

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

**Trvanlivost vícesložkových nátěrových systémů
na dřevě v exteriéru**

Diplomová práce

Autor: Bc. Filip Žíla

Vedoucí práce: doc. Ing. Miloš Pánek, PhD.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Filip Žíla

Dřevařské inženýrství

Název práce

Trvanlivost vícesložkových nátěrových systémů na dřevě v exteriéru

Název anglicky

Durability of multicomponent coating systems on wood in the exterior

Cíle práce

Cílem práce bude otestovat vybrané varianty vrstvení nátěrových hmot na rozdílné polymerní bázi a hledat varianty s prodlouženou celkovou životností a barvostálostí.

Metodika

Vícesložkové nátěrové systémy na dřevě v exteriéru mohou mít v případě optimální kombinace vrstvení lepší životnost ve srovnání s jednosložkovými. Vzorky vybraných testovaných variant budou vystaveny stárnutí a v průběhu expozice bude hodnoceny vybrané druhy vlastností charakterizující kvalitu nátěrového systému.

Metodika:

1. příprava zkušebních vzorků
2. měření úvodních vybraných charakteristik
3. stárnutí vzorků a průběžné měření vlastností
4. statistické vyhodnocení výsledků

Výsledkem práce je doporučení vhodné konkrétní varianty vícesložkového nátěrového systému na dřevě v exteriéru.

Doporučený rozsah práce

70 s.

Klíčová slova

vícetřídový, nátěrový systém, dřevo, exteriér, stárnutí

Doporučené zdroje informací

- Cogulet, A.; Blanchet, P.; Landry, V. The multifactorial aspect of wood weathering: A review based on a holistic approach of wood degradation protected by clear coating. *BioResources* 2018, 13, pp. 2116-2138. doi:10.15376/biores.13.1.
- Evans, P. D., Haase, J. G., Shakri, A., Seman, B. M., Kiguchi, M. (2015): The search for durable exterior clear coatings for wood. *Coatings* 5, 830-864. DOI:10.3390/coatings5040830
- Pánek, M., Dvořák, O., Oberhofnerová, E., Šimůnková, K., Zeidler, A., (2019): Effectiveness of Two Different Hydrophobic Topcoats for Increasing of Durability of Exterior Coating Systems on Oak Wood. *Coatings*, 9, 280; doi:10.3390/coatings9050280
- Pánek, M. (2015): Nátěry na dřevo a jejich testování, FLD-CZU v Praze, 1. vydání, 111 s. ISBN 978-80-213-2548-7
- Reinprecht, L., (2008): Ochrana dřeva. (Wood Protection), Handbook, Technical University in Zvolen, 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Miloš Pánek, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 18. 2. 2020

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 19. 04. 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Trvanlivost vícesložkových nátěrových systémů na dřevě v exteriéru vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Miloše Pánka, PhD. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 8.4.2022

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Miloši Pánkovi, PhD. za vedení mé diplomové práce a za jeho cenné rady a připomínky, které mi pomohly při jejím zpracování. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině, bez jejíž podpory bych se při studiu neobešel.

ABSTRAKT:

Transparentní nátěrové systémy jsou oblíbeným způsobem, jak ochránit dřevo proti vlivům zvětrávání při použití v exteriéru. Bohužel tyto nátěry mají menší životnost než varianty s barevným pigmentem. Snaha o zlepšení trvanlivosti transparentních nátěrů je už po několik desetiletí předmětem výzkumů, ale doposud se nepodařilo nalézt takové řešení, které by vyhovovalo požadavkům trhu a zákazníků. Cílem této diplomové práce je nalezení nejvhodnějšího nátěrového systému na dřevo smrku a douglasky za použití různých typů impregnace a vrstvení nátěrů. Posouzení životnosti vybraných kombinací bylo provedeno po 3, 6 a 18 měsících expozice v exteriéru měřením lesku, smáčivosti a barevných změn povrchu. Při porovnání výsledků se ukázalo, že zkoumané vlastnosti dřeva byly v nejvyšší míře ovlivněny zvoleným nátěrovým systémem. V menší míře pak typem impregnace a typem zvolené dřeviny. V rámci experimentu byl jeden nátěrový systém vyhodnocený jako nejvhodnější napříč různými kombinacemi.

Klíčová slova: vícesložkový, nátěrový systém, dřevo, exteriér, stárnutí

ABSTRACT:

Transparent coating systems are a popular way to protect wood from the effects of weathering when used outdoors. Unfortunately, these coatings have a shorter service lifespan than colour-pigmented variants. Efforts to improve the durability of transparent coatings have been the subject of research for several decades, but so far no solution has been found that meets the requirements of the market and customers. The aim of this diploma thesis is to find the most suitable coating system for spruce and douglas fir wood using different types of impregnation and coating. Assessment of the life of selected combinations was performed after 3, 6 and 18 months of outdoor exposure by measuring gloss, wettability and surface color changes. When comparing the results, it turned out that the investigated properties of the wood were mostly affected by the chosen coating system. To a lesser extent, the type of impregnation and the type of wood chosen. In the experiment, one coating system was evaluated as the most suitable across different combinations.

Key words: multicomponent, coating system, wood, exterior, aging

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM GRAFŮ	12
SEZNAM TABULEK.....	13
1 ÚVOD	15
2 CÍLE PRÁCE	16
3 ROZBOR PROBLEMATIKY	17
3.1 Degradace dřeva na makroskopické úrovni	18
3.2 Degradace dřeva na mikroskopické úrovni	19
3.2.1 Důležité mikroskopické elementy dřeva ve vztahu k jeho degradaci	20
3.3 Degradace dřeva na chemické úrovni	21
3.3.1 Extraktivní látky a jejich vliv na ochranu dřeva.....	23
3.4 Ochrana dřeva pomocí nátěrových systémů.....	23
3.5 Druhy nátěrových systémů	25
Reakčně vytvrzující nátěry	27
Nátěrové systémy s nanočásticemi.....	29
3.6.1 Degradace transparentních nátěrů	30
3.6 Prodloužení životnosti nátěrových systémů	31
4 METODIKA.....	33
4.1 Použité druhy dřeva.....	33
Smrk Ztepilý (<i>Picea abies L.</i>)	33
Douglaska tisolistá (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	34
4.2 Použité nátěrové hmoty	35
4.3 Příprava zkušebních vzorků	37
4.4 Měření úvodních vybraných charakteristik.....	40
4.5 Stárnutí vzorků a průběžné měření vlastností	42
4.6 Statistické vyhodnocení výsledků měření	43
5 VÝSLEDKY	44

6. DISKUZE.....	72
7. ZÁVĚR.....	77
REFERENCE.....	78
SEZNAM PŘÍLOH.....	82
PŘÍLOHY.....	83

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Struktura a složení buněčné stěny dřeva, (Požgaj, a další, 1993), (Reinprecht et. al., 2016).....	19
Obrázek 2: Mikroskopická struktura jehličnatého (SM) dřeva: 1 – letní dřevo, 2 – jarní dřevo, 3 – dřevný paprsek, 4 – pryskyřičný kanálek, 5 – dvojtečka; (Požgaj et al., 1993).....	20
Obrázek 3: Struktura dvojtečky v tracheidě jehličnatého dřeva. A - dvojtečka v otevřeném stavu; B – dvojtečka v uzavřeném stavu po vysušení pod BNV; 1 – sekundární buněčná stěna; 2 – střední lamela a primární stěna; 3 – margo; 4 – torus; 5 – porus; 6 – vnitřní část ztenčeniny; Vpravo SEM obrázek tracheid a dvojteček (Reinprecht et al., 2016)	21
Obrázek 4: Smáčivost povrchu, (Oberhofnerová, 2018).	22
Obrázek 5: Degradované povrchové buňky smrkového dřeva po 2 letech v exteriéru, (Oberhofnerová, 2018).	22
Obrázek 6: Procesy během povětrnostního stárnutí, (Oberhofnerová, 2018).....	24
Obrázek 7, Schéma rozdělení nátěrových systémů na dřevo, (Sandberg, 2016).....	26
Obrázek 8: Povrchy smrkového dřeva natřeného olejovým transparentním nátěrem: a) po 12 týdnech zrychleného zvětrávání v přístroji Xenotest; b) po 24 měsících přirozeného zvětrávání – viditelné ztmavnutí povrchu působením plísní a usazováním prachových částic; (Pánek et al., 2018).....	31
Obrázek 9: Příčný řez dřevem bez předúpravy povrchu; nátěr pronikl pouze do dřevných paprsků tracheid a přístupných lumenů nejbližší k povrchu; (Dawson et al., 2008).....	32
Obrázek 10: Příčný řez dřevem s předúpravou povrchu pomocí kyseliny; nátěr pronikl do dřevných paprsků a tracheid dále od povrchu, ačkoliv hloubka pronikání nátěru je variabilní, (Dawson et al. 2008).....	32
Obrázek 11 Příčný řez dřevem s předúpravou povrchu pomocí zvětrávání, nátěr pronikl do dřevných paprsků a do 3-4 vrstev tracheid, (Dawson et al., 2008).....	32
Obrázek 12: Systém identifikace zkušebních těles; 1 – označení dřeviny, 2 – označení předúpravy povrchu, 3 – označení kombinace nátěrů, 4 – označení zkušebního tělesa v rámci stejné dřeviny + nátěru.	38
Obrázek 13: Zkušební těleso s kódovým označením, na boční straně tělesa viditelné značky pro pozdější měření.....	38
Obrázek 14: Zkušební tělesa po natření.....	40
Obrázek 15: Zkušební tělesa po natření s viditelným značením na boční ploše.....	40

Obrázek 16: Měření pomocí leskoměru (zdroj: archiv Bc. Štěpána Jarolíma).....	40
Obrázek 17: Leskoměr – detail (zdroj: archiv Bc. Štěpána Jarolíma.....)	40
Obrázek 18: Měření pomocí spektrometru (zdroj: archiv Bc. Štěpána Jarolíma.....)	41
Obrázek 19: Spektrometr – detail (zdroj: archiv Bc. Štěpána Jarolíma).....	41
Obrázek 20: Měření kontaktního úhlu – počítačová vizualizace; kamera umístěná v úrovni povrchu dřeva snímá kontaktní úhel a jeho hodnoty zaznamenává do tabulky.....	42
Obrázek 21: Kapky na povrchu dřeva při měření goniometrem.....	42
Obrázek 22: Vzorky umístěné ve stojanu.....	42
Obrázek 23: Barevné změny smrku s předúpravou povrchu „A“.....	44
Obrázek 24: Barevné změny douglasky s předúpravou povrchu „A“.....	44
Obrázek 25: Barevné změny smrku s předúpravou povrchu „B“.....	45
Obrázek 26: Barevné změny douglasky s předúpravou povrchu „B“.....	45
Obrázek 27: Barevné změny smrku s předúpravou povrchu „C“.....	45
Obrázek 28: Barevné změny douglasky s předúpravou povrchu „C“.....	45

SEZNAM GRAFŮ

Graf 2: Výsledky smáčivosti pro varianty nátěrů 1-5, nativní dřevo, douglaska.....	46
Graf 3: Výsledky smáčivosti pro varianty 1-5, předúprava povrchu „B“ (UV + ZnO), smrk.	47
Graf 4: Výsledky smáčivosti pro varianty 1-5, předúprava povrchu „B“ (UV + ZnO), douglaska	49
Graf 5: Výsledky smáčivosti pro varianty 1-5, předúprava povrchu „C“ (UV + ZrO ₂), smrk	52
Graf 6: Výsledky smáčivosti pro varianty 1-5, předúprava povrchu „C“ (UV + ZrO ₂), douglaska	53
Graf 7: Výsledky lesku pro varianty 1-5, nativní povrch, smrk.....	56
Graf 8: Výsledky lesku pro varianty 1-5, nativní povrch, douglaska.....	57
Graf 9: Výsledky lesku pro varianty 1-5, Předúprava „B“ (ZnO + UV), smrk	58
Graf 10: Výsledky lesku pro varianty 1-5, Předúprava „B“ (ZnO + UV), douglaska	59
Graf 11: Výsledky lesku pro varianty 1-5, Předúprava „C“ (ZrO ₂ + UV), smrk	60
Graf 12: Výsledky lesku pro varianty 1-5, Předúprava „C“ (ZrO ₂ + UV), douglaska	61
Graf 13: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, nativní povrch, smrk.....	62
Graf 14: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, nativní povrch, douglaska.....	63
Graf 15: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, předúprava „B“ (ZnO + UV), smrk	65
Graf 16: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, předúprava „B“ (ZnO + UV), douglaska.....	66
Graf 17: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, předúprava „C“ (ZrO ₂ + UV), smrk	68
Graf 18: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, předúprava „C“ (ZrO ₂ + UV), douglaska.....	69

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: statistická významnost druhu dřeva na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u nativního povrchu.....	48
Tabulka 2: statistická významnost nátěrových systémů na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u smrku.....	48
Tabulka 3: statistická významnost nátěrových systémů na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u douglasky	48
Tabulka 4: statistická významnost druhu dřeva na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u předúpravy povrchu „B“	51
Tabulka 5: statistická významnost zvoleného nátěru na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u smrku.....	51
Tabulka 6: statistická významnost zvoleného nátěru na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u douglasky	51
Tabulka 7: statistická významnost druhu dřeva v 6 a 18 měsících pro předúpravu povrchu „C“	54
Tabulka 8: statistická významnost zvoleného nátěru na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u smrku.....	54
Tabulka 9: statistická významnost zvoleného nátěru na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u douglasky	54
Tabulka 10: statistická významnost zvolené předúpravy povrchu na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u smrku.....	55
Tabulka 11: statistická významnost zvolené předúpravy povrchu na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u douglasky	55
Tabulka 12: vliv druhu dřeva na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících	64
Tabulka 13: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u smrku s nativním povrchem.....	64
Tabulka 14: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u douglasky s nativním povrchem.....	64
Tabulka 15: statistická významnost zvoleného druhu dřeva na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u povrchové úpravy „B“	67
Tabulka 16: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou změnu barvy smrku s předúpravou povrchu „B“.....	67

Tabulka 17: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou změnu barvy douglasky s předúpravou povrchu „B“	67
Tabulka 18: statistická významnost zvoleného druhu dřeva na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u povrchové úpravy „C“	70
Tabulka 19: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou změnu barvy smrku s předúpravou povrchu „C“	70
Tabulka 20: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou změnu barvy douglasky s předúpravou povrchu „C“	70
Tabulka 21: statistická významnost předúpravy povrchu na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u smrku.....	71
Tabulka 22: statistická významnost předúpravy povrchu na celkovou změnu barvy v 6 a 18 měsících u douglasky	71

1 ÚVOD

Dřevo je materiál, který je využíván lidstvem pro své výjimečné vlastnosti, širokou dostupnost a jedinečný vzhled po celá tisíciletí (Sandberg et al., 2018). Dřevěné prvky je možné implementovat do konstrukcí budov, nábytku, je možné z nich vyrábět hračky a v neposlední řadě i například hudební nástroje. Jeho výjimečné vlastnosti však mohou způsobovat i nemalé problémy, zejména při umístění v exteriéru, kde je dřevo vystaveno nepřetržitému působení vnějších činitelů, jako jsou voda, sluneční záření, prachové částice, dřevokazné houby a hmyz (Oberhofnerová, 2018). Tito činitelé degradují dřevo do takové míry, že některé méně trvanlivé dřeviny už za pouhý rok nebo dva nejsou déle schopné splňovat svou funkci. Abychom zabránili destrukční činnosti povětrnosti a prodloužili životnost použitého dřeva, je zapotřebí podniknout aktivní kroky v jeho ochraně. Jednou z metod ochrany dřeva před degradací je použití nátěrových systémů, které vytvořením tenkého filmu chrání jeho povrch před negativními důsledky povětrnosti (Reinprecht, et al., 2016). Zvolením transparentních nebo semi-transparentních nátěrových systémů jsme schopni kromě poskytnutí požadované ochrany dřevu také zachovat jeho přirozený vzhled a kresbu, která je často důvodem, proč je dřevo použito. Avšak tyto bezbarvé systémy mají nevýhodu – nejsou stejně trvanlivé, jako jejich barevné protějšky (Evans, et al., 2015). Snaha o zdokonalení transparentních nátěrů je v současnosti veliká a existuje mnoho metod, jakými lze maximalizovat jejich trvanlivost. Mezi tyto metody bychom mohli zařadit např. mechanické vyhlazení a impregnaci povrchu dřeva před aplikací nátěru, impregnaci pomocí kyselin nebo kombinování jednotlivých nátěrových systémů (Podgorski, 2011). Právě impregnace povrchu dřeva a následné vrstvení různých nátěrů v určitých specifických kombinacích může přinést zajímavé poznatky o tom, jak lépe ochránit dřevo pomocí transparentních povrchových úprav. Velmi důležitou roli také hraje druh dřeviny, na kterou impregnaci nebo nátěrové systémy aplikujeme, protože chemická i anatomická stavba dřevin je velmi různorodá a může mít za následek špatný výsledek nátěru, který dobře funguje na jiné dřevině a naopak (Azevedo et al., 2018). V neposlední řadě je potřeba zmínit, že vlastností, které chceme povrchovou úpravou dřeva dosáhnout je velké množství a jsou závislé na mnoha faktorech, mezi které bychom mohli zařadit např. lokalitu, ve které je dřevo umístěno, stáří vstupní suroviny, chemické složení nátěrových hmot, čas, po který je dřevo vystaveno přírodním podmínkám a mnoho dalších. V této práci bylo zkoumáno použití 5 kombinací nátěrových systémů a 2 impregnací na dvou dřevinách.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce bude otestovat vybrané varianty vrstvení nátěrových hmot na rozdílné polymerní bázi a hledat varianty s prodlouženou celkovou životností a barvostálostí na dřevu smrku a jádrovém dřevu douglasky.

3 ROZBOR PROBLEMATIKY

Dřevo je důležitá obnovitelná surovina, která hraje v našich životech obrovskou roli. Mohli bychom ho charakterizovat jako heterogenní anizotropní materiál s různými mechanickými, fyzikálními a estetickými vlastnostmi, díky kterým je hojně využíváno tisíce let (Sandberg et al., 2018).

Vlastnosti dřeva však mohou být z hlediska jeho použitelnosti kladné i záporné. Říci však která z vlastností dřeva spadá do té nebo oné kategorie nemusí být vždy jednoduché a jednoznačné. Dalo by se říci, že toto rozdělení je úzce spjaté s konkrétním použitím dřeva jako materiálu (Sandberg et al., 2018). Dřevo je biopolymer rostlinného původu a jako takové je, zejména v exteriéru, degradované řadou biotických a abiotických činitelů. Jejich působení má za následek estetické a funkční znehodnocení, které vede až k rozkladu. Rozklad dřeva je nedílnou součástí koloběhu života v přírodě a poskytuje potravu reducentům, ale pro člověka a jím vyrobené dřevěné produkty je toto nežádoucím faktorem (Reinprecht et al., 2016). Na dřevo v přírodě působí mnoho vlivů. Ať jsou to biotičtí činitelé, jako například dřevokazné houby, hmyz, dřevozbarvující houby, plísně nebo bakterie, nebo to jsou abiotičtí činitelé, jako atmosférické, termické a chemické vlivy včetně jejich kombinací, všechny tyto přírodní vlivy mají za následek zhoršení vlastností dřeva a výrobků z něj. Tento proces, kdy dřevo degraduje činností rozmanitým faktorům ve venkovním prostředí nazýváme zvětráváním (Sandberg, a další, 2018)

Vzhledem k stále větší nedostupnosti zdrojů dřeva, což je částečně zapříčiněno oteplováním krajiny i výkyvy v množství srážek, je zapotřebí chránit dřevo a výrobky z něj proti činnosti biotických a abiotických činitelů, kteří mají na dřevo destruktivní vliv, a zvyšovat tak jeho životnost (Reinprecht et al., 2016).

Do jaké míry je dřevo poškozeno vnějšími vlivy je z jedné strany otázkou toho, jaké vlivy a v jaké míře na něj působí. Zároveň je důležité ptát se, na jakou dřevinu a na jakou její konkrétní část tyto vlivy působí. Protože je dřevo heterogenní materiál, který můžeme zkoumat na úrovni makroskopie, mikroskopie a na chemické úrovni, můžeme pozorovat různé mechanismy, kterými dřevo odolává degradaci v rámci těchto úrovní (Reinprecht, a další, 2016).

3.1 Degradace dřeva na makroskopické úrovni

Makroskopická úroveň stavby dřeva, kterou bychom také mohli definovat, jako hladinu, kterou jsme schopni pozorovat pouhým okem, má při ochraně dřeva jednu z nejdůležitějších rolí. Závisí na podílu a druhu buněčných elementů, jarního a letního dřeva, ale i na podílu extraktivních látek v jednotlivých částech kmene (Reinprecht, a další, 2016). Tato úroveň se také dá nazvat jako geometrická hladina, a se využívá zejména při konstrukční ochraně dřeva (Reinprecht et al., 2016). Při špatně provedené konstrukční ochraně dřeva může být výsledkem úplné znehodnocení i odolných druhů dřeva v rozpětí jednoho až dvou let. Při posuzování dřeva pouhým okem rozlišujeme mezi sktrukturou dřeva a jeho povrchovou texturou. Struktura dřeva je dána způsobem opracování povrchu dřeva, povrchová textura závisí na druhu dřeviny a jeho anatomické stavbě (Sandberg et al., 2018).

Zvětrávání dřeva ve venkovních aplikacích nad povrchem země je způsobeno dlouhou řadou vlivů, jako jsou: sluneční záření a jeho spektra (UV, viditelné světlo, IR), vlhkost, proudění vzduchu, voda, změny teplot, kyselá dešť, smog a další částice spojené s činností člověka, zejména v průmyslových oblastech. Tyto vlivy způsobují pomalou, ale nevratnou degradaci povrchových vrstev dřeva a výrobků z něj. Při pozorování estetických změn neošetřeného dřeva v exteriéru můžeme vidět změnu barvy povrchu už po několika týdnech. Další, poměrně rychle pozorovatelnou změnou, jsou praskliny/trhliny (Reinprecht et al., 2014). Praskliny/trhliny vznikají už v rané fázi – při řezání dřeva a později se šíří v závislosti na způsobu rozřezání, povrchové úpravě, klimatických faktorech atd. Trhliny vznikají i v souvislosti s bobtnáním a sesycháním dřeva, což je jev, který vychází z hygroscopicity dřeva, jedné z jeho základních vlastností (Sandberg, et al., 2018). Praskliny napomáhají tomu, že se látky z vnějšího prostředí, dostávají hlouběji pod povrch dřeva, čímž zapříčiňují hlubší degradaci dřevní hmoty (Outdoor wood weathering and protection, 2018).

Vystavení dřeva atmosférickým vlivům má za následek změnu barvy jeho povrchu. Tato změna může být ve formě ztráty přirozené barvy nebo naopak ve formě ztmavnutí důsledkem kumulace drobných prachových částic v povrchu dřeva a posléze výskytem dřevokazných hub (Henriques et al., 2018).

Z hlediska degradace dřeva pozorovatelné pouhým okem u vzorků ve venkovních expozicích můžeme pozorovat tři hlavní jevy: změnu barvy, změnu drsnosti povrchu a tvorbu prasklin. Změna barvy se obecně dá charakterizovat tak, že dřevo se stává méně červené, méně

žluté a tmavší. Obecně můžeme říct, že dřevo má tendenci šednout. Změna barvy je však individuální a závisí na druhu dřeva a jeho textuře. Míra změny barvy se také liší v závislosti na délce expozice (Kropat et al., 2020). Co se týká drsnosti povrchu, zvětraný povrch dřeva je drsnější. Tyto změny jsou často patrné ve formě zvlnění, které koresponduje s letokruhy, kde jarní dřevo vykazuje větší míru poškození než dřevo letní. Jedním z možných vysvětlení tohoto jevu je vyšší hustota a tím i odolnost letního dřeva proti atmosférickým vlivům. Druhým možným vysvětlením je, že jarní dřevo, které má menší hustotu je více poškozeno při opracování povrchu a je tak více náchylné k projevům degradace. Praskliny a trhliny na povrchu dřeva se mohou objevovat nejprve na mikroskopické úrovni a později se zvětšují až do velikosti několika mm. Praskliny často korespondují se směrem vláken dřeva. Za povšimnutí stojí fakt, že praskliny se tvoří více na tangenciálních plochách, než na radiálních (Sandberg et al., 2018).

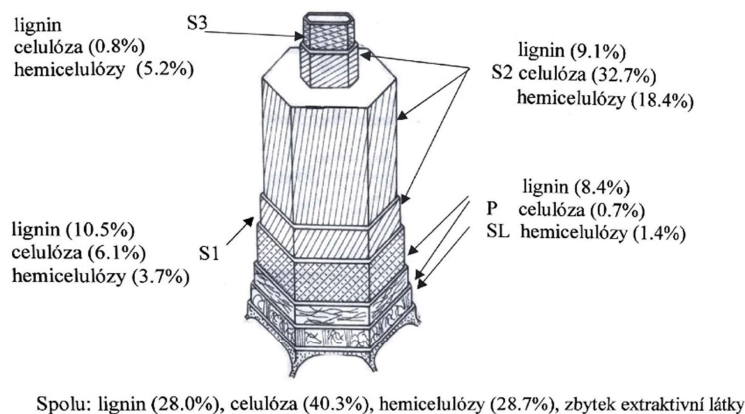
3.2 Degradace dřeva na mikroskopické úrovni

Mikroskopická úroveň stavby dřeva, kterou bychom také mohli nazvat morfoloogickou, má významný a různorodý vliv na jeho degradaci. V této hladině můžeme pozorovat, jednotlivé stavební komponenty dřevní hmoty-buněčné elementy. Ty můžeme charakterizovat rozdělením na střední lamelu, primární vrstvu, sekundární vrstvu s jednotlivými vrstvami S1, S2 a S3 a na lumen.

Tyto elementy se liší podílem základních stavebních látek dřeva a jejich prostorovým rozložením a strukturou. Mezi tyto základní stavební látky dřeva řadíme celulózu, hemicelulózy a lignin.

Zatímco vrstva S2 je tvořena hlavně krystalickou celulózou, která dobře odolává enzymatickým

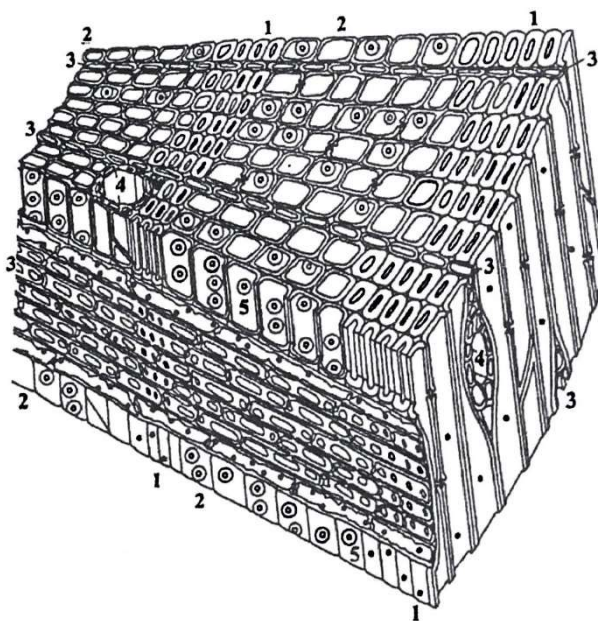
vlivům a výrazněji podléhá jen houbám hnědé a měkké hniloby dřeva, primární stěna a střední lamela obsahují více ligninu, což je činí náchylné k degradaci např. houbami bílé hniloby a UV zářením. To, že jednotlivé stavební látky dřeva nejsou schopny odolat těmto vlivům má za následek změny vzhledu i vlastností dřeva na makroskopické i mikroskopické úrovni (Reinprecht et al., 2016).



Obrázek 1: Struktura a složení buněčné stěny dřeva, (Požgaj, a další, 1993), (Reinprecht et al., 2016)

3.2.1 Důležité mikroskopické elementy dřeva ve vztahu k jeho degradaci

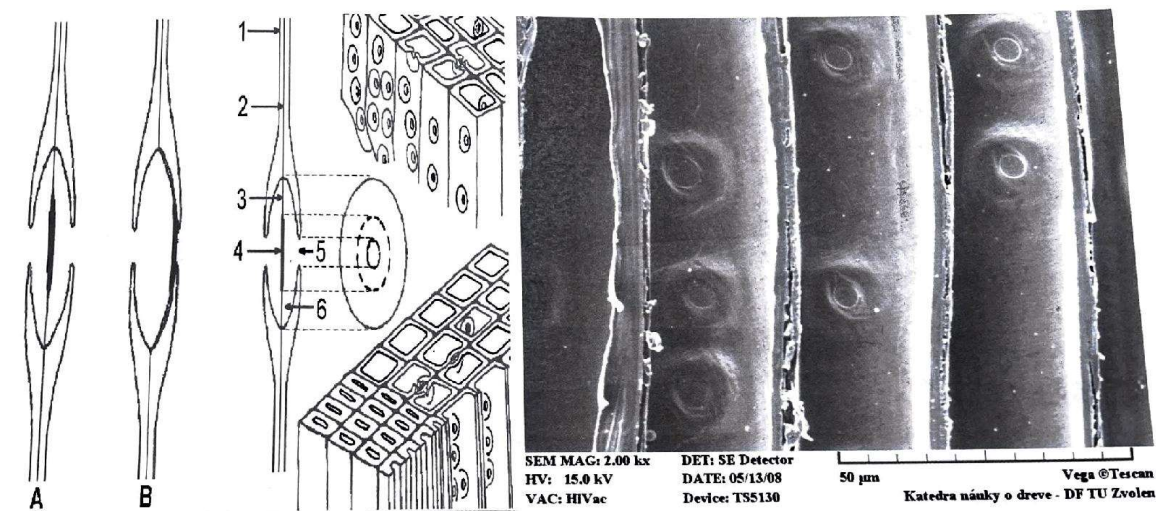
Z hlediska náchylnosti jehličnatých dřevin vůči zvětrávání je důležité uvědomit, jakými buněčnými elementy jsou tyto dřeviny tvořeny. V porovnání s dřevinami listnatými jsou jehličnaté mnohem jednodušší a více stejnorodé. 87%-95% objemu jehličnatého dřeva je tvořeno tracheidami, 5%-13% je tvořeno parenchymatickými buňkami dřevných paprsků a dřevního parenchymu a zbytek tvoří epiteliální buňky pryskyřičných kanálků (Požgaj et al., 1993).



Obrázek 2: Mikroskopická struktura jehličnatého (SM) dřeva: 1 – letní dřevo, 2 – jarní dřevo, 3 – dřevný paprsek, 4 – pryskyřičný kanálek, 5 – dvojtečka; (Požgaj et al., 1993)

Z pohledu ochrany jehličnatého dřeva bychom jako nejdůležitější element mohli označit tracheidy, protože svojí anatomickou stavbou hrají důležitou roli při impregnaci dřeva. Tracheidy můžeme rozdělit na tracheidy jarního dřeva, které mají tenčí stěnu a širší lumen a na tracheidy letního dřeva, jejichž stěna je silnější a lumen užší. Válcové tracheidy o délce 2-6 mm jsou vzájemně propojeny soustavou dvojteček, převážně v tangenciálním směru. V radiálním směru nalezneme propojení ve formě dřevných paprsků, které jsou tvořeny parenchymatickými buňkami – ty jsou vzájemně propojeny soustavou jednoduchých teček.

Tečky a dvojtečky plní vodivou funkci během růstu stromu, ale u jádrových dřevin právě v oblasti jádra se uzavírají už při růstu stromu a v běli se poté uzavírají po vysušení dřeva pod BNV (cca 30%) (Požgaj, a další, 1993). Vysušené dvojtečky jsou pro kapaliny takřka nepropustné, což může způsobovat velký problém při impregnaci. Počet dvojteček



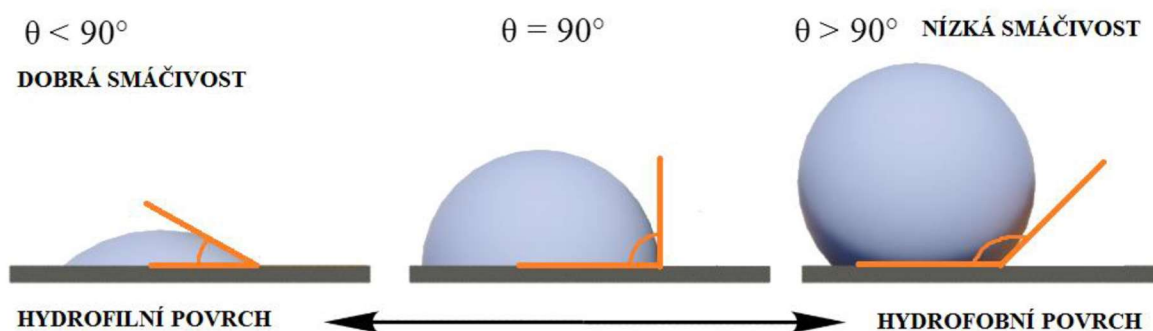
Obrázek 3: Struktura dvojtečky v tracheidě jehličnatého dřeva. A - dvojtečka v otevřeném stavu; B - dvojtečka v uzavřeném stavu po vysušení pod BNV; 1 - sekundární buněčná stěna; 2 - střední lamela a primární stěna; 3 - margo; 4 - torus; 5 - porus; 6 - vnitřní část ztenčiny; Vpravo SEM obrázek tracheid a dvojteček (Reinprecht et al., 2016)

v tracheidách se také liší podle toho, jestli se jedná o jarní nebo letní dřevo. V jarním dřevě se díky slabší buněčné stěně nachází větší počet dvojteček než ve dřevě letním. to má za následek, že jarní dřevo s vyšší vlhkostí je propustnější než letní dřevo. Důležitou roli pro propustnost těchto ztenčenin hraje samotný tvar dvojtečky, který se u jednotlivých dřevin může lišit. Dobrým příkladem pro toto je dvojtečka u borovice, která má drobné nerovnosti na okraji a po uzavření tak zcela nedolehne a zůstává částečně propustná. Dvojtečka smrku je naopak hladká a po uzavření dolehne tak, že se stává zcela nepropustnou. Propustnosti uzavřených dvojteček také nepomáhá ukládání různých látek do buněk dřeva. U smrku nebo jedle to jsou látky podobné ligninu a u jádrových dřevin (modřín, borovice) jsou to extraktivní látky. Vyzrálé nebo jádrové dřevo se tak stává hůře impregnovatelné než bělové zóny. Systém ztenčenin má vliv i na průnik hyf dřevokazných hub, protože otevřené dvojtečky umožňují hlubší průnik hyf do buněk dřeva. Dvojtečky a tečky jsou také více degradované dalšími činiteli (dřevozbarvující houby, plísně, bakterie) než samotné buněčné stěny (Reinprecht et al., 2016).

3.3 Degradace dřeva na chemické úrovni

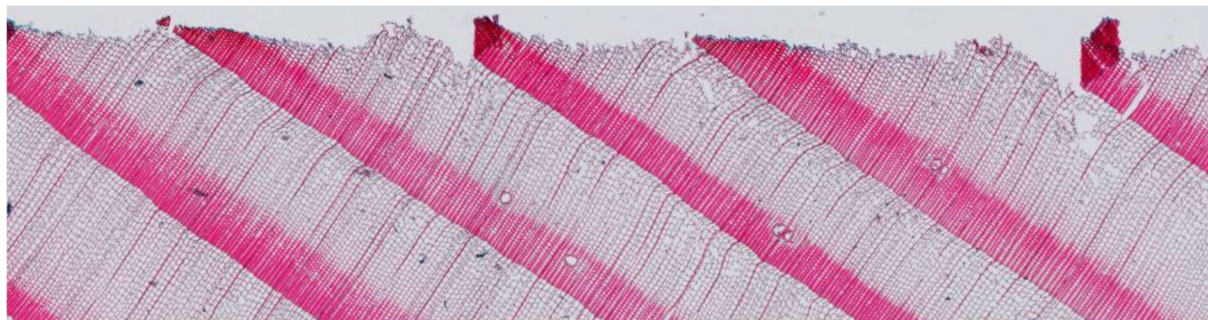
Z hlediska odolnosti vůči znehodnocujícím vlivům je chemické složení dřeva nejdůležitějším faktorem, protože zasahuje do všech strukturálních hladin (Reinprecht, a další, 2016).

Z práce (Kropat et al., 2020) vyplývá, že vystavení dřeva atmosférickým jevům ovlivňuje celulózu, hemicelulózy i lignin. Lignin je poškozován nejvíce a je degradován a vyplavován z povrchu dřeva pryč pomocí vody. Úbytek ligninu, který funguje jako pojivo buněčných elementů a zároveň hydrofobní složka, v povrchových vrstvách dřeva způsobuje uvolňování vláken celulózy. Tím je na povrchu dřeva vyšší koncentrace celulózy a tím i hydroxylových skupin, které váží molekuly vody. Voda po dopadu na takto degradovaný povrch dřeva s ním více reaguje. Termín, který popisuje kontakt kapaliny s pevnou látkou, je smáčení/smáčivost (Oberhofnerová et al., 2016).



Obrázek 4: Smáčivost povrchu, (Oberhofnerová, 2018)

Velký vliv na degradaci ligninu na povrchu dřeva a v nejbližších vrstvách pod ním má UV záření. Lignin se jím rozkládá, což má za následek odbourávání povrchu dřeva a vznik plastické



Obrázek 5: Degradované povrchové buňky smrkového dřeva po 2 letech v exteriéru, (Oberhofnerová, 2018)

struktury a menší soudržnost jednotlivých dřevních elementů, což později vede k napadání vnitřních vrstev dřeva a dalším jevům – např. větší smáčivosti (Cogulet et al., 2018). Odbourávání povrchových vrstev dřeva je poměrně pomalé – jedná se o mm až cm v průběhu např. 100 let (Reinprecht et al., 2016).

UV záření má za následek také vznik volných radikálů a foto-oxidaci povrchu dřeva (Kropat et al., 2020), (Mrázková, 2020).

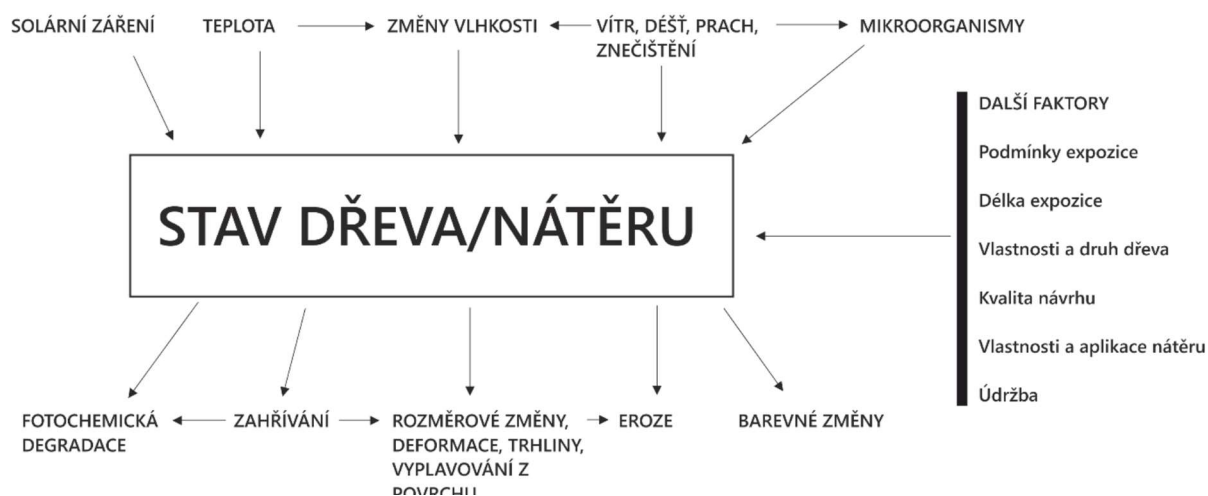
3.3.1 Extraktivní látky a jejich vliv na ochranu dřeva

Ovšem více než procentuální zastoupení celulózy, hemicelulóz a ligninu, ovlivňuje trvanlivost dřeva obsah extraktivních látek. Procentuální obsah extraktiv není velký a může se lišit u jednoho druhu dřeviny podle např. stanoviště stromu. Tyto látky mohou ovlivňovat odolnost dřeva pozitivně i negativně v tom smyslu, že některé mohou sloužit jako potrava dřevokazným houbám a podporovat tak rozklad dřeva, ale většinou extraktivní látky působí na trvanlivost dřeva pozitivně – např. mají dobrý vliv na smáčivost (Oberhofnerová, et al., 2016). Nejvíce napomáhají zlepšování trvanlivosti dřeva různé druhy látek toxického charakteru – například alkaloidy. Důležitou roli zde hraje také jejich koncentrace a celkové množství. Nejvyšší podíl těchto látek, jak už bylo zmíněno výše, je v jádru, které se často liší i tmavší barvou. U našich dřevin jsou nejznámější třísloviny, nacházející se u dubu a pryskyřice, nacházející se u jehličnatých dřevin (hlavně u borovice). Jsou to právě extraktivní látky, které se na rozdíl od hustoty dřeva nejvíce podílí na míře trvanlivosti jednotlivých dřevin vůči biotickým činitelům. Zároveň však obsah extraktiv může znemožnit napouštění dřeva ochrannými látkami. U použití chemických látek za účelem ochrany dřeva může nastat další problém – a sice, že extraktivní látky jsou často kyselého nebo zásaditého charakteru a reagují s různými ochrannými prostředky. Proto je potřeba pečlivě vybírat látky, kterým daný druh dřeva vystavíme (Reinprecht et al., 2016).

3.4 Ochrana dřeva pomocí nátěrových systémů

Z výše zmíněných informací vyplývá, že vliv biotických a abiotických činitelů na dřevo v exteriéru je značný a různé druhy dřevin díky svému složení a obsahu určitých látek odolávají poškození lépe než ostatní. Pro minimalizaci degradace dřeva v exteriéru je třeba eliminovat faktory, které dřevo poškozují nejvíce – UV záření, vlhkost, teplota, prachové částice, smog, kyselá dešť, dřevokazné a dřevozbarvující houby, plísňe a bakterie. Zamezení působení těchto faktorů je však těžší, než by se na první pohled mohlo zdát, protože biotičtí a abiotičtí činitelé působí na dřevo současně a jeden druhému napomáhají v degradaci dřeva (Cogulet et al., 2018).

Jako příklad bychom mohli uvést to, že UV záření rozkládá chemické složky dřeva na



Obrázek 6: Procesy během povětrnostního stárnutí, (Oberhofnerová, 2018)

jeho povrchu, což může má za následek menší soudržnost stavebních prvků dřevní hmoty. Současné působení bobtnání a sesychání v kombinaci s rozrušeným povrchem může vést k vzniku prasklin. Díky prasklinám může UV záření pronikat hlouběji do dřeva a rozrušuje i vrstvy pod povrchem. Voda, která proniká hlouběji pod povrch může u některých dřevin mít vliv na propustnost ztenčenin a tím přispívat k degradaci hyfami dřevokazných hub. Všechny tyto faktory musíme vzít v úvahu, pokud se snažíme dřevo ochránit a prodloužit jeho životnost (Cogulet et al., 2018). V této oblasti existuje dlouhotrvající poptávka po nátěrových systémech, které budou splňovat ochranné vlastnosti a přitom ponechají dřevu jeho přirozený vzhled, kvůli kterému je žádané. Nicméně tyto transparentní a semi-transparentní nátěrové systémy nemají dlouhou životnost a proto nejsou doporučovány pro užití v exteriéru, není-li pravidelně prováděna jejich údržba. Životnost těchto nátěrů může být prodloužena upravením povrchu dřeva před jejich aplikací, ale doposud se nepodařilo vytvořit takový systém, který by dokonale odpovídal nárokům trhu co se týče životnosti a vlastností (Evans et al., 2015).

Funkce a vlastnosti nátěrů závisí na tom, jak dobře vzájemně reaguje podklad, v našem případě dřevo, s nátěrem. Vlastnosti nátěrových systémů jsou podle Sandberga (2016) výrazně ovlivněny jejich hlavními komponenty – pojivy, pigmenty, rozpouštědly, plniči a aditivy.

-Pojiva – váží částice pigmentu ke dřevu a vytváří tak ochrannou vrstvu, která skýtá mnoho vlastností, jako jsou lepší smáčivost, penetrace a tvorba filmu. Tyto vlastnosti mohou být upravovány a kontrolovány. Dnešní pojiva mají svůj základ v ropě, ale stále se používají i

pojiva na základě rostlinných olejů, například lněného. Typickými zástupci pojiv jsou: nitrocelulóza, alkydové pryskyřice, amino-pryskyřice, polyesterové pryskyřice a akryláty.

-Pigmenty – dávají nátěru barvu a přispívají k pohlcování slunečního záření. Zrna pigmentu jsou většinou velmi malá, nepozorovatelná lidským okem a mohou také hrát roli v lesku jimi ošetřeného povrchu.

-Rozpouštědla – zajišťují správnou konzistenci nátěrových hmot, takže je možné je nanášet na povrch dřeva. Také mohou ovlivňovat pronikání nátěru do dřeva. Nejběžnějšími rozpouštědly jsou voda, alkohol a terpentýn.

-Plniče-upravují intenzitu barvy, lesk povrchu nátěru a míru, do jaké nátěr překrývá podklad. Také se používají pro snížení výrobních nákladů nátěrových systémů.

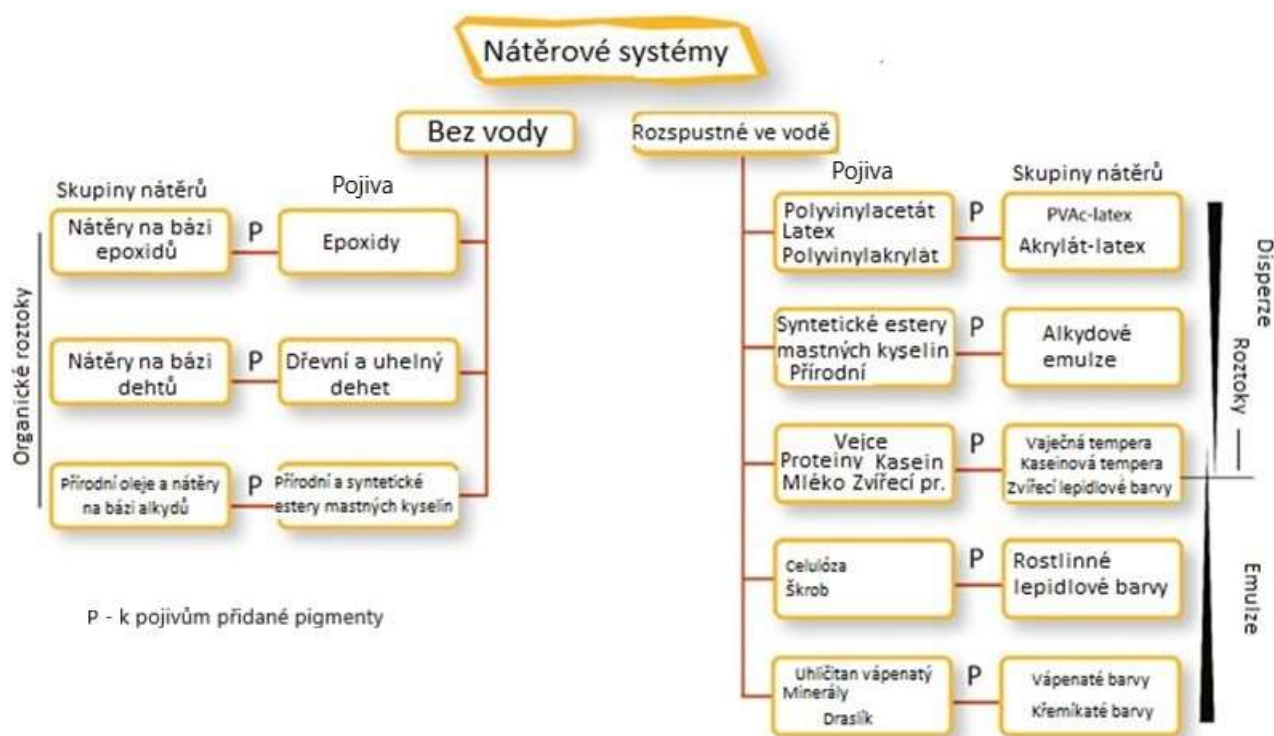
-Aditiva – mohou to být fungicidy, alkoholy, glyceroly. Jejich přidáváním do nátěrů se zvyšuje odolnost vůči růstu plísní a hub, snižuje se stékavost nátěru. Zkracují čas schnutí nebo zlepšují přilnavost a zlepšují vybrané vlastnosti, jako jsou lesk, konzistence, smáčivost, tvorba puchýřů a brousitelnost. Obzvláště polymerické nátěrové systémy vyžadují přidání aditiv, aby splňovaly požadované parametry na smáčivost a další ochranné vlastnosti (Sandberg, 2016).

3.5 Druhy nátěrových systémů

Nejčastější rozdělení nátěrových systémů na dřevo v exteriéru, se kterým se setkáváme je na systémy na bázi rozpouštědel a na vodní bázi. V souladu se snahou o zachování životního prostředí se v poslední době klade důraz na použití nátěrů s nižším obsahem škodlivých těkavých látek (VOC), což jsou právě systémy na vodní bázi (Cogulet et al., 2018).

V závislosti na použitém pojivu procházejí nátěry různými fázemi během procesu schnutí a zrání/vytvrzování. Podle tohoto bychom je mohli rozdělit následovně: Vodou rozpustné/ředitelné nátěry, nátěry schnoucí na vzduchu a nátěry reakčně vytvrzující (Sandberg, 2016).

V tabulce níže vidíme rozdělení nátěrových systémů na základě pojiv podle Sandberga (2016):



Obrázek 7, Schéma rozdělení nátěrových systémů na dřevo, (Sandberg, 2016)

Vodou ředitelné nátěry

Jedná se většinou o termoplastické systémy, z nichž nejběžnější jsou akrylátové disperze. Mohou to být jednosložkové nátěry, dvousložkové nátěry nebo nátěry vytvrzující a zrající pomocí UV záření. V dnešní době se jejich kvalita a použitelnost zvyšuje a dalo by se říci, že pro každou aplikaci existuje vhodný druh nátěru tohoto typu. Další výhodou těchto nátěrů je jejich rychlejší vyztvrání a lepší ekologická stopa, na kterou je v současnosti kladen velký důraz (Sandberg, 2016). Tyto nátěry více bobtnají a při jejich schnutí je zapotřebí zajistit intenzivní výměnu vzduchu. Také mají vyšší obsah sušiny a povrch je před jejich aplikací potřeba důkladně očistit a zbavit zbytků starých nátěrů, protože po zaschnutí vodou ředitelného nátěru není možné odstranit rozpouštědly (Mrázková, 2020).

Vzduchem schnoucí nátěry

Nátěry tohoto typu schnou a vytvrzují pomocí odpařování rozpouštědla, v tomto případě vody, z povrchu. Typickým zástupcem této skupiny jsou nátěry na bázi celulózy. Jejich schnutí může být výrazně urychleno zahřátím nebo dobrou ventilací (Sandberg, 2016).

Reakčně vytvrzující nátěry

Tyto nátěry schnou a vytvrzují pomocí chemické reakce. V mnoha případech se jedná o vícesložkové nátěrové systémy (Sandberg, 2016). Do této skupiny se řadí více druhů nátěrů, viz níže:

Nátěry vytvrzující pomocí kyselin

Tyto nátěrové systémy jsou založeny hlavně na alkydových pryskyřicích amino-pryskyřicích (močovina, melamin) a často jsou kombinované s nitrocelulózou. Kyselá složka zde působí jako vytvrzovač a katalyzuje reakci vytvrzování dokud není chemická reakce hotová. Rozpouštědlo se zde vypařuje z nátěru před i během reakce a po vytvrzení není součástí povrchového filmu. Proces vytvrzování může být signifikantně urychlen zahřátím. Jejich nevýhoda je uvolňování škodlivého formaldehydu do okolního prostředí při vytvrzování.

Nátěry s nenasyceným polyesterem

V těchto nátěrových systémech se používá kobalt a peroxidy jako vytvrzovací činidlo pro zahájení a průběh chemické reakce. Zároveň musí být přidán rozpouštědlo, například styren. Mezi jejich výhody patří vysoký podíl suchých pevných částic a vysoká reaktivnost. Mezi nevýhody patří složité podmínky skladování a nanášení.

Polyuretanové (PU) nátěry

Jsou to dvousložkové nátěry, kde hydroxylové skupiny (pojiva) reagují s izokyanátovými pryskyřicemi (vytvrzovač). Tyto nátěrové systémy se v poslední době těší zvýšené oblibě, zvláště díky zvyšujícím se požadavkům na obsah formaldehydu. Díky tomu jsou předmětem rapidního vývoje a slouží jako slibná alternativa k nátěrům vytvrzujícím pomocí kyselin.

Nátěry vytvrzující pomocí UV záření

Jejich hlavní vlastností a rozlišovacím znakem je, že, jak už název napovídá, vytvrzují pomocí UV záření. Konkrétně je zapotřebí záření o vlnové délce 200-420 nm. Mohou mít základ v nenasycených polyesterech, ale běžněji se setkáváme s nátěry na bázi PU nebo epoxidu. Za pomoci fotoiniciátoru mění sluneční záření a zahajují proces vytvrzování formou řetězové reakce. V tomto případě se jedná o velmi rychlý proces. Tyto nátěrové systémy vyžadují pokročilejší způsob aplikace, například válečkem. V kombinaci s přípravnou vrstvou tvořenou vodou ředitelným nátěrem se jedná o ekonomicky proveditelnější řešení pro některé

Oleje a vosky

Tato skupina nátěrových systémů se řadí k nejdéle používaným a v dnešní době se opět těší poměrně velké popularitě, zejména díky svým příznivým ekologickým vlastnostem (Brendelová, 2018).

Oleje

Nejčastěji jsou založeny na přírodní bázi a neobsahují škodlivé prchavé látky. Jejich základem jsou nenasycené oleje, např. lněný, kokosový nebo sójový. (Brendelová, 2018). Olejové nátěry na dřevo často mohou obsahovat alkydové pryskyřice nebo rozpouštědla. Jejich složení se odvíjí od požadované finální ceny a oblasti použití. Protože mají oleje dobrou schopnost penetrovat dřevo, záleží na kvalitě podkladu, na který je olejový nátěr aplikován. Přesto, že poskytují mnoho ochranných vlastností, jejich životnost je vysoce omezena a musí se poměrně často (1x za 1-2 roky) obnovovat, což je samozřejmě nákladné (Sandberg, 2016), (Brendelová, 2018).

Podle základních vlastností a složení nátěrů se oleje rozdělují následovně:

- 1. Fermeže**
- 2. Fermežové barvy**
- 3. Olejové laky**
- 4. Olejové barvy**
- 5. Olejové tmely a plniče pórů**

(Liptáková et al., 1989)

Vosky

Běžně jsou rozdělovány na studené a horké vosky. Studené vosky jsou většinou na vodní bázi, ale nevylučuje se u nich také použití rozpouštědel. Ve své podstatě jsou bezbarvé, ale mohou být kombinovány s barvivy pro získání požadovaného odstínu nebo metalického vzhledu. Horké vosky vyžadují speciální nástroje pro aplikaci a jejich tónování je

složitější než u studených vosků. I při aplikaci více vrstev vosku je potřeba povrch pravidelně ošetřovat (Sandberg, 2016).

Nátěrové systémy s nanočásticemi

Tyto nátěrové systémy využívají nanočástice ke zkvalitnění nátěrové vrstvy do vysoké míry a na trhu jsou poměrně krátkou dobu (konec 20. století). Uplatnění nanočástic v nátěrech na dřevo je složitější, než v nátěrech na kov nebo jiné nepřírodní materiály. Je to zejména kvůli menší rozměrové stálosti dřeva. Nicméně tato řešení pro dřevo jsou rapidně vyvíjena a jsou předmětem zájmu vědců. Jejich použití na dřevu může mít tyto kladné vlastnosti:

- Odpuzování prachu a vody
- Zpomalení růstu řas, hub a mechů
- Redukce přenosu vody v okrajových částech dřeva
- Lepší odolnost vůči UV záření a teplotě
- Lepší barevná stálost
- Lepší odolnost vůči poškrábání

(Sandberg, 2016)

Nátěrové systémy můžeme rozdělovat i na základě jiných vlastností, například podle toho, jestli tvoří film na povrchu nebo jestli pronikají do dřeva (Brendelová, 2018). Toto rozdělení však může být zavádějící, protože každý nátěr do jisté míry reaguje s povrchovými vrstvami dřeva.

3.6 Transparentní nátěrové systémy

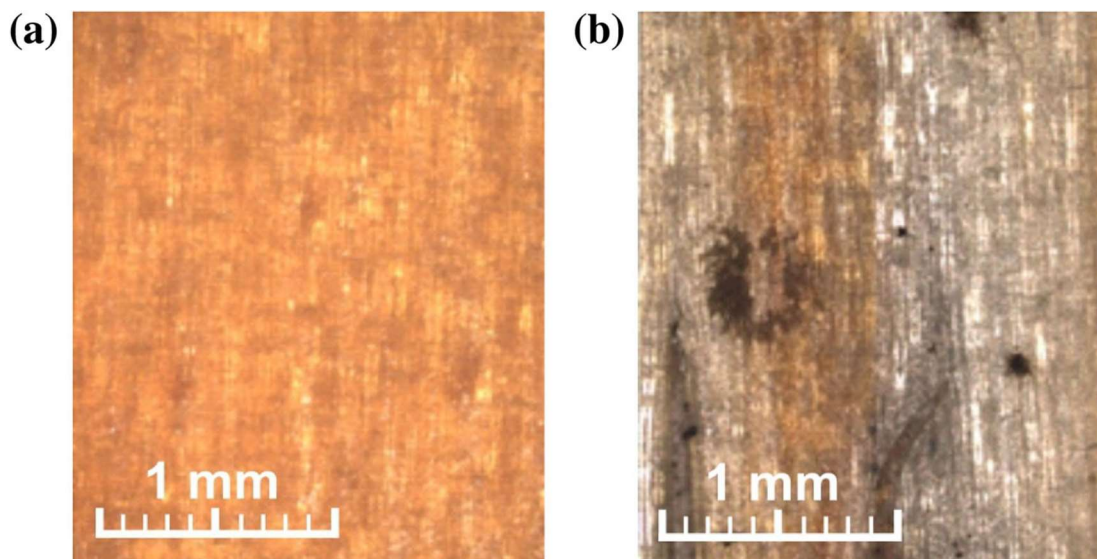
Transparentní nátěrové systémy na dřevo jsou předmětem dlouholetých výzkumů odborníků po celém světě, protože jejich použití dovoluje dřevu zachovat si tolik žádaný, přirozený vzhled. Nicméně jejich životnost je mnohem nižší než u barevných nátěrů. Je to následkem více faktorů, z nichž jako hlavní bychom mohli uvést degradaci povrchu dřeva pod nátěrem i samotného nátěru vlivem UV záření. V degradaci transparentních nátěrů hraje také velkou roli druh pojiva v daném nátěru a míra, do jaké je nátěr vystavený zvětrávání (Evans et al., 2015).

působení zejména UV záření a vlhkosti má za následek křehkost nátěru, což vede k jeho praskání a odlupování. Kvalita nátěru je velmi negativně ovlivněna degradací dřeva pod ním, zejména pak rozměrovými změnami, praskáním degradací povrchu (Grüll et al., 2011).

V současnosti se zvyšuje použití transparentních vodou ředitelných nátěrů, ale jejich trvanlivost a délka jejich funkční ochrany povrchu dřeva je stále omezená (Oberhofnerová, 2018).

3.6.1 Degradace transparentních nátěrů

Nátěry vystavené zvětrávání (zejména slunečnímu záření, kyslíku, vlhkosti a biotickým činitelům) procházejí nevratnými chemickými a fyzikálními změnami v jejich struktuře. UV záření rozkládá látky zodpovědné za strukturu vytvořeného filmu (akryl, alkydy, močovinu, epoxidy, atd.) a způsobuje různé defekty na povrchu natřeného dřeva. Mezi tyto defekty můžeme zařadit poškození struktury nátěru, tvorbu prasklin a bublin, slábnutí vrstvy nátěru a barevné změny povrchu dřeva (. Asi nejlépe odhalitelným znakem degradace transparentního nátěru vlivem zvětrávání jsou barevné změny. Jsou pozorovatelné pouhým okem a jsou znakem, že rozkladné procesy stavebních látek nátěru a chemické změny v něm začaly probíhat Reinprecht et al., 2015). Barevná stálost nátěru je jedním z hlavních faktorů, kterými hodnotíme jeho kvalitu a trvanlivost. Je to přesně měřitelná hodnota (systémem CIE-L*a*b), která poskytuje možnost zhodnocení trvanlivosti nátěru, protože měřením barevných změn za určitý časový úsek jsme schopni odhalit, jak moc je nátěr poškozen, nebo odhadnout poškození, které v blízké budoucnosti může vést ke ztrátě integrity nátěru nebo jeho částečné až celkové defoliaci (Oberhofnerová et al. 2018), (Pánek et al., 2018). Dalším faktorem ovlivňující výkon nátěru je prostupnost vody v kapalném i plynném skupenství nátěrem. Tyto vlastnosti jsou velmi výrazně ovlivněny tloušťkou nátěru (Hýsek Štěpán, a další, 2018). Míru rozkladu nátěru lze definovat více způsoby – např. měřením koncentrace železa ve vrstvě nátěru, změnami v mikro-struktuře filmu nátěru, změnou barvy, lesku, mírou výskytu dřevokazných a dřevozbarvujících hub, přilnavostí nátěru, voděodolností a dalšími (Reinprecht et al., 2015), (Pánek et al., 2018).



Obrázek 8: Povrchy smrkového dřeva natřeného olejovým transparentním nátěrem: a) po 12 týdnech zrychleného zvětrávání v přístroji Xenotest; b) po 24 měsících přirozeného zvětrávání – viditelné ztmavnutí povrchu působením plísní a usazováním prachových částic; (Pánek et al., 2018)

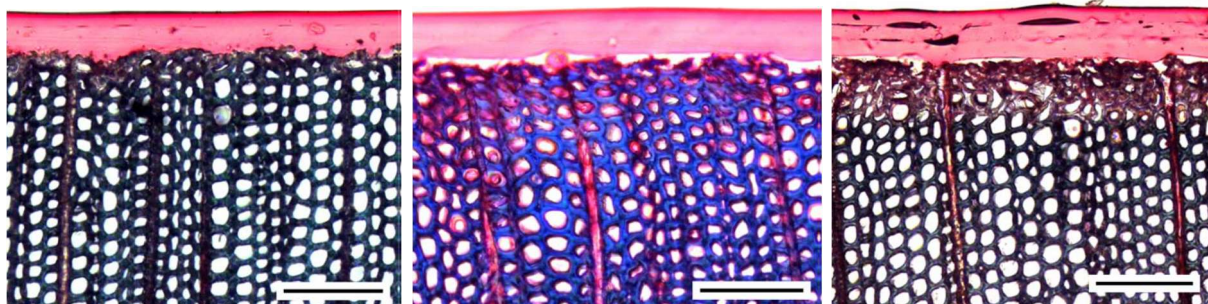
3.6 Prodloužení životnosti nátěrových systémů

Jak je uvedeno výše v této práci, doposud se nepodařilo najít takový nátěrový systém, který by svou životností a použitelností dokonale splňoval podmínky dlouhotrvající ochrany dřeva (Evans et al., 2015). Samotná trvanlivost nátěrových systémů používaných na dřevě je charakterizována stavem, ve kterém některé jeho vlastnosti pozbývají technické funkčnosti nebo už nemají vzhled, který vyžaduje koncový zákazník (Oberhofnerová et al., 2018), (Podgorski, 2011).

Existují však metody, jakými lze docílit lepší životnost transparentních nátěrů v exteriéru. Například optimalizace složení nátěru a jeho vrstev, přechod mezi vrstvou dřeva a nátěru a předúprava povrchu před nanesením samotného nátěru se jeví jako účinné metody. Jedna z možností zmíněné předúpravy povrchu je stabilizace podkladové dřeviny pomocí UV absorbérů (UVA), sféricky stíněných aminů (HALS) nebo anorganických sloučenin. (Oberhofnerová, 2018). Další látky, které se používají pro předúpravu povrchu jsou látky získávané z rostlin (extraktiva, esenciální oleje), zejména takové, které obsahují fenolické sloučeniny. Typickým příkladem rostlin používaných k těmto účelům jsou: hřebíček, oregano nebo tymián. Jejich výhodou je, že jsou přírodní a netoxické pro životní prostředí (Oberhofnerová et al., 2018). Touto problematikou se zabývají četné výzkumy. Jednou z možných metod zkvalitnění nátěru je znásobení jeho tloušťky pomocí aplikace více vrstev. Jednotlivé vrstvy mohou být navzájem odlišné nebo se může jednat o více vrstev stejného nátěru. V případě různých druhů nátěrů

v jednotlivých vrstvách se většinou aplikuje spodní – přípravná vrstva, překryvná vrstva a vrchní – vodu odpuzující vrstva (Pánek, a další, 2016). Stálost nátěrů na předem ošetřeném dřevě se dá zlepšit přidáním UV aditiv, hydrofobních složek, fungicidů nebo dalších látek podle požadovaného výsledku (Pánek, a další, 2016).

Dalším způsobem, jak prodloužit životnost nátěrových systémů je předúprava povrchu dřeva pomocí kyselin nebo umělého zvětrávání před nanesením nátěru. Je to proces, kdy se na povrchu dřeva simulují podmínky při zvětrávání – zejména ztráta ligninu a až po tom je nanesen požadovaný transparentní nátěr. Výsledkem této procedury je lepší penetrace nátěru do povrchu dřeva a tím zlepšení jeho adheze, pružnosti a barevné stálosti (Dawson et al., 2008).



Obrázek 9: Příčný řez dřevem bez předúpravy povrchu; nátěr pronikl pouze do dřevných paprsků tracheid a přístupných lumenů nejbliže k povrchu; (Dawson et al., 2008)

Obrázek 10: Příčný řez dřevem s předúpravou povrchu pomocí kyseliny; nátěr pronikl do dřevných paprsků a tracheid dále od povrchu, ačkoliv hloubka pronikání nátěru je variabilní, (Dawson et al. 2008)

Obrázek 11 Příčný řez dřevem s předúpravou povrchu pomocí zvětrávání, nátěr pronikl do dřevných paprsků a do 3-4 vrstev tracheid, (Dawson et al., 2008)

Z výzkumů vyplývá, že zlepšení barevné stálosti některých dřevin (smrk) lze dosáhnout použitím pigmentů v přírodní barvě borovice a modřínu (Reinprecht et al., 2015). Velmi důležitým faktorem v prodloužení životnosti nátěru je druh dřeviny, na kterou nátěr aplikujeme. Různé dřeviny mají rozdílnou anatomickou stavbu a různý obsah chemických látek (zejména extraktiv). Tyto látky reagují rozdílně s látkami v nátěrových systémech a vytváří s nimi rozdílné vazby, což v praxi znamená jinou životnost stejného nátěru na různých druzích dřeva (Pánek et al., 2014).

V poslední řadě musíme zmínit, že pravidelná inspekce stavu nátěru a jeho včasné obnovení je velmi důležitým krokem k zachování jím ošetřeného dřeva v exteriéru. Při nedostatečném obnovení nátěru nebo při pozdním ošetření může dojít k degradaci do takové míry, že nátěr už nelze obnovit a musí být kompletně renovován, často spolu s dřevem pod ním (Podgorski, 2011).

4 METODIKA

Následující kapitola se bude zabývat materiály, které byly použity pro praktickou část práce a postupy, kterými probíhala měření. Také budou popsány přístroje používané k měření zkoumaných hodnot.

4.1 Použité druhy dřeva

Cílem práce je porovnání různých variant vrstvení nátěrových hmot na různé polymerní bázi na dvou dřevinách – smrku a douglasce. Tyto dřeviny se svou stavbou a vlastnostmi navzájem liší. Z toho vychází i různá životnost stejných nátěrových systémů při aplikaci na ně. Následuje stručný popis těchto dřevin a jejich vlastností.

Smrk Ztepilý (*Picea abies* L.)

Jedná se o naši nejrozšířenější jehličnatou dřevinu (52 % ve skladbě českých lesů) a hojně se využívá na různá použití – od vánočních stromků po nábytek. Je zdrojem palivového dřeva a surovinou pro konstrukční řezivo. Jeho dřevo je lehké, relativně pevné, dobře štípatelné, houževnaté a v suchém stavu velmi trvanlivé. Při vlhkostech překračujících hranici 15-20 % se stává potravou pro všechny druhy biotických činitelů. Při rovnovážné vlhkosti okolního vzduchu má hustotu okolo 455 kg/m³. Smrkové dřevo je zařazeno ve skupině málo trvanlivých dřevin (třída č. 4) a zároveň je to dřevina těžko až extrémně těžko impregnovatelná (třídy 3-4) (Reinprecht, a další, 2016). Barevně bychom mohli smrkové dřevo popsat jako světlé až nahnědlé, hedvábně lesklé, s výraznou kresbou letokruhů, které jsou pravidelné a dobře barevně odlišitelné na všech řezech. Smrk je jádrová dřevina, ačkoliv jeho jádro není příliš viditelné. Povrch smrkového dřeva se dobře natírá, moří a barví, problémy však nastávají při impregnaci, která je bez tlakové komory prakticky nemožná. Zvětraný povrch smrkového dřeva má šedou barvu a výrazně vystouplé letokruhy v oblasti letního dřeva (Opletalová, 2014). U smrku bychom mohli nalézt určité zvláštnosti v jeho anatomii, které mají za následek jeho horší impregnovatelnost. Jednou z nejvýznamnějších je přítomnost dvojteček a jejich tvar, který po vyschnutí dokonale uzavře prostup mezi tracheidami a znemožní hloubkovou impregnaci (Reinprecht, a další, 2016). Smrkové dřevo obsahuje některé extraktivní látky, které mají fungicidní, insekticidní a další účinky. Jako první z těchto látek jsou esenciální oleje, což jsou komplexní látky složené z molekul těkavých látek. Jsou složené hlavně z terpenů (z nejvýznamnějších např. *a-pinene*, *limonene*, *myrcene*). Výzkumy ukázaly, že terpeny jehličnatých dřevin zvyšují odolnost proti dřevokazným houbám a kůrovci a mají antibakteriální, cytotoxické a antioxidantní vlastnosti.

Terpeny tvoří až 96-98 % olejů. Další látkou obsaženou ve smrkovém dřevě jsou polyfenolické sloučeniny. Z nichž bychom mohli jmenovat fenolické kyseliny, flavonoidy, lignany a taniny. Mají významnou ochrannou funkci. U Smrku bychom mohli nalézt i vosky a jiné lipofilní komponenty, nacházejí se však hlavně v jehličkách, a ne v dřevní hmotě (Nastić, a další, 2020).

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*)

Douglaska je jehličnatá dřevina původem ze Severní Ameriky, která je v našem prostředí poměrně novým druhem (introdukována byla v českých zemích v 19. století). Procentuální zastoupení v českých lesích má malé – pouze 0,2%. Z tohoto důvodu je její využití na našem území velmi omezené. V současnosti se však o douglasce mluví jako o možném nástupci smrku ztepilého, jehož porosty jsou na našem území značně poškozeny kůrovcem díky svému rychlému růstu a vysoké objemové výtěži (Vavřík, a další, 2010). Její dřevo je vlastnostmi podobné borovici lesní, je pevné, středně tvrdé, houževnaté dobře opracovatelné, štípatelné. Spadá do skupiny středně trvanlivých dřevin (třída 3) a je to dřevina středně impregnovatelná (třída 2) (Reinprecht, a další, 2016).

Hustota

douglasky při vlhkosti 12% je zhruba 488 kg/m³. Jedná se o jádrovou dřevinu, jejíž jádro je žlutohnědé až červenohnědé v závislosti na stanovišti růstu, běl je poměrně úzká, bělavé až světle žluté barvy. Má poměrně široké letokruhy s výraznou částí letního dřeva, což pro naše dřeviny není úplně typické. Vzhledem je podobná modřínu, ale jeho vlastností nedosahuje, což bývá často špatně interpretováno (Zeidler, a další, 2015).

I dřevo douglasky obsahuje různá extraktiva. Nejvíce se jich nachází v kůře stromu, ale dají se nalézt i v dřevní hmotě. Odhaduje se, že až třetina extraktiv získávaných v dřevařském průmyslu z douglasky pochází z pletiv stromu, která nebyla v tomto ohledu ještě podrobně prozkoumána. Mezi hlavní extraktiva nacházející se v dřevě douglasky patří proanthokyanidiny, phlobapheny, flavonoidy, vosky, terpenoidy, phytosteroly a lignany. Jsou to látky různého chemického charakteru. Může se jednat o kondenzované taniny v případě proanthokyanidinů, vosky se zase skládají z triglyceridů a esterů kyselin a mohou být extrahovány a používány jako komerční vosky, mají tedy dobré hydrofobní vlastnosti. Látky zvané taniny se také nacházejí u douglasky v dobře pozorovatelné míře a byly již v minulosti hojně používány například v koželužství a výrobě cementu nebo keramiky. Flavonoidy jsou u dřeva douglasky zastoupené četnými skupinami – flavanoly, flavonol-glykosidy, oksyloženými flavonol-glykosidy a biflavonoidy a flavonolignany. Jak napovídá název poslední z těchto skupin, flavonoidy jsou úzce spjaté s ligninem. Různé druhy terpenoidů byly také nalezeny

v douglasce během výzkumů – monoterpenoidy, sesquiterpenoidy, diterpenoidy a triterpeny. Nejvíce jsou přítomné monoterpenoidy a diterpenoidy. Tyto terpenoidy spolu s dalšími látkami tvoří esenciální oleje, které jsou bohaté na škodlivé těkavé látky (VOC). Obecně můžeme říci, že ve dřevě douglasky se nachází desítky extraktivních látek, které mají svou funkci v přirozené ochraně dřeva, ale i po jejich vytěžení z dřevní hmoty i v různých odvětvích průmyslu, například při výrobě nátěrových systémů (Oleson, a další, 2015).

4.2 Použité nátěrové hmoty

Pro účely praktické části této práce byly vybrány některé komerčně užívané nátěrové hmoty na dřevo v exteriéru v bezbarvých nebo lehce tónovaných variantách. Tyto materiály budou stručně popsány v následující části práce. Technické listy jednotlivých nátěrů jsou součástí příloh této práce (Přílohy 1-12).

Impregnační přípravky

Na zkušební tělesa byly aplikované přípravky obsahující nanočástice chránící podkladní vrstvu proti UV záření. Tyto přípravky byly následující:

- *Tinuvin 5151 (BASF) + ZnO (nanočástice 25 nm): celkově 3% (1,5% + 1,5%)* – v kódovém označení nátěrového systému jako písmeno „B“

- *Tinuvin 5151 (BASF) + ZrO₂ (nanočástice 24 nm): celkově 3% (1,5% + 1,5%)* – v kódovém označení nátěrového systému jako písmeno „C“

Tyto přípravky byly aplikované ve vodní disperzi, štětcem v množství cca 100-120 g/m² (určeno vážením vzorků před a po aplikaci).

Část zkušebních těles byla ponechána bez předúpravy povrchu, tato jsou v práci označována jako písmeno „A“ nebo jak „nativní povrch“. V rámci měření byla vždy dvě zkušební tělesa ponechána bez povrchové modifikace pro získání referenčních hodnot.

Akrylátová transparentní silnovrstvá lazura pro exteriér Stachema

Jedná se o silnovrstvou, vodou ředitelnou lazuru od českého výrobce Stachema. Je vhodná pro ošetření dřeva všech druhů a všech aplikací v exteriéru. Samostatně není vhodná pouze k použití na pochozích plochách. Výrobce nedoporučuje použití této lazury na dřevinách s vysokým obsahem pryskyřice, např. na borovici. Lazura je směs vody a akrylátové disperze

s použitím aditiv a v bezbarvé variantě je obohacena o UV filtr. Vzhled nátěru je sametově lesklý.

Osmo UV 420

OSMO UV ochranný olej EXTRA je bezbarvý polomatný nátěr na dřevo na bázi přírodních olejů pro použití v exteriéru. Má otevřené póry, takže umožňuje dřevu dýchat, což snižuje bobtnání a smršťování. Nátěr nepraská, neodlupuje se a neodprýskává se. Při použití ve formě finální vrstvy na barevně upraveném dřevě výrazně prodlužuje interval renovace. Při použití na neošetřeném dřevě ve dvou vrstvách zamezuje šednutí dřeva s ochranným faktorem 12 v porovnání s neupraveným povrchem dřeva. Součástí nátěru jsou biocidní, a fungicidní složky na ochranu proti plísním, houbám a řasám.

Aquastop (Bohme Switzerland)

AquaStop od firmy Böhme je finální vodu odpuzující nátěr na bázi polymerních pryskyřic. Je to povětrnostně stálá, bezbarvá ochrana pro nové i staré nátěry dřeva v exteriéru. Vytváří film s otevřenými póry a k podkladu se váže díky tzv. ASS-komplex systému. Je vodou ředitelný a neobsahuje chemická rozpouštědla. Povrch ošetřený AquaStopem má hedvábně matný/matný vzhled.

Adler protector plus

Tato bezbarvá impregnační lazura na bázi nanotechnologií má velmi dobré hydrofobní vlastnosti, vysokou penetrační schopnost a obsahuje vysoce účinné UV absorbenty. Je účinná proti plísním houbám způsobujícím zamodráním dřeva. Je to nátěr vhodný pro jehličnaté dřeviny, které vykazují větší rozměrovou nestálost při použití v exteriéru.

Rhenocoll tixotropní alkydová lazura

Je rozpouštědlová lazura v přírodních odstínech dřevin k širokému použití. Používá pro krycí lazurovací a barevnou povrchovou úpravu dřeva bez kontaktu se zemí. Je vhodná pro širokou řadu aplikací od střešních podhledů po okna a dveře. Tvoří elastický, pracuje se dřevem a nepraská. Lazura je na čisté alkydo-pryskyřičné bázi, obsahuje speciální semitransparentní přísady, které zlepšují její odolnost vůči zvětrávání. Má vysoký obsah sušiny a výrobce udává, že i po osmi letech si udržuje svou stálost. Neobsahuje žádné biocidní látky. Déle schne a díky tomu dobře penetruje povrch dřeva.

Cirranova Yacht lak

Jedná se o lak pro ochranu dřeva, které je vystaveno extrémním vlivům prostředí, jako jsou dřevěné obklady nebo paluby lodí. Má vysoký lesk a je možné ho aplikovat v exteriéru i interiéru.

Sanitární silikon

Transparentní silikon používaný převážně k spárování obkladů ve vlhkých prostředích byl použit k zalepení čel zkušebních těles. Je vysoce voděodolný, má dobrou adhesivní schopnost k podkladu a zabraňuje průniku vody a plísní do podkladního materiálu.

Podrobné informace o složení nátěru, stejně jako jejich aplikaci a vlastnostech se nacházejí v technických listech, které jsou umístěny v části příloh této práce.

4.3 Příprava zkušebních vzorků

Zkušební vzorky byly vytvořeny ze dvou dřevin – smrku ztepilého (*Picea abies L.*) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*). Dřevo bylo selektováno tak, aby obsahovalo co nejméně vad a nedokonalostí. Dřevo použité k výrobě zkušebních těles mělo poměrně velkou variabilitu, co se týče radiálních/ tangenciálních ploch a jádra/běli. Pro všechna zkušební tělesa byly uplatněny stejné technologické postupy v souladu s platnými normami. Zpracování zkušebních těles probíhalo v laboratoři zpracování biomateriálů na fakultě Lesnické a dřevařské České Zemědělské Univerzity.

Základní opracování

Vstupním formátem pro vrstvení nátěrových systémů byly destičky o rozměrech 300 x 78 x 20 mm (podélný x tangenciální x radiální). Ty byly vymanipulovány z prken vysušených na vlhkost 12 %. Prkna byla po vysušení v sušící komoře rozmítána na kotoučové rozmítací pile pro dosažení požadované šířky. Následně byla prkna hoblována tloušťkovací frézku na požadovaný rozměr a kvalitu obrobených povrchů. Takto vzniklá prkna s požadovanou šířkou a tloušťkou byla nakrácena na kotoučové pile Felder BF 6-41 pro dosažení požadované délky.

Označení zkušebních těles

Celkem bylo vytvořeno 64 zkušebních těles – 30 smrkových s nátěrovými systémy, 30 douglaskových s nátěrovými systémy a 2 referenční vzorky od každé dřeviny, které nebyly ošetřené žádným nátěrem. Všechny vzorky byly označeny kódovým označením na neošetřené (zadní straně) pro snadnou identifikaci. Zároveň byly všechny vzorky označeny na bočních plochách svislými čarami v pravidelných intervalech. Na každé boční ploše vzorku bylo umístěno 8 takových svislých čar, které sloužily pro identifikaci měřicí polohy. Díky tomu následné měření lesku a barvy probíhalo vždy ve stejném místě a byla tak zaručena maximální přesnost měření.

kódová označení se skládala z označení Dřeviny (SM/DG), označení předúpravy povrchu („A“ - nativní, „B“ – UV + ZnO, „C“ – UV + ZrO₂) označení dané kombinace nátěrů (1-5) a označení jednoho z dvojice zkušebních těles pro stejnou dřevinu a zvolenou kombinaci nátěrů (1-2). V souboru byla vždy 2 zkušební tělesa se stejnými kombinacemi dřevina – předúprava – nátěrový systém.

SM - A - 1 - 1
| | | |
1 2 3 4

Obrázek 12: Systém identifikace zkušebních těles; 1 – označení dřeviny, 2 – označení předúpravy povrchu, 3 – označení kombinace nátěrů, 4 – označení zkušebního tělesa v rámci stejné dřeviny + nátěru



Obrázek 13: Zkušební těleso s kódovým označením, na boční straně tělesa viditelné značky pro pozdější měření

Tvorba nátěrových systémů

Po tvarové úpravě, kvalitativní úpravě povrchu a označení souboru zkušebních těles mohly být vytvořeny jednotlivé kombinace nátěrových systémů. Impregnace povrchu a jednotlivé nátěry byly na jednotlivá zkušební tělesa nanášeny pomocí odpovídajících štětců dle návodu výrobce daného nátěru. Byl kladen důraz na správnou tloušťku filmu, na rovnoměrnost a v neposlední řadě také na bezpečnost práce. Správná vrstva nátěru byla zajištěna vážením vzorků před a po nanesení aby bylo dosaženo výrobcem předepsaného nánosu. Byly použity

dvě sady štětců pro rozpouštědlové a pro vodou ředitelné nátěry, aby nedocházelo ke kontaminaci jiným nátěrem. Mezi aplikací jednotlivých druhů nátěru a jednotlivými vrstvami byly štětce vždy důkladně vmyty a zbaveny veškerých nečistot. Aplikace nátěrových systémů probíhala v prostorech rukodílny dřevařského pavilonu fakulty Lesnické a dřevařské a sušení probíhalo v lakovně ve stejném objektu. Bylo tak zajištěno dostatečného vyschnutí povrchu před aplikací další vrstvy a před samotnou aplikací v exteriéru. Čela zkušebních těles byla zatřena sanitárním silikonem pro zamezení vniku vody.

Vytvořené nátěrové systémy

V rámci souboru bylo vytvořeno 5 kombinací výše uvedených nátěrových systémů. Některé nátěry v rámci systémů byly aplikovány ve více vrstvách, některé nátěry pouze v jedné vrstvě – vždy za dodržení pokynů výrobce nátěru a průběžného vážení. Označení jednotlivých nátěrových systémů je popsáno výše v práci.

Následující odstavec stručně popíše skladbu zmíněných nátěrových systémů (v kódovém označení jako čísla 1-5):

1 – Akrylátová transparentní silnovrstvá lazura pro exteriér Stachema (2 vrstvy)

2 – Osmo UV 420 (2 vrstvy)

3 – Osmo UV 420 (2 vrstvy) + Aquastop (Böhme Switzerland) (1 vrstva)

4 – Akrylátová transparentní silnovrstvá lazura pro exteriér Stachema (2 vrstvy) + Adler protector plus (1 vrstva)

5 – Rhenocoll tixotropní alkydová lazura (1 vrstva) + Cirranova Yacht lak (2 vrstvy)

Po aplikaci těchto nátěrových systémů byla zkušební tělesa dva dny ponechána v klimatizovaných prostorech ($RH\ 65\%$, $t\ 20^{\circ}C$) lakovny pro co nejlepší vyschnutí a vytvrnutí nátěrů z důvodů přesnosti úvodního měření charakteristik.



Obrázek 14: Zkušební tělesa po natření



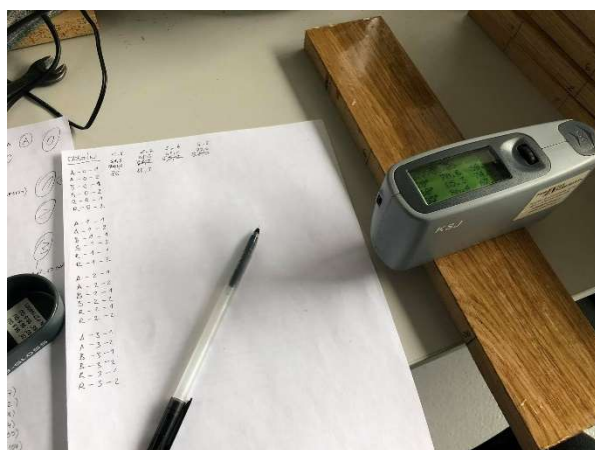
Obrázek 15: Zkušební tělesa po natření s viditelným značením na boční ploše

4.4 Měření úvodních vybraných charakteristik

Jako charakteristiky, které zkoumala praktická část této práce byly vybrány barva, lesk a smáčivost. V rámci měření byl také zdokumentován povrch vzorků pomocí fotoaparátu. Všechna měření probíhala v laboratořích FLD ČZU podle platných norem a směrnic. První měření (před umístěním vzorků v exteriéru) proběhlo 20.5.2020. Data získaná měřením byla zapisována do aplikace MS Excel. Následující charakteristiky byly změřeny před vystavením vzorků v exteriéru:

Měření lesku

Měření lesku bylo provedeno pomocí přístroje KSJ MG268-F2 (Kanada) dle normy EN ISO 2813: 2014. Přístroj byl přikládán do poloh označených na bočních plochách, takže na



Obrázek 16: Měření pomocí leskoměru (zdroj: archiv Ing. Štěpána Jarolíma)



Obrázek 17: Leskoměr – detail (zdroj: archiv Ing. Štěpána Jarolíma)

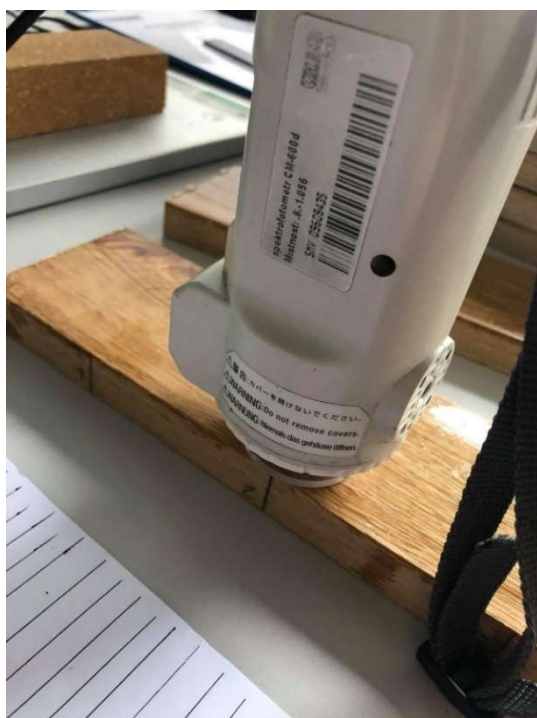
každém vzorku byla provedena 4 měření. Přístroj zaznamenává hodnoty lesku ve třech různých úhlech vůči povrchu dřeva: 20°, 60° a 85°. Pro naše měření jsme zkoumali pouze hodnotu lesku v 60°. Hodnoty lesku jsou na stupnici 0-100, kde 100 je absolutní lesk.

Měření barvy

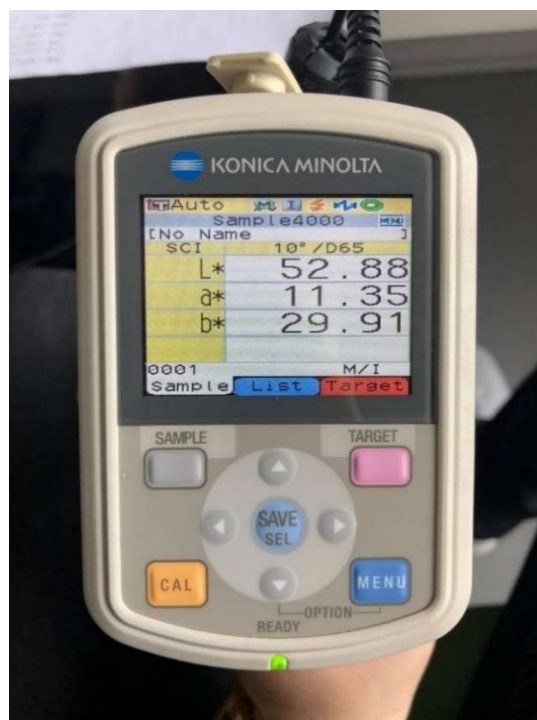
Měření barvy bylo prováděno spektrometrem dle normy ISO 7724-1, ISO 7724-2 a ISO 7724-3. Přístroj použitý pro měření barvy byl Konica Minolta 600-d (Japonsko). Měření barvy probíhalo v 8 různých pozicích v rámci jednoho vzorku podle výše popsaných označení na bočních plochách. Dolní část spektrometru byla přiložena kolmo k povrchu vzorku tak, aby boční hrana vzorku tvořila tečnu k okruží snímače. Bylo to z důvodu snímání pokud možno stejného bodu v rámci více měření. Dle systému ICE (1986) byly měřeny změny v parametrech ΔL , Δa a Δb , kde L vyjadřuje změnu světlosti od 100 (bílá) do 0 (černá), parametr a vyjadřuje chromatičnost (+ červená, - zelená) a b vyjadřuje další chromatičnost (+ žlutá, - modrá). Celková změna barvy byla vypočítána podle vzorce (Oberhofnerová et al., 2016):

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

Ve vzorci jsou hodnoty vztaženy vždy k počátečnímu měření, protože požadovanou informací je změna barvy vzorku oproti původnímu stavu. Do statistického vyhodnocení tedy vždy vstupovaly hodnoty ΔE v tomto formátu: 3 Měsíce - 0 Měsíců, 6 Měsíců - 0 Měsíců a 18 Měsíců - 0 Měsíců.



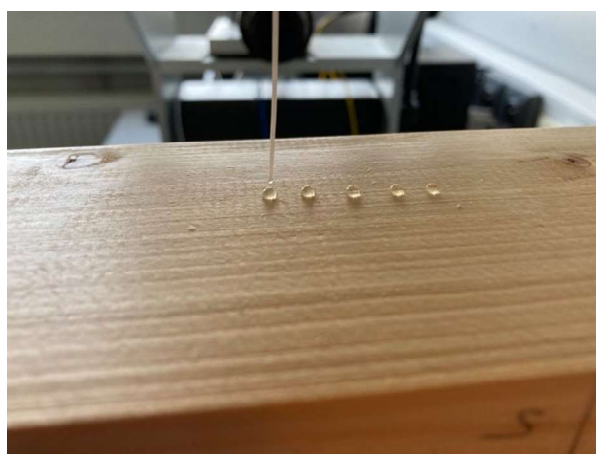
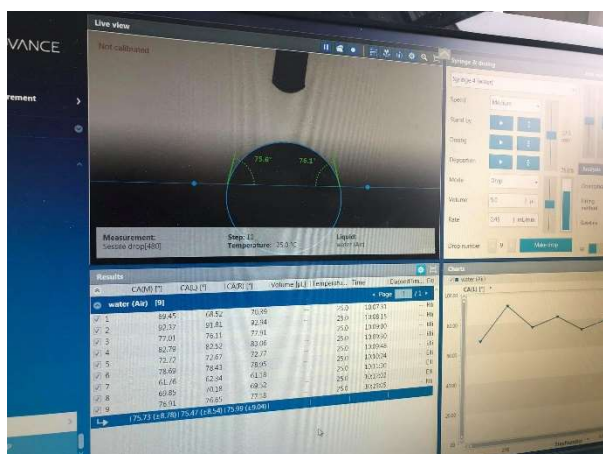
Obrázek 18: Měření pomocí spektrometru (zdroj: archiv Bc. Štěpána Jarolíma)



Obrázek 19: Spektrometr – detail (zdroj: archiv Bc. Štěpána Jarolíma)

Měření smáčivosti

Smáčivost byla měřena na goniometru DSA 30-E od firmy KRÜSS (Německo) pomocí kapkové metody a měření kontaktního úhlu. Po aplikaci kapky vody přístrojem na povrch dřeva byla provedena prodleva 5s, aby se kapka na povrchu ustálila a měření mohlo proběhnout správně. Na každém vzorku bylo provedeno 5 kapek, tedy 5 hodnot kontaktního úhlu na vzorek. Vyšší hodnoty kontaktního úhlu znamenají menší smáčivost povrchu a lepší odolnost dřeva vůči působení vody.



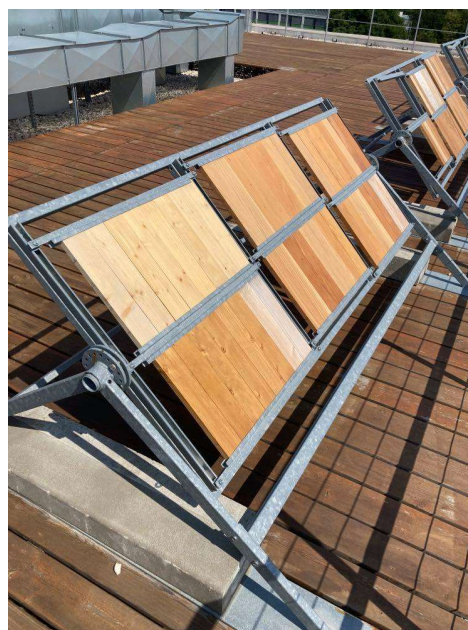
Obrázek 20: Měření kontaktního úhlu – počítačová vizualizace; kamera umístěná v úrovni povrchu dřeva snímá kontaktní úhel a jeho hodnoty zaznamenává do tabulky

Obrázek 21: Kapky na povrchu dřeva při měření goniometrem

4.5 Stárnutí vzorků a průběžné měření vlastností

Stárnutí vzorků probíhalo ve venkovním prostředí na střeše Dřevařského pavilonu FLD ČZU, v Praze – Suchdole, v nadmořské výšce 285 m.n.m. po dobu 18 měsíců. Jednalo se o přirozené stárnutí dle normy EN 927/3 (2006). Vzorky byly umístěny ve stojanu pod úhlem 45°. Stojan se vzorky byl orientovaný na jih. Vzorky ve stojanu byly připevněny systémem kovových zarážek, aby nemohlo dojít k uvolnění vzorků vlivem větru. podrobnosti o klimatických podmínkách lze nalézt na stránce

<https://meteostanice.agrobiologie.cz>



Obrázek 22: Vzorky umístěné ve stojanu

Při průběžném měření vzorků bylo vždy nutné tyto umístit do klimatizovaného prostředí laboratoře na minimálně 48 hodin před začátkem měření, aby došlo k jejich vysušení. Po vlhkostní stabilizaci vzorků byla provedena stejná měření charakteristik, jako před jejich umístěním do expozice – Měření lesku, Měření smáčivosti a měření barvy.

4.6 Statistické vyhodnocení výsledků měření

Statistické vyhodnocení výsledků měření probíhalo v programu TIBCO Statistica 14 (USA). V rámci tohoto vyhodnocení byly vytvořeny grafy průměrných hodnot se směrodatnou odchylkou. Data pro tyto grafy byla zpracována pomocí programu MS Excel (USA). Jednotlivé hodnoty pro lesk, kontaktní úhel smáčivosti a barevné změny byly získány postupným měřením vzorků v 0, 3, 6 a 18 měsících. Pro každou kombinaci nátěru byly vytvořeny dva vzorky pro větší objem naměřených dat a lepší statistickou významnost. Dále byly pro tato měření zhotoveny testy statistické významnosti (ANOVA, Tukey HSD) s hladinou statistické významnosti 95%. Statisticky významné hodnoty jsou v tabulkách níže označeny červeně.

Výsledky Barevných změn v parametrech L, a, b jsou součástí příloh č. této práce (Přílohy č. 13 - 21). Tabulky znázorňující statistickou významnost jsou uvedeny pro smáčivost povrchu a celkovou barevnou změnu vždy pod odpovídající dvojicí grafů. Tabulky statistické významnosti pro smáčivost povrchu a celkovou změnu barvy pro celý soubor zkušebních těles jsou součástí příloh této práce (přílohy 22 a 23). Vizualní zhodnocení vzorků a grafické znázornění statistického vyhodnocení výsledků pro změnu kontaktního úhlu smáčivosti, lesku a celkové barevné změny se nachází na následujících stranách.

5 VÝSLEDKY

První vyhodnocení výsledků, které v rámci výzkumu proběhlo byla vizuální evaluace stavu nátěru po uplynulém čase vystavení externím vlivům. Toto vyhodnocení probíhalo ve 3, 6 i 18 měsících současně s ostatními měřeními. Při vizuálním vyhodnocení byla zjištěná výrazná delaminace některých nátěrových systémů. Na některých zkušebních tělesech byly nátěry do velké míry popraskané, odchlíplé nebo i odloupenuté. Nejvýraznější byla barevná změna povrchu, která byla do jisté míry zjištěna na všech typech nátěrů. Na vzorcích bylo zjištěno vyplavování extraktivních látek a znečištění povrchu prachovými částicemi. Na zkušebních tělesech je patrné, že jen malá část nátěrových systémů si po celou dobu měření uchovala svůj původní stav. Většina nátěrových systémů byla na konci měření ve velmi špatném stavu. Tyto vizuální změny dokumentují fotografie níže. Pro srovnání je vždy vedle fotografií nátěrových systémů i referenční nativní vzorek bez úpravy povrchu označený jako „AR“



Obrázek 23: barevné změny smrku s předúpravou povrchu „A“



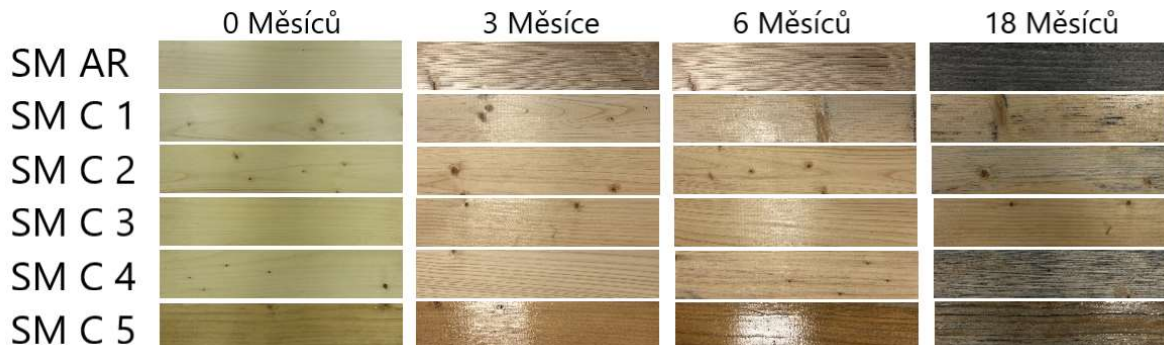
Obrázek 24: barevné změny douglasky s předúpravou povrchu „A“



Obrázek 25: barevné změny smrku s předúpravou povrchu „B“



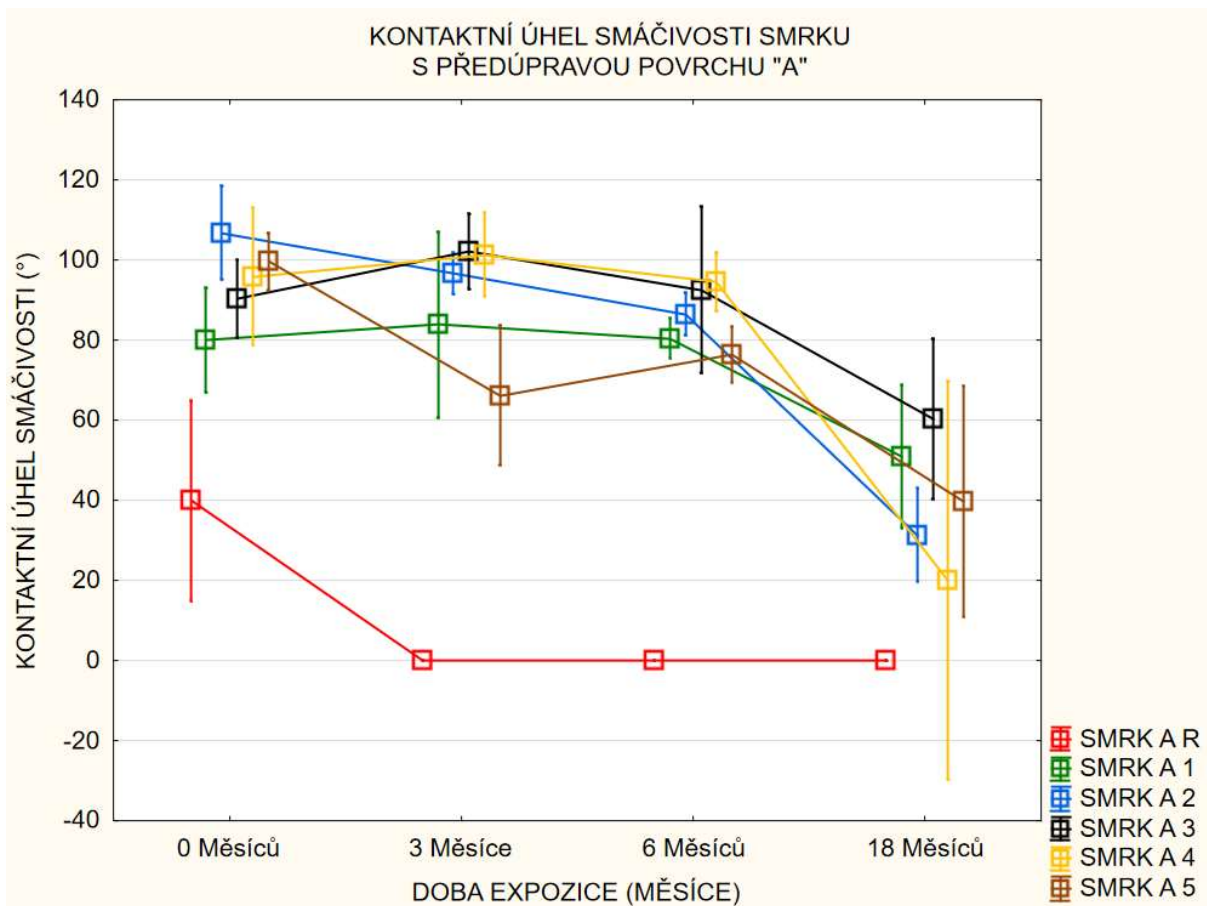
Obrázek 26: barevné změny douglasky s předúpravou povrchu „B“



Obrázek 27: barevné změny smrku s předúpravou povrchu „C“

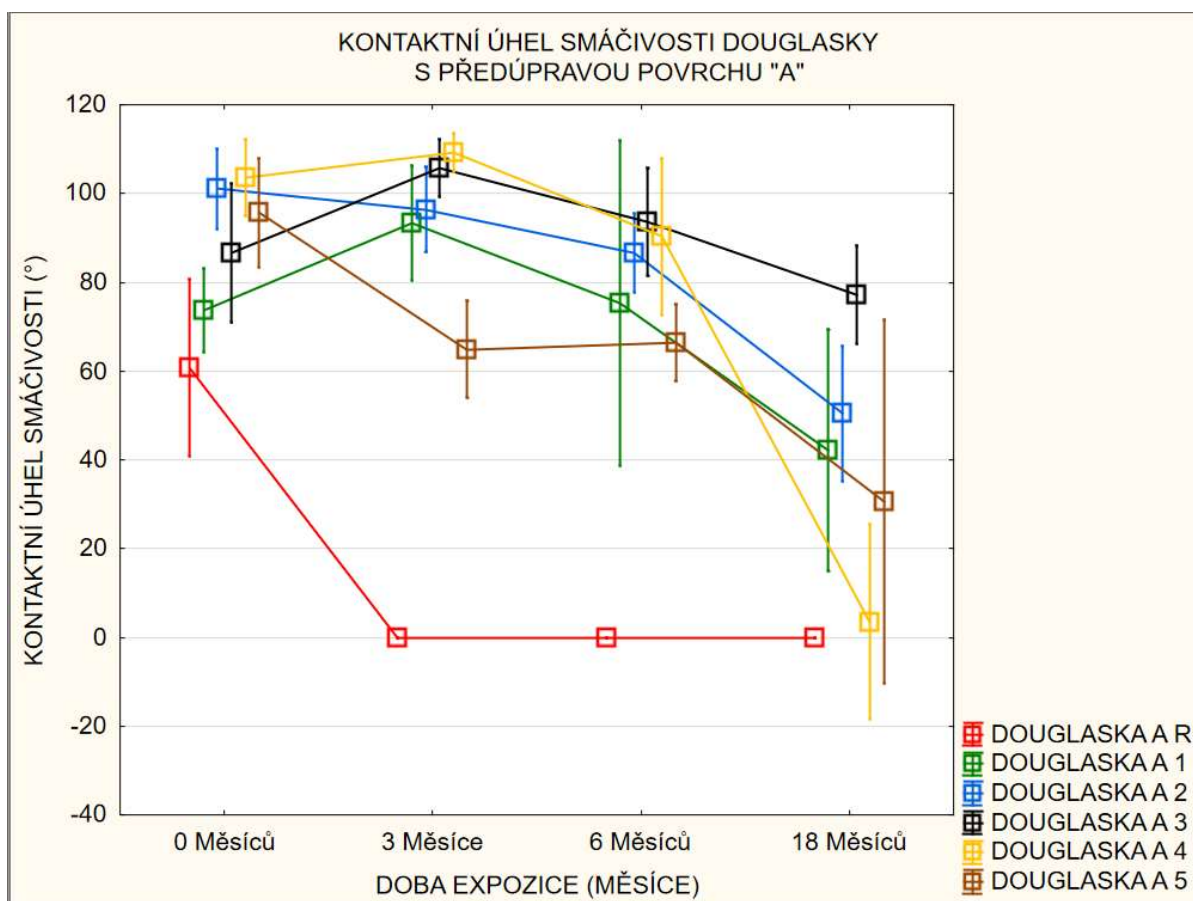


Obrázek 28: barevné změny douglasky s předúpravou povrchu „C“



Graf 1: Výsledky smáčivosti pro varianty nátěrů 1-5, nativní dřevo, smrk

Graf č. 1 znázorňuje výsledky smáčivosti nátěrových systémů na smrkovém dřevě bez předúpravy povrchu. Jak je vidět, všechny zvolené nátěry mají na počátku měření výrazně větší odolnost vůči vodě než neošetřené dřevo. Největší hodnoty kontaktního úhlu smáčivosti po 18 měsících přirozeného zvětrávání vykazoval nátěr č. 3 – Osmo UV (2x) + Aquastop (1x). Na jednotlivých křivkách grafu lze vidět, že vývoj hodnot kontaktních úhlů byl velmi různý. Některé nátěry (č. 5, č.2, č.3) měly po 3 měsících zvětrávání kontaktní úhel větší než na začátku měření a poté tyto hodnoty začaly klesat.



Graf 2: Výsledky smáčivosti pro varianty nátěrů 1-5, nativní dřevo, douglaska

Graf č.2 ukazuje změny kontaktních úhlů smáčivosti na dřevě douglasky s předem neošetřeným povrchem. Opět je zde viditelná vysoká variabilita průběhu stárnutí jednotlivých nátěrových systémů v oblasti smáčivosti. Nejlepší výsledek na neošetřeném (nativním) dřevě dosáhl po 18 měsících zvětrávání nátěr č. 3 – Osmo UV (2x) + Aquastop (1x). U ostatních nátěrů lze pozorovat podobné chování, jako u dřeva smrku, ale změny výsledné hodnoty kontaktních úhlů jsou nižší. Rozdíl vidíme i u neošetřeného dřeva douglasky, která v přirozeném stavu vykazuje lepší hodnoty kontaktního úhlu. Bez ošetření povrchu jsou však tyto hodnoty po 18 měsících rovny nule, stejně jako u smrku.

	SM A R 6Měsíců	SM A R 18Měsíců	SM A 1 6Měsíců	SM A 1 18Měsíců	SM A 2 6Měsíců	SM A 2 18Měsíců	SM A 3 6Měsíců	SM A 3 18Měsíců	SM A 4 6Měsíců	SM A 4 18 Měsíců	SM A 5 6Měsíců	SM A 5 18Měsíců
DG A R 6Měsíců	1,000000	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000051	0,000027	0,000027	0,000027	0,220491	0,000027	0,000027
DG A R 18Měsíců	1,000000	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000051	0,000027	0,000027	0,000027	0,220491	0,000027	0,000027
DG A 1 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,013842	0,999880	0,000027	0,658468	0,924844	0,340261	0,000027	1,000000	0,000027
DG A 1 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,999943	0,000027	0,518408	0,000027	0,073390	0,000028	1,000000
DG A 2 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	0,003170	1,000000	0,000027	0,999992	0,000027
DG A 2 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000138	1,000000	0,000027	0,354950	0,000027	0,999998	0,000027	0,000103	0,004384	0,999960
DG A 3 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,992211	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	0,000030	1,000000	0,000027	0,665021	0,000027
DG A 3 18Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,002982	1,000000	0,000027	0,903333	0,701590	0,644466	0,000027	1,000000	0,000027
DG A 4 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,999998	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	0,000138	1,000000	0,000027	0,980543	0,000027
DG A 4 18 Měsíců	1,000000	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,738518	0,000027	0,000027
DG A 5 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,976725	0,868646	0,230015	0,000027	0,004053	1,000000	0,000736	0,000027	0,999997	0,002265
DG A 5 18Měsíců	0,000087	0,000087	0,000027	0,209147	0,000027	1,000000	0,000027	0,000156	0,000027	0,999988	0,000027	1,000000

Tabulka 1: statistická významnost druhu dřeva na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u nativního povrchu

Tabulka č. 1 ukazuje, že vliv zvolené dřeviny na konečný výsledek smáčivosti u jednotlivých stejných nátěrů bez předúpravy povrchu nebyl statisticky významný.

	SM A R 6Měsíců	SM A R 18Měsíců	SM A 1 6Měsíců	SM A 1 18Měsíců	SM A 2 6Měsíců	SM A 2 18Měsíců	SM A 3 6Měsíců	SM A 3 18Měsíců	SM A 4 6Měsíců	SM A 4 18 Měsíců	SM A 5 6Měsíců	SM A 5 18Měsíců
SM A R 6Měsíců		1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000051	0,000027	0,000027	0,000027	0,220491	0,000027	0,000027
SM A R 18Měsíců	1,000000		0,000027	0,000027	0,000027	0,000051	0,000027	0,000027	0,000027	0,220491	0,000027	0,000027
SM A 1 6Měsíců	0,000027	0,000027		0,000183	1,000000	0,000027	0,998909	0,228907	0,971295	0,000027	1,000000	0,000027
SM A 1 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000183		0,000027	0,308132	0,000027	0,999999	0,000027	0,000080	0,005793	0,999897
SM A 2 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027		0,000027	1,000000	0,003700	1,000000	0,000027	0,999996	0,000027
SM A 2 18Měsíců	0,000051	0,000051	0,000027	0,308132	0,000027		0,000027	0,000356	0,000027	0,999869	0,000027	1,000000
SM A 3 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,998909	0,000027	1,000000	0,000027		0,000037	1,000000	0,000027	0,819547	0,000027
SM A 3 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,228907	0,999999	0,003700	0,000356	0,000037		0,000028	0,000027	0,814438	0,171402
SM A 4 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,971295	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	0,000028		0,000027	0,512817	0,000027
SM A 4 18 Měsíců	0,220491	0,220491	0,000027	0,000080	0,000027	0,999869	0,000027	0,000027	0,000027		0,000027	0,296252
SM A 5 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,005793	0,999996	0,000027	0,819547	0,814438	0,512817	0,000027		0,000027
SM A 5 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,999897	0,000027	1,000000	0,000027	0,171402	0,000027	0,296252	0,000027	

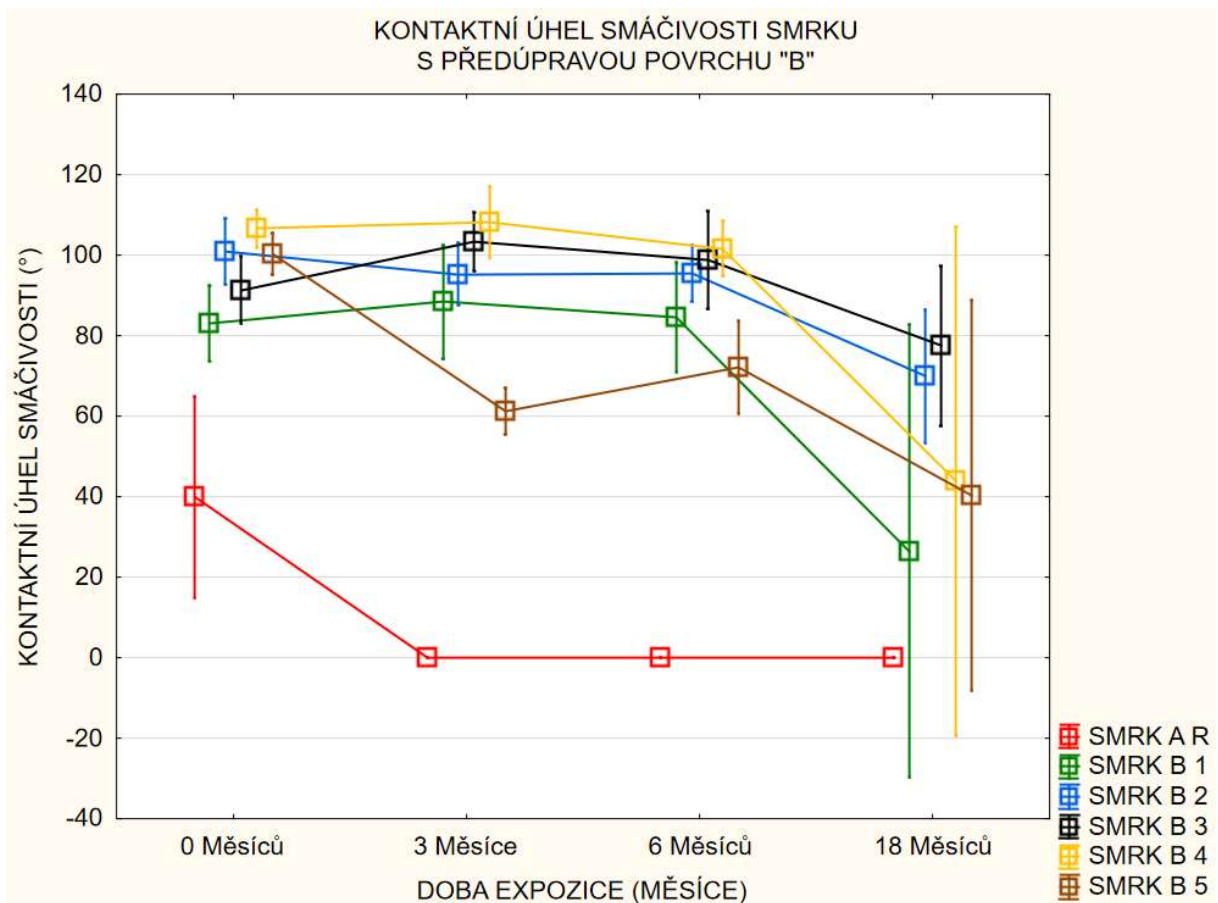
Tabulka 2: statistická významnost nátěrových systémů na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u smrku

Z tabulky č. 2 je patrné, že všechny nátěrové systémy, kromě nátěru č. 4, byly statisticky významně lepší v porovnání s referenčním vzorkem bez úpravy povrchu. Nátěr č. 3 dosáhl nejlepších výsledků, které jsou statisticky významné pro nátěry č. 2 a č. 4.

	DG A R 6Měsíců	DG A R 18Měsíců	DG A 1 6Měsíců	DG A 1 18Měsíců	DG A 2 6Měsíců	DG A 2 18Měsíců	DG A 3 6Měsíců	DG A 3 18Měsíců	DG A 4 6Měsíců	DG A 4 18 Měsíců	DG A 5 6Měsíců	DG A 5 18Měsíců
DG A R 6Měsíců		1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,000087
DG A R 18Měsíců	1,000000		0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,000087
DG A 1 6Měsíců	0,000027	0,000027		0,000030	0,999806	0,010698	0,482261	1,000000	0,929694	0,000027	1,000000	0,000027
DG A 1 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000030		0,000027	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,018171	0,999526
DG A 2 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,999806	0,000027		0,000027	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,210085	0,000027
DG A 2 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,010698	1,000000	0,000027		0,000027	0,002242	0,000027	0,000027	0,831093	0,246266
DG A 3 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,482261	0,000027	1,000000	0,000027		0,784035	1,000000	0,000027	0,001635	0,000027
DG A 3 18Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	0,002242	0,784035		0,994129	0,000027	0,999958	0,000027
DG A 4 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,929694	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	0,994129		0,000027	0,023417	0,000027
DG A 4 18 Měsíců	1,000000	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027		0,000027	0,001774
DG A 5 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,018171	0,210085	0,831093	0,001635	0,999958	0,023417	0,000027		0,000027
DG A 5 18Měsíců	0,000087	0,000087	0,000027	0,999526	0,000027	0,246266	0,000027	0,000027	0,000027	0,001774	0,000027	

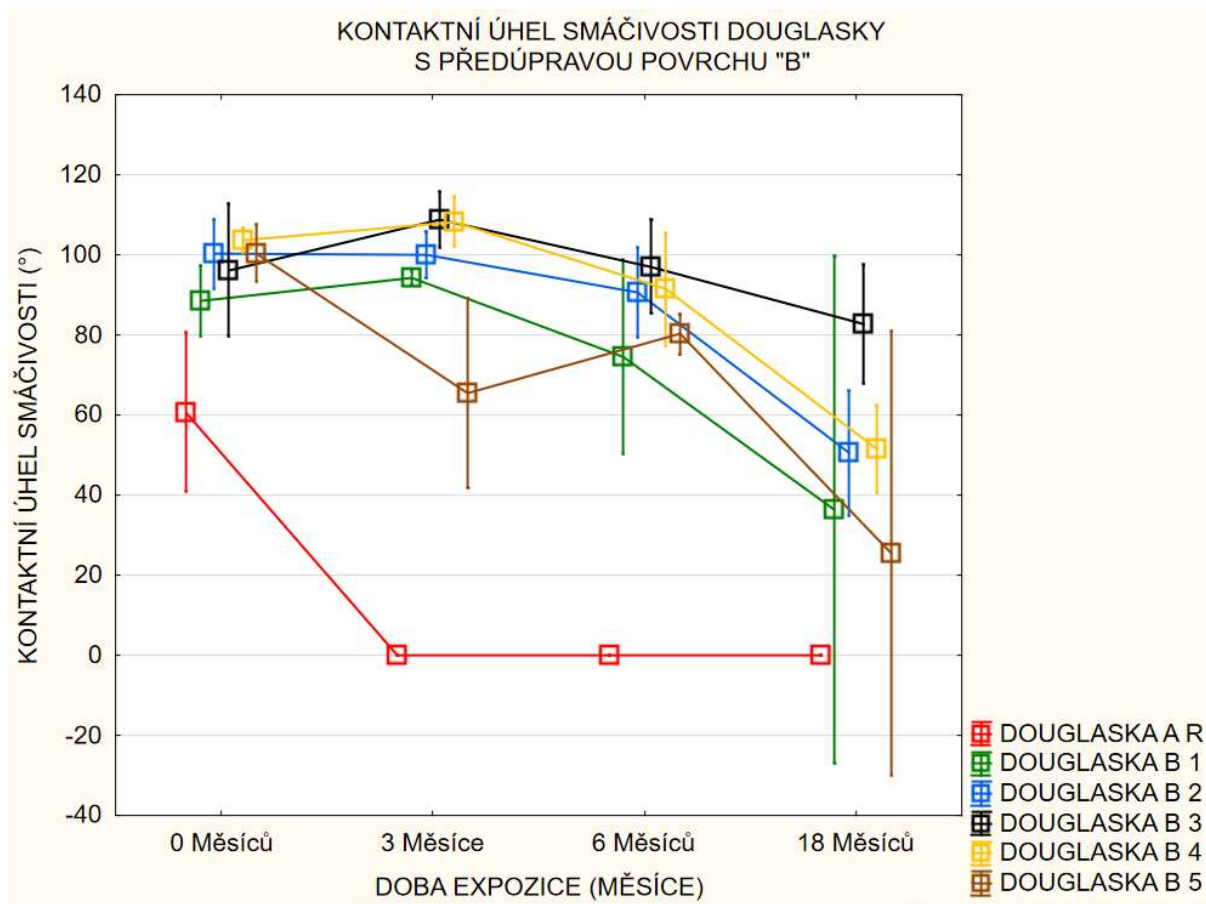
Tabulka 3: statistická významnost nátěrových systémů na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u douglasky

Tabulka č. 3 ukazuje, že pouze nátěr č. 4 nebyl vůči referenčnímu vzorku v 18 měsících statisticky významný. Nátěr č. 3, který dosáhl nejlepšího výsledku finálního kontaktního úhlu byl vůči všem ostatním nátěrům v 18 měsících statisticky významný.



Graf 3: Výsledky smáčivosti pro varianty 1-5, předúprava povrchu „B“ (UV + ZnO), smrk)

Graf 3 ukazuje, že nátěr č. 3 dosáhl nejlepšího výsledku a jeho výsledné hodnoty nebyly o mnoho nižší než na počátku experimentu. Podobného výsledku dosáhl nátěr č. 2. Nejhorších hodnot smáčivosti povrchu v 18 měsících dosáhl nátěr č. 1, jehož křivka v poslední fázi měření klesá poměrně rapidně. U některých nátěrů můžeme pozorovat podobný trend, kdy hodnoty kontaktních úhlů začaly stoupat v druhých třech měsících expozice, ale po 18 měsících byly vůči předchozímu měření nižší. U nátěrů č. 1, 4 a 5 můžeme pozorovat velké rozptyly naměřených hodnot. Tento jev byl pravděpodobně způsoben velkou mírou delaminace nátěrových systémů.



Graf 4: Výsledky smáčivosti pro varianty 1-5, předúprava povrchu „B“ (UV + ZnO), douglaska

Graf 4 dokumentuje změnu smáčivosti na douglaskovém dřevě s variantou předúpravy povrchu „B“ (ZnO + UV). Je z něho patrné, že nejlepší z vybraných nátěrů byl nátěr č. 3, jehož hodnoty byly po 18 měsících ne o mnoho menší než při vstupním měření. Opět zde vidíme rostoucí tendenci křivek některých nátěrů při prvním měření hodnot, kde například nátěr č. 4 dosahoval větších kontaktních úhlů. Nakonec však u všech nátěrových systémů vidíme, že v poslední fázi experimentu byla jejich smáčivost povrchu výrazně zhoršená. Nejhoršího výsledku dosáhl nátěr č. 5. U nátěrů č. 5 a 1 také vidíme vysoký rozptyl v naměřených hodnotách, což mohla způsobit delaminace nátěru.

	SM B 1 6Měsíců	SM B 1 18Měsíců	SM B 2 6Měsíců	SM B 2 18Měsíců	SM B 3 6Měsíců	SM B 3 18Měsíců	SM B 4 6Měsíců	SM B 4 18 Měsíců	SM B 5 6Měsíců	SM B 5 18Měsíců
DG B 1 6Měsíců	0,999996	0,000027	0,147935	1,000000	0,016723	1,000000	0,001723	0,000078	1,000000	0,000028
DG B 1 18Měsíců	0,000027	0,999998	0,000027	0,000029	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000
DG B 2 6Měsíců	1,000000	0,000027	1,000000	0,174486	1,000000	0,993851	0,999918	0,000027	0,469644	0,000027
DG B 2 18Měsíců	0,000028	0,019006	0,000027	0,310943	0,000027	0,001901	0,000027	1,000000	0,096204	0,999995
DG B 3 6Měsíců	0,997389	0,000027	1,000000	0,001629	1,000000	0,287331	1,000000	0,000027	0,010559	0,000027
DG B 3 18Měsíců	1,000000	0,000027	0,995834	0,996819	0,807597	1,000000	0,370533	0,000027	0,999987	0,000027
DG B 4 6Měsíců	1,000000	0,000027	1,000000	0,104872	1,000000	0,976453	0,999995	0,000027	0,330883	0,000027
DG B 4 18 Měsíců	0,000030	0,009398	0,000027	0,448188	0,000027	0,004158	0,000027	1,000000	0,162566	0,999917
DG B 5 6Měsíců	1,000000	0,000027	0,909175	0,999991	0,435058	1,000000	0,115019	0,000027	1,000000	0,000027
DG B 5 18Měsíců	0,000027	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,484860	0,000027	0,935880

Tabulka 4: statistická významnost druhu dřeva na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u předúpravy povrchu „B“

Z tabulky č. 6 vidíme, že vliv zvolené dřeviny při použití předúpravy B a stejných jednotlivých nátěrů nebyl statisticky významný.

	SM B 1 6Měsíců	SM B 1 18Měsíců	SM B 2 6Měsíců	SM B 2 18Měsíců	SM B 3 6Měsíců	SM B 3 18Měsíců	SM B 4 6Měsíců	SM B 4 18 Měsíců	SM B 5 6Měsíců	SM B 5 18Měsíců
SM B 1 6Měsíců		0,000027	0,999945	0,950527	0,966555	1,000000	0,679605	0,000027	0,998353	0,000027
SM B 1 18Měsíců	0,000027		0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,625292	0,000027	0,975716
SM B 2 6Měsíců	0,999945	0,000027		0,006569	1,000000	0,539027	1,000000	0,000027	0,035771	0,000027
SM B 2 18Měsíců	0,950527	0,000027	0,006569		0,000390	1,000000	0,000045	0,003928	1,000000	0,000196
SM B 3 6Měsíců	0,966555	0,000027	1,000000	0,000390		0,121731	1,000000	0,000027	0,002681	0,000027
SM B 3 18Měsíců	1,000000	0,000027	0,539027	1,000000	0,121731		0,019273	0,000029	1,000000	0,000027
SM B 4 6Měsíců	0,679605	0,000027	1,000000	0,000045	1,000000	0,019273		0,000027	0,000257	0,000027
SM B 4 18 Měsíců	0,000027	0,625292	0,000027	0,003928	0,000027	0,000029	0,000027		0,000567	1,000000
SM B 5 6Měsíců	0,998353	0,000027	0,035771	1,000000	0,002681	1,000000	0,000257	0,000567		0,000042
SM B 5 18Měsíců	0,000027	0,975716	0,000027	0,000196	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000042	

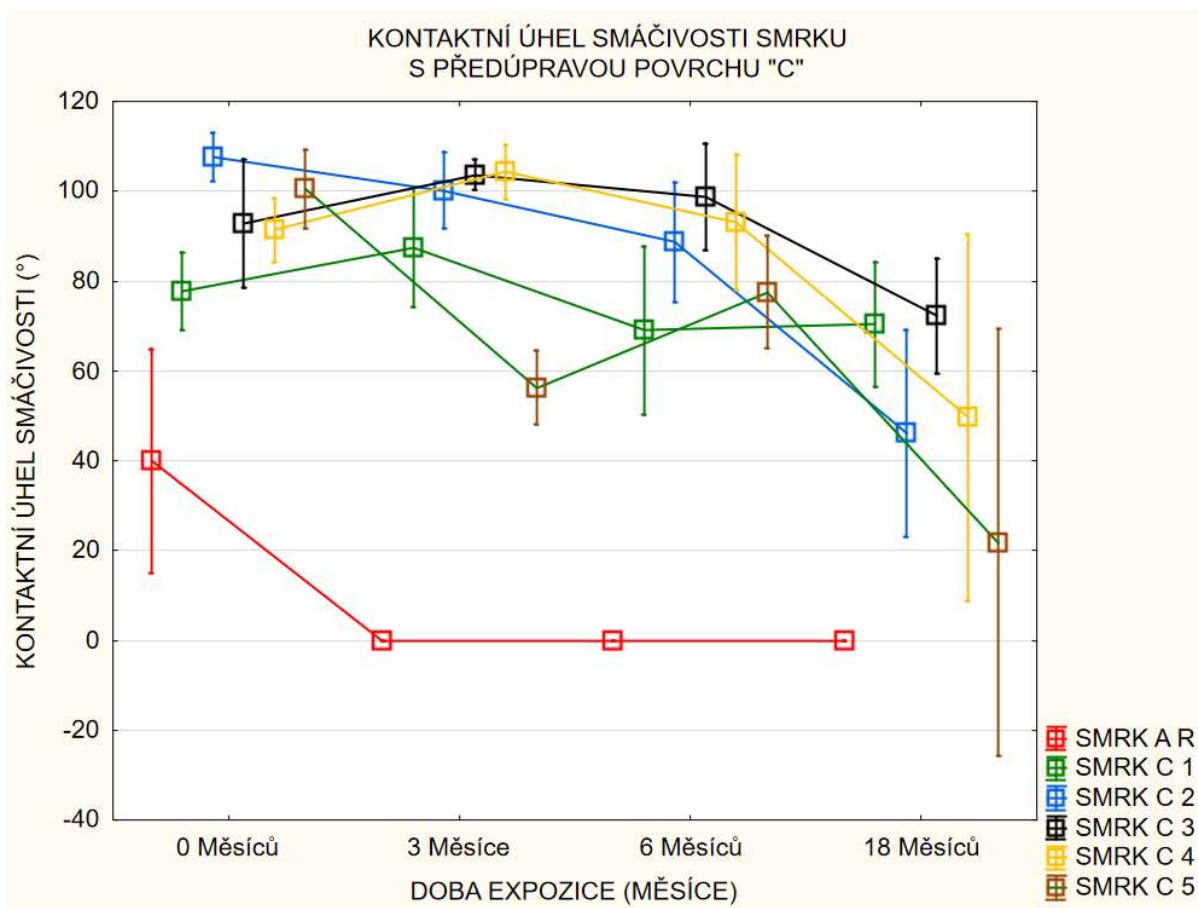
Tabulka 5: statistická významnost zvoleného nátěru na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u smrku

Z tabulky č. 5 je patrné, že nátěr č. 3, který u dřeva smrku s předúpravou povrchu „B“ dosáhl nejlepších výsledků je statisticky významný po nátěry č. 1, 4 a 5.

	DG B 1 6Měsíců	DG B 1 18Měsíců	DG B 2 6Měsíců	DG B 2 18Měsíců	DG B 3 6Měsíců	DG B 3 18Měsíců	DG B 4 6Měsíců	DG B 4 18 Měsíců	DG B 5 6Měsíců	DG B 5 18Měsíců
DG B 1 6Měsíců		0,000027	0,822748	0,020980	0,054410	1,000000	0,693849	0,040311	1,000000	0,000027
DG B 1 18Měsíců	0,000027		0,000027	0,968654	0,000027	0,000027	0,000027	0,915948	0,000027	0,999962
DG B 2 6Měsíců	0,822748	0,000027		0,000027	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,999990	0,000027
DG B 2 18Měsíců	0,020980	0,968654	0,000027		0,000027	0,000038	0,000027	1,000000	0,000170	0,009971
DG B 3 6Měsíců	0,054410	0,000027	1,000000	0,000027		0,956004	1,000000	0,000027	0,708348	0,000027
DG B 3 18Měsíců	1,000000	0,000027	1,000000	0,000038	0,956004		1,000000	0,000058	1,000000	0,000027
DG B 4 6Měsíců	0,693849	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	1,000000		0,000027	0,999855	0,000027
DG B 4 18 Měsíců	0,040311	0,915948	0,000027	1,000000	0,000027	0,000058	0,000027		0,000417	0,004740
DG B 5 6Měsíců	1,000000	0,000027	0,999990	0,000170	0,708348	1,000000	0,999855	0,000417		0,000027
DG B 5 18Měsíců	0,000027	0,999962	0,000027	0,009971	0,000027	0,000027	0,000027	0,004740	0,000027	

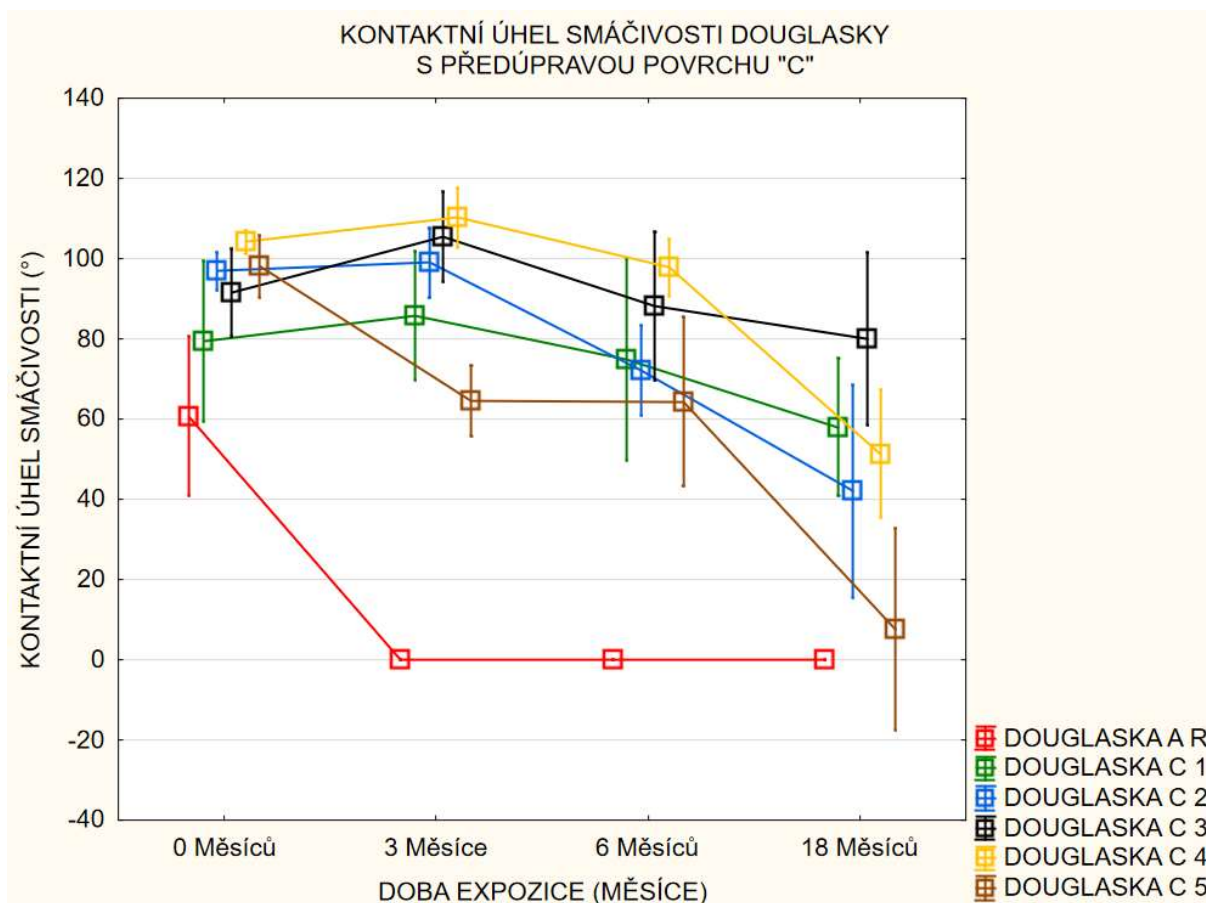
Tabulka 6: statistická významnost zvoleného nátěru na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u douglasky

Z tabulky č. 6 je vidět, že nátěr č. 3, který dosáhl nejlepšího výsledku je statisticky významný vůči všem ostatním nátěrům v 18 měsících, můžeme tedy říct, že pro dřevo douglasky s předúpravou povrchu „B“ je statisticky nejlepší použít tento nátěrový systém.



Graf 5: Výsledky smáčivosti pro varianty 1-5, předúprava povrchu „C“ (UV + ZrO₂), smrk

Graf č. 5 znázorňuje výsledky zvolených nátěrových systémů v kombinaci s povrchem ošetřeným pomocí předúpravy „C“ (ZrO₂ + UV) na smrkovém dřevě. Z křivek grafu je patrné, že opět došlo k velké variabilitě trendů jednotlivých nátěrových systémů. Nátěr č. 3 – Osmo UV (2x) + Aquastop (1x) vyšel v tomto měření jako nejlepší. Druhý nejlepší výsledek v 18 měsících zaznamenal nátěr č. 1. U nátěru č. 5 opět pozorujeme nejhorší výsledek ze všech zvolených nátěrů. Hodnoty u referenčního vzorku byly i pro tuto variantu předúpravy povrchu již po třech měsících v exteriéru nulové. V 18 měsících vidíme poměrně velkou rozptýl naměřených dat, zejména u nátěrů č. 4 a 5, to mohlo být opět způsobeno delaminací nátěru z povrchu dřeva.



Graf 6: Výsledky smáčivosti pro varianty 1-5, předúprava povrchu „C“ (UV + ZrO₂), douglaska

Graf č. 6 znázorňuje výsledky kombinace předúpravy povrchu „C“ (ZrO₂ + UV) a nátěrových systémů 1-5 na dřevě douglasky. Z grafu je patrné, že trendy výsledků jednotlivých nátěrů byly více uniformní, než tomu bylo v předchozích případech. Kromě nátěru č. 5 mají všechny křivky nejprve vzestupnou tendenci a poté klesají. Nejlepší výsledné hodnoty dosáhl nátěr č. 3. Nátěry č.1, 2 a 4 měly podobné výsledné hodnoty kontaktních úhlů. Nátěr č. 5 dosáhl nejmenších výsledných hodnot už ve 3 měsících a na této pozici se udržel až do konce experimentu, kde se jeho výsledné hodnoty kontaktního úhlu smáčivosti blížily nule. U dřeva douglasky vidíme menší rozptyl naměřených finálních hodnot než u dřeva smrku.

	SM C 1 6Měsíců	SM C 1 18Měsíců	SM C 2 6Měsíců	SM C 2 18Měsíců	SM C 3 6Měsíců	SM C 3 18Měsíců	SM C 4 6Měsíců	SM C 4 18 Měsíců	SM C 5 6Měsíců	SM C 5 18Měsíců
DG C 1 6Měsíců	1,000000	1,000000	0,980543	0,000413	0,022589	1,000000	0,486811	0,007730	1,000000	0,000027
DG C 1 18Měsíců	0,999934	0,998270	0,000080	0,999244	0,000027	0,969369	0,000027	1,000000	0,293650	0,000027
DG C 2 6Měsíců	1,000000	1,000000	0,773638	0,003780	0,002902	1,000000	0,154327	0,051500	1,000000	0,000027
DG C 2 18Měsíců	0,001906	0,000580	0,000027	1,000000	0,000027	0,000113	0,000027	1,000000	0,000027	0,213872
DG C 3 6Měsíců	0,338149	0,555237	1,000000	0,000027	0,999982	0,829658	1,000000	0,000027	0,999974	0,000027
DG C 3 18Měsíců	0,999905	0,999999	1,000000	0,000028	0,423780	1,000000	0,994293	0,000088	1,000000	0,000027
DG C 4 6Měsíců	0,000413	0,001340	1,000000	0,000027	1,000000	0,006231	1,000000	0,000027	0,216524	0,000027
DG C 4 18 Měsíců	0,582869	0,362045	0,000027	1,000000	0,000027	0,152338	0,000027	1,000000	0,003558	0,000194
DG C 5 6Měsíců	1,000000	1,000000	0,016439	0,478856	0,000028	1,000000	0,000430	0,938419	0,992149	0,000027
DG C 5 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,967540

Tabulka 7: statistická významnost druhu dřeva v 6 a 18 měsících pro přípravu povrchu „C“

Z tabulky č. 7 vyplývá, že vliv vybrané dřeviny na výsledné hodnoty kontaktního úhlu smáčivosti v 18 měsících u stejných nátěrů nebyl statisticky významný.

	SM C 1 6Měsíců	SM C 1 18Měsíců	SM C 2 6Měsíců	SM C 2 18Měsíců	SM C 3 6Měsíců	SM C 3 18Měsíců	SM C 4 6Měsíců	SM C 4 18 Měsíců	SM C 5 6Měsíců	SM C 5 18Měsíců
SM C 1 6Měsíců		1,000000	0,275691	0,044092	0,000164	1,000000	0,019104	0,308800	1,000000	0,000027
SM C 1 18Měsíců	1,000000		0,478046	0,016500	0,000589	1,000000	0,050294	0,157347	1,000000	0,000027
SM C 2 6Měsíců	0,275691	0,478046		0,000027	0,999996	0,768495	1,000000	0,000027	0,999903	0,000027
SM C 2 18Měsíců	0,044092	0,016500	0,000027		0,000027	0,003898	0,000027	1,000000	0,000048	0,016723
SM C 3 6Měsíců	0,000164	0,000589	0,999996	0,000027		0,002813	1,000000	0,000027	0,130560	0,000027
SM C 3 18Měsíců	1,000000	1,000000	0,768495	0,003898	0,002813		0,151269	0,052765	1,000000	0,000027
SM C 4 6Měsíců	0,019104	0,050294	1,000000	0,000027	1,000000	0,151269		0,000027	0,881275	0,000027
SM C 4 18 Měsíců	0,308800	0,157347	0,000027	1,000000	0,000027	0,052765	0,000027		0,000786	0,000964
SM C 5 6Měsíců	1,000000	1,000000	0,999903	0,000048	0,130560	1,000000	0,881275	0,000786		0,000027
SM C 5 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,016723	0,000027	0,000027	0,000027	0,000964	0,000027	

Tabulka 8: statistická významnost zvoleného nátěru na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u smrku

V tabulce č. 8 je vidět, že nátěr č. 3, který měl na smrku s přípravou povrchu „C“ nejlepší výsledek je statisticky významný pouze vůči nátěrům č. 2 a 5. Naopak můžeme říct, že nátěr č. 5 měl statisticky významný nejhorší výsledek vůči všem ostatním nátěrům.

	DG C 1 6Měsíců	DG C 1 18Měsíců	DG C 2 6Měsíců	DG C 2 18Měsíců	DG C 3 6Měsíců	DG C 3 18Měsíců	DG C 4 6Měsíců	DG C 4 18 Měsíců	DG C 5 6Měsíců	DG C 5 18Měsíců
DG C 1 6Měsíců		0,716722	1,000000	0,000032	0,990072	1,000000	0,044092	0,029073	0,999984	0,000027
DG C 1 18Měsíců	0,716722		0,967966	0,827733	0,000114	0,076510	0,000027	1,000000	1,000000	0,000027
DG C 2 6Měsíců	1,000000	0,967966		0,000110	0,834064	1,000000	0,006419	0,149310	1,000000	0,000027
DG C 2 18Měsíců	0,000032	0,827733	0,000110		0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,063564	0,000027
DG C 3 6Měsíců	0,990072	0,000114	0,834064	0,000027		1,000000	0,999999	0,000027	0,023216	0,000027
DG C 3 18Měsíců	1,000000	0,076510	1,000000	0,000027	1,000000		0,579893	0,000419	0,861294	0,000027
DG C 4 6Měsíců	0,044092	0,000027	0,006419	0,000027	0,999999	0,579893		0,000027	0,000029	0,000027
DG C 4 18 Měsíců	0,029073	1,000000	0,149310	1,000000	0,000027	0,000419	0,000027		0,993991	0,000027
DG C 5 6Měsíců	0,999984	1,000000	1,000000	0,063564	0,023216	0,861294	0,000029	0,993991		0,000027
DG C 5 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	

Tabulka 9: statistická významnost zvoleného nátěru na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u douglasky

Tabulka č. 9 potvrzuje statistickou významnost u nátěru č. 5 v 18 měsících vůči všem ostatním nátěrům, můžeme tedy říct, že tento nátěr byl u douglasky s přípravou povrchu „C“ nejhorší.

	SM C 1 6Měsíců	SM C 1 18Měsíců	SM C 2 6Měsíců	SM C 2 18Měsíců	SM C 3 6Měsíců	SM C 3 18Měsíců	SM C 4 6Měsíců	SM C 4 18 Měsíců	SM C 5 6Měsíců	SM C 5 18Měsíců
SM B 1 6Měsíců	0,879616	0,970289	1,000000	0,000027	0,968768	0,998353	1,000000	0,000027	1,000000	0,000027
SM B 1 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,278196	0,000027	0,000027	0,000027	0,037581	0,000027	1,000000
SM B 2 6Měsíců	0,003014	0,009318	1,000000	0,000027	1,000000	0,035771	1,000000	0,000027	0,550107	0,000027
SM B 2 18Měsíců	1,000000	1,000000	0,407996	0,022851	0,000408	1,000000	0,037350	0,198223	1,000000	0,000027
SM B 3 6Měsíců	0,000157	0,000561	0,999995	0,000027	1,000000	0,002681	1,000000	0,000027	0,126441	0,000027
SM B 3 18Měsíců	1,000000	1,000000	0,999884	0,000050	0,125729	1,000000	0,874657	0,000832	1,000000	0,000027
SM B 4 6Měsíců	0,000033	0,000056	0,995065	0,000027	1,000000	0,000257	1,000000	0,000027	0,020243	0,000027
SM B 4 18 Měsíců	0,008443	0,002711	0,000027	1,000000	0,000027	0,000567	0,000027	1,000000	0,000028	0,078377
SM B 5 6Měsíců	1,000000	1,000000	0,768495	0,003898	0,002813	1,000000	0,151269	0,052765	1,000000	0,000027
SM B 5 18Měsíců	0,000483	0,000135	0,000027	1,000000	0,000027	0,000042	0,000027	1,000000	0,000027	0,427840

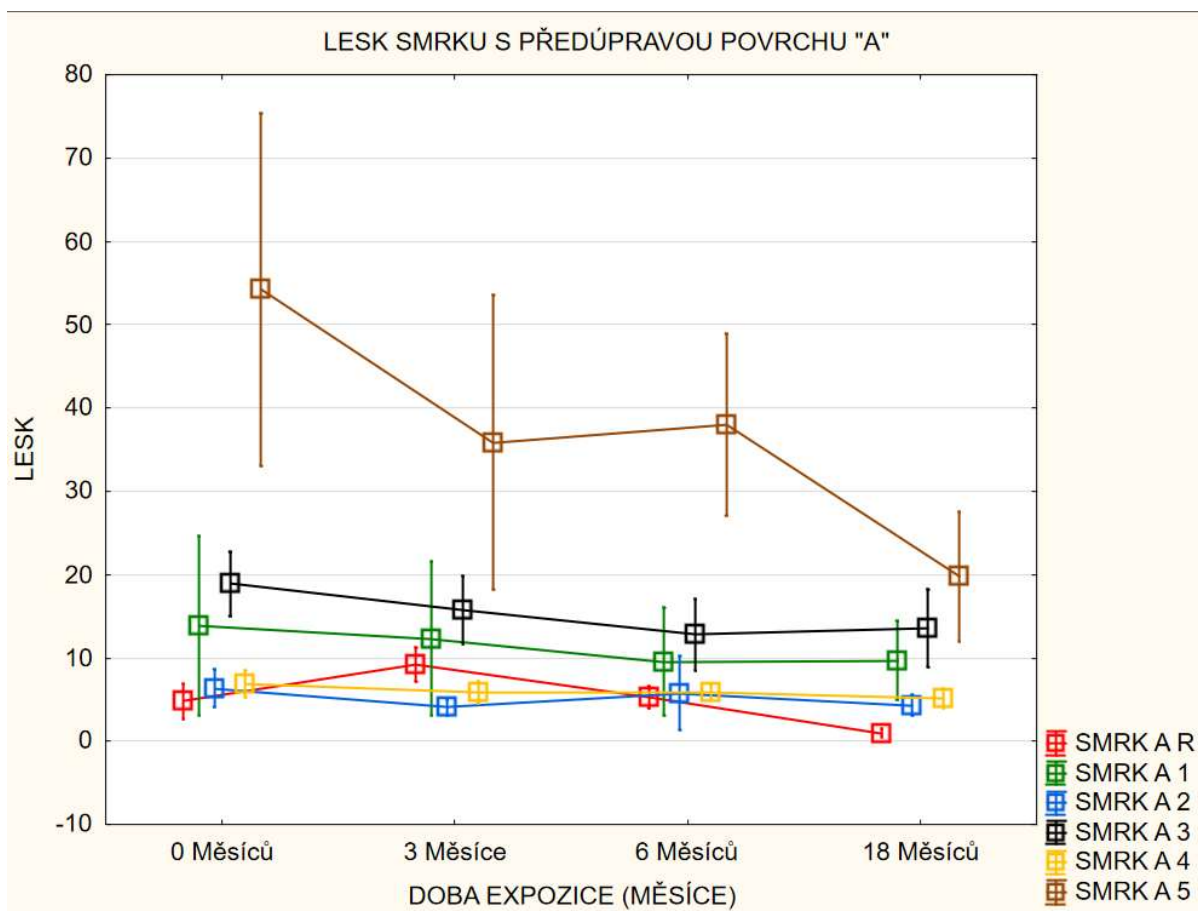
Tabulka 10: statistická významnost zvolené předúpravy povrchu na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u smrku

Z této tabulky můžeme vidět, že vliv zvolené předúpravy byl statisticky významný u nátěrů č. 1 a 2. Konkrétně nátěr č. 1 byl lepší při použití předúpravy „C“ a nátěr č. 2 byl lepší při použití předúpravy „B“.

	DG B 1 6Měsíců	DG B 1 18Měsíců	DG B 2 6Měsíců	DG B 2 18Měsíců	DG B 3 6Měsíců	DG B 3 18Měsíců	DG B 4 6Měsíců	DG B 4 18 Měsíců	DG B 5 6Měsíců	DG B 5 18Měsíců
DG C 1 6Měsíců	1,000000	0,000027	0,862996	0,016171	0,068198	1,000000	0,746844	0,031644	1,000000	0,000027
DG C 1 18Měsíců	0,768076	0,095120	0,000034	1,000000	0,000027	0,013398	0,000029	1,000000	0,070599	0,000034
DG C 2 6Měsíců	1,000000	0,000027	0,475618	0,094103	0,010865	0,999989	0,336045	0,159385	1,000000	0,000027
DG C 2 18Měsíců	0,000034	1,000000	0,000027	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,770586
DG C 3 6Měsíců	0,983436	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	1,000000	0,000027
DG C 3 18Měsíců	1,000000	0,000027	0,999985	0,000190	0,688393	1,000000	0,999799	0,000463	1,000000	0,000027
DG C 4 6Měsíců	0,034703	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	0,913360	1,000000	0,000027	0,601183	0,000027
DG C 4 18 Měsíců	0,037121	0,924988	0,000027	1,000000	0,000027	0,000054	0,000027	1,000000	0,000378	0,005233
DG C 5 6Měsíců	0,999995	0,000763	0,003718	0,979962	0,000032	0,487624	0,001711	0,995098	0,847125	0,000027
DG C 5 18Měsíců	0,000027	0,000419	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,527799

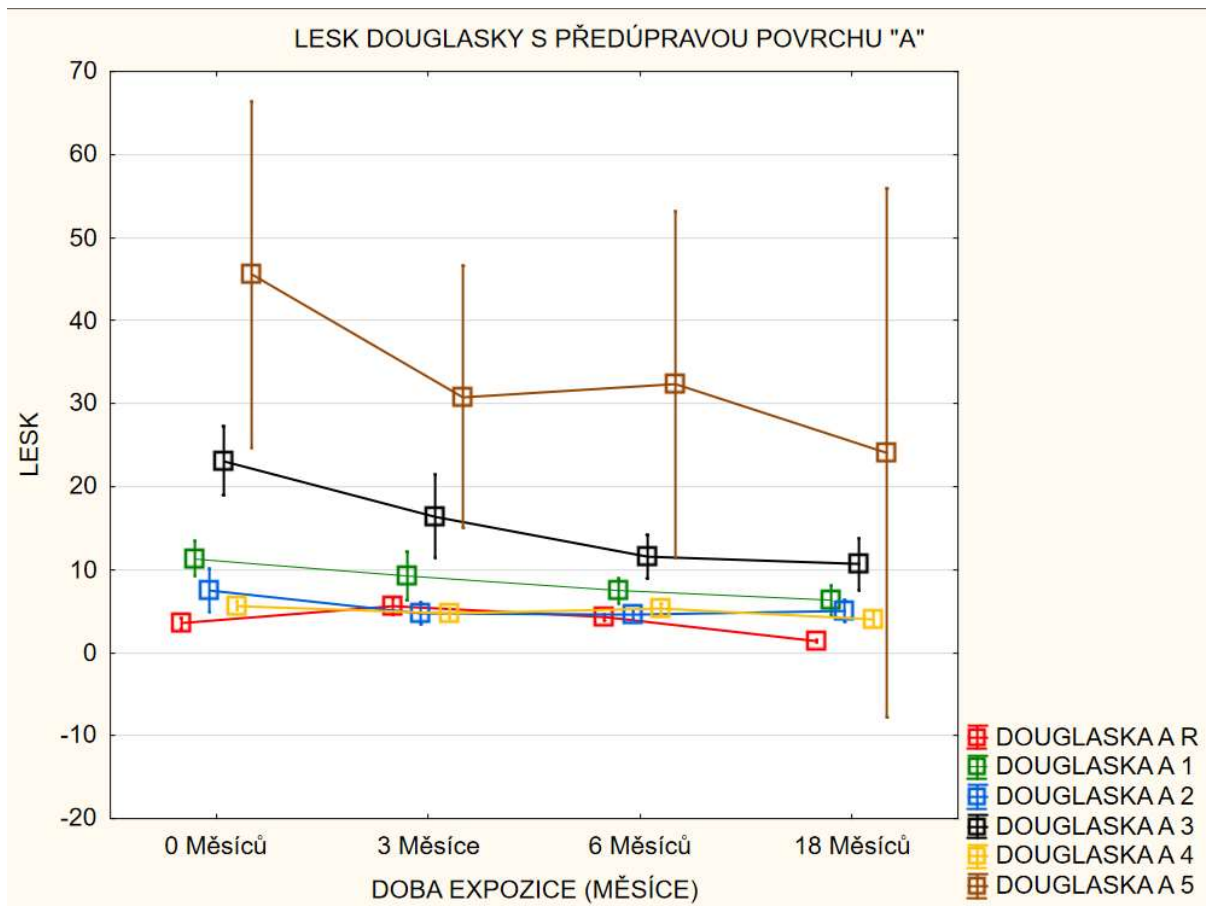
Tabulka 11: statistická významnost zvolené předúpravy povrchu na smáčivost povrchu v 6 a 18 měsících u douglasky

Z tabulky č. 11 vidíme, že i když se podle grafického znázornění zdála na douglasce lepší předúprava povrchu "B", výsledky rozdílných předúprav při použití stejných nátěrů a dřevin nejsou statisticky významné.



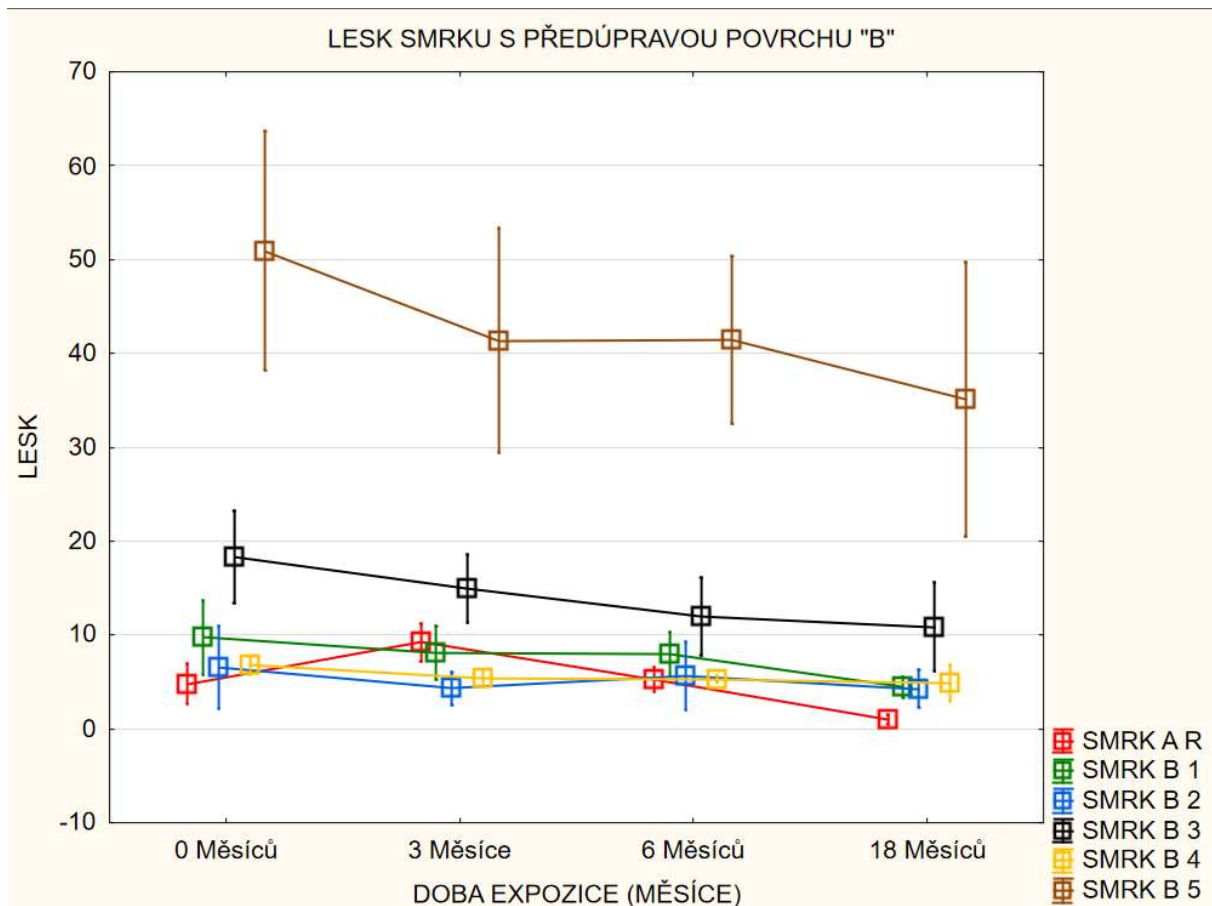
Graf 7: Výsledky lesku pro varianty 1-5, nativní povrch, smrk

Graf č. 7 je první z grafů, které znázorňují změny lesku povrchu zkoumaných nátěrových systémů. Na první pohled je viditelné, že většina nátěrů neměla vysoký lesk už při vstupním měření. Nátěry č.3 a č.1 se svými hodnotami ve výsledku velmi blížily referenčnímu vzorku a svým počátečním hodnotám. Nátěry č.2 a č.4 mají velmi podobně sestupnou křivku a jejich výsledné hodnoty se pohybují níže než jejich vstupní hodnoty. Jediný nátěr, který se velmi liší od ostatních je nátěr č. 5 – Tixotropní lazura (1x) + Jachtlak (2x). Tento nátěr měl největší naměřené hodnoty – jak vstupní, tak výsledné. Jeho lesk rapidně klesl ve 3 měsících a poté lehce vzrostl a ke konci měření opět klesl.



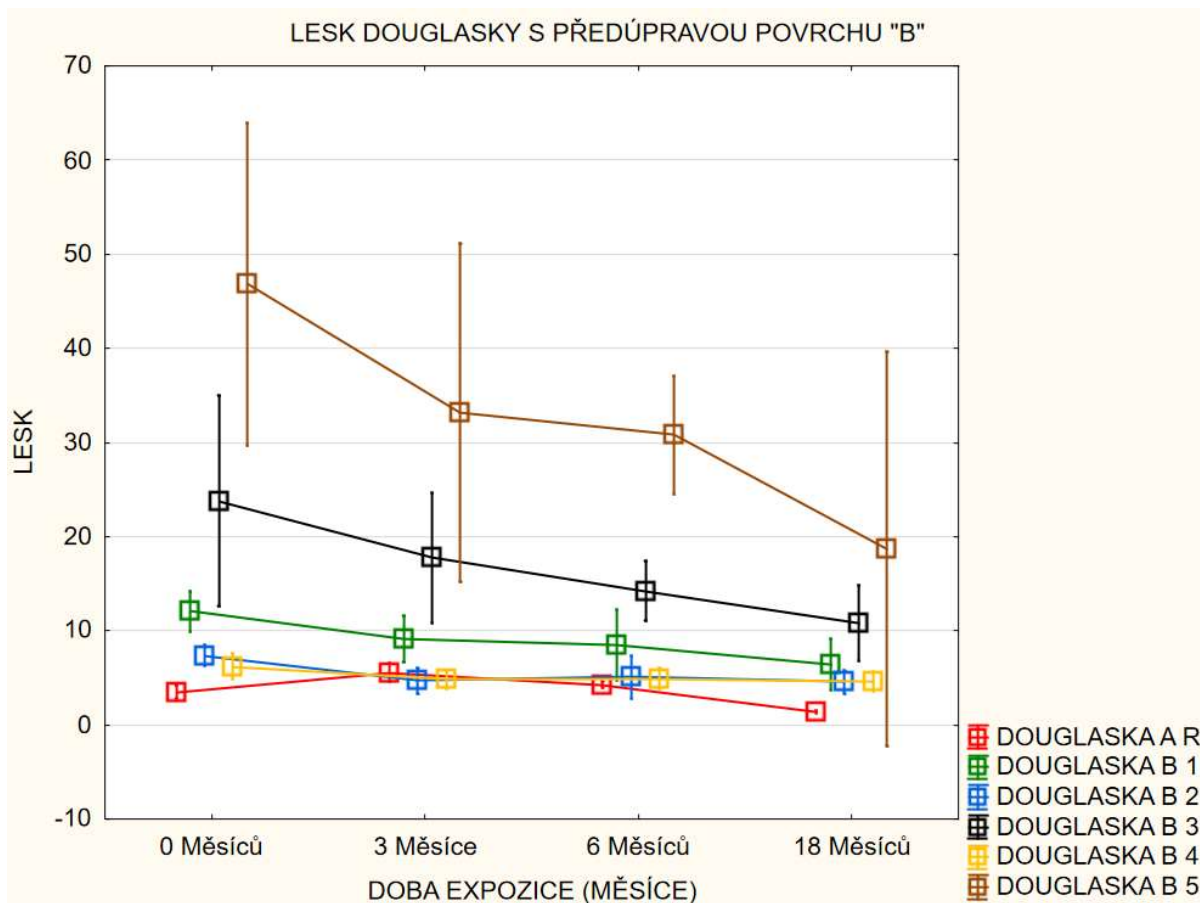
Graf 8: Výsledky lesku pro varianty 1-5, nativní povrch, douglaska

V grafu č. 8 jsou znázorněny hodnoty lesku na douglaskovém dřevě s předúpravou typu „C“. Podobně jako u smrkové varianty dosáhl nejvyššího lesku u vstupního i výsledného měření nátěr č. 5. Jeho lesk je výrazně vyšší než lesk ostatních nátěrů, i když jeho křivka v prvních třech měsících měření rapidně klesá. Nátěr č. 3 měl druhé nejvyšší počáteční hodnoty lesku a tyto poměrně hodně poklesly směrem ke konci měření. Nátěry č. 1, 2 a 4 měly hodnoty velmi podobné po celou dobu měření a průběh jejich křivek je velmi podobný jako u referenčního vzorku, stejně jako naměřené hodnoty napříč experimentem.



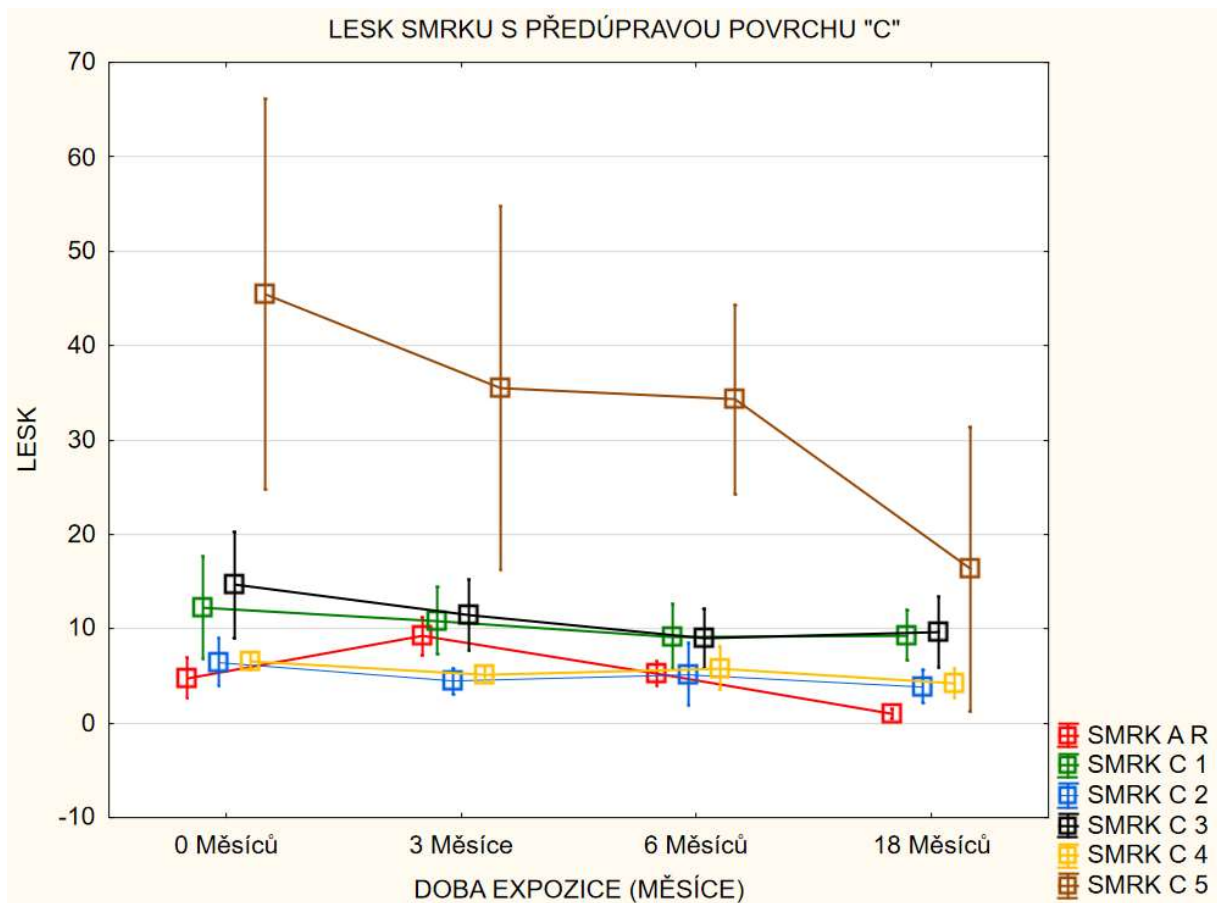
Graf 9: Výsledky lesku pro varianty 1-5, Předúprava „B“ (ZnO + UV), smrk

Z grafu č. 9, který ukazuje změny lesku pro předúpravu „B“ (ZnO + UV) na smrkovém dřevě je patrné, že nátěr, který disponoval nejvyšším leskem byl nátěr č. 5. Tato kombinace Tixotropní lazury a Jachtlaku část svého lesku během stárnutí ztratila, ale ve výsledku byla mnohem lesklejší než ostatní. Nátěr č. 3 měl druhý nejvyšší počáteční lesk a jeho křivka klesá ke konci měření více než u ostatních nátěrů. Nejslabším leskem se prezentovaly nátěry č.1 a 2, jejichž lesk byl během měření i nižší než lesk referenčního vzorku. Referenční vzorek má však v 18 měsících nejnižší hodnotu lesku. Lesk nátěrů č.1, č.2 a č.4 nepřekročily po celou dobu měření hranici 10.



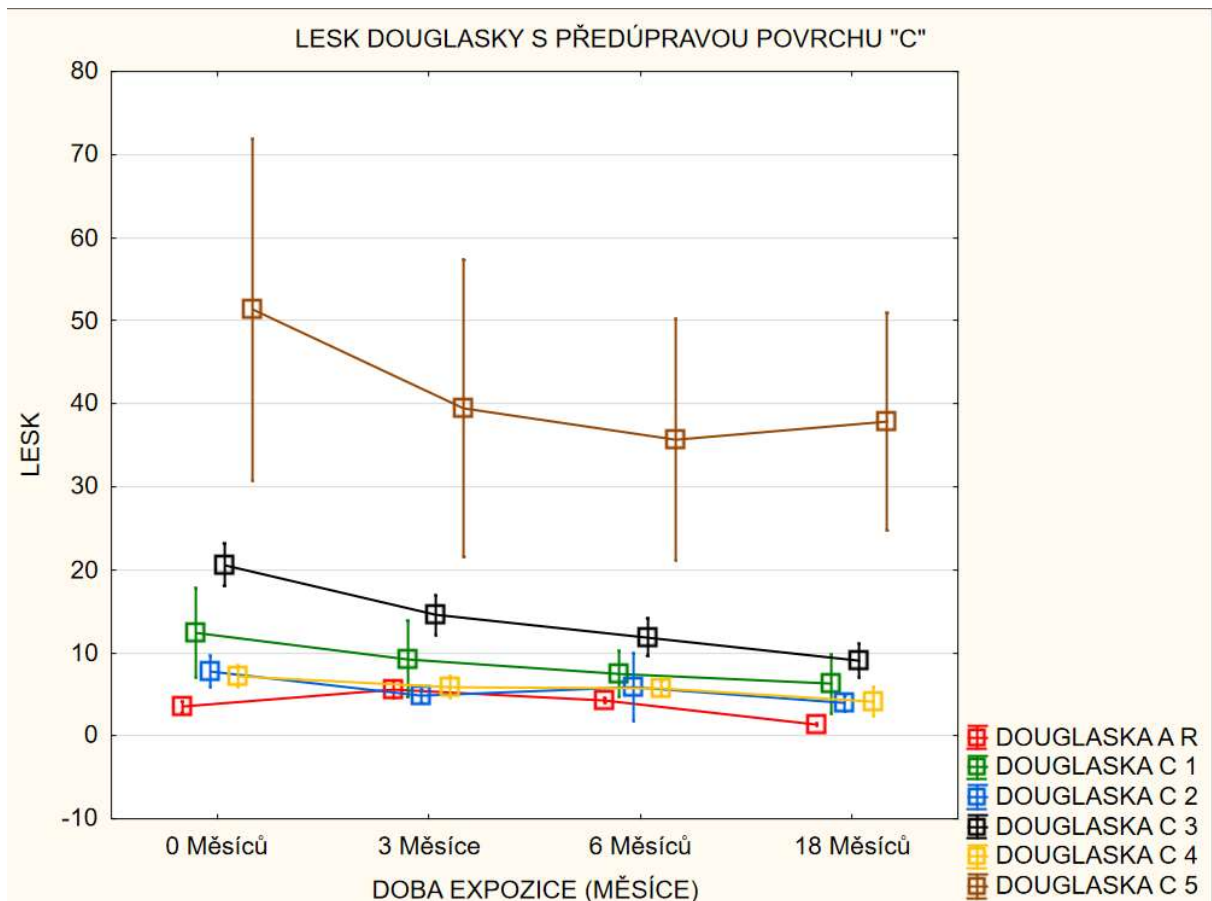
Graf 10: Výsledky lesku pro varianty 1-5, Předúprava „B“ (ZnO + UV), douglaska

Z grafu č. 10 můžeme vyčíst, že i na douglaskovém dřevě s předúpravou „B“ nejvíce lesku zaznamenal nátěr č. 5, který opět vykazoval nejvyšší hodnoty v porovnání s referenčním vzorkem i ostatními nátěry. Lesk tohoto nátěrového systému se výrazně zmenšil už po 3 měsících zvětvávání. Zároveň je dobře viditelný veliký rozptyl naměřených hodnot v této variantě, což je pravděpodobně důsledkem delaminace nátěru. Druhý nejlesklejší nátěrový systém byl systém č. 3. Tendence jeho křivky byla klesající, ale na konci měření i tak byly jeho hodnoty vyšší, než u nátěrů č. 1, 2 a 4. Nátěrové systémy č.2 a č.4 se svou úrovní lesku vyrovnaly referenčnímu neupravenému vzorku a téměř kopírovaly jeho plochou křivku. Hodnoty posledně zmíněných nátěrů nepřekročily hranici 10.



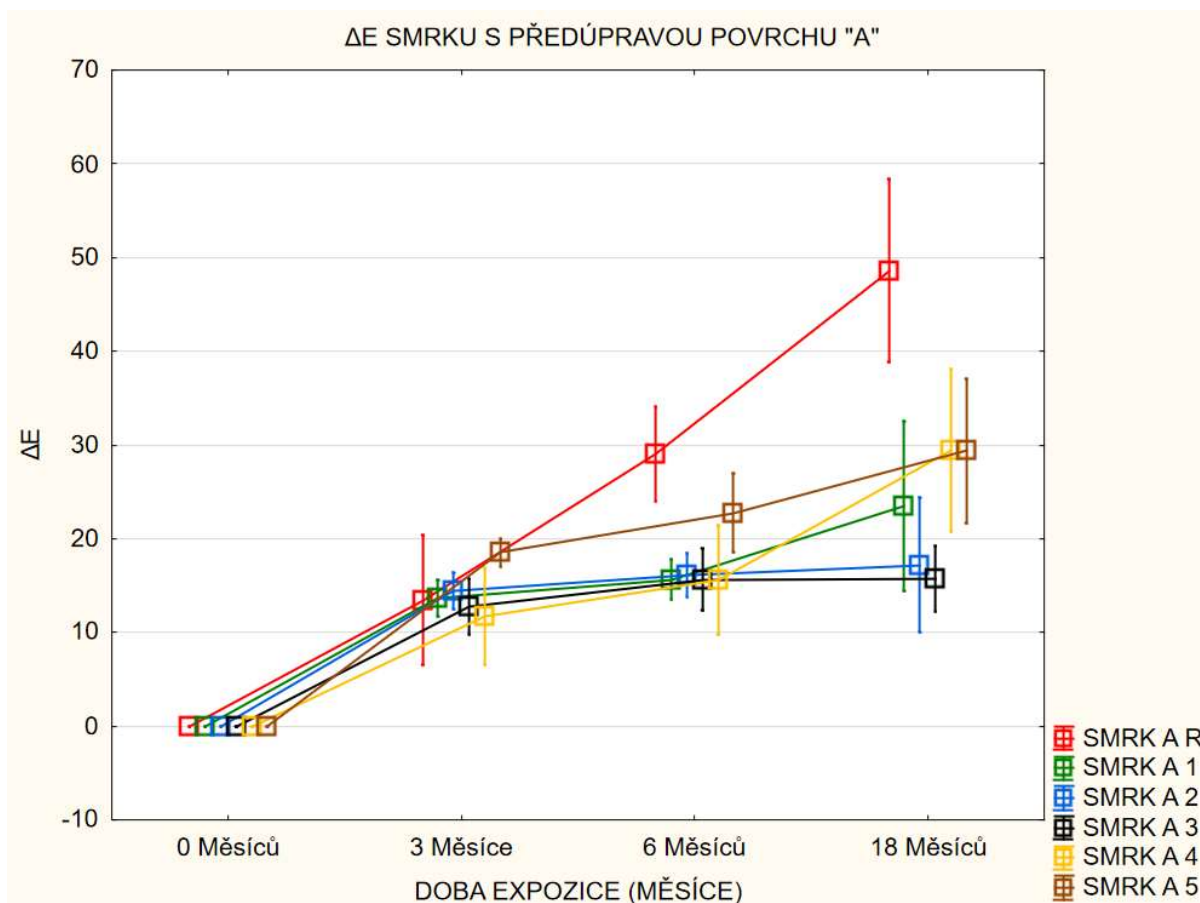
Graf 11: Výsledky lesku pro varianty 1-5, Předúprava „C“ (ZrO₂ + UV), smrk

Z grafu č. 11 lze vyčíst, že vysoký lesk nátěru č. 5 i s variantou předúpravy povrchu C zůstal zachován do 6 měsíců, poté začal rapidně klesat až téměř k hodnotám ostatních nátěrů. Zvláště patrný je z jeho křivky velký rozptyl naměřených hodnot, jak při počátečním měření, tak ve 3 a 18 měsících. Nátěry č.1 a č.3 při vstupním měření překročily hranici 10 na ose y, ale jejich křivky začaly v poslední fázi měření lehce růst. Jejich finální lesk se velmi blíží zbývajícím třem nátěrovým systémům, i když s mírně lepšími hodnotami. Nátěry s číslem 2 a 4 dopadly stejně jako v případě předchozího grafu nejhůře s hodnotami blízkými referenčnímu vzorku po celou dobu stárnutí.



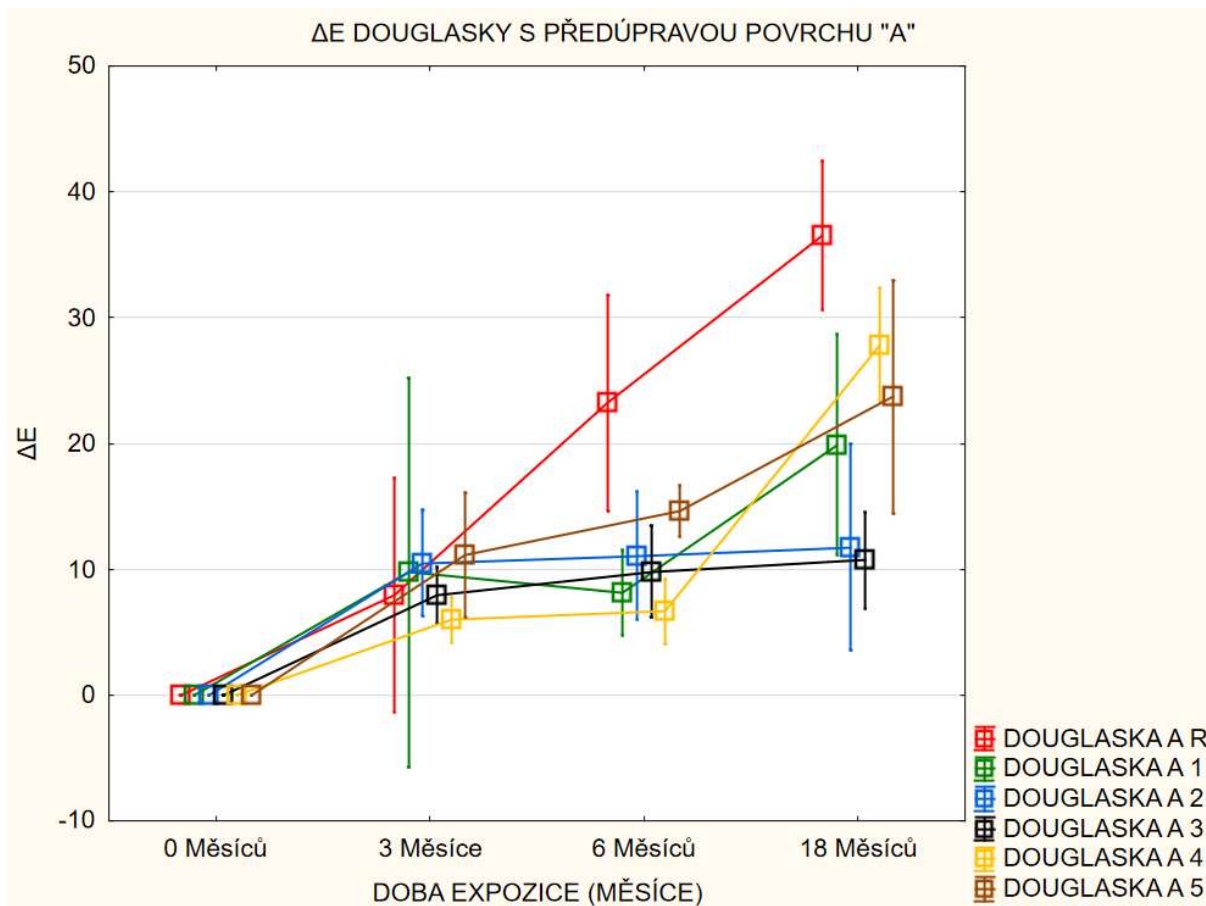
Graf 12: Výsledky lesku pro varianty 1-5, Předúprava „C“ (ZrO₂ + UV), douglaska

Na posledním grafu (12) ze série výsledků pro lesk jednotlivých nátěrových systémů vidíme podobné trendy, jako u předchozích. Opět byl nejlesklejším nátěrem systém skládající se z kombinace tixotropní lazury a Jachtlaku. Jeho křivka, stejně jako u smrkového dřeva, klesá poněkud pozvolněji, ale její výsledné hodnoty daleko převyšují hodnoty ostatních křivek. Křivka tohoto nátěru v poslední části experimentu začala mírně růst a opět u ní vidíme velký rozptyl naměřených hodnot způsobený pravděpodobně delaminací nátěru. Druhým nejlesklejším nátěrem byl nátěr č. 3, jehož tendence byla klesavá z počáteční průměrné hodnoty přesahující 20. Bohužel jeho výsledné hodnoty jsou velmi podobné jako u nátěrů č. 1, 2 a 4. Nátěrový systém č. 1 byl lehce lesklejší, než č.2 a č.4, které se opět nejvíce přiblížily referenčnímu vzorku v celé své křivce.



Graf 13: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, nativní povrch, smrk

Graf 13 zobrazuje celkovou změnu barvy ΔE pro soubor vzorků s předem neupraveným (nativním) povrchem. Při prvním pohledu na graf je jasné, že referenční neupravený vzorek vykazoval největší barevné změny. Křivka tohoto vzorku roste poměrně rovnoměrně po celou dobu zvětrávání. Podobně stoupavou tendenci mají téměř všechny nátěry, kromě nátěru č. 5, který se výrazněji odlišuje již po 3 měsících. U nátěrů č. 4 a 1 se křivka nejprve vyvíjí podobně jako u referenčního nátěru, poté dochází ke zpomalení barevných změn a v poslední části měření jejich křivky opět rostou a v 18 měsících jsou spolu s nátěrem č. 5 výrazně horší oproti nátěrům č. 2 a 3. Nátěry č. 2 a 3 se ve výsledných hodnotách výrazně neliší od hodnot ve 3 měsících a jejich výsledné hodnoty jsou výrazně nejmenší. Podle grafu tedy můžeme říct, že tyto nátěry se od 3 měsíců zvětrávání nijak výrazně barevně nezměnily.



Graf 14: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, nativní povrch, douglaska

Na grafu č. 14 je vidět grafické znázornění celkových barevných změn dřeva douglasky s nativním povrchem ošetřené 5 druhy vybraných nátěrových systémů. Proti předchozímu grafu je patrná změna rozptylu hodnot jednotlivých nátěrů ve 3, 6 i 18 měsících stárnutí. U nátěrů č. 2 a 3 pozorujeme podobný trend jako u předchozího grafu – tedy velmi malý nárůst hodnot barevných změn po 3 měsíci zvětrávání a nejlepší výsledek v 18 měsících ze všech vybraných nátěrů. Největší barevné změny vykazoval nátěr s pořadovým číslem 5 – Tixotropní lazura (1x) + Jachtlak (2x). U většiny nátěrů vidíme větší rozptyl naměřených hodnot, což mohlo být způsobeno delaminací nátěru. Barevné změny všech nátěrů u douglasky byly ve finálním stádiu pokusu výrazně menší, než tomu bylo u dřeva smrku.

	DG A R 6Měsíců	DG A R 18Měsíců	DG A 1 6Měsíců	DG A 1 18Měsíců	DG A 2 6Měsíců	DG A 2 18Měsíců	DG A 3 6Měsíců	DG A 3 18Měsíců	DG A 4 6Měsíců	DG A 4 18Měsíců	DG A 5 6Měsíců	DG A 5 18Měsíců
SM A R 6Měsíců	0,103216	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,301857
SM A R 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027
SM A 1 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,319588	0,143691	0,541468	0,002349	0,055525	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027
SM A 1 18Měsíců	1,000000	0,000027	0,000027	0,790337	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,224323	0,000027	1,000000
SM A 2 6Měsíců	0,000032	0,000027	0,000027	0,617329	0,045119	0,260518	0,000465	0,014620	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027
SM A 2 18Měsíců	0,001143	0,000027	0,000027	0,998481	0,000761	0,009894	0,000028	0,000180	0,000027	0,000027	0,999591	0,000176
SM A 3 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,314672	0,146568	0,547458	0,002422	0,056845	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027
SM A 3 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,339220	0,132851	0,518091	0,002082	0,050599	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027
SM A 4 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,000028	0,291447	0,161159	0,576535	0,002810	0,063637	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027
SM A 4 18Měsíců	0,000636	0,000033	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,003764
SM A 5 6Měsíců	1,000000	0,000027	0,000027	0,993286	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,033289	0,000027	1,000000
SM A 5 18Měsíců	0,000746	0,000032	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,004393

Tabulka 12: vliv druhu dřeva na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících

Z tabulky 12 je patrné, že vliv zvolené dřeviny byl v 18 měsících statisticky významný pro nátěry č. 1, 2 a 5. Nátěr č. 2 dosáhl nejlepšího výsledku na dřevě douglasky.

	SM A R 6Měsíců	SM A R 18Měsíců	SM A 1 6Měsíců	SM A 1 18Měsíců	SM A 2 6Měsíců	SM A 2 18Měsíců	SM A 3 6Měsíců	SM A 3 18Měsíců	SM A 4 6Měsíců	SM A 4 18Měsíců	SM A 5 6Měsíců	SM A 5 18Měsíců
SM A R 6Měsíců		0,000027	0,000027	0,181618	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,024756	1,000000
SM A R 18Měsíců	0,000027		0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027
SM A 1 6Měsíců	0,000027	0,000027		0,000027	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,000034	0,000027
SM A 1 18Měsíců	0,181618	0,000027	0,000027		0,000028	0,000480	0,000027	0,000027	0,000027	0,001529	1,000000	0,001795
SM A 2 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000028		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,000086	0,000027
SM A 2 18Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000480	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,007135	0,000027
SM A 3 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,000027	0,000034	0,000027
SM A 3 18Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,000027	0,000035	0,000027
SM A 4 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,000027	0,000033	0,000027
SM A 4 18Měsíců	1,000000	0,000027	0,000027	0,001529	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027		0,000094	1,000000
SM A 5 6Měsíců	0,024756	0,000027	0,000034	1,000000	0,000086	0,007135	0,000034	0,000035	0,000033	0,000094		0,000108
SM A 5 18Měsíců	1,000000	0,000027	0,000027	0,001795	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000108	

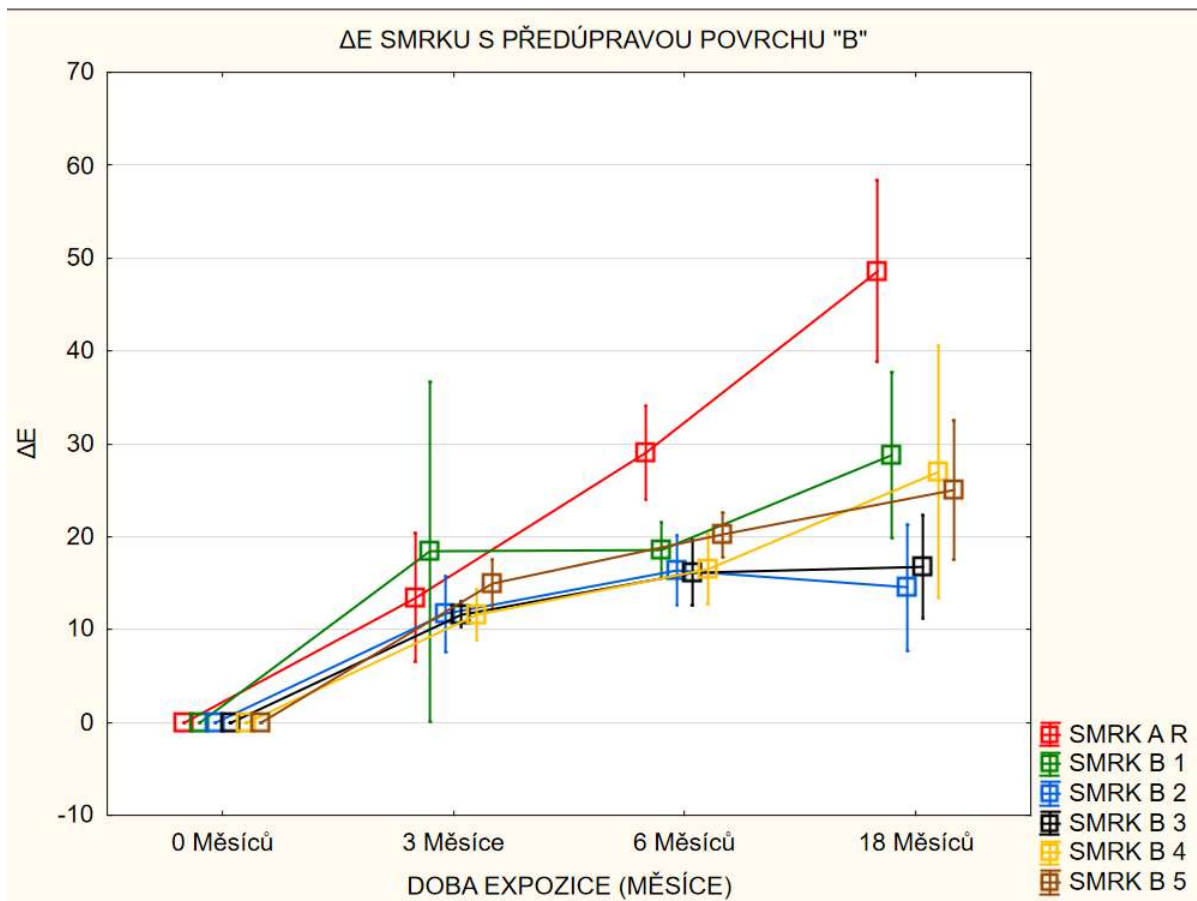
Tabulka 13: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u smrku s nativním povrchem

Tabulka 13 ukazuje, že nátěr č. 3, který dosáhl nejlepšího výsledku je statisticky významný vůči referenčnímu vzorku a nátěrům č. 1, 4 a 5.

	DG A R 6Měsíců	DG A R 18Měsíců	DG A 1 6Měsíců	DG A 1 18Měsíců	DG A 2 6Měsíců	DG A 2 18Měsíců	DG A 3 6Měsíců	DG A 3 18Měsíců	DG A 4 6Měsíců	DG A 4 18Měsíců	DG A 5 6Měsíců	DG A 5 18Měsíců
DG A R 6Měsíců		0,000027	0,000027	0,902818	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,131385	0,000027	1,000000
DG A R 18Měsíců	0,000027		0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027
DG A 1 6Měsíců	0,000027	0,000027		0,000027	0,985720	0,739333	1,000000	0,999129	1,000000	0,000027	0,000136	0,000027
DG A 1 18Měsíců	0,902818	0,000027	0,000027		0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,021168	0,630209
DG A 2 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,985720	0,000027		1,000000	1,000000	1,000000	0,205239	0,000027	0,782598	0,000027
DG A 2 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,739333	0,000027	1,000000		1,000000	1,000000	0,032182	0,000027	0,990937	0,000027
DG A 3 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000	1,000000		1,000000	0,952846	0,000027	0,073867	0,000027
DG A 3 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,999129	0,000027	1,000000	1,000000	1,000000		0,411086	0,000027	0,534979	0,000027
DG A 4 6Měsíců	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,205239	0,032182	0,952846	0,411086		0,000027	0,000027	0,000027
DG A 4 18Měsíců	0,131385	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027		0,000027	0,360163
DG A 5 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,000136	0,021168	0,782598	0,990937	0,073867	0,534979	0,000027	0,000027		0,000027
DG A 5 18Měsíců	1,000000	0,000027	0,000027	0,630209	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,360163	0,000027	

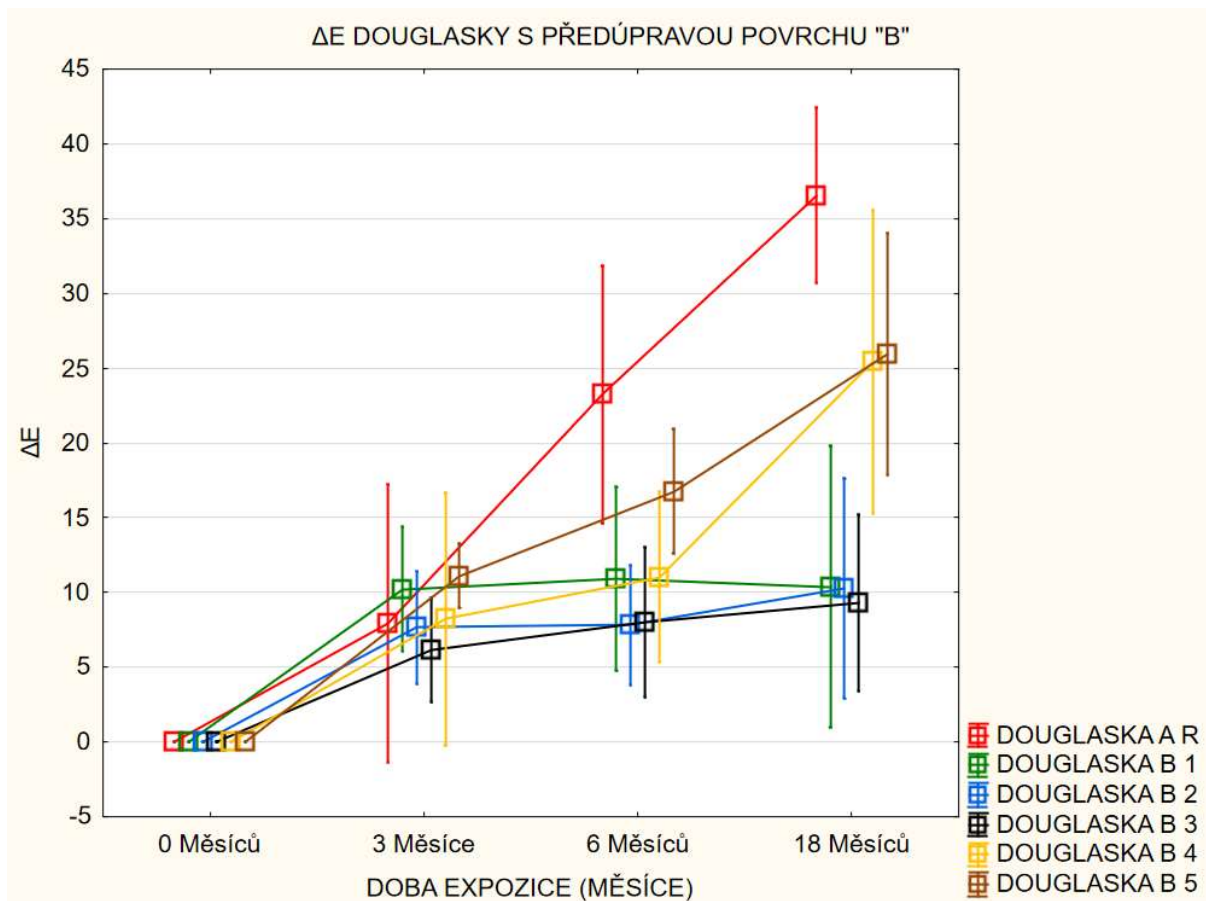
Tabulka 14: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u douglasky s nativním povrchem

Z Tabulky č. je vidět, že nátěr č. 3, který měl nejlepší výsledek je statisticky významný vůči referenčnímu vzorku a nátěrům č. 1, 4 a 5.



Graf 15: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, předúprava „B“ (ZnO + UV), smrk

Velká jednotnost celkových barevných změn všech 5 nátěrů po 6 měsících přirozeného zvětrávání mizí a v 18 měsících už jsou vidět výrazné rozdíly mezi výsledky jednotlivých nátěrů. Ty, které nejvíce odolaly vlivům v exteriéru byly nátěry č. 2 a 3. Jejich celková barevná změna je velmi podobná, a to samé může být řečeno i o průběhu jejich křivek v grafu. Mírně lépe vyšel nátěr č. 2, jehož křivka v poslední části měření začala mírně klesat. Nátěr, jehož hodnoty vykreslily nejvíce se lišící křivku v grafu měl číslo 1. Tento vykazoval i při měření po 3 měsících největší barevné změny. Byl to nátěr s největší finální celkovou barevnou změnou. Všechny nátěry byly výrazně lepší než referenční neošetřený vzorek.



Graf 16: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, předúprava „B“ (ZnO + UV), douglaska

Graf č. 16 opět ukazuje výraznější změny v průběhu barevných změn v souvislosti s rozdílnou dřevinou. Stejně jako na grafu č. 14 se zde vyskytuje větší variabilita mezi jednotlivými variantami už ve 3. měsíci zvětrávání. Můžeme také pozorovat, že u nátěrů č. 1, 2 a 3 se barevná změna po 3. měsíci zvětrávání měnila velmi mírně. Největší celkovou barevnou změnou prošel nátěr č. 5 – Tixotropní lazura (1x) + Jachtlak (2x), naopak nejvíce barevně stálý se ukázal být nátěr s číslem 3. Nátěr č. 1 se oproti smrku choval na douglasce poměrně jinak a jeho výsledek v tomto grafu můžeme označit jako jeden z nejlepších.

	SM B 1 6Měsíců	SM B 1 18Měsíců	SM B 2 6Měsíců	SM B 2 18Měsíců	SM B 3 6Měsíců	SM B 3 18Měsíců	SM B 4 6Měsíců	SM B 4 18 Měsíců	SM B 5 6Měsíců	SM B 5 18Měsíců
DG B 1 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,008995	0,761069	0,025930	0,002779	0,006275	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 1 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,001249	0,384454	0,004145	0,000371	0,000844	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 2 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000083	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 2 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000752	0,301140	0,002528	0,000201	0,000512	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 3 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000144	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 3 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000033	0,020519	0,000058	0,000028	0,000031	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 4 6Měsíců	0,000027	0,000027	0,012590	0,818993	0,035178	0,003999	0,008857	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 4 18 Měsíců	0,000050	0,912973	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,021992	1,000000
DG B 5 6Měsíců	1,000000	0,000027	1,000000	0,999995	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,851791	0,000027
DG B 5 18Měsíců	0,000028	0,995494	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,003651	1,000000

Tabulka 15: statistická významnost zvoleného druhu dřeva na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u povrchové úpravy „B“

Z tabulky 15 vidíme, že vliv zvolené dřeviny na nátěr č. 3, který měl jedny z nejlepších výsledků byl statisticky významný.

	SM B 1 6Měsíců	SM B 1 18Měsíců	SM B 2 6Měsíců	SM B 2 18Měsíců	SM B 3 6Měsíců	SM B 3 18Měsíců	SM B 4 6Měsíců	SM B 4 18 Měsíců	SM B 5 6Měsíců	SM B 5 18Měsíců
SM B 1 6Měsíců		0,000027	0,999998	0,461043	0,999860	1,000000	1,000000	0,000027	1,000000	0,000157
SM B 1 18Měsíců	0,000027		0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,718332
SM B 2 6Měsíců	0,999998	0,000027		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,632487	0,000027
SM B 2 18Měsíců	0,461043	0,000027	1,000000		1,000000	0,999997	1,000000	0,000027	0,004590	0,000027
SM B 3 6Měsíců	0,999860	0,000027	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,000027	0,403187	0,000027
SM B 3 18Měsíců	1,000000	0,000027	1,000000	0,999997	1,000000		1,000000	0,000027	0,839046	0,000027
SM B 4 6Měsíců	1,000000	0,000027	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,000027	0,704712	0,000027
SM B 4 18 Měsíců	0,000027	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027		0,000058	1,000000
SM B 5 6Měsíců	1,000000	0,000027	0,632487	0,004590	0,403187	0,839046	0,704712	0,000058		0,067404
SM B 5 18Měsíců	0,000157	0,718332	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,067404	

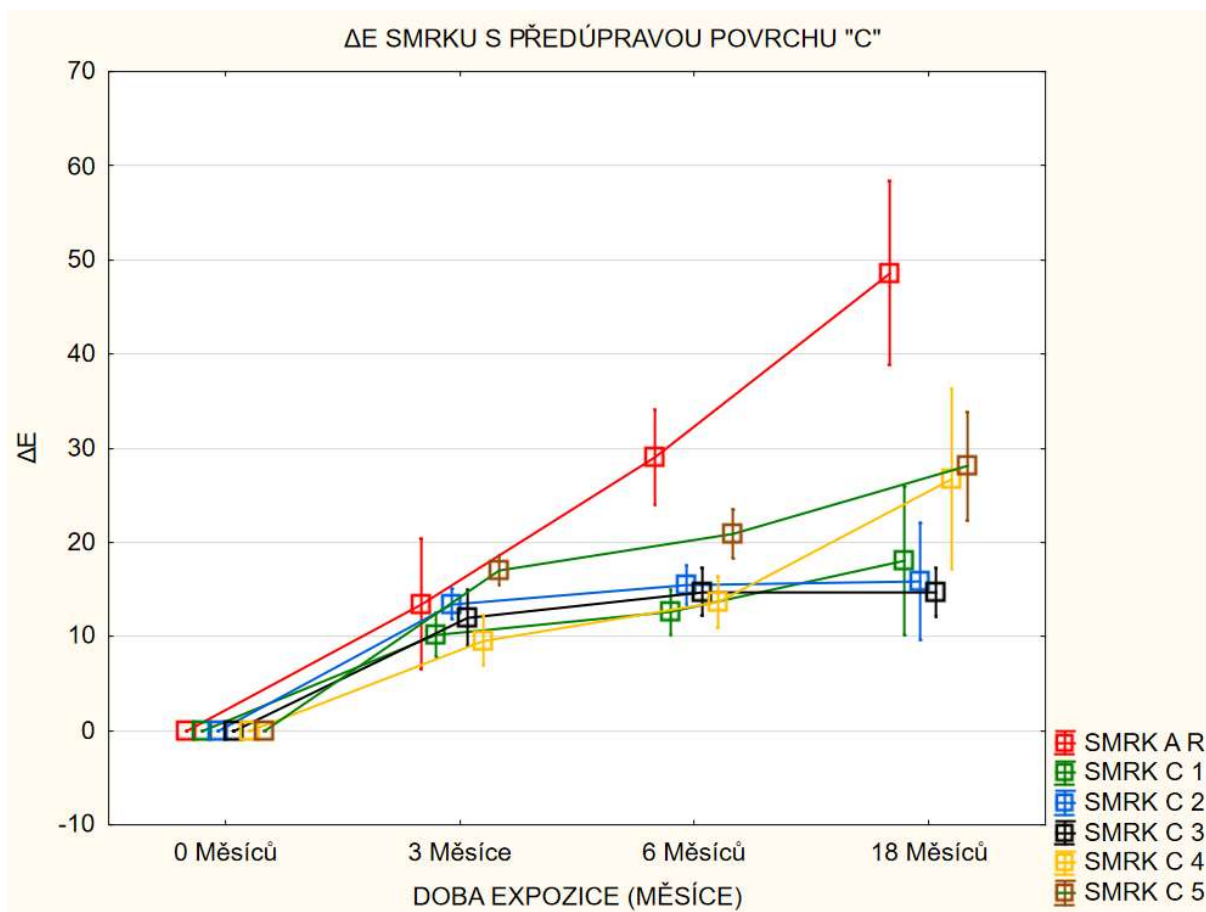
Tabulka 16: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou změnu barvy smrku s předúpravou povrchu „B“

Nátěr č. 2 byl v 18 měsících statisticky významný vůči nátěrům č. 1, 4 a 5. Nátěr č. 3 byl statisticky významný také vůči nátěrům č. 1, 4 a 5.

	DG B 1 6Měsíců	DG B 1 18Měsíců	DG B 2 6Měsíců	DG B 2 18Měsíců	DG B 3 6Měsíců	DG B 3 18Měsíců	DG B 4 6Měsíců	DG B 4 18 Měsíců	DG B 5 6Měsíců	DG B 5 18Měsíců
DG B 1 6Měsíců		1,000000	0,972601	1,000000	0,989796	1,000000	1,000000	0,000027	0,002528	0,000027
DG B 1 18Měsíců	1,000000		0,999556	1,000000	0,999927	1,000000	1,000000	0,000027	0,000340	0,000027
DG B 2 6Měsíců	0,972601	0,999556		0,999898	1,000000	1,000000	0,954325	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 2 18Měsíců	1,000000	1,000000	0,999898		0,999987	1,000000	1,000000	0,000027	0,000183	0,000027
DG B 3 6Měsíců	0,989796	0,999927	1,000000	0,999987		1,000000	0,980975	0,000027	0,000027	0,000027
DG B 3 18Měsíců	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,000027	0,000028	0,000027
DG B 4 6Měsíců	1,000000	1,000000	0,954325	1,000000	0,980975	1,000000		0,000027	0,003644	0,000027
DG B 4 18 Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027		0,000027	1,000000
DG B 5 6Měsíců	0,002528	0,000340	0,000027	0,000183	0,000027	0,000028	0,003644	0,000027		0,000027
DG B 5 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	

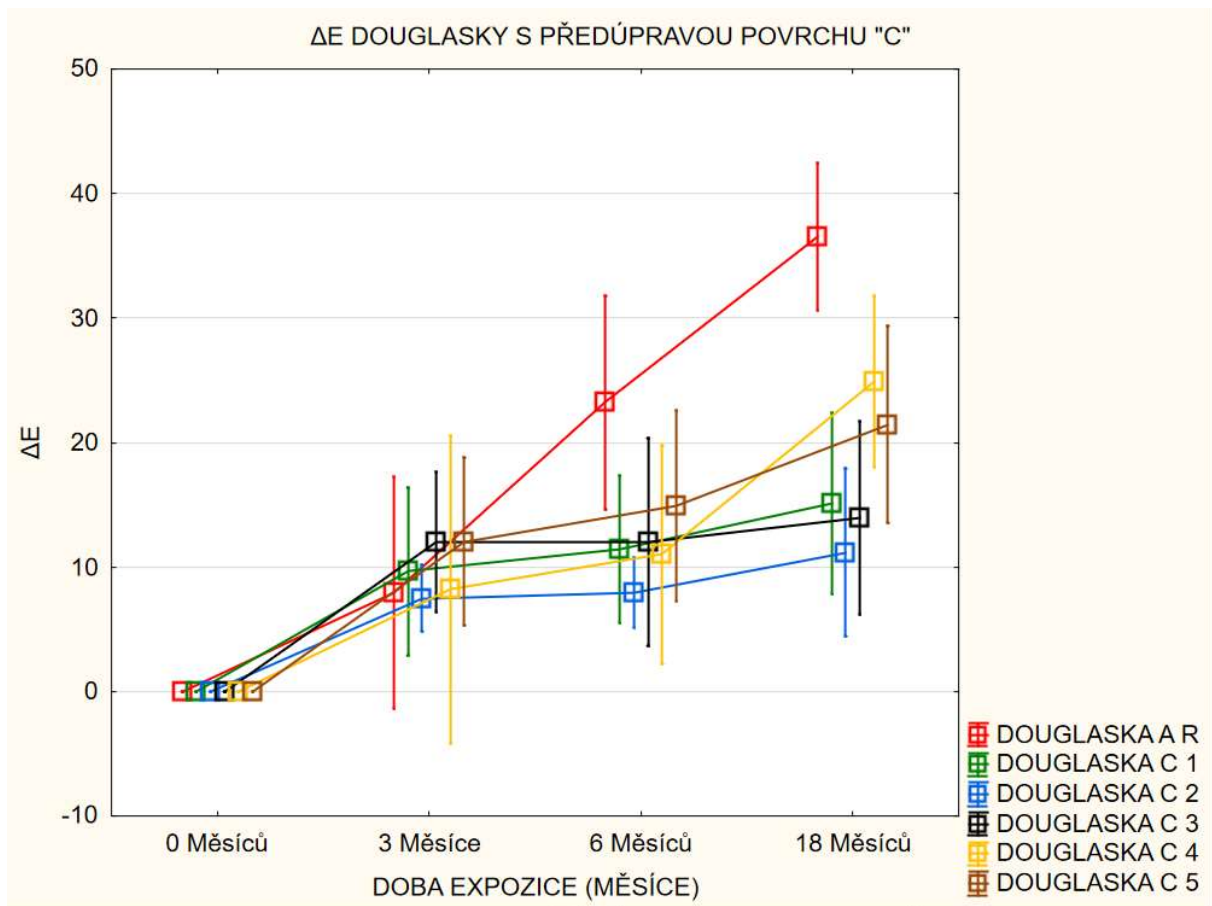
Tabulka 17: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou změnu barvy douglasky s předúpravou povrchu „B“

Z této tabulky je vidět, že statisticky významný je nátěr č. 4 vůči všem ostatním nátěrům kromě nátěru č. 5 a naopak nátěr č. 5 je významný vůči všem nátěrům kromě č. 5.



Graf 17: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, předúprava „C“ (ZrO₂ + UV), smrk

Graf č. 17 ukazuje vývoj barevných změn nátěrových systémů 1-5 na dřevě smrku ošetřeném impregnačním přípravkem na bázi oxidu zirkoničitého a UV filtru s nano-složkou. Graficky vyjádřená celková změna barvy ukazuje, že u všech nátěrů docházelo k proporcionalně podobným změnám. Všechny křivky mají vzestupnou tendenci, která se zvyšuje od 6. měsíce zvětrávání. Nátěrový systém, který se svou výslednou hodnotou barevné změny nejvíce odklání od zbytku souboru je nátěr č.5.- Tixotropní lazura (1x) + Jachtlak (2x). Ten má nejvyšší hodnoty v průběžném i konečném měření. Nejvíce barevně stálý je nátěr č. 3 – Silnovrstvá lazura (1x) + Adler Protector (1x). Jeho křivka i naměřené hodnoty jsou velmi podobné s nátěrem č. 2. Všechny zkoumané nátěrové systémy mají lepší konečné výsledky než referenční vzorek.



Graf 18: Výsledky celkové změny barvy pro varianty 1-5, předúprava „C“ (ZrO₂ + UV), douglaska

Graf č. 18 je posledním grafickým znázorněním celkových barevných změn v rámci celého souboru. Jak je na něm vidět, křivky jednotlivých nátěrů mají poměrně rozdílný průběh napříč dobou expozice. Nejhoršího výsledku dosáhl nátěr č. 4, který měl z počátku měření jedny z nejlepších hodnot. Nejlepšího výsledku ve finále dosáhl nátěr č. 2, jehož křivka je v grafickém znázornění poměrně o dost níže, než ostatní. Druhý nejlepší nátěr byl ten s číslem 3, takže podobně jako u dřeva smrku tyto dva nátěry dosáhly nejlepších výsledků. Výsledné hodnoty u nejlepších nátěrů se pohybují ztelně níže na dřevě douglasky než na dřevě smrku.

	SM C 1 6Měsíců	SM C 1 18Měsíců	SM C 2 6Měsíců	SM C 2 18Měsíců	SM C 3 6Měsíců	SM C 3 18Měsíců	SM C 4 6Měsíců	SM C 4 18 Měsíců	SM C 5 6Měsíců	SM C 5 18Měsíců
DG C 1 6Měsíců	1,000000	0,000117	0,482408	0,246662	0,920701	0,925471	0,999998	0,000027	0,000027	0,000027
DG C 1 18Měsíců	0,999681	0,989607	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,002553	0,000027
DG C 2 6Měsíců	0,111569	0,000027	0,000027	0,000027	0,000054	0,000055	0,003955	0,000027	0,000027	0,000027
DG C 2 18Měsíců	1,000000	0,000049	0,288778	0,124792	0,781433	0,790230	0,999879	0,000027	0,000027	0,000027
DG C 3 6Měsíců	1,000000	0,000961	0,842312	0,601717	0,996738	0,997106	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027
DG C 3 18Měsíců	1,000000	0,429052	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,000041	0,000027
DG C 4 6Měsíců	1,000000	0,000036	0,193976	0,076074	0,656515	0,666949	0,999118	0,000027	0,000027	0,000027
DG C 4 18 Měsíců	0,000027	0,000057	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,537721	0,943720
DG C 5 6Měsíců	0,999972	0,964672	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,001166	0,000027
DG C 5 18Měsíců	0,000027	0,884189	0,001353	0,005471	0,000084	0,000080	0,000027	0,017002	1,000000	0,000096

Tabulka 18: statistická významnost zvoleného druhu dřeva na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u povrchové úpravy „C“

Z tabulky č. 18 vidíme, že v 18 měsících je vliv zvolené dřeviny statisticky významný pouze pro nátěr č. 5.

	SM C 1 6Měsíců	SM C 1 18Měsíců	SM C 2 6Měsíců	SM C 2 18Měsíců	SM C 3 6Měsíců	SM C 3 18Měsíců	SM C 4 6Měsíců	SM C 4 18 Měsíců	SM C 5 6Měsíců	SM C 5 18Měsíců
SM C 1 6Měsíců		0,010024	0,993621	0,943117	0,999998	0,999998	1,000000	0,000027	0,000027	0,000027
SM C 1 18Měsíců	0,010024		0,999350	0,999993	0,918833	0,913782	0,208075	0,000027	0,991520	0,000027
SM C 2 6Měsíců	0,993621	0,999350		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,008727	0,000027
SM C 2 18Měsíců	0,943117	0,999993	1,000000		1,000000	1,000000	0,999996	0,000027	0,029917	0,000027
SM C 3 6Měsíců	0,999998	0,918833	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,000027	0,000593	0,000027
SM C 3 18Měsíců	0,999998	0,913782	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,000027	0,000561	0,000027
SM C 4 6Měsíců	1,000000	0,208075	1,000000	0,999996	1,000000	1,000000		0,000027	0,000029	0,000027
SM C 4 18 Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027		0,002852	1,000000
SM C 5 6Měsíců	0,000027	0,991520	0,008727	0,029917	0,000593	0,000561	0,000029	0,002852		0,000033
SM C 5 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000033	

Tabulka 19: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou změnu barvy smrku s předúpravou povrchu „C“

Z tabulky č. 19 vidíme, že statisticky významný vliv použitého nátěru na smrku v 18 měsících je pouze u nátěrů č. 4 a 5, které však vůči sobě statisticky významné nejsou.

	DG C 1 6Měsíců	DG C 1 18Měsíců	DG C 2 6Měsíců	DG C 2 18Měsíců	DG C 3 6Měsíců	DG C 3 18Měsíců	DG C 4 6Měsíců	DG C 4 18 Měsíců	DG C 5 6Měsíců	DG C 5 18Měsíců
DG C 1 6Měsíců		0,724889	0,800120	1,000000	1,000000	0,999699	1,000000	0,000027	0,846372	0,000027
DG C 1 18Měsíců	0,724889		0,000031	0,513404	0,960660	1,000000	0,381581	0,000027	1,000000	0,000381
DG C 2 6Měsíců	0,800120	0,000031		0,930700	0,427566	0,000953	0,972539	0,000027	0,000038	0,000027
DG C 2 18Měsíců	1,000000	0,513404	0,930700		1,000000	0,995554	1,000000	0,000027	0,663379	0,000027
DG C 3 6Měsíců	1,000000	0,960660	0,427566	1,000000		1,000000	1,000000	0,000027	0,988064	0,000027
DG C 3 18Měsíců	0,999699	1,000000	0,000953	0,995554	1,000000		0,983702	0,000027	1,000000	0,000028
DG C 4 6Měsíců	1,000000	0,381581	0,972539	1,000000	1,000000	0,983702		0,000027	0,526595	0,000027
DG C 4 18 Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027		0,000027	0,864364
DG C 5 6Měsíců	0,846372	1,000000	0,000038	0,663379	0,988064	1,000000	0,526595	0,000027		0,000157
DG C 5 18Měsíců	0,000027	0,000381	0,000027	0,000027	0,000027	0,000028	0,000027	0,864364	0,000157	

Tabulka 20: statistická významnost zvoleného nátěru na celkovou změnu barvy douglasky s předúpravou povrchu „C“

Podobně jako v předchozí tabulce, vidíme zde, že statisticky významné jsou nátěry č. 4 a 5 vůči nátěrům č. 1, 2 a 3. Můžeme tedy říct, že nátěry č. 4 a 5 jsou horší než nátěry č. 1, 2 a 3.

	SM C 1 6Měsíců	SM C 1 18Měsíců	SM C 2 6Měsíců	SM C 2 18Měsíců	SM C 3 6Měsíců	SM C 3 18Měsíců	SM C 4 6Měsíců	SM C 4 18 Měsíců	SM C 5 6Měsíců	SM C 5 18Měsíců
SM B 1 6Měsíců	0,001539	1,000000	0,970279	0,997691	0,632167	0,621518	0,056228	0,000027	0,999931	0,000027
SM B 1 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	1,000000
SM B 2 6Měsíců	0,625720	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,996539	0,000027	0,157886	0,000027
SM B 2 18Měsíců	1,000000	0,813299	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000027	0,000258	0,000027
SM B 3 6Měsíců	0,831232	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999836	0,000027	0,069142	0,000027
SM B 3 18Měsíců	0,393102	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,970181	0,000027	0,316570	0,000027
SM B 4 6Měsíců	0,550684	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,992506	0,000027	0,200082	0,000027
SM B 4 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,001027	1,000000
SM B 5 6Měsíců	0,000027	0,999998	0,096206	0,234772	0,010563	0,010042	0,000124	0,000137	1,000000	0,000027
SM B 5 18Měsíců	0,000027	0,000038	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,397035	0,980131

Tabulka 21: statistická významnost předúpravy povrchu na celkovou barevnou změnu v 6 a 18 měsících u smrku

Z této tabulky vidíme, že statisticky významný vliv předúpravy povrchu smrku můžeme pozorovat pouze u nátěru č. 1. Z grafického znázornění pozorujeme sice patrné rozdíly mezi předúpravami povrchu „B a „C“, ale statistická významnost v 18 měsících tu kromě nátěru č. 1 není.

	DG C 1 6Měsíců	DG C 1 18Měsíců	DG C 2 6Měsíců	DG C 2 18Měsíců	DG C 3 6Měsíců	DG C 3 18Měsíců	DG C 4 6Měsíců	DG C 4 18 Měsíců	DG C 5 6Měsíců	DG C 5 18Měsíců
DG B 1 6Měsíců	1,000000	0,330366	0,982759	1,000000	1,000000	0,973904	1,000000	0,000027	0,468582	0,000027
DG B 1 18Měsíců	1,000000	0,098510	0,999811	1,000000	1,000000	0,774879	1,000000	0,000027	0,164743	0,000027
DG B 2 6Měsíců	0,751558	0,000029	1,000000	0,903693	0,373742	0,000704	0,958226	0,000027	0,000034	0,000027
DG B 2 18Měsíců	1,000000	0,068645	0,999962	1,000000	1,000000	0,687530	1,000000	0,000027	0,118952	0,000027
DG B 3 6Měsíců	0,844524	0,000033	1,000000	0,952407	0,485548	0,001303	0,982941	0,000027	0,000044	0,000027
DG B 3 18Měsíců	0,999997	0,002307	1,000000	1,000000	0,998223	0,105101	1,000000	0,000027	0,004949	0,000027
DG B 4 6Měsíců	1,000000	0,393606	0,969691	1,000000	1,000000	0,985436	1,000000	0,000027	0,539810	0,000027
DG B 4 18 Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,490816
DG B 5 6Měsíců	0,018512	1,000000	0,000027	0,006763	0,091494	0,997223	0,003408	0,000027	1,000000	0,107169
DG B 5 18Měsíců	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	0,000027	1,000000	0,000027	0,184249

Tabulka 22: statistická významnost předúpravy povrchu na celkovou změnu barvy v 6 a 18 měsících u douglasky

Z tabulky 22 vidíme, že vliv zvolené předúpravy povrchu na dřevě douglasky nebyl ani pro jeden zvolený nátěr statisticky významný.

6. DISKUZE

Ze statistického vyhodnocení výsledků můžeme vyčíst mnoho informací týkajících se trvanlivosti jednotlivých nátěrů v kombinaci s různými variantami předúpravy povrchu a použité dřeviny. V časovém rámci 18 měsíců, ve kterém přirozené stárnutí probíhalo, mohou být některé výsledky poněkud neprůkazné, ale u zkoumaných variant nátěrových systémů bylo vždy možné pozorovat, alespoň vizuálně, lepší vlastnosti všech těchto proti neošetřenému dřevu, podobně jako v práci (Oberhofnerová et al., 2018). Při zkoumání smáčivosti povrchu jednotlivých nátěrových systémů je vidět, že s nativní variantou A ve většině případů nejlépe spolupracovaly nátěry č. 3 - Osmo UV (2x) + (Aquastop 1x) na smrkovém dřevě a č.2 – Osmo UV (2x) na douglasce. Jejich výsledné hodnoty se pohybovaly okolo 60° kontaktního úhlu smáčivosti pro smrk a 80° pro douglasku. Nátěr s nejhorším výsledkem byl nátěr č. 4, jehož hodnoty výsledné hodnoty se pohybovaly okolo 20° na smrku a okolo 0° na douglasce. Vliv zvolené dřeviny se však neukázal jako statisticky významný. Výsledky ostatních nátěrů v souboru se pohybovaly víceméně v jedné oblasti a výraznější rozdíly byly pozorovatelné zejména na tvarech jednotlivých křivek grafů, což ukazuje poměrně různorodé změny smáčivosti během doby, po kterou byly vzorky vystaveny povětrnosti. U většiny křivek jsme pozorovali nárůst hodnot kontaktního úhlu v první fázi zvětrávání, ale ke konci doby expozice byla u většiny nátěrů smáčivost povrchu znatelně horší. Smáčivost povrchu s předúpravou typu B (ZnO + UV) měla poněkud jiné výsledky než nativní dřevo. Nejlepších výsledků dosáhly nátěry č. 3 – Osmo UV (2x) + Aquastop (1x) a č.2 – Osmo UV (2x). Nátěr, jehož křivka zaznamenala v první fázi expozice nejstrmější propad měl č. 5 – Tixotropní lazura (1x) + Jachtlak (2x). Ostatní nátěry měly velmi podobné křivky u obou dřevin a jejich výsledné hodnoty byly na dobré úrovni vzhledem k referenčnímu vzorku, u něhož došlo velmi brzy k plné smáčivosti povrchu. Maximální hodnoty kontaktních úhlů smáčivosti pro smrk i douglasku se pohybovaly kolem hodnot 80° pro obě dřeviny a nejhorší hodnoty se pohybovaly kolem 20°. Ani zde nebyl vliv zvolené dřeviny na smáčivost povrchu statisticky významný.

V kombinaci s předúpravou povrchu typu C (ZrO₂ + UV) opět nejlépe vyšel nátěr č.3, ale pouze vůči nátěrům č. 2 a 5 byl jeho výsledek statisticky významný. Nejhůře pro tuto předúpravu vyšel nátěr č.5. Nátěr č.5, který byl statisticky nejhorší oproti všem ostatním nátěrům. Nejvyšší výsledné hodnoty kontaktních úhlů se podle grafického znázornění pohybovaly okolo 70° pro smrk a 80° pro douglasku, nejnižší výsledné hodnoty se pohybovaly okolo 20° pro smrk a okolo 0° pro douglasku. Vliv zvolené dřeviny ani u této předúpravy povrchu nebyl statisticky

významný. Touto problematikou se zabývají různé publikace, protože nízká smáčivost je důležitou vlastností povrchové úpravy dřeva a samotná problematika vyžaduje další prozkoumání (Petrič et al., 2007).

V části zkoumající lesk jednotlivých vybraných nátěrových systémů statistické vyhodnocení ukázalo, že největší lesk měl v celém průběhu měření nátěr č. 5 – Tixotropní lazura (1x) + Jachtlak (2x). Jachtlak, kterým byly vytvořeny 2 povrchové vrstvy je výrobcem definovaný jako lak s vysokým leskem, takže tyto výsledky korespondují s informacemi od výrobce. Jeho lesk vysoce převyšoval ostatní nátěry, a i když jeho křivka prudce klesala, často se v poslední fázi měření udržela vysoko nad ostatními. Dobře viditelný je veliký rozptyl hodnot v jednotlivých měsících. Nejhoršími nátěry v oblasti lesku byly nátěry č.2 a č.4. Jejich lesk byl výrazně nízký už před začátkem působení externích činitelů a velmi se blížil lesku neupravených vzorků. Nátěry č.2 a č.3 měly v některých případech celkem slušné výsledky (zejména č. 2 u nativní douglasky a nativního smrku a č.3 u smrku a douglasky s předúpravou „B“ a „C“). Nátěr č.4 – Silnovrstvá lazura (1x) + Adler Protector se přibližoval ve všech případech svým leskem stavu neupraveného dřeva. Možný důvod pro tento jev je, že složka Adler Protector byla na povrch nanесena pouze v jedné vrstvě, protože jak vyplývá z různých prací (Turkay, a další, 2015), (Slabejová , a další, 2016), počet vrstev povrchové úpravy má významný vliv na lesk povrchu. Hodnoty lesku jednotlivých nátěrů se pohybovaly cca od 5° do 40°. Nejvyšší hodnoty byly dosaženy na douglasce s předúpravou „C“. Porovnáme-li výsledné hodnoty lesku z grafického znázornění na obou dřevinách a použitých impregnacích, vidíme, že použitá předúprava povrchu neměla velmi významný vliv na stabilizaci lesku jednotlivých nátěrových systémů, protože křivky nátěrů pro jednotlivé předúpravy mají podobně klesavou tendenci a podobné výsledné hodnoty.

Barevné změny nátěrových systémů jsou asi nejpatrnější ze všech sledovaných parametrů v rámci této práce. Výrazné barevné změny byly pozorovatelné pouhým okem. Tyto změny byly z části způsobené usazováním prachových částic na povrchu dřeva. Jednotlivé parametry barevných změny, tedy L , a , b včetně celkové změny barvy vzorků byly vyhodnoceny pro všechny varianty nátěrových systémů. Grafy znázorňující vliv přirozeného stárnutí na barvu měřených vzorků jsou umístěny v přílohách této práce pod čísly . Parametr L vyjadřuje tmavnutí povrchu jednotlivých nátěrových systémů. Výsledky statistického vyhodnocení byly následovné: Parametr L se u nátěrů na smrkovém dřevě vyvíjel velmi podobně. Výrazně nejvíce ztmavnul nátěr č. 5 a nejméně ztmavnuly nátěry č.2 a č.3. Zbylé nátěrové systémy měly výsledné hodnoty

poměrně nižší. U jednotlivých křivek v grafu můžeme vidět, že všechny nátěrové systémy v první polovině stárnutí kopírovaly svým tvarem křivku referenčního vzorku. Tento trend zpomalil v druhé polovině stárnutí, můžeme tedy říct, že všechny nátěrové systémy tmavly méně v druhé polovině měření. U dřeva douglasky můžeme dokonce pozorovat světlejší barevné tóny v 18 měsících než v 6 měsících. U dřeva smrku tento jev nebyl tak výrazný. Toto mohlo být způsobeno porušením struktury nátěru nebo jeho plnou delaminací. U varianty předúpravy povrchu B můžeme pozorovat, že opět nejvíce ztmavil nátěr č.5. nejmenší ztmavnutí bylo zaznamenáno u nátěrových systémů č. 2 a 3. Rozdíl mezi ztmavnutím ostatních nátěrů v 18 měsících byl výraznější než v 6 měsících. Výsledné hodnoty pro soubor nátěrových systémů s předúpravou povrchu „B“ se pohybují v rozmezí cca od 40 do 68, což je širší rozpětí než u nativního dřeva. Předúprava povrchu C na smrkovém dřevě měla podobné výsledky jako varianta B. Největší ztmavnutí zaznamenal nátěrový systém č. 5, stejně jako u variant A a B. Nejlepším nátěrem v oblasti tmavnutí byl nátěr č.2. jeho ztmavnutí po 18 měsících bylo menší než po 6 měsících. Všechny 5 nátěrových systémů tmavlo pomaleji v druhé polovině stárnutí.

Na dřevě douglasky statistické vyhodnocení ukázalo větší variabilitu mezi jednotlivými nátěrovými systémy i variantami předúprav povrchu. U nativního dřeva všechny nátěry nejdříve tmavly rychleji, ale v druhé polovině stárnutí se tempo jejich tmavnutí zpomalilo, ale u referenčního vzorku je pozorovatelná opačná tendence – nejdříve tmavil pozvolněji a v druhé polovině stárnutí tmavil rapidněji. Některé vzorky douglasky dokonce po 6. měsíci vystavení v exteriéru začaly být světlejší. U všech zkušebních těles z douglasky však podle grafického znázornění můžeme říct, že po 6. měsíci už tmavly velmi málo. Nátěrovým systémem, který ztmavil nejvíce byl v tomto souboru systém č.5. nejlepšími výsledky dosáhl nátěrový systém č. 2.

U použití předúpravy povrchu „B“ můžeme pozorovat poměrně malý rozptyl výsledných hodnot, který se pohybuje mezi cca 45 – 60. Všechna zkušební tělesa vykazovala lepší výsledky než referenční vzorky. Při použití varianty C předúpravy povrchu se opět nátěr č.5 ukázal jako nejnáchylnější k tmavnutí. Zajímavé je, že výsledné hodnoty většiny sledovaných nátěrů se velmi blížily hodnotám referenčního vzorku. Nátěr č. 4 opět vykazoval velký rozptyl hodnot. Jedním z důvodů pro toto může být rozdílný obsah extraktiv v této dřevině a jejich vliv na povrchovou úpravu (Peng et al., 2020), (Oberhofnerová et al., 2019). Také jsme mohli pozorovat větší

rozptyl u výsledných hodnot jednotlivých nátěrových systémů, což mohlo být způsobeno prasklinami a jinými tmavšími místy v rámci povrchu vzorků.

Barevné změny parametru a , které vyjadřují červenání povrchu dřeva vyšly poměrně rozdílně pro dva druhy použitých dřevin. U smrkového dřeva měly všechny varianty předúprav povrchu podobné průběhy křivek jednotlivých nátěrů. Jejich křivky byly víceméně stoupající do 6 měsíců měření a v poslední fázi expozice začaly rapidně klesat takže nátěry měly sklon k červenání, zejména v první polovině stárnutí. Nejvíce na smrkovém dřevě červenal nátěr č.5. Referenční neupravený vzorek v první polovině stárnutí také vykazoval podobné červenání, jako ostatní nátěry, ale v druhé polovině stárnutí jeho křivka rychle klesala, jak je to popsáno např. v práci (Kropat et al., 2020). Na dřevě douglasky můžeme pozorovat opačný trend – tedy snížení červené barvy dřeva od počátku zvětrávání. U variant předúpravy A a B pozorujeme, že všechny nátěry jsou poměrně vyrovnané ve svých křivkách a nemají ani výrazně klesající ani stoupající tendenci ve prvních měřeních, ovšem v 18 měsících jsou jejich hodnoty výrazně nižší. Nátěrový systém, u kterého jsme mohli zaregistrovat poměrně lepší výsledky v 18 měsících byl nátěr č. 3, jehož hodnoty byly v některých případech podobné hodnotám vstupním. Parametr b , který vyjadřuje zežloutnutí barvy povrchu byl u všech variant impregnace A, B i C velmi podobný. Jeho hodnoty u nátěrových systémů se pohybovaly kolem 40 a křivky jednotlivých nátěrových systémů měly v grafech podobné tendence. Obecně můžeme říct, že všechny nátěrové systémy lehce žloutly v průběhu stárnutí. Referenční vzorek smrkového dřeva po konci stárnutí vykazoval výrazné posunutí své barvy k modrému konci spektra. Toto zmodránění však nastalo až v druhé polovině stárnutí. Na dřevě douglasky se nátěrové systémy chovaly obdobně – tedy všechny během stárnutí zežloutly. Nejmenší finální zežloutnutí oproti původnímu stavu nátěru vykazovaly vzorky bez předúpravy povrchu. Referenční vzorek měl opačnou tendenci než ošetřené vzorky – tedy jeho hodnoty klesaly už od počátku měření k výsledku naznačujícímu značné zmodránění ke konci stárnutí. Nejlepším nátěrem napříč grafickým znázorněním vývoje parametru „ b “ barevné změny se ukázal nátěr č. 3, který si zachoval dobré hodnoty i po 18 měřeních a ve většině případů byl výrazně méně zažloutlý než ostatní nátěrové systémy. Grafické znázornění barevných změn vyjádřených parametry „ L “, „ a “ a „ b “ jsou součástí příloh této práce (přílohy 13-21)

V souboru grafů č. 13 – 18 jsou znázorněny výsledky statistického vyhodnocení celkové barevné změny jednotlivých nátěrových systémů. Výsledky vyšly poměrně podobně napříč

dřevinami a zvolenými předúpravami povrchu, i když jednotlivé křivky se v grafických znázorněních lišily. Pro variantu nativního povrchu dřeva vyšel nejlépe nátěr č. 3 těsně následovaný nátěrem č. 2. jak pro smrk, tak pro douglasku. Statisticky významný byl tento nátěr vůči nátěrům č. 1, 4 a 5, můžeme tedy říct, že byl lepší než tyto nátěry. Nejhorší dopadly u obou dřevin nátěry č. 4 a 5. Statistická významnost použitého druhu dřeva na výkon nátěrových systémů zde však nebyla. Pro variantu předúpravy povrchu „B“ vyšly nejlépe opět nátěry č. 3 a 2, které byly statisticky významné oproti nátěrům č. 1, 4 a 5, můžeme tedy tvrdit, že byly s touto předúpravou povrchu lepší. Pro nejlepší nátěr – tedy č. 3 byla prokázána i statistická významnost použitého druhu dřeva a můžeme tedy říct, že nátěr č. 3 podal lepší výkon na douglasce. Nejhorší výsledky měly nátěry č. 4 a 5, tyto byly statisticky významné vůči nátěrům č. 1, 2 a 3. Pro poslední předúpravu povrchu, tedy variantu „C“ vyšly opět nejlépe nátěry č. 3 a 2. Nejhorší dopadl nátěrový systém č. 5, u kterého byla prokázána i statistická významnost vlivu zvolené dřeviny, můžeme tedy říct, že tento nátěr byl horší na dřevě smrku. Nátěr č. 4 a 5, které spolu dosáhly nejhoršího výsledku byly statisticky významné vůči všem ostatním nátěrům, můžeme tedy říct, že v porovnání s ostatními nátěry v 18 měsících byly tyto nejhorší. Vliv předúpravy „B“ vůči předúpravě „C“ byl statisticky významný pouze pro nátěr č. 1 na dřevě smrku, můžeme tedy říct, že lépe se tomuto nátěru dařilo na povrchu ošetřeném typem předúpravy „B“.

Při posuzování těchto výsledků musíme brát v potaz i roční období během kterého byly vzorky v exteriéru vystaveny, protože první 3 měsíce zvětrávání probíhaly v červnu, červenci a srpnu – tedy v měsících, kdy je velmi vysoká teplota, více srážek a více slunečního záření. V druhých třech měsících vystavení vzorků v exteriéru byl podzim, tedy roční období, kdy klesají teploty, zvyšuje se vlhkost prostředí a může dojít i k sněhovým srážkám. Poslední část experimentu probíhala v časovém horizontu jednoho roku. To a stáří jednotlivých nátěrových systémů jsou pravděpodobné být důvody, proč se některé nátěrové systémy výrazně lišily v polovině měření od svých finálních hodnot. Jak víme z práce (Evans, a další, 2015), kvalita transparentních nátěrových systémů po prvním roce expozice vnějšímu prostředí klesá velmi rapidně a některé nátěry mohou být takřka nepoužitelné a nemají schopnost dřevo kvalitně ochránit. V této práci se však vyskytují některé nátěrové systémy (č. 2 a č. 3), které si i po 18 měsících zvětrávání uchovaly poměrně dobré vlastnosti a jejich vzhled se výrazně nelišil od jejich počátečního stavu.

7. ZÁVĚR

V současné době je mnoho možností, jak ochránit dřevo v exteriéru proti vlivům povětrnosti při zachování jeho přirozeného vzhledu. Nejběžnějším způsobem této ochrany jsou transparentní nátěry, které mohou být založené na různých chemických principech a mohou mít často velmi odlišné vlastnosti a trvanlivost. Z výsledků této práce je patrné, že některé nátěrové systémy své ochranné vlastnosti ztrácí už po 3 měsících ve venkovní expozici. Ovlivněna je smáčivost povrchu, lesk i barevné změny. U některých nátěrových systémů dokonce dochází k úplné delaminaci z povrchu dřeva.

Přesto, že většina nátěrů doznala zvětváním poměrně velkou újmu, v našem souboru můžeme nalézt i takové, které v 18 měsících vykazovaly hodnoty velmi podobné počátečnímu stavu měření a jejich vzhled byl změněn jen lehce. Tyto nátěry měly kódové označení č.2 a 3 a oba byly vytvořeny použitím Ochranného oleje OSMO UV 420. Ve statistickém vyhodnocení výsledků měření i při vizuální evaluaci vidíme, že z této dvojice nátěrů byl lepší ten s číslem 3. Tento nátěr byl vytvořen nanesením dvou vrstev přírodního oleje, které byly ochráněny jednou vrstvou hydrofobního přípravku Aquastop. Tento nátěrový systém vyšel jako nejlepší ve většině provedených měřeních a byl statisticky významný vůči alespoň některým ostatním nátěrům. Jeho dobrý výsledek můžeme pozorovat i při vizuálním srovnání, kdy po 18 měsících se od počátečního stavu liší minimálně a proti ostatním nátěrům se liší maximálně. Možné vysvětlení toho, proč právě tento nátěrový systém podal nejlepší výsledky může být v tom, že olej snadno penetruje dřevo a vytváří souvislý ochranný film. Hydrofobní vrstva chrání olej před vyplavováním přírodními vliv, takže ten může zůstat dlouho vpitý do povrchu dřeva a plnit tak svou ochrannou funkci. Vliv zvolené dřeviny byl statisticky významný jen v některých případech a v těchto jsme vždy mohli pozorovat lepší hodnoty u dřeva douglasky. Pravděpodobně zde působí vliv extraktivních látek při vystavení povětrnosti. Na vizuálních změnách je však patrné, že i smrk se správně zvoleným nátěrem po 18 měsících vykazoval daleko lepší vlastnosti než smrk neupravený. Vliv dvou impregnačních variant „B“ a „C“ se ukázal jako statisticky významný pouze u jednoho nátěru na dřevě smrku a na dřevě douglasky se ani u jednoho nátěru v 18 měsících neukázal jako statisticky významný. Výsledky této práce jsou součástí rozsáhlejšího projektu a bude určitě zajímavé pozorovat vývoj těchto zkoumání v delším časovém horizontu.

Reference

Brendelová, Tereza. 2018. *Odolnost vybraných exteriérových nátěrů na dřevo vůči slabým kyselinám.* Praha, Česká republika : Česká zemědělská univerzita, 2018.

Cogulet, Antoine, Blanchet, Pierre a Landry, Véronic. 2018. The Multifactorial Aspect of Wood Weathering: A Review Based on a Hollistic Approach of Wood Degradation Protected by Clear Coatings. *Bioresources.com*. [Online] 13, 2018. https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2017/12/BioRes_13_1_2116_Review_-Cogulet_BL_Multifactorial_Aspect_Wood-Weathering_Coating_Degradat_12518.pdf.

Dawson, SW Bernhard, a další. 2008. Enhancing exterior performance of clear coatings through photostabilization of wood. Part 2: Coating and weathering performance. *Journal of Coatings Technology and Research*. Červen 2008, 5, stránky 207-219.

Evans, Philip D., a další. 2015. The Search for Durable Exterior Clear Coatings for Wood. [editor] Mojgan Nejad. *Coatings*. 12. Prosinec 2015, stránky 830-846.

Gorg Blanc, SL. 2001. *Dřevo od A do Z.* [překl.] Lumír Mikulka. 3. Barcelona : Rebo productions CZ, 2001. ISBN: 978-80255-0389-8.

Grüll, Gerhard, a další. 2011. Maintenance procedures and definition of limit states for exterior wood coatings. *European Journal of Wood an Wood Products*. 2011, 69, stránky 443-450.

Hýsek Štěpán, a další. 2018. Water permeability of eterior wood coatings: waterborne acrylate dispersions for windows. *Journal of green building*. 2018, 13.

Kropat, Marcel, Laleicke, Paul Frederik a Hubbe, Martin. 2020. Natural, accelerated, and simulated weathering of wood: A review. *Bioresources*. Říjen 2020.

Liptáková, Eva a Sedliačik, Milan. 1989. *Chemia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle.* Bratislava : Alfa, 1989. str. 519. ISBN: 80-05-00116-9.

Mrázková, Dominika. 2020. *Přirozené stárnutí moderních exteriérových nátěrů na třech druzích dřeva.* Praha, Česká republika : autor neznámý, 2020.

Meteostanice agrobiologie, web: <https://meteostanice.agrobiologie.cz>

Nastić, Nataša, a další. 2020. Spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst): Different Approaches for Extraction of Valuable Chemical Componuds. *Researchgate*. [Online] červen 2020. [Citace: 8.

Duben 2020.]

https://www.researchgate.net/publication/345764476_Spruce_Picea_abies_L_H_Karst_Different_Approaches_for_Extraction_of_Valuable_Chemical_Compounds.

Oberhofnerová, Eliška a Pánek, Miloš. 2016. Surface Wetting of Selected Wood Species by Water During Initial Stages of Weathering. *Wood Research*. Duben 2016, stránky 545-552.

Oberhofnerová, Eliška. 2018. *Barevné změny a povrchové degradace vybraných druhů dřeva po expozici v exteriéru*. Praha, Česká republika : Česká zemědělská univerzita, FLD, 2018.

Oberhofnerová, Eliška, a další. 2019. Color Stabilization of Siberian and European Larch Wood Using UVA, HALS, and Nanoparticle Pretreatments. *Forests*. 10, 2019, 23.

Oberhofnerová, Eliška, a další. 2018. Effect of artificial weathering and temperature cycling on the performance of coating systems used for wooden windows. *Journal of Coating Technologies and Resources*. 2018, 15, stránky 851-865.

Oberhofnerová, Eliška, Pánek, Miloš a Böhm, Martin. 2018. Effect of Surface Pretreatment With Natural Essential Oils on the Weathering Performance of Spruce Wood. *BioResources*. [Online] 2018.

Oleson, Karl R. a Schwartz, T. Daniel. 2015. Extractives in Douglas-fir forestry residue and considerations for biofuel productions. *Springer*. Phytochem review, 24. Prosinec 2015, stránky 985-1008.

Opletalová, Mariana. 2014. Na co a jak se používá smrk ztepilý? *Dřevostavitel*. [Online] 25. Srpen 2014. [Citace: 8. Duben 2021.] <https://www.drevostavitel.cz/clanek/na-co-a-jak-se-vyuziva-smrk-ztepily>.

Henriques, Dulce Franco a Azevedo, Ana Christina. 2018. *Outdoor wood weathering and protection*. Cáceres , 2018. REHABEND - Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management.

Pánek, Miloš a Reinprecht, Ladislav. 2014. Colour stability and surface defects of naturally aged wood treated with transparent paints for exterior constructions. *Wood Research*. Duben 2014, stránky 421-430.

Pánek, Miloš a Reinprecht, Ladislav. 2018. Critical view on the possibility of color changes prediction in the surfaces of painted wood exposed outdoors using accelerated weathering in Xenotest. *Journal of Coatings Technology and Research*. 17. Září 2018.

Pánek, Miloš a Reinprecht Ladislav. 2016. Effect of the Number of UV - Protective Coats on Colour Stability and Surface Defects of Painted Black Locust and Norway Spruce Subjected to Natural Weathering. *bioresources.com*. 11, 12. Duben 2016, 2, stránky 4663-4676.

Peng, Yao, a další. 2020. Enhancing weathering resistance of wood by using bark extractives as natural photostabilizers in polyurethane-acrylate coating. *Organic Coatings*. 145, 2020, 105665.

Petrič, Marko, a další. 2007. Wettability of Waterborne coatings on Chemically and Thermally Modified Pine Wood. *Journal of Coatings and Technology Resources*. 2007, 4(2), stránky 203-206.

Podgorski, Laurence. 2011. Maintenance procedures and definition of limit states for exterior wood coatings. *European Journal of Wood and Wood Products*. Srpen 2011.

Požgaj, Alexander, a další. 1993. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava : Príroda a.s., 1993. str. 486. ISBN - 80-07-00600-1.

Reinprecht, Ladislav a Pánek, Miloš. 2014. Colour stability and surface defects of naturally aged wood treated with transparent paints for exterior constructions. *Wood research*. Duben 2014, stránky 421-430.

Reinprecht Ladisla, Pánek Miloš. 2015. Effects of Wood Roughness, Light Pigments, and Water Repellent on the Color Stability of Painted Spruce Subjected to Natural and Accelerated Weathering. *Bioresources.com*. 8. Zář 2015, stránky 7203-7219.

Reinprecht Ladislav, Pánek Miloš. 2016. *Trvanlivost a ochrana dřeva*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2016. str. 132. 978-80-213-2660-6.

Sandberg, Dick. 2016. *Additives in Wood Products-Today and Future Development*. [editor] A. Kutnar a S.S: Muthu. místo neznámé : Springer Science+Business Media Singapore, 2016. Environmental Impacts of Traditional and Innovative Forest-based Bioproducts, Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes.

Sandberg, Dick, Kuzman, Manja Kitek a Gaff, Milan. 2018. *Engineered wood products, Dřevo jako kompozitní a konstrukční materiál*. 1. Praha : Czech university of Life Sciences Prague, Faculty of Forestry and Wood Sciences, 2018. ISBN: 978-80-213-3869-3.

Silikon Ceresit CS 25 transparent 280 ml CS25. SIKO. [Online] [Citace: 9. Duben 2021.] <https://www.siko.cz/silikon-ceresit-cs-25-transparent-280-ml->

cs25/p/CS25?gclid=CjwKCAjw9r-

DBhBxEiwA9qYUpWY9DBV1U_AgFT7pjQe9OD115d1AdOVcLVM1f0SI6s6yaUEeP7Vx
wBoC6QEQAvD_BwE.

Slabejová , Gabriela, Šmidriaková, Mária a Fekiač, Jozef. 2016. Gloss of Transparent Coating on Beech Wood Surface. *ACTA FACULTATIS XYLOLOGIAE ZVOLEN*. 2016, 58(2), stránky 37-44.

Turkay, Turkoglu, a další. 2015. The Effects of Natural Weathering on Hardness and Gloss of Impregnated and Varnished Scots Pine and Oriental Beech Wood. *Wood Research*. 2015, 60(5).

Vavrčík, Hanuš, Gryc, Vladimír a Zeidler, Aleš. 2010. Dřevo douglasky tisolisté. *Lesnická práce*. [Online] Lesnická práce s.r.o., 2010. [Citace: 9. Duben 2021.] <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-89-2010/lesnicka-prace-c-10-10/drevo-douglasky-tisoliste>.

Zeidler, Aleš a Bomba, Jan. 2015. Douglaska, dřevina s budoucností. *Dřevařský magazín*. 2015, 1-2.

Seznam příloh

<u>Příloha 1: Technický list Adler Protector, strana 1/2</u>	83
<u>Příloha 2: Technický list Adler Protector, strana 2/2</u>	84
<u>Příloha 3: Technický list Böhme Aquastop, strana 1/2</u>	85
<u>Příloha 4: Technický list Böhme Aquastop, strana 2/2</u>	86
<u>Příloha 5: Technický list Lignofix SILNOVRSTVÁ LAZURA, strana 1/2</u>	87
<u>Příloha 6: Technický list Lignofix SILNOVRSTVÁ LAZURA, strana 2/2</u>	88
<u>Příloha 7: Technický list Rhenodecor Semi Trans TIX, strana 1/2</u>	89
<u>Příloha 8: Technický list Rhenodecor Semi Trans TIX, strana 2/2</u>	90
<u>Příloha 9: Technický list Osmo UV Ochranný olej EXTRA č. 420, strana 1/3</u>	91
<u>Příloha 10: Technický list Osmo UV Ochranný olej EXTRA č. 420, strana 2/3</u>	92
<u>Příloha 11: Technický list Osmo UV Ochranný olej EXTRA č. 420, strana 3/3</u>	93
<u>Příloha 12: Technický list Ciranova Jachtlak</u>	94
<u>Příloha 13: Grafické znázornění parametru barevné změny L pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „A“</u>	95
<u>Příloha 14: Grafické znázornění parametru barevné změny L pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „B“</u>	96
<u>Příloha 15: Grafické znázornění parametru barevné změny L pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „B“</u>	97
<u>Příloha 16: Grafické znázornění parametru barevné změny a pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „A“</u>	98
<u>Příloha 17: Grafické znázornění barevné změny parametru a pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „B“</u>	99
<u>Příloha 18: Grafické znázornění barevné změny parametru a pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „C“</u>	100
<u>Příloha 19: Grafické znázornění barevné změny parametru b pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „A“</u>	101
<u>Příloha 20: Grafické znázornění barevné změny parametru b pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „B“</u>	102
<u>Příloha 21: Grafické znázornění barevné změny parametru b pro smrk a douglasku, předúprava povrchu „C“</u>	103
<u>Příloha 22: Tabulka statistické významnosti pro smáčivost povrchu</u>	104
<u>Příloha 23: Tabulka statistické významnosti pro celkovou změnu barvy</u>	105

ADLER Protector-Plus

96345



Popis produktu	Bezbarvá impregnační lazura na bázi nanotechnologií pro průmysl a řemeslo na dřevo v exteriéru s velmi dobrou hydrofóbií. S vynikající penetrační schopností a obzvlášť vysoce účinnými UV absorbenty.
Oblasti použití	Účinný proti modráni a napadení plísněmi. Pro rozměrově nestálé dřevěné díly z jehličnatého dřeva v exteriéru. Proces zešednutí bude výrazně zpomalen, ale nebude mu trvale zabráněno.
Způsob nanášení	Máčení, natírání, postřik (postřik zahradní stříkačkou a bezpečnostní výbavou)
Nový nástřik	2 x ADLER Protector Plus 96345 Pokud je požadována dodatečná ochrana proti plísním a škůdcům, natřete surové dřevo nejdříve produktem Pullex Imprägnier-Grund 50208 a násl. (viz. technický list).
Nástřik pro péči	Při slábnoucí hydrofóbií Pro oživení 1x produkt ADLER Protector Plus 96345.
Renovační nástřik	Zvětralé plochy obrousit na syrové dřevo a 2x natřít produktem ADLER Protector Plus 96345.
Ředidlo	Produkt je připraven ke zpracování.
Doba schnutí (při pokojové teplotě 20 °C)	Cca. 12 hodin. Nízké teploty a/nebo vysoká vlhkost vzduchu mohou dobu schnutí výrazně prodloužit.
Pracovní nástroje	Ihned po použití vyčistěte prostředkem ADLER Adlerol 80301.
Vydatnost (na nátěr)	8 – 10 m ² /l
Trvanlivost	Minimálně 3 roky v originálně uzavřeném obalu.
Velikosti balení	5 l, 25 l
Barevný tón	bezbarvý

01-10 (nahrazuje 08-06)

Prosím otočte

Adler Česko s.r.o., Zaoralova 2058/5, CZ-628 00 Brno
Tel: 00420/731 725 957, Fax: 00420/549 213 229, E-mail: info@adlercesko.cz, www.adlercesko.cz

Naše návody se zakládají na současných poznatcích a podle nejlepšího vědomí mají být radou pro kupujícího/uživatele, je nutné je ale individuálně upravit podle oblastí použití a podmínek zpracování. O vhodnosti a použití dodaného výrobku rozhoduje na vlastní zodpovědnost kupujícího/uživatele, proto se doporučuje vyrobil vzorek pro ověření vhodnosti použití výrobku. V ostatním platí naše Všeobecné obchodní podmínky. Veškeré dřívější technické listy pozbyvají vydáním této verze platnosti. Změny velikostí obalů, barevných odstínů a stupňů lesků jsou vyhrazeny.

Aquawood TIG Color

Bezpečnostní a technické údaje

Dbejte prosím pokynů v bezpečnostním listě!

Hadry, které jsou nasáté oxidačně schnoucím produktem mohou způsobit nebezpečí samovznícení! Mokrý hadry nasáknuté produktem ADLER Protector Plus 96345 nechejte rozprostřené vysušit. Nutně je jejich uskladnění v kovových nádobách, příp. ve vodě.



AquaStop® POVETERNOSTNE STÁLA BEZFAREBNÁ OCHRANNÁ LAZÚRA, tzv. TEKUTÝ DÁŽDNIK

 <p>AquaStop®</p>	<p>Poveternostne stála , bezfarebná povrchová ochrana pre nové a staré nátery dreva v exteriéri</p> <p>AquaStop®</p> <p>Používa sa ako bezfarebná, vodu odpudzujúca. Následná úprava farebných krycích a lazúrovacích náterov, ktoré sú vystavené priamemu pôsobeniu poveternosti. Kvapky dažďa sa na takto ošetrovanom povrchu chovajú ako perly, ľahko odtečú, povrch zostáva tak suchý. Tento tzv ASS – ochranný systém zaručuje trvalú ochranu po dobu až 10 rokov a je všestranne použiteľný a obľúbený.</p>
 <p>Bez AquaStop® s</p>	<p>AquaStop®</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ochranný náter pre farebné a lazúrovacie nátery výrobkov z dreva v exteriéri ✓ priedušný s otvorenými pormi, (nevytvára nepriedušný film) ✓ vodu odpudzujúci ✓ vynikajúca príľnavosť k podkladu vďaka chemickému zakotveniu (tzv ASS – komplex) ✓ chráni a ošetruje farebné nátery ✓ vodou riediteľný, bez chem. rozpušťačiel ✓ jednoduchá aplikácia ✓ vysoká vydatnosť
 <p>Ochranný náter s AquaStop®</p>	<p>AquaStop®-satin</p> <p>Hodvabne matný ochranný náter PerlColor a SatinColor</p> <p>AquaStop®-matt</p> <p>Matný ochranný náter</p> <p>AquaStop® SB-12</p> <p>Bezfarebný ochranný náter so UV ochranou (tzv.SUNBLOCKER) pre zvýšenie svetlostalosti</p>



Výhradný dovozca a distribútor pre SR a ČR:
RENOJAVA s.r.o. Prešov, Ul. Bulharská 26, 080 01 PREŠOV
 www.renojva.sk, renojva@renojva.sk
 Tel. a fax: 00421-51-7721789, 7722509 Mobil: 00421-905651297

TECHNICKÝ LIST

Výrobok: č. 20.648
 č. 20.649
 č. 20.650

AquaStop®-SB-12
AquaStop®-satin
AquaStop®-mat

Chemické zloženie	Fixačný vodu odpudzujúci prostriedok s polymernou živicoú
Farebné odtiene	Po zaschnutí bezfarebný
Stupeň lesku	Hodvabný mat/ mat
Schnutie	Čas potrebný na hydrophobizáciu 4h až 6h pri +20°C
Zápalný bod	Nepoužíva sa
Viskozita	12 Sek. / DIN 4mm
Špecifická hmotnosť	1.03 kg / l
Trieda škodlivosti	Neškodlivý
ADR–prepravné podmienky	Žiadne nebezpečie!
Likvidácia	Pri likvidácii nakladať ako s nebezpečným odpadom
Životnosť	V neotvorených obaloch min. 12 mesiacov pri teplote +22°C
Balenie	¾ alebo 1 kg / 2,5 kg / 5 kg / 25 kg / 1000 kg
Spracovanie	<u>neriediť</u> natierať, valčekovať, alebo striekať
Spotreba	80 – 130 g/m ² pri novom dreve
Čistenie použitého náradia	Voda, CLEAN-UP čistič, alebo univerzálny čistič SE
BAG T Nr. / BUWAL Nr.	Nevylievať do pôdy ani do povrchových vôd
Bezpečnostné predpisy	Pozri výstražné označenie na etikete obalu s týmto produktom. Chrániť pred deňmi.
SUVA	Dodržiavať bezpečnostno technické predpisy platné pre chemické látky a prípravky (SUVA).

Spracovanie	Podklad musí byť zbavený prachu, živice a iných nečistôt
Skladba náterov	Prirodzene zaťažené drevo na fasádach a iných výrobkoch: 1 x PerlColor® 1 x AquaStop® ako tekutý dáždnik

Technický list

Lignofix SILNOVRSTVÁ LAZURA

Silnovrstvá vodou ředitelná lazura



Použití

Silnovrstvá vodou ředitelná lazura Lignofix je určena pro všechny dřevěné povrchy v exteriérech a interiérech - obložení balkonů a fasád, pergoly, zahradní nábytek, okna, dveře apod. Lazura Lignofix je určena i pro průmyslové aplikace na všechny dřevěné povrchy. Není samostatně vhodná k nátěrům pochozích ploch. Lazura Lignofix chrání dřevo před povětrnostními vlivy a stárnutím. Je také určena pro interiéry s vysokými nároky na hygienu - jídelny, školy, nemocnice apod. Nátěr může přijít do náhodného styku s potravinami, není však pro tento účel určen. **Dřevo napadené biotickými škůdci nebo dřevo určené do exteriéru je nutno nejprve ošetřit vhodným biocidním přípravkem řady Lignofix.**

Schválení

Výrobek splňuje požadavky zákona č. 22/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Na výrobek bylo vydáno prohlášení o shodě. **Výrobek je schválen pro použití na dětské hračky.** Výrobek není hořlavá kapalina ve smyslu ČSN 65 0201.

Ochranné účinky

Lazura je odolná, lehce přetíratelná, s dobrou přilnavostí k podkladu, pružná a bez zápachu. Chrání před povětrnostními vlivy, stříkající vodou a zašpiněním.

Složení

Směs vody a akrylátové disperze s přísadami aditiv, v odstínech směs transparentních pigmentů. Bezbarvá varianta má navíc UV filtr.

Odstíny

Pinie, dub, třešeň, mahagon, meranti, zlatý dub, ořech, wenge, bílý, bílošedý, hnědošedý, šedý antik a bezbarvý s UV filtrem. Výsledný odstín závisí na druhu a řezu natíraného dřeva a počtu aplikovaných vrstev! Všechny odstíny jsou vzájemně mísitelné, k zesvětlení barevných odstínů lze použít bezbarvý odstín v přidavku max. 10 %.

Vzhled nátěru

Sametový lesk.

Parametry

hustota	1040 kg/m ³
obsah netěkavých složek	cca 30 %
pH	8,5

Příprava podkladu

Podklad musí být po letech zbrúšený, suchý, čistý, bez zbytků prachu např. po broušení. Nesmí být znečištěn olejem, silikonovými tmely a jinými vodu odpuzujícími látkami. Eventuální výrony pryskyřic musí být odstraněny vymytím vhodnými rozpouštědly (např. nitroředidlem). Nesoudržné staré nátěry je nutné odstranit, soudržné zbrúsit do matova. Dřevo obsahující větší množství pryskyřic se nehodí pro použití v exteriéru.

Technický list

Lignofix SILNOVRSTVÁ LAZURA

Silnovrstvá vodou ředitelná lazura



Aplikace

Lazuru před použitím důkladně promíchejte. Vlhkost natíraného dřeva by měla být v rozmezí 10-12 %. Po proschnutí prvního nátěru (cca 12 hodin) se povrch přebrousí jemným smirkovým plátnem. Tím se odstraní drobná vlákna dřeva a získá se dokonalejší povrch. Poté se aplikuje druhý nátěr. V případě aplikace v exteriéru se nanese stejným způsobem nátěr třetí. Je nutno dbát na rovnoměrnost aplikace, zejména na případné kapky (cca 2-5 minut po provedení nátěru se doporučuje stáhnout případné kapky polosuchým štětcem).

Nátěr je přetíratelný po 2-4 hodinách při teplotě 20 °C, plně zatížitelný je po 48 hodinách při teplotě +20 °C. Aplikací rozmezí teplot pro nanášení je +5 až +25 °C. Nejlepších výsledků se však dosáhne při teplotě +18 až +22 °C a relativní vlhkosti vzduchu 65 %.

Při aplikaci je nutné chránit natírané plochy před slunečním svitem a do úplného proschnutí před deštěm!

Ředění

Dodává se v aplikační konzistenci, pro první vrstvu ředit 10-15 % vody.

Způsob nanášení

Válečkem, štětcem, stříkáním, máčením.

Vydatnost

10-15 m²/l v jedné vrstvě.

Údržba

Pomůcky po skončení práce omýt vodou.

Skladování a přeprava

Skladovat lze v originálních dokonale uzavřených obalech, odděleně od potravin, nápojů a krmiv, při teplotě od +5 °C do +25 °C. Přepravovat pouze při teplotách od +5 °C do +35 °C. VÝROBEK NESMÍ ZMRZNOUIT.

Záruční doba

36 měsíců od data výroby při dodržení podmínek skladování.

Upozornění

Výrobce neručí za škody způsobené výrobkem při jeho nevhodném použití a aplikaci. **Používejte tento přípravek bezpečně. Před použitím si vždy pozorně přečtěte údaje na obalu a připojené informace o přípravku. Pokyny pro bezpečné zacházení, první pomoc a nakládání s odpadem: viz etiketa a bezpečnostní list (ke stažení na www.stachema.cz).**

Balení

0,75 a 2,5 litru.

Datum revize: 18. 10. 2019

Vydáním tohoto technického listu pozbývají předchozí své platnosti.

Stránka 2 z 2

chemie pro život

STACHEMA CZ s.r.o.
Divize Chemické přípravy
Sokolská 1041, 276 01 Mělník
tel.: +420 315 630 241
melnik@stachema.cz
www.stachema.cz

Technický list Rhenodecor Semi Trans TIX

Rozpouštědlová lazura pro průmyslové zpracování



Verze: 02/2019, Strana 1 z 2

- rozpouštědlová lazura
- v odstínech přírodních dřevin

Oblasti použití:

Rhenodecor Semi Trans TIX je lazura na rozpouštědlové bázi k širokému použití. Používá se pro lazurovací a krycí barevnou povrchovou úpravu dřeva pro vnější prostředí. Je zejména vhodná pro dřevěné obklady, střešní podhledy, balkony, trámy, ploty, okna a dveře. Pro vnější i vnitřní prostředí na dřevěné dílce bez kontaktu se zemí. Chrání dřevo před vlhkostí a slunečním zářením. Je určen pro vysoce kvalitní povrchovou úpravu s dlouhou životností. Je elastický, pracuje se dřevem, nepraská.

Vlastnosti:

Rhenodecor Semi Trans TIX je vysoce kvalitní lazura na čisté alkydo-pryskyřičné bázi. Zvýrazňuje strukturu dřeva. Obsahuje speciální semitransparentní přísady, které zlepšují její odolnost vůči působení povětrnosti. Má vysoký obsah sušiny a na povětrnosti je stálý i po osmi letech. Neobsahuje žádné biocidní látky. Díky delšímu času schnutí má velmi dobré penetrační vlastnosti. Je-li nezbytný ochranný biocidní účinek, je nutno použít impregnační základ. Atestován dle DIN 53160.

Postup zpracování:

Nanášení:	vysokotlaké stříkací zařízení, natírání štětcem – výborně se roztírá, vhodný i pro práce nad hlavou - nestéká
Konzistence pro zpracování:	neředěný
Ředění:	ředidlem Rhenodecor nebo univerzálním ředidlem
Čistění nástrojů:	univerzálním ředidlem
Teplota při zpracování:	doporučena teplota okolo 20°C, nízké teploty prodlužují dobu schnutí
Schnutí při běžných podmínkách:	podle tloušťky nánosu cca 6 hodin
Spotřeba:	80 - 120 ml/m ² na jeden nános - podmíněno savostí dřeva
Skladování:	v originálním balení možno skladovat 1 rok, skladovat při teplotách v rozmezí 0 - 25 °C, na suchém a dobře větratelném místě. Chránit před horkem, sálavým teplem a slunečními paprsky. Dodržovat bezpečnou vzdálenost od zápalných zdrojů. Zabránit styku s kovovými předměty bez nerezové úpravy
Doporučená vlhkost dřeva:	měkká dřeva max. 25 %, tvrdá dřeva max. 20 %
Další podmínky:	před upotřebením a po delším stání dobře promíchat. Nemíchat s vodou ředitelnými produkty

Další podmínky zpracování:

Povrch dřeva musí být čistý, suchý, bez tuků a vosků – na toto dbejte zejména při používání Rhenodecoru Semi Trans TIX jako první vrstvy. Dřeva s rozdílnou savostí možno nejprve povrchově upravit bezbarvým Rhenodecorem Semi Trans TIX nebo Rhenodecorem Nova. Rhenodecor Semi Trans TIX zpracovávejte neředěný. Po úplném vyschnutí je bez zápachu. V průběhu zasychání zabezpečte dostatečné větrání. Doporučujeme provést zkoušku barevného odstínu na konkrétní druh dřeva.

Bod vzplanutí a třída nebezpečnosti:

46 °C, přípravek je podle ČSN 65 0201 hořlavý: Hořlavina II. třídy.

Klasifikace podle nařízení (ES) č. 1272/2008

Směs je klasifikována jako nebezpečná podle nařízení (ES) č. 1272/2008

Flam. Liq. 3	H226
Asp. Tox. 1	H304
Skin Irrit. 2	H315
Eye Dam. 1	H318
Skin Sens. 1	H317
STOT SE 3	H336
Aquatic Chronic 2	H411
Carc. 2	H351

Výrobce:

Rhenocoll-Werk e. K., Erlenhöhe 20, D-66871 Konken bei Kusel

Výhradní distributor pro ČR:

Anna Bendová - RHENOCOLL, Havlovce 29, 34401 Domažlice

ISO 9001

tel.: 379 724 676 · fax: 379 724 676 · e-mail: rhenocoll@rhenocoll.cz · www.rhenocoll.cz

Technický list Rhenodecor Semi Trans TIX

Rozpouštědlová lazura pro průmyslové zpracování



Nebezpečné látky:

benzinová frakce (ropná, hydrogennačně odsířená, nízkovroucí hydrogenovaný benzin) (ES 265-185-4), butanon oxim

Standardní věty o nebezpečnosti

H226	Hořlavá kapalina a páry.
H304	Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt.
H315	Dráždí kůži
H318	Způsobuje vážné poškození očí.
H317	Může vyvolat alergickou kožní reakci.
H336	Může způsobit ospalost nebo závratě.
H411	Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
H351	Podezření na vyvolání rakoviny

Pokyny pro bezpečné zacházení

P210	Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.
P261	Zamezte vdechování mlhy/aerosolů.
P280	Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.
P301+330+P331	PŘI POŽITÍ: Vypláchněte ústa. NEVYVOLÁVEJTE zvracení.
P312	Necítíte-li se dobře, volejte lékaře poskytujícího první pomoc.
P302+P352	PŘI STYKU S KŮŽÍ: Omyjte velkým množstvím vody a mýdla.
P501	Odstraňte obsah/obal na místě určeném obcí k odstraňování nebezpečných odpadů.

První pomoc:

Zamezit přístupu dětí. Chránit se před vniknutím do očí. Při projevu symptomů nebo při neurčitých potížích se poradit s lékařem. Při bezvědomí neprovádět dýchání z úst do úst.

Při nadýchání – zajistit přívod čistého vzduchu. Při nepravdělném dýchání nebo zástavě zavést umělé dýchání. Při bezvědomí aplikovat stabilizovanou polohu na boku a přivolat lékaře.

Při potřísnění kůže – znečistěný a přípravkem promočený oděv ihned svléknout. Znečistěnou kůži důkladně omýt vodou a mýdlem nebo použít vhodný čistící prostředek. Nepoužívat žádná rozpouštědla ani ředidla.

Při zasažení očí – roztáhnout víčka a minimálně 10 minut důkladně vymývat proudem čisté vody, poradit se s lékařem.

Při požití – vypláchnout ústa vodou a ihned konzultovat s lékařem. Nevyměňovat zvracení.

Ekologie:

Nevylévat do vodstva a odpadních vod, nekontaminovat zeminu.

Informace o odpadech:

Nevylévat do kanalizace. Zneškodnit ve spalovně v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. Kontaminovaný obal odevzdejte ve sběrných místech nebezpečného odpadu. Podle zákona č. 185/2001 Sb., v platném znění, je odpad možno přiřadit k druhu odpadu 08 01 11, kategorie N. Obal zbavený zbytků přípravku je zařazen podle druhu materiálu: 15 01 04, kategorie O kovové obaly.

Dodávaná balení:

750 ml dóza
2,5 l kbelík
30 l soudek

Upozornění:

Tyto údaje jsou údaji orientačními, jejich přesnost je ovlivněna teplotou místnosti, teplotou dřeva, relativní vlhkostí vzduchu, kvalitou materiálu, způsobem nanášení a dodržováním doporučených pracovních postupů. Doporučujeme provést vždy zkoušku na konkrétní pracovní podmínky a druh výrobku. Výše uvedené údaje jsou údaji, jež ovlivňují konkrétní podmínky, proto nezakládají právní nárok.

S uveřejněním tohoto technického listu pozbývají veškeré dříve vydané technické listy platnosti.

Výrobce:

Rhenocoll-Werk e. K., Erlenhöhe 20, D-66871 Konken bei Kusel

Výhradní distributor pro ČR:

Anna Bendová - RHENOCOLL, Havlovice 29, 34401 Domažlice

ISO 9001

tel.: 379 724 676 · fax: 379 724 676 · e-mail: rhenocoll@rhenocoll.cz · www.rhenocoll.cz



UV Ochranný olej EXTRA č. 420



Zušlechtění dřeva do vnějších prostor - polomatný - bezbarvý

Popis výrobku

Osmo UV ochranný olej bezbarvý *Extra* je polomatný bezbarvý nátěr na dřevo na bázi přírodních olejů k použití do vnějších prostor. Tím že má otevřené póry, může dřevo dýchat a snižuje bobtnání a smršťování. Odpuzuje vodu. Neodprýskává, nepraská a neodlupuje se. Jako konečný nátěr na již barevně upravené

dřevo Osmo UV ochranný olej bezbarvý *Extra* výrazně prodlužuje interval renovace. Jako samostatný nátěr po 2 nánosech zamezuje procesu šednutí na svislém povrchu s ochranným UV faktorem 12 v porovnání se dřevem bez úpravy. Nátěr obsahuje biocidní účinné látky na ochranu proti napadení plísní, řasou a houbou. Bez obrušování jednoduše přetřít. Snadno se roztírá bez znatelných okrajů u nánosu. Během natírání nezasychá.

Oblasti použití

Na všechny svislé dřevěné plochy ve vnějších prostorách: dveře, okna a okenice (rozměrově přesné stavební díly); přístřešky pro auta, dřevěné fasády, balkóny, ploty, pergoly, zahradní nábytek a zahradní domky (rozměrově nepřesné stavební díly). Také vhodné pro bambusové tyče (např. u pohledových zábran a zahradního nábytku).

Barevné odstíny:

č. 420, bezbarvý

Velikosti balení: 0,75 l; 2,5 l; 10 l; 25 l

Vydatnost:

1 litr stačí při jednom nátěru na cca 26 m².

Pokud máte zešedlé, popraskané dřevo, neznámý nátěr, starý Osmo nátěr, broušené/hoblované dřevo, drážkované/hoblované dřevo nebo dřevo drsné po řezu a chcete vědět kolik barvy potřebujete? Informace k individuálnímu výpočtu Vaší spotřeby naleznete na naší webové stránce na www.osmocolor.eu

Obsažené látky:

Na bázi přírodních rostlinných olejů (slunečnicový olej, sójový olej, olej z bodláku a lněný olej), sikativa (sušidla) a aditiva. Těkavé složky: benzínová frakce (ropná), hydrogenovaná těžká; nízkovroucí hydrogenovaný benzín dearomatizovaný - (neobsahuje benzen). Tento výrobek splňuje dle směrnice EU (2004/42/EC) přípustný obsah VOC max. 400 g/l (kat. A/e (2010)). Detailní kompletní deklarace na vyžádání.

Fyzikální vlastnosti

Specifická hmotnost (hustota): 0,9 - 1,0 g/cm³

Viskozita: 70-100 s, 4 mm dle DIN 53211

Zápach: slabý/mírný, po uschnutí bez zápachu

Bod vzplanutí: nad 55°C (VbF AIII) dle DIN 53213



UV Ochranný olej EXTRA č. 420

Skladovatelnost

Výrobek je trvanlivý 5 let a déle, je-li skladován v suchu a dobře uzavřený. Pokud zhoustne mrazem, skladujte před aplikací 24 - 36 hodin při pokojové teplotě.

Příprava

Povrch dřeva musí být suchý, čistý a nesmí být vystaven mrazu (max. 20% vlhkost dřeva). Osmo UV ochranný olej bezbarvý *Extra* je hotový přímo k natírání, neředít. Důkladně promíchat. Staré nátěry s otevřenými póry důkladně očistěte. Staré lakové nátěry a barvy odstraňte. Hladké povrchy neobrušujte jemnějším brusným papírem než P 120. Doporučujeme první nátěr zabarveným olejem jako např. Jednorázová lazura, Ochranná olejová lazura nebo Selská barva. Pokud bude požadována dodatečná preventivní ochrana proti plísní, modřání a napadení hmyzem, dřevo předem natřete Osmo Impregnační dřeva WR* – pokud možno ze všech stran.

* Obsahuje biocidy - používejte bezpečně. Před použitím si vždy přečtěte informace o výrobku uvedené na obalu.

Zpracování

Naneste pevným štětcem (Osmo Plochý štětec) nebo Osmo Válečkem z mikrovláken tence na čistou a suchou plochu ve směru vláken dřeva a rovnoměrně rozetřete. Potom proveďte druhý nátěr. K přetření již barevně upraveného povrchu nebo při renovaci stačí zpravidla 1 nátěr na plochu očištěnou od nečistot. Výsledný nátěr závisí na stavu podkladu, proto je zásadně třeba provést zkušební nátěr.

Čištění pracovního nářadí

Osmo Čističem štětců (neobsahuje benzen).

Doba schnutí:

Cca 12 hodin (při normálním klimatu, 23°C/50% rel.vlhkost vzduchu). Při nízkých teplotách a/nebo vysoké vlhkosti vzduchu se prodlužuje doba schnutí.

Pokyny:

K renovaci intaktní nátěry v závislosti na návětrné straně po cca 3-4 letech očistěte a 1x znovu natřete Osmo UV ochranným olejem bezbarvým *Extra*.

U ploch vystavených silnému působení povětrnostních vlivů a také u vodorovných ploch, ze kterých nemůže stékat voda, jako např. terasy, hlavy sloupů, okenní parapety, sedací plochy nábytku, se musí zásadně počítat s kratšími intervaly renovace. UV ochranný olej bezbarvý *Extra* je nevhodný jako samostatný nátěr na terasy. Pokud již došlo k zešednutí, je třeba plochu odšedít Osmo Odšed'ovačem dřeva a znovu 2x natřít Osmo UV ochranným olejem bezbarvým *Extra*. Aby se dosáhlo UV ochranného faktoru 12, je třeba nanést 2 nátěry UV ochranného oleje.

Při pouze 1 nátěru na dřevo bez předchozí povrchové úpravy se výrazně zkracuje trvanlivost. Bezbarvý UV ochranný olej vykazuje na základě vysokého obsahu oleje jako konečný nátěr na bílých podkladech mírné zežloutnutí. Proto doporučujeme jako konečný nátěr na již bíle upravené plochy Osmo Ochrannou lazuru 900 bílou. Oleje zesilují přírodní barevný odstín dřeva (trvale mokrá efekt).



UV Ochranný olej EXTRA č. 420

Bezpečnostní pokyny:

S 2 Uchovávejte mimo dosah dětí. S 24/25 Zamezte styku s kůží a očima. S 26 Při zasažení oči okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. Obsahuje 2-butanonoxim, kobaltkarboxylát a dichlofluaniid (ISO). Může vyvolat alergické reakce. Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a přeložte obal nebo etiketu výrobku. S 51 Používejte pouze v dobře větraných prostorách. Škodlivý pro vodní organismy, může mít ve vodstvu dlouhodoběji škodlivé účinky. Nenechat proniknout do kanalizace, tento výrobek a jeho nádoby dejte k likvidaci problematického odpadu. **Pozor:** Tekutým výrobkem napuštěný textil po použití okamžitě vyperte nebo uchovávejte ve vzduchotěsně uzavřené kovové nádobě (nebezpečí samovznícení). Suchý nátěr splňuje podle DIN 4102 třídu B2 (normálně hořlavý). Bezpečnostní list na vyžádání pro profesní uživatele.

Výše uvedené informace byly poskytnuty dle nejlepšího vědomí a svědomí, avšak bez záruky (sta07/2010).

Technický list sestavil na základě podkladů od výrobce OSMO HOLZ und COLOR GmbH importér pro ČR a SR :
Fa. AU-MEX spol. s.r.o. Poděbradská 574/40, Praha 9 – Vysočany, 190 00



Testy byly provedeny na pevné dubové parketě o tloušťce 22mm. Lak nanesen ve třech vrstvách. Spotřeba byla 100 g / m² na vrstvu.

Výrobky CIRANOVA jsou vyrobeny pro odborné zpracovatele. Zpracovatelské pokyny uvedené v technických listech jsou sestaveny po odpovídajících testech a dlouholetých zkušenostech. Jsou sepsány podle našeho nejlepšího vědomí. Přesto doporučujeme před použitím tohoto výrobku, jej dle možností okolností vyzkoušet.

Produced by Debal Coatings nv
Industrieweg 29 – 8800 Beveren – Roeselare
Belgium
tel. + 32 (0) 51 30 11 40
fax + 32 (0) 51 31 26 48

Acolor s.r.o
Semovická 498, Bystřice 257 51
+420 317 793 437
www.acolor.cz

Technický list YACHT VARNISH

Popis výrobku

Ciranova Yacht Varnish byl vyroben pro ochranu dřeva, které je vystaveno extrémním klimatickým podmínkám jako jsou paluby lodí nebo obklady. Yacht varnish je vysoce lesklý a je možné ho aplikovat i do interiéru.

Technická data	
VIZKOZITA	± 100 sek. (DINN 4mm/20°C)
HUSTOTA	± 0,93 kg/l
SUŠINA	± 65% podle hmotnosti
STUPEŇ LESKU	lesklý

Použití

Pro venkovní použití aplikujte Yacht varnish válečkem nebo štětkem. Aplikujte 3 až 4 tenké vrstvy (záleží na typu dřeva a klimatických podmínkách). Pokud chcete Yacht varnish aplikovat stříkácí pistolí, poraďte se s technickým konzultantem. Pro vnitřní využití aplikujte 2 tenké vrstvy štětkem nebo válečkem.

Příprava materiálu

Dřevo je potřeba dobře rovnoměrně obrousit, postupně vystřídejte zrnitosti až do konečného zrna 180-220, brusný prach důkladně odstraňte. Snažte se vyhnout ostrým rohům.

Doba schnutí

První nános: aplikace 100g/ m² a nechte 2-3 hodiny schnout, aplikujte druhou vrstvu 100-130g/m² a nechte schnout 5-6 hodin. Dobře obruste brusným papírem se zrnem 180 a aplikujte třetí vrstvu 100-130g/m². Vytvrzování probíhá 8-10 dní. Schnutí je silně závislé na množství naneseného laku, na teplotě, relativní vzdušné vlhkosti a větrání. Vyšší teplota a dobré větrání urychluje schnutí.

Vydatnost

10 - 12 m²/lt na nános, záleží na typu dřeva

Následná péče

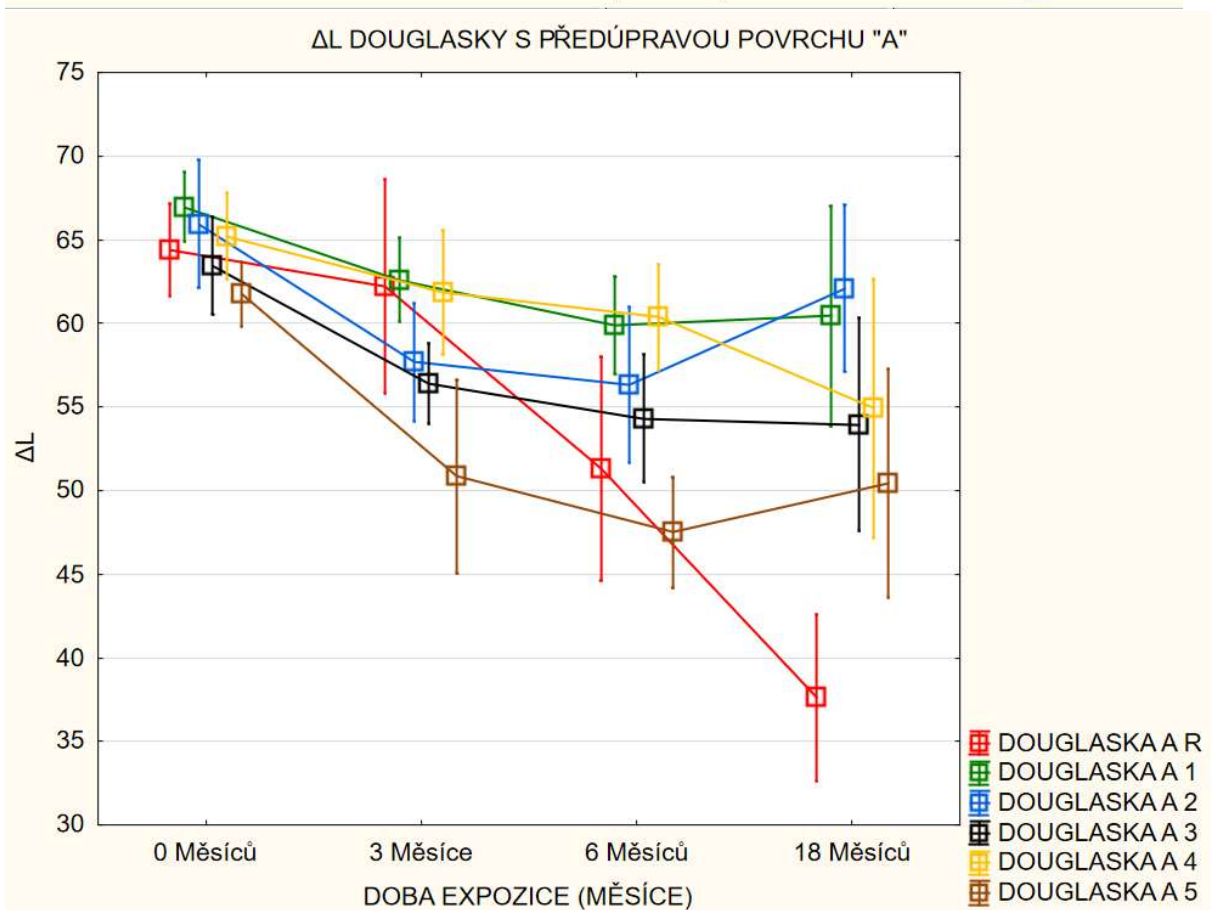
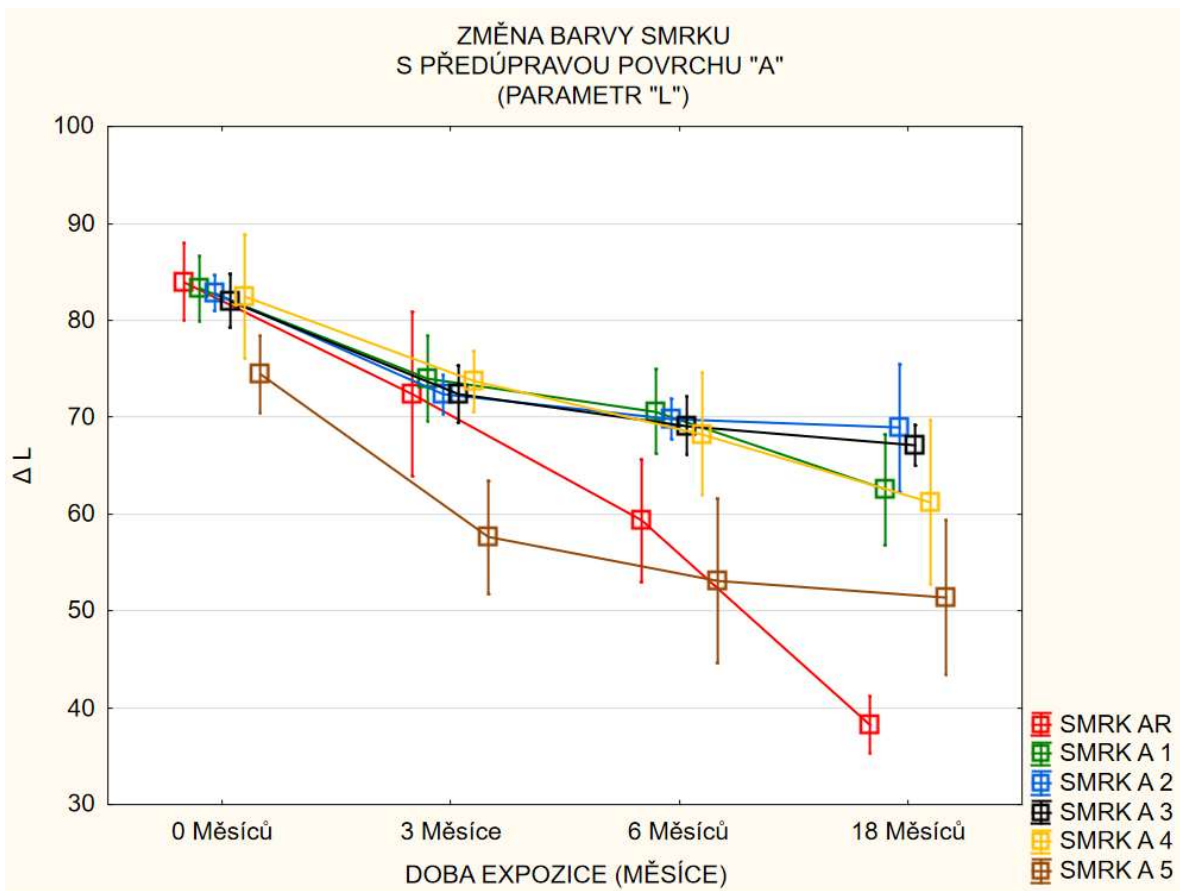
Lehce přebruste plochu, kterou je potřeba opravit a odstraňte brusný prach. Naneste 1 až 2 vrstvy Yacht varnish.

Informace o produktu

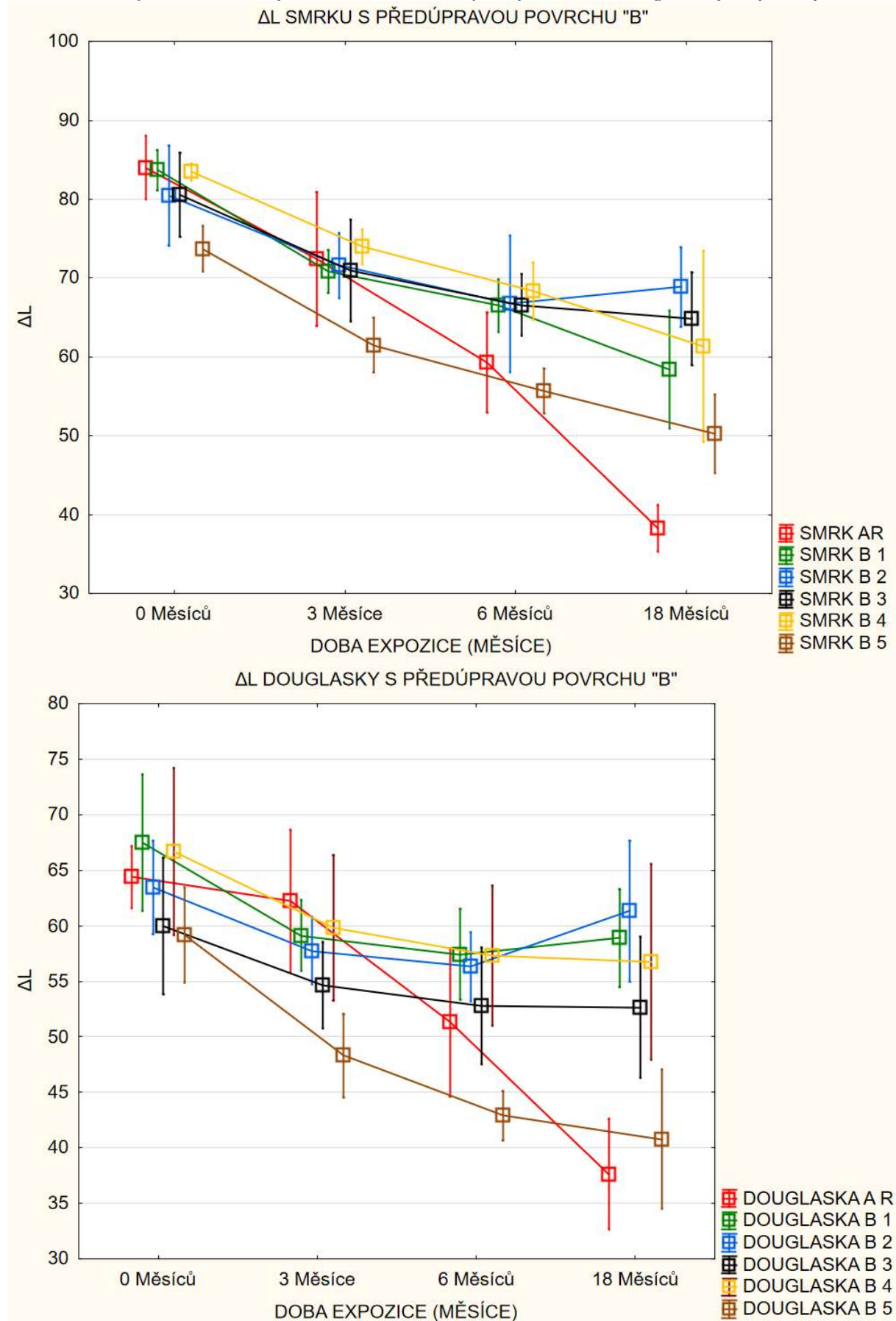
Skladování od +5°C do 40°C, Chránit před mrazem!!
Minimální trvanlivost v originálním a uzavřeném obalu je jeden rok od data výroby.

Zvláštní informace

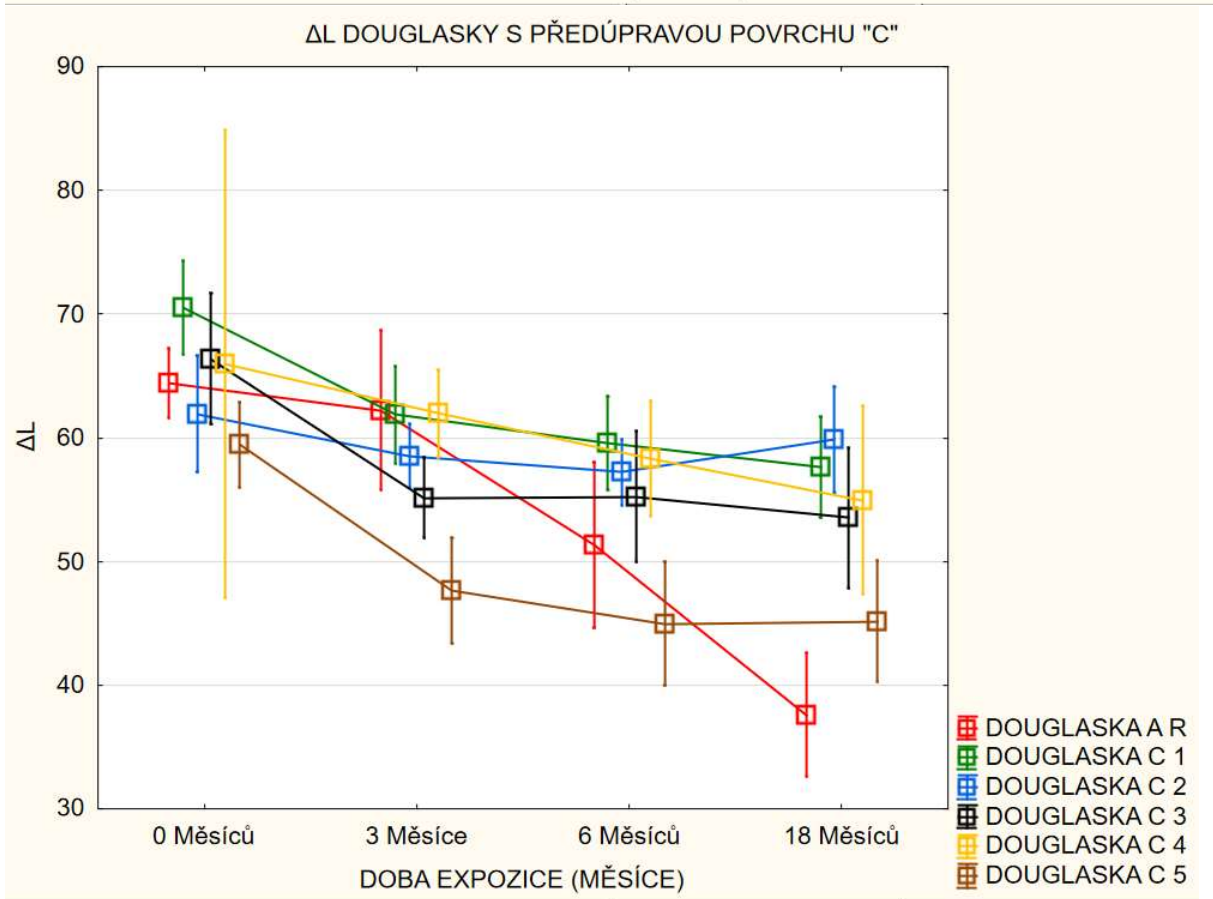
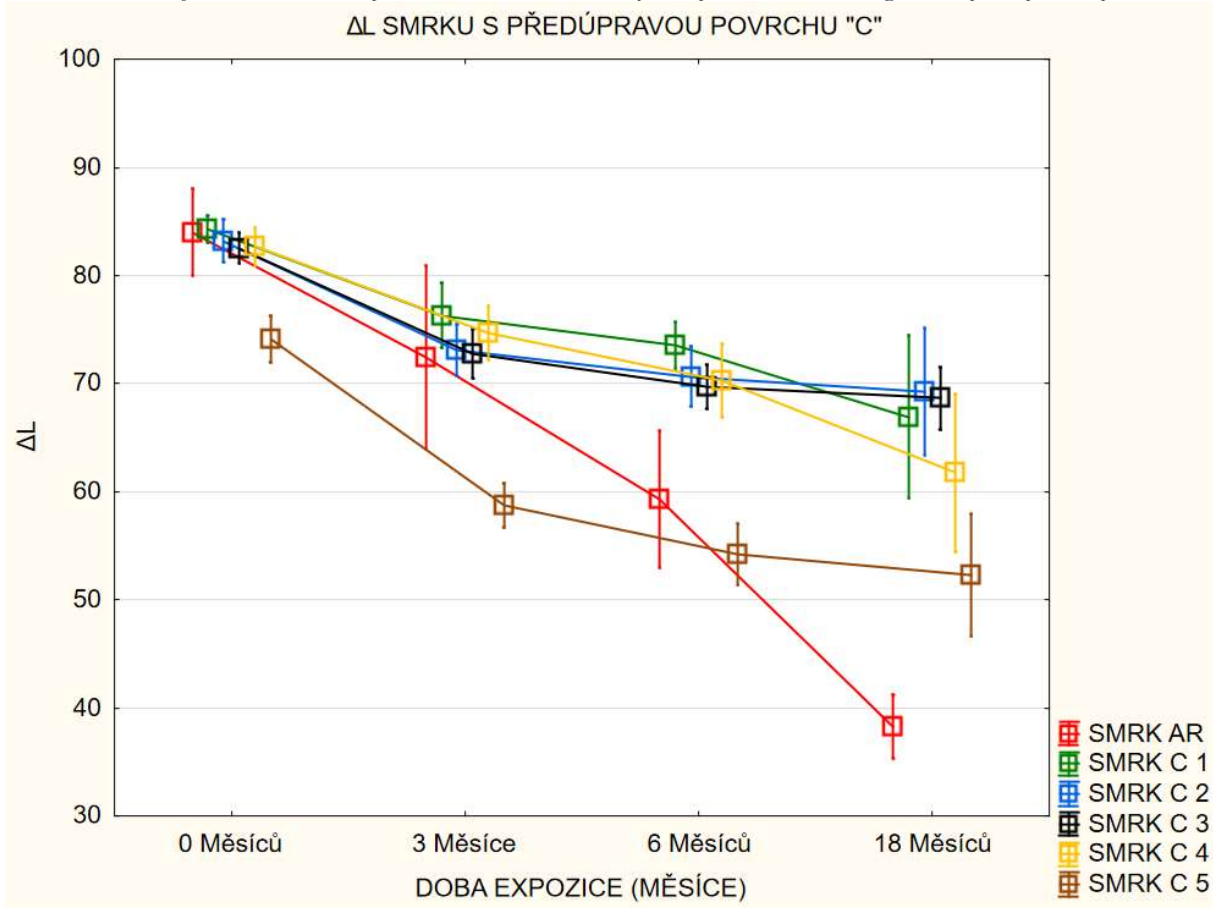
Po dokončení práce očistěte nástroje čirým alkoholem.
!DOPORUČUJE SE PRODUKT NEJPRVE VYZKOUŠET NA MALÉ PLOŠE, VZHLEDEM K ROZDÍLNÉ REAKCI DŘEVA!



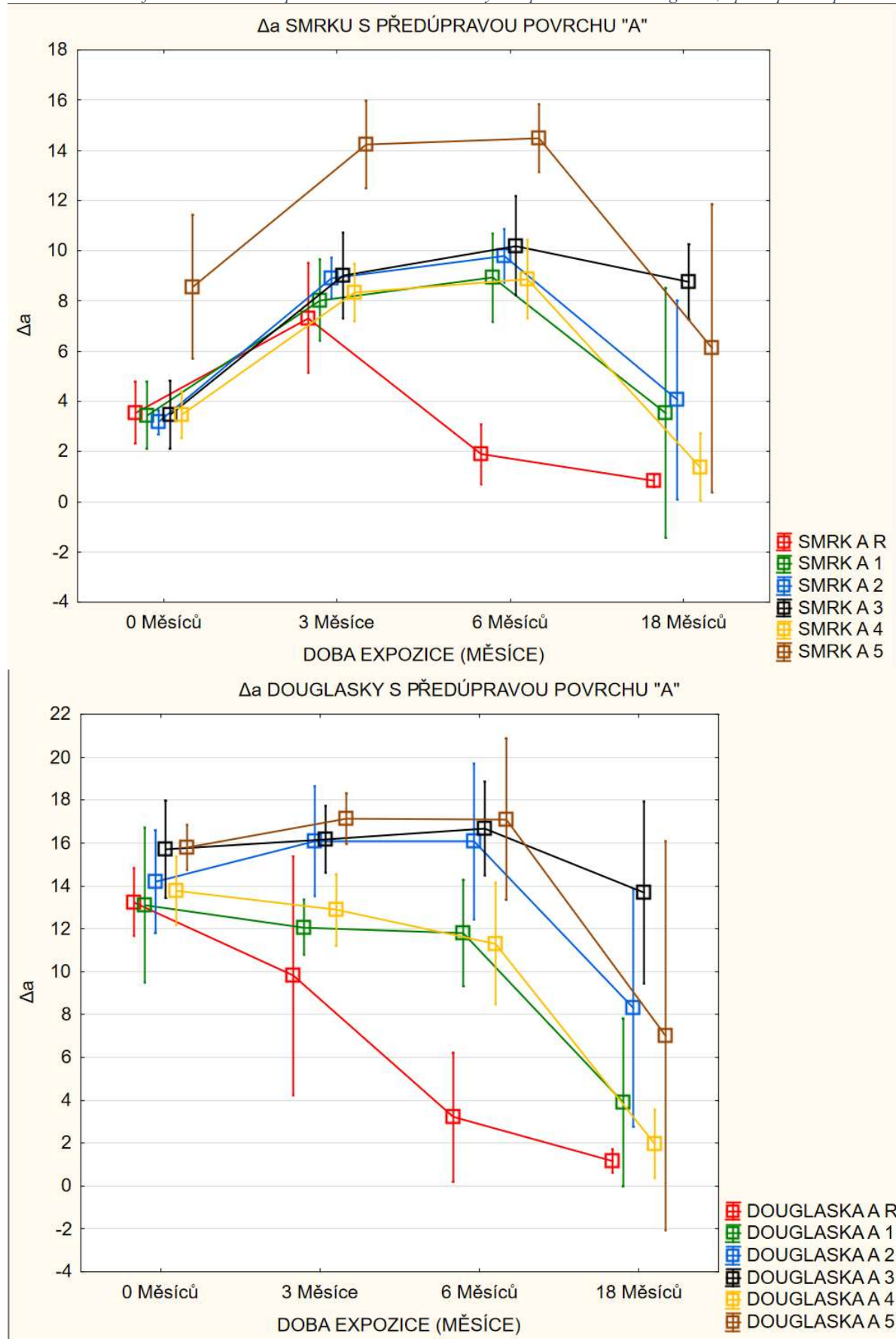
Příloha 14: Grafické znázornění parametru barevné změny L pro smrk a douglasku, předúprava povrchu B

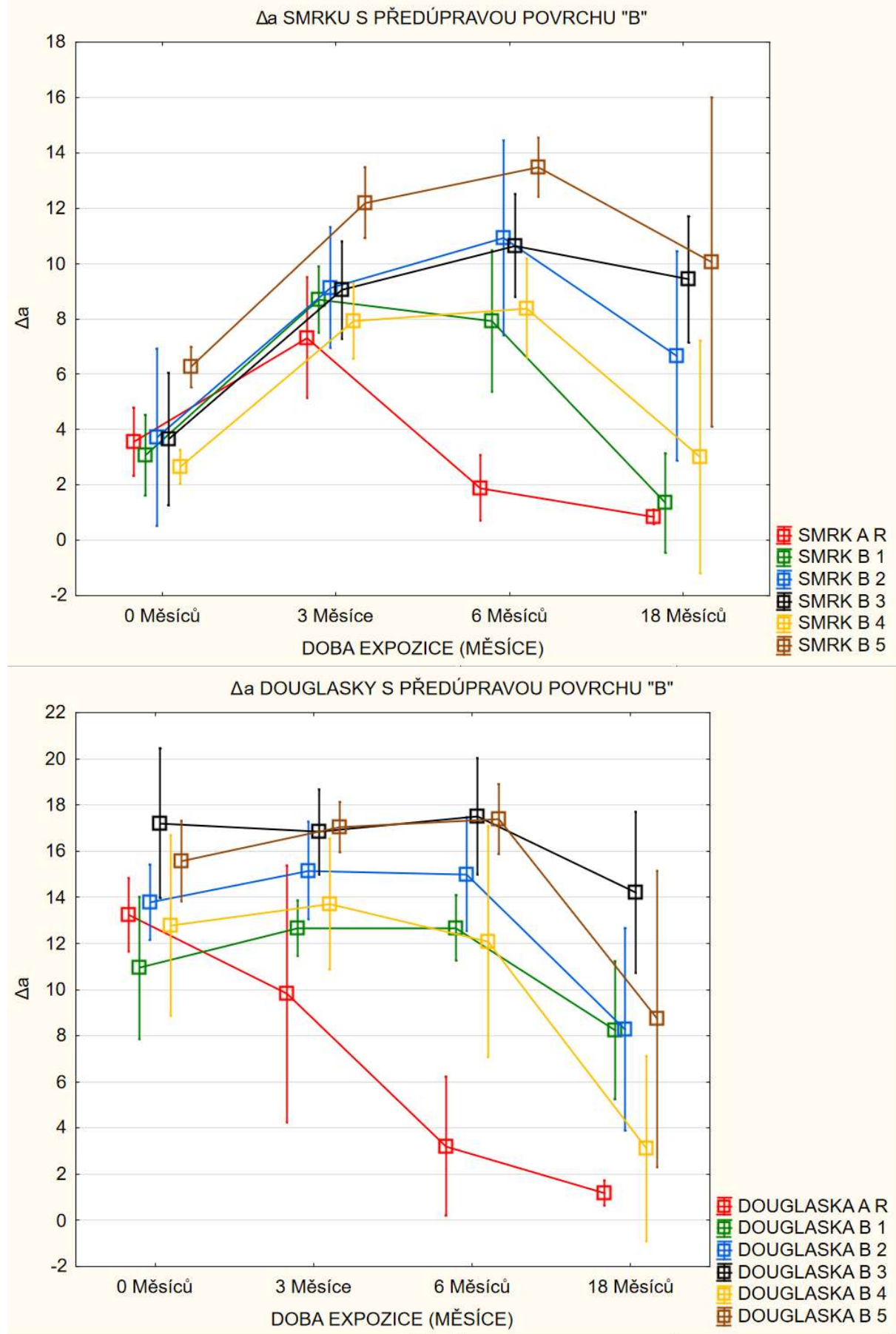


Příloha 15: Grafické znázornění parametru barevné změny L pro smrk a douglasku, předúprava povrchu B

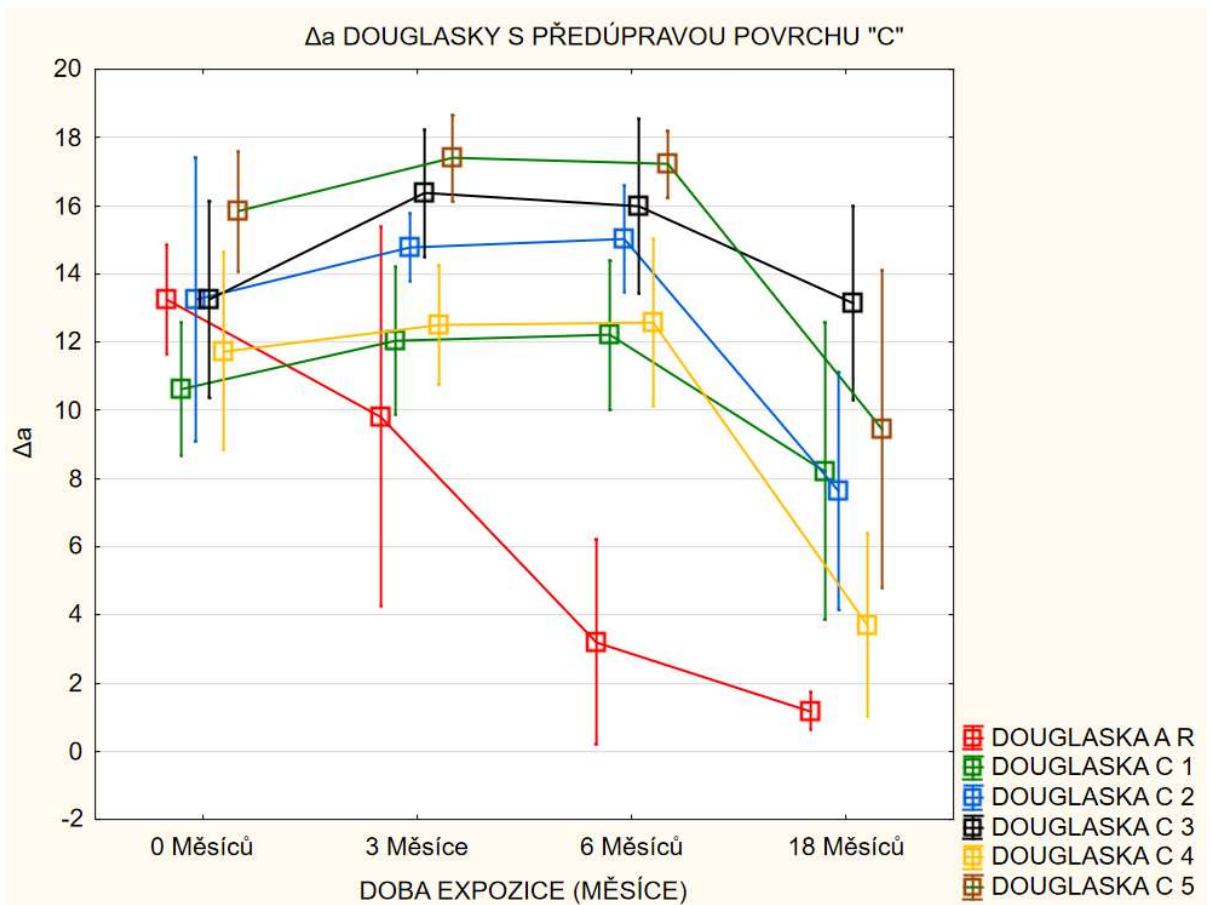
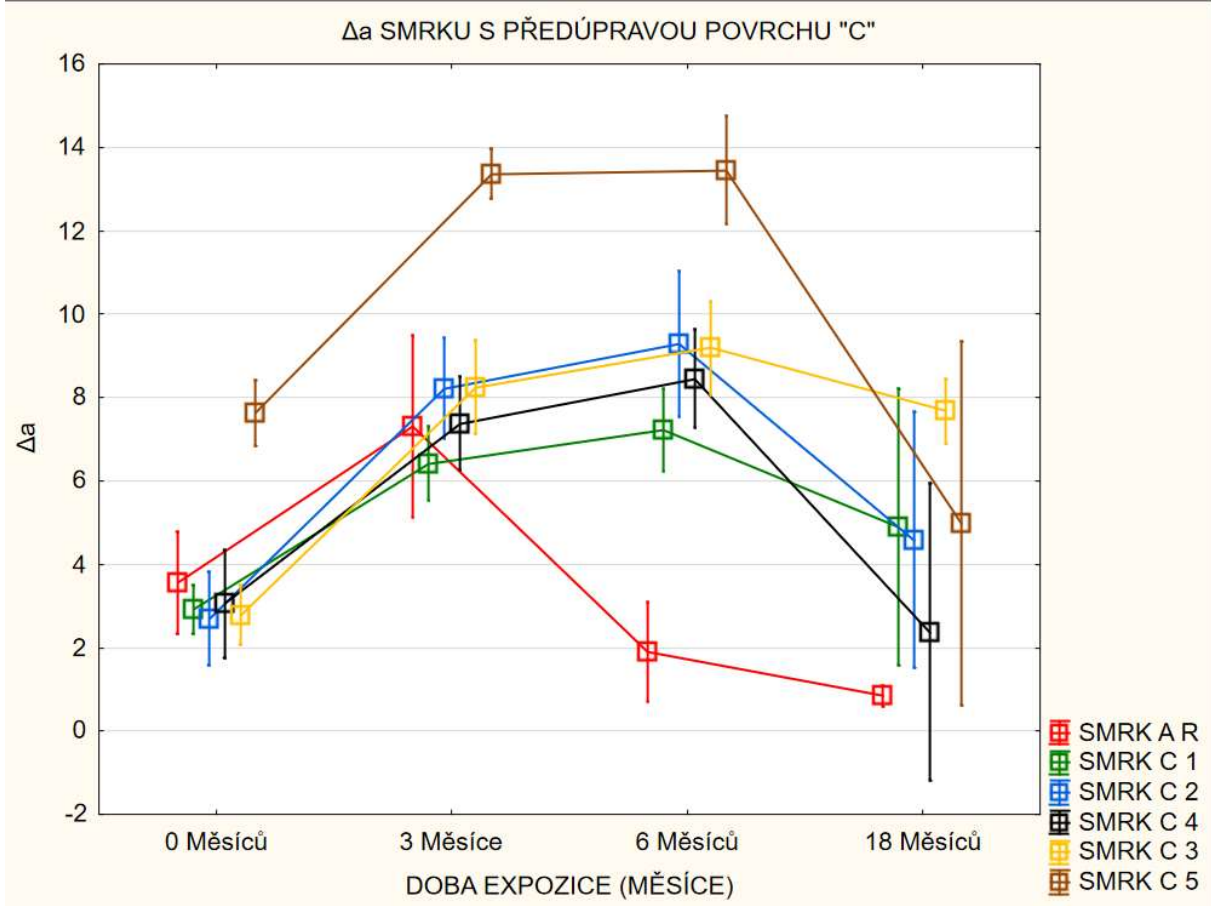


Příloha 16: Grafické znázornění parametru barevné změny a pro smrk a douglasku, předúprava povrchu A

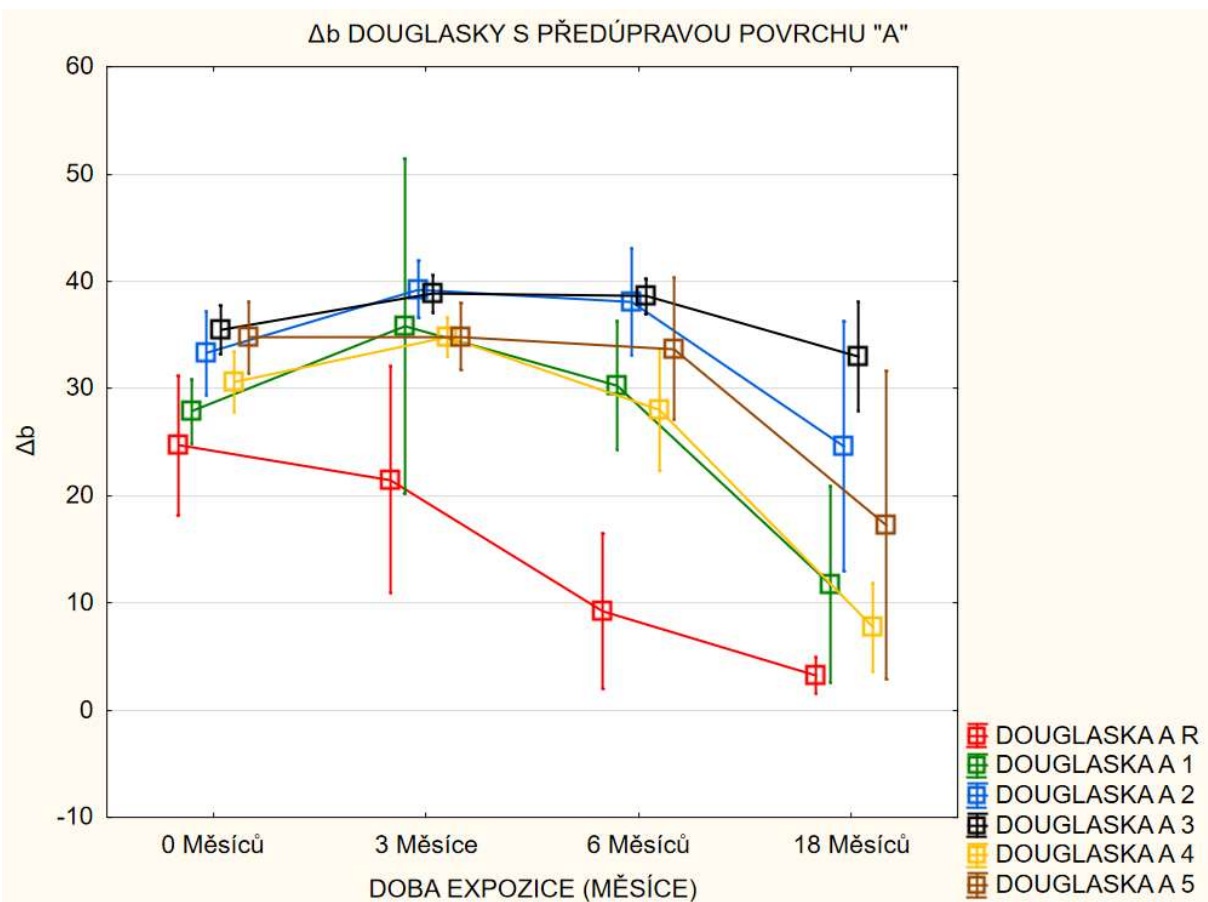
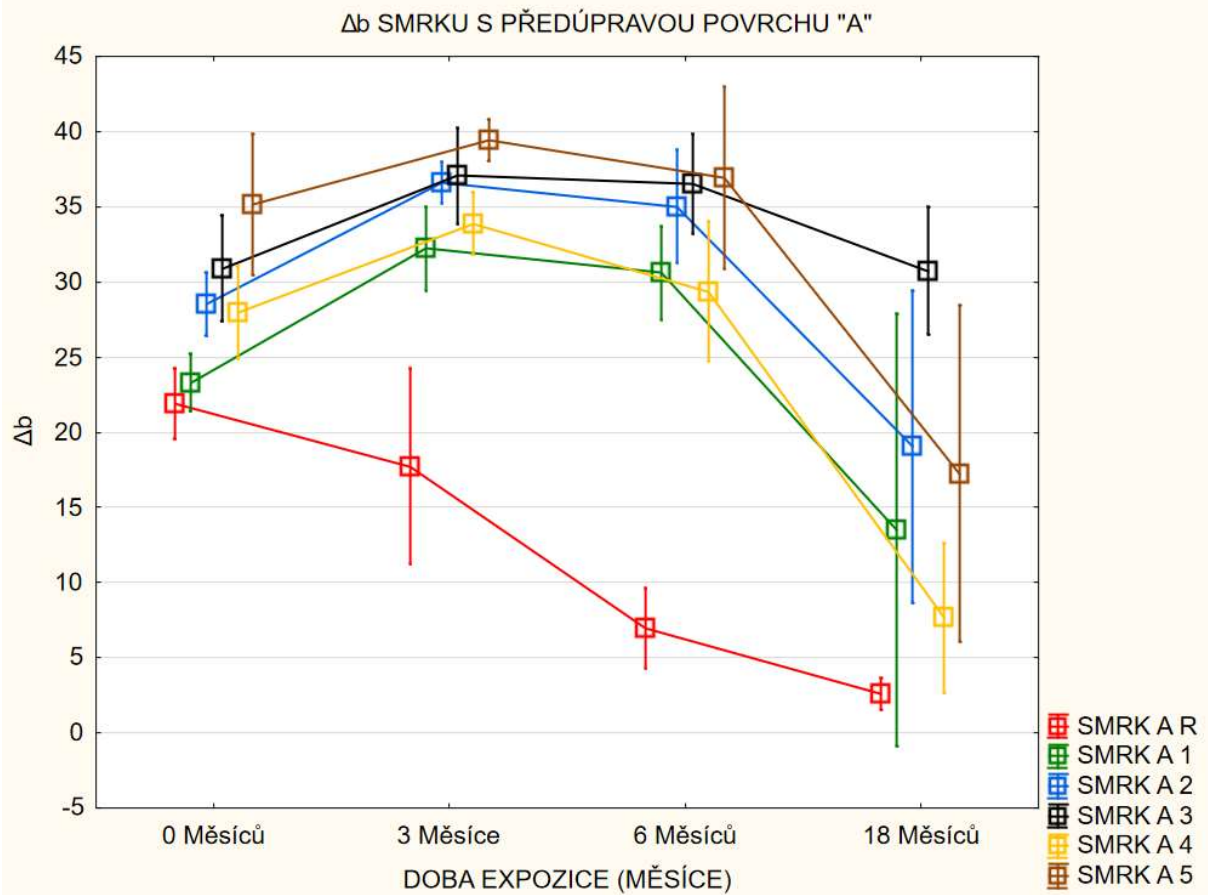




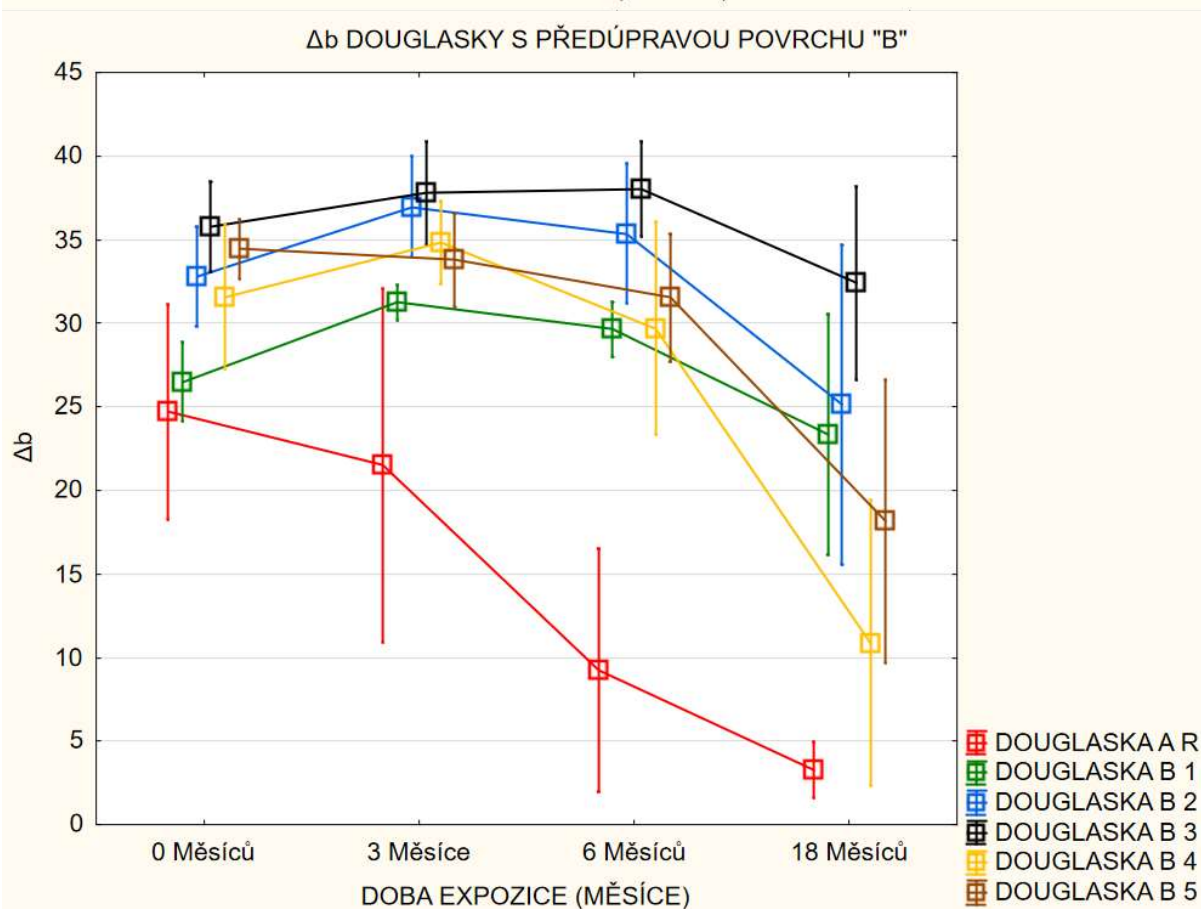
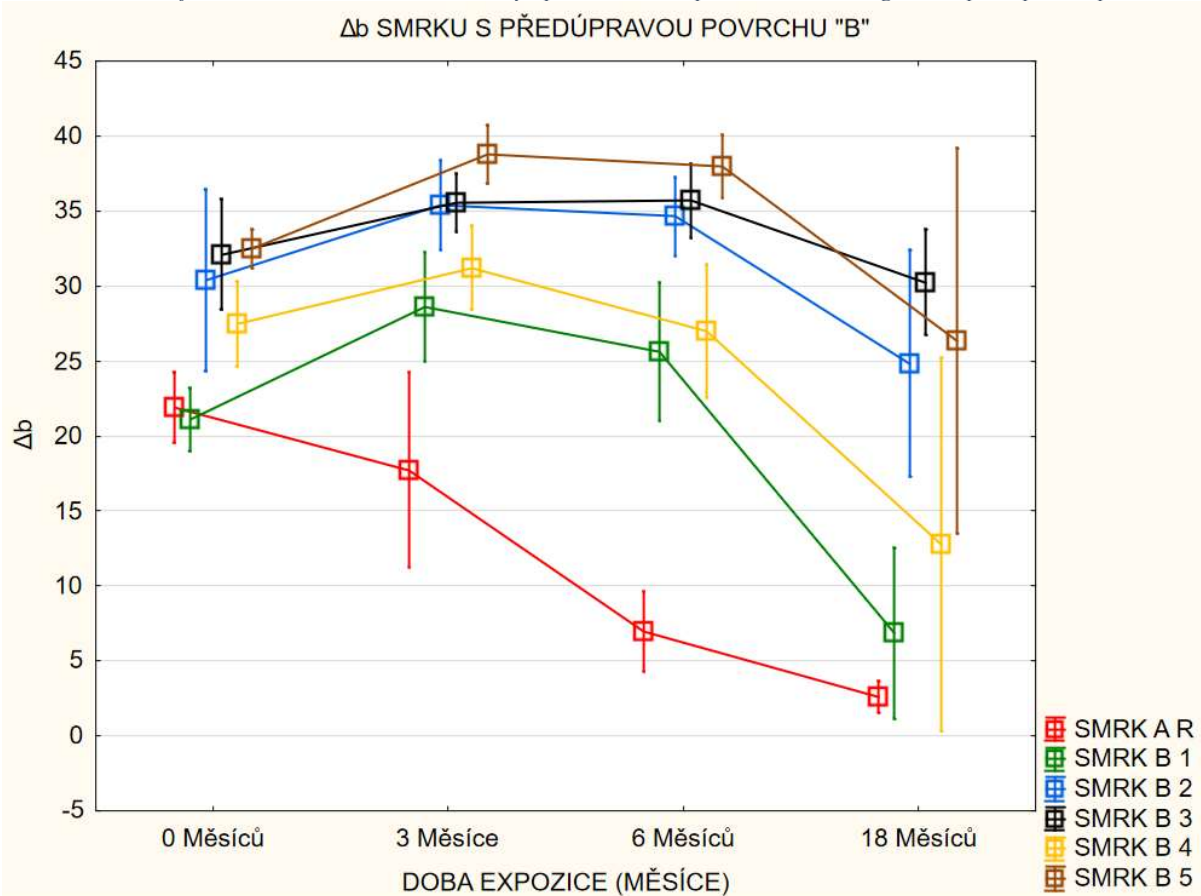
Příloha 18: Grafické znázornění barevné změny parametru Δa pro smrk a douglasku, předúprava povrchu C



Příloha 19: Grafické znázornění barevné změny parametru b pro smrk a douglasku, předúprava povrchu A



Příloha 20: Grafické znázornění barevné změny parametru b pro smrk a douglasku, předúprava povrchu B



Příloha 21: Grafické znázornění barevné změny parametru b pro smrk a douglasku, předúprava povrchu C

