

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA
Ústav nábytku, designu a bydlení

Povrchová úprava dřevěných fasád

Diplomová práce

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci *Povrchová úprava dřevěných fasád* zpracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Brně, dne:

Podpis studenta:

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D. za užitečné rady a vedení během zpracování této diplomové práce. Také bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomohli při přípravě vzorků a tímto či svými připomínkami a podporou přispěli ke vzniku této diplomové práce.

Abstrakt

Jméno/name: Hana Slováčková

Název diplomové práce: Povrchová úprava dřevěných fasád

Tato diplomová práce se zabývá sledováním změn povrchových úprav dřeva smrku a modřínu v exteriéru. Pomocí zkoušky venkovním zvětráváním byly ověřovány vlastnosti u dvou druhů nátěrových hmot – tenkovrstvé lazury a olejové nátěrové hmoty, od každé po dvou odstínech. V práci byl zkoumán vliv složení nátěrové hmoty na její trvanlivost a světlostálost. Tato problematika úzce souvisí s odolností nátěrových hmot proti povětrnostním vlivům, mezi které patří sluneční záření (UVA a UVB), atmosférický kyslík, relativní vlhkost vzduchu, teplota, srážky, biologické napadení, chemické vlivy (znečištění vzduchu, kyselá srážky apod.).

Klíčová slova: povrchová úprava, nátěrová hmota, zvětrávání, lesk, tvrdost, světlostálost

Abstract

Name of diploma thesis: Surface finishing of wooden facades

This thesis deals with monitoring changes in surface finishing of spruce and larch wood in outdoors. Using outdoor weathering tests the properties of two kinds of paints were tested by - a thin glaze and oil paint, two shades from each. In this work, the influence of the composition of the paint on its durability and light fastness was examined. This issue is closely related to the resistance of coatings to weathering, including solar radiation (UVA and UVB), atmospheric oxygen, relative humidity, temperature, precipitation, biological attack, chemical impacts (air pollution, acid rain, etc.).

Key words: surface finishing, coating, paint, weathering, gloss, hardness, light fastness

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce.....	9
3	Literární přehled	10
3.1	Historie používání dřevěných fasád	10
3.2	Rozdělení fasád	11
3.3	Fasádní systémy	12
3.3.1	Lehké obvodové pláště	12
3.3.2	Zděné a skládané fasádní systémy	13
3.3.3	Obkladové a nátěrové systémy	13
3.3.4	Fasáda s designem dřeva.....	13
3.3.5	Materiály pro provětrávané fasádní obklady	14
3.4	Způsoby provedení dřevěných fasád.....	14
3.4.1	Obložení z prken a palubek	14
3.4.2	Šindele	16
3.4.3	Fasády otevřené a v pásech.....	17
3.5	Ochrana dřeva a dřevěných konstrukcí	17
3.5.1	Vlivy působící na dřevo	19
3.5.2	Zásady konstrukční ochrany	20
3.5.3	Chemická ochrana dřeva.....	21
3.6	Povrchová ochrana dřevěných fasád.....	21
3.6.1	Přirozené šednutí.....	22
3.7	Nátěrové hmoty	22
3.7.1	Názvosloví a rozdělení nátěrových hmot.....	23
3.7.2	Složení nátěrových hmot	25
3.7.3	Nanotechnologie	26
3.8	Speciální úpravy dřeva.....	27
3.8.1	Tepelně upravené dřevo (ThermoWood).....	27
3.8.2	Opalovaná prkna – Shou Karamatsuban.....	27
3.8.3	Další úpravy dřeva	28
3.9	Používané druhy dřeva.....	28
3.10	Vlastnosti povrchu dřeva a nátěrového filmu	29
3.10.1	Barva.....	29
3.10.2	Lesk.....	31
3.10.3	Kryvost.....	32
3.11	Vlivy působící na nátěrový film.....	33
3.11.1	Stav podkladu	33

3.11.2	Vliv vlastností dokončovaného povrchu.....	34
3.11.3	Expozice – počasí, atmosféra a klimatické podmínky.....	35
3.12	Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav	36
4	Metodika.....	40
4.1	Měření tloušťky nátěrového filmu	42
4.2	Stanovení barvy.....	43
4.3	Stanovení lesku	43
4.4	Stanovení tvrdosti pomocí tvrdoměru	43
5	Použitá zařízení, materiály a přístroje	45
5.1.1	Dřevo	45
5.1.2	Nátěrové hmoty.....	47
5.1.3	Expoziční stojany.....	48
5.1.4	Použité přístroje	49
6	Výsledky laboratorního výzkumu	53
6.1	Tloušťka nánosu nátěrové hmoty	53
6.2	Změny na vzorcích po ukončení expozice	53
6.3	Lesk.....	56
6.3.1	Smrk.....	57
6.3.2	Modřín	61
6.4	Barva	65
6.4.1	Smrk.....	67
6.4.2	Modřín	68
6.5	Tvrdost	69
7	Vyhodnocení a diskuze.....	78
7.1	Vyhodnocení lesku.....	78
7.2	Vyhodnocení barevné změny	79
7.3	Vyhodnocení tvrdosti	79
8	Závěr.....	81
9	Summary.....	83
10	Seznam použité literatury	84

1 Úvod

Dřevo je přírodní materiál s mnoha ceněnými vlastnostmi a širokým využitím. Člověk dřevo využívá už od počátků lidské civilizace, s jejím vývojem rostlo i využití dřeva od paliva přes předměty denní potřeby či stavitelství až po dopravní prostředky. I dnes se setkáváme se dřevem denně. Jeho použití se stále vyvíjí, avšak ověřené zásady a způsoby využití jsou stále aktuální.

Dřevo se používá jako stavební materiál už po tisíciletí. Může tvořit v podstatě jakoukoli část stavby. Jednou z takových částí je i fasáda. Fasáda je důležitý stavební prvek a součást budov. Jejím hlavním úkolem je chránit vše, co se nachází pod jejím povrchem – především nosnou konstrukci stavby - proti škodlivým vlivům, tedy např. chladu, větru, dešti, hluku, nadměrnému teplu. Fasádou nesmí dovnitř proniknout žádná voda v jakékoli formě (děšť, sníh, ranní rosa apod.). V zimě brání ztrátám tepla do okolí, v létě naopak pomáhá zabraňovat přehřívání interiéru.

Dřevěné fasády, kterými se zabývá tato práce, mohou být různé konstrukce – šindelové, z prken apod. Zhotovují se zhruba od té doby, co vynález rámové pily před cca 700 lety umožnil snadnou výrobu prken. Podstata dřevěných fasád se od té doby příliš nezměnila; tvoří je prkna a upevňovací prvky – hřebíky, šrouby, spony nebo skoby. Moderní technologie také dovolily frézováním a hoblováním vyrábět různé profily, jejichž cílem bylo zvýšit rozměrovou stálost a umožnit použití jiných způsobů jejich upevnění.

Během užívání, především v exteriéru, je dřevo vystaveno působení různých vnějších vlivů - především slunečního záření, vlhkosti a biotických škůdců. Dřevo je tedy nutné chránit, aby byly zachovány jeho užitné a estetické vlastnosti. Za tímto účelem je používáno mnoho možností ochrany a ošetření dřeva.

Jednou z nich je aplikace nátěrových hmot na vhodně upravený povrch dřeva vhodně zvoleným způsobem. Správná volba povrchové úpravy určí na řadu let vzhled dřevěné konstrukce – její estetické ztvárnění, lesk, barvu; ale i to, zda bude nutné obnovovat nátěr po dvou, čtyřech, šesti nebo deseti či více letech. Zvolený nátěrový systém musí také chránit povrch dřeva před biologickým napadením, UV zářením, povětrnostními vlivy a vlhkostí a před mechanickým nebo chemickým poškozením.

Povrch stěn je také často zatížen velkými výkyvy teplot, a to nejen mezi ročními obdobími, ale i v průběhu jednoho dne – teplota povrchu fasády může být

dokonce až 80°C. (*Gabriel, 2011*) Tyto teplotní změny znamenají pro fasádu velké namáhání a jejich vliv musí povrchová úprava dokázat eliminovat.

Kvalitní povrchová úprava tedy významně ovlivňuje fyzikálně-mechanické, chemické a užitné vlastnosti a vzhled výrobků ze dřeva a prodlužuje jejich životnost.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je sledování změn povrchových úprav dřeva smrku a modřínu, ke kterým dochází v exteriéru. Pomocí zkoušky venkovním zvětráváním budou ověřovány vlastnosti u dvou druhů nátěrových hmot. Pro tento účel byly vybrány tenkovrstvá lazura a olejová nátěrová hmota, od každé po dvou odstínech. V práci bude zkoumán vliv složení nátěrové hmoty na její trvanlivost a světlostálost.

Bude popsáno rozdělení fasád a fasádní systémy, především se zaměřením na dřevěné fasády. Část práce se bude věnovat také konstrukční a povrchové ochraně dřeva, speciální úpravě dřeva a v neposlední řadě nátěrovým hmotám.

Budou popsány vlastnosti povrchu dřeva a nátěrového filmu a vlivy na ně působící.

V praktické části se pozornost soustředí na měření a vyhodnocení vlastností nátěrového filmu – u všech vzorků bude před zkouškou venkovním zvětráváním i během ní a po ní měřen lesk, změna barvy a tvrdost povrchu. Budou také zaznamenávány viditelné změny na nátěrovém filmu, jako je praskání, loupání, tvorba plísně či výrony pryskyřice.

Výsledky provedených měření budou statisticky vyhodnoceny. Vlastnosti dřevin a nátěrových hmot budou následně porovnány.

3 Literární přehled

Fasáda je velmi významná součást budovy a důležitý stavební prvek, jehož hlavním úkolem je chránit vše, co se nachází pod jeho povrchem. Volba fasády a způsob jejího dokončování jsou při návrhu a stavbě jakékoliv budovy jedním z posledních, ale zároveň velmi důležitých rozhodnutí. V dnešní době je možné volit z celé řady řešení.

3.1 Historie používání dřevěných fasád

Regionální stavební sloh v minulosti závisel především na materiálech dostupných v přírodě dané oblasti. Materiál potřebný na stavbu se v místě stavby nebo jeho blízkosti musel získat i zpracovat. Celosvětově bylo nejrozšířenější a nejdostupnější surovinou dřevo. Dodneška je dřevo nejvšestrannějším stavebním materiálem, snese namáhání na tah i tlak, což splňuje požadavky na stavební materiály a je z něj proto možné zhotovit všechny stavební prvky.

Konstrukce dřevěných fasád je úzce spojena s použitím dřeva pro nosné konstrukce. Dříve mívaly všechny dřevěné budovy i dřevěné fasády, což v současné době už neplatí, materiály se různě kombinují. (*Gabriel, I., 2011*)

Dřevo bylo původně ponecháváno neošetřené, časem se začalo mořit přírodními materiály (dobyččí krev, voskové roztoky, roztoky oxidů kovů, vápno, modrá skalice aj.). (*Lank, Hlaváček, 2006*)

Teprve po vydání předpisů o protipožární ochraně staveb, které zakazovaly svítit loučemi a stavět dřevěné stavby, se častěji opatřovaly omazávkou celé roubené stěny (dávaly se tzv. do kožichu), nebo se roubená stavba natírala vápenným mlékem. Od 19. století se stále častěji bílily roubené stěny nejen vně, ale i uvnitř, zvláště v oblastech, kde se ve větší míře již stavěl zděný dům (možná snaha vyrovnat prestiž). Nevýhodou těchto omazávek je ztížená kontrola dřevěných trámů. (*Hájek, 1997*)

V rámci Evropy se kultura dřevěných staveb nejvíce prosadila ve Skandinávii a oblasti Alp. Je to dáno vysokým podílem zalesněných ploch (kolem 50%), což pro stavebníky znamenalo, že materiál na stavbu byl snadno dostupný – rostl v podstatě přímo na pozemku a dřevo navíc špatně vede teplo a má dobré izolační vlastnosti.

Významná odlišnost mezi těmito oblastmi je patrná především ve způsobu opracování a ošetření vnější plochy fasády. V zemích Skandinávie byl používán převážně barevný nátěr (typicky červený ze směsi volské krve a vápna), naopak ve

střední Evropě a alpských zemích jsou fasády ponechány v přírodním stavu (časem zašedlé). Tento rozdíl má své opodstatnění – ve Skandinávii je mnohem méně slunečního svitu, takže dřevo by nestačilo přirozenou cestou vysychat. Vrstva nátěru měla tedy za úkol prodloužit trvanlivost povrchu fasády.

V současnosti ve Skandinávii podíl dřevěných fasád klesá, v severní části alpské oblasti naopak dosahuje trvalého růstu. (*Gabriel, I., 2011*)

3.2 Rozdělení fasád

Zatřídění funkčního prvku „povrchová úprava obvodového pláště budovy“ (v některých literaturách se užívá termín „obalové konstrukce“, navíc pod pojmem fasáda obvykle rozumíme kompletní pohled na budovu, to znamená i s oplechováním, balkony se zábradlím apod.) není jednoznačné a závisí na zvolených kritériích.

Fasády můžeme rozdělovat například podle:

- a) základních požadavků na bezpečné užívání objektu
 - mechanická odolnost a stabilita
 - požární bezpečnost
 - ochrana zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí
 - ochrana proti hluku
 - bezpečnost při užívání
 - úspora energií a ochrana tepla
- b) základní konstrukce
 - zděné z keramických nebo plynosilikátových prvků
 - monolitické
 - sendvičové
- c) povrchové úpravy
 - omítky (jedno- až několikavrstvé, šlechtěné, tenkovrstvé, termoizolační aj.)
 - nátěry a nástřiky
 - obklady – dle materiálů
 - struktura podkladu (např. pohledový beton)

Další rozdělení:

- neprovětrávané s povrchovou úpravou:
 - z omítek
 - z obkladů
- provětrávané s povrchovou úpravou:
 - z omítek
 - z obkladů
- částečně provětrávané s povrchovou úpravou z omítek nebo obkladů.
(Lank, Hlaváček, 2006)

3.3 Fasádní systémy

Fasádní systémy zahrnují lehké obvodové pláště na bázi kovu a skla, zděné a skládané systémy fasád montovaných na nosnou obvodovou stěnu, obkladové materiály a nátěrové hmoty. (<http://stavba.tzb-info.cz/fasadni-systemy>)

3.3.1 Lehké obvodové pláště

Lehký obvodový plášť se obvykle skládá ze svislých a vodorovných stavebních prvků navzájem spojených a ukotvených na nosnou konstrukci stavby a vytváří vylehčený prostor uzavřeného nepřetržitého obalu, který zajišťuje sám o sobě nebo ve spojení se stavební konstrukcí všechny běžné funkce vnější stěny, ale nepřebírá žádné nosné vlastnosti stavební konstrukce.

Lehké obvodové pláště mohou mít:

- roštovou konstrukci (rámová konstrukce nesoucí průhledné nebo neprůhledné výplňové panely),
- panelovou (modulovou) konstrukci (předem sestavené vzájemně pospojované prvky na výšku jednoho podlaží, včetně výplňových panelů),
- parapetní konstrukci (předem sestavené vzájemně pospojované prvky na část výšky podlaží včetně výplňových materiálů).

Lehký obvodový plášť může být předsazený před hrubou stavbu (zavěšený nebo podepřený) nebo vsazený do hrubé stavby (podepřený). (<http://stavba.tzb-info.cz/fasadni-systemy>)

3.3.2 Zděné a skládané fasádní systémy

Zděné a skládané fasádní systémy zahrnují fasády předsazené před nosnou obvodovou konstrukci objektu, se kterou jsou obvykle spojeny a vytváří vzduchovou vrstvu, která může být vyplněna tepelnou izolací. Tyto systémy obvykle netvoří nepřetržitý obal. Jejich hlavní funkce je krycí a estetická.

Do této skupiny fasádních systémů patří systémy skládané z malých zdicích prvků, obvykle betonových, dále systémy skládané z deskových materiálů, a to na bázi dřeva, cementovláknitých materiálů a dalších.

Na tyto systémy nejsou kladeny požadavky z hlediska např. tepelné techniky, protože obvykle tvoří vnější plášť víceplášťové obvodové konstrukce. Musí ale splnit požadavky na zatížení větrem, odolnost proti nárazu, požární požadavky a další. (<http://stavba.tzb-info.cz/fasadni-systemy>)

3.3.3 Obkladové a nátěrové systémy

Mezi fasádní systémy patří i obkladové a nátěrové systémy, které jsou pevně spojeny s obvodovou konstrukcí a tvoří její vnější povrch. Jejich hlavní funkce je estetická. Podílejí se však i na tepelně-technických a dalších vlastnostech obvodového pláště. (<http://stavba.tzb-info.cz/fasadni-systemy>)

3.3.4 Fasáda s designem dřeva

V současných stavebních trendech jsou při dokončování fasád často používány jako doplňkové nebo základní prvky přírodní materiály jako je kámen, dřevo nebo kov. Tyto materiály se však často ukazují jako drahé, obtížně transportovatelné nebo zpracovatelné, proto jsou k dostání omítky a fasádní nátěry, které na domě vypadají jako skutečný kámen, dřevo či kov a navíc mají velkou variabilitu při výběru odstínů.

Pro docílení motivu dřeva se kombinují dva produkty – minerální tenkovrstvá omítky pro tvorbu autentické struktury dřeva, druhým je impregnační nátěr v barvě dřeva pro konečný odstín. Kresba dřeva se vytváří obtištěním silikonové matrice do vlhké omítky, následně se aplikuje (stříkáním, malířským válečkem, štětcem, tupováním houbou) impregnační nátěr pracovním postupem mokrá do mokrého. (Šovčík, P., 2014)

3.3.5 Materiály pro provětrávané fasádní obklady

Podle použitého materiálu je možné obklady venkovních fasád rozdělit následovně:

- obklady z masivního dřeva
 - neprofilovaná prkna
 - profilovaná prkna a palubky
 - šindele
 - modifikované dřevo
- dřevěné velkoplošné obklady
- cementovláknité a cementotřískové obklady
- překližkové obklady
- lisované a vytlačované obklady na bázi dřeva
- kamenné a betonové obklady
- keramické obklady
- laminátové obklady
- obklady na bázi plastů. (*Hrapková a kol., 2012*)

3.4 Způsoby provedení dřevěných fasád

Významný vliv na trvanlivost fasád má také způsob jejich provedení. Důležité je dodržování zásad konstrukční ochrany. V průběhu dějin se díky praktickým zkušenostem vyvinuly různé způsoby obložení i povrchových úprav dřevěných fasád.

Na fasádu se doporučuje používat radiálně a poloradiálně řezaná prkna o minimální tloušťce 20 mm. Šířka prken pro obklady na pero a drážku pro obklady nevystavené nebo málo vystavené povětrnosti nemá překročit 140 mm, případně 120 mm pro obklady extrémně vystavené povětrnosti. (*Král, 2008*)

3.4.1 Obložení z prken a palubek

Orientace obkladů

Dva základní směry pokládání obkladů se liší nejen opticky (zdůrazňují buď výšku – u vertikální pokládky, nebo šířku – u horizontální pokládky), ale také důsledky povětrnostních vlivů a způsobem provádění detailů.

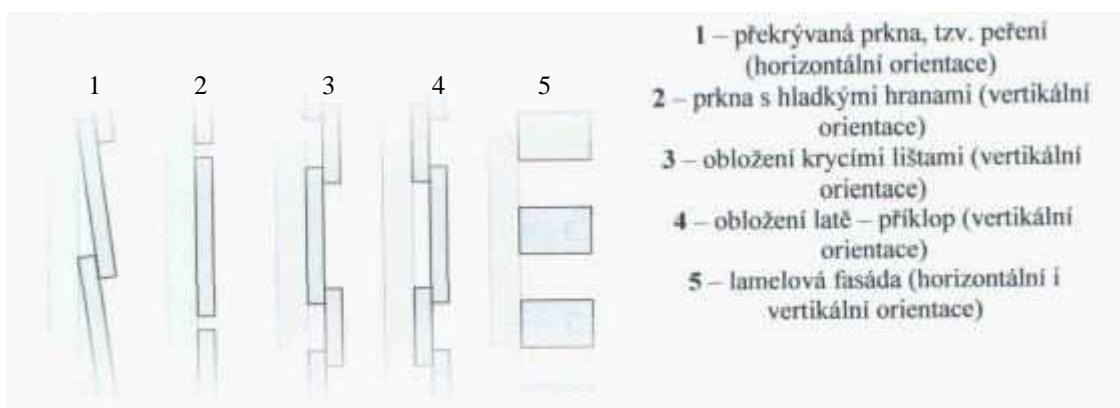
Vertikálně orientovaný obklad je méně problematický, protože voda je odváděna podél vláken – stéká tedy rychleji, s menším odporem, nejsou zde plochy, na kterých by byla zadržována. Z toho plyne i větší životnost; navíc neošetřené vertikálně orientované fasády rovnoměrněji šednou.

Horizontálně pokládaný obklad má svůj původ v tzv. peření – jde o způsob pokládky, kdy jsou jednotlivá prkna překrývána šupinovitě přes sebe. Tento způsob má tu výhodu, že i různě rozměrná prkna a palubky mohou být zpracovány do homogenní formy – přesah překládání umožňuje vyrovnání rozměrových odchylek. (Gabriel, 2011)

Způsob pokládky obložení

Překrývané obložení (peření)

Jednotlivá prkna se horizontálně překrývají s přesahem minimálně 20 mm. Na prkna nejsou kladeny příliš velké nároky; lze použít jednoduchá hoblovaná nebo nehoblovaná hraněná prkna. Pilovitému profilu na nárožích a ostěních musí odpovídat uspořádání koncových profilů. Nevýhodou je výraznější opotřebení spodní vyčnívající hrany, zapříčiněné větším vystavením povětrnosti.



Obr. 1: Neprofilovaná prkna (Hrapková a kol., 2012)

Příkloповé obložení

Jde o nejstarší způsob vertikální pokládky prken, kdy jsou spáry mezi spodními podkladními prkna překryty vrchními krycími prkny či lištami. Tímto způsobem je možné vytvářet různé varianty výsledné podoby fasády.

Obložení spojením na polodrážku

Prkno má na své horní hraně výstupek, kterému odpovídá polodrážkou zářez an spodní hraně (palubky se tedy v místě polodrážky překrývají). Výhodou oproti spojení na pero a drážku je robustnější polodrážka a možnost výměny jednotlivých prken.

Obložení spojením pero-drážka

Fasádní prkna mají na jedné straně drážku a na opačné straně odpovídající pero, které je často o něco delší – tak vzniká stínová drážka. Tím, že pero a drážka do sebe zapadají, jsou jednotlivé fasádní palubky po celé délce fixovány. Důležitá je správná orientace pero-drážky, aby voda nezatékala do palubek.

Otevřené (větrané) obložení

Obložení s otevřenými spárami se od určité doby vyskytuje stále častěji. Spodní vrstva ale musí být nepromokavá a odolná vůči UV záření a voda pod odvětrávací vrstvou musí být odváděna. Otevřené obložení může být z běžných hoblovaných prken i z hrubého řeziva. Pokládání je jednoduché, za použití rozpěrky. V případě horizontální pokládky jsou často používána tzv. trapézová prkna Rhombus s kosodélníkovým nebo kosočtvercovým profilem. Jejich hrany jsou zkoseny minimálně o 15°, takže srážky mohou lépe stékat a odkapávat. (*Gabriel, 2011*)

Existují i další způsoby pokládky, jako např. diagonální upevnění prken.

3.4.2 Šindele

V porovnání s fasádou z dřevěných prken jsou šindelové fasády nákladnější, což je dáno větší pracností při montáži. Každý šindel se upevňuje zvlášť. Upevnění šindelů může být dvouvrstvé, dvaapůlvrstvé nebo třívrstvé. Pro podkladové konstrukce platí stejné zásady pro odvětrávání zezadu jako u fasád z prken.

Platí také, že štípané šindele jsou trvanlivější než řezané. Při štípání totiž nedochází k porušení vláken, proto voda do dřeva neproniká snadno.

Ve středověku byly dřevěné šindele spolu s došky ze slámy a rákosí nejrozšířenějším materiálem střech. (*Gabriel, 2011*)

Šindele, úzké a dlouhé dřevěné desky s drážkou na jedné straně a s ostřím na druhé, se štípaly z jedlového, borového, lipového a někdy i ze smrkového dřeva. Šindele se často impregnovaly vápennou vodou, která zvyšovala odolnost. (*Barták, 1996*)

3.4.3 Fasády otevřené a v pásech

Lamelové fasády

Lamelové fasády se liší od otevřených (odvětraných) fasád větším podílem spár, čímž je mimo jiné redukována funkce ochrany proti povětrnostním vlivům a na významu nabývají estetické ztvárnění pláště a světelná propustnost. Lamelové fasády zdůrazňují horizontální (příp. vertikální) strukturu fasády. U transparentních ploch navíc přichází v úvahu ochrana proti slunci a zabezpečení soukromí (jako žaluzie zabraňují pohledu zvenčí).

U horizontálních ploch lamel je ale problémem usazování prachu a také horší odtékání vody. (*Gabriel, 2011*)

3.5 Ochrana dřeva a dřevěných konstrukcí

Můžeme vysledovat dva krajní přístupy k ochraně dřevěné fasády:

1. Snaha zabránit jakémukoli působení povětrnostních vlivů. Tento přístup je v praxi obtížně proveditelný.
2. Vědomá rezignace na jakýkoli druh ochrany proti povětrnostním vlivům. Takto lze však zajistit pouze rovnoměrné šednutí fasády. (*Gabriel, 2011*)

Aby byla zajištěna žádoucí funkčnost dřeva, kterou od něj vyžadujeme (estetická aj.), je nutné jej správně a účinně chránit. Před použitím dřeva (a to zejména právě v exteriéru) musíme uvážit několik otázek:

- jaké je přirozená odolnost dřeva (odpověď nalezneme v ČSN EN 350-2),
- jaké je prostředí, ve kterém se bude dřevo nacházet (pod střechou, v zemi, vystaveno povětrnosti...),
- zda bude stačit konstrukční ochrana,
- jestli chceme použít chemické ochranné prostředky,
- jestli je pro tento účel vůbec dřevo vhodné. (*Ptáček, 2009*)

Z ČSN 350-2 je zřejmé, že odolnost našich dřevin proti dřevokazným houbám není velká (pouze dub je klasifikován jako trvanlivý, ostatní dřeviny jsou středně až málo trvanlivé). Trvanlivost se týká jádrového dřeva, bělové dřevo je považováno za netrvanlivé. (*Ptáček, 2014*) Je to dáno funkcí bělového a jádrového dřeva ve stromě – funkcí bělové zóny je vést vodu s rozpuštěnými minerálními látkami a uskladňovat

zásobní látky, funkcí jádra je zvýšení stability kmene. Pravé jádro má zvýšené mechanické vlastnosti, trvanlivost a odolnost proti hnilobě. (*Požgaj, 1997*)

Nejlepší ochranou dřeva je vhodné uložení, tzv. suchá ochrana. Ta spočívá v zajištění takového prostředí, které je nevhodné pro vývoj biologického napadení.

Ochrana dřeva proti znehodnocujícím vlivům se provádí podle výše rizika narušení nebo ztráty estetických vlastností a požadované životnosti pomocí následujících opatření:

1. Stavebně konstrukční opatření
2. Chemická ochrana dřeva proti biotickým škůdcům
3. Povrchová úprava dřeva barvami, laky, napouštědly aj.
4. Protipožární ochrana pyroretardačními prostředky nebo konstrukčním opatřením
5. Fyzikální metody sterilizace teplotou, radioaktivním ozářením, regulací vlhkosti apod.

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

Ochrana dřeva ve dřevostavbách je řešena celou řadou norem, které řeší ochranu dřeva ve vztahu k jeho použití. Problém nastává v případě, že dojde k havárii instalací (vody, topení), k zatékání apod. Většina konstrukčního dřeva ve stavbě je ve třídě použití 1 a 2, dřevěné prvky umístěné v exteriéru jsou ve třídě 3. (*Ptáček, 2014*)

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

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

K napadení dřeva v dřevostavbách dochází většinou kvůli chybně provedené konstrukční ochraně, nebo vlivem již zmíněných havárií. Proto je nutné dbát na

provedení jednotlivých detailů, ale i na chemickou ochranu nosných prvků, které je problematické měnit. (Ptáček, 2014)

3.5.1 Vlivy působící na dřevo

Abiotické vlivy působící negativně na dřevěné konstrukce jsou především:

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

Z výše uvedených abiotických vlivů má nejvýznamnější vliv na vlastnosti dřevěných konstrukčních prvků a tím i na jejich dlouhodobou funkční schopnost vlhkost dřeva. Změny vlhkosti způsobují sesychání a bobtnání dřeva, jejichž výsledkem jsou rozměrové změny a často také deformace (zakřivení, stočení apod.). Rychlé změny vlhkosti, ke kterým dochází především při intenzivní změně teploty, vedou k tvoření trhlin. Trhliny, otevřené spáry apod. usnadňují provlhnutí dřeva a umožňují kladení vajíček hmyzem. Trvale vysoká vlhkost dřeva může vést ke zbarvení dřeva a jeho rozkladu dřevokaznými houbami.

Dřevo je intenzivně namáháno přímým působením povětrnosti (sluneční záření a účinek vlhkosti). To vede i k povrchovému zvětrání a zbarvení dřeva.

Biotické vlivy působící negativně na dřevěné konstrukce jsou především:

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

Ostatní vlivy působící negativně na dřevěné konstrukce jsou především:

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

3.5.2 Zásady konstrukční ochrany

Přestože není předmětem řešení této diplomové práce, stavebně-konstrukční opatření je základní a nejdůležitější metodou ochrany dřevěných konstrukcí a stavebních prvků před škodlivými vlivy abiotických a biotických činitelů. Patří mezi preventivní ochranu a mělo by na ni být pamatováno při projektování, stavbě i rekonstrukcích budov.

Hlavní myšlenkou této metody je zamezení zvýšené vlhkosti dřevěných konstrukcí zatékáním srážkové vody, kondenzací vzdušné vlhkosti a izolací staveb proti zemní vlhkosti a spodní vodě. (*Baier, Týn, 1996*) Jedná se i o regulaci klimatických podmínek v objektu, tvarovou optimalizaci konstrukce stavby a vhodný výběr druhu dřeva. (*Sysala, 2010*)

- Dostatečně velký a účinný přesah střech
- Pokud možno vertikální pokládka prken (snadnější stékání vody a rychlé vysušení dřeva)
- Fasáda se nesmí dotýkat země
- Pečlivé provedení detailů u nároží budov, ostění oken, napojení střech, podezdívek a soklů – smyslem je zamezit stojící nebo vzlínající vodě
- Zajistit odvětrávací vrstvy a současně ochranu proti hmyzu a drobným zvířatům
- Horizontální propojení a přechody s antikorozně upravenými ocelovými přechody, případně se snadno vyměnitelnými dřevěnými profily
- Dřevěný obklad při provádění průniků, vyspárování apod. nesmí být ve styku s okapy, musí být provedena vodotěsná izolace (zejména v oblasti difúzně otevřených fasádních vrstev)
- Těsný dotyk chladných kovových částí (např. vodovodních potrubí) se dřevem může způsobit kondenzaci vody a tím dlouhodobé zvýšení vlhkosti dřeva

- Nevytvářet vodorovné plochy, ale vždy plochy vyspárovat a zaoblit hrany, aby mohla voda volně stékat (*Tesařová, 2014*)
- Zakrýt čelní hrany, aby vlhkost nevzlínala kapilárně
- Zabránit expozici ostříkující vodou (sokl, výstupky na fasádě) – odsazení dřevěné fasády od terénu 300 mm, aby byl minimalizován ostřík vodou
- Umožnit co nejrychlejší vysoušení (vhodná šíře spár alespoň 10 mm, odvětrávání zadem o volném průřezu minimálně 20 mm). (*Gabriel, 2011*)

3.5.3 Chemická ochrana dřeva

Pokud se stavebně konstrukčním opatřením nedá vyloučit napadení hmyzem nebo houbami, je nutno navrhnout chemickou ochranu dřeva. K tomu slouží různé povrchové prostředky nebo tlaková impregnace. (*Humhal, 2012*)

Preventivní chemická ochrana se používá především u nosných konstrukčních prvků (střešní vazby, latě) a dřevěných konstrukcí vystavených povětrnostním vlivům (dřevěné štíty, venkovní obklady, dřevěné balkony, verandy apod.), dále u veškerého dřeva určeného pro trvalý styk se zemí nebo vodou. (*Sysala, 2010*)

3.6 Povrchová ochrana dřevěných fasád

Dřevěnou fasádu je možné nechat neošetřenou, v tomto případě je ovšem nutno počítat s poměrně rychlou degradací povrchu působením UV záření a povětrnostních vlivů. Dřevo také často praská, navíc díky nestejně savosti povrchu se pak může i kroutit. Dřevo navíc na různých místech fasády stárne zpravidla jinak – rychleji a více tam, kam dopadají srážky a také na jižní straně, neboť jsou zde během dne větší teplotní rozdíly a působí zde více UV záření (UVA i UVB); pomaleji naopak degraduje na místech chráněných přesahem střechy, balkonu, parapetů. Do jednolitěho šedého odstínu se fasáda dostane až po několika letech. Takové řešení je ale při zachování konstrukčních zásad ochrany dřeva velmi trvanlivé a bezúdržbové.

Ošetřené dřevo je naopak třeba pravidelně znovu ošetřovat. Výjimkou může být napuštění olejem, které se neobnovuje, pouze se nechá ze dřeva postupně vymývat a tím se prodlouží doba stárnutí dřeva.

Olej se používá spíše pro tvrdé dřeviny, pro měkké spíše tenkovrstvé nebo silnovrstvé lazury. Interval obnovy olejových nátěrových hmot je jednou za rok až dva, tenkovrstvé lazury je možné nechat bez obnovy až několik let.

Jednou ročně je ale vhodný celý povrch fasády zkontrolovat a opravit případná poškozená místa. Tímto způsobem je možné prodloužit trvanlivost fasády.

Další možnou variantou je použití povrchové úpravy v odstínu typické šedé patiny dřeva. (*Dřevo a stavby, 2015*)

3.6.1 Přirozené šednutí

Proces změn struktury a zbarvení dřeva začíná již krátce po jeho vystavení povětrnostním vlivům. Na trvale zvětrávajících plochách fasád se během dvou až tří let projeví zřetelné zešednutí, které v ideálním případě dodá povrchu konečné stříbřitě šedé zašednutí. Ovšem části fasády chráněné markýzami, parapety, přesahy střech apod. nešednou stejnoměrně.

Degradace ligninu vede k malé ztrátě dřevní hmoty (asi 0,05 – 0,1 mm za rok). Pokud jsou dodrženy základní konstrukční principy, je životnost takovéto fasády minimálně 30 let.

Povrchově neupravená fasáda ideálně nepotřebuje žádnou údržbu, jen občas je možné ji očistit. (*Gabriel, 2011*)

3.7 Nátěrové hmoty

Dřevo je organický materiál a jeho životnost je tedy omezená. Proto je třeba se o něj správně starat, ošetřovat jej a udržovat povrchovou úpravou. Na povrchové úpravě významně závisí i první dojem z dřevěného výrobku. Zároveň je povrchová úprava jedno z nejčastěji poškozovaných míst na dřevěných výrobcích. (*Tesařová, 2014*)

Prvními zdroji barevných surovin byly barevné hlinky, okry, oxidy a zeminy pravěkým člověkem neupravované. Objev ohně umožnil rozšíření používaného sortimentu materiálů o saze, popel, pálené rudy. (*Kalendová, 2004*)

Dříve bylo nutné práškovou barvu rozmíchat v tekutém pojivu, aby lpěla na podkladu, nyní jsou práškové barvy nanášeny přímo jako prášek a nátěrový film vytvoří jeho roztavením.

3.7.1 Názvosloví a rozdělení nátěrových hmot

Podle charakteristických vlastností:

- transparentní - průhledný až průsvitný nátěr (laky, fermeže)
- lazurovací – poloprůhledný nátěr, přes který prosvítá podklad
- pigmentové - zpravidla neprůhledný nátěr (emaily, barvy, tmely)

Podle podmínek použití:

- vnitřní
- venkovní - snášejí venkovní atmosféru, především sluneční záření
- speciální - chemicky odolné, odolné vůči požáru, pro vysoké teploty, pod vodu apod.

Podle podmínek použití a pořadí v nátěrovém systému:

- napouštěcí - k napouštění savých podkladů (dřeva, zdiva, betonu, ...)
- základní - pro první nátěr nenatřeného nebo napuštěného podkladu, příp. první vrstvu obnovovacího nátěru
- vyrovnávací - pro vyrovnání povrchu podkladu i tmelových vrstev
- podkladové - vrstva pod vrchní nátěr
- vrchní - poslední vrstva v nátěrovém systému
- maskovací - pro maskovací účely (vojenské)

Podle způsobu tvorby filmu:

- zasychající fyzikálními pochody - odpařením rozpouštědel, ztuhnutím hmoty, která byla před použitím roztavena (filmotvorná složka se chemicky nemění)
- vytvrzující chemickými pochody dvou a více složek - oxidace, polymerace, polykondenzace, polyadice apod.; z původních nízkomolekulárních látek se stávají vysokomolekulární. (Kalendová, 2004)

Po přidání tvrdidla do nátěrové hmoty je zahájena chemická reakce, doba zpracovatelnosti je tedy omezená. Zvláštní skupinou jsou olejové nátěrové hmoty. Jejich nátěrový film vzniká oxidací olejových nátěrových hmot vzdušným kyslíkem.

- fyzikálně i chemicky - film vzniká odpařením rozpouštědel a chemickou reakcí. Např. epoxidové, polyuretanové a další nátěrové hmoty,

- vypalovací a vytvrzované záření (UV – ultrafialovým zářením nebo EBC – proudem elektronů). (Tesařová, 2014)

Podle podmínek zasychání:

- na vzduchu schnoucí - zasychají za normálních podmínek okol. prostředí
- vhodné k přisoušení - zasychají za normálních podmínek i při zvýšené teplotě
- vypalovací - za zvýšené teploty chemickou reakcí (nejsou vhodné pro dokončování dřeva)
- vytvrzované záření - UV apod.
- práškové (tavné).

Podle druhu pojiva např. asphaltové, celulózové, olejové, epoxidové, polyuretanové, melaminformaldehydové, silikonové, polyesterové apod.

Podle druhu rozpouštědla např. lihové, vodou ředitelné, bezrozpouštědlové aj.

Pojmy:

- filmotvorná látka - netěkavá složka pojiva schopná sama o sobě tvořit nátěr, organického nebo minerálního původu, rozpuštěna v rozpouštědle nebo dispergována. Ve vodném prostředí tvoří zpravidla koloidní roztok.
- pojivo – filmotvorná látka nebo směs filmotvorných látek včetně změkčovadel a netěkavých aditiv, které vážou dispergované částice v nátěru
- aditivum - přísada používaná v malém množství, která upravuje určité vlastnosti nátěrových hmot nebo nátěru

Technologické vlastnosti nátěrových hmot:

- doba zasychání - čas potřebný k dosažení určitého stupně zasychání při stanovené tloušťce nátěru a za stanovených podmínek
- kryvost - schopnost nátěrové hmoty zakrýt dohodnutým způsobem kontrastní podklad

3.7.2 Složení nátěrových hmot

Významným faktorem ovlivňujícím vlastnosti nátěrových hmot a tím i povrchových úprav je jejich složení.

Základní složky:

- pojivo (pryskyřice z přírodních surovin, syntetických nebo upravených polymerů)
- barviva, pigmenty
- rozpouštědla, ředidla, reaktivní rozpouštědla
- tužidla, tvrdidla, urychlovače, iniciátory
- povrchově aktivní látky
- UV absorbéry
- UV iniciátory, fotoiniciátory
- plniva
- matovadla (*Tesařová, 2014*)

Rozdělení složek *podle těkavosti* za normálních podmínek:

- netěkavé složky - filmotvorné látky (pojiva), pigmenty, plniva, organická barviva, změkčovadla, aditiva a další netěkavé pomocné látky
- těkavé složky - rozpouštědla a ředidla (*Kalendová, 2004*)

Pojiva (filmotvorné látky) poskytují nátěru základní fyzikálně-mechanické a chemické vlastnosti. Pojivo je vlastně druh lepidla, které po vyschnutí spojí části nátěru dohromady a tím společně vytvoří nátěrový film.

Další významnou složkou jsou *rozpouštědla*, která slouží k převedení pojiva do tekutého stavu, ve kterém je možno jej zpracovávat a nanášet. Nejpoužívanějšími rozpouštědly jsou alkohol, lakový benzin, etylacetát, butylacetát, etylbenzen, toluen, xylen a další. Rozpouštědla jsou škodlivá pro životní prostředí i člověka, avšak někteří výrobci se snaží nepříznivé dopady zmírnit používáním rozpouštědel, která neobsahují aromatické těkavé látky a jsou pro člověka a životní prostředí neutrální, takže je zatěžují méně.

Podskupinou rozpouštědel jsou *ředidla*, která upravují vlastnosti nátěrových hmot při nanášení a umožňují čištění používaných pomůcek.

Po nanesení nátěrové hmoty se rozpouštědla a ředidla odpaří, přičemž (s výjimkou vody) znečišťují ovzduší.

Novou generací rozpouštědel jsou *reaktivní rozpouštědla*, která při nanášení upravují reologické vlastnosti nátěrové hmoty a následně se připojují k pojivu a stávají se součástí nátěrového filmu.

Pigmenty a barviva jsou práškové nerozpustné barvicí prostředky organického či anorganického původu, nerozpustné v rozpouštědlech a filmotvorných látkách. Používají se do lazurovacích a pigmentových nátěrových hmot a do tzv. barevných laků. Rozhodující vliv na účinnost pigmentu má velikost zrněk. Kromě barevného odstínu a kryvosti dodávají nátěrové hmotě také tvrdost a rozliv.

Pomocné látky – *aditiva* vylepšují vlastnosti nátěrové hmoty a usnadňují její přípravu a nanášení. Jsou to např. tvrdidla a tužidla, UV absorbéry, plniva, matovadla, povrchově aktivní látky a také třeba látky způsobující tixotropní vlastnosti (umožní nanášet nátěrovou hmotu ve svislé poloze díky omezenému rozlivu). (*Tesařová, 2011*)

3.7.3 Nanotechnologie

V budoucnu budou v oblasti nátěrových hmot nabývat stále většího významu nanotechnologie. Tento trend je patrný už v současnosti. Nanotechnologie je jedním z nejrychleji se vyvíjejících oborů výzkumu, který se zabývá vlastnostmi extrémně malých struktur. Nové poznatky přináší i do oblasti ochrany dřeva a překonává současná řešení povrchových úprav. Např. po roce obsáhlého testování nano výrobků bylo zjištěno, že předčí většinu ochranných nátěrů na bázi olejem pronikajících konzervačních látek. (*Drnda, 2012*)

Nátěry využívající nanotechnologie mají mnoho výhodných vlastností. Chrání před UV zářením (např. nanokrystaly oxidu zinečnatého, které jsou mimo jiné součástí opalovacích krémů), díky nanometrické velikosti částic pronikají hluboko do dřeva a v největší možné míře chrání dřevní hmotu (lignin) proti ubývání a stárnutí. Zabezpečují také vysokou ochranu před vodou – odpuzují vodu v podobě kapiček (tzv. lotosový efekt). Často navíc obsahují fungicidní látky. (*Drnda, 2012*) V současné době je v našich podmínkách využívání nanočástic zaměřeno také na použití samočisticích schopností speciálních nátěrů. (*Vávra, 2012*)

3.8 Speciální úpravy dřeva

3.8.1 Tepelně upravené dřevo (ThermoWood)

Také termicky modifikované dřevo (TMT – Thermic Modified Timber). Jedná se o technologický postup vyvinutý ve Finsku. Tepelné zpracování dřeva probíhá pouze za pomoci teploty (170 – 250°C) a páry ve speciálních sušicích komorách. Struktura dřeva je pozměněna.

Postup finské společnosti Oy Lunawood Ltd.: Výrobní proces začíná sušením, následuje postupný ohřev a setrvání v teplotách 185–215 °C. Na závěr se pomocí stříkající vody sníží teplota a vlhkost dřeva se ustálí na cca 4 %. Celý proces trvá přes 36 hodin a probíhá v uzavřené komoře bez působení chemikálií. Thermowood se vyrábí ve dvou provedeních: Thermo–S a Thermo–D. Typy se od sebe výrobně liší zejména dosahovanými teplotami při úpravě. Od použité teploty se odvíjí i odlišné vlastnosti a použití. Písmeno S v názvu výrobku znamená tvarovou a rozměrovou stabilitu. Písmeno D znamená trvanlivost (durability). (*Král, Hrázský 2005*)

Tvrдость dřeva se zvyšuje o asi 60 %, rozměrová a tvarová stálost se zvyšuje asi o 50 % (podle druhu dřeva až o 70 %). Pro tuto úpravu lze použít téměř všech druhů dřevin.

Díky absenci výživných látek je schopen ThermoWood odolávat dřevokazným škůdcům a houbám. V důsledku těchto změn je možné jeho bezproblémové použití jak v exteriéru, tak v interiéru a v provozech s vysokou teplotou a extrémní vlhkostí. (<http://www.prokom.cz/>)

Uvolňuje se ale vnitřní napětí, čímž dřevo křehne a ztrácí nosnost, proto se nesmí používat jako konstrukční dřevo (u fasád nepodstatné).

I když se termicky modifikovaná dřevo používá spíše pro obklady teras, zahradní nábytek aj., představuje zajímavou alternativu i v oblasti dřevěných fasád. (*Gabriel, 2011*)

3.8.2 Opalovaná prkna – Shou Karamatsuban

Tato technika má dlouhou tradici v Japonsku a používá se ojediněle i dnes. Při kontrolovaném opalování dřevěných prken dochází k plastifikaci ligninu a k vytváření zuhelnatělého povrchu, který dřevo konzervuje a vytváří přirozenou ochranu proti houbám a mikrobům. Chemická ochrana dřeva, nátěr barvou a jeho pravidelné

obnovování tak kompletně odpadá. Podle tradičních metod se spojí dohromady vždy tři prkna do trojúhelníkové trubky a zapálí se zasunutým papírem. Vzniknout by měla asi 3 až 4 mm silná zuhelnatělá vrstva. Místní obyvatelé udávají, že fasády Shou Karamatsuban vydrží 40 až 80 let bez ošetření. Jako čistě organický materiál lze prkna na konci životnosti domu po stržení opět znovu začlenit do přirozeného koloběhu. (<http://www.drevoastavby.cz/online/profispécial2012/>)

3.8.3 Další úpravy dřeva

Acetylace je chemická reakce mezi hydroxylovými skupinami v dřevní hmotě a anhydridem kyseliny octové.

Acetylované dřevo je daleko méně náchylné na sesychání a bobtnání za proměnných atmosférických podmínek. Buněčná stěna je po modifikaci zaplněna chemicky vázanými acetylovými skupinami, které zabírají prostor uvnitř buněčné stěny, proto je takto modifikované dřevo v nabobtnalém stavu. Ve srovnání s neacetylovaným dřevem obsahuje také toto dřevo ve stejném průřezu méně vláken. Při porovnání vlastností vzorků stejných průřezů upraveného a neupraveného dřeva, jsou pak mechanické vlastnosti upravených vzorků horší právě z tohoto důvodu.

Acetylované dřevo je odolné proti působení dřevokazných hub, což je způsobeno sníženou rovnovážnou vlhkostí dřeva. (*Hill, 2006*)

Hydrofobizace spočívá v tlakové impregnaci rostlinným olejem.

Napouštění melaminovou pryskyřicí: při teplotě 100 - 140°C se do jednotlivých buněčných vrstev ukládá melaminová pryskyřice, aniž by došlo k chemické vazbě mezi pryskyřicí a dřevem. (*Gabriel, 2011*)

3.9 Používané druhy dřeva

Pro dřevěné vnější obklady jsou vhodné obkladové prvky z dřevin s vysokým obsahem pryskyřice, která funguje jako přírodní impregnace proti vnějším vlivům (*Lank, Hlaváček*), a také dřeviny mající vysokou trvanlivost v exteriéru.

Na dřevěné fasády se používají především jehličnaté dřeviny, listnaté jsou používány méně často. Vhodné dřeviny jsou především smrk, jedle, modřín, douglaska a červený cedr západní. Z listnatých dřevin jsou pak vhodné zejména dub, kaštan a akát, v praxi se však nepoužívají. (*Gabriel, I., 2011*)

3.10 Vlastnosti povrchu dřeva a nátěrového filmu

3.10.1 Barva

Barvou jakéhokoli povrchu rozumíme zrakový vjem, který je závislý na spektrálním složení odražených paprsků viditelného světla. Světlo je obvykle definováno jako záření, které je schopné zaznamenat lidské oko. Pouze úzký výsek vlnových délek, jehož hranice nejsou přesně definovány, představuje viditelnou oblast elektromagnetického spektra. (Horáček, 2001)

Při nejvyšší absorpci světla se barva povrchu jeví jako černá, naopak nejvyšší odrazivost a nulovou absorpci má bílá barva.

Na vzniku barevného vjemu se podílí:

- zdroj světla
- pozorovaný předmět
- pozorovatel.

Změnou jednoho z faktorů změníme celkový barevný vjem. Proto je nutné sjednotit a charakterizovat vlastnosti zdroje světla v oblasti viditelného světla, specifikovat standardní podmínky osvětlení a pozorování, normovat vlastnosti průměrného lidského oka (a pochodů v něm) a popsat výslednou barvu číselně a soustředit všechny reálné barvy do jednotného barevného prostoru. Objektivní metodou stanovení barvy se zabývá kolorimetrie.

Mezinárodní komise pro osvětlování (CIE) proto v r. 1931 na základě výše uvedeného schválila 5 doporučení (patří mezi ně např. standardní zdroje světla A, B, C; podmínky pro osvětlování a pozorování, etalony činitele odrazu), která položila základ moderní kolorimetrie.

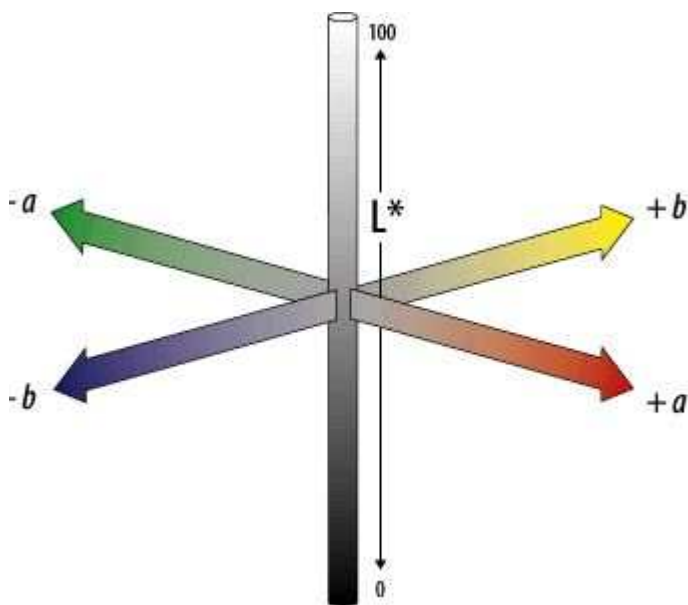
Tato doporučení se mění a doplňují, v roce 1976 byl přijat jednotný barevný prostor známý jako CIELAB. (Kalendová, 2003)

Vytvoření tohoto barevného prostoru souvisí s objevy z poloviny 60. let, které ukázaly, že zrakové vjemy ze sítnice jsou převedeny do rozdílů mezi světlem a tmou, červenou a zelenou a modrou a žlutou. CIELAB ukazuje tyto hodnoty na třech osách – L^* , a^* a b^* .

Centrální svislá osa L^* představuje světlost, její hodnoty se pohybují od 0 (černá) do 100 (bílá). Barevné osy jsou založeny na faktu, že barva nemůže být zároveň zelená a červená nebo modrá a žlutá. Na každé ose rostou hodnoty ze záporných hodnot

do kladných. Na ose a^* náleží záporné hodnoty zelené barvě, zatímco kladné červené; na ose b^* se v záporných hodnotách nachází modrá a v kladných žlutá barva. Pro obě osy náleží nulová hodnota neutrální šedé barvě.

(http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html)



Obr. 1: Barevný prostor CIELAB (dostupné z: http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html)

Barva dřeva

Barva dřeva je důležitým makroskopickým znakem pro určení druhu dřeviny. Barevné rozdíly v řezech mohou ovlivňovat podmínky prostředí, vlhkost dřeva, v rámci jedné dřeviny i různé zpracování dřeva (např. drsné nebo hoblované). (Požgaj, 1997) Pohybuje se v širokém rozmezí od téměř bílé (bělové dřevo mnoha druhů) až po téměř černou (jádrové dřevo ebenu). Barva je určena především hlavními složkami dřeva – jsou to celulóza (obsah ve dřevě 30 – 55 %; bílá barva), hemicelulózy (obsah 20 – 30 %) a lignin (20 – 35 %; hnědá barva). Dále barvu určuje také obsah extraktivních látek, jejichž zastoupení ve dřevě může být 6 – 12 %. (Horáček, 2001)

Ovšem více než na objemovém podílu záleží na výraznosti a barevnosti obsažených látek. Například celulóza má sice nejvyšší procentuální zastoupení, ale její bílou barvu může překrýt barva extraktivních látek, jejichž procento zastoupení v hmotnosti dřeva je malé. (Požgaj, 1997)

Pro charakteristiku barvy dřeva se užívá tři základních ukazatelů: tónu, čistoty a světlosti. Tón barvy je určen vlnovou délkou světelného spektra, čistota barvy udává

stupeň zředění spektrální barvy bílou (0 – 100 %) a světlost je vyjádřena koeficientem odrazu. (*Horáček, 2001*)

Barva nátěru

Barva pigmentů je dána absorpcí nebo rozptylem světla způsobeným jeho částicemi. Barvu neovlivňuje jen vlnová délka odraženého světla, ale i optické chování částic pigmentů a jejich index lomu.

Životnost je možné ovlivnit i volbou barevného odstínu povlakových systémů, neboť tmavé barvy ve srovnání se světlými absorbují mnohem více slunečního záření. Toto je patrné zejména v přímém slunečním záření – teplota černého nebo tmavě zbarveného povrchu může dosáhnout až 80°C, zatímco u ekvivalentního bílého povlaku pouze 40°C. Teplota povrchu následně ovlivňuje praskání dřeva, výrony pryskyřice, vlhkost a rychlost degradace povlakového systému. (*ČSN EN 927-1*)

Kvalita nátěrů a vlastnosti pigmentovaných nátěrů závisí na jejich granulometrickém složení, rozmístění a tvaru primárních částic (sférické, vláknité, nepravidelné). (*Kalendová, 2002*)

3.10.2 Lesk

Lesk dřeva

Lesk je v podstatě schopností dřeva odrážet tok světelných paprsků určitým směrem. Tuto schopnost mají zejména dřeňové paprsky, které na radiálním řezu vytvářejí různě velké plošky (tzv. zrcátka). Lesk dřeva tedy bývá na radiálním řezu nejvýraznější. Intenzita lesku sice závisí především na druhu dřeviny, ale také na použitém řezném nástroji, osvětlení a hladkosti povrchu. (*Požgaj, 1997*)

Lesk dřeva, podobně jako barva dřeva, má význam zejména při výrobě nábytku a při výrobě různých výrobků ze dřeva. Dřevu lze zvýšit odrazivost povrchu plochy úpravou povrchu (např. lakováním a voskováním). (*Horáček, 2001*)

Lesk nátěrových filmů

Lesk je optická vlastnost povrchu, charakterizovaná schopností odrážet světlo. Jeho přímý vliv na životnost nátěru je malý. Lesk povlaku obvykle při stárnutí klesá v důsledku degradace povrchu a zvyšováním jeho drsnosti. (*ČSN EN 927-1*)

Pro hodnocení a měření lze v podstatě využít dvou metod:

- subjektivně pouhým okem, podle zrcadlení různých předmětů v nátěrovém filmu. Podle zřetelnosti obrazu se lesk rozděluje do 5 stupňů. Toto hodnocení je však málo přesné a obtížně reprodukovatelné, protože je závislé na pozorovateli, osvětlení, úhlu pozorování atd.
- daleko přesněji lze lesk hodnotit pomocí množství světla odraženého z povrchu nátěrových filmů.

Lesk je vždy závislý na jakosti - nerovnostech povrchu, jeho optických vlastnostech, objemovém složení sušiny NH, vlastnostech pigmentů a plniv i podkladu.

Dopadající světlo lze rozdělit na 4 podíly:

1. část, která se zrcadlově odráží (úhel dopadu = úhel odrazu). Tento podíl má v podstatě barvu světelného zdroje.

2. podíl pronikající povrchem nátěrového filmu se mění ve svém spektrálním složení a opět se difúzně rozptyluje. Tento podíl odpovídá barevnému odstínu pigmentů.

3. ztrátový podíl. Proniká nátěrovým filmem nebo se v něm absorbuje.

4. podíl, který sice nejprve proniká nátěrovým filmem, ale může se vlivem jakosti povrchu podkladu, na kterém je nanesen, částečně odrazit zpět k povrchu filmu. O tento podíl se zvýší množství světla zrcadlově odraženého a difúzně rozptýleného. (Kalendová, 2003)

3.10.3 Kryvost

Jedná se o schopnost NH zakrýt dohodnutým způsobem kontrastní podklad.

Rozsah kryvosti se pohybuje v rozsahu od neprůhledného přes polotransparentní až po transparentní. S tím úzce souvisí schopnost absorpce nebo odražení potenciálně škodlivého slunečního záření. Obecně platí, že větší životnost mají neprůhledné nátěrové systémy. (ČSN EN 927-1)

3.11 Vlivy působící na nátěrový film

3.11.1 Stav podkladu

Povrch dřeva

Vzhled povrchu dřeva je výsledkem jeho anatomické stavby a způsobu opracování. Dřevo je složitým komplexem rozměrově odlišných makroskopických, mikroskopických a submikroskopických dutin, vytvářejících jeho značný vnitřní povrch.

Textura dřevěných povrchů je výsledkem makroskopické stavby dřeva, která je mimo jiné dána stavbou, tvarem, šířkou a výrazností letokruhů. Vzhledem k nehomogenitě dřeva nejsou příčné řezy dřeva spojitými povrchy, ale mají charakter pórovité plochy. Tato plošná pórovitost závisí na velikosti lumenů a šířce buněčných stěn. (Požgaj, 1997)

V textuře jsou na pohled zřejmé barevné rozdíly. U některých druhů dřev je jádro dřeva v kmeni barevně odlišeno od běle. Mezi tzv. jádrové látky, které vyplňují buněčné stěny a dutiny a způsobují změnu barvy jádrového dřeva, patří: pryskyřice, gumy, alkaloidy, minerální látky, třísloviny, barviva apod. Jádrové látky jsou samy o sobě málo intenzivně zbarveny (žlutě až červenohnědě), avšak oxidací hnědnou a dodávají jádru tmavou barvu (třísloviny). Jádrové látky se obzvlášť intenzivně ukládají u tropických dřevin (mahagon, eben). (Horáček, 2001)

Nátěrový film a povrch dřeva

U různých nátěrových hmot se liší jejich penetrační schopnost a tím i funkční životnost. Až na výjimky (např. abnormálně pryskyřičná dřeva) většina měkkých dřev vstřebává nátěrové hmoty poměrně snadno.

Obecně je možné říci, že pro životnost nátěrového systému je pozitivní odolnost proti absorpci vody a rozměrovým změnám a také odolnost vůči UV a slunečnímu záření. Vysoká pórovitost nepříznivě ovlivňuje vzhled a funkční životnost nátěrů.

Životnost nátěrového systému je ovlivněna stavem povrchu dřeva. Obvykle je vyšší u pilovaných než hoblovaných povrchů.

Vlivy dané podkladem:

- druh dřeva,

- nové dřevo bez povlaku,
- dřevo znehodnocené prodlouženou expozicí,
- dřevo ošetřené,
- dřevo opatřené základním nátěrem z výroby,
- zvětralý povlak vyžadující obnovu.

V případě obnovy nebo údržby existujícího systému je nutné, aby byla potvrzena (konzultací, v případě nutnosti zkouškami) kompatibilita obou systémů.

Pokud je základní nátěr proveden na vlhké dřevo (přes 15 %), nevnikne do pórů, je zakotven pouze na povrchu dřeva a následkem je jeho nižší přilnavost. Obvykle je uváděna jako optimální vlhkost kolem 12 – 13 %.

Když pak dřevo vysychá, zmenšuje se současně jeho objem a pnutí na rozhraní dřevo – nátěrový film a současně unikající páry pak tento málo přilnavý nátěr od povrchu odtrhnou. (*Kalendová, 2003*) Tyto objemové změny nejsou zanedbatelné - v radiálním směru 3 až 6 %, v tangenciálním 6 až 12 % a v podélném směru 0,1 až 0,6 % (*Požgaj, 1997*) a kladou vysoké nároky na vlastnosti ochranného nátěru. Je žádoucí, aby nátěr v těchto případech byl pokud možno trvale pružný a ne příliš tvrdý. Ztráta pružnosti je častou příčinou rozrušení nátěru. Při vlhkosti dřeva nad 15 % vzniká riziko tvorby puchýřů následkem tlaku vodních par pod nátěrem (při pozvolném vysychání dřeva však k tvorbě puchýřů docházet nemusí). (*Kalendová, 2003*)

3.11.2 Vliv vlastností dokončovaného povrchu

Dřevo, ale i materiály na jeho bázi se vyznačují vynikajícími vlastnostmi jako je pevnost, dobrá opracovatelnost, nízká hustota, výborné estetické a ekologické vlastnosti. Nesmíme ovšem zapomenout na jeho anizotropii fyzikálně-mechanických vlastností, specifické chemické vlastnosti a s nimi související bobtnání a smršťování dřeva závisující na hygroskopii dřeva a sklony k tvorbě trhlin na jeho povrchu. (*Tesařová, 2011*)

Nestabilita povrchu dřeva je způsobena složkami slunečního záření (ultrafialové, viditelné a infračervené záření), vzdušným kyslíkem, teplotou vzduchu a vodou (ve všech skupenstvích). Tyto faktory zapříčiňují atmosférickou degradaci dřeva pod povrchovou úpravou, ovšem nejen fyzikální, ale i chemické poškození jeho struktury. Kvalita povrchu nechráněného a nevhodně povrchově dokončeného dřeva

v exteriéru se mění již po čtyřech týdnech. V interiéru se vlivem působení UVB záření, které prochází okenním sklem, mění barva dřeva.

Projevy atmosférické degradace:

- Změna zbarvení vlivem vzniku produktů fotooxidační degradace ligninu
- Šednutí dřeva vlivem extrakce nízkomolekulárních produktů degradace ligninu
- Tmavnutí dřeva vlivem nečistot z ovzduší (saze, prach aj.)
- Napadení mikroorganismy při obsahu vlhkosti nad 25 % (plísně, modrání)
- Zdrsnění povrchu dřeva extrakcí degradačních produktů a mechanickou erozí (Tesařová, 2011)

3.11.3 Expozice – počasí, atmosféra a klimatické podmínky

V praxi jsou podmínky expozice závislé nejen na podnebí, ale i na způsobu zaclonění konstrukce. V mírných podmínkách bude životnost nátěru větší a nebude nutná tak častá údržba jako v exponovanějších podmínkách, v kterých je zřejmé, že interval údržby bude kratší a je proto vhodné zvolit nátěrový systém s větší životností.

Při výběru povlakového systému důležité brát ohled na následující faktory:

Směr expozice

V Evropě je obvykle umístění na jižní nebo západní stranu nebezpečnější pro rozrušení povlaku než umístění na ostatní strany. Naopak pro růst plísní a řas je výhodnější severní strana.

Sklon

Intenzita stárnutí roste se zmenšujícím se úhlem expozice z roviny vertikální do horizontální.

Počasí, klima

Počasí je okamžitý stav ovzduší na určitém místě. Jde o souhrn všech atmosférických jevů pozorovaných na určitém místě v určitém krátkém časovém úseku (okamžiku), které se stále mění.

Skládá se z těchto meteorologických jevů:

- teplota vzduchu
- tlak vzduchu
- vlhkost
- stav oblačnosti
- srážky
- viditelnost
- rychlost a směr větru. (*Závada, 2011*)

Úroveň sluneční radiace, vlhkosti, teploty a srážek se výrazně mění a může značně ovlivnit životnost povlakového systému. (*ČSN EN 927-1*)

Měřením a sledováním těchto meteorologických prvků po určitý časový interval se získá „průměrné počasí“ neboli klima (podnebí) určité oblasti. Klima představuje souhrn denních a sezónních povětrnostních událostí za dlouhé časové období. Klima zahrnuje i extrémní počasí (např. vlny horkého léta a období chladné zimy, vyskytující se v určitých oblastech). (*Ahrens, 1999*)

Sluneční svit, teplo a vlhkost způsobují škody na výrobcích, stavbách, nátěrových systémech a většině materiálů. Dochází ke změnám barevného odstínu, praskání, delaminaci, žloutnutí, odlupování barev, ztrátě mechanických vlastností nátěrových systémů, plastů a mnoha dalších materiálů.

K poškození dochází především v exteriéru, ale také v interiérových podmínkách s průnikem světla přes okna nebo za působení umělého osvětlení. (*Pražák, 2014*)

3.12 Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav

Cílem aplikací povrchových úprav je především zvýšení užitné hodnoty výrobku a prodloužení jeho životnosti. Proto má velký význam objektivní posouzení technických parametrů nátěrových hmot a hotových povrchových úprav, které mají vliv na kvalitu konečného výrobku.

Ke zjišťování kvality nátěru se užívá provádění povětrnostních testů, a to buď venku, nebo v laboratoři. Kvalita může být také vyjádřena termínem životnost, která stanovuje, jak dlouho nátěr uchová svou nutnou funkčnost nebo vlastnosti v reálných externích podmínkách. S prováděním povětrnostních testů souvisí tři pojmy: globální

záření, ozáření a zvětrávání. Globální záření popisuje úhrn slunečního záření, přímého a rozptýleného, které dopadá na horizontální povrch. Přímé záření přichází ze slunce. Rozptýlené záření je ta část, která je rozptýlená oblohou a mraky.

Příkladem rozdílu mezi ozářením a zvětráváním je uzavřená budova. Vystavení slunečním paprskům natřeného výrobku uvnitř domu je typický případ ozáření. Nátěr nemá kontakt s okolním klimatem a povětrností, atmosférické srážky a přirozená cirkulace vzduchu jsou tímto vyloučeny. Povrchová teplota ozářeného nátěru je většinou vyšší než teplota vně domu, relativní vlhkost vzduchu i na povrchu nátěru je výrazně nižší, globální záření může být ovlivněno průchodem skrz okno.

Hlavním účelem ozáření je určování světlostálosti nebo odolnosti vůči světlu. Zvětrávání má svůj původ v přírodním prostředí a obsahuje veškeré výše zmíněné způsoby namáhání a jeho účelem je stanovit odolnost vůči počasí. (Závada, 2011)

Zrychlené zkoušky v laboratorních podmínkách

Existují dvě metody zrychleného zkoušení.

První metodou je zrychlená zkouška, která není předmětem této diplomové práce.

Její základním znakem je skutečnost, že zkušební parametry nepřesáhnou nebo jen mírně přesáhnou maxima skutečných podmínek normálního používání. Tato metoda zajistí, že se nevyskytnou mechanismy stárnutí, které by se nevyskytly v normálním používání.

Druhá metoda využívá zkušební parametry značně převyšující skutečné podmínky normálního používání, což může vést k nepřirozeným mechanismům stárnutí, které ztrácejí souvislost s realitou. Čas potřebný k vykonání takové zrychlené zkoušky je ve srovnání s časem potřebným k provedení první metody pouhá jedna pětina.

Zrychlené zkušební metody nejsou doporučovány pro zkoušení nově vytvořených nátěrových hmot, založených na nových surovinách, formulacích nebo druzích aplikace. (Závada, 2011)

Přístroje pro sluneční simulace s celým spektrem slunečního záření a přístroje simulující UV složku tohoto záření nám pomáhají ve výzkumu i běžné praxi stanovit odolnost materiálů.

Kompletní světelné spektrum slunečního záření dopadající na zemský povrch lze nejlépe simulovat xenonovou výbojkou. Tento zdroj však vyzařuje i záření o nižších

vlnových délkách než jsou přítomny na zemském povrchu, proto se vždy světlo filtruje různými filtry, aby bylo možné nastavit parametry světla (exteriér či interiér budov, světelné charakteristiky požadované zkušebními normami).

Přístroje mohou být navíc vybaveny externím chlazením, řízením relativní vlhkosti vzduchu nebo postřikovým systémem pro programovatelné sprchování vzorků demineralizovanou vodou. (*Pražák, 2014*)

Umělé zvětrávání má za cíl překonání slabých stránek venkovního zvětrávání, ke kterým patří např. zdlouhavost, která může být relativně snadno překonána, protože mohou být vyřazena všechna období, která mají malý nebo nemají žádný příspěvek k venkovnímu stárnutí nátěru. Snaha co nejdříve získat výsledky způsobuje stále častější využití pouze zrychleného testování bez srovnání s výsledky venkovní expozice. Vynecháním srovnávacích testů ale může dojít k nesprávným výsledkům nebo chybným závěrům. Vážným problémem v porovnání venkovních a laboratorních testů je, že vystavení povětrnostním vlivům v prostředí komory je dobře kontrolovatelné, zatímco příroda je neodhadnutelná. (*Crewdson, 2009*)

Venkovní zvětrávání

Venkovní zvětrávání probíhá v exteriérových podmínkách. Jak již bylo výše uvedeno, jeho rychlost a míra značně závisí na klimatických podmínkách v místě testování. Se správným plánem a přesným provedením dokáže poskytnout výmluvná data v relativně krátkém čase. (*Crewdson, 2009*)

Z důvodu časové úspornosti zkoušek byla jako vhodná vybrána vlhká a horká místa nebo suchá a horká místa, charakterizovaných nejvyššími hodnotami roční dávky ozáření a průměrné teploty, současně i dostupná. Podle tohoto požadavku byly zvoleny oblasti mezi severními a jižními tropy nebo blízko rovníku. Tomu odpovídají místa zvětrávání lokalizovaná na Jižní Floridě, v blízkosti Phoenixu v Arizoně a na Sibiři, která získala největší význam pro testování nátěrů, a proto jsou obecně doporučena pro použití jako referenční klimata nebo referenční stanice pro venkovní zvětrávání. Místa zvětrávání v oblastech s chladným nebo mírným podnebím neumožňují tak značnou časovou kompresi, jednak pro jejich nižší roční průměrnou teplotu a jednak nižší roční dávku ozáření.

Testy expozice v exteriéru jsou podmíněny několika proměnnými:

- denní cyklus světlo/tma a změny počasí

- zeměpisná šířka místa vystavení (větší množství UV záření blíže rovníku)
- nadmořská výška (s nadmořskou výškou roste množství UV záření)
- lokální podmínky (například stálý vítr vysušuje zkušební vzorek)
- průmyslové znečištění
- nepravidelný rok, střídání počasí (degradace se může významně měnit v následných letech při stejném umístění)
- sezónní výkyvy (zimní vystavení může být méně nepříznivé než letní vystavení a naopak)
- orientace vzorku (může být použito mnoho orientací, v rozsahu od 5° náklonu na rovníku k svislému náklonu daleko od rovníku)
- izolace vzorku
- proměnlivost vlastností zkoušených materiálů. (*Závada, 2011*)

4 Metodika

Metoda zkoušení byla založena na normě ČSN EN 927 – Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí, konkrétně na její třetí části, která se zabývá právě zkouškou přirozeným stárnutím. Tato zkouška poskytuje metodu, pomocí níž je možné hodnotit účinnost nátěrového systému během venkovní expozice.

Nátěrové systémy aplikované na dřevěný podklad jsou během zkoušky vystaveny přirozenému stárnutí ve venkovním prostředí a poté je posouzena změna vlastností. Odolnost (životnost) je vyhodnocena na základě stanovení změn vzhledu a ochranných vlastností nátěru po ukončení expozice.

Vzorky byly vyrobeny z masivního dřeva. Dřevo vzorků by mělo být bez suků, prasklin a pryskyřičných výronů, s přímými vlákny a normálně rostlé (3 – 8 letokruhů na 10 mm). Dále by nemělo mít zamodráání nebo známky napadení houbami.

Vzorky byly připraveny dle požadavků normy ČSN EN 927-3. Vzorky by měly být vyřezány z čtyřstranně hoblovaných prken. Povrch desek musí být hladký a rovný. Před natřením byly vzorky za pomoci kotoučové brusky obroušeny smirkovým papírem (zrnitost 80 – dle technického listu pro lazuru). Zaoblení hran není dovoleno. Vzorky byly vyrobeny z hoblovaných prken o průřezu 100 x 20 mm nakrácením na délku 250 mm v dílně Mendelovy univerzity na budově P (Brno, Černá pole).

V případě výskytu menších vad na testované ploše, kterým není možné se vyhnout, se jejich poloha zaznamená a jejich vliv při měření se vyloučí.

Počet vzorků pro každý zvolený druh nátěrové hmoty vychází ze zkušební normy ČSN EN 927-3: je vyrobeno pět vzorků, přičemž čtyři z nich budou vystaveny povětrnostním podmínkám a jeden bude uložen v souladu s požadavky normy jako referenční vzorek.

Další postup probíhal v sídle firmy Adler (Brno – Heršpice). Před nátěrem byly vzorky kondicionovány při teplotě $20 \pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $65 \pm 5\%$. Vzorky byly obroušeny smirkovým papírem o zrnitosti 80 (dle doporučení výrobce nátěrových hmot) a označeny na zadní straně (dřevina, použitá nátěrová hmota a číslo vzorku).

Nejprve byla nanесena impregnace (Pullex Imprägnier-Grund Farblös 50209 pod lazuru, 50208 pod olej). Nátěrová hmota byla nanесena na čistý, suchý povrch ze všech stran (aby bylo zabráněno intenzivnímu přijímání a vzlínání vlhkosti nedokončenými částmi vzorků) ve dvou nánosech podle pokynů výrobce. Poté byly

vzorky klimatizovány (tyto úkony proběhly v sídle firmy Adler v Brně - Heršpicích), označeny a před vystavením vzorků na expoziční stojany byla změřena a zaznamenána průměrná tloušťka nánosu (měřeno nedestruktivně, pomocí ultrazvuku).



Obr. 2: Klimatizace vzorků po natření v sídle firmy Adler v Brně (zdroj: vlastní)

Následně proběhla první ze série měření, která se opakují po třech měsících v průběhu celé doby expozice, aby bylo možné sledovat průběh změn povrchu. Jsou to: lesk při úhlu dopadu světla 60° podél a napříč vláken, změna barevnosti a tvrdost povrchu. Průběžně se také sledoval případný vznik trhlin, olupování či vymývání nátěrového filmu, růst plísní a celkový vzhled.

Za 7 dní po natření a klimatizaci (za účelem vytvrzení a dozrání nátěrových filmů) byly vzorky umístěny na venkovní stanoviště s předem připravenými stojany (areál Mendelovy univerzity, Brno – Černá pole), referenční vzorky byly uloženy uvnitř při teplotě $20 \pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu $65 \pm 5\%$ bez přístupu světla.

Jak již bylo zmíněno, v průběhu expozice byla prováděna měření lesku, barvy a tvrdosti, to vše bez očištění povrchu. Po ukončení expoziční doby se provedlo ještě jednou bez očištění měření těchto vlastností, následně se vzorky nasucho očístí, aby se

odstranily atmosférické a jiné nečistoty a provede se závěrečné měření. Naměřená data byla statisticky vyhodnocena.

Data měření barvy, lesku a tvrdosti:

1. měření – před expozicí	15. 5. 2014
2. měření	19. 8. 2014
3. měření	19. 11. 2014
4. měření	17. 2. 2015
5. měření – po expozici	9. 4. 2015
6. měření – po očištění	9. 4. 2015 (pouze lesk a barva)

4.1 Měření tloušťky nátěrového filmu

Tloušťka suché vrstvy se obecně označuje DFT (z anglického „dry film thickness“). Norma ČSN EN ISO 2808:2007 Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky specifikuje řadu metod pro měření mokré i suché tloušťky. Nejčastěji je tloušťka měřena dvěma způsoby: destruktivně - pomocí mikroskopu a klínového řezu a nedestruktivně - pomocí tloušťkoměrů (povlakoměrů). (*Medvec, 2014*)

Destruktivní měření

Principem je vrt, který vytvoří malý kónický otvor. V okuláru měřicího mikroskopu je pak vidět struktura soustředných kruhů. Ze vzdálenosti vnitřního a vnějšího obvodu každého kruhu lze pak vypočítat tloušťku jednotlivých vrstev povlaku či jeho celkovou tloušťku.

Nedestruktivní měření

Nedestruktivní kontaktní měření je možné provádět ultrazvukovým přístrojem. Sonda po přiložení k povrchu s vrstvou nátěru vyšle sonické pulsy, které proniknou povlakem k podkladovému materiálu. Odražené pulsy jsou zachyceny přijímačem v těle sondy. Mikroprocesor pak vyhodnocuje různě dlouhé časové intervaly návratu pulsů, na jejichž základě vypočte tloušťky vrstev povlaku.

Nedestruktivní bezkontaktní měření lze provádět na principu tepelného odporu. Výhodou je, že lze měřit i na mokřích nátěrech. (*Šůstek, 2014*)

Měření tloušťky zaschlého nátěrového filmu bylo provedeno nedestruktivně pomocí ultrazvukového přístroje PosiTector 200. Měření bylo prováděno vždy na třech místech každého vzorku. Cílem bylo ověřit, zda je nános nátěrové hmoty dostatečný a odpovídá pokynům výrobce.

4.2 Stanovení barvy

Barevnost byla měřena za pomoci přístroje spektrofotometru Spectro-Guide od firmy BYK Gardner vždy na pěti místech každého vzorku. Měření proběhla před vystavením vzorků na stojany, v průběhu expozice, po ukončení expozice a nakonec po očištění vzorků.

Spektrofotometr ukládá do interní paměti souřadnice v prostředí CIE Lab, naměřená data jsou po každém měření exportována pomocí USB portu ve formátu tabulky. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny.

4.3 Stanovení lesku

Stanovení lesku bylo prováděno pomocí leskoměru PICOGLOSS od firmy Erichsen, který umožňuje měření lesku mj. s úhlem dopadu 60° . Měření bylo prováděno napříč i podél vláken, vždy na několika místech každého zkušebního vzorku jak před expozicí, tak během expozice a po jejím ukončení.

Výsledky byly následně zaznamenány do tabulek a grafů a vyhodnoceny.

4.4 Stanovení tvrdosti pomocí tvrdoměru

Tvrdostí se rozumí odolnost povrchových oblastí materiálu proti místnímu porušení cizím tělesem. Tvrdost však není fyzikálně definovatelnou vlastností, nýbrž je výslednicí celé řady vlastností hmoty, a to zejména vlastností povrchu.

Podle způsobu porušení zkoušeného povrchu se dělí zkoušky tvrdosti na:

1) Statické – indentor se vtačuje klidnou silou ve směru kolmém ke zkoušenému povrchu. Tyto zkoušky jsou označovány jako „zkoušky vnikací“. Jsou nejčastější pro svoji přesnost, jednoduchost a dobrou reprodukovatelnost.

2) Dynamické – indentor proniká do zkoumaného povrchu rázem vedeným kolmo – tzv. „rázové zkoušky“.

3) Porušení je dosaženo pohybem ostrého nástroje rovnoběžně s povrchem zkoušeného vzorku tak, aby se vytvořil vryp. Tento způsob zatížení se volí u křehkých materiálů, zvláště u minerálů.

Zkouška se provádí tak, že po zapnutí se přístroj postaví na zkoušený vzorek. Páka směřující nahoru se ze svislé polohy otočí do vodorovné polohy. Průnikový hrot se v tomto okamžiku dotýká zkušební plochy určitou silou. Následně se provede měření – pohybem páky směrem dolů do svislé polohy. Hrot proniká do povrchu se zatížením 250, případně 500 g. Na displeji se po 30 s odečte hodnota zatížení v μm a zapíše se.

Měření bylo prováděno podél a napříč vláken vždy na několika místech každého vzorku.

5 Použitá zařízení, materiály a přístroje

5.1.1 Dřevo

Standardním zkušebním podkladem pro přípravu těles je dle ČSN EN 927-3 borové bělové dřevo. Pro účely diplomové práce však byly vybrány dvě běžně užívané tuzemské dřeviny, a to modřín (*Larix Decidua*) a smrk (*Picea*). Modřínové dřevo bylo vybráno z důvodu, že je často používáno a doporučováno pro použití v exteriéru. Smrkové řezivo je nejdostupnější a je využíváno v mnoha oblastech.

Smrk (Picea)

Dřevo smrku je žlutobílé až světle žlutohnědé, nemá odlišeno jádro a běl. Má pryskyřičné kanálky (zřetelné na radiálním a tangenciálním řezu). Je méně trvanlivé a nepříliš odolné proti biotickým škůdcům. Dobře se opracovává (řezáním, hoblováním, frézováním, ale lze jej i krájet a loupat) a suší. (*ldf.mendelu.cz*)

Z pohledu impregnace smrkové dřevo řadíme mezi těžko impregnovatelné. Jedním ze způsobů, jak je možné zlepšit impregnovatelnost jeho dřeva, je jeho předpříprava před impregnací. Ta může spočívat ve zvětšení povrchu dřeva, a to například mechanickým nebo fyzikálním způsobem. (*Mahd'áková a kol., 1986*) Jedná se o naše nejdůležitější užitkové dřevo. Má široké využití - jako stavební a konstrukční dřevo pro nadzemní i podzemní stavby (stožáry, sloupy, střešní a mostní konstrukce, lešení, podlahovina, důlní dříví atd.), v nábytkářství (nábytek, dýhy, překližky, lišty), na chemické a polochemické zpracování (buničina, dřevovina, dřevovláknité a dřevotřískové desky).

Dřevo se souměrnými úzkými letokruhy (1-4 mm s podílem letního dřeva v letokruhu v rozmezí 5-20 %), bez vad, poskytuje rezonanční dřevo; cenné je lískovcové dřevo, které zvyšuje dekorační hodnotu smrkového dřeva. (*ldf.mendelu.cz*)

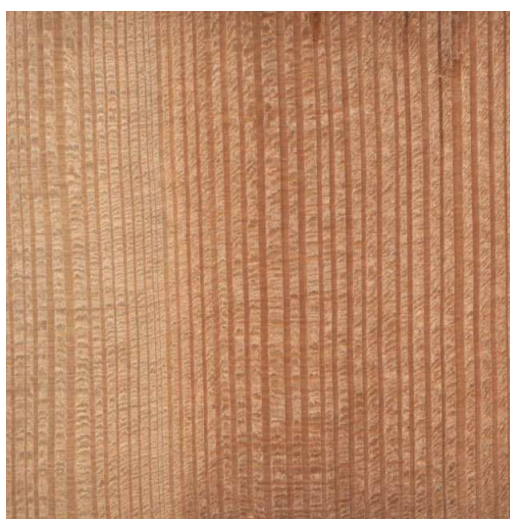


Obr. 3: Smrkové dřevo (dostupné z: www.exoticke-drevo.eu)

*Modřín (*Larix Decidua*)*

Běl je úzká, nažloutlá, jádro je červenohnědé až červenofialové, na vzduchu tmavne. Letní dřevo je oboustranně výrazně ohraničené. Pryskyřičné kanálky jsou patrné na všech řezech. Modřínové dřevo je trvanlivé a odolné, dobře se suší (má malou tendenci k borcení, vzniku trhlin a sesychání) a opracovává. Impregnuje se hůře.

Je to jedno z nejkvalitnějších dřev, proto se často používá i tam, kde je častý styk s vodou a vlhkostí (vodní stavby, lodě), dále ve stavebním a nábytkovém truhlářství (okna, dveře, vnitřní a vnější obklady...), kolářství i v chemickém průmyslu. (ldf.mendelu.cz)



Obr. 4: Modřínové dřevo (dostupné z: http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html)

5.1.2 Nátěrové hmoty

Byly vybrány dva typy nátěrových hmot určených do exteriéru, obě od rakouské firmy Adler.



Obr. 5: Použité nátěrové hmoty: tenkovrstvá lazura a olej (dostupné z: lakyadler.cz)

Tenkovrstvá lazura Pullex Plus-Lasur

První vybranou nátěrovou hmotou je tenkovrstvá lazura Pullex Plus-Lasur na bázi rozpouštědel a bez aromátů určená k natírání. Obsahuje aktivní UV-filtr a biocidní látky na ochranu dřeva proti modrání, napadení plísněmi a dřevokaznými houbami. Účinnou biocidní látkou je IPBC (jodpropynyl butylkarbamát, obsah 0,3 %). Díky vysokému obsahu sušiny a bezaromátových lakových benzínů je lazura šetrná k životnímu prostředí a bez zápachu. Mezní obsah VOC (Volatile Organic Compounds - těkavé organické látky) je 400 g/l.

Je vhodná pro rozměrově nestálé dřevěné dílce v exteriéru, jako jsou např. dřevěné domky, přístřešky, dřevěná obložení, balkóny, ploty ve třídě použití 2 a 3.

Pro optimální trvanlivost je vhodné přebrousit hladké plochy brusným papírem ve směru vláken zrnitosti 80, důkladně očistit a odstranit vystouplé extraktivní látky ve dřevě, jako je pryskyřice a smolníky. Ostré hrany je třeba zaoblit.

Doporučený interval obnovy je jednou za rok, při napadení lišejníkem, řasami či plísněmi dřevo ošetřit pomocí přípravku ADLER Fungisan 90783.

Impregnace: Pullex Imprägnier-Grund Farblos 50209 (na ochranu proti modrání, napadení houbami a hmyzem; platí pro dřeviny v třídě trvanlivosti 3-5 dle EN 350-2)

Olej Pullex Holzöl

Druhou zvolenou nátěrovou hmotou je olej na bázi modifikovaných olejů, pro natírání dřeva v exteriéru. Olej je bohatý na pojiva, s velmi dobrou penetrační schopností a speciálními, vysoce účinnými pohlcovači UV-záření.

Chrání povrch před modráním a napadením plísněmi. Je určen pro rozměrově nestálé stavební dřevěné dílce ve venkovním prostředí, např. dřevěné domky, zahradní nábytek, přístřešky, dřevěné obložení, balkóny atd.

Barevný odstín Farblos (bezbarvý) zešednutí zpomalí, ale ne zcela mu zamezí. Na modřínovém dřevu mohou zbytky po očištění (vysoká alkalita) nebo železný prach (tvorba rezu) způsobit černé skvrny.

Impregnace: Pullex Imprägnier-Grund 50208 (v případě, že je požadována ochrana proti napadení hmyzem a houbami)

5.1.3 Expoziční stojany

Expoziční stojany nacházející se v areálu Mendelovy univerzity v Brně jsou orientovány na jih a nakloněny pod úhlem 45°, aby bylo množství pohlceného záření co nejvyšší. Vzorky jsou na stojanech uloženy rovněž pod úhlem 45° od vertikální osy (se svislým směrem průběhu dřevních vláken).



Obr. 6: Vzorky na expozičních stojanech v areálu Mendelovy univerzity (zdroj: vlastní)

5.1.4 Použité přístroje

Leskoměr ERICHSEN PICOGLOSS, model 503

Přístroj je určen k měření hladiny lesku u nátěrů, plastů, keramiky a kovových povrchů. Světelný paprsek generovaný přístrojem dopadá na povrch vzorku pod definovaným úhlem. Poté je fotoelektrickou metodou měřeno světlo, které se od zkoušeného povrchu odrazí (reflektometr).

Technické informace:

- Měření pod úhly dopadu světelného paprsku 20°, 60°, 85°
 - 20° 0 - 2000 (GU)* *gloss units – jednotek lesku
 - 60° 0 - 1000 (GU)
 - 85° 0 - 160 (GU).
- Rozsah: 0 – 99,9 GU
 - Opakovatelnost: 0,2 GU
 - Porovnatelnost: 0,5 GU
- Rozsah: 100 - 2000 GU
 - Opakovatelnost: 0,2 GU
 - Porovnatelnost: 0,5 GU

Stupeň lesku povrchu se stanoví fotometricky při úhlu dopadu a odrazu $60^\circ \pm 0,5^\circ$.

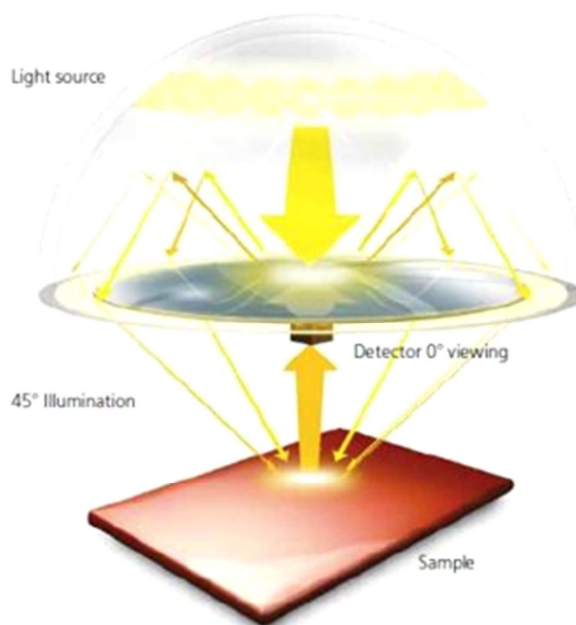
Stupnice GU (gloss units) je založena na vysoce lesklém referenčním černém skle s definovaným indexem lomu, které má zrcadlový odraz 100 GU při stanoveném úhlu. Tento standard je použit pro vytvoření horního kalibračního bodu rovného 100, se spodním kalibračním bodem stanoveným jako 0 pro dokonale matný povrch. Tato stupnice je vhodná pro většinu nekovových povlaků a materiálů (barev a plastů), které obvykle spadají do tohoto rozmezí. U vysoce odrazivých materiálů (zrcadla, pokovené povrchy apod.) může být dosaženo až 2 000 GU. U transparentních materiálů mohou být tyto hodnoty zvýšeny v důsledku vícenásobného odrazu v materiálu. V těchto případech se běžně používá % dopadajícího světla spíše než jednotek lesku.

Spektrofotometr BYK Gardner Spectro-Guide 45/0 gloss

Spectro-Guide je nastavitelný ruční spektrofotometr (kolorimetr), který se užívá ke zjištění rozdílu barevnosti standardu a vzorku.

Celkový vzhled výrobku je ovlivněn barvou a leskem. Vzorek stejné barvy, ale vyšší úrovně lesku je vizuálně vnímán jako tmavší a sytější než ten s nízkým leskem. Je-li cílem získat jednotný vzhled, třeba kontrolovat oba atributy. Spektrofotometr Spectro-Guide měří současně oba atributy. To znamená, že příčina nesouladu ve vzhledu výrobků může být jasně definována v každé situaci.

Klíčovým kritériem pro 45/0 nástroje je obvodové osvětlení. Spectro-Guide 45/0 používá unikátní patentovaný princip měření, při kterém je dosaženo 100% obvodového osvětlení. Bíle natřená polokoule působí jako směšovací komora a zaručuje naprosto rovnoměrné osvětlení. Proto je jakýkoliv vliv směru měření vyloučen a vynikající přesnost opakování i na ploše vysoce strukturovaných povrchů je zaručena. (*labequip.com*)



Obr. 7: Znárodnění principu měření (dostupné z: <http://www.labequip.com/byk-gardner-spectroguide-450-gloss-portable-colorimeter.html>)

Princip měření je založen na měření spektrálního obrazu v rámci viditelného spektra vlnových délek od 400 do 700 nm. Při použití 45/0 dopadá na vzorek rozptýlené světlo, zatímco úhel pozorování je 0°. Přístroj Spectro-Guide měří zároveň barvu a 60° lesk. Vzorek je osvětlován LED diodami, které vyzařují světlo s neměnnou vlnovou

délkou a mají dlouhou životnost. Vzhledem k tomu, že LED diody vzorek neohřívají, nehrozí nebezpečí termochromických dopadů, které by byly způsobeny osvitem.

Technické informace:

- Připojení k PC přes sériový port RS 232 (potřebný software: BYKWARE Easy-link)
- Lesk 60°
 - Rozsah: 0 – 180 GU
 - Opakovatelnost: 0,2 GU
 - Porovnatelnost: 1,0 GU
- Barva
 - Spektrální rozsah: 400 – 700 nm
 - Rozlišení: 10 nm
 - Opakovatelnost: 0,01 ΔE
 - Porovnatelnost: 0,2 ΔE

Tvrdoměr Bareiss FL 2000 - H pro měření tvrdosti podle Buchholze

Přístroj FL 2000 – H použitý pro zkoumání tvrdosti pracuje na principu statického tlaku. Hrot proniká do povrchu se zatížením 250, případně 500 g. Na displeji je zobrazována v μm hloubka průniku zkušební hrotu do zkoušené plochy.

- Rozsah: 1 – 700 μm
- Nejmenší dílek: 1 μm
- Odchylka: 0,5 μm .

Ultrazvukový tloušťkoměr PosiTector 200

Tloušťka nánosu nátěrové hmoty byla po zaschnutí změřena pomocí ultrazvuku přístrojem PosiTector 200 od firmy DeFelsko. Tento přístroj je schopen nedestruktivně pomocí osvědčené ultrazvukové technologie změřit tloušťku nátěrového filmu na dřevě, betonu, plastech, kompozitních a dalších materiálech. Pokročilé modely mohou měřit tloušťku až tří jednotlivých vrstev ve vícevrstevném nátěrovém systému. Přístroj se skládá z těla a sondy. Tloušťka nátěrového filmu je zobrazována v mikrometrech nebo tisícinách palce na displeji.

Technické informace:

- Rozsah: 13 – 1000 μm
- Přesnost: $\pm 2 \mu\text{m} + 3 \%$

Tloušťkoměr je odolný proti vodě, rozpouštědlům, kyselinám, oleji a prachu. Součástí je ochranné gumové pouzdro absorbující nárazy se sponou pro připnutí za opasek a USB port pro export naměřených dat. (<http://www.defelsko.com>)

6 Výsledky laboratorního výzkumu

6.1 Tloušťka nánosu nátěrové hmoty

V tabulce 1 jsou uvedeny průměrné tloušťky suchého nátěrového filmu v mikrometrech. Tloušťka byla měřena před expozicí pro kontrolu dosažení nánosu doporučeného výrobcem. Všechny naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce v Příloze 1.

Tab. 1: Průměrné tloušťky suchého nátěrového filmu

Nátěrová hmota		Smrk [μm]	Modřín [μm]
Lazura	Lärche	36	37
	Eiche	34	31
Olej	Farblos	39	28
	Lärche	37	34

6.2 Změny na vzorcích po ukončení expozice

Po ukončení expozice byly všechny vzorky prohlédnuty a změny ve vzhledu i tvaru byly zaznamenány. Sledovaly se především změny nátěru (olupování, vymytí oleje), výskyt plísně, výrony pryskyřice, praskliny, prohnutí vzorků. Všechny pozorované změny a vady, které se objevily v průběhu expozice, byly po ukončení testování zaznamenány do tabulky (viz tab. 2 a 3).

První změny se ovšem objevily už přes léto – u modřínu drobné výrony pryskyřice, u olejové barvy odstínu farblos (bezbarvý) se objevila plíseň.

Tab. 2: Viditelné změny na smrkových vzorcích po ukončení expozice

SMRK		prohnutý	praskliny ve dřevě	další změny	poznámka	
Lazura	Lärche	1	mírně	v přední ploše, z horního čela	-	-
		2	mírně	drobné na horním čele	-	-
		3	mírně	drobné na horním čele	-	-
		4	mírně	v přední ploše, drobné na horním čele	-	-
	Eiche	1	mírně	na přední ploše probíhající po létech, drobné na horním čele	-	-
		2	mírně	bez prasklin	-	suk na boční hraně
		3	mírně	drobné na přední ploše	-	-
		4	mírně	větší prasklina probíhající skrz	-	-
Olej	Farblos	1	mírně	v přední ploše	místy vymytý olej a zešednutí, černá plíseň	malý suk v přední ploše
		2	mírně	ne	místy vymytý olej a zešednutí, černá plíseň	-
		3	mírně	praskliny v přední ploše (především tangenciální řez)	místy vymytý olej a zešednutí, černá plíseň	-
		4	mírně	v přední ploše	místy vymytý olej a zešednutí, černá plíseň	-
	Lärche	1	mírně	drobné v přední ploše	-	-
		2	výrazně	v přední ploše výrazné praskliny po letokruzích (skoro odlupování), v horním čele drobné praskliny	-	-
		3	nepatrně	několik malých na horním čele	-	-
		4	nepatrně	několik malých na horním čele	-	-

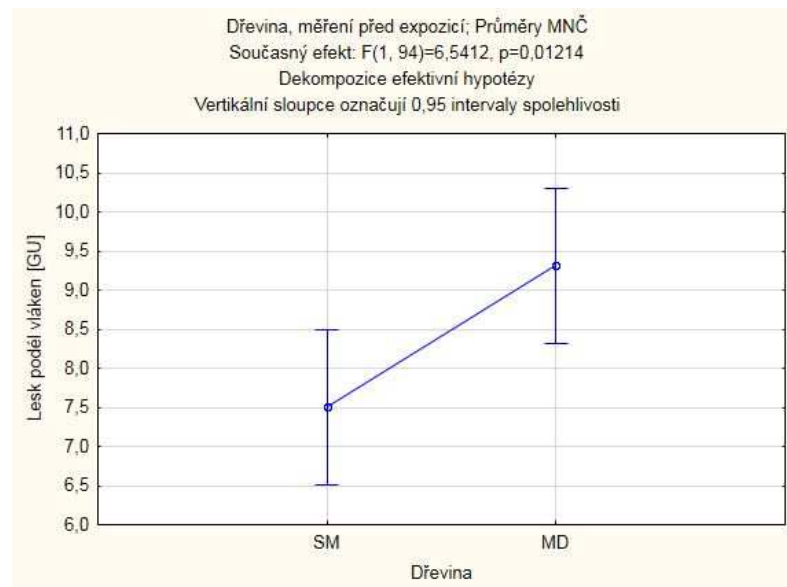
Tab. 3: Viditelné změny na modřínových vzorcích po ukončení expozice

MODŘÍN*		prohnutý	praskliny ve dřevě	další změny	
Lazura	Lärche	1	ne	v přední ploše prasklina po letokruhu	málo výronů pryskyřice
		2	ne	ne	výrony pryskyřice v přední ploše i z čel
		3	ne	ne	výrony pryskyřice v přední ploše i z čel
		4	ne	začínající praskliny po letokruhu, drobné v horním čele	výrony pryskyřice
	Eiche	1	ne	ne	výrony pryskyřice
		2	ne	ne	výrony pryskyřice
		3	mírně	v horním čele	výrony pryskyřice
		4	mírně	v přední ploše	výrony pryskyřice
Olej	Farblos	1	ne	v přední ploše po letokruzích	místa vymytý olej a zešednutí, černá plíseň, výrony pryskyřice
		2	ne	v horním čele	místa vymytý olej a zašednutí, černá plíseň, výrony pryskyřice
		3	ne	praskliny probíhající z horního čela do dřeva	místa vymytý olej a zašednutí, černá plíseň, výrony pryskyřice
		4	ne	v přední ploše, drobné na horním čele	místa vymytý olej a zašednutí, černá plíseň, výrony pryskyřice
	Lärche	1	ne	na přední ploše začínající po létech	výrony pryskyřice
		2	ne	téměř v celé přední ploše po letokruzích, velká přes celý vzorek (hrozí úplné rozštípnutí)	výrony pryskyřice z čel
		3	ne	v přední ploše po letokruzích	výrony pryskyřice
		4	ne	hlavně v tangenciálním řezu	výrony pryskyřice - málo

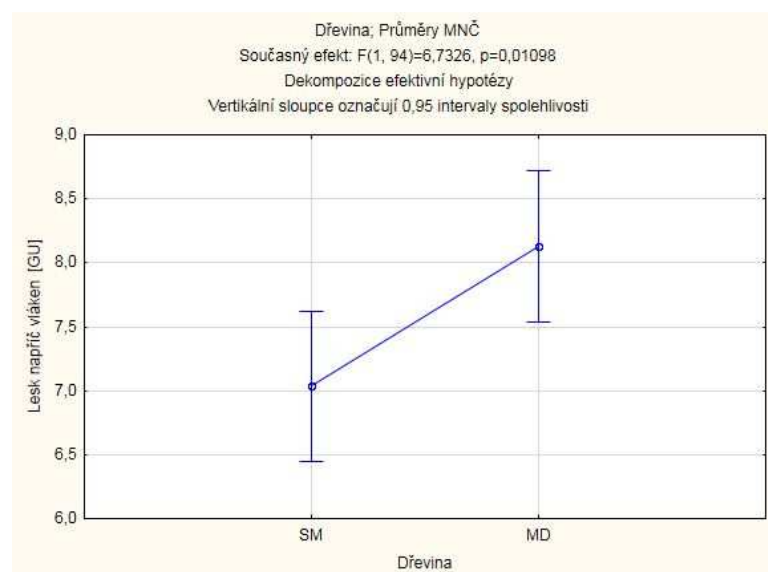
* není tolik prohnutý jako smrk; k výronům pryskyřice dochází především z čel, z plochy jen málo

6.3 Lesk

Lesk byl měřen při úhlu dopadu paprsků 60° . Výsledky měření byly otestovány na normalitu dat a v případě jejího splnění následně vyhodnoceny pomocí testu shody středních hodnot (anovy). Byly porovnány obě dřeviny mezi sebou, jednotlivé nátěrové hmoty a také změny lesku u každé nátěrové hmoty v průběhu měření. Podrobné výstupy všech měření jsou uvedeny v tabulkách v Příloze 1.

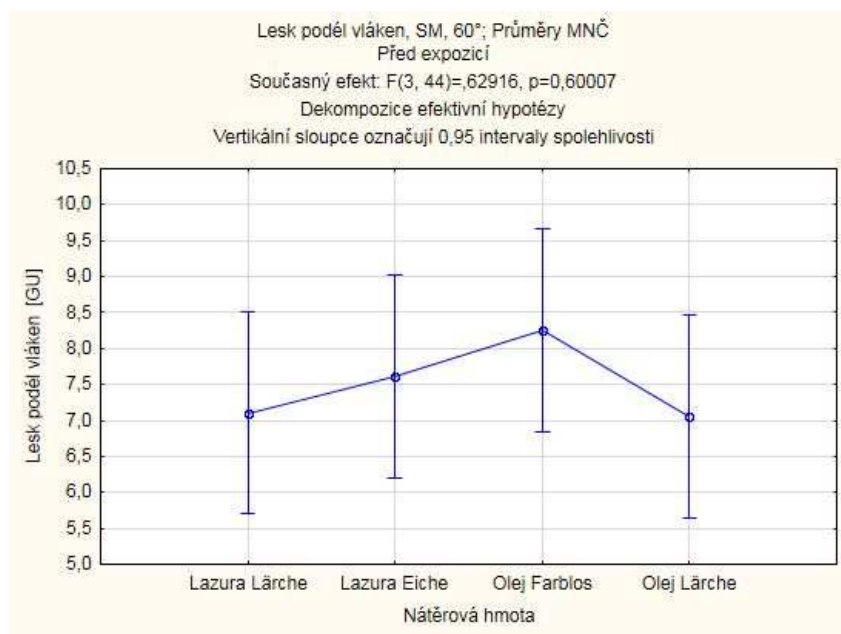


Obr. 8: Porovnání lesku nátěru ve směru vláken u obou dřevin před zahájením expozice

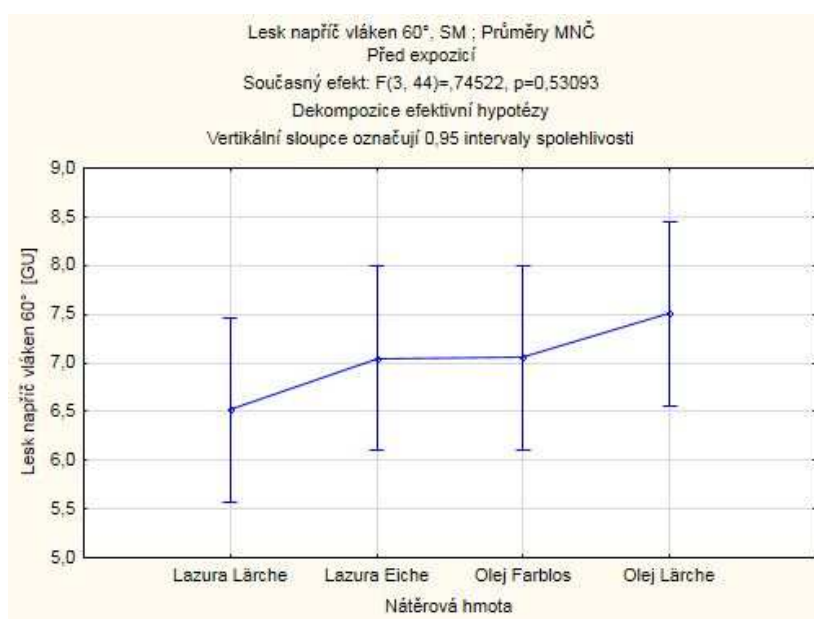


Obr. 9: Porovnání lesku nátěru napříč vláken u dřevin před zahájením expozice

6.3.1 Smrk



Obr. 10: Porovnání lesku podél vláken u jednotlivých nátěrových filmů před zahájením expozice u smrku



Obr. 11: Porovnání lesku jednotlivých nátěrových filmů napříč vláken před expozicí u smrku

Následují grafy porovnávající změnu lesku v průběhu zkoušky venkovním zvětráváním. Datum označené v následujících tabulkách hvězdičkou (*) značí měření po očištění vzorků.

Tab. 4: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; smrk + lazura lärche

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk podél vláken 60° (Smrk, lazura lärche) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,3095, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	7,1	3,1	3,1	3,4	3,3	3,8
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000130
19. 8. 2014	0,000130		0,999996	0,999253	0,999913	0,752851
19. 11. 2014	0,000130	0,999996		0,996711	0,999253	0,677710
17. 2. 2015	0,000130	0,999253	0,996711		0,999996	0,916715
9. 4. 2015	0,000130	0,999913	0,999253	0,999996		0,869823
9. 4. 2015*	0,000130	0,752851	0,677710	0,916715	0,869823	

Tab. 5: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; smrk + lazura lärche

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk napříč vláken 60° (Smrk, lazura lärche) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,39437, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	6,5	3,1	2,8	3,0	2,9	3,4
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000130
19. 8. 2014	0,000130		0,647982	0,975077	0,913845	0,849356
19. 11. 2014	0,000130	0,647982		0,970016	0,995253	0,089369
17. 2. 2015	0,000130	0,975077	0,970016		0,999847	0,400855
9. 4. 2015	0,000130	0,913845	0,995253	0,999847		0,262062
9. 4. 2015*	0,000130	0,849356	0,089369	0,400855	0,262062	

Tab. 6: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; smrk + lazura eiche

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk podél vláken 60° (Smrk, lazura eiche) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 2,7861, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	7,6	3,5	3,2	3,3	3,1	4,2
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000180
19. 8. 2014	0,000130		0,998984	0,999933	0,996024	0,889147
19. 11. 2014	0,000130	0,998984		0,999987	0,999996	0,693400
17. 2. 2015	0,000130	0,999933	0,999987		0,999775	0,786047
9. 4. 2015	0,000130	0,996024	0,999996	0,999775		0,616031
9. 4. 2015*	0,000180	0,889147	0,693400	0,786047	0,616031	

Tab. 7: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; smrk + lazura eiche

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk napříč vláken 60° (Smrk, lazura eiche) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,2377, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	7,1	3,2	2,8	2,8	2,8	3,5
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000130
19. 8. 2014	0,000130		0,958046	0,961770	0,965258	0,977016
19. 11. 2014	0,000130	0,958046		1,000000	1,000000	0,615794
17. 2. 2015	0,000130	0,961770	1,000000		1,000000	0,627595
9. 4. 2015	0,000130	0,965258	1,000000	1,000000		0,639345
9. 4. 2015*	0,000130	0,977016	0,615794	0,627595	0,639345	

Tab. 8: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; smrk + olej farblos

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk podél vláken 60° (Smrk, olej farblos) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,88785, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	8,3	4,7	4,4	4,3	4,4	5,3
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000130
19. 8. 2014	0,000130		0,957867	0,917504	0,924360	0,613550
19. 11. 2014	0,000130	0,957867		0,999989	0,999995	0,162370
17. 2. 2015	0,000130	0,917504	0,999989		1,000000	0,117396
9. 4. 2015	0,000130	0,924360	0,999995	1,000000		0,123137
9. 4. 2015*	0,000130	0,613550	0,162370	0,117396	0,123137	

Tab. 9: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; smrk + olej farblos

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk napříč vláken 60° (Smrk, olej farblos) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,43363, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	7,1	4,2	3,7	3,9	4,1	4,7
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000130
19. 8. 2014	0,000130		0,380323	0,815651	0,998636	0,553673
19. 11. 2014	0,000130	0,380323		0,979786	0,633810	0,072240
17. 2. 2015	0,000130	0,815651	0,979786		0,959506	0,052870
9. 4. 2015	0,000130	0,998636	0,633810	0,959506		0,312031
9. 4. 2015*	0,000130	0,553673	0,072240	0,052870	0,312031	

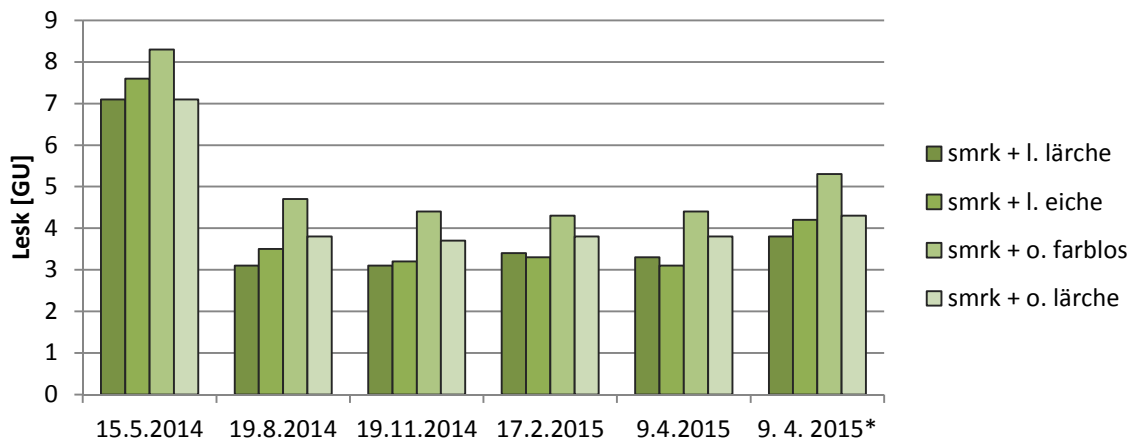
Tab. 10: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; smrk + olej lärche

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk podél vláken 60° (Smrk, olej lärche) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,70481, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	7,1	3,8	3,7	3,8	3,8	4,3
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000130
19. 8. 2014	0,000130		0,999169	1,000000	1,000000	0,706112
19. 11. 2014	0,000130	0,999169		0,999429	0,998449	0,473390
17. 2. 2015	0,000130	1,000000	0,999429		1,000000	0,691197
9. 4. 2015	0,000130	1,000000	0,998449	1,000000		0,735261
9. 4. 2015*	0,000130	0,706112	0,473390	0,691197	0,735261	

Tab. 11: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; smrk + olej lärche

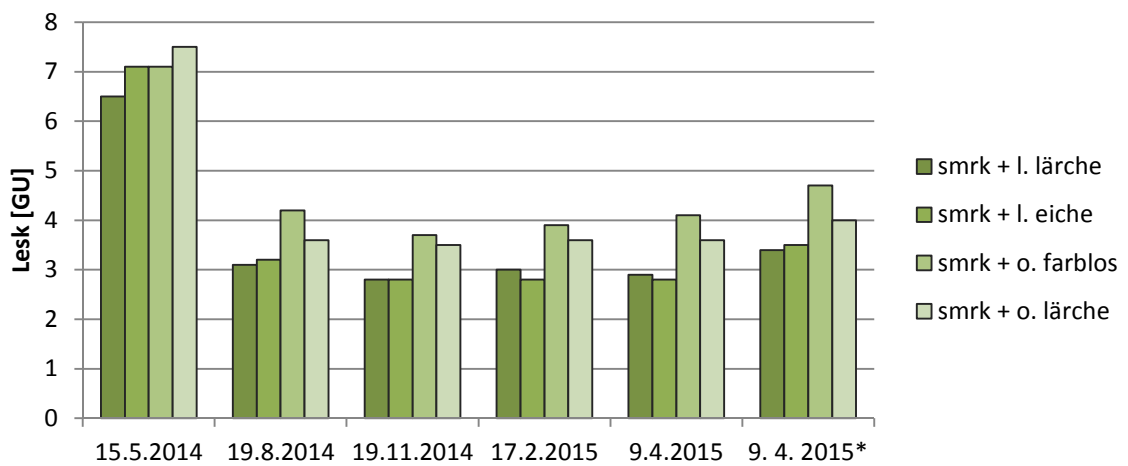
Tukeyův HSD test; proměnná Lesk napříč vláken 60° (Smrk, olej lärche) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,0668, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	7,5	3,6	3,5	3,6	3,6	4,0
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000130
19. 8. 2014	0,000130		0,999263	0,999961	1,000000	0,937673
19. 11. 2014	0,000130	0,999263		0,999987	0,999601	0,792341
17. 2. 2015	0,000130	0,999961	0,999987		0,999987	0,868670
9. 4. 2015	0,000130	1,000000	0,999601	0,999987		0,926323
9. 4. 2015*	0,000130	0,937673	0,792341	0,868670	0,926323	

Lesk podél vláken 60° - smrk



Obr. 12: Měření lesku podél vláken u smrkových vzorků v průběhu expozice

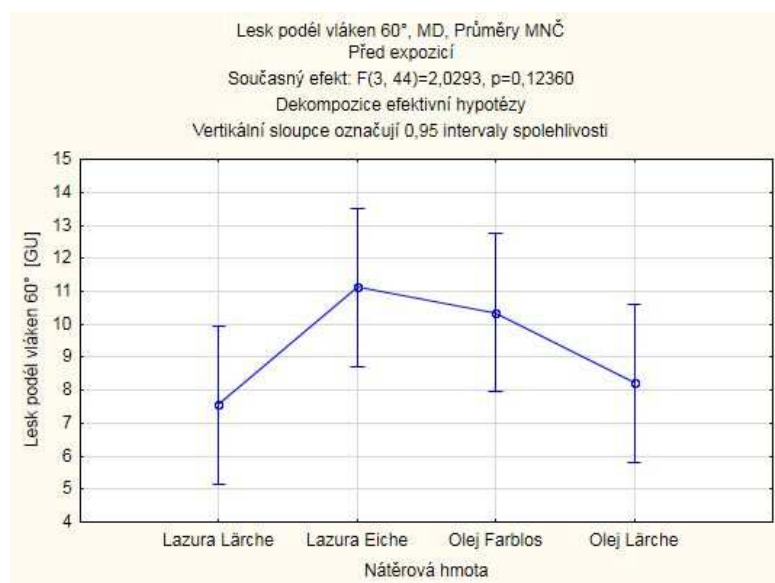
Lesk napříč vláken 60° - smrk



Obr. 13: Měření lesku kolmo k vláknům u smrkových vzorků v průběhu expozice

* měření po očištění vzorků

6.3.2 Modřín



Obr. 14: Porovnání lesku podél vláken u nátěrových hmot na modřínu

Obr. 15: porovnání lesku kolmo k vláknům u nátěrových hmot na modřínu

Tab. 12: Porovnání lesku kolmo k vláknům u modřínových vzorků

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk napříč vláken (modřín) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. $P\check{C} = 3,2327$, $sv = 44,000$				
Nátěrová hmota	Lazura Lärche	Lazura Eiche	Olej Farblos	Olej Lärche
Průměr [GU]	7,0	11,0	7,4	7,1
Lazura Lärche		0,000178	0,963874	0,999839
Lazura Eiche	0,000178		0,000221	0,000181
Olej Farblos	0,963874	0,000221		0,978549
Olej Lärche	0,999839	0,000181	0,978549	

Tab. 13: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; modřín + lazura lärche

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk podél vláken 60° (modřín, lazura lärche) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 2,1539, sv = 66,000						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr[GU]	7,6	3,6	3,6	3,4	3,1	4,0
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000131
19. 8. 2014	0,000130		0,999999	0,998630	0,954101	0,995508
19. 11. 2014	0,000130	0,999999		0,999578	0,970220	0,990878
17. 2. 2015	0,000130	0,998630	0,999578		0,997383	0,940595
9. 4. 2015	0,000130	0,954101	0,970220	0,997383		0,740526
9. 4. 2015*	0,000131	0,995508	0,990878	0,940595	0,740526	

Tab. 14: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; modřín + lazura lärche

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk napříč vláken (Lazura Lärche, modřín) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,44552, sv = 66,000					
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015

Tab. 17: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; modřín + olej farblos

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk podél vláken (Olej Farblos, modřín) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 5,3752, sv = 66						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr	10,4	4,5	4,3	4,5	4,4	5,1
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000135
19. 8. 2014	0,000130		0,999736	1,000000	0,999998	0,993076
19. 11. 2014	0,000130	0,999736		0,999945	0,999972	0,955919
17. 2. 2015	0,000130	1,000000	0,999945		1,000000	0,987324
9. 4. 2015	0,000130	0,999998	0,999972	1,000000		0,984771
9. 4. 2015*	0,000135	0,993076	0,955919	0,987324	0,984771	

Tab. 18: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; modřín + olej farblos

Tukeyův HSD test; proměnná Lesk napříč vlákem 60° (Olej Farblos, modřín) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,2813, sv = 66						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr	7,4	3,9	3,5	3,7	3,9	4,3
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000130
19. 8. 2014	0,000130		0,973625	0,997597	1,000000	0,930088
19. 11. 2014	0,000130	0,973625		0,999657	0,978718	0,528303
17. 2. 2015	0,000130	0,997597	0,999657		0,998423	0,722993
9. 4. 2015	0,000130	1,000000	0,978718	0,998423		0,919019
9. 4. 2015*	0,000130	0,930088	0,528303	0,722993	0,919019	

Tab. 19: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; modřín + olej lärche

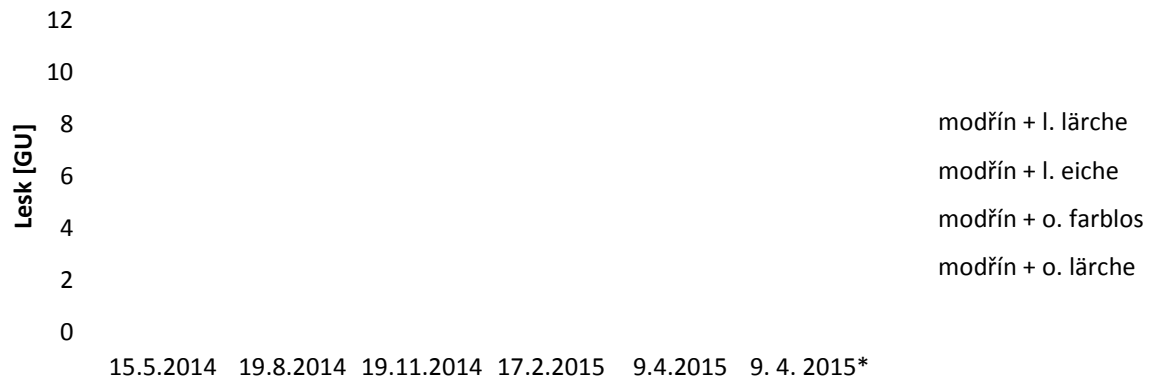
Tukeyův HSD test; proměnná Lesk podél vláken (Olej Lärche, modřín) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,2714, sv = 66						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr	8,2	4,2	4,2	3,9	4,0	5,4
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000131
19. 8. 2014	0,000130		1,000000	0,984700	0,999386	0,089469
19. 11. 2014	0,000130	1,000000		0,990924	0,999811	0,075393
17. 2. 2015	0,000130	0,984700	0,990924		0,999538	0,015500
9. 4. 2015	0,000130	0,999386	0,999811	0,999538		0,038024
9. 4. 2015*	0,000131	0,089469	0,075393	0,015500	0,038024	

Tab. 20: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; modřín + olej lärche

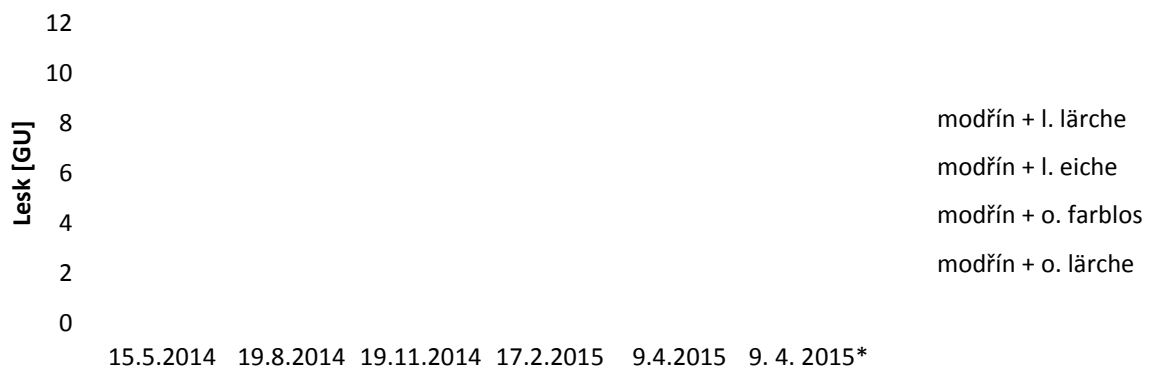
Tukeyův HSD test; proměnná Lesk napříč vlákem (Olej Lärche, modřín) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,2714, sv = 66						
Měření	15. 5. 2014	19. 8. 2014	19. 11. 2014	17. 2. 2015	9. 4. 2015	9. 4. 2015*
Průměr	7,1	3,8	3,7	3,7	3,7	4,5
15. 5. 2014		0,000130	0,000130	0,000130	0,000130	0,000131
19. 8. 2014	0,000130		0,998271	0,999799	0,999595	0,583524
19. 11. 2014	0,000130	0,998271		0,999991	0,999998	0,325854
17. 2. 2015	0,000130	0,999799	0,999991		1,000000	0,409838
9. 4. 2015	0,000130	0,999595	0,999998	1,000000		0,384911
9. 4. 2015*	0,000130	0,583524	0,325854	0,409838	0,384911	

* měření po očištění

Lesk podél vláken 60° - modřín



Lesk napříč vláken 60° - modřín



6.4 Barva

Pro objektivní vyjádření tohoto rozdílu byla zavedena veličina ΔE^* (delta E, barevná odchylka). ΔE^* je složena z jednotlivých odchylek souřadnic L^* , a^* a b^* v barevném prostoru CIE Lab. ΔE^* je definována jako druhá odmocnina součtu čtverců jednotlivých Lab odchylek (viz vzorec pro výpočet níže):

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

V tabulkách 21 a 22 jsou uvedeny základní statistické charakteristiky (aritmetický průměr a směrodatná odchylka) provedených měření barevného odstínu (souřadnice L^* , a^* , b^* a barevná změna ΔE^*).

Charakteristiky variability (zde směrodatná odchylka) udávají, jak jsou jednotlivé hodnoty rozptýleny vzhledem k sobě navzájem nebo jako v tomto případě vzhledem k průměru. Směrodatná odchylka je nejpoužívanější charakteristikou variability, mimo jiné proto, že její rozměr je stejný jako rozměr zkoumané veličiny.

Barevná změna byla vyhodnocována vždy mezi jednotlivými měřeními, aby bylo dobře patrné, kdy došlo k největším barevným změnám a také byla vypočítána celková barevná změna u všech nátěrových hmot. Barevné změny ΔE^* byly pro přehlednost zobrazeny i v grafické formě.

Podrobné výstupy všech měření jsou uvedeny v tabulkách v Příloze 1.

Celková barevná změna ΔE^*



100% expozi

6.4.1 Smrk

Tab. 21: Porovnání výsledků barevných změn v průběhu expozice na smrkových vzorcích

	Parametr	15. 5. 2014		19. 8. 2014			19. 11. 2014			17. 2. 2015			9. 4. 2015			9. 4. 2015		
		Ø	Sm. odch.	Ø	Sm. odch.	Rozdíl	Ø	Sm. odch.	Rozdíl	Ø	Sm. odch.	Rozdíl	Ø	Sm. odch.	Rozdíl	Ø	Sm. odch.	Rozdíl
SM + Lazura Lärche	L*	52,65	2,05	46,95	0,79	-5,71	45,93	1,04	-1,02	45,45	1,28	-0,48	45,48	0,87	0,03	45,94	1,28	0,46
	a*	19,31	1,21	19,21	0,67	-0,09	18,84	0,80	-0,38	18,53	1,01	-0,31	18,39	0,88	-0,14	19,35	1,02	0,82
	b*	46,45	3,55	34,82	2,12	-11,63	32,38	1,93	-2,44	32,40	2,56	0,01	32,46	2,43	0,06	33,91	2,56	1,52
	ΔE*	-	-	13,12	-	-	2,93	-	-	2,25	-	-	2,41	-	-	3,16	-	-
SM + Lazura Eiche	L*	55,41	1,57	48,78	0,91	-6,63	47,96	0,73	-0,82	47,82	0,94	-0,14	47,75	1,13	-0,07	47,82	0,94	0,07
	a*	16,49	0,79	17,44	0,41	0,95	17,41	0,55	-0,03	17,87	0,65	0,46	16,35	0,76	-1,52	17,87	0,65	1,52
	b*	47,35	2,67	36,42	1,81	-10,93	34,80	1,64	-1,62	36,15	2,31	1,35	34,28	2,19	-1,87	36,15	2,31	1,87
	ΔE*	-	-	12,88	-	-	2,30	-	-	1,95	-	-	2,26	-	-	2,96	-	-
SM + Olej Farblos	L*	76,95	1,97	61,18	1,93	-15,77	59,83	1,60	-1,35	61,93	2,49	2,10	59,70	2,97	-2,23	61,93	2,49	2,23
	a*	5,27	0,93	14,03	1,26	8,76	13,98	0,89	-0,05	11,70	1,28	-2,28	11,34	1,43	-0,36	11,70	1,28	0,36
	b*	29,33	1,68	35,70	1,93	6,37	34,73	2,50	-0,97	32,62	4,17	-2,11	32,07	4,68	-0,55	32,62	4,17	0,55
	ΔE*	-	-	19,40	-	-	3,82	-	-	4,01	-	-	4,52	-	-	4,25	-	-
SM + Olej Lärche	L*	54,06	2,55	46,37	1,55	-7,69	45,86	1,52	-0,51	46,34	1,69	0,48	45,34	1,40	-1,00	46,34	1,69	1,00
	a*	20,18	1,12	20,00	0,50	-0,18	20,29	0,78	0,29	19,92	1,28	-0,37	19,17	1,00	-0,75	19,92	1,28	0,75
	b*	47,81	2,55	36,68	2,49	-11,13	35,55	3,17	-1,13	36,22	3,08	0,67	34,69	2,33	-1,53	36,22	3,17	1,53
	ΔE*	-	-	13,74	-	-	3,38	-	-	2,73	-	-	3,12	-	-	3,54	-	-

Vysvětlivky: Ø aritmetický průměr
Sm. odch. směrodatná odchylka

6.4.2 Modřín

Tab. 22: Porovnání výsledků barevných změn v průběhu expozice na modřínových vzorcích

	Parametr	15. 5. 2014		19. 8. 2014			19. 11. 2014			17. 2. 2015			9. 4. 2015			9. 4. 2015		
		Ø	Sm. odch.	Ø	Sm. odch.	Rozdíl	Ø	Sm. odch.	Rozdíl	Ø	Sm. odch.	Rozdíl	Ø	Sm. odch.	Rozdíl	Ø	Sm. odch.	Rozdíl
MD + Lazura Lärche	L*	49,99	2,45	43,64	3,05	-6,35	42,72	2,31	-0,92	42,60	2,24	-0,12	43,10	2,49	0,50	42,91	1,77	-0,19
	a*	21,82	1,09	19,55	1,32	-2,27	19,41	1,31	-0,14	18,81	1,35	-0,60	18,43	1,36	-0,38	19,31	1,09	0,88
	b*	44,04	4,46	30,91	5,59	-13,13	28,65	4,41	-2,26	28,63	4,61	-0,02	29,20	4,86	0,57	29,70	3,48	0,50
	ΔE*	-	-	15,04	-	-	6,67	-	-	4,12	-	-	7,65	-	-	6,03	-	-
MD + Lazura Eiche	L*	49,80	1,50	43,76	2,13	-6,04	43,42	3,02	-0,34	42,49	2,69	-0,93	42,81	2,43	0,32	43,57	2,30	0,76
	a*	20,51	0,86	19,37	0,95	-1,14	19,71	1,13	0,34	18,45	1,87	-1,26	18,00	1,32	-0,45	18,85	1,34	0,85
	b*	43,87	3,99	31,59	4,04	-12,28	31,35	5,26	-0,24	29,32	5,05	-2,03	29,48	4,09	0,16	31,78	4,38	2,30
	ΔE*	-	-	14,00	-	-	6,55	-	-	4,01	-	-	5,70	-	-	5,88	-	-
MD + Olej Farblos	L*	64,06	2,04	52,53	2,36	-11,53	51,84	1,26	-0,69	52,39	2,30	0,55	52,03	2,03	-0,36	53,53	2,00	1,50
	a*	14,68	1,67	16,76	1,93	2,08	16,73	1,70	-0,03	15,64	2,37	-1,09	15,24	1,85	-0,40	14,64	2,12	-0,60
	b*	35,35	2,24	33,33	1,35	-2,02	32,91	2,55	-0,42	32,72	2,43	-0,19	31,65	2,76	-1,07	31,96	2,72	0,31
	ΔE*	-	-	12,72	-	-	3,54	-	-	3,69	-	-	4,30	-	-	3,60	-	-
MD + Olej Lärche	L*	48,62	1,44	42,40	0,87	-6,22	42,41	1,31	0,01	41,58	1,00	-0,83	41,69	1,36	0,11	42,75	0,99	1,06
	a*	21,87	0,69	19,92	0,75	-1,95	20,05	0,71	0,13	19,05	1,30	-1,00	18,46	0,99	-0,59	19,66	0,96	1,20
	b*	42,66	2,19	31,52	2,28	-11,14	30,86	2,73	-0,66	29,68	2,44	-1,18	28,48	2,98	-1,20	31,21	1,91	2,73
	ΔE*	-	-	12,99	-	-	2,38	-	-	2,98	-	-	3,44	-	-	3,37	-	-

Vysvětlivky: Ø aritmetický průměr
Sm. odch. směrodatná odchylka

6.5 Tvrdość

Tvrdość byla měřena pomocí tvrdoměru Bareiss, který měří průhyb vyvolaný závažím v bodě zatížení (v μm). Měření bylo prováděno napříč i podél vláken na několika místech každého vzorku. Podrobné výstupy všech měření jsou uvedeny v tabulkách v Příloze 1.

Naměřená data měla poměrně velkou variabilitu a jejich rozdělení bylo ploché (především u měření podél vláken). Tato odchylka od normálního rozdělení ale nebyla tak významná, proto by mělo modelování podle normálního rozdělení (ANOVA) vyhovovat.

Tabulky 23 a 24 shrnují základní statistické charakteristiky naměřených dat (aritmetický průměr, směrodatnou odchylku a rozptyl výběru).

Tab. 23: Základní statistické vyhodnocení tvrdosti smrkových vzorků napříč a podél vláken

SMRK		M1	M1	M2	M2	M3	M3	M4	M4	M5	M5
Průhyb [μm]		podél	kol.mo	podél	kol.mo	podél	kol.mo	podél	kol.mo	podél	kol.mo
Lazura-Lärche	Průměr	47,25	30,67	76,08	37,50	69,41	34,00	72,92	36,00	51,42	35,08
	Sm. odch.	24,49	9,28	33,89	9,04	23,75	11,59	27,76	11,33	29,23	10,06
	Rozptyl výběru	599,66	86,06	1148,81	81,73	564,08	134,36	77,81	128,36	584,63	101,17
Lazura - Eiche	Průměr	63,00	26,50	65,50	37,83	60,17	26,75	71,25	41,08	66,08	35,25
	Sm. odch.	26,82	7,56	37,06	14,59	24,98	8,24	31,01	17,61	38,51	6,15
	Rozptyl výběru	719,64	57,18	1373,54	212,88	623,97	67,84	961,48	310,27	1482,81	37,84
Olej - Farblos	Průměr	58,58	30,83	89,67	36,42	68,83	28,67	81,25	35,92	99,00	39,58
	Sm. odch.	27,51	14,56	40,78	15,44	38,76	11,96	30,61	9,67	44,66	19,41
	Rozptyl výběru	756,63	211,97	1662,61	238,45	1502,33	142,97	937,11	93,54	1994,91	376,81
Olej - Lärche	Průměr	65,25	33,42	86,33	33,33	73,08	40,25	79,00	36,67	55,92	36,75
	Sm. odch.	29,00	8,98	28,57	10,37	27,11	10,87	25,98	11,09	34,58	6,37
	Rozptyl výběru	840,75	80,63	816,06	107,52	734,99	118,20	674,73	122,97	1195,90	40,57

Tab. 24: statistické vyhodnocení tvrdosti modřínových vzorků napříč a podél vláken

MODŘÍN		M1	M1	M2	M2	M3	M3	M4	M4	M5	M5
Průhyb [μm]		podél	kol.mo	podél	kol.mo	podél	kol.mo	podél	kol.mo	podél	kol.mo
Lazura-Lärche	Průměr	43,83	16,50	65,42	22,83	52,92	24,50	44,25	30,00	47,25	25,67
	Sm. odch.	23,83	7,47	31,74	11,80	29,79	10,60	30,03	20,08	32,11	14,99
	Rozptyl výběru	567,97	55,72	1007,72	139,24	887,90	112,45	901,84	403,27	1030,75	224,60
Lazura - Eiche	Průměr	28,25	16,92	37,50	24,33	45,41	23,92	35,17	22,75	41,08	23,08
	Sm. odch.	17,44	10,26	27,55	11,69	24,60	10,77	24,06	10,92	27,75	17,38
	Rozptyl výběru	304,02	105,35	759,55	136,60	605,17	115,90	578,87	119,30	770,26	301,90
Olej - Farblos	Průměr	36,67	69,50	69,50	32,67	57,91	35,58	69,33	33,92	77,75	29,25
	Sm. odch.	29,68	8,54	44,27	9,36	40,53	11,93	33,53	16,78	38,54	9,68
	Rozptyl výběru	881,15	73,06	1959,73	92,78	1642,99	142,27	1124,06	281,72	1458,11	93,84
Olej - Lärche	Průměr	49,00	21,33	76,83	28,42	74,75	33,92	59,58	27,75	52,67	41,00
	Sm. odch.	24,86	8,35	34,76	12,97	41,90	18,15	33,15	10,39	37,00	25,42
	Rozptyl výběru	618,18	69,70	1208,33	168,27	1756,02	329,72	1098,81	108,02	1369,33	646,18

Použité zkratky:

M1 – měření 15. 5. 2014

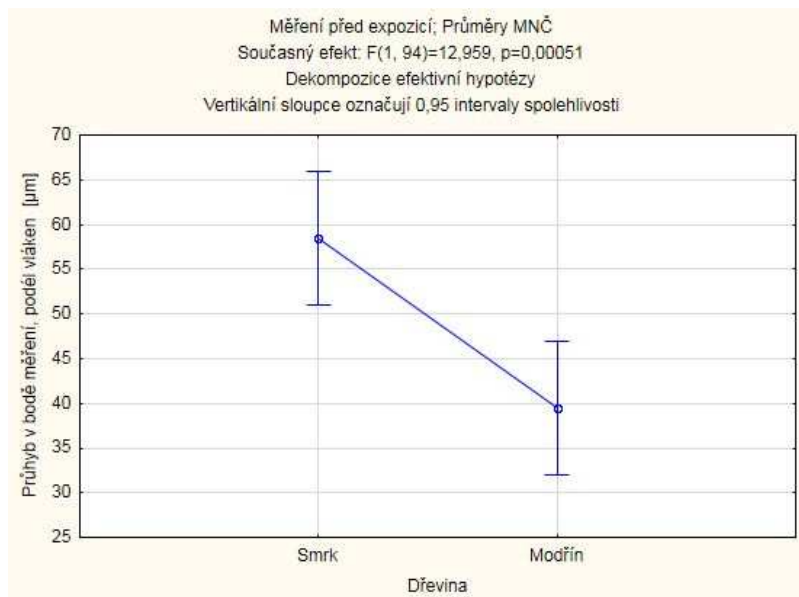
M2 – měření 19. 8. 2014

M3 – měření 19. 11. 2014

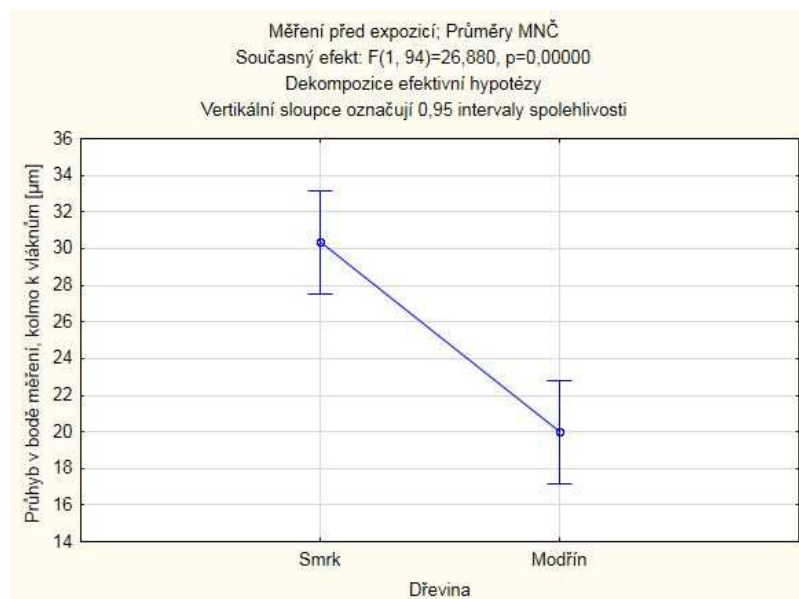
M4 – měření 17. 2. 2015

M5 – měření 9. 4. 2015

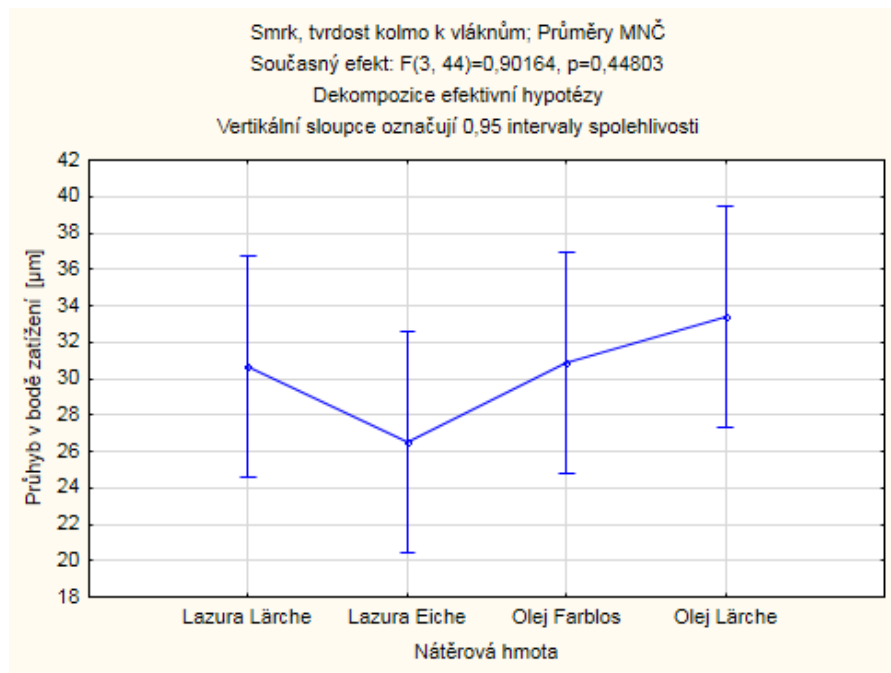
Sm. odch. – směrodatná odchylka výběru



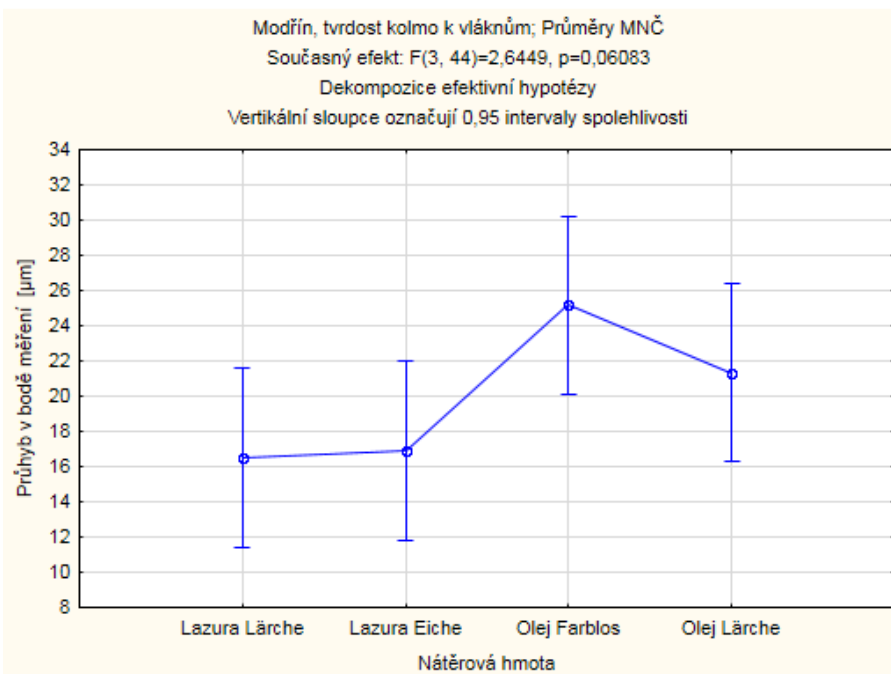
Obr. 20: Porovnání tvrdosti smrku a modřínu - měření podél vláken, před expozicí



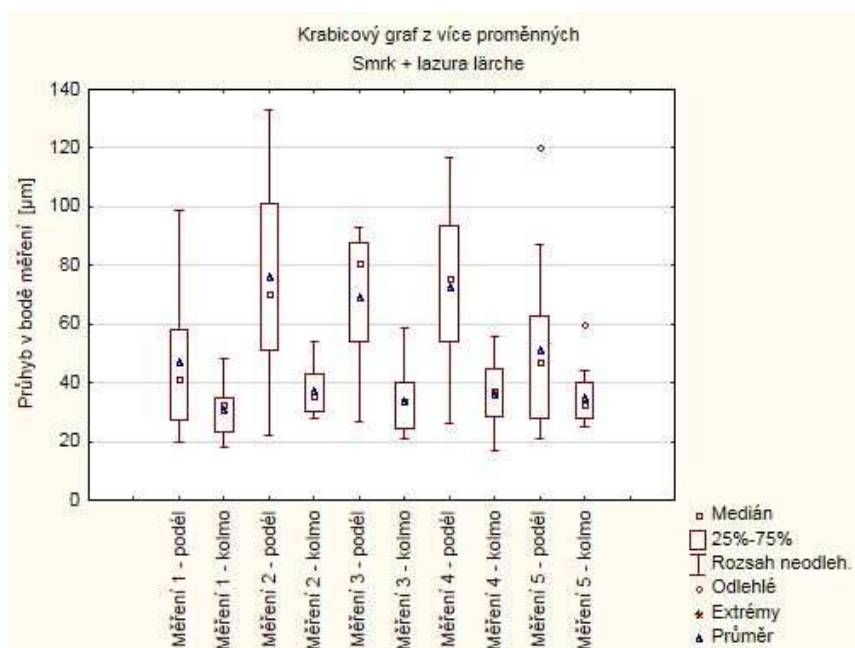
Obr. 21: Porovnání tvrdosti smrku a modřínu - měření kolmo k vláknům, před expozicí



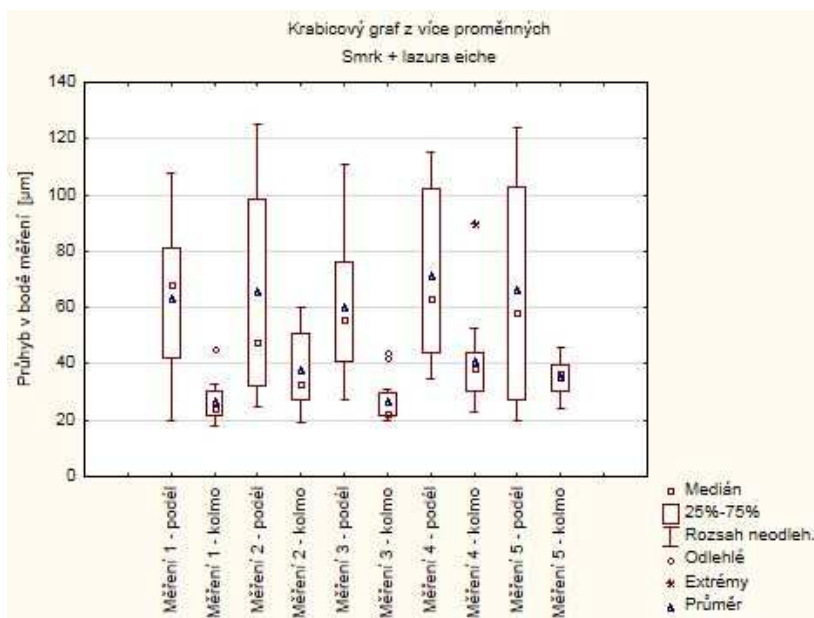
Obr. 22: Porovnání tvrdosti kolmo k vláknům - nátěrové hmoty na smrku



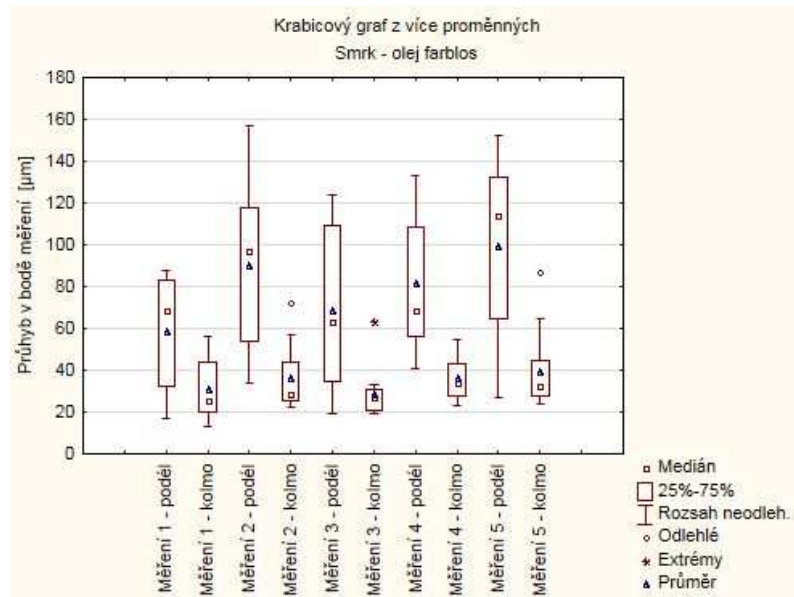
Obr. 23: Porovnání tvrdosti kolmo k vláknům - nátěrové hmoty na modřínu



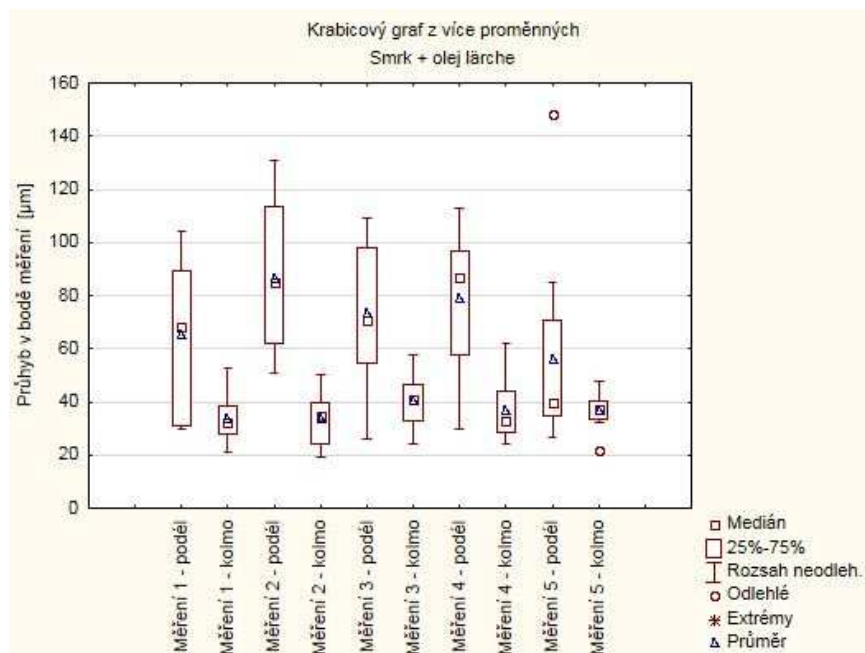
Obr. 24: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro smrk + lazuru lärche, v kolmém i podélném směru



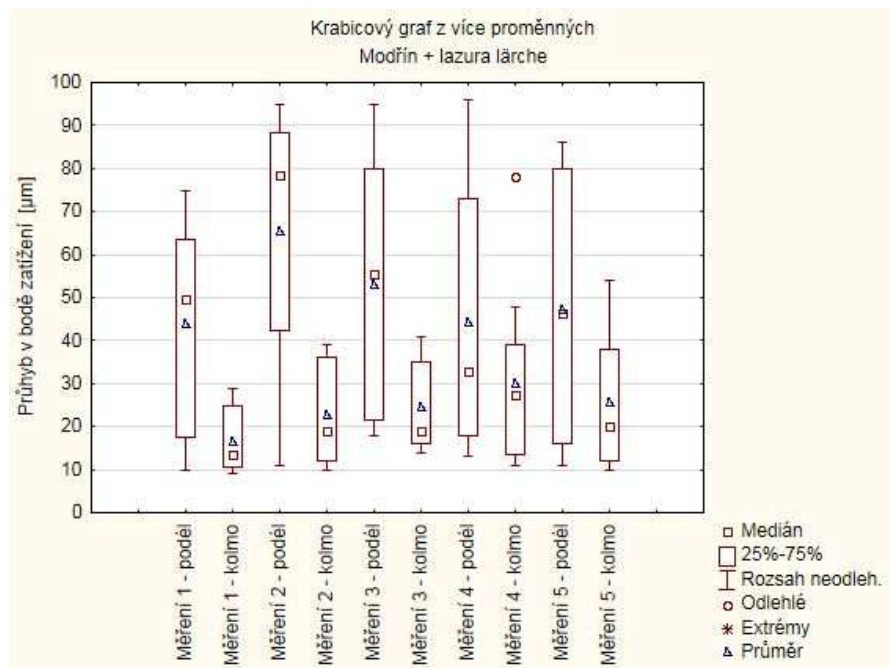
Obr. 25: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro smrk + lazuru eiche, v kolmém i podélném směru



Obr. 26: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro smrk + olej farblos, v kolmém i podélném směru

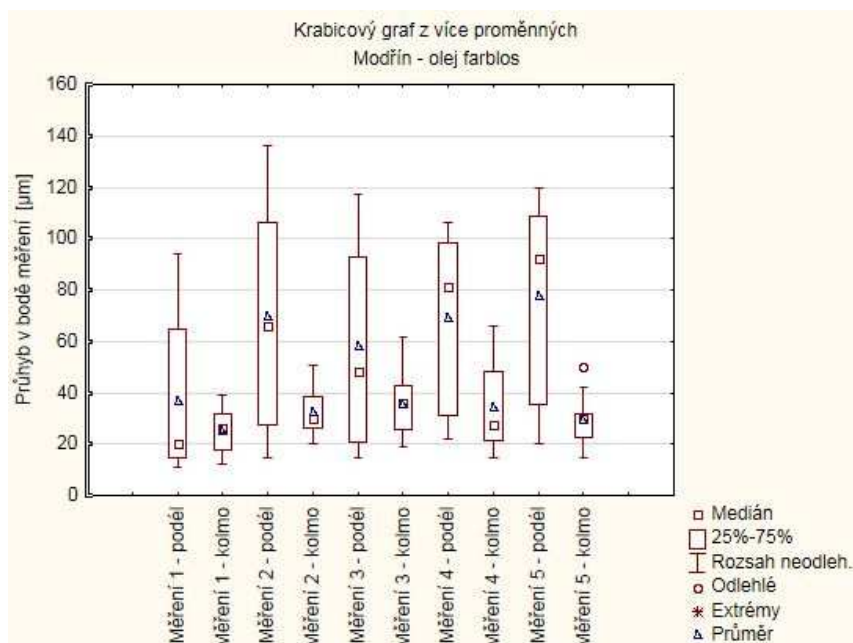


Obr. 27: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro smrk + olej lärche, v kolmém i podélném směru

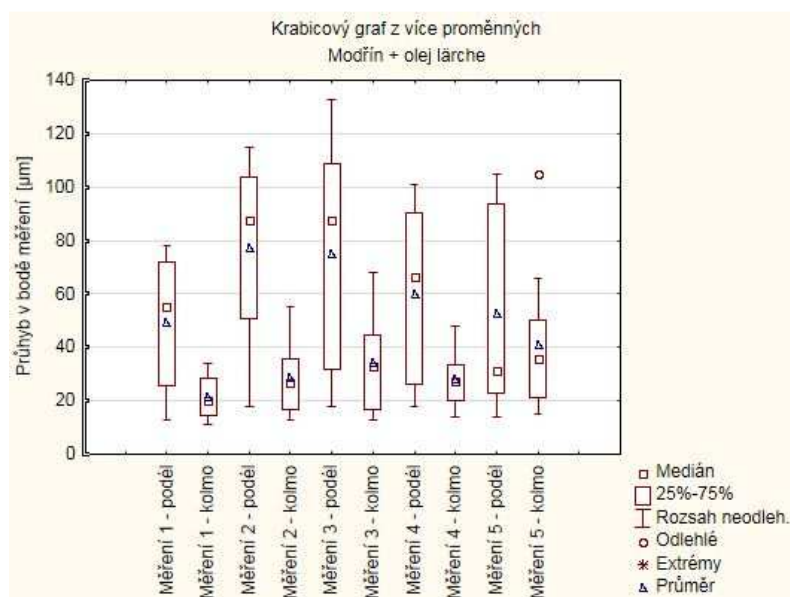


Obr. 28: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro modřín + lazuru lärche, v kolmém i podélném směru

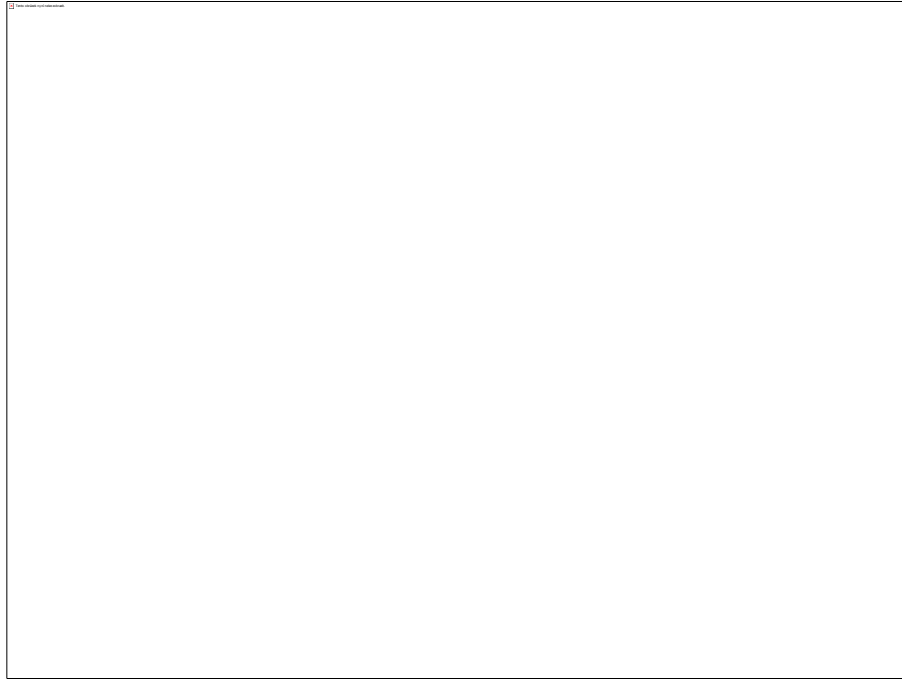
Obr. 29: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro modřín + lazuru eiche, v kolmém i podélném směru



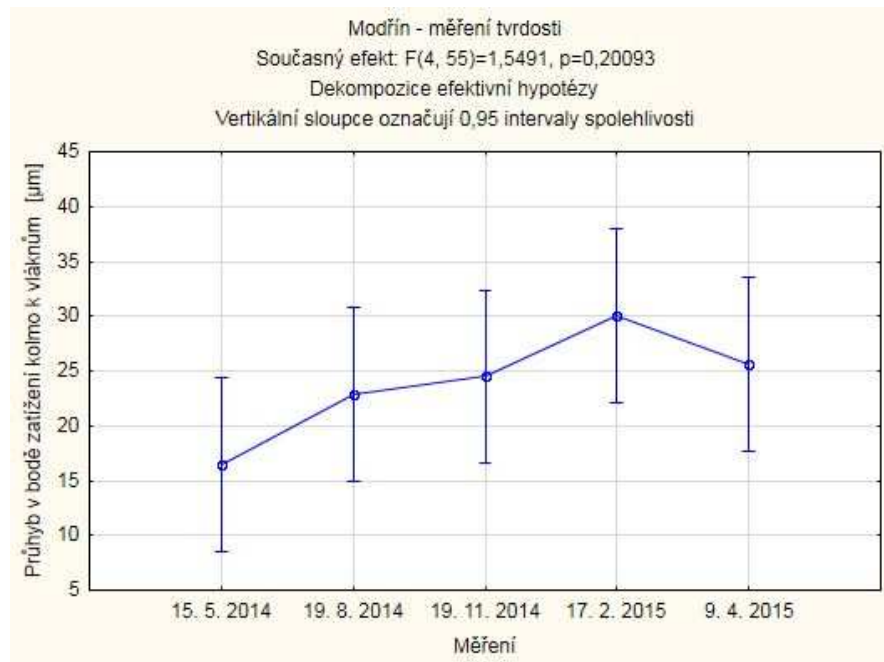
Obr. 30: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro modřín + olej farblos, v kolmém i podélném směru



Obr. 31: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro modřín + olej lárche, v kolmém i podélném směru



Obr. 32: Grafický výstup analýzy rozptylu – smrk, měření kolmo k vláknům v průběhu zkoušky venkovním zvětráváním



Obr. 33: Grafický výstup analýzy rozptylu – modřín, měření kolmo k vláknům v průběhu zkoušky venkovním zvětráváním

7 Vyhodnocení a diskuze

7.1 Vyhodnocení lesku

Před vlastním vystavením vzorků v exteriéru byly porovnány hodnoty lesku u obou použitých dřevin a u všech použitých nátěrových hmot naměřené leskoměrem PICOGLOSS napříč i podél vláken. Ke statistickému porovnání hodnot bylo použito analýzy rozptylu (jednofaktorové ANOVY).

Lesk byl hodnocen nejprve před expozicí. Lesk podél a kolmo vláknům se statisticky významně nelišil, i když u obou dřevin byl lesk podél vláken mírně větší (je to dáno anatomickou stavbou dřeva). Bylo zjištěno, že nátěrový film kolmo i podél vláken dosahoval většího lesku na modřínových vzorcích (viz obr. 8 a 9 na str. 56).

U smrku se lesk pohyboval kolem 7 GU, mezi leskem jednotlivých nátěrových hmot nebyl prokázán významný statistický rozdíl (viz obr. 10 a 11 na str. 57).

V grafech (obr. 12 a 13) na str. 60 jsou zobrazeny průměrné hodnoty lesku naměřené u smrku v průběhu celé zkoušky. Už z nich je patrné, že lesk nejvíce poklesl přes léto (pokles mezi úvodním měřením a měřením v srpnu) a dále se už významně neměnil. Je to dáno především tím, že v létě je intenzita a množství UV záření největší. Tento poznatek byl ověřen testem mnohonásobného porovnání (Tukeyův test), který ukázal, že se významně liší hodnoty lesku naměřené před zahájením zkoušky venkovním zvětráváním od měření v jejím průběhu. Výstupy testů mnohonásobného porovnání jsou uvedeny v tab. 4 – 11 na str. 58 a 59. Rozdíly jsou významné na hladině významnosti $p < \alpha$, $\alpha = 0,05$. Pokud p dosáhlo hodnoty menší než α , je tato hodnota v tabulkách pro přehlednost zvýrazněna červeně.

Lesk u modřínu dosahoval hodnot okolo 9 GU. V grafech (obr. 16 a 17) na str. 64 jsou zobrazeny průměrné hodnoty lesku naměřené u modřínu v průběhu celé zkoušky. U modřínu měla lazura odstínu Eiche v porovnání s ostatními použitými nátěrovými hmotami větší lesk ve směru kolmo k vláknům.

Testy mnohonásobného porovnání (viz tab. 13 -20 na str. 62 a 63) bylo zjištěno, že lesk pokles nejvíce přes léto a dále se významně neměnil, stejně jako u smrku. Pouze u oleje odstínu Lärche se lesk po očištění zvýšil, ale jen na úroveň lesku při 2. a 3. měření, ne tedy na počáteční hodnoty (viz tab. 19, str. 63).

Porovnáním hodnot naměřených před expozicí a po expozici bylo zjištěno, že celkově došlo ke snížení hodnot lesku. Pro ověření, zda měl na pokles lesku vliv

usazený prach a jiné atmosférické nečistoty, byly vzorky po závěrečném měření po ukončení expozice očištěny a ještě jednou změřen lesk, avšak i přes mírné zvýšení lesku po očištění vzorků nebyl prokázán významný vliv usazených nečistot na lesk.

7.2 Vyhodnocení barevné změny

Před započítáním i v průběhu zkoušky venkovním zvětráváním byla měřena barevnost u všech vzorků pomocí spektrofotometru Spectro-Guide. Z grafů na obr. 18 a 19 na str. 66 je patrné, že nejvýznamněji se barva změnila přes léto. K takto významné změně došlo pouze mezi počátkem expozice a prvním měřením, další barvené změny byly vyrovnané.

Toto zjištění koresponduje se zjištěním V. Závady (2011), který uvádí, že ke strmému nárůstu hodnot barevné změny docházelo v prvních dvou týdnech od začátku expozice a tento trend se s rostoucí dobou expozice zmírňoval.

Pro ověření, zda měly významný vliv na barvu případné usazené atmosférické nečistoty, byly vzorky po posledním měření očištěny a bylo provedeno ještě jedno dodatečné měření. Po očištění vzorků se barva téměř nezměnila, proto nebyl vliv atmosférických usazenin na změnu barvy vyhodnocen jako významný.

Největší barevná změna přes léto proběhla u smrku ošetřeného bezbarvým olejem; ovšem přes léto se právě u vzorků ošetřených bezbarvým olejem objevila černá plíseň. Navíc UV záření (jehož intenzita je právě přes léto největší) způsobuje u dřeva barevné změny.

7.3 Vyhodnocení tvrdosti

Před expozicí, v jejím průběhu i po ní byla prováděna také měření tvrdosti pomocí tvrdoměru Bareiss. Nebyla zjištěna přímá závislost mezi trváním expozice a tvrdostí (viz grafy na obr. 32 a 33, str. 77). Na vzorky působí mnoho různých vlivů zapříčiňujících kolísání vlhkosti dřeva, která má vliv na jeho tvrdost. Navíc protože nátěrový film a jeho podklad (v tomto případě dřevo) spolupůsobí, ovlivňuje vlhkost také tvrdost nátěrového filmu.

Mezi jednotlivými nátěrovými hmotami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v tvrdosti (obr. 22 a 23 na str. 72).

Celkově vykazovaly větší tvrdost modřínové vzorky a větší tvrdost byla u obou dřevin naměřena ve směru kolmo k vláknům (viz grafy na obr. 24 – 31), což je dáno anatomickou stavbou dřeva. U měření podél vláken byl totiž hrot přístroje vtlačován buď do měkčího jarního, nebo do tvrdšího letního dřeva. Větší tvrdost proto vykazovalo letní dřevo (asi desetinásobně). V grafech porovnávajících tvrdost v průběhu měření (obr. 20 – 29) napříč a podél vláken je také patrná velká variabilita hodnot, především v podélném směru.

8 Závěr

Tato práce se zabývala dřevěnými fasádami. Fasáda je důležitý stavební prvek a součást budov. Jejím hlavním úkolem je chránit vše, co se nachází pod jejím povrchem – především nosnou konstrukci stavby - proti škodlivým vlivům, tedy např. chladu, větru, dešti, hluku, nadměrnému teplu.

Během užívání, především v exteriéru, je dřevo vystaveno působení různých vnějších vlivů - především slunečního záření, vlhkosti a biotických škůdců. Dřevo je tedy nutné chránit, aby byly zachovány jeho užitné a estetické vlastnosti. Jednou z možností ochrany je aplikace nátěrových hmot na vhodně upravený povrch dřeva.

V diplomové práci byly porovnávány změny na povrchových úpravách dřeva smrku a modřínu, ke kterým dochází v exteriéru. Toto porovnání bylo umožněno provedením zkoušky venkovním zvětráváním. Pro tento účel byly vybrány tenkovrstvá lazura a olejová nátěrová hmota, od každé po dvou odstínech. V práci byl zkoumán vliv složení nátěrové hmoty na její trvanlivost a světlostálost.

Byl měřen lesk nátěrových hmot a jeho změny v průběhu zkoušky. Měření byla prováděna každé tři měsíce. U obou dřevin byl lesk podél vláken mírně větší než kolmo k vláknům (je to dáno anatomickou stavbou dřeva).

U smrku se lesk pohyboval kolem 7 GU, mezi leskem jednotlivých nátěrových hmot nebyl prokázán významný statistický rozdíl. Lesk nejvíce poklesl přes léto (pokles mezi úvodním měřením a měřením v srpnu) a dále se už významně neměnil. Je to dáno především tím, že v létě je intenzita a množství UV záření největší. Test mnohonásobného porovnání (Tukeyův test) ukázal, že se významně liší hodnoty lesku naměřené před zahájením zkoušky venkovním zvětráváním od ostatních měření provedených v jejím průběhu.

Lesk u modřínu dosahoval hodnot okolo 9 GU. Testy mnohonásobného porovnání bylo zjištěno, že lesk stejně jako u smrkových vzorků pokles nejvíce přes léto a dále se významně neměnil.

Porovnáním hodnot naměřených před expozicí a po expozici bylo zjištěno, že celkově došlo ke snížení hodnot lesku. I přes mírné zvýšení lesku po očištění vzorků nebyl prokázán významný vliv usazených nečistot na lesk.

Další měřenou vlastností byla barevná změna ΔE^* , která byla stejně jako lesk měřena před započítáním i v průběhu zkoušky venkovním zvětráváním. Bylo zjištěno, že nejvýznamněji se barva změnila přes léto. K takto významné změně došlo pouze mezi

počátkem expozice a prvním měřením, další barvené změny byly vyrovnané. Toto zjištění koresponduje se zjištěním V. Závady (2011), který uvádí, že ke strmému nárůstu hodnot barevné změny docházelo v počátku expozice a tento trend dále zmírňoval.

Po očištění vzorků se barva téměř nezměnila, proto nebyl vliv atmosférických usazenin na změnu barvy vyhodnocen jako významný.

Největší barevná změna přes léto proběhla u smrku ošetřeného bezbarvým olejem; ovšem přes léto se právě u vzorků ošetřených bezbarvým olejem objevila černá plíseň. Navíc UV záření (jehož intenzita je právě přes léto největší) způsobuje u dřeva barevné změny.

Poslední měřenou vlastností byla tvrdost povrchu. Nebyla zjištěna přímá závislost mezi trváním expozice a tvrdostí. Na vzorky působí mnoho různých vlivů zapříčiňujících kolísání vlhkosti dřeva, která má vliv na jeho tvrdost. Navíc protože nátěrový film a jeho podklad (v tomto případě dřevo) spolupůsobí, ovlivňuje vlhkost také tvrdost nátěrového filmu.

Celkově vykazovaly větší tvrdost modřínové vzorky a také byla u obou dřevin naměřena větší tvrdost ve směru kolmo k vláknům. U měření podél vláken byl totiž hrot přístroje mnohdy vtlačován pouze do měkčího jarního dřeva.

Mezi jednotlivými nátěrovými hmotami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v tvrdosti.

Z použitých nátěrových hmot je nejhůře hodnocen bezbarvý olej, protože u vzorků jím ošetřených se už po dvou měsících od zahájení zkoušky objevila plíseň a místy i vymytí oleje se zešednutím, což nejen působí velmi neesteticky, ale přináší i další související problémy. U oleje odstínu lärche ani u tenkovrstvé lazury se vymytí nevyskytovalo, lze tedy usuzovat, že je vhodnější použít pigmentové nátěrové hmoty.

9 Summary

The facade is an important structural element and part of the buildings. This thesis deals with wooden facades and surface finishing.

Timber is exposed to various external influences in exterior - solar radiation, humidity, and biotic pests. Therefore, it is necessary to protect wood to maintain its utility and aesthetic properties. One possibility is the protection by using coating applications on a suitably treated wood surface. Quality surface finishing significantly affects physical-mechanical, chemical and utility properties and extends their life.

In this thesis changes in surface finishing of spruce and larch wood were studied. This comparison was allowed by performing outdoor weathering tests. For this purpose thin glazing and oil paint was selected, two shades from each. The influence of the composition of the paint on its durability and light fastness was investigated.

Measurements of gloss, colour change and surface hardness were made every three months.

For spruce, there was no difference in gloss of used paints. Gloss decreased the most during the summer. This is primarily due to the fact that UV radiation in summer has the greatest intensity and the amount. Comparing the values measured before exposure and after exposure, it was found that overall there was a reduction in the gloss.

Other property, which was measured, was colour change ΔE^* . It was found that the most significant colour change has occurred during the summer. This finding is consistent with the Závada's (2011) findings, which states that a steep rise in the values of colour change occurred at the beginning of the exposition and this trend moderated.

Last measured property was surface hardness. There was not identified a direct correlation between the duration of exposure and hardness. There are a lot of different influences causing fluctuations in wood moisture content, which affects its hardness. Larch samples had greater hardness.

Visual assessment turned out much better larch samples. They had not so significant deflection or many cracks as spruce. On the other hand, there was observed resin release.

The worst evaluated paint is colourless oil, because mold appeared and sometimes even oil was washed after only two months of exposition. The washing of oil "Lärche" shade or thin glaze did not appeared, so it can be concluded that it is preferable to use a pigment paints.

10 Seznam použité literatury

AHRENS, C. D., 1999. *Meteorology today: an introduction to weather, climate, and the environment*, 6th edition, Brooks/Cole. ISBN 0-534-37201-5.

BAIER, Jiří a Zdeněk TÝN. *Ochrana dřeva*. Vyd. 3., přeprac. a dopl. Praha: Grada, 1996, 92 s. ISBN 80-7169-275-1.

BARTÁK, Kamil. *Fasády a jejich rekonstrukce*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1996, 90 s. ISBN 80-7169-358-8.

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

DRÁPELA, Karel a Jan ZACH. *Statistické metody I: (pro obory lesního dřevařského a krajinného inženýrství)*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999, 135 s. ISBN 80-7157-416-3

DRÁPELA, Karel. *Statistické metody II: (pro obory lesního, dřevařského a krajinného inženýrství)*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000, 144 s. ISBN 80-7157-474-0

DRNDA, Marek. *Bezbarvý systém na ochranu dřeva*. Povrchové úpravy: odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky. Praha: Press agency, 2012, roč. 15, č. 1.

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

HÁJEK, Václav. *Stavíme ze dřeva*. Vyd. 1. Praha: Sobotáles, 1997, 153 s. ISBN 80-85920-44-1.

HUMHAL, Josef. *Povrchové úpravy dřeva a jejich vazby na konstrukční systémy*. Praha, 2012. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

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

HORÁČEK, Petr. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I.* Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998, ii, 124 s. ISBN 80-7157-347-7.

KALEDOVÁ, Andrea. *Technologie nátěrových hmot I.: pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty.* Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003, 431 s. ISBN 80-7194-576-5.

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

KALEDOVÁ, Andrea. *Antikoroziční pigmenty a nátěrové hmoty: sborník příspěvků odborné konference konané pod záštitou Fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice, Oddělení nátěrových hmot a organických povlaků Ústavu polymerů materiálů: Pardubice, 23. 10. 2002.* Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2002, 214 s. ISBN 80-7194-502-1.

KALEDOVÁ, Andrea. *Technologie nátěrových hmot II.: povrchové úpravy a způsoby předúpravy materiálů.* Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Ústav polymerních materiálů, 2003, 381 s. ISBN 80-7194-555-2.

KRÁL, Pavel a Jaroslav HRÁZSKÝ. *Kompozitní materiály na bázi dřeva.* Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005, 206 s. ISBN 80-7157-878-9.

MAHĎÁKOVÁ, O., Katuščák, S., Ďurišová, L.: *Farebné zmeny smrekového dreva prírodného a chráneneho Drevedekorom počas trojročnej expozície.* Drevársky výskum, vol. 111, pp. 27-41, 1986.

MEDVEC, Pavel. *Hodnocení kvality povrchových úprav: část III – Tloušťka suchého filmu.* Povrchové úpravy: odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky. Praha: Press agency, 2014, roč. 2014, č. 4.

POŽGAJ, Alexander a kol. *Štruktúra a vlastnosti dreva.* Vyd. 2. Príroda, 1997. ISBN 9788007009608.

PRAŽÁK, Milan. *Sluneční simulace a UV Testery*. Povrchové úpravy: odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky. Praha: Press agency, 2014, roč. 2014, č. 4.

PTÁČEK, Petr. *Ochrana dřeva*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 95 s. ISBN 978-80-247-2326-6.

PTÁČEK, Petr. *Způsoby ochrany dřeva ve dřevostavbách*. Spektra: nátěrové hmoty, zateplovací a fasádní systémy. Praha: Press agency, 2014, roč. 14, č. 3.

ŠOVČÍK, Peter. *Fasáda s designem dřeva*. Povrchové úpravy: odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky. Praha: Press agency, 2014, č. 3. DOI: Povrchové úpravy.

ŠŮSTEK, Petr. *Destruktivní a nedestruktivní měření tloušťky povrchů*. Povrchové úpravy: odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky. Praha: Press agency, 2014, roč. 2014, č. 4.

TESAŘOVÁ, Daniela. *Povrchové úpravy dřeva*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 134 s. ISBN 978-80-247-4715-6.

TESAŘOVÁ, Daniela. *Ekologické povrchové úpravy: Ecological finished surfaces*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011, 94 s. ISBN 978-80-7375-480-8.

VÁVRA, Zdeněk. *Ovlivnění nátěrů na podlahové konstrukce pomocí nanočástic*. Povrchové úpravy: odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky. Praha: Press agency, 2012, roč. 15, č. 1.

Elektronické zdroje

ADLER Lacke [online]. 2014 [cit. 17. 4. 2014]. Dostupné z: <http://www.lakyadler.cz/cz/>

Anatomická stavba dřeva: Lexikon dřev [online]. Brno: Ústav nauky o dřevě, 2002 [cit. 29. 11. 2014]. Dostupné z:

http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/index.htm

BYK Gardner Spectro-Guide 45/0 gloss. Labequip.com: NEW & USED LABORATORY EQUIPMENT [online]. 2014 [cit. 4. 6. 2014]. Dostupné z: <http://www.labequip.com/>

PosiTector 200. Defelsko: The Measure of Quality [online]. 2014 [cit. 4. 6. 2014]. Dostupné z: <http://www.defelsko.com/p200/positector200.htm/>

Exotické dřeviny: Terasy, dřevěné terasy, exotické dřevo, dýhy, spárovky, eurohranoly [online]. 2014 [cit. 25. 10. 2014]. Dostupné z: <http://www.exoticke-drevo.eu/>

High-tech dřevostavba s opalovanou dřevěnou fasádou. In: *Dřevo a stavby: Profispeciál* [online]. 1. vyd. PRO VOBIS, 2012 [cit. 8. 12. 2014]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/online/profispECIAL2012/>

HRAPKOVÁ, Lenka, Jaroslav RYCHTÁŘ a Vojtěch VESELÝ. *Fasádní obklady dřevěné a z materiálů na bázi dřeva*. *Stavební partner* [online]. 2012, roč. 1, č. 1 [cit. 12. 10. 2014]. Dostupné z: <http://partnerstvi-stavebnictvi.msdk.cz/emagazin/2012-01/>

Tepelně upravené dřevo ThermoWood. In: *PROKOM R&S s.r.o.: Oficiální distributor finských stavebních materiálů v ČR* [online]. [cit. 3. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.prokom.cz/tepelne-upravene-drevo-thermowood/>

Normy

ČSN EN 335 (49 0080) *Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva*. Praha: Český normalizační institut, 2013.

ČSN EN 350-2 (49 0081) *Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi - Přirozená trvanlivost rostlého dřeva - Část 2: Přirozená trvanlivost a impregnovatelnost vybraných dřevin důležitých v Evropě*. Praha: Český normalizační institut, 1996.

ČSN EN 927-1 (67 2010) *Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí – Část 1: Klasifikace a volba*. Praha: Český normalizační institut, 2013.

ČSN EN 927-2 (67 2010) *Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy*

pro dřevo ve vnějším prostředí – Část 2: Soubor požadavků. Praha: Český normalizační institut, 2006.

ČSN EN 927-3 (67 2010) *Nátěrové hmoty – Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí – Část 3: Zkouška přirozeným stárnutím.* Praha: Český normalizační institut, 2013

ČSN EN ISO 4628-1 (67 3071) *Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotných změn vzhledu – Část 1: Obecný úvod a systém klasifikace.* Praha: Český normalizační institut, 2004.

Použitý statistický software

StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com

Seznam obrázků

<i>Obr. 1: Neprofilovaná prkna (Hrapková a kol., 2012)</i>	15
<i>Obr. 2: Klimatizace vzorků po natření v sídle firmy Adler v Brně (zdroj: vlastní)</i>	41
<i>Obr. 3: Smrkové dřevo (dostupné z: www.exoticke-drevo.eu)</i>	46
<i>Obr. 4: Modřínové dřevo (dostupné z: http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html)</i>	46
<i>Obr. 5: Použité nátěrové hmoty: tenkovrstvá lazura a olej (dostupné z: lakyadler.cz)</i>	47
<i>Obr. 6: Vzorky na expozičních stojanech v areálu Mendelovy univerzity (zdroj: vlastní)</i>	48
<i>Obr. 7: Znázornění principu měření (dostupné z: http://www.labequip.com/byk-gardner-spectroguide-450-gloss-portable-colorimeter.html)</i>	50
<i>Obr. 8: Porovnání lesku nátěru ve směru vláken u obou dřevin před zahájením expozice</i>	56
<i>Obr. 9: Porovnání lesku nátěru napříč vlákny u dřevin před zahájením expozice</i>	56
<i>Obr. 11: Porovnání lesku jednotlivých nátěrových filmů napříč vlákny před expozicí u smrku</i>	57
<i>Obr. 10: Porovnání lesku podél vláken u jednotlivých nátěrových filmů před zahájením expozice u smrku</i>	57
<i>Obr. 12: Měření lesku podél vláken u smrkových vzorků v průběhu expozice</i>	60
<i>Obr. 13: Měření lesku kolmo k vláknům u smrkových vzorků v průběhu expozice</i>	60
<i>Obr. 14: Porovnání lesku podél vláken u nátěrových hmot na modřínu</i>	61
<i>Obr. 15: porovnání lesku kolmo k vláknům u nátěrových hmot na modřínu</i>	61

<i>Obr. 16: Měření lesku podél vláken u modřínových vzorků v průběhu expozice</i>	64
<i>Obr. 17: Měření lesku kolmo k vláknům u modřínových vzorků v průběhu expozice</i>	64
<i>Obr. 18: Celková barevná změna vzorků jednotlivých nátěrových hmot za celkovou dobu expozice</i>	66
<i>Obr. 19: Graf zobrazující změny barvy vzorků zkoumaných nátěrových hmot mezi jednotlivými měřeními</i>	66
<i>Obr. 20: Porovnání tvrdosti smrku a modřínu - měření podél vláken, před expozicí</i>	71
<i>Obr. 21: Porovnání tvrdosti smrku a modřínu - měření kolmo k vláknům, před expozicí</i>	71
<i>Obr. 22: Porovnání tvrdosti kolmo k vláknům - nátěrové hmoty na smrku</i>	72
<i>Obr. 23: Porovnání tvrdosti kolmo k vláknům - nátěrové hmoty na modřínu</i>	72
<i>Obr. 24: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro smrk + lazuru lärche, v kolmém i podélném směru</i>	73
<i>Obr. 25: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro smrk + lazuru eiche, v kolmém i podélném směru</i>	73
<i>Obr. 26: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro smrk + olej farblos, v kolmém i podélném směru</i>	74
<i>Obr. 27: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro smrk + olej lärche, v kolmém i podélném směru</i>	74
<i>Obr. 28: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro modřín + lazuru lärche, v kolmém i podélném směru</i>	75
<i>Obr. 29: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro modřín + lazuru eiche, v kolmém i podélném směru</i>	75
<i>Obr. 30: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro modřín + olej farblos, v kolmém i podélném směru</i>	76
<i>Obr. 31: Krabicový graf zobrazující naměřené hodnoty tvrdosti při jednotlivých měřeních v průběhu expozice pro modřín + olej lärche, v kolmém i podélném směru</i>	76
<i>Obr. 32: Grafický výstup analýzy rozptylu – smrk, měření kolmo k vláknům v průběhu zkoušky venkovním zvětráváním</i>	77
<i>Obr. 33: Grafický výstup analýzy rozptylu – modřín, měření kolmo k vláknům v průběhu zkoušky venkovním zvětráváním</i>	77

Seznam tabulek

<i>Tab. 1: Průměrné tloušťky suchého nátěrového filmu</i>	53
<i>Tab. 2: Viditelné změny na smrkových vzorcích po ukončení expozice</i>	54
<i>Tab. 3: Viditelné změny na modřínových vzorcích po ukončení expozice</i>	55
<i>Tab. 4: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; smrk + lazura lärche</i>	58

<i>Tab. 5: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; smrk + lazura lärche</i>	58
<i>Tab. 6: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; smrk + lazura eiche</i>	58
<i>Tab. 7: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; smrk + lazura eiche</i>	58
<i>Tab. 8: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; smrk + olej farblos</i>	59
<i>Tab. 9: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; smrk + olej farblos</i>	59
<i>Tab. 10: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; smrk + olej lärche</i>	59
<i>Tab. 11: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; smrk + olej lärche</i>	59
<i>Tab. 12: Porovnání lesku kolmo k vláknům u modřínových vzorků</i>	61
<i>Tab. 13: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; modřín + lazura lärche</i>	62
<i>Tab. 14: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; modřín + lazura lärche</i>	62
<i>Tab. 15: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; modřín + lazura eiche</i>	62
<i>Tab. 16: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; modřín + lazura eiche</i>	62
<i>Tab. 17: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; modřín + olej farblos</i>	63
<i>Tab. 18: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; modřín + olej farblos</i>	63
<i>Tab. 19: Porovnání výsledků měření lesku podél vláken; modřín + olej lärche</i>	63
<i>Tab. 20: Porovnání výsledků měření lesku kolmo k vláknům; modřín + olej lärche</i>	63
<i>Tab. 21: Porovnání výsledků barevných změn v průběhu expozice na smrkových vzorcích</i>	67
<i>Tab. 22: Porovnání výsledků barevných změn v průběhu expozice na modřínových vzorcích</i>	68
<i>Tab. 23: Základní statistické vyhodnocení tvrdosti smrkových vzorků napříč a podél vláken</i>	69
<i>Tab. 24: Statistické vyhodnocení tvrdosti modřínových vzorků napříč a podél vláken</i>	70

Seznam příloh

<i>Příloha 1</i>	91
<i>Příloha 2</i>	115

Příloha 1

Tabulka 1: Měření tloušťky nánosu před expozicí

Tloušťka nánosu			SMRK			MODŘÍN		
			μm			μm		
Lazura	Lärche	1	34	38	34	27	30	37
		2	37	30	36	28	37	30
		3	36	41	33	50	30	43
		4	34	36	39	53	37	37
	Eiche	1	34	36	33	34	36	30
		2	27	36	35	27	29	32
		3	30	29	36	34	29	28
		4	38	39	34	27	29	33
Olej	Farblos	1	39	36	40	30	28	26
		2	43	41	38	27	28	30
		3	33	40	39	28	28	29
		4	36	40	39	27	28	27
	Lärche	1	35	38	36	50	36	41
		2	38	34	37	38	29	31
		3	39	35	38	26	29	27
		4	39	38	38	29	34	35

Tabulka 2: Měření lesku před expozicí (květen)

Lesk 60°			SMRK [GU]						MODŘÍN [GU]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	4,7	8,2	3,8	5,4	7,2	4,6	11,9	5,3	4,2	7,6	6,8	5,0
		2	6,8	7,5	4,6	6,6	5,8	7,5	4,4	9,5	5,5	5,7	6,5	5,5
		3	5,4	8,9	6,8	8,0	6,2	5,3	10,6	10,3	5,8	6,8	9,5	8,7
		4	9,8	10,6	8,2	7,2	8,1	6,3	5,3	12,1	5,8	8,0	6,0	8,2
	Eiche	1	14,5	7,2	13,8	12,3	8,6	8,2	4,4	13,1	3,5	10,1	13,4	9,6
		2	6,8	3,5	8,2	5,5	8,3	5,5	18,5	9,9	17,7	13,7	10,9	9,5
		3	7,1	9,5	8,5	7,5	6,9	8,2	10,8	14,1	12,7	11,6	11,1	10,0
		4	4,0	4,5	3,8	4,8	4,1	4,7	7,3	16,4	5,1	9,0	11,6	11,7
Olej	Farblos	1	6,5	9,8	6,4	9,1	6,7	5,5	5,5	6,4	6,4	9,1	7,6	5,7
		2	6,2	9,5	11,5	6,8	8,2	7,2	8,1	7,8	15,0	7,1	6,7	5,5
		3	7,0	9,5	7,8	6,8	6,0	6,9	9,4	6,8	7,5	5,6	4,8	4,7
		4	7,0	7,7	10,1	7,2	7,5	6,8	21,9	10,8	18,6	9,4	11,5	10,8
	Lärche	1	5,5	4,8	6,9	4,7	5,8	6,7	10,5	10,6	6,7	12,0	6,8	6,0
		2	8,7	7,3	9,3	10,3	5,5	8,6	8,0	7,9	7,3	7,7	5,1	5,4
		3	7,2	7,5	9,8	6,5	7,6	10,0	4,9	6,8	7,0	6,8	6,4	5,6
		4	6,0	5,3	6,4	7,9	9,2	7,3	11,4	8,4	9,1	8,3	7,4	7,5

Tabulka 3: Měření lesku v průběhu expozice (srpen)

Lesk 60°			SMRK [GU]						MODŘÍN [GU]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	3,1	2,5	2,4	2,8	3,1	2,7	4,0	3,8	2,3	2,8	3,8	2,7
		2	2,5	3,7	3,2	3,1	2,9	3,2	5,1	2,8	3,6	2,7	2,8	3,2
		3	2,7	2,8	3,8	2,4	3,1	3,3	4,1	4,8	4,0	3,1	2,5	3,0
		4	3,1	5,2	3,2	4,2	4,0	3,1	3,1	2,6	3,5	2,7	3,1	3,1
	Eiche	1	4,7	4,5	3,6	4,5	2,8	3,2	3,2	6,2	3,8	5,3	4,8	4,3
		2	3,2	3,4	3,5	3,9	3,5	3,2	4,8	4,1	5,3	4,1	4,0	4,3
		3	3,5	3,8	3,7	3,5	3,2	3,7	6,3	4,5	5,2	4,4	5,1	5,2
		4	2,5	2,7	2,4	2,4	2,2	2,4	3,2	5,1	5,9	3,4	4,3	3,9
Olej	Farblos	1	4,7	4,3	4,8	5,0	4,6	3,6	3,8	4,4	4,4	3,3	3,4	3,7
		2	5,5	4,7	4,9	4,3	4,1	3,8	4,4	4,8	3,9	3,7	3,9	4,1
		3	4,3	5,4	4,3	4,5	4,5	4,0	5,4	5,6	4,9	4,6	4,0	5,6
		4	5,0	4,4	4,4	4,5	4,4	3,4	4,6	4,0	4,3	3,3	3,1	4,0
	Lärche	1	3,5	4,3	3,2	4,1	2,5	3,2	2,8	4,7	3,8	4,4	4,2	3,4
		2	3,5	3,5	4,1	3,2	2,3	3,5	4,3	5,8	4,2	3,2	2,7	3,0
		3	4,1	4,5	4,9	4,1	3,8	4,9	4,0	3,7	3,6	3,7	3,5	3,7
		4	3,2	3,4	3,5	4,4	4,5	3,2	4,1	5,3	4,1	4,7	4,5	4,8

Tabulka 4: Měření v průběhu expozice (listopad)

Lesk 60°			SMRK [GU]						MODŘÍN [GU]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	2,7	3,2	2,1	2,8	2,8	2,1	3,2	3,5	3,3	2,5	3,3	3,2
		2	2,2	3,2	2,4	3,1	2,5	2,8	2,5	4,9	3,3	2,9	3,0	2,9
		3	3,1	2,6	3,5	2,0	3,1	2,8	4,1	5,4	3,3	3,1	3,0	2,3
		4	2,9	4,4	5,2	3,2	3,2	2,8	2,8	3,3	3,5	3,2	3,6	3,0
	Eiche	1	4,3	3,5	3,2	3,8	3,1	2,9	2,2	3,8	5,4	4,5	4,4	5,7
		2	3,5	2,7	3,0	3,1	2,9	2,5	4,4	3,6	5,3	3,5	3,1	3,1
		3	3,2	3,4	4,0	2,9	3,1	3,4	2,9	4,5	5,9	3,8	3,5	3,6
		4	2,7	2,4	2,5	2,2	1,9	2,1	3,4	3,7	4,3	4,1	3,7	3,9
Olej	Farblos	1	4,1	4,4	3,8	4,4	3,2	3,2	3,7	3,7	4,0	3,2	3,2	3,0
		2	4,2	4,8	4,6	4,0	3,8	3,8	4,1	4,1	4,5	3,5	3,5	3,0
		3	3,8	4,1	4,7	3,8	3,6	3,9	4,5	5,5	5,2	5,0	4,4	3,6
		4	4,6	6,2	3,5	3,9	3,4	3,4	4,5	3,5	3,9	3,2	3,2	3,7
	Lärche	1	4,4	4,1	3,1	3,4	3,3	3,7	5,5	4,8	4,4	4,4	4,1	3,1
		2	3,5	2,4	4,2	3,6	2,1	2,7	4,1	5,8	3,6	3,1	2,8	3,5
		3	3,6	4,3	4,0	4,5	3,4	4,3	3,4	3,5	3,2	4,1	3,1	3,3
		4	3,2	4,2	3,2	3,9	3,6	3,4	3,2	4,4	4,1	4,1	4,2	4,0

Tabulka 5: Měření lesku v průběhu expozice (únor)

Lesk 60°			SMRK [GU]						MODŘÍN [GU]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	3,1	2,8	2,1	2,8	2,9	2,1	2,5	3,1	3,2	2,6	3,3	4,3
		2	3,2	3,4	3,2	2,7	3,2	3,4	5,3	3,1	2,8	2,9	3,2	2,8
		3	2,9	3,4	3,8	2,2	3,4	3,0	2,7	4,5	3,2	2,9	2,9	2,5
		4	3,3	3,4	5,6	2,6	3,6	3,7	2,9	3,3	4,2	3,4	3,1	3,1
	Eiche	1	5,0	2,8	3,5	4,1	2,8	2,9	3,2	3,8	4,4	4,2	4,5	5,8
		2	4,1	3,7	2,1	2,7	3,5	2,7	3,3	4,1	6,0	3,9	4,1	4,4
		3	3,2	4,1	3,8	3,2	2,6	3,4	4,2	3,9	5,3	3,9	4,4	4,1
		4	2,9	2,2	2,3	2,1	2,1	1,9	4,5	2,6	6,5	4,4	3,3	3,2
Olej	Farblos	1	3,3	4,7	3,5	5,1	3,4	3,2	4,2	4,4	3,2	3,2	3,4	3,5
		2	3,9	4,9	4,3	4,4	3,9	4,3	4,5	5,5	4,1	3,8	3,5	3,2
		3	3,7	4,6	4,7	4,2	3,8	4,3	5,3	6,5	4,6	5,1	4,4	3,6
		4	4,9	4,1	5,5	3,3	3,6	3,2	4,7	4,1	2,5	3,4	3,2	3,9
	Lärche	1	3,3	3,8	3,1	3,2	3,1	3,5	3,2	3,4	4,6	5,0	4,4	3,5
		2	4,4	3,8	4,4	2,9	2,6	2,7	5,2	3,2	4,1	3,3	2,5	2,9
		3	4,2	4,5	4,4	3,9	4,4	4,4	3,2	3,3	4,4	4,4	3,3	2,9
		4	3,5	2,9	3,3	4,3	4,5	3,2	4,1	4,4	3,6	4,9	3,8	3,6

Tabulka 6: Měření lesku po ukončení expozice (duben)

Lesk 60°			SMRK [GU]						MODŘÍN [GU]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	3,1	3,7	2,1	2,4	2,6	1,9	1,6	3,7	3,2	3,2	2,9	2,5
		2	2,9	3,2	2,6	2,9	3,5	2,7	4,6	2,8	3,2	2,8	3,3	2,5
		3	3,4	4,1	2,7	3,2	2,8	2,8	2,1	3,4	3,5	3,2	3,1	2,5
		4	3,4	5,1	3,2	3,5	3,5	3,0	3,2	3,7	2,5	3,2	2,9	3,4
	Eiche	1	3,7	3,0	2,3	3,9	3,4	2,9	3,2	6,9	4,4	4,3	5,1	5,3
		2	2,2	3,5	3,5	2,4	3,3	2,6	5,2	4,0	4,3	4,8	3,5	4,1
		3	3,9	4,1	3,5	3,4	3,3	3,2	2,4	3,6	6,8	4,4	4,4	4,1
		4	3,4	2,2	2,1	1,9	1,7	2,1	5,4	4,2	4,1	3,8	3,3	3,2
Olej	Farblos	1	4,0	4,2	3,7	5,5	4,8	3,2	4,3	3,8	3,9	3,2	3,5	3,4
		2	4,3	5,2	5,0	4,3	4,3	4,2	4,4	4,1	4,8	3,8	3,5	4,0
		3	4,1	5,0	4,8	4,0	4,0	4,4	5,4	5,5	5,3	5,4	4,5	5,1
		4	3,2	3,5	5,2	4,1	3,5	3,1	4,6	4,1	3,1	3,0	3,4	3,7
	Lärche	1	3,2	2,7	4,4	3,7	3,7	3,9	2,9	4,8	3,6	4,5	4,0	3,7
		2	3,6	4,3	3,0	2,0	1,7	2,2	4,3	3,2	5,8	3,1	2,4	2,8
		3	4,2	4,3	4,1	4,2	4,6	4,4	3,4	4,2	3,8	4,4	3,1	3,7
		4	3,7	4,4	4,0	5,2	4,7	3,2	4,2	4,3	4,0	4,4	4,3	3,9

Tabulka 7: Měření po ukončení expozice a po očištění vzorků

Lesk 60°			SMRK [GU]						MODŘÍN [GU]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	3,4	3,3	2,9	2,8	3,0	2,7	2,7	5,5	3,9	4,4	4,1	3,2
		2	3,9	4,5	3,7	3,5	3,2	3,7	5,9	3,2	3,7	3,4	3,4	3,2
		3	3,1	3,4	4,4	3,8	3,3	3,7	3,4	3,2	4,8	3,6	3,4	2,8
		4	3,7	4,1	5,4	3,7	4,0	4,1	3,9	3,7	3,5	3,2	3,3	3,2
	Eiche	1	5,3	7,0	3,4	4,5	3,9	4,6	3,8	4,7	4,5	4,8	4,4	3,8
		2	3,7	4,4	3,3	3,4	3,6	3,9	4,0	5,0	5,9	5,4	4,4	5,4
		3	4,4	4,2	4,8	3,7	3,0	3,8	5,4	5,5	6,2	4,8	4,1	5,1
		4	3,8	3,3	2,7	2,9	2,7	2,5	4,6	4,0	6,8	4,2	4,3	6,3
Olej	Farblos	1	4,4	4,3	4,9	6,0	4,4	5,1	4,6	3,9	4,8	3,4	4,2	4,3
		2	6,8	6,2	6,4	5,7	5,2	4,6	5,3	4,8	4,2	4,4	4,0	3,9
		3	5,4	6,0	4,9	4,6	4,9	4,5	7,5	7,7	5,5	6,2	4,7	5,1
		4	4,5	5,1	5,1	4,1	3,2	3,8	4,7	4,4	3,5	3,7	3,8	4,3
	Lärche	1	4,6	5,1	4,1	4,8	4,1	3,9	7,1	4,1	4,6	4,2	3,8	4,5
		2	3,7	4,1	4,1	3,7	2,9	3,2	5,2	7,8	5,6	4,7	4,4	4,1
		3	4,1	5,5	4,9	5,1	4,6	4,4	4,0	4,3	6,9	4,4	3,6	4,4
		4	3,7	4,0	3,7	3,8	3,9	4,0	4,4	6,0	5,3	5,3	5,5	4,6

Tabulka 8: Referenční vzorky - měření v době ukončení expozice

Lesk 60°		SM - podél			SM - napříč			MD - podél			MD - napříč		
Lazura	Lärche	10,1	7,2	5,1	6,6	5,9	6,0	12,1	8,0	7,0	6,7	5,5	5,3
	Eiche	5,0	9,6	7,3	8,2	6,7	8,2	11,3	14,9	10,6	12,8	9,7	9,2
Olej	Farblos	8,7	7,5	11,0	8,8	7,5	6,6	7,0	6,6	7,7	6,7	5,4	5,9
	Lärche	5,2	11,8	8,2	5,8	6,7	6,8	13,3	10,5	9,1	8,7	8,4	7,5

Tabulka 9: Měření tvrdosti před expozicí (květen)

Měření před expozicí			SMRK [μm]						MODŘÍN [μm]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	38	25	86	35	33	35	75	69	67	10	9	13
		2	59	43	20	32	43	19	22	60	13	11	29	14
		3	99	57	40	21	33	26	48	11	45	26	15	11
		4	29	26	45	25	48	18	10	55	51	10	25	25
	Eiche	1	75	31	42	24	22	22	14	35	30	17	10	10
		2	42	61	92	45	28	18	56	11	16	19	22	10
		3	80	20	83	28	21	33	18	33	23	21	46	12
		4	46	108	76	20	24	33	67	16	20	11	9	16
Olej	Farblos	1	81	23	73	13	27	23	18	75	13	19	18	15
		2	88	86	64	41	30	23	15	94	56	31	26	39
		3	37	79	87	47	17	52	15	73	14	27	33	31
		4	17	28	40	56	24	17	34	22	11	12	33	18
	Lärche	1	62	92	59	37	22	21	49	74	62	21	33	14
		2	74	81	30	30	40	35	29	73	78	19	11	26
		3	30	30	87	28	37	29	27	19	69	34	11	25
		4	104	102	32	28	53	41	13	24	71	15	31	16

Tabulka 10: Měření tvrdosti v průběhu expozice (srpen)

Měření srpen			SMRK [μm]						MODŘÍN [μm]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	37	101	62	52	43	31	95	89	81	13	11	18
		2	116	56	76	37	29	34	95	15	81	20	10	35
		3	46	133	101	28	40	54	69	88	19	13	11	39
		4	22	98	65	28	31	43	11	66	76	30	37	37
	Eiche	1	111	125	42	60	51	58	44	33	14	37	17	18
		2	25	96	43	23	19	19	22	14	11	11	40	39
		3	29	99	98	34	31	51	19	40	77	15	40	18
		4	53	36	29	32	44	32	81	14	81	15	13	29
Olej	Farblos	1	114	39	119	42	22	27	136	122	81	31	33	20
		2	51	34	116	24	29	25	110	39	103	29	26	38
		3	62	80	117	26	57	40	15	23	19	26	48	23
		4	131	56	157	28	72	45	103	32	51	51	28	39
	Lärche	1	115	120	62	50	37	25	73	87	18	55	45	38
		2	51	52	98	39	40	49	20	103	29	30	32	33
		3	62	63	112	33	37	24	115	104	95	18	22	13
		4	131	79	91	19	24	23	105	88	85	16	24	15

Tabulka 11: Měření tvrdosti v průběhu expozice (listopad)

Měření listopad			SMRK [μm]						MODŘÍN [μm]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	93	86	89	21	45	28	77	18	95	17	14	17
		2	30	87	27	34	34	22	21	83	67	31	39	40
		3	61	51	57	26	35	33	19	52	91	15	20	27
		4	87	90	75	23	59	48	22	31	59	15	18	41
	Eiche	1	75	59	27	31	20	21	18	22	39	13	23	19
		2	53	46	47	21	44	23	63	59	38	12	31	20
		3	78	33	89	22	25	22	66	20	74	50	17	31
		4	111	68	36	42	22	28	31	23	92	15	32	24
Olej	Farblos	1	120	109	81	20	30	33	95	91	27	42	43	24
		2	25	42	32	19	28	32	86	17	70	39	27	19
		3	63	38	124	26	21	63	25	15	19	23	34	38
		4	19	64	109	23	19	30	111	117	22	45	62	31
	Lärche	1	101	100	109	56	44	24	95	54	19	13	14	15
		2	70	58	51	43	35	48	102	18	24	23	31	35
		3	72	96	90	39	45	32	96	40	80	43	68	46
		4	26	70	34	25	58	34	133	120	116	58	18	43

Tabulka 12: měření v průběhu expozice (únor)

Měření únor			SMRK [μm]						MODŘÍN [μm]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	92	99	34	37	38	44	96	84	78	13	14	40
		2	117	48	95	40	46	29	68	20	29	78	36	13
		3	26	91	62	20	17	45	24	37	15	11	36	19
		4	80	60	71	32	56	28	16	51	13	14	38	48
	Eiche	1	115	102	70	45	90	41	30	17	35	18	16	23
		2	35	104	45	23	53	43	28	14	54	15	17	29
		3	103	47	56	37	40	28	59	13	18	13	40	36
		4	99	36	43	34	33	26	18	94	42	12	41	13
Olej	Farblos	1	118	107	65	28	28	48	96	22	95	58	19	21
		2	57	72	64	29	35	33	101	34	81	15	31	24
		3	41	55	110	44	28	55	23	81	64	25	49	30
		4	133	101	52	42	38	23	106	101	28	22	47	66
	Lärche	1	63	30	91	47	26	29	78	101	18	32	24	14
		2	86	79	88	28	33	41	30	55	94	42	23	28
		3	103	89	113	32	33	37	88	23	84	48	17	15
		4	46	108	52	62	24	48	21	93	30	35	27	28

Tabulka 13: Měření po ukončení expozice (duben)

Měření po ukončení expozice			SMRK [μm]						MODŘÍN [μm]					
			podél vláken			kolmo k vláknům			podél vláken			kolmo k vláknům		
Lazura	Lärche	1	120	21	28	44	38	42	83	18	16	13	36	17
		2	36	73	26	30	36	25	12	86	77	18	11	40
		3	44	53	87	26	30	25	16	70	60	22	54	41
		4	51	28	50	34	60	31	11	85	33	10	36	10
	Eiche	1	124	68	24	34	46	32	20	13	68	47	9	27
		2	49	20	23	29	37	38	10	35	82	14	10	10
		3	31	114	105	24	40	28	26	87	20	9	16	15
		4	101	49	85	40	39	36	34	70	28	15	53	52
Olej	Farblos	1	85	137	113	26	27	56	28	99	95	20	19	50
		2	152	149	47	33	33	29	107	120	90	31	32	42
		3	82	124	27	30	31	65	22	20	43	25	29	15
		4	115	128	29	24	34	87	110	81	118	31	31	26
	Lärche	1	35	148	81	22	37	34	14	30	86	44	41	33
		2	85	34	49	41	32	36	30	101	16	17	35	56
		3	44	35	36	48	40	33	31	32	103	15	18	66
		4	36	61	27	41	37	40	68	16	105	105	25	37

Tabulka 14: Měření barvy - Lazura Lärche na smrku (1/2)

	vzorek	Měření 15.5.2014			Měření 19.8.2014								Měření 19. 1			
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	
Lazura - Lärche	1	S_001	56,60	18,63	47,34	47,22	19,20	33,44	-9,38	0,57	-13,90	16,78	45,83	17,76	30,06	-1,3
		S_002	53,04	16,42	42,59	47,63	18,09	34,52	-5,41	1,67	-8,07	9,858	46,65	17,97	32,41	-0,9
		S_003	53,72	19,20	49,18	47,09	18,70	32,37	-6,63	-0,50	-16,81	18,08	46,42	18,71	32,22	-0,6
		S_004	54,21	19,85	45,08	47,24	18,38	33,26	-6,97	-1,47	-11,82	13,8	46,08	17,85	30,68	-1,1
		S_005	54,27	18,31	41,88	46,66	19,00	34,05	-7,61	0,69	-7,83	10,94	45,74	18,69	31,38	-0,9
	2	S_006	54,41	18,59	47,36	47,91	18,46	33,73	-6,50	-0,13	-13,63	15,1	46,67	18,26	31,94	-1,2
		S_007	52,03	17,81	44,61	47,69	19,45	36,38	-4,34	1,64	-8,23	9,448	46,26	19,38	33,65	-1,4
		S_008	53,13	19,94	50,20	47,15	18,23	33,39	-5,98	-1,71	-16,81	17,92	45,50	17,65	30,64	-1,6
		S_009	51,79	18,76	46,64	46,82	19,44	35,16	-4,97	0,68	-11,48	12,53	47,09	19,67	35,01	0,2
		S_010	52,94	20,49	48,26	47,34	18,77	35,76	-5,60	-1,72	-12,50	13,8	47,43	19,17	35,33	0,0
	3	S_011	51,06	21,44	47,00	46,16	19,52	33,06	-4,90	-1,92	-13,94	14,9	45,43	19,71	31,73	-0,7
		S_012	49,77	18,44	45,61	47,38	19,41	34,63	-2,39	0,97	-10,98	11,28	46,13	18,96	32,06	-1,2
		S_013	51,99	20,99	48,79	46,56	19,65	34,50	-5,43	-1,34	-14,29	15,35	46,69	20,13	34,89	0,1
		S_014	50,70	18,34	41,64	47,51	19,48	35,79	-3,19	1,14	-5,85	6,76	47,29	19,45	34,87	-0,2
		S_015	52,97	19,73	44,16	47,23	19,55	35,47	-5,74	-0,18	-8,69	10,42	46,92	19,75	35,05	-0,3
	4	S_016	53,69	20,32	51,59	44,52	19,53	32,16	-9,17	-0,79	-19,43	21,5	45,15	19,88	33,25	0,6
		S_017	47,17	19,67	41,56	46,35	19,15	34,98	-0,82	-0,52	-6,58	6,651	44,95	18,42	31,68	-1,4
		S_018	55,10	20,00	55,42	47,47	20,70	40,39	-7,63	0,70	-15,03	16,87	43,93	18,27	28,60	-3,5
		S_019	52,90	18,68	46,04	45,70	19,08	33,67	-7,20	0,40	-12,37	14,32	43,91	17,82	30,08	-1,7
		S_020	51,59	20,52	44,05	47,32	20,47	39,66	-4,27	-0,05	-4,39	6,124	44,52	19,23	32,10	-2,8

Tabulka 15: Měření barvy - Lazura Lärche na smrku (2/2)

Měření 17.2.2015							Měření 9.4.2015 (po expozici)					
L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
43,50	18,07	30,69	-2,33	0,31	0,63	2,433	45,68	17,35	31,24	2,18	-0,72	0,55
46,15	17,75	32,13	-0,50	-0,22	-0,28	0,614	46,42	17,82	32,75	0,27	0,07	0,62
46,09	18,85	32,87	-0,33	0,14	0,65	0,742	44,96	16,56	29,14	-1,13	-2,29	-3,73
45,85	17,40	30,61	-0,23	-0,45	-0,07	0,51	46,80	19,16	35,00	0,95	1,76	4,39
43,82	16,96	28,54	-1,92	-1,73	-2,84	3,84	44,77	17,73	29,30	0,95	0,77	0,76
47,05	18,69	34,11	0,38	0,43	2,17	2,245	45,95	17,46	30,82	-1,10	-1,23	-3,29
46,11	17,59	31,90	-0,15	-1,79	-1,75	2,508	46,62	19,18	34,61	0,51	1,59	2,71
46,05	19,07	34,78	0,55	1,42	4,14	4,411	45,53	17,65	32,01	-0,52	-1,42	-2,77
46,61	18,04	33,14	-0,48	-1,63	-1,87	2,527	45,67	19,05	33,45	-0,94	1,01	0,31
45,11	18,55	32,07	-2,32	-0,62	-3,26	4,049	45,54	17,81	32,07	0,43	-0,74	0,00
44,87	19,28	31,41	-0,56	-0,43	-0,32	0,775	44,55	18,51	31,63	-0,32	-0,77	0,22
46,11	18,78	33,01	-0,02	-0,18	0,95	0,967	46,46	19,24	34,53	0,35	0,46	1,52
46,53	19,01	33,31	-0,16	-1,12	-1,58	1,943	46,06	17,94	31,68	-0,47	-1,07	-1,63
46,38	18,48	33,40	-0,91	-0,97	-1,47	1,982	44,77	18,55	29,83	-1,61	0,07	-3,57
45,49	18,84	32,63	-1,43	-0,91	-2,42	2,955	43,92	18,71	32,39	-1,57	-0,13	-0,24
44,89	20,06	35,50	-0,26	0,18	2,25	2,272	46,83	20,34	39,74	1,94	0,28	4,24
44,30	18,70	31,35	-0,65	0,28	-0,33	0,781	45,07	18,68	33,01	0,77	-0,02	1,66
43,83	19,25	33,54	-0,10	0,98	4,94	5,037	44,27	18,77	31,46	0,44	-0,48	-2,08
45,73	18,60	32,18	1,82	0,78	2,10	2,886	44,75	19,31	34,21	-0,98	0,71	2,03
44,44	18,62	30,75	-0,08	-0,61	-1,35	1,484	44,90	17,90	30,26	0,46	-0,72	-0,49

Tabulka 16: Měření barvy, lazura Eiche na smrku (1/2)

	vzorek	Měření 15.5.2014			Měření 19.8.2014							
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
Lazura – Eiche, SMRK	1	S_021	56,81	17,54	52,23	48,98	18,32	39,64	-7,83	0,78	-12,59	14,9
		S_022	52,61	15,07	45,49	48,18	16,92	36,82	-4,43	1,85	-8,67	9,9
		S_023	56,18	17,86	46,15	48,79	17,35	34,23	-7,39	-0,51	-11,92	14,9
		S_024	51,97	15,73	44,35	47,67	16,85	34,68	-4,30	1,12	-9,67	10,9
		S_025	57,68	17,24	48,83	48,39	17,66	34,92	-9,29	0,42	-13,91	16,9
	2	S_026	54,04	15,63	46,76	50,27	17,82	38,93	-3,77	2,19	-7,83	8,9
		S_027	56,70	16,27	48,10	50,74	17,31	39,76	-5,96	1,04	-8,34	10,9
		S_028	55,30	14,88	45,54	49,54	17,70	37,25	-5,76	2,82	-8,29	10,9
		S_029	56,53	17,12	48,83	49,55	16,73	37,50	-6,98	-0,39	-11,33	13,9
		S_030	53,37	15,76	42,71	50,10	17,46	37,38	-3,27	1,70	-5,33	6,9
	3	S_031	56,50	16,82	50,72	48,84	17,65	37,16	-7,66	0,83	-13,56	15,9
		S_032	56,32	17,07	50,50	49,04	17,82	37,15	-7,28	0,75	-13,35	15,9
		S_033	56,35	16,79	49,94	48,52	17,45	35,64	-7,83	0,66	-14,30	16,9
		S_034	55,63	17,35	50,16	48,37	17,99	37,51	-7,26	0,64	-12,65	14,9
		S_035	54,77	16,62	49,45	48,40	17,76	36,28	-6,37	1,14	-13,17	14,9
	4	S_036	55,17	16,61	45,59	48,09	17,27	34,20	-7,08	0,66	-11,39	13,9
		S_037	53,33	16,40	42,84	47,15	17,27	33,86	-6,18	0,87	-8,98	10,9
		S_038	56,80	16,24	46,43	47,76	16,94	33,97	-9,04	0,70	-12,46	15,9
		S_039	56,13	16,52	46,17	49,07	17,21	36,07	-7,06	0,69	-10,10	12,9
		S_040	56,09	16,36	46,24	48,29	17,25	35,45	-7,80	0,89	-10,79	13,9

Tabulka 17: Měření barvy, lazura Eiche na smrku (2/2)

Měření 17. 2. 2015							Měření 9.4.2015 (po expozici)					
L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
47,90	17,04	37,22	-0,45	-0,59	1,33	1,523	48,07	16,44	36,76	0,17	-0,60	-0,46
48,74	17,30	36,60	1,14	0,22	1,25	1,706	49,19	16,91	37,21	0,45	-0,39	0,61
46,50	16,87	32,76	-1,17	-0,31	0,23	1,232	48,22	17,03	34,78	1,72	0,16	2,02
47,17	17,26	33,61	-0,13	0,47	-0,16	0,513	46,83	16,01	33,46	-0,34	-1,25	-0,15
47,72	17,03	34,48	0,23	-0,65	0,57	0,895	46,65	15,82	31,89	-1,07	-1,21	-2,59
48,57	17,12	35,84	-0,62	-0,80	-0,70	1,231	48,12	17,15	35,17	-0,45	0,03	-0,67
46,10	15,46	30,77	-2,65	-1,68	-4,83	5,76	48,91	15,90	34,95	2,81	0,44	4,18
48,26	17,60	36,48	-0,32	0,00	1,07	1,117	48,02	16,27	34,64	-0,24	-1,33	-1,84
45,11	14,82	29,11	-0,98	-0,91	-1,53	2,032	48,49	16,10	35,29	3,38	1,28	6,18
47,37	15,95	32,56	-0,87	-1,25	-1,62	2,223	48,65	15,30	33,75	1,28	-0,65	1,19
48,25	17,62	37,14	-0,73	-0,30	-0,72	1,068	47,22	17,71	35,09	-1,03	0,09	-2,05
47,26	17,12	34,18	-0,62	-0,51	-0,33	0,868	47,80	17,24	34,55	0,54	0,12	0,37
47,23	17,03	33,84	-1,00	-0,73	-1,52	1,96	47,96	16,55	33,65	0,73	-0,48	-0,19
47,34	17,21	35,01	-0,95	-0,89	-2,02	2,403	48,06	16,75	35,42	0,72	-0,46	0,41
47,83	17,35	35,52	0,36	-0,55	0,77	1,012	48,54	16,67	35,62	0,71	-0,68	0,10
46,30	16,69	32,00	-2,37	-0,98	-3,49	4,331	48,81	16,95	36,46	2,51	0,26	4,46
46,74	16,45	32,89	-1,43	-1,40	-2,86	3,491	45,89	15,59	30,97	-0,85	-0,86	-1,92
45,79	15,74	30,75	-1,57	-1,27	-2,48	3,198	44,88	14,82	28,49	-0,91	-0,92	-2,26
47,39	16,69	34,36	-0,18	-0,69	-0,46	0,849	48,42	16,59	36,22	1,03	-0,10	1,86
46,52	16,29	32,08	-0,77	-0,65	-1,23	1,59	46,18	15,10	31,16	-0,34	-1,19	-0,92

Tabulka 18: Měření barvy, olej farblos na smrku (1/2)

	vzorky	Měření 15. 5. 2014			Měření 19. 8. 2014							
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
Olej – Farblos, SMRK	1	S_041	76,59	6,09	30,70	59,48	16,75	40,32	-17,11	10,66	9,62	22,
		S_042	77,26	5,83	29,29	61,62	14,69	35,54	-15,64	8,86	6,25	19,
		S_043	78,36	5,81	29,10	64,09	12,37	33,88	-14,27	6,56	4,78	16,
		S_044	78,52	5,11	29,31	61,77	13,14	34,06	-16,75	8,03	4,75	19,
		S_045	77,53	5,32	29,17	62,54	12,61	33,80	-14,99	7,29	4,63	17,
	2	S_046	79,29	5,55	30,50	63,71	13,09	36,31	-15,58	7,54	5,81	18,
		S_047	78,11	4,02	28,22	62,29	14,76	36,14	-15,82	10,74	7,92	20,
		S_048	77,69	3,77	28,52	62,66	13,32	35,52	-15,03	9,55	7,00	19,
		S_049	76,40	3,47	28,41	62,78	13,67	36,67	-13,62	10,20	8,26	18,
		S_050	78,04	4,60	29,83	62,33	13,97	35,88	-15,71	9,37	6,05	19,
	3	S_051	75,86	6,51	31,51	58,99	14,43	34,46	-16,87	7,92	2,95	18,
		S_052	71,14	4,09	25,27	62,20	13,00	36,04	-8,94	8,91	10,77	16,
		S_053	76,72	7,06	32,11	61,81	13,66	33,54	-14,91	6,60	1,43	16,
		S_054	72,48	4,63	26,45	60,53	13,46	36,17	-11,95	8,83	9,72	17,
		S_055	78,71	5,77	30,20	56,04	17,26	39,21	-22,67	11,49	9,01	26,
	4	S_056	77,03	5,33	28,11	60,01	14,03	33,85	-17,02	8,70	5,74	19,
		S_057	77,44	5,91	30,48	58,58	13,48	34,44	-18,86	7,57	3,96	20,
		S_058	77,89	5,45	28,82	61,38	14,23	37,24	-16,51	8,78	8,42	20,
		S_059	77,53	5,67	31,82	59,70	13,37	32,97	-17,83	7,70	1,15	19,
		S_060	76,37	5,31	28,77	61,18	15,34	37,93	-15,19	10,03	9,16	20,

Tabulka 19: Měření barvy, olej farblos na smrku (2/2)

Měření 17.2.2015							Měření 9.4.2015 (po expozici)					
L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
61,02	12,55	31,90	0,58	-0,30	0,70	0,957	63,16	10,41	31,49	2,14	-2,14	-0,41
60,21	11,18	27,67	-0,60	-2,54	-6,67	7,162	60,25	11,49	31,26	0,04	0,31	3,59
61,90	12,86	32,87	1,13	0,74	3,11	3,391	58,01	9,46	27,87	-3,89	-3,40	-5,00
58,18	15,68	39,33	-2,96	1,22	2,87	4,3	60,89	12,63	32,82	2,71	-3,05	-6,51
59,50	14,59	36,90	-2,36	0,29	0,28	2,394	59,01	12,78	37,68	-0,49	-1,81	0,78
64,33	11,41	34,08	2,10	-3,13	-2,24	4,385	62,62	12,21	34,58	-1,71	0,80	0,50
63,14	12,60	35,18	2,35	-1,88	-1,30	3,278	62,01	12,80	36,01	-1,13	0,20	0,83
63,81	12,22	36,29	2,01	-2,38	-1,88	3,639	62,70	11,81	35,26	-1,11	-0,41	-1,03
60,84	13,36	35,21	0,94	-1,72	-1,53	2,487	61,65	10,88	35,09	0,81	-2,48	-0,12
61,84	12,16	35,28	1,20	-2,40	-2,02	3,359	61,10	11,85	34,59	-0,74	-0,31	-0,69
60,73	11,80	33,28	1,22	-1,94	-1,39	2,68	60,45	10,99	33,50	-0,28	-0,81	0,22
60,12	12,63	33,74	2,26	-3,54	-4,19	5,933	61,40	10,99	33,48	1,28	-1,64	-0,26
61,63	11,40	34,13	2,61	-1,63	0,14	3,08	60,49	11,64	34,35	-1,14	0,24	0,22
61,66	11,83	33,58	1,15	-1,38	0,23	1,811	61,52	10,39	33,98	-0,14	-1,44	0,40
61,82	11,68	35,78	3,14	-1,68	0,57	3,607	52,69	9,49	25,30	-9,13	-2,19	-10,48
57,69	12,17	30,35	-1,03	-2,29	-4,68	5,311	52,30	8,46	19,82	-5,39	-3,71	-10,53
60,83	11,37	32,13	4,00	-2,47	-0,37	4,716	58,65	13,67	34,49	-2,18	2,30	2,36
62,53	11,10	34,14	4,09	-2,42	2,39	5,319	57,11	9,20	22,23	-5,42	-1,90	-11,91
59,21	9,95	28,38	-0,79	-4,20	-7,60	8,719	60,04	12,56	33,91	0,83	2,61	5,53
59,11	11,15	32,19	2,54	-2,27	1,39	3,679	57,92	13,01	33,76	-1,19	1,86	1,57

Tabulka 20: Měření barvy, olej lärche na smrku (1/2)

	vzorky	Měření 15. 5. 2014			Měření 19. 8. 2014							
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
Olej – Lärche, SMRK	1	S_061	54,47	19,19	45,49	45,41	20,17	35,77	-9,06	0,98	-9,72	13,3
		S_062	51,69	21,41	46,73	46,54	20,66	38,99	-5,15	-0,75	-7,74	9,3
		S_063	51,55	21,14	43,06	45,88	20,00	35,06	-5,67	-1,14	-8,00	9,8
		S_064	52,70	20,83	45,21	43,29	19,84	32,03	-9,41	-0,99	-13,18	16,3
		S_065	53,37	19,57	45,59	45,87	20,25	37,39	-7,50	0,68	-8,20	11,3
	2	S_066	56,39	19,55	50,70	47,71	19,79	39,11	-8,68	0,24	-11,59	14,3
		S_067	57,96	18,58	51,28	46,43	18,90	33,77	-11,53	0,32	-17,51	20,3
		S_068	56,29	18,95	48,23	47,55	19,74	37,87	-8,74	0,79	-10,36	13,3
		S_069	55,62	19,83	48,08	45,46	19,42	34,99	-10,16	-0,41	-13,09	16,3
		S_070	56,30	19,18	48,36	47,56	19,95	37,99	-8,74	0,77	-10,37	13,3
	3	S_071	51,49	21,31	49,37	45,66	19,42	35,63	-5,83	-1,89	-13,74	15,3
		S_072	51,92	21,00	46,73	46,29	20,25	36,06	-5,63	-0,75	-10,67	12,3
		S_073	51,60	21,00	47,77	45,70	20,46	35,91	-5,90	-0,54	-11,86	13,3
		S_074	51,37	21,86	49,77	45,65	20,43	35,86	-5,72	-1,43	-13,91	15,3
		S_075	49,78	21,87	49,19	43,39	20,09	33,81	-6,39	-1,78	-15,38	16,3
	4	S_076	56,95	19,03	49,41	49,07	19,63	39,88	-7,88	0,60	-9,53	12,3
		S_077	56,94	19,55	53,22	46,70	20,19	37,11	-10,24	0,64	-16,11	19,3
		S_078	57,21	18,65	46,23	49,77	20,82	43,24	-7,44	2,17	-2,99	8,3
		S_079	52,08	21,43	43,54	46,61	19,60	35,65	-5,47	-1,83	-7,89	9,7
		S_080	55,69	19,72	48,34	46,80	20,40	37,56	-8,89	0,68	-10,78	13,3

Tabulka 21: Měření barvy, olej lärche na smrku (2/2)

Měření 17. 2. 2015							Měření 9. 4. 2015 (po expozici)					
L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
45,32	20,17	36,02	-0,61	-1,07	-1,60	2,019	44,32	18,89	34,65	-1,00	-1,28	-1,37
46,28	20,33	36,85	3,82	1,66	9,14	10,04	44,92	19,79	34,49	-1,36	-0,54	-2,36
45,16	19,33	33,23	-0,68	-0,89	-1,46	1,84	45,86	20,04	36,26	0,70	0,71	3,03
42,83	18,43	28,80	-0,10	-0,19	0,71	0,742	47,43	19,15	39,38	4,60	0,72	10,58
45,17	19,79	35,73	-0,05	-0,95	-0,48	1,066	45,04	19,54	35,13	-0,13	-0,25	-0,60
45,99	18,88	36,09	-1,09	-0,46	-1,39	1,825	45,46	17,85	35,80	-0,53	-1,03	-0,29
44,97	19,33	32,93	-1,79	-0,65	-4,58	4,96	45,54	18,52	32,38	0,57	-0,81	-0,55
45,43	19,18	33,54	-2,14	-1,04	-4,44	5,037	42,85	16,08	30,08	-2,58	-3,10	-3,46
45,19	19,13	32,29	-2,19	-1,37	-4,84	5,486	46,40	19,02	36,23	1,21	-0,11	3,94
45,43	19,01	33,72	-1,60	-0,63	-2,35	2,912	46,08	17,81	34,12	0,65	-1,20	0,40
45,55	20,66	37,10	-1,30	-0,88	-3,01	3,395	46,57	19,50	34,67	1,02	-1,16	-2,43
44,96	20,35	35,12	-1,45	-0,19	-2,09	2,551	45,48	20,18	36,97	0,52	-0,17	1,85
45,15	20,17	36,18	-0,32	-1,18	-1,99	2,336	43,83	20,18	33,84	-1,32	0,01	-2,34
44,80	20,41	35,63	-0,49	-0,42	0,07	0,649	44,66	19,73	33,23	-0,14	-0,68	-2,40
43,71	20,59	35,54	-0,32	-0,15	0,06	0,358	42,22	19,63	31,51	-1,49	-0,96	-4,03
47,44	18,99	34,93	0,19	-1,07	-0,34	1,139	45,70	19,09	35,50	-1,74	0,10	0,57
45,64	20,46	36,47	-0,71	-0,14	0,30	0,783	47,91	19,91	38,33	2,27	-0,55	1,86
47,55	20,25	37,34	1,93	-0,18	3,24	3,776	46,80	20,02	36,60	-0,75	-0,23	-0,74
46,29	20,21	37,32	-1,47	-0,14	0,29	1,505	45,23	18,85	32,08	-1,06	-1,36	-5,24
43,55	19,00	29,67	-0,49	-1,22	-1,77	2,205	44,58	19,57	32,46	1,03	0,57	2,79

Tabulka 22: Měření barvy, lazura lärche na modřínu (1/2)

	vzorky	Měření 15.5.2014			Měření 19.8.2014							
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
Lazura – Lärche, MODŘÍN	1	S_081	51,31	21,56	46,40	47,05	19,66	35,48	-4,26	-1,90	-10,92	11,
		S_082	50,13	21,81	44,08	40,16	17,69	23,71	-9,97	-4,12	-20,37	23,
		S_083	50,53	21,22	41,21	44,86	20,62	35,01	-5,67	-0,60	-6,20	8,4
		S_084	46,83	21,70	37,70	39,92	18,79	23,25	-6,91	-2,91	-14,45	16,
		S_085	51,48	21,39	44,24	46,24	20,19	34,55	-5,24	-1,20	-9,69	11,
	2	S_086	46,59	24,20	49,55	49,95	22,08	43,97	3,36	-2,12	-5,58	6,
		S_087	50,21	21,13	40,50	47,24	19,59	35,58	-2,97	-1,54	-4,92	5,
		S_088	47,55	23,37	45,72	43,78	21,56	34,47	-3,77	-1,81	-11,25	15,
		S_089	54,67	19,72	49,12	46,96	18,84	35,34	-7,71	-0,88	-13,78	15,
		S_090	45,63	22,41	38,34	43,09	20,90	33,80	-2,54	-1,51	-4,54	5,4
	3	S_091	50,83	22,56	49,90	41,21	19,46	28,42	-9,62	-3,10	-21,48	23,
		S_092	47,75	22,61	43,14	44,24	18,84	29,32	-3,51	-3,77	-13,82	14,
		S_093	49,84	21,24	40,39	39,20	18,07	22,37	-10,64	-3,17	-18,02	21,
		S_094	48,60	21,71	39,08	43,70	18,78	29,53	-4,90	-2,93	-9,55	11,
		S_095	52,50	21,24	43,62	41,08	20,21	28,53	-11,42	-1,03	-15,09	18,
	4	S_096	52,19	22,80	51,49	41,98	17,55	25,53	-10,21	-5,25	-25,96	28,
		S_097	54,40	19,67	46,12	47,12	18,46	33,75	-7,28	-1,21	-12,37	14,
		S_098	48,23	21,39	37,87	41,66	18,48	27,19	-6,57	-2,91	-10,68	12,
		S_099	50,19	21,76	41,68	43,62	21,71	34,26	-6,57	-0,05	-7,42	9,9
		S_100	50,24	22,86	50,68	39,74	19,47	24,05	-10,50	-3,39	-26,63	28,

Tabulka 23: Měření barvy, lazura lärche na modřínu (2/2)

Měření 17. 2. 2015							Měření 9. 4. 2015 (po expozici)					
L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
47,24	20,15	36,71	5,00	1,48	9,57	10,9	39,25	15,20	20,58	-7,99	-4,95	-16,13
41,54	18,78	26,32	0,56	0,07	1,28	1,399	44,12	17,42	28,96	2,58	-1,36	2,64
43,03	19,57	30,48	-0,13	-0,21	0,82	0,856	45,16	19,95	32,97	2,13	0,38	2,49
39,91	17,30	21,39	0,43	-1,14	-1,30	1,782	40,53	18,30	24,36	0,62	1,00	2,97
42,66	17,60	27,25	-2,76	-2,16	-4,63	5,807	47,93	19,68	37,47	5,27	2,08	10,22
46,27	19,09	34,50	1,19	-0,77	2,12	2,55	40,71	19,41	29,18	-5,56	0,32	-5,32
42,62	20,49	30,88	0,56	-1,50	-1,36	2,101	41,12	17,23	25,39	-1,50	-3,26	-5,49
45,49	18,44	32,83	4,69	-0,03	8,38	9,603	44,14	17,55	29,26	-1,35	-0,89	-3,57
42,82	21,06	32,53	-0,30	-0,22	0,26	0,454	43,80	18,98	31,54	0,98	-2,08	-0,99
41,01	18,01	24,54	-1,06	-0,52	-1,39	1,824	46,36	18,65	32,68	5,35	0,64	8,14
44,09	19,03	30,10	-1,45	-1,37	-3,60	4,116	43,12	18,24	28,24	-0,97	-0,79	-1,86
38,47	17,11	20,77	-0,47	-0,32	-0,17	0,593	45,82	20,14	35,94	7,35	3,03	15,17
44,74	21,23	35,88	2,20	1,78	7,01	7,56	39,77	16,28	22,00	-4,97	-4,95	-13,88
41,48	18,84	26,73	-3,17	-1,29	-5,84	6,769	43,50	19,56	30,44	2,02	0,72	3,71
41,41	17,64	26,25	0,80	-0,36	2,26	2,424	40,75	17,19	24,39	-0,66	-0,45	-1,86
41,10	20,09	27,29	-2,55	-1,87	-6,32	7,067	44,42	18,38	31,55	3,32	-1,71	4,26
42,23	17,33	26,03	-5,12	-2,28	-9,10	10,69	44,04	19,82	33,33	1,81	2,49	7,30
42,10	19,09	28,20	1,30	-0,15	2,88	3,163	41,40	18,62	27,04	-0,70	-0,47	-1,16
39,58	16,43	22,18	-0,75	-0,87	-0,94	1,484	45,83	20,25	35,98	6,25	3,82	13,80
44,29	18,91	31,79	-1,27	-0,37	-0,25	1,346	40,17	17,75	22,79	-4,12	-1,16	-9,00

Tabulka 24: Měření barvy, lazura eiche na modřínu (1/2)

	vzorky	Měření 15. 5. 2014			Měření 19. 8. 2014							
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
Lazura – Eiche, MODŘÍN	1	S_101	50,16	20,23	45,61	44,10	18,32	29,67	-6,06	-1,91	-15,94	17,1
		S_102	48,52	19,31	37,47	45,22	20,26	35,24	-3,30	0,95	-2,23	4,0
		S_103	48,29	21,54	46,23	45,63	20,68	36,20	-2,66	-0,86	-10,03	10,1
		S_104	52,26	20,23	48,92	41,09	20,31	27,79	-11,17	0,08	-21,13	23,1
		S_105	47,55	20,76	41,79	42,67	18,22	31,18	-4,88	-2,54	-10,61	11,1
	2	S_106	47,97	20,63	43,07	40,24	18,90	25,61	-7,73	-1,73	-17,46	19,1
		S_107	49,13	20,82	41,73	46,38	19,93	36,85	-2,75	-0,89	-4,88	5,6
		S_108	48,96	20,69	44,00	40,25	19,21	25,39	-8,71	-1,48	-18,61	20,1
		S_109	49,45	20,83	45,44	46,26	20,19	36,66	-3,19	-0,64	-8,78	9,3
		S_110	49,91	21,07	46,33	40,81	20,34	28,32	-9,10	-0,73	-18,01	20,1
	3	S_111	50,63	19,86	44,03	44,07	19,07	31,85	-6,56	-0,79	-12,18	13,1
		S_112	48,52	21,41	42,22	44,06	19,08	31,85	-4,46	-2,33	-10,37	11,1
		S_113	52,74	20,84	49,17	40,91	17,83	23,25	-11,83	-3,01	-25,92	28,1
		S_114	49,10	21,22	43,18	44,31	20,74	34,94	-4,79	-0,48	-8,24	9,5
		S_115	50,36	22,20	51,28	43,22	18,91	30,75	-7,14	-3,29	-20,53	21,1
	4	S_116	50,40	20,93	46,99	46,74	18,66	34,67	-3,66	-2,27	-12,32	13,1
		S_117	48,20	18,89	35,07	44,27	20,84	34,67	-3,93	1,95	-0,40	4,4
		S_118	50,25	19,68	40,33	45,23	18,41	32,49	-5,02	-1,27	-7,84	9,3
		S_119	51,73	18,92	39,20	46,10	19,05	35,08	-5,63	0,13	-4,12	6,9
		S_120	51,91	20,08	45,40	43,67	18,38	29,30	-8,24	-1,70	-16,10	18,1

Tabulka 25: Měření barvy, lazura eiche na modřínu (2/2)

Měření 17. 2. 2015							Měření 9. 4. 2015 (po expozici)					
L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
45,25	20,34	35,42	-0,15	0,81	3,43	3,528	41,26	17,97	26,89	-3,99	-2,37	-8,53
37,89	16,64	21,30	-0,27	-2,27	-2,37	3,293	41,16	16,07	26,12	3,27	-0,57	4,82
43,15	18,24	29,52	-2,24	-2,46	-5,48	6,411	41,64	18,85	28,47	-1,51	0,61	-1,05
38,71	17,75	22,88	-0,68	-2,72	-3,29	4,323	42,66	16,62	27,19	3,95	-1,13	4,31
43,96	19,69	33,75	-0,40	-1,50	-2,11	2,62	38,90	18,26	24,79	-5,06	-1,43	-8,96
44,05	19,55	33,57	-1,25	-1,40	-2,24	2,922	43,95	18,53	32,05	-0,10	-1,02	-1,52
38,98	17,87	24,20	-0,64	-0,07	0,26	0,694	38,56	16,87	22,72	-0,42	-1,00	-1,48
45,81	19,52	34,99	0,96	0,18	2,63	2,806	45,89	18,96	34,66	0,08	-0,56	-0,33
38,87	17,53	22,71	0,58	-0,65	0,00	0,871	41,41	18,19	27,97	2,54	0,66	5,26
44,71	19,70	34,17	0,96	0,79	2,90	3,155	43,46	16,00	26,95	-1,25	-3,70	-7,22
41,88	16,05	24,95	-3,66	-4,73	-10,60	12,17	44,89	18,37	32,96	3,01	2,32	8,01
39,64	20,58	27,14	-0,33	1,34	2,82	3,14	40,49	19,03	27,39	0,85	-1,55	0,25
40,62	15,10	22,72	-2,90	-2,58	-5,46	6,699	41,32	17,90	27,67	0,70	2,80	4,95
39,67	19,68	25,93	0,17	-0,42	0,21	0,499	45,52	19,10	34,23	5,85	-0,58	8,30
45,38	19,80	34,81	0,36	-0,01	0,82	0,896	41,19	20,58	29,95	-4,19	0,78	-4,86
44,66	17,52	30,63	-2,30	-2,51	-6,94	7,73	45,23	17,16	31,36	0,57	-0,36	0,73
44,00	19,54	33,77	-0,62	-1,78	-1,14	2,203	44,21	19,10	32,10	0,21	-0,44	-1,67
42,68	16,18	26,46	-2,60	-1,95	-5,61	6,483	46,72	19,47	37,91	4,04	3,29	11,45
44,72	19,29	33,89	-1,85	-1,06	-3,63	4,21	46,26	17,65	34,58	1,54	-1,64	0,69
45,33	18,33	33,63	-1,62	-2,37	-4,79	5,584	41,44	15,39	23,61	-3,89	-2,94	-10,02

Tabulka 26: Měření barvy, olej farblos na modřínu (1/2)

	vzorky	Měření 15. 5. 2014			Měření 19.8.2014							
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE	
Olej – Farblos, MODŘÍN	1	S_121	65,79	13,09	34,06	53,16	16,52	34,47	-12,63	3,43	0,41	13,0
		S_122	63,81	13,62	33,99	52,88	15,84	33,62	-10,93	2,22	-0,37	11,1
		S_123	65,12	13,71	34,41	54,31	14,21	32,25	-10,81	0,50	-2,16	11,0
		S_124	63,85	13,88	34,18	49,45	17,25	33,51	-14,40	3,37	-0,67	14,3
		S_125	65,58	13,58	34,54	53,94	16,17	34,98	-11,64	2,59	0,44	11,9
	2	S_126	64,78	13,75	34,76	53,44	16,65	34,18	-11,34	2,90	-0,58	11,7
		S_127	66,85	14,05	34,94	54,21	15,87	31,91	-12,64	1,82	-3,03	13,1
		S_128	63,60	14,76	35,65	53,80	16,41	33,82	-9,80	1,65	-1,83	10,1
		S_129	65,94	13,53	35,52	53,44	15,61	32,50	-12,50	2,08	-3,02	13,0
		S_130	65,50	13,41	34,73	53,09	15,15	33,47	-12,41	1,74	-1,26	12,5
	3	S_131	64,46	13,95	33,83	52,30	19,28	34,65	-12,16	5,33	0,82	13,3
		S_132	61,14	16,22	36,17	46,39	20,42	32,45	-14,75	4,20	-3,72	15,7
		S_133	64,26	14,07	34,01	47,78	20,40	33,97	-16,48	6,33	-0,04	17,6
		S_134	64,70	13,95	31,64	49,37	20,82	35,81	-15,33	6,87	4,17	17,3
		S_135	66,09	13,05	33,46	52,37	16,92	32,04	-13,72	3,87	-1,42	14,3
	4	S_136	61,87	17,65	38,89	54,53	15,60	34,03	-7,34	-2,05	-4,86	9,03
		S_137	62,81	15,73	35,59	53,55	15,87	33,20	-9,26	0,14	-2,39	9,56
		S_138	64,90	15,32	36,38	53,95	16,19	34,24	-10,95	0,87	-2,14	11,1
		S_139	61,74	17,36	38,34	53,69	15,17	30,38	-8,05	-2,19	-7,96	11,5
		S_140	58,35	19,00	41,94	54,91	14,90	31,06	-3,44	-4,10	-10,88	12,1

Tabulka 27: Měření barvy, lazura eiche na modřínu (2/2)

Měření 17. 2. 2015							Měření 9. 4. 2015 (po expozici)					
L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
53,46	15,16	32,54	0,16	-1,29	-2,00	2,385	52,67	14,54	31,36	-0,79	-0,62	-1,18
52,31	15,41	32,31	0,52	0,21	1,31	1,425	53,31	14,98	32,32	1,00	-0,43	0,01
51,99	15,12	31,09	-0,92	-1,54	-2,89	3,401	48,12	17,06	30,99	-3,87	1,94	-0,10
50,30	13,58	27,57	-0,51	-1,22	-1,73	2,177	52,42	15,07	30,97	2,12	1,49	3,40
52,77	14,66	32,16	2,60	-0,24	3,48	4,351	52,04	13,18	27,37	-0,73	-1,48	-4,79
54,40	15,02	33,52	1,99	-1,26	0,94	2,536	51,56	13,11	28,56	-2,84	-1,91	-4,96
52,31	14,28	31,11	1,14	-5,11	-6,98	8,725	51,04	16,26	36,15	-1,27	1,98	5,04
55,30	15,49	35,28	2,62	-1,15	1,89	3,429	52,14	14,02	29,64	-3,16	-1,47	-5,64
50,74	18,58	38,70	-0,23	1,01	4,20	4,326	53,28	15,53	33,37	2,54	-3,05	-5,33
52,83	14,66	32,50	1,96	-2,92	-2,16	4,127	50,71	15,79	32,83	-2,12	1,13	0,33
50,64	20,34	35,11	-1,19	0,28	-0,41	1,289	49,62	18,38	34,44	-1,02	-1,96	-0,67
45,84	21,53	33,64	-5,08	4,01	0,68	6,508	50,12	19,92	34,64	4,28	-1,61	1,00
49,71	19,51	35,29	-0,20	0,83	3,58	3,68	56,28	14,77	34,94	6,57	-4,74	-0,35
55,87	14,91	34,49	3,13	-2,77	-1,29	4,374	53,63	15,73	34,68	-2,24	0,82	0,19
51,16	15,22	30,04	1,76	-4,03	-5,60	7,12	48,87	17,55	32,93	-2,29	2,33	2,89
54,32	14,07	32,85	0,45	-1,57	-0,82	1,828	53,75	14,45	32,22	-0,57	0,38	-0,63
53,90	14,21	32,07	1,12	-0,53	1,27	1,774	51,39	13,54	27,48	-2,51	-0,67	-4,59
54,69	13,87	33,43	1,24	-1,02	3,48	3,833	51,18	13,70	28,17	-3,51	-0,17	-5,26
53,26	13,11	29,44	0,55	-2,68	-3,02	4,075	55,37	14,15	32,43	2,11	1,04	2,99
51,96	14,04	31,30	-0,28	-0,91	2,16	2,361	53,08	13,05	27,41	1,12	-0,99	-3,89

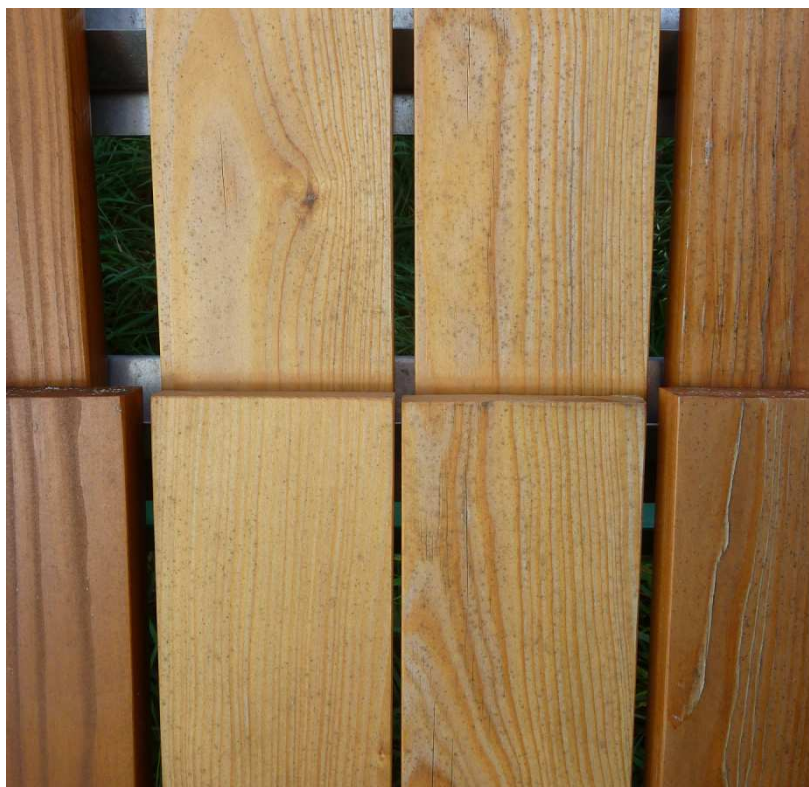
Tabulka 28: Měření barvy, olej lárche na modřín (1/2)

	vzorky	Měření 15. 5. 2014			Měření 19. 8. 2014							
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
Olej – Lärche, MODŘÍN	1	S_141	46,44	23,29	44,05	42,57	21,84	36,61	-3,87	-1,45	-7,44	8,51
		S_142	50,52	22,12	46,03	40,82	19,83	27,52	-9,70	-2,29	-18,51	21,0
		S_143	47,10	22,85	43,22	42,00	21,01	33,62	-5,10	-1,84	-9,60	11,0
		S_144	47,39	23,10	42,39	40,58	19,12	28,31	-6,81	-3,98	-14,08	16,1
		S_145	48,35	21,91	40,37	41,31	19,54	28,08	-7,04	-2,37	-12,29	14,3
	2	S_146	49,68	21,30	43,77	42,92	20,38	32,94	-6,76	-0,92	-10,83	12,9
		S_147	50,08	21,20	40,12	42,56	19,46	31,08	-7,52	-1,74	-9,04	11,8
		S_148	50,21	20,94	40,88	42,76	19,52	30,82	-7,45	-1,42	-10,06	12,9
		S_149	49,62	21,03	40,61	42,35	18,44	28,85	-7,27	-2,59	-11,76	14,0
		S_150	51,95	21,01	47,54	43,43	19,76	31,89	-8,52	-1,25	-15,65	17,8
	3	S_151	48,36	21,93	44,71	43,03	19,51	31,10	-5,33	-2,42	-13,61	14,8
		S_152	48,97	21,33	40,55	43,95	19,16	34,48	-5,02	-2,17	-6,07	8,1
		S_153	49,01	21,71	40,99	42,74	19,74	31,30	-6,27	-1,97	-9,69	11,7
		S_154	48,60	21,50	41,94	42,53	19,59	31,02	-6,07	-1,91	-10,92	12,6
		S_155	47,95	21,36	39,09	43,60	20,19	34,19	-4,35	-1,17	-4,90	6,65
	4	S_156	48,03	21,90	42,88	41,51	20,94	32,85	-6,52	-0,96	-10,03	12,9
		S_157	47,95	22,31	45,51	41,75	20,13	31,19	-6,20	-2,18	-14,32	15,7
		S_158	47,39	22,06	43,20	42,65	19,98	31,32	-4,74	-2,08	-11,88	12,9
		S_159	48,73	22,09	42,72	42,22	20,07	30,53	-6,51	-2,02	-12,19	13,9
		S_160	46,09	22,42	42,68	42,81	20,19	32,67	-3,28	-2,23	-10,01	10,7

Tabulka 29: Měření barvy, olej lárche na modřínu (2/2)

Měření 17. 2. 2015							Měření 9. 4. 2015 (po expozici)							Měření 9. 4. 2		
L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	L*	a*	b*
41,99	21,80	35,59	-1,16	-0,41	0,30	1,266	41,40	19,27	28,91	-0,59	-2,53	-6,68	7,17	44,83	19,29	32,52
40,79	19,99	28,66	0,44	0,08	1,23	1,309	38,94	16,94	22,10	-1,85	-3,05	-6,56	7,47	41,07	19,82	28,54
39,16	19,21	26,96	-1,95	-0,96	-2,00	2,954	40,56	18,09	25,92	1,40	-1,12	-1,04	2,07	43,55	19,21	31,54
41,00	19,86	29,67	-0,41	-0,35	-0,39	0,665	41,37	18,93	27,92	0,37	-0,93	-1,75	2,02	42,61	21,49	32,96
41,53	19,60	30,25	0,12	0,37	2,42	2,451	43,08	19,67	31,38	1,55	0,07	1,13	1,92	40,50	18,70	26,64
42,26	19,65	31,20	-0,41	-0,53	-0,16	0,689	41,88	19,20	29,49	-0,38	-0,45	-1,71	1,81	42,88	19,60	30,75
42,46	19,29	30,54	-2,62	-1,49	-7,48	8,064	44,29	19,61	34,41	1,83	0,32	3,87	4,29	43,43	19,24	31,19
41,44	17,26	26,96	-0,19	-1,85	-1,19	2,208	41,22	17,14	25,18	-0,22	-0,12	-1,78	1,8	43,16	17,10	29,12
41,51	17,19	27,01	-0,16	-2,02	-1,01	2,264	42,95	19,34	31,98	1,44	2,15	4,97	5,6	43,45	19,80	32,38
42,27	18,40	29,07	-0,28	-1,82	-1,95	2,682	41,80	16,90	25,47	-0,47	-1,50	-3,60	3,93	43,01	21,37	35,19
41,39	15,68	25,68	-2,54	-3,40	-4,45	6,149	40,94	19,01	27,43	-0,45	3,33	1,75	3,79	44,11	19,25	31,31
41,42	19,06	29,44	-2,71	-1,06	-3,03	4,201	43,68	17,38	31,76	2,26	-1,68	2,32	3,65	42,00	18,69	29,40
42,43	18,35	29,24	-1,87	-1,74	-5,95	6,475	42,52	17,62	28,55	0,09	-0,73	-0,69	1,01	43,20	19,71	31,22
42,73	19,16	30,63	-0,64	-1,07	-1,66	2,076	43,54	19,42	31,76	0,81	0,26	1,13	1,41	43,40	20,10	33,62
40,55	18,90	27,95	-1,66	-0,61	-1,53	2,339	40,86	18,56	26,86	0,31	-0,34	-1,09	1,18	42,65	20,63	32,56
42,79	19,55	31,89	1,13	-0,93	1,10	1,831	42,32	19,21	30,47	-0,47	-0,34	-1,42	1,53	42,36	20,30	32,55
42,24	19,10	30,93	-0,43	-0,77	0,57	1,05	39,68	18,12	25,50	-2,56	-0,98	-5,43	6,08	41,90	19,35	30,15
42,44	19,92	32,09	2,36	-0,69	3,19	4,028	40,73	19,73	29,97	-1,71	-0,19	-2,12	2,73	42,45	19,77	30,62
39,43	18,63	26,81	-3,04	-1,02	-3,92	5,064	41,07	17,69	27,95	1,64	-0,94	1,14	2,21	42,15	20,27	31,10
41,67	20,48	32,97	-0,61	0,35	1,74	1,877	40,87	17,46	26,49	-0,80	-3,02	-6,48	7,19	42,19	19,48	30,87

Příloha 2



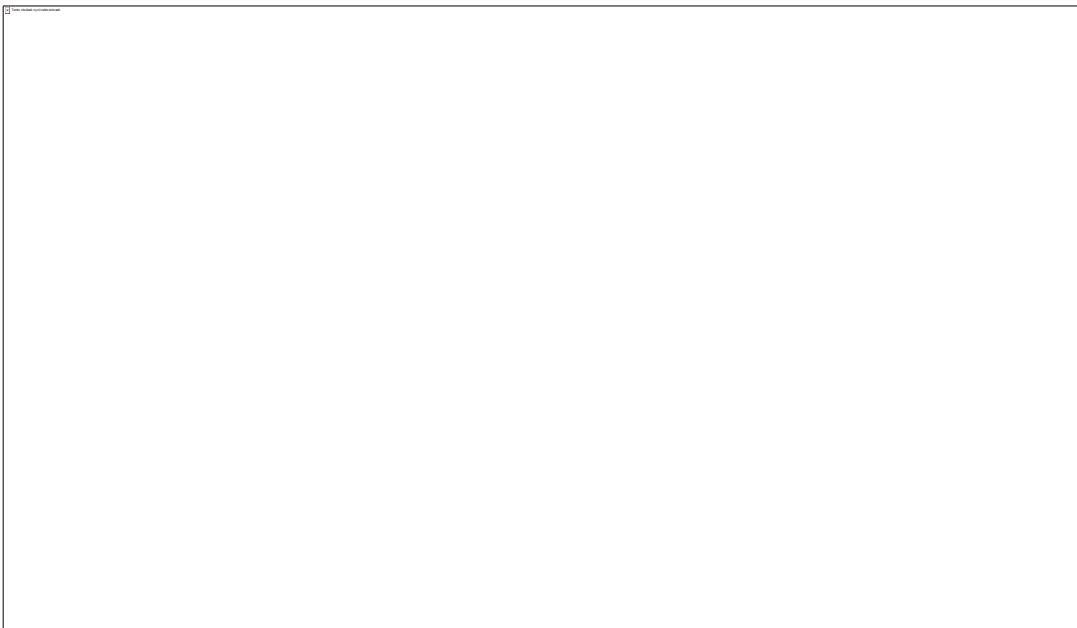
Obrázek 1: Září - přes léto se na vzorcích s bezbarvým olejem objevila černá plíseň, drobné praskliny a místy je olej dokonce vymytý (zdroj: vlastní)



Obrázek 2: Září - na modřínových vzorcích se objevují výrony pryskyřice (zdroj: vlastní)



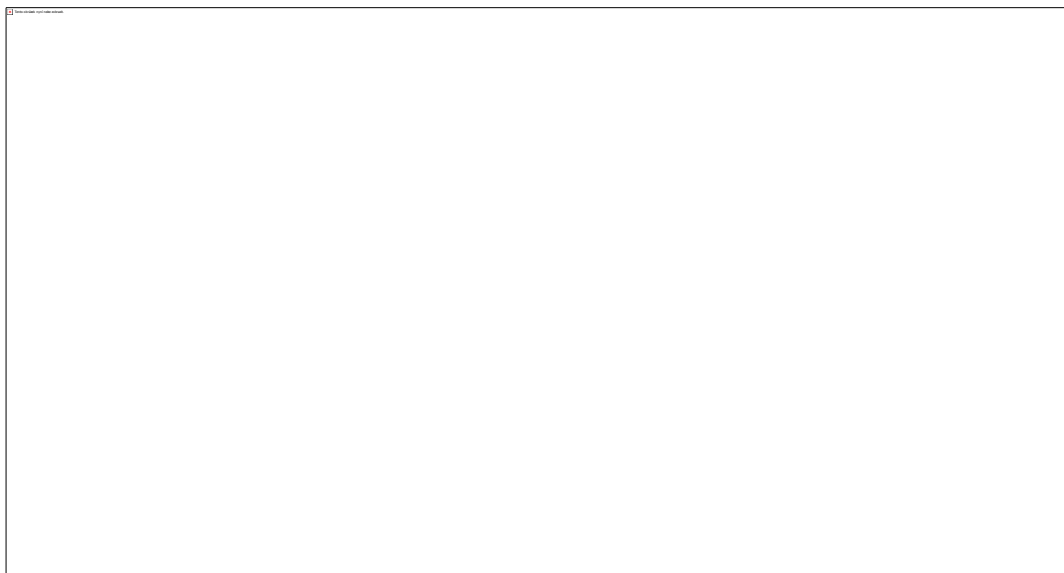
Obrázek 3: Lazura Lärche na smrku po ukončení expozice (zdroj: vlastní)



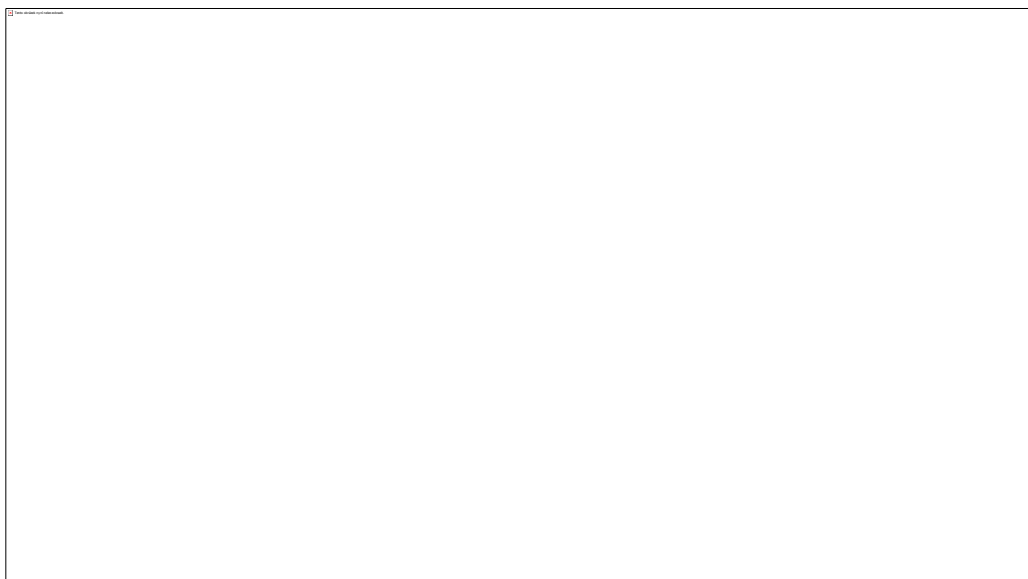
Obrázek 4: Lazura Eiche na smrku po ukončení expozice (zdroj: vlastní)



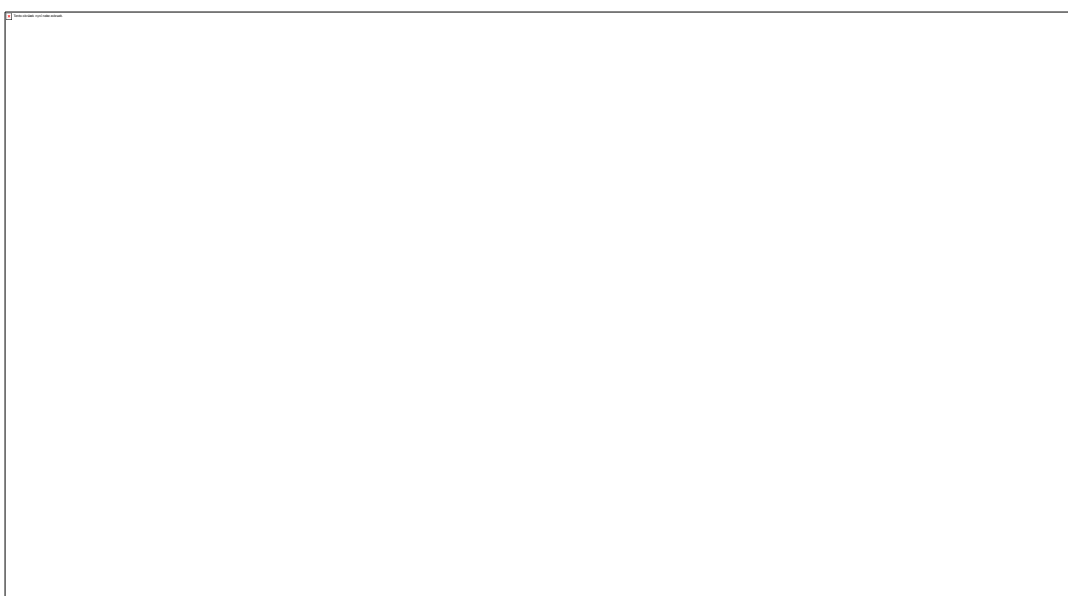
Obrázek 5: Olej Farblös na smrku po ukončení expozice (zdroj: vlastní)



Obrázek 6: Olej Lärche na smrku po ukončení expozice (zdroj: vlastní)



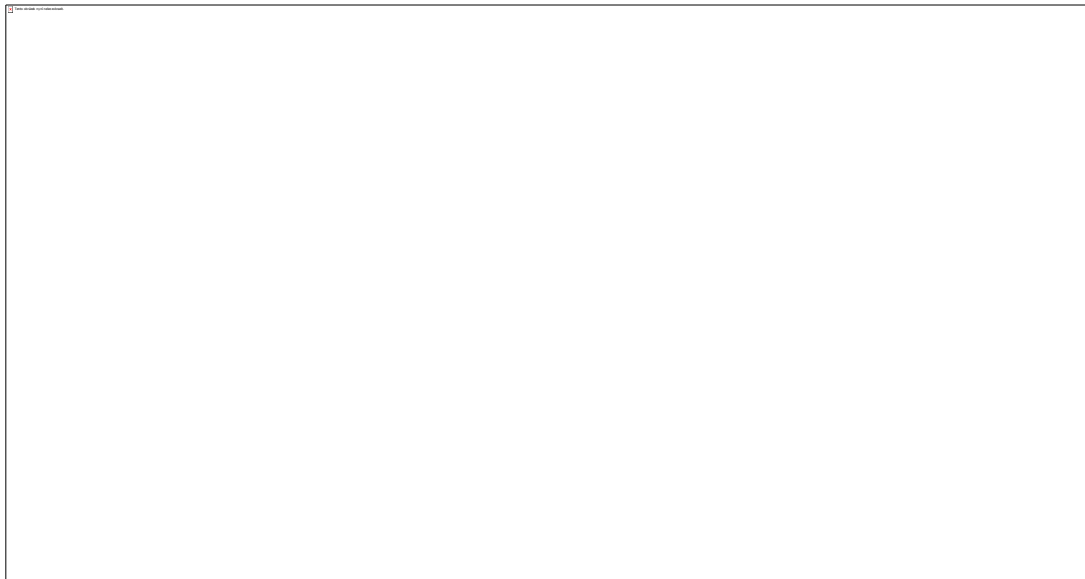
Obrázek 7: Lazura Lärche na modřínu po ukončení expozice (zdroj: vlastní)



Obrázek 8: Lazura Eiche na modřínu po ukončení expozice (zdroj: vlastní)



Obrázek 9: Olej Farblos na modřínu po ukončení expozice (zdroj: vlastní)



Obrázek 10: Olej Lärche na modřínu po ukončení expozice (zdroj: vlastní)