

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA
ÚSTAV NÁBYTKU, DESIGNU A BYDLENÍ

Vliv exteriéru na vlastnosti nátěrového filmu

Diplomová práce

2015/2016

Bc. Eliška Rudická

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Vliv exteriéru na vlastnosti nátěrového filmu vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci stahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako dalšího 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 o tom, 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:

Poděkování

Tímto bych chtěla velmi poděkovat svým rodičům, kteří mě po celou dobu studia podporovali a kterým jsem vděčná za to, že mi umožnili studovat. Také bych chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D. za vedení a rady. Následně bych velmi ráda poděkovala Květoslavě Tobiášové. Za veškerý čas, který se mnou strávila v laboratoři při měření dat a cenných rad, které mi dala. Taktéž bych ráda poděkovala firmě Adler, která věnovala nátěrové hmoty uplatněné v této práci, jmenovitě pak panu Romanu Ťujíkovi. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala panu doc. Ing. Karelů Drápelovi, CSc za odborné konzultace.

Jméno studenta: Eliška Rudická

Název práce: Vliv exteriéru na vlastnosti nátěrového filmu

Abstrakt: Tato diplomová práce se zabývá tím, jaký vliv mají povětrnostní podmínky na vlastnosti nátěrového filmu. V práci bylo zvoleno šest druhů dřevin, které se používají nejčastěji na výrobu venkovního nábytku. Požadavek byl kladen to, aby dřeviny bylo možno vypěstovat na území České republiky. Na každou dřevinu bylo použito pět odstínů barev. Vzorčky byly laboratorně ozkoušeny před vystavením do expozice a po ukončení letní sezóny se na vzorcích provedly stejné zkoušky. V diskuzi došlo ke statistickému porovnání změn na površích dílců. V závěru práce došlo k vyhodnocení, které ze dřevin a s jakým barevným odstínem nejlépe prospívá při použití na venkovním nábytku.

Klíčová slova: Nátěrová hmota, teplota, dřevo, venkovní nábytek, dílec, barva, teplota, nátěrový film, vlastnost, lesk, tvrdost

Name of student: Eliška Rudická

Name of thesis: Color shade of the layered stain surface treatment and it's effect to the surface temperature of the outdoor furniture

Abstract: This diploma thesis deals with the impact of the color shade to the temperature of the surface. There was selected six kinds of tree species, which are used for the manufacturing of the outdoor furniture the most. There was a request for possibility to grow this kinds of trees in the Czech Republic. There was used five shades of color on the each tree species. Samples were tested at the laboratory before putting to the exposure and when the summer season was over, samples were tested as before. In discussion there is statistical comparison of changes which occurred on the surfaces of the samples. In the end of the diploma thesis is evaluation which are the best tree species and the best color shades for the manufacturing of the garden furniture.

Key words: Paint, temperature, wood, outdoor furniture, panel, color, temperature, coating film property, shine, hardness

1 Obsah

1	Obsah	1
2	Úvod.....	4
3	Cíle práce	5
4	Teoretická část	6
4.1	Nátěrové hmoty	6
4.1.1	Definice nátěrových hmot a nátěrů	6
4.1.2	Obecné rozdělení nátěrových hmot	11
4.1.3	Nanášení nátěrových hmot.....	11
	Jedním z faktorů, který ovlivňuje kvalitu výsledného nátěrového filmu a zejména stupeň lesku, je způsob nanášení nátěrové hmoty na daný podklad. Nanášení lze rozdělit na strojní a ruční.	11
4.1.4	Sušení a vytvrzování nátěrového filmu	13
4.2	Vodou ředitelné nátěrové hmoty	14
4.2.1	Rozdělení vodou ředitelných nátěrových hmot dle velikosti částic a počtu funkčních skupin.....	14
4.2.2	Tvorba nátěrového filmu u vodou ředitelných NH.....	16
4.3	Charakteristika nátěrových hmot pro použití do exteriéru.....	16
4.3.1	Olejové nátěrové hmoty	16
4.3.2	Syntetické nátěrové hmoty.....	17
4.3.3	Vodou ředitelné nátěrové hmoty.....	18
4.4	Vlivy působící na nábytek v exteriéru	19
4.5	Podnebí v České republice	20
4.6	Světlo a sluneční záření.....	21
4.6.1	Přímé a difúzní světlo	21
4.6.2	Světelné zdroje.....	24
4.7	Druhy dřevin	25
4.7.1	Dřevo	25
4.7.2	Jehličnaté dřeviny	25
4.7.3	Listnaté dřeviny	27
4.8	Barva	29
4.8.1	Optické vlastnosti nátěrů	30

4.9	Lidský zrak.....	31
4.10	Zrychlené testování přirozeného stárnutí	31
4.10.1	Konvenční vystavení povětrnostním vlivům	33
4.10.2	Intenzivní vystavení povětrnostním vlivům	33
4.11	Požadavky na povrchovou úpravu zahradního nábytku dle ČSN 91 3001 ..	34
5	Použité zařízení a materiál	36
5.1	Použité materiály.....	36
5.1.1	Dřeviny	36
5.1.2	Nátěrové hmoty.....	36
5.2	Přístroje a zařízení.....	37
5.2.1	Leskoměr	37
5.2.2	Vnikací tvrdost nátěru.....	38
5.2.3	Spektrofotometr	39
5.2.4	Digitální teploměr DOT-150	40
5.2.5	Ultrazvukový měřič tloušťky nátěru PosiTector 200.....	40
6	Metodika	41
6.1	Příprava vzorků	41
6.1.1	Tloušťka nátěru vzorků změřena ultrazvukovým měřičem PosiTector 200 43	
6.2	Umístění vzorků	43
6.3	Fyzikálně mechanické vlastnosti nátěrového filmu	46
6.3.1	Stanovení lesku nátěru	46
6.3.2	Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru podle ČSN 67 3068 47	
6.3.3	Stanovení vnikací tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem podle ČSN 67 3074 47	
6.3.4	Měření povrchové teploty	48
7	Výsledky laboratorní části	49
7.1	Lesk	49
7.2	Vnikací tvrdost nátěru	51
7.3	Barevnost.....	54
8	Diskuze výsledků včetně statistiky	57
8.1	Vyhodnocení lesku.....	57
8.1.1	Vyhodnocení změn lesků u různých druhů dřevin	58

8.1.2	Vyhodnocení lesku pro různé odstíny barev.....	62
8.2	Vyhodnocení vnikací tvrdosti nátěru	65
8.2.1	Vyhodnocení změn vnikací tvrdosti u různých druhů dřevin.....	65
8.2.2	Vyhodnocení vnikací tvrdosti pro různé odstíny barev	68
8.3	Vyhodnocení barevnosti nátěru.....	72
8.4	Vyhodnocení povrchových teplot	76
9	Závěr	77
10	Summary	79
11	Seznam použité literatury	81
11.1	Literární zdroje	81
11.2	Internetové zdroje	82
12	Seznam norem.....	84
13	Seznam tabulek	85
14	Seznam obrázků.....	86
15	Seznam rovnic.....	88
16	Seznam zkratek	89
17	Přílohy.....	90

2 Úvod

Užívání zahrady jako obytného prostoru je v současnosti stále více populární. Obytná zahrada zkvalitňuje životní úroveň. Dovolí člověku proniknutí přírody do jeho osobního a všedního života. Není tedy divu, že je kladen stále větší důraz na kvalitní vybavení zahrady. Doby, kdy byly zahrady vybavovány nábytkem, který už dosloužil v interiéru, naštěstí minuly. Dnes je trendem vybavit zahradu tak, aby ladila jako celkový koncept. V současnosti je na trhu nepřeherná škála zahradního nábytku, ať už se týče materiálu, či designu. Hlavní předností zahradního nábytku by měla být vysoká životnost, odolnost a trvanlivost vůči povětrnostním vlivům. Ideálně v kombinaci s nízkou náročností na údržbu.

Materiály, ze kterých se vyrábí zahradní nábytek, můžeme rozdělit do tří skupin: plasty, kovy a dřevo. V osmdesátých letech minulého století byl zaznamenán obrovský boom plastového nábytku. Plast je materiál, který se velmi snadno udržuje, je lehký a barevně flexibilní. Kovový nábytek byl u zahradního nábytku hojně využíván již v prvorepublikovém období. Šlo převážně o litinový nebo kovaný mobiliář. V současnosti se kovového nábytku také velmi hojně využívá. Tato práce se ovšem zabývá nábytkem z masivního dřeva, který je určen do exteriéru. (Müllerová, A. 2007)

Základem pro použití organického materiálu jako je dřevo do exteriéru je správná volba nátěrové hmoty (déle NH). Ač NH ovlivňuje dekorační vlastnosti materiálu, hlavně však záleží na ochranné funkci dřeva. Dřevo by mělo odolávat plísním, hnilobám, povětrnostním vlivům a dřevokaznému hmyzu, také by mělo být nezávadné pro styk s pokožkou. Aby mohlo být toto splněno, musí být správně zvolen druh NH a způsob její nanášení na podklad.

Dřevo má několik skvělých vlastností v případě použití vhodné nátěrové hmoty.

- Odolává povětrnostním vlivům
- Vyznačuje se vysokou tvarovou stálostí
- Dlouhá životnost materiálu
- Snadná údržba a opravitelnost
- Jde o ekologický a zdravotně nezávadný materiál
- Dřevo vytváří příjemnou atmosféru

3 Cíle práce

- Cílem této práce je stanovit vliv venkovního prostředí na fyzikálně-mechanické a vzhledové vlastnosti lazurovacích povrchových úprav jehličnatých masivních a listnatých masivních druhů dřev dokončených vodou ředitelnými lazurovacími nátěrovými hmotami.
- Dřevěný materiál (SM, BO, MO, BK, DB, AK) bude dokončen pěti barevnými odstíny vodou ředitelných nátěrových hmot (černá, bílá, červená, modrá, zelená).
- Analyzovat vlivy ovlivňující kvalitu a trvanlivost povrchových úprav na daných vzorcích.
- Stanovit metodiku řešení této diplomové práce (výběr dřevin, druhy laboratorních zkoušek a vyhodnocení).
- Následně naměřená data statisticky vyhodnotit a určit, která z dřevin je nejvhodnější pro venkovní prostředí.

4 Teoretická část

4.1 Nátěrové hmoty

4.1.1 Definice nátěrových hmot a nátěrů

Nátěrové hmoty jsou víceméně tekuté až pastovité látky, které nanесeny v tenké vrstvě na povrchu předmětu, tuhnu následkem fyzikální, chemické nebo jiné proměny a vytvářejí na něm souvislý tuhý nátěrový film.

Nátěrové hmoty se používá ke zhotovení nátěrů, ty následně chrání povrch a zlepšují jeho vzhled. Ve speciálních případech mají i zvláštní ochranné poslání (např. fungicidní a baktericidní nátěry brání růstu plísní a bakterií), na němž je někdy závislá sama funkce výrobku (např. elektroizolační).

4.1.1.1 Složky nátěrových hmot

Základní suroviny pro výrobu nátěrových hmot můžeme rozdělit do dvou skupin:

- těkavé složky: - rozpouštědla
- ředidla
- netěkavé složky: - filmotvorné látky
- plniva
- pigmenty
- matovadla
- aditiva
- povrchově aktivní látky
- pomocné látky (Hošťálek, M. 2007)

4.1.1.2 Filmotvorné složky

Filmotvorná složka je taková složka nátěrové hmoty, která má schopnost vytvořit v tenké vrstvě souvislý pevný nátěrový film. Filmotvorné složky jsou netěkavé.

Do této skupiny patří:

- Vysychavé oleje (lněný, konopný, tungový, aj.)
- Pryskyřice přírodního původu (kalafuna, kopály, aj.)
- Pryskyřice syntetické (rezoly, alkydy, vinylové polymery, aj.)
- Asfalty (přírodní asfalty, bitumeny a jiné černé smoly)

V této skupině jsou velmi důležitou částí takzvaná zvláčňovadla. Zvláčňovadlem rozumíme takovou složku nátěrové hmoty, která nemá schopnost zasychat a vytvářet pevný film, ale které ostatní filmotvorné složky rozpouštějí nebo se s nimi snášejí a tím upravují jejich přílišnou tvrdost a křehkost, tak aby nátěry nabyly požadovaných vlastností. Jako jsou vláčnost, pružnost a světlostálost.

Jsou to látky olejovité až tuhé, zároveň prakticky netěkavé. Zvláčňovadla se používá hlavně na nátěrové hmoty celulózové, kaučukové a polymerátové.

4.1.1.3 Těkavé složky

Těkavé složky lze také nazvat jako rozpouštědla a ředidla. Rozpouštědla v nátěrové hmotě upravují konzistenci při jejich výrobě a použití tak, aby byly dostatečně tekuté, po nanesení na podklad ale vytěkají. Odpařováním těkavé složky z nátěrové hmoty se projevuje její fyzikální zasychání.

Rozpouštědla je nutno volit podle toho, jak rozpouštějí filmotvornou látku.

Druhy rozpouštědel:

- Toluén, xylén a jiné benzénové homology
- Etylalkohol, butylalkohol a jiné alkoholy
- Ethylacetát, butylacetát, a jiné estery kyseliny octové
- Aceton a jiné ketony
- Glykolétery
- Terpentýnová silice
- Voda

Rozpouštědla dále můžeme rozdělit podle rychlosti odpaření na: rozpouštědla lehká, střední a těžká. (Kalendová, A. 2003)

4.1.1.4 Pigmenty

Pigmenty jsou označovány práškové látky, které po rozptýlení ve vhodném prostředí mají krycí nebo vybarvovací schopnosti, popřípadě jiné speciální vlastnosti. Prostředím, do kterého jsou aplikovány, jsou organická pojiva nátěrových hmot. Pigmenty jsou v pojivech dispergovány, nerozpouštějí se, proto pojivo s aplikovaným pigmentem představuje heterogenní směs, která nemá charakter homogenního roztoku.

Podle chemické povahy lze pigmenty rozdělit do dvou základních skupin: na skupinu pigmentů anorganických a skupinu pigmentů organických. Z hlediska výroby a spotřeby mají větší význam pigmenty anorganické, které jsou produkovány v několikanásobně větších množstvích než pigmenty organické. (*Kalendová, A. 2003*)

Tab 1 Pigmenty (Zdroj: Kalendová, A. 2003)

Pigmenty	Oxidy, hydroxidy, směsné oxidy kovů	Sulfidy a sulfoselenidy	Chromany	Ostatní
Bílé	oxid titaničitý oxid zinečnatý	sulfid zinečnatý litopony		olovnatá běloba
Červené	železitá červeň minium	kademnatá červeň, sulfid kademnatortuťnatý kademnatá oranž	molybdátová červeň	
Žluté	železitá žluť, nikelnat-rutilová žluť	kademnatá žluť	chromová žluť chroman zinečnatý	
Žluto-zelené	bizmutvanadáty rutilová žluť	Sulfid kadamnatozinečnatý		
Zelené	chromoxidová zeleň oxid chromitý			
Modrozelené	směsné oxidy		chromová zeleň	
Modré	kobaltová modř	ultramarínová modř, zeleň, violet'		manganová modř, manganová violet'
Hnědé	železitá hněď ferity zinku, hořčíku			oxidy železa
Černé	železitá čern spinelová čern			saze

Přehled nejdůležitějších vlastností pigmentu

O kvalitě pigmentů rozhodují jejich fyzikálně-optické vlastnosti, (krycí schopnost, barevnost, barevná stálost), chemické vlastnosti (obsah nečistot, reaktivita) a technologické vlastnosti (dispergovatelnost, textura). V případě speciálních pigmentů jsou to navíc vlastnosti speciální (antikorozi, magnetické, luminiscenční).

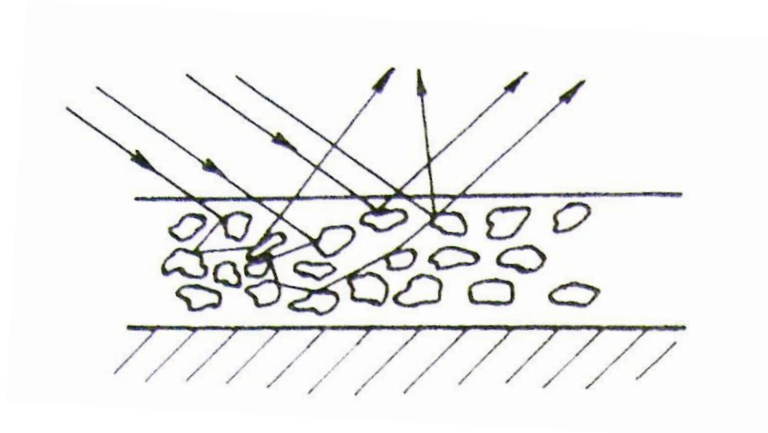
Fyzikálně optické vlastnosti

Optické vlastnosti pigmentů lze charakterizovat parametry jako jsou: bělost, barevný odstín, barvivost, opacita, lesk, změna barvy z jednotlivých stran, světlostálost, vyzařování tepla a jiné. (Kalendová, A. 2003)

Krycí schopnost

Kryvost je schopnost pigmentu zabránit průchodu světla prostředím, ve kterém je dispergován. Pigmenty se používají jako součást nátěrů zejména proto, aby jim dodaly neprůhlednost, neboť účelem nátěru je mimo jiné zakrýt podklad. K vysvětlení krycí schopnosti pigmentů je si třeba nejprve uvědomit, že při vstupu světelného kvanta do dokonale průhledného prostředí, ve kterém je pigment dispergován, nastává některý z následujících dějů:

- dopadne na částičku pigmentu a absorbuje se
- dopadne na částičku pigmentu a rozptyluje se
- prochází mimo částičky pigmentu dokonale průhledným prostředím a proto beze změny



Obrázek 1 Průchod světla pigmentovou vrstvou (nátěrový film) (Zdroj: Kalendová, A 2003)

Schopnost sorpce či rozptylu světla jsou tedy základními optickými vlastnostmi pigmentů a určují jejich krycí schopnosti a barevnost. Jestliže má pigment nižší schopnost absorpce oproti rozptylu, jedná se o bílý pigment. Jestliže naopak v celé oblasti viditelného světla absorpce značně převládá nad rozptylem, pak je pigment černý. Pokud dochází pouze k tzv. selektivní absorpci a absorbuje se tak jen světlo určitých vlnových délek z viditelného světla a zbylé se rozptyluje, jde o pigmenty pestré.

4.1.2 Obecné rozdělení nátěrových hmot

4.1.2.1 Rozdělení nátěrových hmot podle charakteristických vlastností

- Transparentní, které tvoří průhledný až průsvitný nátěr (laky, fermeže)
- Pigmentované, které tvoří zpravidla neprůhledný nátěr (emaily, barvy, tmely)

4.1.2.2 Rozdělení nátěrových hmot podle způsobu tvorby filmu

- Chemickými pochody – při tvorbě filmu probíhají chemické pochody (např. oxidace, polymerace, polykondenzace, polyadice apod.), při kterých se z původních nízkomolekulárních látek stávají vysokomolekulární. Patří sem například fermež, vysokosušinné nátěrové hmoty, polyestery, polyakryláty, atd.
- Fyzikálními pochody – zasychání probíhá odpařením rozpouštědel nebo ztuhnutím hmoty, která byla před použitím roztavena, při tvorbě filmu se filmotvorná složka chemicky nemění.
- Fyzikálně i chemicky – film vzniká odpařením rozpouštědel a chemickou reakcí. Patří sem nátěrové hmoty např. epoxidové, polyuretanové a další, dále vypalovací a vytvrzované zářením.

Nátěrové hmoty můžeme dále dělit například podle druhu rozpouštědla na lihové, vodouředitelné, bezrozpouštědlové a další. (*Kalendová, A. 2004*)

4.1.3 Nanášení nátěrových hmot

Jedním z faktorů, který ovlivňuje kvalitu výsledného nátěrového filmu a zejména stupeň lesku, je způsob nanášení nátěrové hmoty na daný podklad. Nanášení lze rozdělit na strojní a ruční.

4.1.3.1 Nanášení nátěrových hmot štětcem (válečkem)

Jde o nejstarší používanou technologii nanášení. Způsob nanášení je založen na působení kapilárních sil, kterými se nátěrová hmota udržuje ve štětci a které je třeba překonat při nanášení na podklad. Jde o nejjednodušší technologii, kterou lze používat jako hobby technologii, nebo technologii při dokončování menší série výrobku nebo při potřebě penetrovat NH co nejhlouběji do dřeva.

4.1.3.2 Stříkání

Je ideální pro povrchovou úpravu jakýchkoliv dílců, tímto způsobem lze upravovat dílce plošné i tvarové.

Tab 2 Druhy stříkání a jejich výhody (Zdroj: Pešek, L 2016)

Typ pistole	Viskozita barvy		Tvorba mlhoviny	Ztráty postřikem	Tloušťka suché barvy		Plocha výrobku		Tvar výrobku		Pracnost na 1 m ²
	nízká	vysoká			do 100 μm	nad 100 μm	malá	velká	členitý	rovný	
Vzduchová koncentční	++	-	++	++	++	-	++	-	+	+	+
Vzduchová středotlaká	++	-	++	++	++	-	++	-	+	+	++
Vzduchová HVLP	++	-+	+	+	++	+	++	-	++	-	++
Vzduchová ESTA	++	-	+	-	++	-	+	+	++	+	+
Airless	-+	++	-	++	+	++	-	++	-	++	-
Airmix	++	++	-	+	++	++	+	++	+	++	-
ESTA Airmix	++	+	-	-	++	+	+	++	++	+	-

4.1.3.3 Nanášení nátěrových hmot poléváním

Polévání je nanášecí metodou, kterou se upravují dílce plošné nebo málo tvarované. Obrovskou výhodou této metody je to, že dochází k minimálním ztrátám nátěrové hmoty. Další z výhod je, že jde o přesný a rychlý způsob nanášení. (Zemiar a kol. 2009)

Princip nanášení nátěrových hmot poléváním spočívá v tom, že nátěrová hmota vytéká úzkou štěrbinou a vytváří souvislou tenkou clonu. Ta dopadá na povrch výrobku, který skrz ni prochází na dopravníkovém pásu ve vodorovné poloze. Nátěrová hmota, které dopadá mimo plochu upravovaného dílce, stéká do sběrného žlábků a odtud do zásobníku nádrže. Z nádrže je čerpaná přes filtrační zařízení zpět do polévací hlavy. Po projití clonou nátěrové hmoty se na celé ploše vytváří rovnoměrný nátěr. (Meloun, M 2008)

4.1.3.4 Nanášení nátěrových hmot navalováním

Tento způsob nanášení povrchové úpravy se používá pouze u plochých dílců. Tvarové dílce není možné takto upravovat. Největší výhodou této metody je to, že lze postup výroby zmechanizovat a automatizovat tak, aby se dala využít pro velkou sériovou výrobu.

Princip zařízení umožňuje nanášet hmoty o poměrně vysoké konzistenci (vysokosušinnové NH) a spočívá v tom, že se ze zásobníku vyčerpá nátěrová hmota do prostoru mezi dvěma válci, kdy jeden dávkovací (kovový) a druhý nanášecí (s gumovým povrchem. Otáčkami (rychlostí i směrem) a vzdáleností dávkovacího válce od nanášecí se reguluje množství nánosu. (*Meloun , M 2008*)

4.1.3.5 Máčení

Nanášení nátěrové hmoty pomocí máčení se používá u drobných a tvarových dílců, anebo také (jako firma TON) u kompletně smontovaných židlí.

Při máčení se ponoří předmět do nátěrové látky a vytáhne se podstatně pomalejší rychlostí, než jakou se předmět ponořuje do nátěrové hmoty. Rychlost je přizpůsobena k tvaru předmětu a vlastnostem nátěrové hmoty. Tvar předmětu musí dovolovat jeho zavěšení tak, aby v místě uchopení zhoršená kvalita vzhledu filmu esteticky negativně nepůsobila na upravovaný předmět. Předměty se do nátěrové látky ponořují ručně nebo mechanizovaně. (*Zemiar a kol. 2009*)

4.1.4 Sušení a vytvrzování nátěrového filmu

Nátěrové hmoty se nanášejí v tekutém stavu, a proto především záleží na jejich vzájemném působení s povrchem, tj. na smáčivosti povrchu tuhého tělesa a na přilnavosti kapaliny. (*Kaledová, A., Kaleda, P. 2004*)

Tvorbou nátěrového filmu rozumíme jako změna skupenství nátěrové hmoty z kapalného na tuhé. V případě, že k této změně dochází za pomoci odpařování rozpouštědel, tedy fyzikálně, nazýváme tento proces zasychání. V případě, že ke změně dojde pomocí chemické reakce, nazýváme tuto přeměnu jako vytvrzování.

Při fyzikálním zasychání dochází k odpaření rozpouštědla z NH, aby k tomuto procesu došlo, je třeba, aby se upravovaný dílec zahřál na potřebnou teplotu, kdy dojde k odpaření. Teplo se přenáší na dílec buď konvekčně, nebo zářením. Při vytvrzování nátěrového filmu dochází k chemické reakci. Může se jednat o oxidaci, polyadici, polymeraci, u práškových nátěrových hmot dochází k tvorbě filmu rozpuštěním prášku.

4.2 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

4.2.1 Rozdělení vodou ředitelných nátěrových hmot dle velikosti částic a počtu funkčních skupin

4.2.1.1 Disperze

Jde o nejrozšířenější formu vodou ředitelných nátěrových hmot, které se používají právě v nábytkářském. Velikost částic u těchto nátěrových hmot je 0,1 až 1 μm. Neobsahují žádné nebo velmi málo funkčních reaktivních skupin. Aby nátěrový film dosáhl dobrých a stabilních hodnot, je nutností použít jako přidanou látku emulgátor. Tyto disperze neobsahují organická rozpouštědla, pokud ano, jejich obsah činí maximálně 3%.

4.2.1.2 Pojiva vytvářející s vodou koloidně disperzní systém

Ředitelnosti ve vodě je docíleno pomocí zabudovaných ionizovaných skupin v pojivech. Velikost částic je od 0,01 do 0,1 μm. Proto, aby disperze byla dostatečně stabilní, je nutností použít emulgátor. Pojiva obsahují jisté procento organických rozpouštědel. Systém je průsvitný a pro dosažení ředitelnosti právě ve vodě je někdy potřebný malý podíl neutralizačního činidla.

4.2.1.3 Koloidní systémy o velikosti částic cca 0,001 μm

Do tohoto systému lze zařadit především pryskyřice, které jsou rozpustné ve vodě. U těchto pryskyřic se dosahuje rozpustnosti ve vodě pomocí polárních skupin. Většina pryskyřic jsou polykarboxylové kyseliny, u kterých se dosahuje rozpustnost pomocí neutralizace aminů. Do druhé skupiny, která je podstatně menší než předchozí, jsou pojiva bazické povahy. Rozpouštění těchto látek se dosahuje za pomoci organických kyselin.

4.2.1.4 Disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty

Disperzní nátěrové hmoty jsou složeny ze spousty složek. Z obecného hlediska lze říci, že se skládají z pojivové složky, změkčovadel, plniv a pigmentů, což jsou základní složky. Do dalších lze zahrnout smáčedla, ochranný koloid, zahušťovadla, voda, odpeňovače, tlumivý roztok, antikorozní a fungicidní prostředky, emulgační činidla, atd.

Každá z těchto složek plní v nátěrové hmotě specifickou funkci, díky které lze v daném parametru zvýšit jeho hodnotu za předpoklad, že složka je použita správně.

V některých případech jsou zapotřebí protichůdné požadavky na danou nátěrovou hmotu. A z toho důvodu je velmi důležité hledat kompromis mezi složkami nátěrové hmoty. (Meloun, M. 2008)

Disperzní nátěrové hmoty lze dělit dle pojivové báze:

- 1) **Polyvinylacetátová disperze**
- 2) **Epoxidové disperze**
- 3) **Polyakrylátové disperze – použití pro dokončování materiálů na bázi dřeva**
- 4) **Disperzní polyuretanové disperze – použití pro dokončování materiálů na bázi dřeva**

“Pod pojmem akrylátová disperzní pojiva se rozumí disperze kopolymerů esterů kyseliny akrylové resp. metakrylové, tzv. čistě akrylátové, nebo disperze kopolymeru styrenu s akrylátovými estery.“ (Meloun, M. 2008)

Značnou výhodou právě u vodou ředitelných nátěrových hmot s polyakrylátovou disperzí je hlavně rychlé zasychání. K dalším příznivým vlastnostem patří dobré fyzikálně-mechanické vlastnosti. Ovšem k hlavnímu problému patří to, že natřené dílce vodou ředitelnou nátěrovou hmotou s polyakrylátovou disperzí je to, že dílce nelze stohovat. Při naskládání dílců na sebe hrozí jejich slepení. Tato vlastnost je dána tím, že povrch je termoplastický. V současnosti je tato vlastnost potlačena.

5) **Dvousložkové polyuretanové disperze**

Polyuretanem nazýváme látku vzniklou reakcí izokyanátu s látkami, které nejčastěji obsahují hydroxylovou skupinu. Jde o širokou skupinu polymerních látek. Základní polyuretany jsou v současnosti stále častěji nahrazovány právě dvousložkovými polyuretany ředitelné vodou. Tyto nátěrové hmoty jsou pak schopny vytvořit nátěrový film kvalitní stejně tak, jako jsou nátěrové filmy rozpouštědlového typu. Těmito nátěrovými hmotami lze dosáhnout povrchovou úpravu, která je velmi houževnatá, tvrdá, lesklá. Obecně lze říct, že jde o povrchové úpravy, pro náročnější uživatele.

6) **Core-shell disperze**

Core-shell systém lze přeložit jako systém tvrdého jádra a měkké slupky. Tato technologie je založena na bázi akrylátového polymeru. Akrylátový polymer nahrazuje tradiční složení modifikované akrylátové a dříve používané alkydové pryskyřice. Disperze je připravována jako emulzní polymerace, což je proces,

při kterém vznikají heterogenní částice obsahující oblasti o rozdílném složení a vlastnostech. Příprava disperze je rozdělena do dvou kroků. V prvním kroku je připraven polymer o daném složení a v druhém kroku je v jeho přítomnosti připraven druhý polymer. Prvků, které rozhodují o tom, která částice bude tvořit slupku a která jádro, je mnoho. Závisí na mnoha proměnných (polarita fází, kinetika, termodynamika polymerace, mezifázové napětí, atd.). (Meloun, M. 2008)

4.2.2 Tvorba nátěrového filmu u vodou ředitelných NH

Vodou ředitelné nátěrové systémy se ve většině případů řadí mezi fyzikálně i chemicky vytvrzující. (Meloun, M. 2008)

Tvorba filmu začíná odpařováním vody. Během této fáze se polymerní částičky koncentrují a shlukují. To zda je film čirý nebo neprůhledný – zakalený (bez přítomnosti anorganických částic nebo barviv), záleží na poměru minimální filmotvorné teploty (MFT) latexu k teplotě při tvorbě filmu. Pokud je teplota nad MFT, vznikne čirý film. Pokud je teplota pod MFT vzniká zakalený film. Pro dosažení čirého filmu je třeba deformovat částice tak, aby vytvořily strukturu bez mezer a finální fáze se rozptýlila a dosáhla homogenosti. (Meloun, M. 2008)

Další možností, jak vytvrdit vodou ředitelnou NH je pomocí UV záření.

UV vytvrzující vodou ředitelné NH jsou velmi speciálním druhem vodou ředitelných nátěrových hmot. Jsou obecně známy vysokou produktivitou, extrémně nízkými emisemi VOC a vysokou kvalitou dokončovacích povrchů. V nábytkářském průmyslu jsou zavedeny přes 18 let. Nejvýznamnější typy UV vytvrzujících vodou ředitelných nátěrových hmot používaných v tomto odvětví jsou akrylátové a polyuretanové NH. (Meloun, M. 2008)

4.3 Charakteristika nátěrových hmot pro použití do exteriéru

Tato kapitola bude věnována nátěrovým látkám, které jsou z důvodu jejich odolnosti vůči povětrnostním ideální k použití na venkovní nábytek.

4.3.1 Olejové nátěrové hmoty

Olejové nátěrové hmoty můžeme zařadit do kategorie ekologických nátěrových hmot. Pojivovou složku u těchto nátěrových hmot tvoří oleje nebo olejoprskyřičné

pojivo. Po nanesení takovéto nátěrové hmoty nedochází k odpařování rozpouštědla, tak jak je to u jiných nátěrových hmot, jelikož zde tvoří rozpouštědlovou složku právě olej.

Nátěrový film se tvoří tak, že proběhne autooxidační reakce na dvojných vazbách olejů. Takto tvořící se nátěrový film nemá vedlejší produkt ve formě odpařujícího se rozpouštědla. Tím můžeme tedy zařadit vodou ředitelné nátěrové hmoty do tzv. „ekologických nátěrových hmot“.

Olejové nátěrové hmoty jsou velmi dlouho známé. Již v šestnáctém století se používaly pro dokončování povrchů u výrobků ze dřeva.

S olejovými nátěrovými hmotami se pracuje velmi dobře, jelikož jsou dobře roztíratelné a velmi dobře přilnavé k podkladu. Tuto vlastnost mají z toho důvodu, že velmi pomalu zasychají. Pomalé zasychání můžeme shledávat jak pozitivním způsobem, tak negativním. Z tohoto důvodu zůstávají výrobky dlouho mastné. Při použití olejových nátěrových hmot musíme mít na paměti, že oleje po čase žloutnou. Tudíž musí být bráno v potaz, že dokončovaný povrch zežloutne. Také to, že není možná kombinace s jinými nátěrovými hmotami. Tato skutečnost je velmi problematická u rekonstruování a renovací starých a poškozených výrobků ze dřeva.

Olejové nátěrové hmoty lze nanášet různými způsoby např.: štětcem, polnou, navalováním, stříkáním.

4.3.2 Syntetické nátěrové hmoty

Pro dokončování povrchů dřevěných výrobků syntetickými nátěrovými hmotami se používají takové syntetické nátěrové hmoty, které jsou na bázi alkydů, což jsou estery vícesytných alkoholů a mastných kyselin, zasychajících za pokojové teploty. Je možné jimi dokončovat povrchy transparentní i pigmentové.

Povrchové úpravy vytvořené pomocí syntetických nátěrových hmot jsou velmi tenké nátěrové filmy, které mají vynikající tvrdost, pružnost, přilnavost k podkladu, odolnost vůči působení chemikálií a odolnost vůči povětrnostním vlivům a klimatickým změnám.

Jde o nátěrové filmy, jejichž vlastnosti jsou oproti jiným nátěrovým hmotám kvalitativně lepší. Jejich nevýhodou je oproti jiným nátěrovým hmotám dlouhá doba zasychání před manipulací a zatížením, a to od 24 do 120 hodin. Další negativní

vlastností u použití syntetických nátěrových hmot je odpařování organických rozpouštědel při jejich přípravě a při vytváření filmu.

Jsou vhodná pro použití do exteriéru, protože jejich fyzikálněmechanická odolnost je velmi dobrá.

Tento typ nátěrových hmot lze nanášet stříkáním, máčením, poléváním a natíráním štětcem. Tak jako u olejových nátěrových hmot, vykazují syntetické nátěrové hmoty dlouhou dobu zasychání, proto se s nimi velmi dobře pracuje.

4.3.3 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Vodou ředitelné nátěrové hmoty jsou charakteristické tím, že jejich pojivo je ve vodě s malým obsahem organických rozpouštědel koalescentů, čímž se při jejich používání výrazně omezuje množství vypařovaných organických rozpouštědel.

Při dokončování vodou ředitelnými nátěrovými hmotami si musíme uvědomit, že se v mnoha směrech chovají jinak než ostatní nátěrové hmoty. Uvádíme přehled základních odlišností vodou ředitelných nátěrových hmot v porovnání s ostatními rozpouštědlovými nátěrovými hmotami:

- Vodou ředitelné nátěrové hmoty více nabobtnávají dřevní vlákna, proto je vhodné nanést základní (první) nános menší hmotnosti na m^2 , doporučuje se 60 – 80 g/m^2 , toto je dáno vyšší sušinou;
- Při nanášení vodou ředitelných nátěrových hmot je třeba zajistit minimální teplotu prostředí (20 °C) a intenzivní výměnu vzduchu;
- Vodou ředitelné nátěrové hmoty mají vyšší obsah sušiny, proto je třeba nanášet menší množství vodou ředitelné nátěrové hmoty na plochu;
- Při nanášení vodou ředitelných nátěrových hmot je vhodné používat nanášecí zařízení nebo alespoň části, které přicházejí do přímého styku s nátěrovou hmotou, z nerezové oceli nebo plastů a pryže;
- Vodou ředitelné nátěrové hmoty po nanesení na plochu zasychají déle než lihové a nitrocelulózoové nátěrové hmoty a vyznačují se tzv. dolepovacím efektem. Již zaschlé filmy mohou po zatížení opět někdy dolepovat, mají nízkou odolnost vůči dolepení v bloku (okenní rámy, podlahy);

- Nátěrové filmy vodou ředitelných nátěrových hmot se obtížněji brousí, méně sprašují, více zalepují brusný papír a při zatížení během broušení dochází k zahřívání plochy;
- Nanášecí zařízení i znečištěná místa je nutno okamžitě po nanesení umýt a odstranit zbytky nátěrových hmot, protože po zaschnutí vytvoří nátěrový film, který již není odstranitelný ředidlem, ani rozpouštědlem;
- Vodou ředitelné nátěrové hmoty se doporučuje nanášet v dodaném stavu nebo přidat na ředění pouze pět procent vody, aniž by došlo ke snížení kvality nebo ke znehodnocení nátěrové hmoty;
- Vodou ředitelné nátěrové hmoty lze nanášet štětcem, polnou, válečkem, stříkáním, poléváním, navalováním i máčením. Štětce je pro tyto nátěrové hmoty vhodné používat s chlupy vyrobenými z polyamidu s mírně roztrepenými konci. (Tesařová, D. a kolektiv 2003, s. 49)

4.4 Vlivy působící na nábytek v exteriéru

Na nábytek, který je určen do venkovního prostředí, je kladen velký důraz, co se trvanlivosti týče. Jelikož na dřevo působí jak povětrnostní vlivy (teplota, sluneční záření, déšť, vítr), tak i biologičtí škůdci (houby, plísňe, dřevokazný hmyz. Z tohoto důvodu je nutné dřevo ochraňovat a předcházet tím jeho degradaci.

Problémem u nátěrů použitých na venkovní nábytek je ten, že ve srovnání s nábytkem použitý v interiéru, ale musí být odolnější a pružnější. Tento fakt je pro spoustu uživatelů odrazujícím faktorem ke koupi dřevěného zahradního nábytku, kteří se následně raději uchýlí k výběru nábytku z jiného materiálu, ať už jde o kov či plast. Cílem výrobců zahradního nábytku z masivního dřeva je zvolit takovou nátěrovou hmotu, která splňuje bezpečnostní normy nejlépe a tím prodlužuje životnost a trvanlivost výrobků ze dřeva. (Blanář, R. 2009, s. 11)



Obrázek 2 Dřevo v exteriéru (Foto:autor)

4.5 Podnebí v České republice

Podnebí na celém území České republiky je mírné, přechodné mezi oceánským a kontinentálním s typickým střídáním 4 ročních období (stejně jako v celé střední Evropě). Pro podnebí České republiky je charakteristické západní proudění s převahou západních větrů, časté střídání jednotlivých frontálních systémů (ročně přes naše území přejde v průměru kolem 140 front) a poměrně hojné srážky. Dochází k mísení přímořského a kontinentálního podnebí. Přímořský vliv se projevuje hlavně v Čechách, na Moravě a ve Slezsku přibývá kontinentálních podnebních vlivů. Velký vliv na podnebí má nadmořská výška a rozmanitý reliéf.

Průměrná roční teplota se v Česku pohybuje mezi 5,5 °C až 9 °C. Nejchladnějším měsícem roku je leden, kdy i v nížinách klesne průměrná měsíční teplota pod 0 °C. V průměru o 20 °C teplejší než leden je červenec, který je nejteplejším měsícem roku.

V nejteplejších oblastech Česka se v průměru vyskytne 12 tropických dnů za rok. Naopak tropická noc se v mnohých letech nevyskytne ani jednou (je vzácná). Nejčastěji se vyskytuje v Praze, kde v průběhu noci vyzařují naakumulované teplo stavby.

Nejvíce ledových a arktických dnů se vyskytuje ve vyšších polohách. Arktické dny zažívají častěji na severovýchodě území, neboť takto chladný vzduch k nám nejčastěji proudí právě od severovýchodu a tyto oblasti jsou více exponované. Ročně se u nás vyskytne kolem 1 až 2 arktických dnů, na horách v mrazových oblastech i kolem 6. Ledových dnů se v nižších polohách vyskytne kolem 30, na horách kolem 70. (<http://www.in-pocasi.cz/archiv/klima.php>)

Nejvíce srážek v Česku spadne v letních měsících, nejméně naopak v zimních měsících. V zimních měsících se více srážek vyskytuje především na horách. Srážkové úhrny v letních měsících zvyšují konvektivní srážky (při vydatné bouřce spadne i polovina měsíčního průměru za pár hodin). Nejvíce srážek v roce připadá na měsíc červen nebo červenec, nejméně srážek pak na leden nebo únor. Rovnoměrnější rozložení srážek během roku můžeme pozorovat ve vyšších polohách. (Blanář, R. 2009)

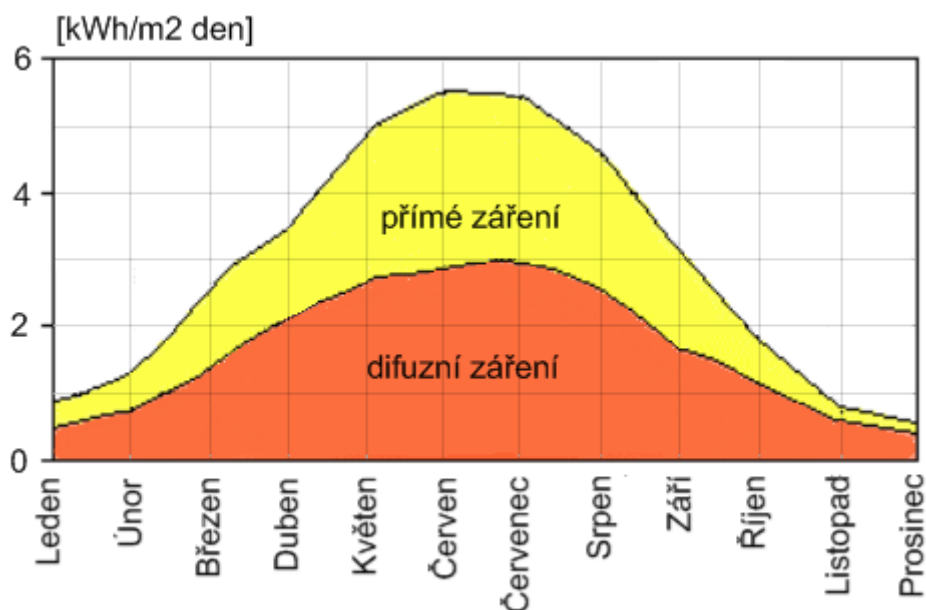
4.6 Světlo a sluneční záření

„Slunce vyzařuje energii prakticky v celém rozsahu vlnových délek. Ovšem atmosféra Země většinu z nich, které neodpovídají viditelnému světlu, pohlcuje nebo odráží, což znamená, že na povrch Země dopadá už jen viditelné světlo a část ultrafialového záření.“

4.6.1 Přímé a difúzní světlo

Přímé sluneční záření vzniká, když je jasné počasí. V tomto případě na Zemi dopadá největší část slunečního záření. Při jasném počasí nevznikají žádné překážky pro sluneční paprsky, které mohou v hojně míře a přímém směru dopadnout na povrch Země.

V případě, že se sluneční záření rozptýlí v mracích a v atmosféře o malé částičky, vzniká záření nazývané difúzní. To pak přichází ze všech směrů. (Rubinová, O. a kolektiv, 2014)



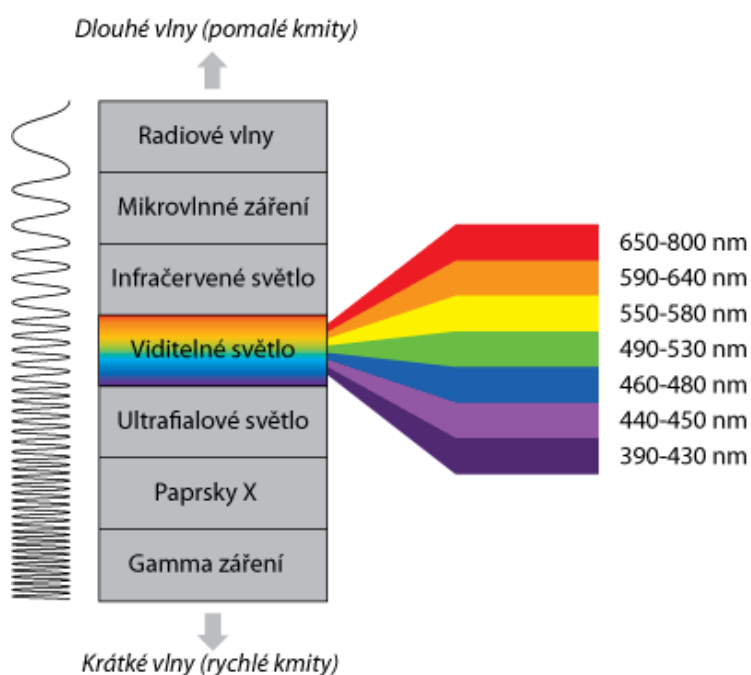
Obrázek 3 Přímé vs. sluneční záření v podmínkách ČR (Zdroj: <http://www.elekrinazestrechy.cz/fotovoltaika.aspx>)

Světlo je elektromagnetické vlnění (záření), které je lidské oko schopno vnímat, tedy viditelná část spektra elektromagnetických vln. Elektromagnetické záření může mít jak vlnový, tak částicový charakter. Částicový charakter se projevuje tím, že emise i absorpce zářivé energie molekulami a atomy látek může probíhat v tzv. kvantech,

nazývaných fotony. Energie fotonů je definována vztahem $E = h \nu$, kde h je Planckova konstanta ($6,624 \times 10^{-34} \text{ J s}$) a ν je frekvence kmitů elektromagnetické vlny. Elektromagnetickou vlnovou délku lze popsat vlnovou délkou λ , která je přímo úměrná šíření rychlosti světla ve vakuu c ($2,998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$) a odpovídá vzdálenosti, do které se vlnění rozšíří během doby jednoho kmitu T ($\lambda = c T$); perioda T je převrácená hodnota frekvence ($T = 1/\nu$). Energii fotonu je potom možno vyjádřit jako $E = h c/\lambda$. Je tedy přímo nepřímo úměrná vlnové délce.

Každé vlnové délce viditelného záření, která se nachází v rozmezí 380 – 780 nm, je přiřazena určitá spektrální barva. Existují i tzv. nespektrální barvy, které nejsou ve spektru viditelného záření obsaženy a mohou vzniknout složením světla s více vlnovými délkami; mezi nespektrální barvy patří např. purpurové odstíny.

Viditelné spektrum přechází na svých okrajích do oblasti ultrafialového (UV – UltraViolet) a infračerveného (tepelného, IČ, příp. IR InfraRed) záření. (Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)



Obrázek 4 Rozdělení vlnových délek světla (Zdroj: Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)

Šíření světla obecně ovlivňují vlastnosti prostředí, ve kterém se světlo šíří. Vlastnosti prostředí charakterizuje konstanta nazývaná index lomu. Tento index lomu v absolutních hodnotách je definován jako poměr c/v mezi rychlostí šíření světla

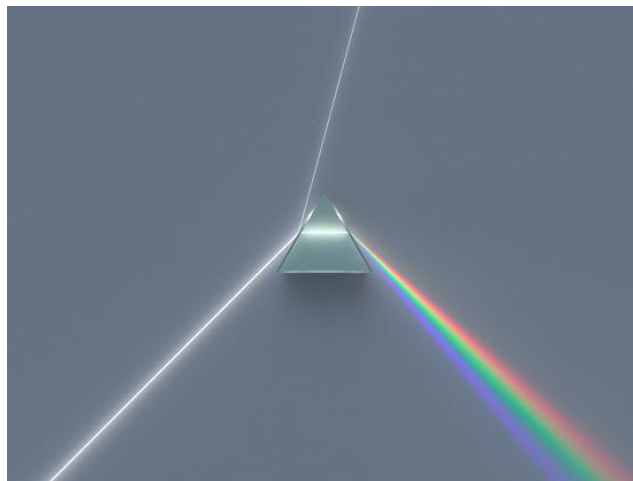
ve vakuu (c) a rychlosti šíření světla v daném prostředí (v). Čím větší index lomu je, tím pomaleji světlo daným prostředím prochází, také můžeme látku nazývat opticky hustší. (Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)

Světlo, které dopadá na rozhraní dvou prostředí o různém indexu lomu, se částečně odráží a částečně láme. Úhel odrazu je stejný jako úhel dopadu paprsku na látku. Úhel, pod kterým se paprsek láme zpět, závisí na rychlosti šíření světla. Z čehož vyplývá, že záleží na indexu lomu obou prostředí. Vše se následně řídí pomocí Snellova zákona pro lom světla:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Rovnice 1 Snellův zákon pro lom světla

Světlo s různou vlnovou délkou se tímž prostředím šíří různou rychlostí, index lomu světla je proto funkcí vlnové délky. Při růstu vlnové délky se obvykle index lomu světla zmenšuje. Každá ze spektrálních barev se láme při dopadu na rozhraní dvou prostředí pod jiným úhlem, což je označováno jako disperze světla. Jev, o kterém je zde napsáno, je zřetelný při rozkladu bílého světla hranolem na jednotlivé spektrální barvy. (Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)



Obrázek 5 Rozklad světla hranolem (Zdroj: Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)

K rozkladu bílého světla dochází i tzv. ohybem světla na štěrbinách optické mřížky. Optická mřížka je tvořena velkým množstvím pravidelně a hustě rozložených velmi úzkých štěrbin. Vzdálenost mezi osami štěrbin se nazývá mřížkovou konstantou. V případě, že na mřížku dopadá svazek rovnoběžného bílého světla, dojde k ohybu

světla na šterbinách a interferenci, díky které z mřížky vystupují pod různými úhly α paprsky světla o vlnové délce λ . Rozkladu světla na optické mřížce se využívá při měření optických spekter pomocí spektrofotometrů. Což je v této práci důležité, jelikož k měření pomocí spektrofotometru došlo před umístěním měřených vzorků do exteriéru a po odstranění z expozice došlo k přeměření stejných vzorků. A k následnému porovnání změn barevnosti.

4.6.2 Světelné zdroje

Přirozeným světelným zdrojem je Slunce. Sluneční spektrum je spojité, s maximální intenzitou vyzařování ve viditelné oblasti. Při průchodu atmosférou je spektrum modifikováno absorpčními pásy plynů; záření je rovněž rozptýlováno vlivem aerosolových částic a prachu. Celková míra absorpce záření závisí na úhlu, pod kterým světlo dopadá na zemský povrch – Slunce se při východu a západu, kdy světlo překonává větší dráhu, jeví červenější, protože atmosféra více absorbuje modrou složku světla.

Pro přesnější popis vlastností zdrojů záření bylo zavedeno *absolutně černé těleso*. Je to ideální těleso, které elektromagnetické záření zcela absorbuje, nepropouští jej a ani neodráží. Při zahřívání absolutně černé těleso vyzařuje spojitě spektrum elektromagnetického záření, přičemž spektrální rozložení intenzity závisí jen na teplotě – se zvyšováním teploty se vnímaná barva bude měnit od červené přes oranžovou, bílou až po světle modrou.

Při charakterizaci záření reálných zdrojů se používá *teplota chromatičnosti*; to je teplota, na níž musí být zahřáté absolutně černé těleso, aby vyzařovalo spektrum téměř shodné se spektrem určitého zdroje světla. Udává se v absolutní teplotní stupnici, jejíž jednotkou je kelvin (K). Teplota chromatičnosti denního světla se v důsledku proměnného spektrálního rozložení jeho intenzity během dne výrazně mění.

Kromě slunečního záření se používá záření řady umělých zdrojů světla. Umělé zdroje využívají např. teplotní záření, záření elektrického výboje v plynech či parách kovů nebo luminiscenční záření. Mezi umělé světelné zdroje patří žárovky, výbojky, lasery a světlo emitující diody. (Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)

4.7 Druhy dřevin

4.7.1 Dřevo

Dřevo je organickým materiálem rostlinného původu, jehož převážná většina je zdřevnatělá. Dřevo je ideální materiál, protože je to obnovující se surovina a při správném způsobu hospodaření v našich lesích existuje v podstatě neomezený potenciál pro doplňování zásob touto surovinou. Ideálním materiálem je i v jiných rovinách. Dřevo má svůj přírodní charakter, přirozenou kresbu, variabilitu barev, dobré fyzikální a mechanické vlastnosti. Pocitově je to velmi žádoucí materiál v lidském prostředí.

Dřevo představuje pružný, pevný a přitom lehký materiál, který se velmi dobře opracovává, snadno povrchově upravuje, je lehce spojitelný (i s jinými materiály) a dobře manipulovatelný. Dřevo je materiálem, který vyniká v dalších mnoha ohledech, jako jsou akustické vlastnosti, dobré tepelně-izolační vlastnosti, odolností proti působení chemických vlivů.

Dřevo ovšem má i spoustu negativních vlastností, které vycházejí z fakta, že jde o rostlý materiál (velmi heterogenní materiál). Je to materiál, který neustále reaguje na prostředí, ve kterém se nachází. Vlhkost je největší parametr. Dřevo neustále bobtná a sesychá. Z tohoto důvodu může dojít k situacím, kdy se materiál na průřezu bortí. Dalšími negativními vlastnostmi jsou nízká odolnost vůči biotickým činitelům a snadná zápalnost. Všechny negativní vlastnosti dřeva se mohou velmi zlepšit pomocí správné volby nátěrové hmoty. (Němec, J. 2005)

4.7.2 Jehličnaté dřeviny

Dřevo jehličnatých dřevin je charakteristické jednoduchou a pravidelnou strukturou. Ve dřevě se vyskytují dva základní elementy, což jsou tracheidy (cévice) a parenchymatické buňky.

Tracheidy tvoří převážnou část dřeva 90-95%. Jde o buňky, které jsou uzavřené protáhlé a u většiny případů na koncích zašpičatělé. Jejich orientace v rámci kmene je rovnoběžná s podélnou osou kmene. Jarní tracheidy vznikají na začátku vegetačního růstu a plní vodivou funkci. Mají tenčí buněčné stěny s obsahem dvůrkatých ztenčení. Vznik letních tracheid je v pozdějším období. A tvoří funkci mechanickou, jejich tvar je užší a delší než u jarních tracheid a tloušťka buněčné stěny je také větší. Krom vertikálních tracheid, se u některých jehličnatých dřevin vyskytují ještě horizontální

tracheidy, které jsou součástí dřeňových paprsků. Jsou rozměrově menší než vertikální tracheidy a aby byly propustné, mají na sobě dvojtečky.

4.7.2.1 Smrk ztepilý (*Picea Abies*)

V našich zeměpisných podmínkách má smrk největší zastoupení. V České republice tvoří přes 50% lesních porostů. Jedná se o velmi hospodárnou rostlinu, jelikož je v podstatě rychle rostoucí, bez přílišných vad, zavětvení, točitosti kmene, apod. Dřevo smrku je bezjádrové, s obsahem vyztáhlého dřeva. Jeho barva je žlutobílá až světle žlutohnědá se zřetelnými. Hustota smrku se pohybuje kolem $\rho = 420 \text{ kg.m}^{-3}$. Dobře se suší a opracovává. S impregnací bývá problém. Je málo trvanlivé. (http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=sm)

4.7.2.2 Modřín opadavý (*Larix decidua*)

Modřín je jádrová dřevina, což znamená. Běl je nažloutlá, a jádro červenohnědé až červeno fialové. Na vzduchu jádro brzy výrazně ztmavne. Letokruhy mají ostrý přechod mezi jarním a letním dřevem s velkým podílem letního dřeva. Pryskeřičné kanálky bývají zřetelné na příčném řezu jako tmavé tečky a na podélném jako tmavé čárky. Hustota modřínu je $\rho = 550 \text{ kg.m}^{-3}$, vysoce trvanlivé, pevné, odolné proti vnějším vlivům a škůdcům.

(http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=mo)

4.7.2.3 Borovice lesní (*Pinus silvestris*)

Borovice je hned po smrku druhá nejvíce plošně zastoupená dřevina na území České republiky. Dřevo borovice má širokou nažloutlou až narůžovělou běl. Častým jevem bývá zamodránání běle. Toto způsobují dřevozbarvující houby. Letokruhy jsou výrazné, s ostrou hranicí přechodu mezi jarním a letním dřevem v rámci letokruhu. Pryskeřičné kanálky jsou viditelné na příčném řezu jako světlé nebo tmavé tečky, na podélných řezech jsou čitelné jako tmavé čárky. Hustota borovice $\rho = 490 \text{ kg.m}^{-3}$, dřevo je odolné vnějším vlivům a trvanlivé.

(http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=bo)

4.7.3 Listnaté dřeviny

Dřevo listnatých stromů má oproti jehličnanům mnohem složitější stavbu. U listnáčů je větší různorodost buněk tvořících dřevní hmotu. Každá z buněk má svou specializaci. Klasickým vodivým elementem v listnatém dřevě jsou tzv. cévy (tracheje). Ve dřevě tvoří kapiláry složené z cévních článků, ty jsou uloženy nad sebou. Mezi sebou mají takzvanou perforaci, což umožňuje propouštění látek přes jednotlivé buňky.

Podle příčných rozměrů se cévy dělí na makropóry (nad 100 μ m) a mikropóry (do 100 μ m). Rozmístění cév ve dřevě poukazuje na typické znaky jednotlivých dřevin. Rozměry a rozmístění cév v listnatém dřevě na příčném řezu umožňuje kategorizovat jednotlivé dřeviny do třech skupin: listnaté dřeviny kruhovitě pórovité, dřeviny roztroušeně pórovité a dřeviny polokruhovitě pórovité. Cévy, vyskytující se u kruhovitě pórovitých dřevin, mohou mít tzv. thyly. Což jsou parenchymatické buňky, prorůstající dvojtečkami do lumenů cév.

Tracheidy (cévice) se ve dřevě vyskytují ve třech formách, jako révovité, vazicentrické a vláknité. Libriformní vlákna tvoří základní stavební prvek dřeva listnáčů. Je to v průměru přibližně 50-60%, v některých případech až 75%. Tvary a rozměry libriformních vláken závisí na druhu dřeva.

Dalším velmi významným znakem pro rozlišení listnatých dřevin jsou dřevňové paprsky. Jde o různé seskupení parenchymatických buněk orientovaných kolmo na osu kmene. U listnatých dřevin jsou dřevňové paprsky mnohem hojněji zastoupeny než u jehličnatých stromů. Jejich síla může být různorodá podle počtu buněk. Mohou být jednovrstevné, vícevrstevné a mnohovrstevné.

Dřevo listnatých dřevin obsahuje ještě další druhy buněk, jako jsou: parenchymatické buňky, podélný dřevní parenchym, atd.

4.7.3.1 Dub (*Qercus*)

V České republice je dub nejvíce zastoupenou listnatou dřevinou. Dřevo dubu je jádrové. Běl úzká, nažloutlá až světle hnědá. Jádro je oproti běli výrazně tmavější. Vyznačuje se hnědou až tmavohnědou barvou. Dub spadá do kategorie kruhovitě pórovitých dřevin. Typickým znakem dřeva je ostrá hranice přechodu mezi jarním a letním dřevem. V jarním dřevě jsou dosti patrné velké cévy, ty jsou na příčném řezu viditelné jako velké póry, u podélných řezů tvoří na povrchu výrazné rýhy kolem

hranice letokruhů. Malé letní cévy mají radiální uspořádání a jsou zřetelné jako radiální světlé proužky na příčném řezu v letním dřevě. Dřeňové paprsky jsou velmi dobře viditelné a to na všech řezech. Na příčném řezu tvoří lesklé dlouhé čárky, vedoucí radiálním směrem, oproti tomu na podélném řezu jsou zřetelné jako tmavé čárky. A na radiálním řezu jsou patrné jako velká lesklá a křivá zrcadla. Hustota dubu $\rho = 650 \text{ kg.m}^{-3}$, má velký obsah tříslovin a tím se stává velmi trvanlivým. (http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=db)

4.7.3.2 Buk (*Fagus silvatica*)

Dřevo buku nemá jádro. Barevná škála této dřeviny je široká, ale nejtypičtější je u něj narůžovělá barva. V dalších případech například nahnědlá až světle červenohnědá. Pařením získává červenou barvu. U starých stromů se často vyskytuje nepravé jádro, které má mnohem tmavší barvu. Letokruhy jsou zřetelné. Typickým poznávacím znakem bukového dřeva jsou dřeňové paprsky, které jsou patrné na všech základních řezech. Na příčném řezu tvoří lesklé tenké čáry, na tangenciálním řezu husté hnědé krátké čárky, na radiálním řezu výrazná četná, velká a lesklá zrcadla. Hustota buku $\rho = 680 \text{ kg.m}^{-3}$, dřevo je málo trvanlivé a málo odolné proti škůdcům. (http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=bk)

4.7.3.3 Trnovník akát (*Robinia pseudoakacia*)

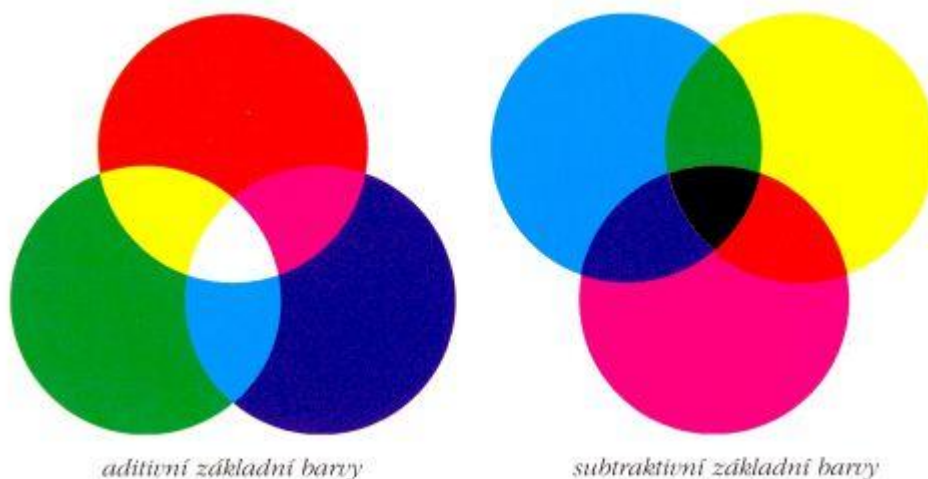
Dřevo akátu spadá do skupin jádrových dřevin. Jádro má žluto až zelenohnědou barvu. Běl je úzká a žlutobílá. Přejít mezi letokruhy je velmi výrazný s ostrým přechodem mezi jarním a letním dřevem. Dřevina je kruhovitě pórovitá se zřetelnými póry v jarním dřevě. V příčném řezu jsou póry zřetelné jako světlé tečky. U podélných řezů tvoří póry výrazné rýhy na hranici letokruhu. Malé cévy jsou ve skupinkách rozptýleny po letním dřevě. Na příčném řezu jsou skupinky cév viditelné jako světlé tečky. Dřeňové paprsky jsou zřetelné na radiálním řezu jako četná lesklá zrcadélka. Hustota akátu $\rho = 730 \text{ kg.m}^{-3}$, je vysoce houževnaté, trvanlivé a odolné proti škůdcům. (http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=ak)

4.8 Barva

Určitou barvu lze získat aditivním nebo subtraktivním mícháním. Při aditivním míchání se spektrální složky sčítají, při subtraktivním míchání dochází k odčítání.

Poznatky o aditivním míchání barev (H. Grassmann, 1953). Jakékoliv barevné světlo, i bílé, lze složit ze tří primárních světél ve vhodném poměru. Při aditivním míchání jas výsledného světla odpovídá součtu jasů primárních světél. Zpravidla se v návaznosti na spektrální citlivost tří druhů čípků lidského oka pracuje s červeným (R-Red), zeleným (G-Green) a modrým (B-Blue) primárním světlem; obecně jsou jako primární definována taková tři světla, kdy žádné ze tří primárních světél nelze získat kombinací zbývajících dvou. Zákon o existenci primárních barev lze vyjádřit vztahem $A1 =: r R + g G + b B$, kde znak $:$ značí operaci míchání světél, $A1$ je výsledné světlo a r , g a b odpovídají jasům světél R , G a B , přičemž každé primární světlo má určité spektrální složení. Vztah lze také interpretovat jako vektor $A1$ o souřadnicích $[r, g, b]$ v trojrozměrném souřadném systému R, G a B . (Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)

Subtraktivní míchání barev je založeno na odečítání spektrálních složek světla, k němuž dochází při absorpci např. barvou vrstvou. V případě bílého světla má výsledné odražené nebo propuštěné světlo barvu odpovídající barvě doplňkové k barvě absorbovaného světla, např. azurová barvou vrstva absorbuje červenou složku spektra a odráží modrou a zelenou složku. (Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)

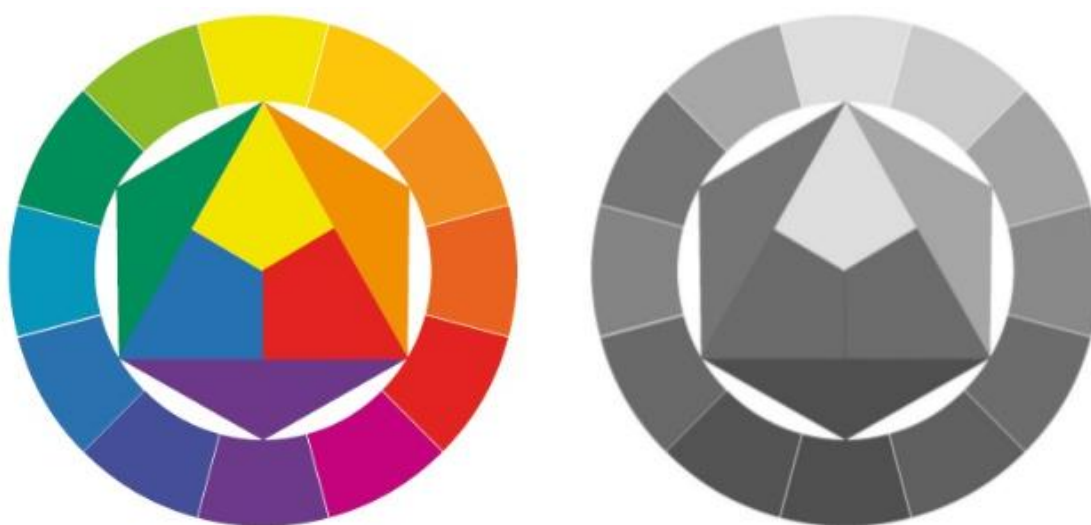


Obrázek 6 Rozdíl mezi aditivními a subtraktivními barvami (Zdroj: Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)

Barevné spektrum lze také rozdělit na barvy chromatické a achromatické. Pestré barvy (chromatické) – červená, zelená, žlutá atd. se vyznačují především světlostí

a sytostí. Chromatické barvy jsou takové barvy, které mají různé odstíny barvy. Z tohoto například vychází vzorník barev RAL. Světlost je závislá na tom, kolik světelných paprsků vůbec daná plocha odráží. Chromatické barvy odrážejí převážně vlny určité délky – právě charakteristické pro některé barvy, ale prakticky jsou vždy k nim promíšeny i vlny s jinou délkou, jiné barvy.

Chromatické, neutrální jsou barvy bílá, černá a všechny stupně šedé. Liší se od sebe pouze svou světlostí. Čím je větší koeficient odrazu, tím je barva světlejší. (Brožek, J. 1962)



Obrázek 7 Chromatické a achromatické barvy (Zdroj: Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)

4.8.1 Optické vlastnosti nátěrů

Pod pojmem nazvaným optické vlastnosti nátěru lze řadit takové vlastnosti, které může pozorovatel hodnotit pouhým zrakovým vjemem. K těmto vlastnostem patří například lesk povrchu, kryvost, barevný odstín a další. Tyto pojmy vyjadřují vzhledové jinými slovy estetické vlastnosti provedeného povrchu.

Lesk nátěru je taková schopnost nátěru, která umožňuje povrchu odrážet světelné paprsky řídící se podle Snellova zákona lomu z hlediska makroplochy jeho povrchu.

Zrcadlicí schopnost nátěru je vlastnost fázového rozhraní povrchu nátěru, která umožňuje pozorovat zdánlivý obraz předmětu tím, že nastává odraz světelných paprsků podle Snellova zákona lomu z hlediska makroplochy povrchu nátěru.

Ideálním zrcadlovým leskem je označen takový lesklý povrch, který je dokonale rovinný, bez jakýchkoli nerovností. Ke snižování kvality lesklého povrchu dochází tak, že při tvorbě nátěrového filmu vznikají na povrchu náhodným směrem orientované mikroplochy. Pokud je povrch nátěrového filmu tvořen zcela nahodile orientovanými plochami, nastává na jeho povrchu dokonale rozptýlený odraz. Takový povrch lze označit dokonale matným povrchem.

4.9 Lidský zrak

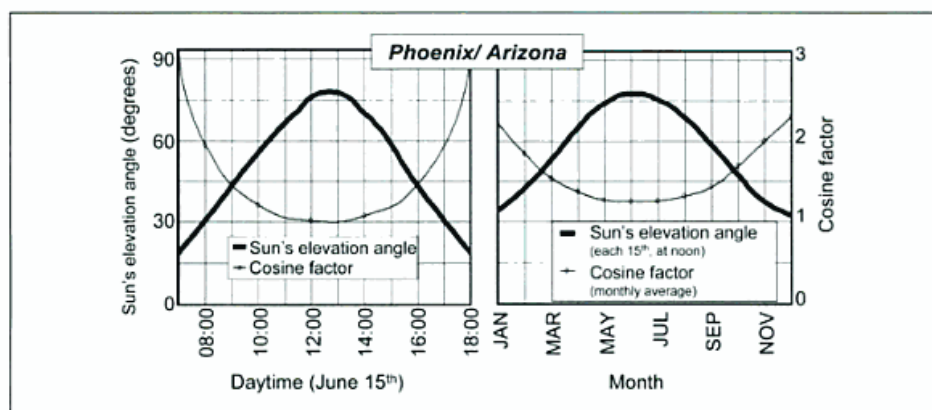
Vizuální vjem je kromě vlastností pozorovaných objektů a osvětlení ovlivněn samotným pozorovatelem – uplatňují se subjektivní faktory a jevy, které souvisejí se stavbou oka a funkcí zraku. Zrak umožňuje vyhodnocovat okolní světelné podněty. Díky stavbě oka obsahující tyčinky, jež jsou citlivé pouze na jas světla a čípků zprostředkovávající barevné vidění, je možné vyhodnotit prostředí, ve kterém se daný člověk pohybuje.

Právě díky stavbě oka různých pozorovatelů, dochází u každého z pozorovatelů k subjektivnímu vnímání barev. Zrakový vjem ovlivňují adaptační mechanismy oka. V případě přechodu ze světlého prostředí do tmavého prostředí vzniká adaptace na tmou a v případě opačného přechodu zas adaptace na světlo. Vnímaná světlost pozorovaného objektu je ovlivněna jasovým kontrastem – rozdíl jasů pozorovaného předmětu a jeho okolí. Objekt umístěn na tmavém podkladu se jeví jako světlejší a naopak. Dále je objekt vnímán jako pestřejší, když je na méně jasném podkladu. Tento je nazýván chromatický kontrast.

V souhrnu lze zmínit, že dva různí pozorovatelé pozorující tentýž předmět ve stejném prostředí ho nemusí vidět stejně. Z tohoto důvodu je dobré při výzkumu využívat přístroje, které eliminují chyby vzniklé „nedostatky“ oka pozorovatelů. *Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)*

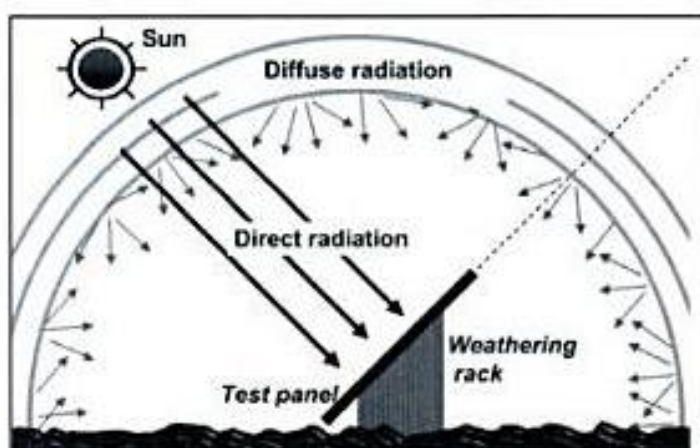
4.10 Zrychlené testování přirozeného stárnutí

Zrychlené testování přirozeného zvětrávání bylo prováděno na dvou místech a to jsou: Miami na Floridě a Phoenix v Arizoně. Jde o místa, kde globální sluneční záření a UV záření jsou téměř totožné.



Obrázek 8 Diagram v levé části ukazuje intenzitu slunečního záření v průběhu dne a pravé části je vidět sluneční úhel elevace v průběhu letní sezóny (Zdroj: Schulz, U. 2009)

Měření bylo prováděno ve třech sezónách. Vzorky byly vystaveny expozici v letech: 1999, 2000 a 2001, po dobu 14 týdnů. V klimatických podmínkách ve Phoenixu a Miami jsou roční srážky téměř zanedbatelné. Ačkoli na Floridě nemají akreditaci ISO 17025, jde o místo, které je svými klimatickými podmínkami ideální právě pro testování přirozeného zvětrávání. Jelikož do expozice jsou vzorky vystavené na krátkou dobu, je důležité vybrat místa umístění taková, kde jsou dosahovány co nejlepší podmínky pro sluneční záření. Při volení testování, bylo zhodnoceno, že místa náležící chladnějším oblastem nelze doporučovat, protože je znevýhodněna účinnost slunečního záření. (Schulz, U. 2009, s. 80)



Obrázek 9 Nákres slunečního záření dopadající na panel (Zdroj: Schulz, U. 2009)

4.10.1 Konvenční vystavení povětrnostním vlivům

Zvětrávání při konvenčním vystavení vzorků povětrnostním vlivům znamená, že vzorky jsou vystaveny pod konstantním úhlem a orientací ke světovým stranám po celou dobu testování. Výběr zvolení co nejvhodnější expozice byl vždy jedním z častých problémů při testování povětrnostních vlivů na kvalitu povrchu materiálu. Problémem je zvolit ideální úhel vystavení a orientace vzorků tak, aby vzorky byly vystaveny co největšímu podílu globálního záření odpovídající zkušebnímu místu v stupni zeměpisné šířky. Je důležité testovací panely orientovat, aby vzorky byly podrobeny při ozařování co nejvyššímu namáhání. Ve střední Evropě se používá úhel testování 45°. (Schulz, U. 2009)

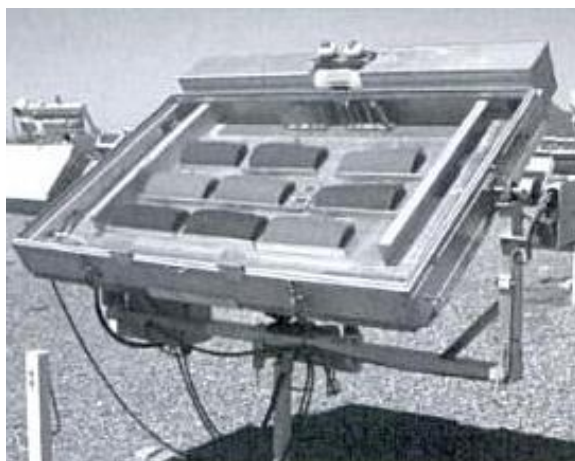


Obrázek 10 Konvenční vystavení vzorků povětrnostním vlivům (Zdroj: Schulz, U. 2009)

4.10.2 Intenzivní vystavení povětrnostním vlivům

To, že úhel expozice je velmi významný pro testování a dosahování různých výsledků při různé orientaci vedlo k myšlence, že je důležité měnit úhel orientace při měření tak, aby byla maximálně zvýšena expozice slunečního záření. Jsou dvě možnosti jak měnit expozici vzorků. V první lze měnit stojany 4x ročně, aby mohl být azimut sledován po celý rok. A druhým případem je umístění vzorků na moderní povětrnostní regály, které se snadno přizpůsobují momentální orientaci slunce.

Maximální teplota, které bylo dosaženo při testování, bylo 120°C na vzorcích opatřených nátěrovou látkou černé barvy. (Schulz, U. 2009)



Obrázek 11 Intenzivní vystavení vzorků povětrnostním vlivům (Zdroj: Schulz, U. 2009)

4.11 Požadavky na povrchovou úpravu zahradního nábytku dle ČSN 91 3001

Vzhled ploch nábytku nebo dílců dokončených nátěrovými hmotami nebo napouštědly je hodnocen dle ČSN 91 0272 a charakterizován nejvyšším přípustným množstvím defektů ve stupních „m“ a nejvyšší hodnotou velikosti defektů ve stupních „g“.

- Stolová deska: neklidný povrch, stopy po broušení, barevné skvrny m-2, g-2, pomerančová kůra, trhlinky, stříbrné a bílé póry, bublinky, mechanické nečistoty, matná nebo lesklá místa m-1, g-1;
- Sedací nábytek, ostatní dílce stolového nábytku: neklidný povrch m-3, g-2, pomerančová kůra, trhlinky, stříbrné a bílé póry, bublinky, mechanické nečistoty, matná nebo lesklá místa, stopy po broušení, barevné skvrny m-2, g-2.

Přilnavost povrchových úprav mřížkou podle ČSN EN ISO 2409 musí odpovídat nejvíce stupni 1.

Tvrдость povrchové úpravy podle ČSN 67 3075 u stolové desky musí odpovídat nejméně stupni 8, ostatní dílce stolového nábytku a dílce sedacího nábytku nejméně stupni 6.

Povrchová úprava stolové desky po 6 h. působení studených kapalin podle ČSN EN 12 720 (voda, etylalkohol 48 %, kyselina citronová 10 %, ovocná šťáva,

čaj 10 g/200 ml vody, káva 40 G/100 ml vody, čisticí prostředek) musí odpovídat nejméně stupni 4.

Odolnost stolové desky proti působení vlhkého tepla podle ČSN EN 12 721 a suchého tepla podle ČSN EN 12 722 musí odpovídat nejméně stupni 4.

Světlostálost povrchové úpravy zahradního nábytku podle ČSN EN ISO 11341 a ČSN 91 0282 musí odpovídat nejméně stupni 5 standardní modré stupnice a stupni 3 šedé stupnice.

Nátěrové hmoty a impregnační látky použité pro zahradní nábytek nesmí být v bezpečnostním listu označeny R-větami: R 40, R 45, R 46, R 49, R 50, R 51, R 52, R 53, R 60, R 61, R 62, R 63, R 68. Nábytek nesmí být ošetřen: Pentachlorfenolem PCP, tetrachlorfenolem TCP a chloralkany v rozsahu C – C13.

5 Použité zařízení a materiál

5.1 Použité materiály

5.1.1 Dřeviny

Před zahájením diplomové práce byl proveden tzv. průzkum trhu. Úkolem bylo najít dřeviny, které se nejčastěji používají na výrobu venkovního nábytku. Dané dřeviny neměly pocházet z exotických oblastí. Ideální dřevinou je taková dřevina, kterou je možné vypěstovat v podmínkách České republiky.

Průzkum tedy probíhal na českém trhu. A z výsledku vyplynulo několik dřevin. A to dřeviny jehličnaté: smrk (*Picea*), modřín (*Larix*), borovice a listnaté dřeviny: dub (*Quercus*), buk (*Fagus*) – ač je známo, že buk není vhodnou dřevinou pro použití do exteriéru, pro porovnání byla tato dřevina použita a trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*).

5.1.2 Nátěrové hmoty

Pro vytvoření základu u nátěrového filmu byl použit základní nátěr s označením: ADLER Acryl-Tauchgrund 40950 ff. Jde o vodu ředitelný akrylátový základ na dřevo, na bázi speciálních alkydových disperzí pro průmysl a domácnost, zvláště vhodný pro měkké druhy dřevin.

K jeho speciálním vlastnostem lze uvést, že je ideální pro izolování látek obsažených ve dřevě a pryskyřic. Povrch natřený základem: ADLER Acryl-Tauchgrund 40950 ff je chráněn proti zamodráním a napadením plísněmi.

Při nanášení je důležité, aby teplota vzduchu neklesla pod 10°C. Jelikož nátěrový film byl na povrchu vytvořen těsně před tím, než byly vzorky umístěny do exteriéru, tak nehrozilo, že povrch bude nekvalitní důvodu nízké teploty vzduchu. Nátěr základovou barvou: ADLER Acryl-Tauchgrund 40950 ff byl proveden 1x pomocí štětce. V technickém listě přiloženém k základové barvě bylo uvedeno, že:

- 30 minut po nanesení NH na povrchu neulpívá prach,
- 60 minut po nanesení není povrch lepivý,
- 4 hodiny po vytvoření nátěrového filmu lze povrch přebrousit.

Jelikož je nežádoucí při vytváření filmu zvýšená vlhkost v prostředí (a provádění povrchu bylo v letním měsíci), bylo přebroušení provedeno až následující den po vytvrzení filmu. Vzorčky byly přebroušeny brusným papírem o zrnitosti 280, tak jak je uvedeno v technickém listě.

Následně byl proveden vrchní nátěr ve dvou vrstvách pomocí nátěrové hmoty: ADLER Varicolor 41201 a násl. Jde o snadno zpracovatelný základní krycí lak na vodní bázi určen pro interiér i exteriér s velmi dobrými univerzálními vlastnostmi. Při použití nedocházelo k uvolňování zápachu. Vlhkost prostředí, kde byl nátěr nanášen, byla 25 % a teplota vzduchu 24,9 °C.

Ke speciálním vlastnostem laku: ADLER Varicolor 41201 patří dobrá odolnost proti povětrnostním vlivům, což umožňuje použití laku na nábytek určený do exteriéru. Lak má schopnost izolovat účinek extraktivních látek ve dřevě, odolává vůči teplotám do 100°C. Nátěrová hmota odpovídá normě ÖNORM S 1555 nebo DIN 53160, která určuje odolnost vůči potu a slinám. Ostatní vlastnosti nátěrové hmoty určují normy DEVL1104875A –FR – těkavé látky, ČSN EN 71-3 – obtížná vznětlivost. (*ADLER*)

5.2 Přístroje a zařízení

5.2.1 Leskoměr

Pro měření lesku se užívá přístroje nazývaný leskoměr. Ten se skládá ze světelného zdroje a čoček, které jsou součástí konstrukce letoměru z toho důvodu, že usměrňují rovnoběžný paprsek na zkoušený povrch. Další částí letoměru je pouzdro receptoru s čočkami, clonou zorného pole a fotometrickou celou k získání požadovaného kužele odraženého světla. Leskoměr musí odpovídat následujícím charakteristikám.

Osy úhlů dopadajícího svazku světla musí být $(20 \pm 0,1)^\circ$, $(60 \pm 0,1)^\circ$ a $(85 \pm 0,1)^\circ$ vzhledem k normále zkoušeného povrchu. Osa receptoru musí být shodná se zrcadlovým obrazem osy dopadajícího svazku světla v rozmezí $\pm 0,1^\circ$. Při zkoušení přesnosti měření se použije sklo s indexem lomu 1,567. Při vlnové délce 587,6 nm musí hodnota zrcadlového lesku být rovna 100.

Leskoměr se kalibruje na začátku každé operace a v dostatečně pravidelných časových intervalech během měření tak, aby citlivost stroje byla prakticky konstantní. Před měřením se provede tzv. kontrola nuly na přístroji pomocí nulového referenčního

standardu. V případě, že nula není v rozmezí $\pm 0,1$, je potřeba při měření provádět korekturu tím, že se od následujícího měření hodnota odečte.



Obrázek 12 Leskoměr (Foto autor)

5.2.2 Vnikací tvrdost nátěru

Mikrotvrdoměr Bareiss FL – 2000H s rozsahem 1 – 700 μm měřil odolnost nátěrové hmoty vůči vrypu. N. Následně se naměřené výsledky z μm převedly na hodnoty Buchholz.

Tab 3 Převodní tabulka z μm na jednotky Buchholz

μm	Buchholz
5	125
6	118
7	109
8	100
9	95
10	91
11	87
12	83
13	80
14	77
15	74
16	71
17	69
18	67
19	66
20	64
21	63
22	62
23	60
24	59



Obrázek 13 Přístroj Buchholz (Foto autor)

5.2.3 Spektrofotometr

Spektrofotometr Spectro-guide 45/0 BYK s geometrií měření 45/0, průměrnou měřenou oblastí 11 mm, druhem osvětlení D65 a barevným systémem CIEL a^*b^* . Při každém měření se zjišťují parametry L^* , a^* a b^* .

K popsání barevného prostoru byl použit pravoúhlý barevný systém CIEL a^*b^* vymezený třemi osami: nepestrou osou světlosti (L^*), chromatickou osou zeleno-červenou (a^*) a chromatickou osou modro-žlutou (b^*). Stupnice světlosti se pohybuje od 0 (černá) do 100 (bílá). Barevnost plochy je popisována parametry a^* a b^* , které nemají žádné hodnotové ohraničení. Parametr a^* : + a^* – červená, - a^* – zelená. Parametr b^* : + b^* – žlutá, - b^* – modrá. Souřadnice L^* , a^* , b^* jednoznačně určují barvu v jejím odstínu, sytosti a jasu. (Fricová, M. 2012)

Při měření barevnosti se používá spektrofotometr. Viz. Obrázek 14.



Obrázek 14 Spektrofotometr (Foto: autor)

5.2.4 Digitální teploměr DOT-150

Dotykový teploměr použit po průběžné měření povrchové teploty vzorků. Teplotní rozsah -50 až + 150 °C se základní přesností 0,1 °C.



Obrázek 15 Digitální teploměr DOT 150 (Zdroj: <http://www.tipa.eu/cz/digitalni-teplomer-voltcraft-dot-150-50-az150c/d-117706/>)

5.2.5 Ultrazvukový měřič tloušťky nátěru PosiTector 200

Ultrazvukový měřič použit pro měření tloušťky nánosu s přesností $\pm (2 \mu\text{m} + 3\%$ z naměřené hodnoty).



Obrázek 16 Ultrazvukový měřič tloušťky nánosu PosiTector 200 (Foto: autor)

6 Metodika

Jak již bylo uvedeno v předešlé kapitole, bylo vybráno šest druhů dřevin: AK, DB, BK, MO, BO, SM. Počet vzorků byl určen takovým způsobem, aby statistická data z dané diplomové práce byly relevantní. Od každé dřeviny bylo nařezáno 30 vzorků, které byly přebroušeny zrnitostí: 150.

Cílem této diplomové práce bylo umístit vzorky natřené vodou ředitelnými nátěrovými hmotami do exteriéru na jednu letní sezónu a následně určit, která z dřevin a nátěrová hmota na ní použitá nejvíce prospívá.

Metodika této diplomové práce vychází ze zkoušení prováděné ve Phoenixu v Arizoně. Je důležité podotknout, že jde o pilotní měření v podmínkách České republiky.

Pro práci bylo z hlediska odstínu zvoleno pět základních barev. Cílem bylo zvolit takové barvy, aby co nejlépe refletovali škálu barevného spektra. Po nastudování zákonitostí míchání barev byly zvoleny tyto barvy: bílá, červená, zelená, modrá a černá. Červenou, zelenou a modrou barvu lze také nazvat aditivními barvami. Jak již bylo výše zmíněno, jde o barvy, ze kterých lze namíchat všechny ostatní barvy. Černou a bílou barvu autorka zvolila z toho důvodu, aby bylo možné porovnat aditivní barvy s barvami určující extrémní hodnoty barevného spektra. Konkrétní odstíny barev jsou uvedeny v tabulce *Tab 4*.

Tab 4 Odstíny barev dle vzorníku RAL

	RAL	ØL*	Øa*	Øb*
Černá	RAL 9010	11,38	0,09	0,42
Bílá	RAL 9005	94,00	1,29	10,76
Červená	RAL 6017	43,54	60,45	48,27
Zelená	RAL 5015	47,05	-24,94	30,59
Modrá	RAL 3024	47,17	-14,61	-34,90

6.1 Příprava vzorků

Nanášení nátěrové hmoty bylo provedeno pomocí akrylátového štětce. Vydatnost nátěru je cca 8 – 10 m²/l. Tato hodnota je taktéž uvedena v technickém listu přiloženém k nátěrové hmotě. Povrch dílce musel být suchý, čistý, bez separačních nejistot (vosk, tuky). Vlhkost dřeva pro nanášení je ideálně u jehličnatých dřevin 15 % ± 2 %, u listnatých dřevin 12 % ± 2 %.

u listnatých dřevin $12 \% \pm 2 \%$. K přelakování dílce může dojít již po šesti hodinách, ale jako v předchozím případě, byl další nános proveden až následující den. Jelikož doba schnutí závisí na podkladu, tloušťce vrstvy, teplotě vzduchu a relativní vlhkosti. Zvolením nánosu až v následujícím dni byl zajištěn kvalitní nátěr na všech druzích dřevin. Finální stav vzorků tedy byl 1krát základ a 2krát vrchní nátěr.

Po tom, co bylo na vzorcích provedeno měření, byl vždy jeden vzorek z dané barevné škály a dané dřeviny zabalen do hliníkové fólie, aby byl maximálně eliminován účinek slunečního záření ovlivňující vlastnosti použité nátěrové hmoty. Zabalené vzorky byly během letní sezóny umístěny v laboratoři. Vzorky byly vytvořeny proto, aby sloužily jako porovnávací materiál.



Obrázek 17 Natřené vzorky v laboratoři (Foto: autor)

6.1.1 Tloušťka nátěru vzorků změřena ultrazvukovým měřičem PosiTector 200

Tab 5 Tloušťka nátěru

Dřevina		Hodnoty					SMODCH	Průměr	Dřevina		Hodnoty					SMODCH	Průměr
AK	In	35	37	33	33	33	1,60	34,20	MO	In	28	27	28	30	30	1,20	28,60
	Ex	29	28	28	30	30	0,89	29,00		Ex	32	33	28	29	28	2,10	30,00
	In	27	27	28	30	29	1,17	28,20		In	34	32	28	27	29	2,61	30,00
	Ex	29	27	33	27	30	2,23	29,20		Ex	30	29	28	29	30	0,75	29,20
	In	29	32	28	29	28	1,47	29,20		In	28	27	30	31	28	1,47	28,80
	Ex	28	28	29	33	28	1,94	29,20		Ex	32	32	30	28	28	1,79	30,00
	In	29	28	28	34	32	2,40	30,20		In	28	29	30	29	27	1,02	28,60
	Ex	27	36	27	29	30	3,31	29,80		Ex	30	29	28	27	29	1,02	28,60
	In	34	28	27	27	28	2,64	28,80		In	29	27	31	30	32	1,72	29,80
	Ex	29	27	29	32	32	1,94	29,80		Ex	29	29	30	32	27	1,62	29,40
DB	In	27	27	28	29	29	0,89	28,00	BO	In	26	39	37	35	28	5,10	33,00
	Ex	27	27	30	28	31	1,62	28,60		Ex	30	32	31	28	29	1,41	30,00
	In	44	28	27	30	28	6,37	31,40		In	31	32	29	28	27	1,85	29,40
	Ex	31	29	28	31	29	1,20	29,60		Ex	31	30	29	28	27	1,41	29,00
	In	30	31	28	30	32	1,33	30,20		In	35	32	30	29	28	2,48	30,80
	Ex	29	29	28	29	28	0,49	28,60		Ex	26	29	30	31	32	2,06	29,60
	In	32	30	28	29	29	1,36	29,60		In	29	28	27	34	30	2,42	29,60
	Ex	32	31	28	28	27	1,94	29,20		Ex	28	27	30	31	30	1,47	29,20
	In	32	29	28	30	27	1,72	29,20		In	29	32	31	28	28	1,62	29,60
	Ex	28	29	33	31	32	1,85	30,60		Ex	29	36	27	30	31	3,01	30,60
BK	In	28	28	32	32	28	1,96	29,60	SM	In	28	29	31	30	29	1,02	29,40
	Ex	33	34	28	28	27	2,90	30,00		Ex	27	28	30	29	30	1,17	28,80
	In	30	35	27	28	28	2,87	29,60		In	32	27	28	30	29	1,72	29,20
	Ex	29	27	28	29	29	0,80	28,40		Ex	30	34	29	31	30	1,72	30,80
	In	40	30	29	28	30	4,36	31,40		In	29	32	28	27	30	1,72	29,20
	Ex	32	33	34	28	29	2,32	31,20		Ex	31	30	29	30	28	1,02	29,60
	In	27	28	28	32	30	1,79	29,00		In	31	29	28	27	30	1,41	29,00
	Ex	32	33	29	28	27	2,32	29,80		Ex	28	34	28	29	31	2,28	30,00
	In	30	28	28	28	29	0,80	28,60		In	29	27	28	31	32	1,85	29,40
	Ex	31	32	34	28	27	2,58	30,40		Ex	31	30	29	27	28	1,41	29,00

6.2 Umístění vzorků

6.2.1.1 Lechovický bioregion

Stanovitě, na kterém byly umístěny vzorky, spadá do Lechovického bioregionu. Toto stanoviště bylo vybráno záměrně. Hlavním úkolem práce bylo zjistit, který ze vzorků použitých pro měření dosahuje největších povrchových teplot. Jelikož právě obec Načeratice, která se nachází asi 6,5 km na jihovýchod od Znojma a leží v nadmořské výšce 240 m. n. m., spadá do Lechovického bioregionu, volba stanoviště byla ideální pro dané měření.

6.2.1.2 Poloha

Bioregion leží ve středu jižní Moravy a zasahuje podstatnou částí do Rakouska. Zabírá geomorfologický celek Dyjsko-svratecký úval, ovšem bez širokých niv, bez území východně od Židlochovic a Dunajovických vrchů, naopak na západě zahrnuje okraj Jevišovické pahorkatiny. Bioregion se skládá ze dvou částí oddělených nivami, plocha v ČR je 1085 km².

6.2.1.3 Podnebí

Dle Quitta leží téměř celý bioregion v teplé oblasti T4, která je v ČR nejteplejší. Pouze vyšší okraje leží v T2.

Podnebí je výrazně teplé a nejsušší na Moravě, neboť se uplatňuje srážkový stín Českomoravské vrchoviny: Lechovice 528 mm, Miroslav 505 mm, Pohořelice 499 mm, Drnholec 9,3°C, 495 mm. Vzhledem k plochému reliéfu je celá oblast vydána převážně západnímu proudění. Významné jsou též jihovýchodní větry, přinášející v zimě déšť a v létě sucho nebo bouřky. Chráněných míst s odlišnými místními poměry je málo. (Culek, M a kolektiv 1996)

Stojan, který se užívá pro měření změn na dřevě v exteriéru, byl umístěn do zahrady na prostor bez zastínění.



Obrázek 18 Umístění stojanu se vzorky (Zdroj: <https://www.google.cz/maps/place>)

Po umístění byl stojan pomocí buzoly orientován tak, aby plochy dílců směřovaly přímo na jih. V roce 2013 byly na obdobné práci provedeny zkoušky, kdy povrch dosahuje nejvyšších teplot. Opět byl stojan pomocí buzoly orientován, a to třemi způsoby:

- 1) Jihovýchodně
- 2) Jižně
- 3) Jihozápadně

Po několikadenním měření v pravé poledne bylo zjištěno, že nejvyšších hodnot je dosahováno při jižní orientaci. Proto a také na základě požadavku normy 4SN EN 927 byla při této diplomové práci zvolena varianta orientování stojanu na jih.



Obrázek 19 Vzorky umístěné na stojanu I. (Foto: autor)



Obrázek 20 Vzorky umístěné na stojanu II. (Foto: autor)

6.3 Fyzikálně mechanické vlastnosti nátěrového filmu

6.3.1 Stanovení lesku nátěru

Metoda, která umožňuje posoudit lesk je důležitá z toho hlediska, že díky ní lze určit kvalitu nátěrového filmu a nátěrových hmot obecně. Lesk nátěrového filmu je důležitým znakem jakosti nátěrů. Měření hodnot lesku se používá také při hodnocení různých odolností nátěrů, protože změna lesku je indikátorem, který nastává při degradaci nátěru.

6.3.1.1 Stanovení zrcadlového lesku nátěrů bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 30°, 60° a 85° podle ČSN ISO 2813 (67 3066)

Podstatou zkušební metody je stanovení zrcadlového lesku nátěrových filmů s využitím reflexní geometrie při úhlech 20°, 60° a 85°. Metoda není určena pro měření lesku nátěrových filmů s obsahem kovových pigmentů. Při měření této metody se používá:

- a) Úhel 60°, použitelný pro všechny nátěry. (Použití v nábytkářství)
- b) Úhel 20°, užívaný pro měření nátěrových filmů ve vysokém lesku.
- c) Úhel 85°, užívaný pro měření matných nátěrových filmů v případě, že při měření při 60° vykazují hodnoty měření číslo lesku menší jak 10. (*Polášek, J. 2003*)

Pro měření této práce byla zvolena metoda, kdy se měří pouze pod úhlem 60°.

Měření bylo provedeno po vytvoření nátěrového filmu na všech vzorcích před tím, než byly vzorky umístěny celou letní sezónu v exteriéru. Po ukončení letní expozice byly vzorky opět přeměřeny, aby mohlo dojít k porovnání změn na površích.

Jak již bylo zmíněno výše, přeměřeny byly všechny vzorky u všech dřevin, které byly využity u této diplomové práce. Jako první bylo měření provedeno ve směru kolmém na vlákna a kolmé na směr nátěru. Měření z důvodu statisticky uchopitelných dat bylo provedeno 5x. Ve směru rovnoběžném s vlákny bylo měření též provedeno 5x. Vše bylo pečlivě zaznamenáno.

6.3.2 Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru podle ČSN 67 3068

Změnou barevného odstínu ΔE rozumíme míru změny nebo rozdíl barevných vlastností nátěrů.

Účelem této metody je umožnit kvalitativní vyjádření změny barevného odstínu charakterizující změnu barevných vlastností nátěru při zkušebních postupech.

Barevný odstín je určován pro nátěry vždy na několika místech vzorku. Počet měření záleží od velikosti měřeného vzorku. Dále je možno zvolit samotná místa měření, tím lze vyloučit ta místa, která mají netypický vzhled nátěru. (Polášek, J. 2003)

Měření bylo prováděno na pěti různých místech u každého vzorku, aby data byla statisticky uchopitelná.

Tab 6 Hodnocení barevného rozdílu

Stupeň stálosti	Slovní vyjádření stupně stálosti	ΔE (LaB a CIE LaB)	ΔE nebo ΔE
1	Barevný odstín téměř beze změny. Barevné vlastnosti se nemění během zkoušky. Stálost je výborná.	0,5	0,005
2	Vzorek vykazuje postřehnutelnou změnu barevného odstínu	3	0,02
3	Vzorek není barevně stálý	8	0,05
4	Vzorek má velmi špatnou barevnou stálost	30	20
5	Vzorek je barevně naprosto nestálý	60	40

Zpracování naměřených hodnot, se provede tak, že se nejprve vypočítá aritmetický průměr z hodnot na měřených u jednotlivých nátěrů. Z těchto aritmetických průměrů se potom vypočítá aritmetický průměr zkoušeného vzorku. Rozdíl barevného odstínu se vyjádří jako rozdíl barevného odstínu srovnávaných vzorků.

6.3.3 Stanovení vnikací tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem podle ČSN 67 3074

Tvrdot nátěru ovlivňují podmínky, ve kterých byl nátěrový film vytvořen. Ovlivňujícím faktorem jsou teplota a relativní vlhkost vzduchu a také tloušťka nátěru.

Vnikací tvrdost nátěru je taková schopnost nátěru odolávat deformačním účinkům vnikajícího tělíska při jeho stisku do nátěrového filmu.

Tvrlost elastoplastická je tvrlost, do které jsou zařazený pouze deformace dočasné. Dočasné deformace jsou deformace mizící po ukončení expozice deformačních účinků. Tvrlost plastická je tvrlost, do níž se řadí deformace trvalého rázu. Tvrlost elasticko-plastická je tvrlostí, kam se zahrnují deformace jak plastická, tak i elastické. Všechny tvrlosti jsou udávány v MPa. Podílem trvalé deformace vzniklé na celkové deformaci je součinitel plasticity.

Při zkoušce tvrlosti nátěru se zjišťuje hloubka vtisku vnikajícího tělesa, které vznikne po 30 s působení tělesa. Rozsah zkušebního zařízení 1 – 700 μm . (*Meloun, M. 2008*)

6.3.4 Měření povrchové teploty

Pro měření povrchové teploty byl použit povrchový teploměr s čidlem. Měření probíhalo v pravé poledne a naměřené teploty byly zaznamenávány.

7 Výsledky laboratorní části

Výsledky naměřené v laboratoři jsou přílohou částí diplomové práce. Jelikož se jedná o velké množství dat, nebylo zvoleno umístění naměřených hodnot do textové části.

7.1 Lesk

Při měření pomocí letoměru, se postupovalo dle postupu, který je uvedený v kapitole 5.3.1.1. Lesk byl změřen na každém vzorku 5x ve směru vláken a 5x kolmo na vlákna. První měření probíhalo v laboratoři před umístěním vzorků do expozice. Druhé po odejmutí z expozice. Naměřená data v jednotkách GU byla umístěna do tabulky a následně došlo k vyhodnocení dat pomocí statistické metody T-test. Díky které byly vyhodnoceny změny lesku před a po umístění vzorků do expozice. Hodnoty změn lesků jsou uvedeny v %.

Jelikož v této práci bylo použito šest druhů a dřevin v kombinaci s pěti barvami, byly hodnoty porovnávány následovně:

- 1) Vyhodnocení změny lesku u jednotlivých dřevin. Naměřená data byla zpracována v tabulkách *Tab 7 – 12*. Pro lepší orientaci jsou v přílohách uvedeny grafy *Příloha č. 1 - 6*.

Tab 7 Procentuální změna lesku - Akát [%]

Akát	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru
AK bílá	-13,54	8,86	13,11	11,22
AK červená	-16,55	-27,41	-16,67	-8,06
AK modrá	-12,34	-10,47	-10,69	1,45
AK zelená	-13,63	21,59	-9,76	7,46
AK černá	-19,85	-4,66	-14,88	-11,31

Tab 8 Procentuální změna lesku - Dub [%]

Dub	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru
DB bílá	-18,90	-19,38	-16,79	-14,22
DB červená	-28,71	-12,12	-28,47	-45,86
DB modrá	-24,51	-22,69	-23,88	-14,61
DB zelená	-24,79	-13,86	-23,31	-15,29
DB černá	-30,25	14,99	-26,36	-37,96

Tab 9 Procentuální změna lesku - Buk [%]

Buk	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru
BK bílá	-22,41	-12,72	-16,88	-12,98
BK červená	-32,83	-23,92	-26,77	-13,04
BK modrá	-27,68	-15,68	-29,37	-13,76
BK zelená	-36,45	-47,68	-29,14	-12,63
BK černá	-32,63	-3,51	-29,53	-12,54

Tab 10 Procentuální změna lesku - Modřín [%]

Modřín	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru
MO bílá	-6,37	-21,62	-17,17	-17,40
MO červen	-25,49	-28,58	-22,98	-21,46
MO modrá	-24,04	-26,87	-22,07	-23,10
MO zelená	-28,97	-12,53	-23,28	-23,96
MO černá	-24,79	-9,88	-24,37	-9,26

Tab 11 Procentuální změna lesku - Borovice [%]

Borovice	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru
BO bílá	-16,10	-9,74	-12,94	-9,49
BO červená	-29,59	-30,36	-30,00	-43,12
BO modrá	-19,50	-3,24	-19,97	2,72
BO zelená	-26,10	-18,94	-22,25	-18,53
BO černá	5,19	24,75	-20,43	0,19

Tab 12 Procentuální změna lesku - Smrk [%]

Smrk	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru
SM bílá	-18,35	-11,75	21,13	-11,75
SM červená	-26,77	-16,35	-21,61	-13,53
SM modrá	-21,99	-24,59	-21,07	-26,91
SM zelená	-23,99	-12,73	-22,24	-6,12
SM černá	-27,82	-11,88	-17,97	-8,58

- 2) Vyhodnocení změny lesku u různých barev. Hodnoty lesku, které jsou uvedeny v tabulkách Tab 7 – 12, byly rozděleny podle barev a následně z nich byl vypočten průměr. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce Tab 13.

Tab 13 Průměrná procentuální změna lesku u jednotlivých barev [%]

Barvy	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru //	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru //
Bílá	-15,95	-11,06	-4,92	-9,10
Červená	-26,66	-25,89	-24,42	-24,18
Modrá	-23,02	-17,26	-21,18	-12,37
Zelená	-25,66	-14,13	-21,66	-11,51
Černá	-21,69	-1,40	-22,66	-13,24

7.2 Vnikací tvrdost nátěru

Zkouška probíhala podle uvedeného postupu. V tabulkách umístěných níže jsou hodnoty změny průhybů nátěru před umístěním do exteriéru a po následném odejmutí z expozice. Hodnoty průhybu jsou v jednotce μm , ale změna je uvedena v %.

Jako v předchozí kapitole se u porovnávání hodnot vychází ze skutečnosti, že jde o velké množství dat. Proto byly data porovnány následovně:

- 1) Vyhodnocení změny průhybu nátěru u jednotlivých dřevin. Naměřená data byla zpracována v tabulkách Tab 14 - 19. Pro lepší orientaci jsou v přílohách uvedeny grafy Příloha č. 7 – 12.

Tab 14 Procentuální změna průhybu nátěru - Akát [%]

Akát	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru
AK bílá	-51,68	-59,18	-54,44	-99,52
AK červená	-9,14	-34,44	-37,73	-22,17
AK modrá	-10,79	16,67	-32,45	-33,63
AK zelená	2,12	-11,76	-18,00	15,71
AK černá	-21,00	-2,55	-3,48	-9,58

Tab 15 Procentuální změna průhybu nátěru - Dub [%]

Dub	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru
DB bílá	-65,42	-71,63	-64,86	-66,20
DB červená	-68,67	-73,80	-61,73	-53,47
DB modrá	-70,25	-73,92	-74,48	-71,48
DB zelená	-55,38	-36,75	-48,70	-39,77
DB černá	-70,52	-64,79	-67,09	-75,25

Tab 16 Procentuální změna průhybu nátěru - Buk [%]

Buk	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru
BK bílá	-8,18	-20,24	-41,54	-43,09
BK červená	52,14	9,76	-41,02	-26,50
BK modrá	84,71	11,40	34,94	-4,07
BK zelená	-17,22	7,98	-34,33	-25,30
BK černá	47,55	0,58	1,81	-19,75

Tab 17 Procentuální změna průhybu nátěru - Modřín [%]

Modřín	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru
MO bílá	15,61	-9,45	-47,59	-27,95
MO červená	155,70	8,00	-36,15	-45,22
MO modrá	157,33	91,26	-12,32	-27,54
MO zelená	36,84	39,20	-38,89	-17,10
MO černá	19,16	35,05	-41,26	-43,73

Tab 18 Procentuální změna průhybu nátěru - Borovice [%]

Borovice	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru
BO bílá	61,43	71,00	-54,94	-35,86
BO červená	133,05	150,50	-51,25	-48,54
BO modrá	248,92	38,69	-55,50	-40,40
BO zelená	1,03	5,33	-58,65	-42,59
BO černá	117,29	144,00	-62,66	-66,61

Tab 19 Procentuální změna průhybu nátěru - Smrk [%]

Smrk	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru
SM bílá	-89,63	36,39	-53,59	-60,34
SM červená	21,41	74,15	-41,37	-46,94
SM modrá	96,74	60,68	-19,86	-48,21
SM zelená	36,79	3,06	-16,17	-55,58
SM černá	6,30	-21,32	-35,23	-69,54

- 2) Vyhodnocení změny průhybu nátěru různých barev. Hodnoty průhybu nátěru tvrdosti, které jsou uvedeny v tabulkách Tab 12 - 17, byly rozděleny podle barev a následně z nich byl vypočten průměr. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce Tab 18.

Tab 20 Procentuální změna průhybu tvrdosti u barev [%]

Barvy	změna průhybu i v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	změna průhybu v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna průhybu v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech - vzorek umístěný v interiéru
Bílá	-22,98	-8,85	-52,83	-55,49
Červená	47,42	22,36	-44,88	-40,47
Modrá	84,44	24,13	-26,61	-37,56
Zelená	0,70	1,18	-35,79	-27,44
Černá	16,46	15,16	-34,65	-47,41

7.3 Barevnost

Zkouška barevnosti probíhala podle postupu, který je popsán výše. Na každém vzorku se pomocí spektrofotometru na různých pěti místech naměřily hodnoty L*, a* a b*. Poprvé měření proběhlo před umístěním vzorků do exteriéru a následné přeměření proběhlo po odejmutí z expozice. Z těchto pěti hodnot se následně vypočetly průměrné hodnoty ke každému vzorku.

Za pomoci vzorce:

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

Rovnice 2 Změna barevnosti

Tab 21 Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru - listnaté dřeviny

Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru										
NH	před			po			ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
	$\varnothing L^*$	$\varnothing a^*$	$\varnothing b^*$	$\varnothing L^*$	$\varnothing a^*$	$\varnothing b^*$				
AK černá - interiér	11,40	-0,02	0,24	13,44	0,02	0,17	2,04	0,04	-0,07	2,04
AK černá - exteriér	11,03	0,10	0,27	15,02	-0,03	0,15	3,99	-0,13	-0,12	3,99
AK bílá - interiér	93,40	0,31	11,39	93,46	0,17	10,43	0,06	-0,14	-0,96	0,97
AK bílá - exteriér	93,36	0,44	11,54	90,59	0,93	10,31	-2,77	0,49	-1,23	3,07
AK červená - interiér	42,85	60,51	46,81	43,81	62,00	47,97	0,96	1,49	1,16	2,12
AK červená - exteriér	42,86	60,22	47,17	44,03	59,49	44,46	1,17	-0,73	-2,71	3,04
AK zelená - interiér	47,03	-24,73	30,58	47,22	-24,63	30,35	0,19	0,10	-0,23	0,31
AK zelená - exteriér	46,69	-24,77	30,62	46,77	-23,22	28,82	0,08	1,55	-1,80	2,38
AK modrá - interiér	46,55	-16,78	-30,41	47,18	-14,00	-35,39	0,63	2,78	-4,98	5,74
AK modrá - exteriér	46,64	-16,44	-30,89	47,14	-14,10	-33,46	0,50	2,34	-2,57	3,51
DB černá - interiér	11,79	0,17	0,30	12,34	0,98	0,62	0,55	0,81	0,32	1,03
Dub černá - exteriér	11,78	0,20	0,35	15,23	0,23	0,11	3,45	0,03	-0,24	3,46
Dub bílá - interiér	94,16	0,12	10,55	92,67	0,74	11,12	-1,49	0,62	0,57	1,71
Dub bílá - exteriér	94,13	0,23	10,74	91,03	1,22	10,21	-3,10	0,99	-0,53	3,30
Dub červená - interiér	43,39	60,16	46,94	43,54	58,99	43,89	0,15	-1,17	-3,05	3,27
Dub červená - exteriér	43,31	60,72	47,62	44,53	57,65	43,56	1,22	-3,07	-4,06	5,23
Dub zelená - interiér	46,82	-24,62	30,23	45,65	-22,34	30,00	-1,17	2,28	-0,23	2,57
Dub zelená - exteriér	46,91	-24,64	30,20	45,76	-22,97	30,02	-1,15	1,67	-0,18	2,04
Dub modrá - interiér	46,93	-14,60	-34,64	47,00	-14,76	-33,87	0,07	-0,16	0,77	0,79
Dub modrá - exteriér	46,96	-14,52	-34,87	46,04	-14,30	-31,78	-0,92	0,22	3,09	3,23
Buk černá - interiér	12,39	0,05	0,48	15,67	0,36	0,90	3,28	0,31	0,42	3,32
Buk černá - exteriér	10,79	0,07	0,45	14,52	0,09	0,22	3,73	0,02	-0,23	3,74
Buk bílá - interiér	94,12	0,19	10,39	92,31	1,10	9,74	-1,81	0,91	-0,65	2,13
Buk bílá - exteriér	94,09	0,41	10,86	89,86	1,42	10,52	-4,23	1,01	-0,34	4,36
Buk červená - interiér	43,87	62,38	49,26	43,81	61,98	47,93	-0,06	-0,40	-1,33	1,39
Buk červená - exteriér	43,75	62,24	48,90	42,78	60,87	43,97	-0,97	-1,37	-4,93	5,21
Buk zelená - interiér	47,14	-25,08	30,70	46,32	-24,51	30,28	-0,82	0,57	-0,42	1,08
Buk zelená - exteriér	47,12	-25,08	30,71	46,65	-23,42	28,64	-0,47	1,66	-2,07	2,69
Buk modrá - interiér	47,48	-14,08	-35,91	47,23	-13,87	-35,68	-0,25	0,21	0,23	0,40
Buk modrá - exteriér	47,29	-14,07	-35,95	46,43	-13,82	-32,99	-0,86	0,25	2,96	3,09

Tab 22 Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru - jehličnaté dřeviny

Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru										
NH	před			po			ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
	ϕL^*	ϕa^*	ϕb^*	ϕL^*	ϕa^*	ϕb^*				
MO černá - interiér	10,97	0,08	0,64	13,02	0,38	1,33	2,05	0,30	0,69	2,18
MO černá - exteriér	10,20	0,14	0,78	14,13	0,15	0,35	3,93	0,01	-0,43	3,95
MO bílá - interiér	94,20	0,31	10,71	92,94	1,20	10,32	-1,26	0,89	-0,39	1,59
MO bílá - exteriér	94,15	0,30	10,90	90,32	1,30	10,67	-3,83	1,00	-0,23	3,97
MO červená - interiér	43,35	61,58	48,89	43,35	59,98	47,56	0,00	-1,60	-1,33	2,08
MO červená - exteriér	43,53	61,74	48,86	44,67	59,87	44,55	1,14	-1,87	-4,31	4,83
MO zelená - interiér	46,97	-25,04	30,65	46,01	-24,54	30,23	-0,96	0,50	-0,42	1,16
MO zelená - exteriér	47,01	-25,13	30,82	46,71	-23,46	28,56	-0,30	1,67	-2,26	2,83
MO modrá - interiér	47,45	-14,27	-35,66	47,12	-14,34	-35,71	-0,33	-0,07	-0,05	0,34
MO modrá - exteriér	47,37	-14,12	-35,79	46,87	-13,98	-32,43	-0,50	0,14	3,36	3,40
BO černá - interiér	11,67	0,07	0,18	12,11	0,19	0,37	0,44	0,12	0,19	0,49
BO černá - exteriér	10,56	0,15	0,39	14,37	0,15	0,00	3,81	0,00	-0,39	3,83
BO bílá - interiér	94,00	-0,03	10,80	93,57	0,58	11,06	-0,43	0,61	0,26	0,79
BO bílá - exteriér	94,16	0,18	10,71	90,10	1,02	10,34	-4,06	0,84	-0,37	4,16
BO červená - interiér	43,77	61,22	47,72	43,74	60,56	46,16	-0,03	-0,66	-1,56	1,69
BO červená - exteriér	43,84	61,78	48,46	44,73	59,20	44,09	0,89	-2,58	-4,37	5,15
BO zelená - interiér	47,42	-25,15	30,83	46,84	-24,78	30,41	-0,58	0,37	-0,42	0,81
BO zelená - exteriér	47,10	-25,03	30,51	46,77	-23,24	28,58	-0,33	1,79	-1,93	2,65
BO modrá - interiér	47,34	-14,41	-35,89	47,01	-14,45	-34,94	-0,33	-0,04	0,95	1,01
BO modrá - exteriér	47,13	-14,28	-36,11	46,40	-14,23	-33,89	-0,73	0,05	2,22	2,34
SM černá - interiér	12,65	-0,01	0,31	13,12	1,06	0,65	0,47	1,07	0,34	1,22
SM černá - exteriér	11,29	0,07	0,64	15,34	0,10	0,42	4,05	0,03	-0,22	4,06
SM bílá - interiér	93,99	0,26	10,05	91,46	1,12	10,98	-2,53	0,86	0,93	2,83
SM bílá - exteriér	94,19	12,79	10,52	91,32	13,14	9,78	-2,87	0,35	-0,74	2,98
SM červená - interiér	44,02	62,66	49,32	44,38	60,52	46,51	0,36	-2,14	-2,81	3,55
SM červená - exteriér	43,88	50,16	49,28	42,26	46,56	45,71	-1,62	-3,60	-3,57	5,32
SM zelená - interiér	47,16	-25,16	30,80	46,41	-24,03	30,18	-0,75	1,13	-0,62	1,49
SM zelená - exteriér	47,21	-24,86	30,37	46,32	-21,81	30,15	-0,89	3,05	-0,22	3,18
SM modrá - interiér	47,50	-13,83	-36,35	47,80	-14,12	-35,61	0,30	-0,29	0,74	0,85
SM modrá - exteriér	47,41	-13,93	-36,27	46,87	-13,18	-33,37	-0,54	0,75	2,90	3,04

8 Diskuze výsledků včetně statistiky

Pro vyhodnocení naměřených výsledků byla po odborné konzultaci s doc. Ing. Karlem Drápelou, CSc. zvolena statistická metoda nazývaná: dvouvýběrový T-test.

8.1 Vyhodnocení lesku

Hodnoty lesku byly změřeny v první fázi, než byly vzorky umístěny do exteriéru. Po odejmutí z expozice byly vzorky znovu přeměřeny. Hodnoty byly porovnány mezi sebou a také byly porovnány se vzorkem, který byl zabalen v hliníkové fólii a umístěn v laboratoři. Naměřené hodnoty byly umístěny do dvou sloupců – u vzorků umístěných v expozici do sloupce: změřeno před expozicí a druhý sloupec – změřeno po expozici. V dalších dvou sloupcích jsou umístěny hodnoty lesků vzorků zabalených v hliníkové fólii. Vzájemně byly sloupce porovnány, aby bylo patrné jaký vliv má na nátěrový film sluneční záření a povětrnostní vlivy.

Za pomoci statistické metody jménem T-test došlo k vyhodnocení naměřených hodnot. Při srovnání vyplynulo, že vlivem času a slunečního záření došlo ke změně hodnot lesku. Nátěrová hmota zmatněla nebo ještě více zleskla. Pro vytvoření určitého náhledu na změnu hodnot, byly vytvořeny sloupcové grafy.

Veškeré vlivy jsou vyňaty ze středních hodnot rozptylů. Střední hodnota je parametr rozdělení náhodné veličiny, který je definován jako vážený průměr daného rozdělení. Pomocí středních hodnot došlo k vypočtení procentuální změny lesku. Zda-li, došlo k nárůstu, či poklesu.

V první fázi vyhodnocování došlo k porovnávání vzorků, které byly umístěny přes letní sezónu v exteriéru. K porovnání sloužily hodnoty naměřené před a po expozici. Z naměřených hodnot byly pomocí statistických metod vypočteny střední hodnoty, které sloužily k dalšímu porovnání.

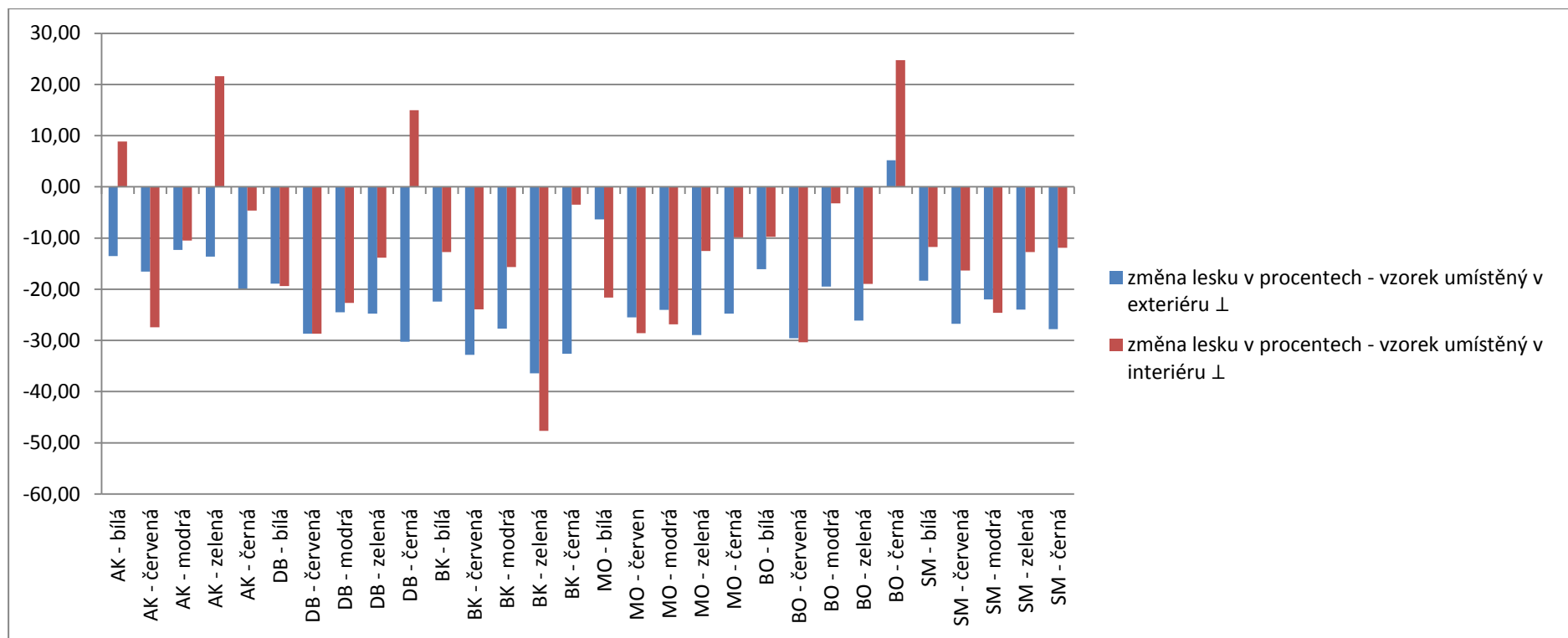
Pomocí naměřených středních hodnot lesku před umístěním vzorků do exteriéru a středních hodnot naměřených po odejmutí z expozice, byly vypočteny poklesy lesků v procentech. Hodnoty změny lesku jsou uvedeny v tabulce *Tab 23*.

8.1.1 Vyhodnocení změn lesků u různých druhů dřevin

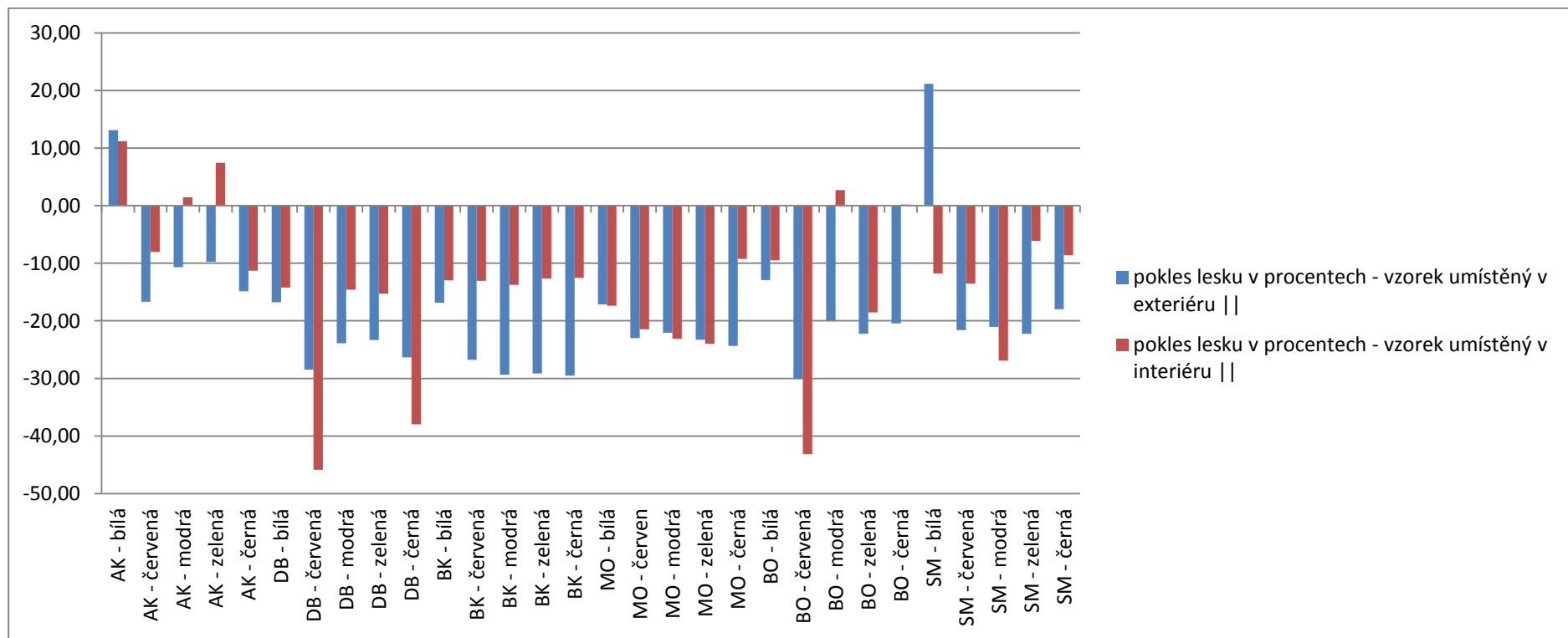
Tab 23 Procentuální změna lesku nátěru

	pokles lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	pokles lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	pokles lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	pokles lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru
AK - bílá	-13,54	8,86	13,11	11,22
AK - červená	-16,55	-27,41	-16,67	-8,06
AK - modrá	-12,34	-10,47	-10,69	1,45
AK - zelená	-13,63	21,59	-9,76	7,46
AK - černá	-19,85	-4,66	-14,88	-11,31
DB - bílá	-18,90	-19,38	-16,79	-14,22
DB - červená	-28,71	-28,71	-28,47	-45,86
DB - modrá	-24,51	-22,69	-23,88	-14,61
DB - zelená	-24,79	-13,86	-23,31	-15,29
DB - černá	-30,25	14,99	-26,36	-37,96
BK - bílá	-22,41	-12,72	-16,88	-12,98
BK - červená	-32,83	-23,92	-26,77	-13,04
BK - modrá	-27,68	-15,68	-29,37	-13,76
BK - zelená	-36,45	-47,68	-29,14	-12,63
BK - černá	-32,63	-3,51	-29,53	-12,54
MO - bílá	-6,37	-21,62	-17,17	-17,40
MO - červen	-25,49	-28,58	-22,98	-21,46
MO - modrá	-24,04	-26,87	-22,07	-23,10
MO - zelená	-28,97	-12,53	-23,28	-23,96
MO - černá	-24,79	-9,88	-24,37	-9,26
BO - bílá	-16,10	-9,74	-12,94	-9,49
BO - červená	-29,59	-30,36	-30,00	-43,12
BO - modrá	-19,50	-3,24	-19,97	2,72
BO - zelená	-26,10	-18,94	-22,25	-18,53
BO - černá	5,19	24,75	-20,43	0,19
SM - bílá	-18,35	-11,75	21,13	-11,75
SM - červená	-26,77	-16,35	-21,61	-13,53
SM - modrá	-21,99	-24,59	-21,07	-26,91
SM - zelená	-23,99	-12,73	-22,24	-6,12
SM - černá	-27,82	-11,88	-17,97	-8,58

Pro přehlednost byly vytvořeny sloupcové grafy, aby jednodušším způsobem znázorňovaly změny lesků (Obrázek 21 a 22).



Obrázek 21 Změna lesku v % ve směru kolmém na vlákna



Obrázek 22 Změna lesku v % ve směru rovnoběžném s vlákny

Na Obrázku 27 je patrné, že k největšímu poklesu lesku ve směru kolmém na vlákna u vzorku umístěném po dobu zkoušky v interiéru došlo u vzorku BK – zelená. Hodnota poklesu dosahuje 47,68 %. Oproti tomu nejmenší pokles byl u BO – modrá 3,24 %. Průměrná hodnota poklesu lesku u vzorků umístěných v laboratoři je 13,32 %. Zvláštností však je, že u některých vzorků naopak došlo k nárůstu lesku. K těmto vzorkům patří AK – bílá 8,86 %, AK – zelená 21,59 %, DB – černá 14,99 % a BO – černá 24,75 %. V případě, že by šlo o jeden odstín barvy, dalo by se říct, že na zvýšení lesku má vliv právě daná barva. V tomto případě tomu však není.

K největšímu poklesu lesku u vzorku umístěného přes letní sezónu v exteriéru došlo opět u vzorku BK – zelená. Hodnota dosahuje 36,45 %. K nejmenšímu poklesu došlo u vzorku MO – bílá 6,37 %. Průměr poklesu lesku ve směru kolmém na vlákna u vzorků umístěných v exteriéru je 22,33 %. Tady, stejně jako v předešlém případě, vykazuje kladné hodnoty lesku BO – černá 5,19 %.

Největší hodnota poklesu lesku ve směru vláken u vzorků umístěných v interiéru je DB – červená 45,86 %. Nejmenší hodnota poklesu je u SM – zelená 6,12 %. I zde jsou vzorky, u kterých došlo k nárůstu hodnot lesku; AK – bílá 11,22 %, AK – modrá 1,45 %, AK – zelená 7,46 %, BO – modrá 2,72 %, BO – černá 0,19 %, průměrný pokles lesku u vzorků umístěných v interiéru ve směru vláken je 14,08 %.

A v poslední řadě byly porovnány hodnoty naměřené ve směru vláken u vzorků vystavených povětrnostním vlivům. Největšího poklesu dosahuje vzorek BO – červená 30 % a nejmenších hodnot vzorek AK – zelená 9,76 %. Nárůst hodnoty lesku nastal u AK – bílá 13,11 % a u SM – bílá 21,13 %. Průměrný pokles lesku u vzorků umístěných v exteriéru ve směru vláken je 18,89 %.

Z následujících skutečností lze zhodnotit, že v průměru většího poklesu lesku je dosaženo u vzorků, které byly během letní sezóny umístěné na stojanech v exteriéru a byly vystaveny povětrnostním vlivům. Procentuální rozdíl lesků mezi vzorky umístěnými v exteriéru a interiéru je ve směru kolmém na vlákna cca 9 % a ve směru rovnoběžném s vlákny cca 5 %.

8.1.2 Vyhodnocení lesku pro různé odstíny barev

Pro možnost dalšího porovnání byla vytvořena tabulka, kde je znázorněna procentuální změna lesku pro jednotlivé barevné odstíny. Hodnoty změn lesků byly srovnány dle barevného odstínu. Z těchto hodnot byl následně vypočten průměr pro každou barvu. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce *Tab 24* na str. 62.

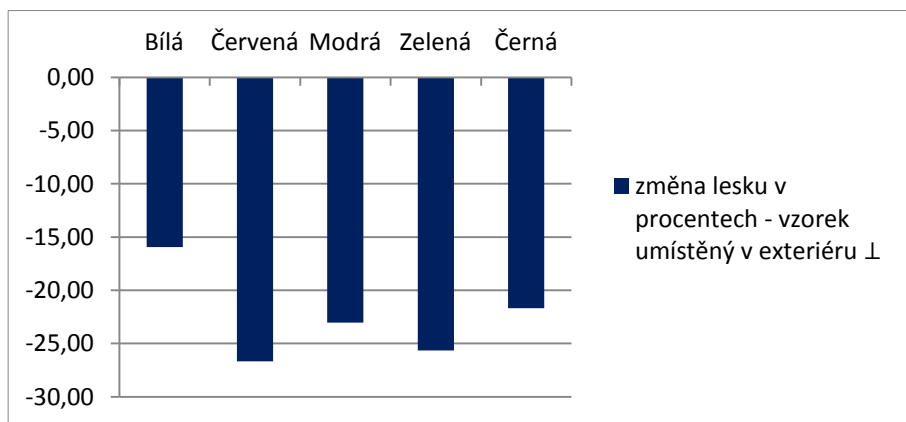
Tab 24 Průměrná procentuální změna lesku u jednotlivých barev [%]

barevné odstíny	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru \perp	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru \perp	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v exteriéru \parallel	změna lesku v procentech - vzorek umístěný v interiéru \parallel
Bílá	-15,95	-11,06	-4,92	-9,10
Červená	-26,66	-25,89	-24,42	-24,18
Modrá	-23,02	-17,26	-21,18	-12,37
Zelená	-25,66	-14,13	-21,66	-11,51
Černá	-21,69	-1,40	-22,66	-13,24

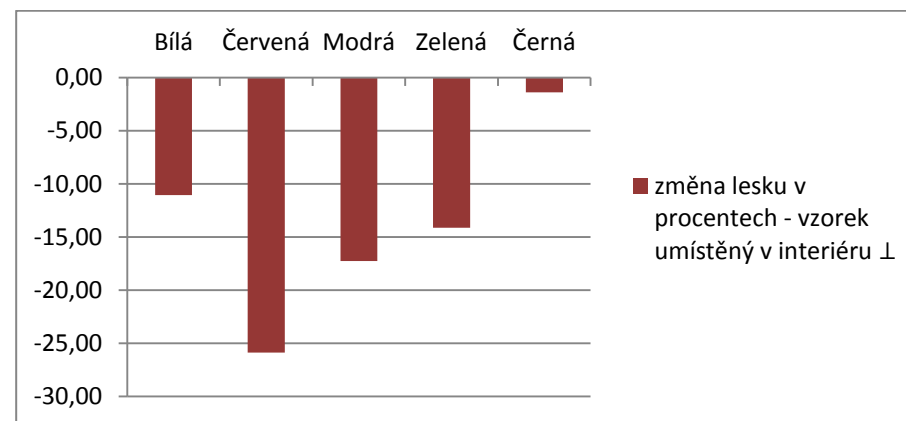
Z kompletních naměřených hodnot byly vypočteny průměrné hodnoty pro měření ve směru kolmém na vlákna \perp a ve směru vláken \parallel viz. tabulka *Tab 23* na str. 58.

Tab 25 Průměrná procentuální změna lesku ve směru kolmém na vlákna a rovnoběžně s vlákny dřeva [%]

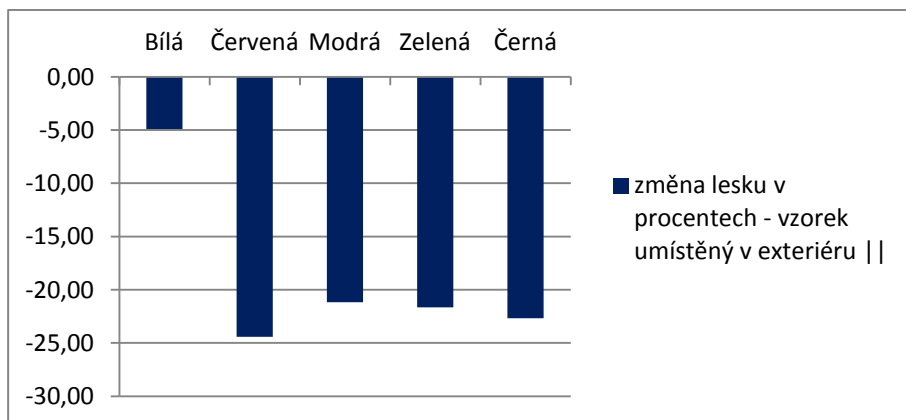
průměrná změna lesku u vzorků umístěných v exteriéru kolmo na vlákna	-22,60
průměrná změna lesku u vzorků umístěných v interiéru kolmo na vlákna	-13,95
průměrná změna lesku u vzorků umístěných v exteriéru rovnoběžně s vlákny	-18,97
průměrná změna lesku u vzorků umístěných v interiéru rovnoběžně s vlákny	-14,08



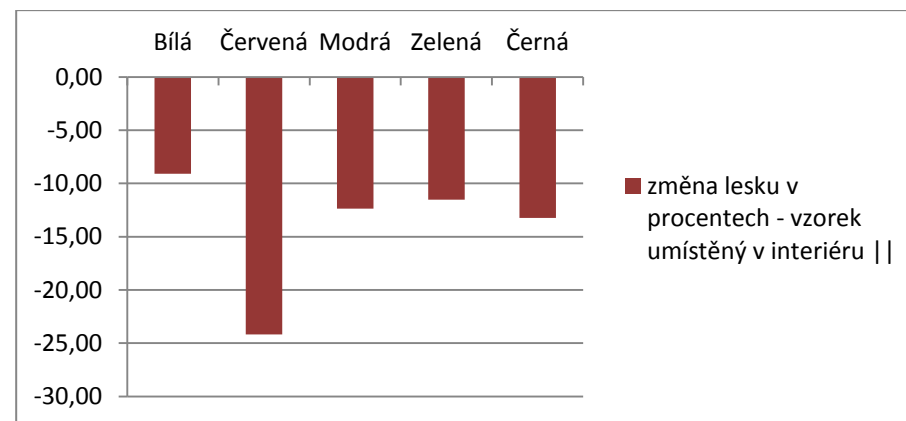
Obrázek 23 Změna lesku ve směru kolmém na vlákna v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu



Obrázek 25 Změna lesku ve směru kolmém na vlákna v % u vzorků umístěných v interiéru - dle barevného odstínu



Obrázek 24 Změna lesku ve směru rovnoběžném s vlákny v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu



Obrázek 26 Změna lesku ve směru rovnoběžném s vlákny v % u vzorků umístěných v interiéru - dle barevného odstínu

Z tabulky *Tab 21* je patrné, že z hlediska hodnocení barevnosti a následně změně lesku, dochází ke snížení. Průměrně ze všech měřených odstínů vykazuje největší změny červená barva. Obecně platí, že červený pigment není stálý, což se při tomto měření potvrdilo.

Průměrně větší poklesy nastaly u vzorků, které byly po dobu zkoušení umístěny v exteriéru, což se dalo předpokládat. Ve směru kolmém na dřevní vlákna je pokles u vzorků umístěných v exteriéru o 62 % větší než u vzorků umístěných v interiéru. Ve směru rovnoběžném s vlákny dřeva je to o přibližně 35 % více než u vzorků, které byly po dobu zkoušky zabaleny v aluminiové fólii a umístěny v konstantních podmínkách.

Při vypočtení průměrných hodnot poklesu lesků rozdělených dle barevnosti, vyvstalo následující: nejmenší pokles lesku je u bílé barvy cca 10 %, což bude pravděpodobně způsobeno tím, že bílá barva nejvíce odráží sluneční záření, čímž nátěrový film neplastifikuje a lépe se ještě následně rozteče, což způsobí nárůst lesku. U černé barvy je průměrný pokles cca 14 %. Černá barva nejvíce pohlcuje UV záření, které přichází ze Slunce a přeměňuje ho na tepelnou energii. Největší pokles lesku nastal u červené barvy, tak jak již bylo výše zmíněno, je to způsobeno tím, že červené pigmenty nejsou stálé. U modré a zelené barvy je pokles lesku přibližně 18 %.

8.2 Vyhodnocení vnikací tvrdosti nátěru

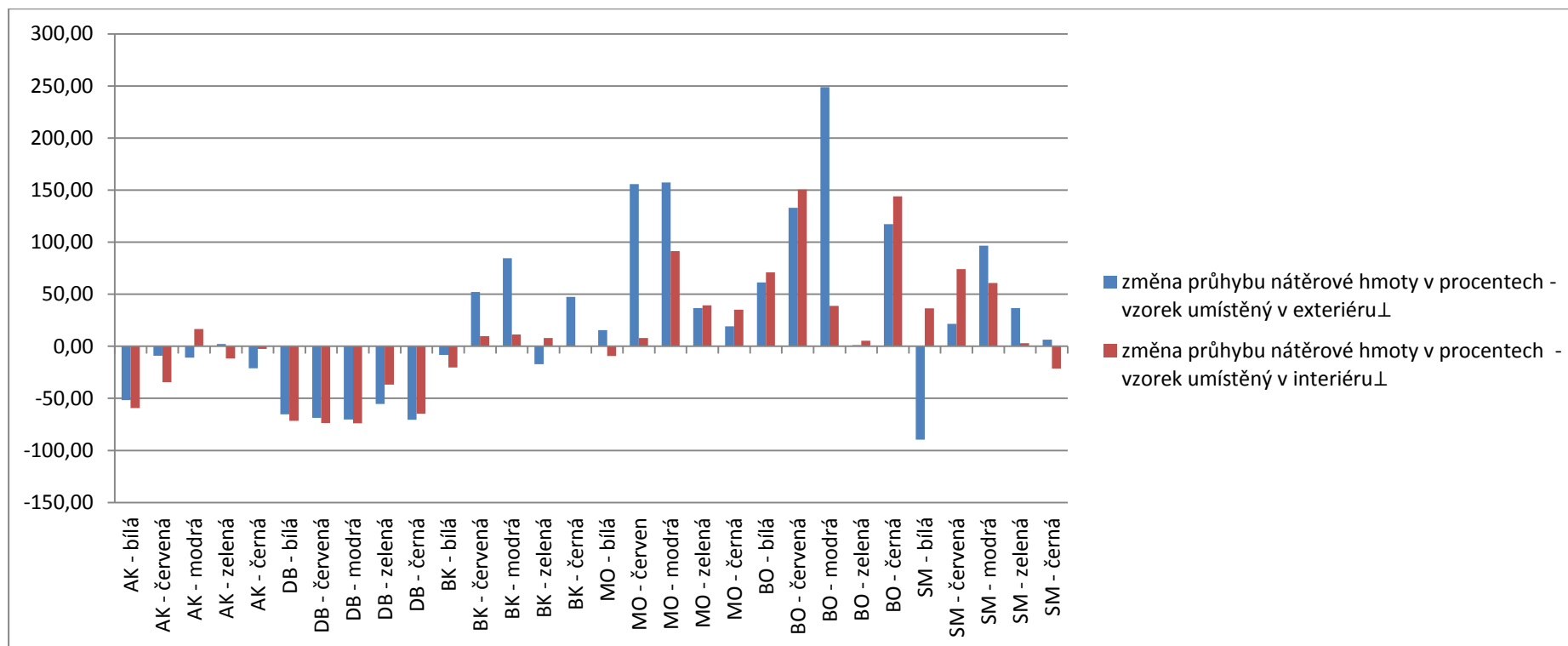
Postup vyhodnocování průhybu nátěru byl stejný jako u měření lesku. Z tohoto důvodu nebude postup znovu popisován.

8.2.1 Vyhodnocení změn vnikací tvrdosti u různých druhů dřevin

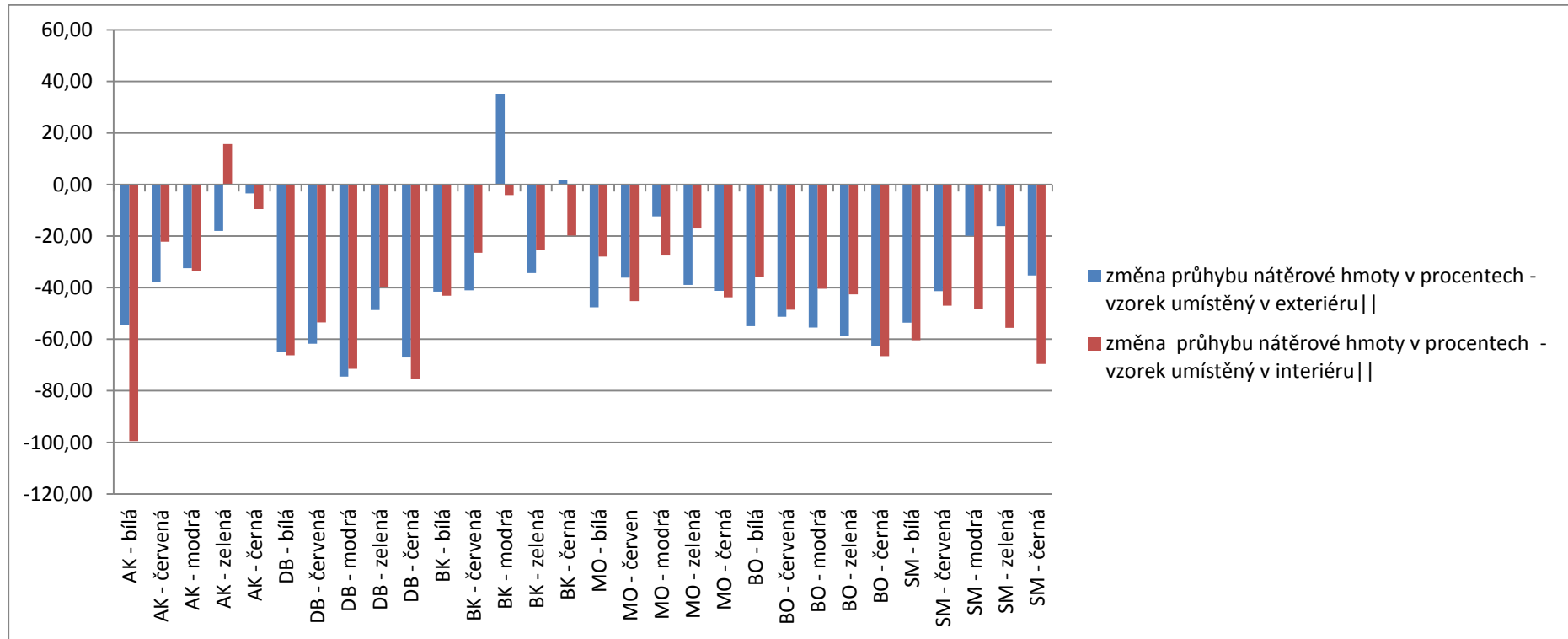
Tab 26 Procentuální změna průhybu nátěru.

	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru⊥	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech Buchholz - vzorek umístěný v interiéru
AK - bílá	-51,68	-59,18	-54,44	-99,52
AK - červená	-9,14	-34,44	-37,73	-22,17
AK - modrá	-10,79	16,67	-32,45	-33,63
AK - zelená	2,12	-11,76	-18,00	15,71
AK - černá	-21,00	-2,55	-3,48	-9,58
DB - bílá	-65,42	-71,63	-64,86	-66,20
DB - červená	-68,67	-73,80	-61,73	-53,47
DB - modrá	-70,25	-73,92	-74,48	-71,48
DB - zelená	-55,38	-36,75	-48,70	-39,77
DB - černá	-70,52	-64,79	-67,09	-75,25
BK - bílá	-8,18	-20,24	-41,54	-43,09
BK - červená	52,14	9,76	-41,02	-26,50
BK - modrá	84,71	11,40	34,94	-4,07
BK - zelená	-17,22	7,98	-34,33	-25,30
BK - černá	47,55	0,58	1,81	-19,75
MO - bílá	15,61	-9,45	-47,59	-27,95
MO - červen	155,70	8,00	-36,15	-45,22
MO - modrá	157,33	91,26	-12,32	-27,54
MO - zelená	36,84	39,20	-38,89	-17,10
MO - černá	19,16	35,05	-41,26	-43,73
BO - bílá	61,43	71,00	-54,94	-35,86
BO - červená	133,05	150,50	-51,25	-48,54
BO - modrá	248,92	38,69	-55,50	-40,40
BO - zelená	1,03	5,33	-58,65	-42,59
BO - černá	117,29	144,00	-62,66	-66,61
SM - bílá	-89,63	36,39	-53,59	-60,34
SM - červená	21,41	74,15	-41,37	-46,94
SM - modrá	96,74	60,68	-19,86	-48,21
SM - zelená	36,79	3,06	-16,17	-55,58
SM - černá	6,30	-21,32	-35,23	-69,54

Pro přehlednost byly vytvořeny sloupcové grafy, aby jednodušším způsobem znázorňovaly změny průhybu nátěru (Obrázek 27 a 28).



Obrázek 27 Změna průhybu nátěrové hmoty v % ve směru kolmém na vlákna



Obrázek 28 Změna průhybu nátěrové hmoty v % ve směru kolmém na vlákna

Z obrázku *Obrázek 27* není jednoznačně patrné, zda dochází u většiny vzorků, zkoušených ve směru kolmém na dřevní vlákna, k poklesu či nárůstu hodnot průhybu. U vzorků umístěných jak v exteriéru, tak v interiéru je poměr poklesu průhybu 40 % ku nárůstu hodnot průhybu 60 % stejný.

Největší pokles u vzorku, který byl po dobu zkoušení umístěn v exteriéru, nastal u vzorku SM – bílá 89,63 %. Největší nárůst u vzorku BO – modrá 248 %. Oproti tomu vzorky, které byly po dobu zkoušení umístěny v aluminiové fólii v laboratoři, vykazují největší hodnoty nárůstu průhybu nátěru u vzorku BO – červená 150,5 % a největšího poklesu u DB – modrá 73,92 %.

Obrázek 28 znázorňuje změny průhybu u vzorků ve směru vláken. V tomto případě je zjištěná skutečnost jednoznačnější. U většiny vzorků dochází k poklesu průhybu nátěru. U 93 % vzorků umístěných po dobu zkoušení v exteriéru došlo k poklesu průhybu nátěrového filmu a jen u 7 % vzorků k nárůstu průhybu nátěrového filmu. A vzorky umístěné po dobu zkoušky v interiéru dokonce u 97 % vykazují pokles průhybu a u pouhých 3 % nárůst průhybu nátěrového filmu.

U vzorků umístěných v exteriéru, kde byl měřen průhyb nátěru ve směru vláken, je průměrná hodnota poklesu 38,95 % a u vzorků umístěných po dobu zkoušky v interiéru dokonce 41,67 %. U většiny vzorků tedy došlo k poklesu průhybu nátěru, výjimkou jsou vzorky, kde došlo k nárůstu průhybu nátěrové hmoty: BK – modrá 34,94 % a BK – černá 1,81 % u vzorků umístěných v exteriéru a u vzorků umístěných v interiéru pouze u jednoho vzorku AK – zelená 15,71 %.

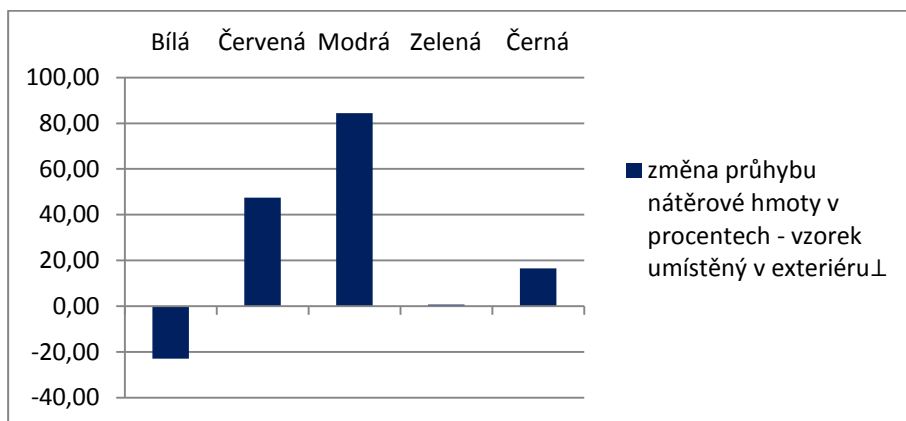
8.2.2 Vyhodnocení vnikací tvrdosti pro různé odstíny barev

Pro možnost dalšího porovnání byla vytvořena tabulka, kde je znázorněna procentuální změna průhybu nátěrové hmoty tvrdosti pro jednotlivé barevné odstíny. Hodnoty změn průhybu nátěrů byly srovnány dle barevného odstínu. Z těchto hodnot byl následně vypočten průměr pro každou barvu. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce *Tab 27*.

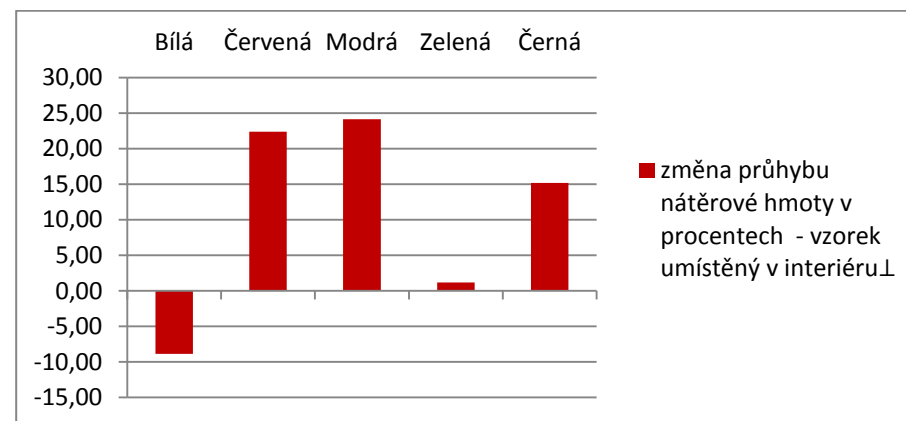
Tab 27 Průměrná procentuální změna průhybu nátěru u jednotlivých barev [%]

barevné odstíny	změna průhybu v procentech - vzorek umístěný v exteriéru ⊥	změna průhybu v procentech - vzorek umístěný v interiéru ⊥	změna průhybu v procentech - vzorek umístěný v exteriéru	změna průhybu v procentech - vzorek umístěný v interiéru
Bílá	-22,98	-8,85	-52,83	-55,49
Červená	47,42	22,36	-44,88	-40,47
Modrá	84,44	24,13	-26,61	-37,56
Zelená	0,70	1,18	-35,79	-27,44
Černá	16,46	15,16	-34,65	-47,41

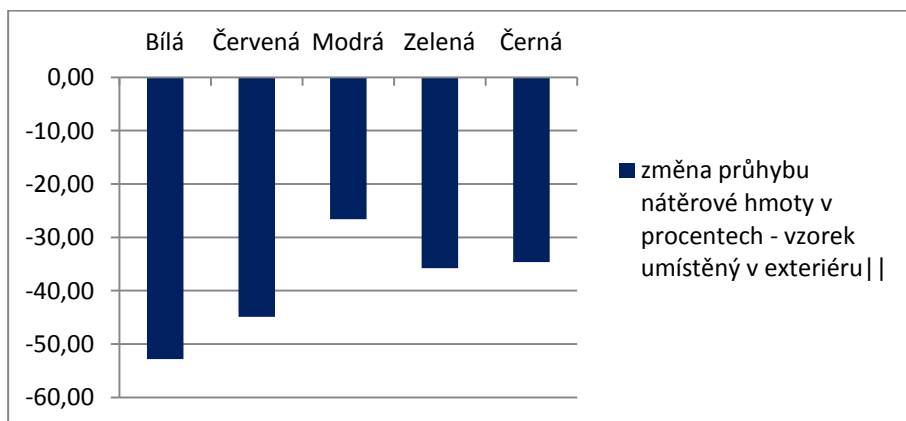
Pro názornost vytvořeny sloupcové grafy (*Obrázek 29 – 32*) rozdělené podle směru, ve kterém byly hodnoty průhybu nátěru měřeny zda-li kolmo na vlákna ⊥ nebo ve směru dřevních vláken ||. Následně také podle umístění vzorků během provádění zkoušky exteriér (vystavení povětrnostním vlivům) a interiéru (vzorky zabalené v aluminiové fólii a uloženy v laboratoři).



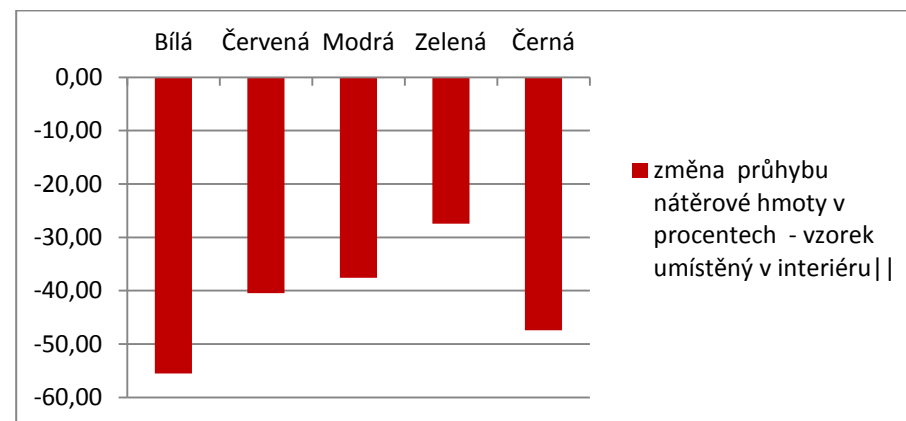
Obrázek 29 Změna průhybu nátěrové hmoty ve směru kolmém na vlákna v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu



Obrázek 31 Změna průhybu nátěrové hmoty ve směru kolmém na vlákna v % u vzorků umístěných v interiéru - dle barevného odstínu



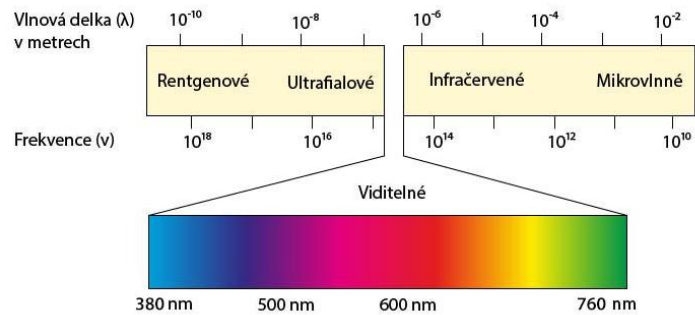
Obrázek 30 Změna průhybu nátěrové hmoty ve směru rovnoběžném s vlákny v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu



Obrázek 32 Změna průhybu nátěrové hmoty ve směru rovnoběžném s vlákny v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu

Z tabulky *Tab 24* vyplývá, že z hlediska hodnocení barevnosti a následně změně průhybu nátěrového filmu, dochází u všech barev ve směru podélném s dřevními vlákny k poklesu hodnot průhybu nátěrového filmu. U vzorků umístěných po dobu zkoušky v exteriéru, je to pokles o 38,95 % a u vzorků umístěných v interiéru dokonce 41,67 %. Zajímavostí zde je, že větší pokles nastává u vzorků umístěných v interiéru. Tato souvislost platí i ve směru kolmém na dřevní vlákna. V tomto případě sice nastává nárůst hodnot průhybu nátěrového filmu, ale závislost, že menší průměrná hodnota je u vzorků umístěných v interiéru, přetrvává. Průměrná hodnota změny průhybu nátěrového filmu tvrdosti u vzorků umístěných v interiéru je 10,08 % a u vzorků umístěných v exteriéru je to 25,21 %. Tuto skutečnost lze vysvětlit tím, že povrchy dílců se během zkoušky více zahřály a tím došlo k polykondenzaci makromolekulárních látek v nátěrové hmotě.

Při vypočtení průměrných hodnot změn průhybu nátěrového filmu rozdělených dle barevnosti, vyvstalo následující: u čtyř použitých barev (bílá, červená, zelená a černá) dochází průměrně k poklesu hodnot průhybu nátěrového filmu. Největší pokles průhybu nátěrového filmu je u bílé barvy cca 35 %. Tato skutečnost může být zapříčiněna tím, že bílý nátěr nepohlí tolik světla, které se proměňuje na tepelnou energii. V podstatě lze říci, že u bílé barvy dochází nejpomaleji k vytvrzování nátěrové hmoty. U zelené je pokles cca 15 %, u černé cca 13 % a u červené pouze cca 4 %. Toto může způsobit IR záření, které bude mít podobnou vlnovou délku jako červená barva nátěru, tím vzorek pohltí více slunečního záření a přemění ho na tepelnou energii, která způsobí dokončení polykondenzace v nátěrové hmotě. Pouze u modré barvy je průměrná hodnota změny průhybu nátěrového filmu kladná hodnota 11 %. Předpoklad je takový, že tato hodnota bude jako u červené barvy způsobena vlnovou délkou a zbarvením světla. Předmětem dalšího zkoumání bylo, proč došlo k nárůstu hodnot, jelikož nejvyšší tok energie přichází kolem 500 nm. Ovšem horizont UV záření je od 100 – 400 nm, předpokládáme proto, že přeměna energie by neměla být taková, aby došlo k dopolykondenzování nátěru. Tato skutečnost by si zasloužila další zkoumání.



Obrázek 33 Světelné spektrum (Zdroj: <https://publi.cz/books/91/01.html>)

8.3 Vyhodnocení barevnosti nátěru

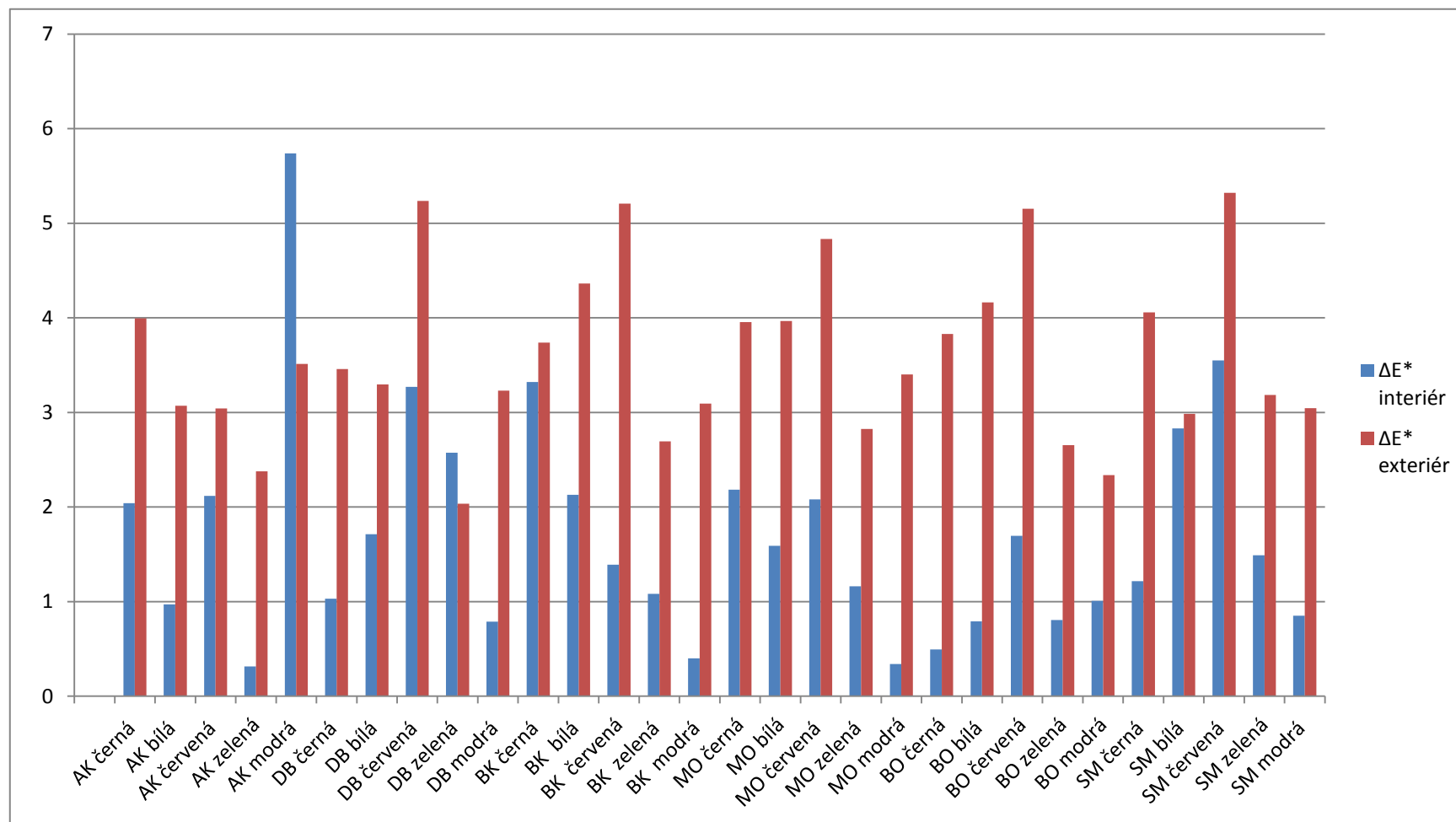
Z naměřených hodnot byla vypočtena hodnota ΔE^* , která definuje barevnou změnu po uplynutí doby zkoušky. Spočtené hodnoty byly umístěny do tabulky, kvůli přehlednosti do dvou sloupců. V prvním sloupci jsou hodnoty ΔE^* u vzorků, které byly po celou dobu zkoušení zabaleny v aluminiové fólii tak, aby bylo zabráněno přístupu slunečního záření, které ovlivňuje vlastnosti povrchového filmu. V druhém sloupci jsou hodnoty ΔE^* vzorků umístěných po dobu zkoušky v exteriéru na přímém slunečním záření a vystavené povětrnostním vlivům, viz. *Tab 28*.

Tab 28 Shrnutí barevné stálosti vzorků

NH	ΔE^* interiér	ΔE^* exteriér
AK černá	2,04	3,99
AK bílá	0,97	3,07
AK červená	2,12	3,04
AK zelená	0,31	2,38
AK modrá	5,74	3,51
DB černá	1,03	3,46
DB bílá	1,71	3,30
DB červená	3,27	5,23
DB zelená	2,57	2,04
DB modrá	0,79	3,23
BK černá	3,32	3,74
BK bílá	2,13	4,36
BK červená	1,39	5,21
BK zelená	1,08	2,69
BK modrá	0,40	3,09
MO černá	2,18	3,95
MO bílá	1,59	3,97
MO červená	2,08	4,83
MO zelená	1,16	2,83
MO modrá	0,34	3,40
BO černá	0,49	3,83
BO bílá	0,79	4,16
BO červená	1,69	5,15
BO zelená	0,81	2,65
BO modrá	1,01	2,34
SM černá	1,22	4,06
SM bílá	2,83	2,98
SM červená	3,55	5,32
SM zelená	1,49	3,18
SM modrá	0,85	3,04

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

Následně byly hodnoty porovnány a pro názornou představu umístěny do sloupcového grafu *Obrázek 34*.



Obrázek 34 Porovnání ΔE^* u vzorků umístěných po dobu zkoušky v interiéru a exteriéru

Pod kritickou hranicí $\Delta E^* \leq 0,5$, která určuje, že na povrchu nátěrového filmu během zkoušky došlo pouze k minimální změně barevnosti (Barevný odstín téměř beze změny. Barevné vlastnosti se nemění během zkoušky. Stálost je výborná.) zůstaly pouze čtyři vzorky: AK – zelená, BK – modrá, MO – modrá, BO – černá. Všechny tyto vzorky byly po dobu zkoušení zabaleny v aluminiové fólii. U 29 vzorků, což činí 48% zastoupení, bylo zjištěno, že došlo ke změně barevnosti v rozptylu hodnot $\Delta E^* 0,5 \leq 3$. Tyto vzorky vykazují postřehnutelnou změnu barevného odstínu. U zbylých 45% vzorků bylo zjištěno, že jejich barevnost v průběhu zkoušky není stálá.

Obecně platí, že lepších hodnot dosahovaly vzorky, které byly po celou dobu zkoušky zabaleny v aluminiové fólii a umístěny v interiéru, ve tmě a za konstantních podmínek. Ke změnám barevnosti došlo i v případě, že na vzorky nepůsobilo sluneční záření. Z grafu (*Obrázek 34*) je patrné, že největších hodnot ΔE^* dosáhly vzorky, které byly natřeny červenou barvou. Ač by se zdálo pravděpodobné, že bílá barva bude proti černé stálejší, z grafu lze vyčíst, že tomu tak není hodnoty ΔE^* u černé barvy jsou v některých případech vyšší než u bílé barvy a některých vzorků nižší. Záleží na druhu dřeviny. Za nejstálejší barvu, myšleno tím u vzorků, které byly vystaveny povětrnostním vlivům, lze považovat zelenou barvu.

Největší odchylku dosahuje vzorek akátu v barevné úpravě – modrá. Vzorek dosahuje nejvyšší hodnoty ΔE^* a to 5,74. Z pohledu grafu může tato hodnota působit velmi zajímavě, ale při bližší kontrole je jasné, že u dalších třech vzorků zabalených v aluminiové fólii dosahuje hodnota ΔE^* podobné míry.

Tab 29 Korelace mezi šedou stupnicí a naměřenými hodnotami ΔE

Stupně šedé stupnice	ΔE
Stupeň 5	0 - 1,16
Stupeň 4	1,17 - 2,12
Stupeň 3	2,13 - 5,75
Stupeň 2	5,76 - 7,97
Stupeň 1	7,98 a více

Tabulka *Tab 29* je převodem z hodnot ΔE , což je barevná změna po dobu zkoušky na stupně šedé stupnice. Kvalifikovat barevnou změnu takto umožňuje určit,

kdy změna je ještě vyhovující a kdy už ne. Stupeň 5 – 3 je vyhovující, ovšem stupně 2 a jedna už spadají do kategorie nevhovující.

Jak již bylo výše zmíněno, nejvyšší hodnotu dosahuje vzorek AK – modrá a to je ΔE^* 5,74. Dle tabulky *Tab 23* náleží tato hodnota stupni 3, který je pro barevnou změnu vyhovující. Můžeme tedy prohlásit, že veškeré barvy při této zkoušce obstály.

8.4 Vyhodnocení povrchových teplot

Při měření povrchových teplot vzorků vystavené expozici slunečního záření bylo zjištěno následující: díky provedení základového nátěru nebylo při měření pouze povrchových teplot určit, která dřevina je u daného vzorku podkladem. Není tedy podstatné, zda-li je podkladem například dřevina kruhovitě pórovitá, či jehličnan. Při měření teploty byl zjištěn fakt, že zvolené měřící zařízení nebylo vhodné. Při zkoušení různých variant expozice bylo zjištěno, že ideální dobou pro měření teploty je právě poledne. Při měření však došlo k vyhodnocení, že měření zvolenou technikou není přesné. Z důvodu, že teploty na dotykovém teploměru nabíhaly pomalu a mezi změřením prvního a posledního vzorku uběhla bezmála hodina. Nelze tedy říct, že podmínky pro měření byly konstantní. Čas ovšem není jedinou proměnou, která měla vliv na naměřené hodnoty. Dalším z vlivů je oblačnost, která se během jedné hodiny mohla velmi intenzivně proměnit. A jelikož teplota povrchu reagovala velmi rychle na intenzitu slunečního záření, lze opět zhodnotit, že podmínky při měření všech vzorků nebyly konstantní. Nejvyšší naměřená povrchová teplota byla u vzorku DB černá a to 60,2 °C.

9 Závěr

V závěru této diplomové práce nutno shrnout několik zjištěných faktorů:

V první řadě je nutno podotknout, že všechny vzorky použité v této diplomové práci nevykazují nepřípustné vady dle normy ČSN 91 3001. Při zkoumání povrchových úprav vzorků, bylo zjištěno, že ani jeden vzorek nevykazuje před a ani po zkoušení vady typu: neklidný povrch, barevné skvrny, pomerančovou kůru, trhlinky, stříbrné či bílé póry, bublinky, matná nebo lesklá místa. Můžeme tedy prohlásit, že z hlediska normy ČSN 91 3001 Nábytek pro venkovní použití – Zahradní nábytek – Technické požadavky, nátěrového hmoty obstály.

Díky tomu, že vzorky byly před umístěním do exteriéru laboratorně přeměřeny, vznikla statisticky uchopitelná data, ze kterých vyplývá následující:

Při zkoušení vzorku pomocí spektrofotometru a porovnání výsledných dat se šedou stupnicí vyšlo, že veškeré hodnoty ΔE jsou v normě a vyhovující pro použití ve venkovním prostředí.

Při měření změn lesku ve směru kolmém na dřevním vlákna u vzorků umístěných po dobu zkoušení v exteriéru došlo k poklesu lesku o 62 % oproti vzorkům umístěných v interiéru. Ve směru rovnoběžném s vlákny je pokles lesku pouze 35 %. V tomto případě je zvláštní, že nátěrová hmota není izotropní, ale záleží na směru vláken podkladu. Největší pokles lesku nastal u buku a nárůst u borovice v černém odstínu, což může způsobovat vyhřeznutí pryskyřice vlivem zahřátí vzorku. Průměrně ze všech měřených odstínů vykazuje největší změny červená barva. Obecně platí, že červený pigment není stálý, což se při tomto měření potvrdilo.

U měření změn pomocí vnikacího tvrdoměru Buchholc vyplynulo, že velký vliv na měřená má směr, ve kterém je zkouška prováděna. Ve směru kolmém na vlákna u cca 40 % všech vzorků nastal pokles průhybu, kdežto ve směru rovnoběžném s vlákny je to cca 95 %. U vzorků umístěných po dobu zkoušky v exteriéru je průměrný pokles průhybu 39 % a v interiéru dokonce 42 %. Zde je patrné, že na průhyb má vliv vystavení vzorků do expozice. Z pohledu dřevin nejhůře dopadl smrk, což je pravděpodobné, jelikož se jedná o měkkou dřevinu. U borovice naopak došlo k nárůstu hodnot, na čemž má pravděpodobně vliv pryskyřice obsažená ve dřevě.

Práce by mohla sloužit jako základ pro další zkoumání. Bylo by nutné rozdělit hodnoty nátěrové hmoty a podkladového materiálu a to tak, že by nátěrová hmota v daných odstínech a nánosu mohla být nanesena na sklo a dřevěný podkladový materiál by se zkoumal v surovém stavu. Následně by bylo dobré zkoumat vzorky v mikroskopické rovině, aby bylo zřejmé, k jakým změnám dochází ve stavbě dřeva.

Obecně se potvrdilo, že buk není vhodný pro použití do exteriéru. V této práci byla dřevina zvolena pouze pro porovnání hodnot.

Při měření povrchové teploty na vzorcích bylo zjištěno, že ačkoli podkladovým materiálem byly různé dřeviny, na teplotu povrchu daný podklad neměl vliv. Jelikož metodika práce vycházela z měření, které probíhalo v absolutně jiných podmínkách, nelze považovat hodnoty takto naměřené za platné i v podmínkách České republiky. Při měření teploty povrchu ve Phoenixu v Arizoně, bylo naměřeno až 120°C. Kdežto u této práce byla maximální teplota povrchu 60,2°C. Tato teplota byla naměřena v krátkém časovém úseku, oproti tomu při měření v Arizoně byly vzorky vystaveny vysokým teplotám dlouhou dobu. A tak mohlo docházet ke zrychlenému stárnutí povrchu. Dalším výsledkem bylo zjištění, že by bylo vhodné změnit měřicí zařízení tak, aby mohla být snímána teplota povrchu u všech vzorků současně a ve stejný okamžik. Jelikož při měření v našich klimatických podmínkách dochází mnohem častěji k zastínění slunečního zařízení zvýšenou oblačností. A měřený povrch velmi rychle reaguje na takovou změnu změnou teploty povrchu, není možné data statisticky porovnávat. Jelikož v podstatě každý vzorek by byl měřen za jiných podmínek. Tato skutečnost ovšem vyplynula až při měření vzorků.

10 Summary

At the end of this thesis must be summarized several identified factors:

First and foremost, it should be mentioned that all samples used in this thesis don't show unacceptable defects, according to CSN 91 3001 norm. During examining samples of surfaces working, it was found that neither sample shows, before and after testing, any defect of these nature: a restless surface, colour spots, orange peel, cracks, silver or white pores, bubbles, matt or shiny spots. We can therefore say that in terms of the norm CSN 91 3001 Furniture for outdoor use - Garden furniture - Technical requirements, the coating material stand in these tests.

Because the samples were before placing it outdoors laboratory measured, we have statistically verifiable data, which show the following:

When testing samples using a spectrophotometer and after comparing the resulting data with by grey scale the result is that all values ΔE are normal and suitable for outdoor use.

When measuring changes in lustre, in a perpendicular direction on the wood fibres among samples placed for testing in exterior, lustre decreased by 62% compared to samples placed in the interior. In a parallel direction to the fibre is lustre decrease only 35%. In this case, it is strange that the paint mass is not isotropic, but it depends on the direction of the fibre of the wood. The largest decrease of lustre occurred in beech and largest accrual in pine in black shade, which might cause prolapses of resin due to heating of the sample. The highest change in average shows among all measured shades the red colour. Generally, the red pigment is not stable, which was during this measuring confirmed.

During measuring changes using the durometer Buchholc showed that a great influence on the measuring has a direction in which the test is conducted. In the perpendicular direction to the fibres at about 40% of all samples occurred drop in the sag, while in the parallel direction to the fibres it is about 95%. For samples located throughout the tests outdoors is an average decrease of sag 39% and among samples

placed indoors it is even 42%. It is obvious that the sag is affected by exposing the samples to exposure. From the perspective of all woods the worst results has a spruce, which is presumable, because it is a soft wood. On the contrary, the pine has increased values, which is probably due to its high content of resin in the pinewood.

For these reasons, I would recommend this work as a basis for further examination. It would be necessary to differentiate the values of the paint mass and the foundational material, in the way, that the paint mass in the given shades and coats could be applied on the glass, and wood base material would be examined in the crude state. Consequently, it would be good to examine samples at the microscopic level, to make it clear what changes occur in the structure of wood.

Generally, it was confirmed that beech not suitable for outdoor use. In this thesis was this wood chosen only for comparison of values.

When measuring the surface temperature of the samples it was found that given base, although the base material were various woods, did not have any effect on temperature. Since the methodology of this thesis was based on measurements, which took place in completely different conditions, we cannot considered these measured values as valid even in the Czech Republic. When measuring the surface temperature in Phoenix, Arizona, the measured temperatures rose up to 120 ° C. Whereas in this work, the maximum surface temperature was only 60.2 ° C. This temperature was measured in a short time period, compared to the measurements, which took place in Arizona, were the samples exposed to high temperatures for a long time. Therefore, it could lead to accelerating aging of the surface. Another finding is that it would be appropriate to change the measurement device so that the surface temperature could be scanned from all samples simultaneously and at the same time. Since during the measuring in our climate is much more likely that the solar device is shaded by the clouds. A measured surface very quickly responds to these kind of changes in change of surface temperature, and therefore data cannot be statistically compared. Since virtually every sample was measured under different conditions. This fact, however, resulted only during measuring the samples.

11 Seznam použité literatury

11.1 Literární zdroje

KALEDOVÁ, Andrea a Petr KALENDA, 2004. *Technologie nátěrových hmot I: pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice. 328 s. ISBN 80-7194-691- 5.

SCHULZ, Ulrich, 2009. *Accelerated Testing*. Vyd 1. Hannover: Vincentz Network, 577 s. ISBN 3-86630-908-2.

MELOUN, Milan, 2008. Rozhodující faktory ovlivňující tvorbu a vlastnosti vybraných nátěrových filmů vodou ředitelných hmot nanesených na podkladovém materiálu na bázi dřeva. (Disertační práce) Brno: Mendelova univerzita v Brně 134 s.

POLÁŠEK, Josef, 2003. Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav část II. – nábytek. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 61 s. ISBN 80-7157-660-3.

POLÁŠEK, Josef, 2003. Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav část II. – nábytek. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 61 s. ISBN 80-7157-659-x.

ZEMIAR, Ján a kol., 2009. *Technológia výroby nábytku*. Vyd. 1. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 286 s. ISBN 978-80-228-2064-6.

RUBÍNOVÁ, Olga a kolektiv, 2014. *Sluneční záření v přírodě a budovách*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické. 82 s. ISBN 978-80-214-5106-3.

KAPLANOVÁ, Marie, 2009. *Moderní polygrafie*. Vyd. 1. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů 2009. 391 s. ISBN 978-80-254-4230-2.

KALEDOVÁ, Andrea a Petr KALENDA, 2003. *Pigmenty a pojiva pro nátěrové hmoty*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice. 431 s. ISBN 80-7194-576-5.

JARUŠEK, Jaroslav, 1987. *Technologie nátěrových hmot. 1*. Vyd. 1. Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 189 s.

MÜLLEROVÁ, Alena, 2007, *Zahradní nábytek: [umíte si vybrat?]*. Vyd. 1. Brno: ERA, 82 s. ISBN 978-80-7366-082-6.

NĚMEC, Jan, 2005. *Dřevo – historický lexikon*. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing, a.s., 80 s. ISBN 80-247-1187-7.

TESAŘOVÁ, Daniela a kolektiv, 2014. *Povrchová úprava dřeva – lakování, moření, lazurování a lepení*. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing, a.s., 136 s. ISBN 978-80-247-4715-6

ZBORNIK RADOVA, 2016. *Quality makes a difference*. Vyd. 1. Zagreb: Croatian Quality Managers Society, 584 s. ISBN 978-953-8067-03-7

11.2 Internetové zdroje

<http://www.studentske.cz/2010/10/25a-tiskove-barvy.html#>

<http://www.slideshare.net/rachelchayes/intro-to-color-theory>

<http://www.strechy-thermowood-izolace.cz/dreveny-zahradni-nabytek-z-masivu-thermowood-zahradni-sety/299-dreveny-zahradni-nabytek-prowood-set-m3.html>

http://user.mendelu.cz/drapela/Statisticke_metody/teorie%20text%20I.pdf

<http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaika.aspx>

<http://www.chmuul.org/aktuality/2015-01-21-prehled-2014/#>

https://books.google.cz/books?id=JZzacTjN-gAC&pg=PA78&lpg=PA78&dq=miami+florida+cesora&source=bl&ots=XFz1RmD25e&sig=hP970Zid4qtLGe1sflcRDF02U4k&hl=cs&sa=X&ei=5fExVa_dDYOzaYi8gVg&ved=0CCEQ6AEwAA#v=onepage&q=miami%20florida%20cesora&f=false

<http://fotoroman.cz/techniques3/svetlo01zalad.htm>

http://www.aldebaran.cz/bulletin/2012_33_vla.php

<https://www.google.cz/maps/place/Na%C4%8Deratice,+669+02+Znojmo/@48.818866,16.1128938,15z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x476d53f272e906ff:0xb16a6483333c1ce3>

<http://www.tipa.eu/cz/digitalni-teplomer-voltcraft-dot-150-50-az150c/d-117706/>

<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=212>

http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=ak

<http://www.qtest.cz/tloustkomery-povlaku/positector-200.htm>

<https://publi.cz/books/91/01.html>

http://kfrserver.natur.cuni.cz/studium/prednasky/pavlova/fyzrost/2_Energie.pdf

12 Seznam norem

ČSN 91 3001: *Nábytek pro venkovní použití – Zahradní nábytek – Technické požadavky*

ČSN EN 927 – 6 : *Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí – Část 6: Expozice povlaků dřeva umělému stárnutí s použitím fluorescenčních UV lamp a vody*

ČSN EN 927-3: *Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí – Část 3: Zkouška přirozeným stárnutím*

ČSN EN 13 722: *Nábytek – Stanovení lesku povrchu, 2005*

ČSN EN ISO: *Nátěrové hmoty – Buchholzová vrypová zkouška, 2003*

ČSN 67 3068: *Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru, 1986*

13 Seznam tabulek

Tab 1 Pigmenty (Zdroj: Kalendová, A. 2003)	9
Tab 2 Druhy stříkání a jejich výhody (Zdroj: Pešek, L 2016)	12
Tab 3 Převodní tabulka z μm na jednotky Buchholz	38
Tab 4 Odstíny barev dle vzorníku RAL	41
Tab 5 Tloušťka nátěru	43
Tab 6 Hodnocení barevného rozdílu	47
Tab 7 Procentuální změna lesku - Akát [%]	49
Tab 8 Procentuální změna lesku - Dub [%]	50
Tab 9 Procentuální změna lesku - Buk [%]	50
Tab 10 Procentuální změna lesku - Modřín [%]	50
Tab 11 Procentuální změna lesku - Borovice [%]	50
Tab 12 Procentuální změna lesku - Smrk [%]	51
Tab 13 Průměrná procentuální změna lesku u jednotlivých barev [%]	51
Tab 14 Procentuální změna průhybu nátěru - Akát [%]	52
Tab 15 Procentuální změna průhybu nátěru - Dub [%]	52
Tab 16 Procentuální změna průhybu nátěru - Buk [%]	52
Tab 17 Procentuální změna průhybu nátěru - Modřín [%]	53
Tab 18 Procentuální změna průhybu nátěru - Borovice [%]	53
Tab 19 Procentuální změna průhybu nátěru - Smrk [%]	53
Tab 20 Procentuální změna průhybu tvrdosti u barev [%]	54
Tab 21 Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru - listnaté dřeviny	55
Tab 22 Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru - jehličnaté dřeviny	56
Tab 23 Procentuální změna lesku nátěru	58
Tab 24 Průměrná procentuální změna lesku u jednotlivých barev [%]	62
Tab 25 Průměrná procentuální změna lesku ve směru kolmém na vlákna a rovnoběžně s vlákny dřeva [%]	62
Tab 26 Procentuální změna průhybu nátěru	65
Tab 27 Průměrná procentuální změna průhybu nátěru u jednotlivých barev [%]	69
Tab 28 Shrnutí barevné stálosti vzorků	73
Tab 29 Korelace mezi šedou stupnicí a naměřenými hodnotami ΔE	75

14 Seznam obrázků

Obrázek 1 Průchod světla pigmentovou vrstvou (nátěrový film) (Zdroj: Kaledová, A 2003)	10
Obrázek 2 Dřevo v exteriéru (Foto: autor)	19
Obrázek 3 Přímé vs. sluneční záření v podmínkách ČR (Zdroj: http://www.elektrozestrechy.cz/fotovoltaika.aspx)	21
Obrázek 4 Rozdělení vlnových délek světla (Zdroj: Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)	22
Obrázek 5 Rozklad světla hranolem (Zdroj: Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)	23
Obrázek 6 Rozdíl mezi aditivními a subtraktivními barvami (Zdroj: Kaplanová, M. a kolektiv, 2009).....	29
Obrázek 7 Chromatické a achromatické barvy (Zdroj: Kaplanová, M. a kolektiv, 2009)	30
Obrázek 8 Diagram v levé části ukazuje intenzitu slunečního záření v průběhu dne a pravé části je vidět sluneční úhel elevace v průběhu letní sezóny (Zdroj: Schulz, U. 2009)	32
Obrázek 9 Návrh slunečního záření dopadající na panel (Zdroj: Schulz, U. 2009)	32
Obrázek 10 Konvenční vystavení vzorků povětrnostním vlivům (Zdroj: Schulz, U. 2009)	33
Obrázek 11 Intenzivní vystavení vzorků povětrnostním vlivům (Zdroj: Schulz, U. 2009)	34
Obrázek 12 Leskoměr (Foto autor)	38
Obrázek 13 Přístroj Buchholz (Foto autor).....	39
Obrázek 14 Spektrofotometr (Foto: autor)	39
Obrázek 15 Digitální teploměr DOT 150 (Zdroj: http://www.tipa.eu/cz/digitalni-teplomer-voltcraft-dot-150-50-az150c/d-117706/).....	40
Obrázek 16 Ultrazvukový měřič tloušťky nánosu PosiTector 200 (Foto: autor)	40
Obrázek 17 Natřené vzorky v laboratoři (Foto: autor)	42
Obrázek 18 Umístění stojanu se vzorky (Zdroj: https://www.google.cz/maps/place)	44
Obrázek 19 Vzorky umístěné na stojanu I. (Foto: autor)	45
Obrázek 20 Vzorky umístěné na stojanu II. (Foto: autor)	45
Obrázek 21 Změna lesku v % ve směru kolmém na vlákna	59
Obrázek 22 Změna lesku v % ve směru rovnoběžném s vlákny	60
Obrázek 23 Změna lesku ve směru kolmém na vlákna v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu	63
Obrázek 24 Změna lesku ve směru rovnoběžném s vlákny v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu	63
Obrázek 25 Změna lesku ve směru kolmém na vlákna v % u vzorků umístěných v interiéru - dle barevného odstínu.....	63
Obrázek 26 Změna lesku ve směru rovnoběžném s vlákny v % u vzorků umístěných v interiéru- dle barevného odstínu.....	63
Obrázek 27 Změna průhybu nátěrové hmoty v % ve směru kolmém na vlákna	66
Obrázek 28 Změna průhybu nátěrová hmoty v % ve směru kolmém na vlákna	67

<i>Obrázek 29 Změna průhybu nátěrové hmoty ve směru kolmém na vlákna v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu</i>	70
<i>Obrázek 30 Změna průhybu nátěrové hmoty ve směru rovnoběžném s vlákny v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu.....</i>	70
<i>Obrázek 31 Změna průhybu nátěrové hmoty ve směru kolmém na vlákna v % u vzorků umístěných v interiéru - dle barevného odstínu.....</i>	70
<i>Obrázek 32 Změna průhybu nátěrové hmoty ve směru rovnoběžném s vlákny v % u vzorků umístěných v exteriéru - dle barevného odstínu.....</i>	70
<i>Obrázek 33 Světelné spektrum (Zdroj:https://publi.cz/books/91/01.html)</i>	72
<i>Obrázek 34 Porovnání ΔE^* u vzorků umístěných po dobu zkoušky v interiéru a exteriéru</i>	74

15 Seznam rovnic

<i>Rovnice 1 Snellův zákon pro lom světla.....</i>	<i>23</i>
<i>Rovnice 2 Změna barevnosti.....</i>	<i>54</i>

16 Seznam zkratek

tj.	to jest
atd.	a tak dále
tzv.	tak zvaný
popř.	popřípadě
resp.	respektive
např.	například
NH	nátěrová hmota
UV	ultrafialové záření
IRM	infracervené záření
AK	akát
DB	dub
BK	buk
MO	modřín
BO	borovice
SM	smrk
a * , b*	chromatické osy
L *	osa světlosti
ΔE	změna barevného odstínu
VŘ NH	vodou ředitelná nátěrová hmota
PCP	pentachlorfenol
TCP	tetrachlorfenol
In	interiér
Ex	exteriér
SMODCH	směrodatná odchylka
str.	strana

17 Přílohy

Příloha č. 1

Příloha č. 2

Příloha č. 3

Příloha č. 4

Příloha č. 5

Příloha č. 6

Příloha č. 7

Příloha č. 8

Příloha č. 9

Příloha č. 10

Příloha č. 11

Příloha č. 12