58	8,08	14,93
7	35,65	12,19	16,49	-56,90	10,46	19,90	32,50	6,66	9,53	-60,66	6,50	12,78	32,23	7,97	11,50	-60,93	7,81	14,74
8	33,79	11,36	14,78	-58,76	9,63	18,19	30,48	6,16	9,15	-62,67	6,00	12,39	30,20	5,63	10,31	-62,95	5,47	13,55
9	33,72	10,72	14,02	-58,84	8,99	17,43	29,35	5,63	8,66	-63,81	5,47	11,91	31,18	6,62	10,96	-61,97	6,46	14,21
10	33,77	11,32	14,61	-58,79	9,59	18,02	31,13	5,99	8,80	-62,02	5,83	12,04	32,38	7,19	11,22	-60,77	7,03	14,47
11	34,27	10,98	14,54	-58,29	9,25	17,95	33,49	6,33	9,81	-59,66	6,17	13,06	33,65	7,45	11,55	-59,50	7,29	14,79
12	33,51	10,37	13,47	-59,04	8,64	16,88	32,52	6,87	9,59	-60,63	6,71	12,83	32,71	8,09	11,62	-60,44	7,93	14,86
13	32,41	9,61	13,14	-60,14	7,87	16,55	32,51	6,10	9,43	-60,65	5,94	12,67	33,53	6,22	12,49	-59,62	6,06	15,73
14	32,86	10,47	13,90	-59,70	8,74	17,31	30,95	5,88	8,91	-62,20	5,73	12,15	33,17	6,15	12,10	-59,98	5,99	15,34
15	32,70	10,02	13,31	-59,85	8,29	16,71	32,50	5,31	8,77	-60,65	5,16	12,01	32,57	8,21	11,56	-60,58	8,05	14,81
16	33,41	10,92	14,26	-59,15	9,19	17,67	32,87	6,46	9,63	-60,28	6,31	12,87	32,56	7,96	11,63	-60,59	7,80	14,87
17	32,86	9,78	13,14	-59,70	8,05	16,55	33,36	6,78	9,78	-59,79	6,62	13,02	32,30	8,55	11,92	-60,85	8,39	15,16
18	36,89	13,10	17,78	-55,67	11,37	21,19	30,62	6,19	8,96	-62,53	6,03	12,21	32,44	8,04	11,84	-60,71	7,89	15,08
19	32,26	10,08	13,58	-60,29	8,35	16,99	31,27	6,27	8,51	-61,88	6,11	11,76	32,64	6,94	10,85	-60,51	6,78	14,10
20	33,71	11,38	14,46	-58,84	9,65	17,87	30,89	6,03	8,79	-62,26	5,88	12,03	32,93	6,62	11,16	-60,23	6,46	14,40

Tabulka 9: Měření drsnosti povrchu nátěrového filmu u vzorků smrku a modřínu ve směru a napříč vláken

Měření drsnosti povrchu nátěrového filmu u vzorků smrku a modřínu ve směru a napříč vláken [um]																	
Měření 1. BRNO (3. 2. 2015)						Měření 5. BRNO (24. 3. 2017)						Měření 5. BERKHAMSTED (24. 3. 2017)					
napříč vláken MODŘÍN			napříč vláken SMRK			napříč vláken MODŘÍN			napříč vláken SMRK			napříč vláken MODŘÍN			napříč vláken SMRK		
Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
6,29	41,29	7,91	7,27	50,59	9,13	6,86	47,89	8,86	6,92	51,18	9,02	7,26	48,52	9,54	12,39	75,33	15,72
8,26	49,14	10,2	9,57	64,84	12,42	10,46	59,84	12,91	5,45	39,92	6,84	6,99	46,06	8,69	7,07	46,89	8,88
5,07	33,15	6,40	5,43	37,86	6,76	7,77	41,72	9,28	6,07	43,21	7,62	5,20	31,86	6,43	8,42	51,82	10,44
5,96	40,69	7,56	16,57	92,75	20,48	9,52	55,84	12,1	6,91	47,48	8,71	7,34	42,15	9,03	12,93	73,83	16,02
7,19	45,91	9,01	5,69	40,83	7,33	9,66	56,99	11,81	6,60	43,91	8,34	6,69	40,98	8,37	10,52	66,25	13,27
6,78	42,27	8,35	5,56	44,15	7,27	9,45	65,05	12,06	7,07	48,63	9,00	4,68	31,23	5,86	10,52	66,25	13,27
ve směru vláken MODŘÍN			ve směru vláken SMRK			ve směru vláken MODŘÍN			ve směru vláken SMRK			ve směru vláken MODŘÍN			ve směru vláken SMRK		
Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
5,46	32,64	6,77	7,66	56,25	10,34	7,77	41,72	9,28	4,54	27,08	5,68	3,34	23,88	5,00	10,88	60,16	13,62
5,69	33,48	7,33	5,86	45,80	7,65	8	45,01	9,75	5,5	36,16	6,88	6,25	38,56	7,84	8,28	49,99	10,41
4,78	29,45	5,99	3,82	28,32	5,04	5,12	30,41	6,29	4,07	26,39	5,16	3,94	25,38	4,92	6,63	37,47	8,57
4,01	30,09	5,41	8,6	59,35	11,41	4,88	25,70	5,87	7,56	41,19	9,10	4,15	28,04	5,32	6,58	36,31	8,47
3,27	23,40	4,16	4,83	33,57	6,16	6,62	39,59	8,29	4,83	31,78	6,13	4,89	28,61	6,08	5,83	36,84	7,27
4,52	29,86	5,71	4,21	27,26	5,28	4,37	27,59	5,51	4,45	28,94	5,48	5,74	35,58	7,11	4,67	25,80	5,84