

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**VLIV PLNIČE PÓRŮ NA TRVANLIVOST TRANSPARENTNÍCH
NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ NA DUBOVÉM DŘEVĚ V EXTERIÉRU**

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

**VLIV PLNIČE PÓRŮ NA TRVANLIVOST TRANSPARENTNÍCH
NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ NA DUBOVÉM DŘEVĚ V EXTERIÉRU**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program:	Dřevařské inženýrství
Pracoviště (katedra/ústav):	Katedra zpracování dřeva a biomateriálů
Vedoucí diplomové práce:	doc. Ing. Miloš Pánek, PhD.
Konzultant diplomové práce:	Ing. Ondřej Dvořák

Praha 2021

Bc. Štěpán JAROLÍM

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Štěpán Jarolím

Dřevařské inženýrství

Název práce

Vliv plniče pórů na trvanlivost transparentních nátěrových systémů na dubovém dřevě v exteriéru

Název anglicky

Influence of pores fillers on durability of exterior transparent coatings on oak wood

Cíle práce

Cílem práce je zjistit, jestli lze omezit využitím plniče pórů nepříznivý vliv morfologické struktury dubového dřeva na celkovou životnost exteriérových transparentních nátěrových systémů.

Metodika

Transparentní nátěrové systémy na dubovém dřevě v exteriéru mají nedostatečnou životnost. Je to způsobeno zejména vlivem specifické chemické a morfologické struktury. Omezit nepříznivý vliv morfologické struktury a velkých otevřených cév jarního dřeva lze úvodní aplikací plniče póru. Je však nutné prozkoumat následnou reakci s vrchním nátěrovým systémem a také vliv na jeho dlouhodobou životnost.

Metodika práce.

1. příprava zkušebních vzorků
2. měření úvodních vybraných vlastností nátěrového systému
3. přirozené stárnutí vzorků dle ČSN EN 927-3
4. průběžné hodnocení změn vlastností
5. vyhodnocení výsledků stárnutí

Výsledkem práce je určení vhodného nátěrového systému na dubové dřevo s prvotně aplikovaným plničem pórů.

Doporučený rozsah práce

70 s.

Klíčová slova

plnič pórů, dubové dřevo, transparentní nátěr, 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

Gobakken, L. R., Westin, M. (2008): Surface mould growth on five modified wood substrates coated with three different coating systems when exposed outdoors. *International Biodegradation and Biodeterioration* 62(4), 397-402. ISSN: 09648305

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

Konzultant

Ing. Ondřej Dvořák

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 20. 11. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "*Vliv plniče pórů na trvanlivost transparentních nátěrových systémů na dubovém dřevě v exteriéru*" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce doc. Ing. Miloš Pánek, PhD. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne: _____

Bc. Štěpán Jarolím

Poděkování

Tímto způsobem bych chtěl poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Milošovi Pánkovi, PhD., především za odborné vedení, ochotu a cenné rady při konzultacích. Dále bych chtěl taktéž poděkovat panu Pavlovi Kašparovi a firmě Acolor s.r.o., za poskytnutí potřebných prostředků pro výzkum.

ABSTRAKT

V současné době dřevo nabírá na oblibě a je stále více využíváno jako stavební konstrukční materiál ve venkovních prostorech, kde na něj působí abiotická a biotická degradace. Vhodná ochrana v podobě nátěrových systémů může dřevěným prvkům výrazně prodloužit životnost. Z tohoto důvodu je tato práce zaměřena na zhodnocení vizuálních změn a kvality povrchu, kdy na dubové dřevo vystavené v exteriéru působí přirozené stárnutí. Během venkovní expozice byly zaznamenávány změny barevného tónu, lesku a smáčivosti povrchu na vzorcích, kde byly aplikovány různé transparentní nátěrové systémy v kombinaci s epoxidovým plničem.

Práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část. V obsahu teoretické části práce jsou popsány a zhodnoceny degradační činitelé působící na dřevní elementy, ochrana dřeva, druhy nátěrových systémů a složky z kterých se skládá.

Experimentální část se zabývá postupem přípravy zkušebních těles, samotným měřením sledovaných vlastností v podobě změn lesku, smáčivosti, barevných změn a jejich následné vyhodnocení.

V závěru práce je zhodnocení a porovnání výsledných hodnot u sledovaných vlastností, kterých dosahovaly různé povrchové úpravy v kombinaci s nátěrovými systémy. Výsledným zjištěním bylo, že oproti elementům bez epoxidového plniče se úprava tímto plničem pro sledované charakteristiky osvědčila, a to konkrétně v kombinaci s nátěrovým systémem v podobě slabovrstvé lazury v první vrstvě a bezbarvé impregnační lazure na bázi nanotechnologií ve vrstvě druhé. Pouze pro výsledné hodnoty lesku, se nejlépe osvědčila úprava A-1, tedy úprava s epoxidovým plničem a s aplikací dvousložkového akrylového laku.

Klíčová slova: Plnič pórů, dubové dřevo, transparentní nátěr, exteriér, stárnutí

ABSTRACT

Currently, wood is gaining in popularity and is increasingly used as a building material in outdoor areas, where it is affected by abiotic and biotic degradation. Appropriate protection in the form of coating systems can significantly extend the life of wooden elements. For this reason, this work is focused on the evaluation of visual changes and surface quality, when oak wood exposed to the exterior is affected by weather aging. During the exposure, changes in color tone, gloss and surface wettability were recorded on samples where various transparent coating systems were applied in combination with an epoxy filler.

The work is divided into theoretical and experimental part. The content of the theoretical part of the thesis describes and evaluates the degradation factors affecting wood elements, wood protection, types of coating systems and the components of which it is composed.

The experimental part deals with the procedure of preparation of test specimens, the measurement of the observed properties in the form of changes in gloss, wettability, color changes and their subsequent evaluation.

At the end of the work is the evaluation and comparison of the resulting values for the monitored properties, which achieve different surface treatments in combination with coating systems. The resulting solution was that, in contrast to the elements without epoxy filling, the treatment with this filling proved to be suitable for the monitored characteristics, specifically in combination with a coating system in the form of a thin layer glaze in the first layer and colorless impregnation glaze based on nanotechnologies in the second layer. Only for the final gloss value, the A-1 treatment, is the treatment with an epoxy filler and two-component acrylic paint applications, is the best.

Keywords: Pore filler, oak wood, transparent coating, exterior, aging

OBSAH

SEZNAM TABULEK.....	10
SEZNAM ILUSTRACÍ.....	10
SEZNAM GRAFŮ	11
1 ÚVOD.....	12
2 CÍLE PRÁCE	13
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	14
3.1 ATMOSFÉRICKÁ DEGRADACE DŘEVA.....	15
3.1.1 ČINITELÉ OVLIVŇUJÍCÍ ATMOSFÉRICKOU DEGRADACI.....	16
3.2 BIOLOGICKÁ DEGRADACE DŘEVA.....	20
3.3 OCHRANA DŘEVA.....	20
3.3.1 KONSTRUKČNÍ OCHRANA	21
3.3.2 CHEMICKÁ OCHRANA DŘEVA.....	23
3.4 NÁTĚROVÉ SYSTÉMY	24
3.4.1 SLOŽKY NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ.....	26
3.4.2 DRUHY NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ	28
3.5 TRANSPARENTNÍ NÁTĚROVÉ SYSTÉMY	31
3.5.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝDRŽ TRANSPARENTNÍCH NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ.....	32
3.5.2 ADITIVA ZLEPŠUJÍCÍ ODOLNOST TRANSPARENTNÍCH NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ.....	34
3.6 PLNIČE PÓRŮ	38
4 METODIKA	42
4.1 PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLES	42
4.2 SADY ZKUŠEBNÍCH TĚLES.....	44
4.3 MĚŘENÉ VLASTNOSTI NÁTĚROVÉHO SYSTÉMU.....	46
4.3.1 LESK.....	46
4.3.2 SMÁČIVOST	47
4.3.3 BAREVNÉ ZMĚNY	48
4.4 ZKOUŠKA PŘIROZENÉHO STÁRNUTÍ DLE ČSN 927-3.....	50
5 VÝSLEDKY.....	52
5.1 VIZUÁLNÍ HODNOCENÍ	53
5.2 VÝSLEDNÉ ZMĚNY LESKU.....	55

5.3	VÝSLEDNÉ ZMĚNY SMÁČIVOSTI POVRCHU	56
5.4	VÝSLEDNÉ BAREVNÉ ZMĚNY	58
	CELKOVÉ BAREVNÉ ZMĚNY ΔE	58
	BAREVNÉ ZMĚNY SVĚTLOSTI L^*	61
	BAREVNÉ ZMĚNY PARAMETRU a^*	62
	BAREVNÉ ZMĚNY PARAMETRU b^*	63
5.5	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	65
6	DISKUZE.....	66
6.1	ZMĚNY LESKU	66
6.2	ZMĚNY SMÁČIVOSTI	67
6.3	BAREVNÉ ZMĚNY	67
7	ZÁVĚR.....	69
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
8.1	LITERATURA	70
8.2	ODBORNÉ ČLÁNKY	72
8.3	INTERNETOVÉ ZDROJE	74
8.4	POUŽITÉ NORMY.....	75
8.5	TECHNICKÉ LISTY	77
	SEZNAM PŘÍLOH.....	78
	PŘÍLOHY.....	79
	PŘÍLOHA A	79
	PŘÍLOHA B.....	82

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Hodnoty L^*, a^*, b^*	52
Tab. 2: Hodnoty pro celkovou barevnou stálost ΔE	44

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1	<i>Struktura buněčné stěny</i>	15
Obr. 2	<i>Postupná fotodegradace na řezivu</i>	16
Obr. 3	<i>Spektrum elektromagnetického záření Slunce</i>	17
Obr. 4	<i>Struktura dřeva po působení větru</i>	19
Obr. 5	<i>Příklady konstrukční ochrany</i>	22
Obr. 6	<i>Porovnání velikosti pojiv</i>	27
Obr. 7	<i>Úspěšně testované transparentní nátěry</i>	32
Obr. 8	<i>Příklad odloupení povrchové úpravy</i>	34
Obr. 9	<i>Chemické struktury UV absorbérů</i>	36
Obr. 10	<i>Účinky přidání UV stabilizátorů</i>	37
Obr. 11	<i>Snímky nanovláken s vysokým rozlišením</i>	39
Obr. 12	<i>Rozdíl na dřevě s otevřenými póry</i>	40
Obr. 13	<i>Rozdíl na dubovém dřevě</i>	41
Obr. 14	<i>Značení pozic pro měření</i>	43
Obr. 15	<i>Příklad označení zkušební vzorku</i>	44
Obr. 16	<i>Aplikace povrchové úpravy 1</i>	44
Obr. 17	<i>Aplikace povrchové úpravy 2</i>	44
Obr. 18	<i>Nanesení silikonové vrstvy na boky</i>	45
Obr. 19	<i>Měření leskoměrem 1</i>	47
Obr. 20	<i>Měření leskoměrem 2</i>	47
Obr. 21	<i>Goniometr Krüss 1</i>	48
Obr. 22	<i>Goniometr Krüss 2</i>	48
Obr. 23	<i>Měření smáčivosti 1</i>	48
Obr. 24	<i>Měření smáčivosti 2</i>	48
Obr. 25	<i>Barevný prostor LAB</i>	49
Obr. 26	<i>Fotospektrometr Konica Minolta 1</i>	49
Obr. 27	<i>Fotospektrometr Konica Minolta 2</i>	49
Obr. 28	<i>Pozice měření barevného spektra</i>	50
Obr. 29	<i>Vystavení těles povětrnostnímu stárnutí 1</i>	51
Obr. 30	<i>Vystavení těles povětrnostnímu stárnutí 2</i>	51
Obr. 31	<i>Jednotlivé povrchové úpravy před a po expozici</i>	54
Obr. 32	<i>Ukázka porušení nátěrového filmu</i>	55

SEZNAM GRAFŮ

Graf. 1	<i>Změny lesku u sad vozrků s úpravou R.</i>	57
Graf. 2	<i>Změny lesku u sad vozrků s úpravou A.</i>	57
Graf. 3	<i>Změny lesku u sady vozrků s úpravou B.</i>	57
Graf. 4	<i>Změny kontaktního úhlu u sady vozků s úpravou R.</i>	58
Graf. 5	<i>Změny kontaktního úhlu u sady vozků s úpravou A.</i>	59
Graf. 6	<i>Změny kontaktního úhlu u sady vozků s úpravou B.</i>	59
Graf. 7	<i>Celková barevná stálost ΔE u vzorků s úpravou A</i>	60
Graf. 8	<i>Celková barevná stálost ΔE u vzorků s úpravou B</i>	60
Graf. 9	<i>Celková barevná stálost ΔE u vzorků s úpravou R.</i>	61
Graf. 10	<i>Změny světlosti L^* u vzorků s úpravou R.</i>	62
Graf. 11	<i>Změny světlosti L^* u vzorků s úpravou A</i>	63
Graf. 12	<i>Změny světlosti L^* u vzorků s úpravou B</i>	63
Graf. 13	<i>Změny parametru a^* u vzorků s úpravou R</i>	63
Graf. 14	<i>Změny parametru a^* u vzorků s úpravou A</i>	64
Graf. 15	<i>Změny parametru a^* u vzorků s úpravou B</i>	64
Graf. 16	<i>Změny parametru b^* u vzorků s úpravou R</i>	65
Graf. 17	<i>Změny parametru b^* u vzorků s úpravou A.</i>	66
Graf. 18	<i>Změny parametru b^* u vzorků s úpravou B</i>	66

1 ÚVOD

Dřevo bylo vždy jedním z nejpřirozenějších materiálů, které se nachází na naší planetě. Po tisíciletí vydržela tato surovina v oblibě člověka natolik, že z ní vytváří produkty, které mu usnadňují či zkrášlují život. Příkladem může být dřevěný nábytek, který zvelebuje interiér v domácnostech. Dalším příkladem mohou být dřevěné fasády či dřevostavby, které každým rokem narůstají na oblibě. Například v roce 2018, dle Českého statistického úřadu, bylo na našem území přes 16 % dokončených domů právě dřevostavbou (ČSÚ a ADMD, 2018).

Ve dřevě můžeme hledat mnoho výhod, které nám jiný materiál nenabídne. Jedná se o materiál, který lze nenáročně recyklovat a jeho schopnost vázat CO₂, jsou velmi vítanými aspekty v dnešním trendu, kdy se lidstvo snaží být více environmentálně smýšlející a uvědomují si jaký mají dopad na planetu produkty, které lze velmi náročně recyklovat. Dřevo na člověka a jeho psychiku působí velmi pozitivně, lze ho snadno obrábět, dnešní technologie jsou schopny dřevní hmotu upravit do nejrozmanitějších tvarů a posléze i potřebných rozměrů. Jsme schopni zpracovávat i ty nejdrobnější části dřeva, a tudíž lze dřevní hmotu co nejefektivněji využít.

Další z důležitých aspektů využití dřeva, je jeho ochrana před abiotickými a biotickými vlivy. Zde již přichází na řadu aplikace nátěrových systémů, které jsou schopny zajistit ochranu dřevní hmoty po výrazně delší dobu, než pokud by povrch dřeva nijak ošetřen nebyl.

Z jeho přírodního charakteru vyplývají i jeho nežádoucí vlastnosti. Nejvýznamějšími z negativních činitelů, kteří ovlivňují dřevo, a to především v exteriéru jsou povětrnostní podmínky, fotodegradace a vlhkost. Dřevní hmota se skládá z 90-98 % z makromolekulárních látek, které tvoří buněčné stěny (studioaxis.cz). Dřevo, které je umístěno v exteriéru, podléhá fyzikálním, chemickým a biologickým změnám. Tyto změny velmi ovlivňují a degradují estetický vzhled, technickou funkci a také jeho trvanlivost. Nejvýznamějšími vlivy, které jsou zodpovědné za stárnutí dřeva a nátěru v exteriéru, jsou sluneční záření a vnikající vlhkost.

Fotodegradace, kterou vyvolává sluneční záření způsobuje barevné změny, zdrsnění povrchu či tvorbu povrchových prasklin. Pokud se k fotodegradaci přidá i vlhkost, například v podobě dešťové vody, začnou se složky ligninu vyplavovat na povrch dřeva a vytvoří šedě zbarvenou vrstvu. Dále pokud na dřevo působí sluneční záření, působí na něj i teplotní změny. Z důvodu velmi malé tepelné vodivosti, se tak rapidně zrychluje tvorba trhlin, případně k uvolnění pryskyřice (studioaxis.cz)

Z těchto nepříznivých vlastností, které použití dřeva doprovází, je žádoucí jeho ochrana před abiotickými a biotickými vlivy. Dřevní hmotu, a především povrch dřeva jsme schopni do velké míry ovlivnit aplikací různých nátěrových systémů, které jsou schopny zajistit ochranu dřeva po výrazně delší dobu, než pokud by povrch dřeva nijak ošetřen nebyl.

Tato diplomová práce posuzuje vliv plniče pórů aplikovaný na dubovou dřevinu umístěnou v exteriéru s použitím různých nátěrových systémů. Všechny zkoumané vzorky byly umístěny do exteriéru po dobu 9 měsíců. Mezi posuzované faktory bude zařazena barevná stálost, lesk, smáčivost a účinnost rozdílných povrchových úprav v kombinaci s nátěrovými systémy.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce bude posoudit vliv plniče pórů v podobě epoxidu, aplikovaného na vzorky z dubového dřeva, které jsou následně upravené za pomoci transparentních nátěrových systémů. Bude posuzováno, zda lze za pomoci plniče pórů omezit nepříznivý vliv morfologické struktury dubového dřeva na celkovou životnost exteriérových transparentních nátěrových systémů. Celý pokus bude probíhat v exteriéru a vzorky budou vystaveny biotické a abiotické degradaci.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Rostoucí trend v podobě obliby používání přírodních materiálů je znatelný. Lze sledovat, že při výstavbách nových rodinných domů je velmi často použita kombinace přírodních materiálů, a to konkrétně kámen a dřevo. To samé platí i v interiérech, kde kupříkladu na sociálních sítích je zřejmé, že poptávka po masivním nábytku je znatelná a zákazníci jsou ochotni za tento nábytek z masivu připlatit (Ugovšek a kol. 2018).

Dřevo, které je umístěné v interiéru a není vystaveno venkovním vlivům je vcelku nenáročné na údržbu. Pokud se ale budeme bavit o dřevě umístěném v exteriéru, je tomu zcela naopak. Na dřevěné prvky působí abiotická a biotická degradace, a takové dřevo by mělo být proti těmto činitelům řádně ošetřeno. Takto vystavené dřevo atmosférické degradaci mění svůj vzhled již v řádech měsíců, každopádně nejde o poškození v celém objemu materiálu, tudíž jsou důležité mechanické vlastnosti zachovány (Gobakken a kol., 2011). Atmosférické vlivy poškozují povrch a jsou zodpovědné za změnu barvy a přizpívají k tvorbě trhlin. Této skutečnosti jsou vystaveny trvanlivé i méně trvanlivé dřeviny přibližně ve stejné míře (Pánek 2015, Reinprecht a kol. 2018).

Jedná se o přírodní materiál, tudíž zde působí biologické stárnutí materiálu, hygroskopicitu, rozdílné mechanické vlastnosti z důvodu anizotropie. Taktéž zde hraje velkou roli i výběr konkrétní dřeviny, kde každá má jinou trvanlivost a odolnost vůči hnilobě. Čím větší je přítomnost extraktivních látek v jádrovém dřevě, tím je trvanlivost lepší a odolnější v porovnání s bělovým dřevem (Taylor a kol., 2007). Dřevo dubu má vysoký obsah tříslovin a doprovodných látek, které zvyšují jeho trvanlivost, každopádně časem dochází k vyplavování a vyprchávání těchto látek a následuje přirozeně snížená trvanlivost. Jak potvrzuje norma EN 350 (2016) ohledně přirozené trvanlivosti, klasifikace dřeva dubu a především jádrového, lze posoudit jako velmi dobrou volbu pro použití ve venkovních podmínkách.

Pokud se již bavíme o dřevě použitém v exteriéru, které je vystaveno atmosférické degradaci a všem dalším činitelům, které ho negativně ovlivňují, lze ho ve velké míře pozitivně ovlivnit vhodným konstrukčním řešením, jako například zastřešením nebo zamezením kontaktu se zemí. Pokud vhodné ochranné konstrukční řešení není k dispozici, a dřevěný prvek bude vystaven přímému dešti či kontaktu se zemí, nelze opomenout povrchovou úpravu nátěrovým systémem, která těmto degradačním vlivům zabraňuje (Štefko a kol., 2006).

3.1 ATMOSFÉRICKÁ DEGRADACE DŘEVA

Na dřevo ve venkovních podmínkách působí kombinace fyzikálních, chemických a biologických činitelů, které ho degradují a ovlivňují jeho vzhled, trvanlivost a technickou funkci. Jedná se o proces, kde dřevní hmota důsledkem atmosférické degradace mění své povrchové vlastnosti v makroskopickém i mikroskopickém měřítku. Tento negativní důsledek je ovlivněn řadou vlastností konkrétní dřeviny, jako například orientace letokruhů, podíl letního a jarního dřeva, či obsah ligninu. Atmosférická degradace se tedy projeví primárně v povrchových vrstvách do hloubky několika milimetrů, ale mechanické vlastnosti dřevěného prvku natolik neovlivní. Tyto změny se projevují v podobě zašednutí, zvýšení vlhkosti či tvorbě povrchových trhlin (Pánek, 2015). Každopádně tyto poškození mohou znamenat cestu k závažnější degradaci jako usnadnění přístupu vlhkosti, dřevokazným houbám a hmyzu.

Dřevní hmotu tvoří z 90-98 % makromolekulární látky, ty tvoří strukturu buněčných stěn. Výzkumy prokázaly, že nejvýznamnější vliv na stárnutí dřeva a jeho nátěru v exteriéru má sluneční záření a voda (studioaxis.cz).

Obrázek 1: Struktura buněčné stěny;

SL – střední lamela,

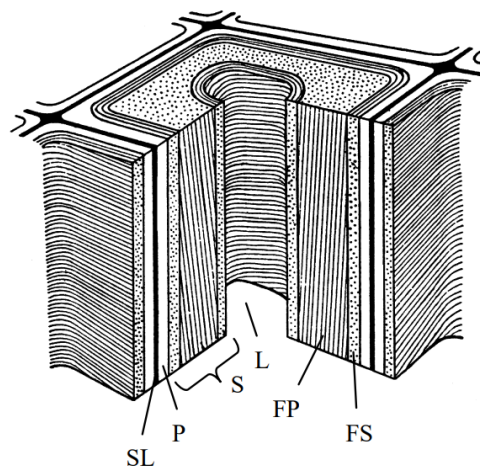
P – primární stěna,

S – sekundární stěna,

L – lumen,

FP – podélně uložené fibrily celulózy,

FS – spirálově uložené fibrily celulózy



Obrázek 1: Struktura buněčné stěny (Zdroj: studioaxis.cz)

V průběhu atmosférické degradace dochází k poškození mezibuněčných vazeb v okrajových vrstvách dřeva, dále vznikají trhliny mezi buňkami i v buněčných stěnách. Tvrdé dřeviny a letní dřevo u měkkých dřevin eroduje s rychlostí okolo 3-5 mm za sto let (studioaxis.cz).

Ve Švýcarsku v 70. letech 20. století byl proveden výzkum, při kterém byl sledován vliv atmosférické koroze na 20 vzorcích. Mezi vzorky byly vybrány měkké a tvrdé dřeviny evropských i mimoevropských dřevin. Nejvýznamnějším poznatkem, kterého bylo docíleno bylo zjištění, že po ročním působení atmosférické degradace tyto vzorky nevykazovaly skoro žádné rozdíly v intenzitě eroze a v zašednutí povrchu (Lokaj, 2010).

3.1.1 ČINITELE OVLIVŇUJÍCÍ ATMOSFÉRICKOU DEGRADACI

Mezi nejzásadnější činitele, kteří vyvolávají změny na dřevní hmotě ve venkovních podmínkách patří sluneční záření a vnikající vlhkost. Tyto faktory negativně ovlivňují estetický vzhled, trvanlivost a technickou funkci, kterou dřevo nabízí. Jako další činitele, kteří se na této degradaci projeví lze uvést i vítr, teplotu či polohu stanoviště od které se odvíjí i nadmořská výška a podnebné pásmo.

SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ

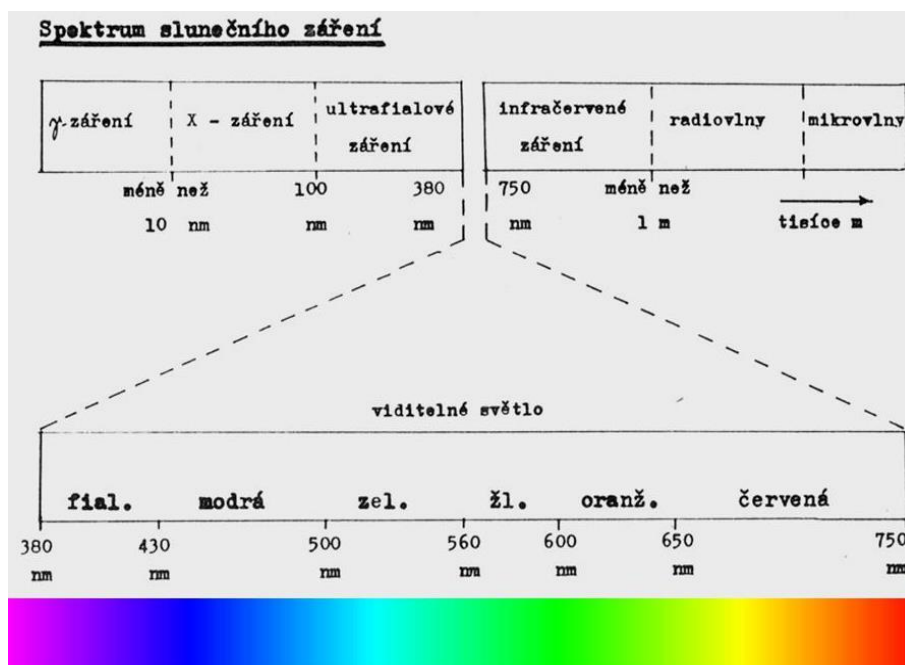
Nejvíce ovlivňující složkou slunečního záření, které dřevo negativně ovlivní, je UV neboli ultrafialové záření, které v dřevní hmotě vyvolá fotochemické reakce. Fotodegradaci lze pozorovat až do hloubky cca 3 mm od povrchu, dle hustoty či barvy dřeviny. U tmavých dřevin je patrná změna odstínu do světlejší barvy a u světlých dřevin lze pozorovat naopak ztmavnutí. Molekuly, ze kterých se dřevo skládá, absorbují světelné kvantum, které fotodegradaci vyvolává (Evans *akol.*, 1992).



Obrázek 2: Postupná fotodegradace na řezivu (od spodu- nejstarší) (foto: vlastní)

Nejvíce ovlivněnou složkou dřeva, na kterou fotodegradace působí je lignin. Na povrchu lze tuto degradaci pozorovat v podobě estetických změn, jako například změna barvy do žlutých až hnědých odstínů a zdrsnění povrchu, či vytvoření trhlin. Zamrzání a tání absorbované vody ve dřevní hmotě taktéž významně přispívá k poškozování dřevních buněk a následně ke vzniku menších trhlin ve dřevě a tím pádem přispívá k zrychlení zvětrávání povrchu dřeva. Menší pevné částice jako písek a prach, za spolupůsobení větru způsobují zvětrávání povrchu dřeva, tedy tzv. větrnou erozi povrchu dřeva (Lokaj 2010).

Záření se projevuje jako šíření energie v prostoru a je dáno vlnovou délkou. Lze rozlišit různé druhy světelného záření dle vlnových délek (Bednář 1989):



Obrázek č.3: Spektrum elektromagnetického záření Slunce (Zdroj: pocasicz.cz)

Fotodegradaci také podléhají hemicelulózy, naopak molekuly celulózy se prakticky nemění. Fotodegradaci lze zařadit k povrchovým degradacím, protože průnik ultrafialového záření je velmi nízký (Fricová, 2012). Sluneční záření typu UV obsahuje 95 % UV-A, které činí vesměs malé polymerní degradace a 5 % UV-B, které naopak má za následek největší degradaci polymerů. UV-C je záření, které je zemskému životu nebezpečné, vyskytuje se pouze ve vesmíru a při dopadu na zemi je pohlcováno ozónovou vrstvou.

Degradace dřevní hmoty probíhá pomocí schopností dřeva absorbovat záření. Jedná se o jev, při kterém probíhá pohlcování fotonů molekulami dřeva a absorbované záření následně degraduje chemické vazby dřeva. Lignin absorbuje záření o vlnové délce 200 nm, celulóza a hemicelulózy převážně absorbují záření o vlnové délce pod 200 nm, výjimečně i 200–400 nm. Extraktivní látky jsou schopny absorbovat záření s vlnovými délkami 300–400 nm (Bednář 1989).

VODA

Voda je polární anorganickou látkou, která velmi snadno proniká do vnitřní struktury dřevní hmoty, z důvodu hydroskopie dřeva. Do dřeva se voda dostane ze vzdušné vlhkosti ve formě plynné fáze, nebo v podobě dešťové, spodní a kondenzační vody ve formě kapalné fáze. Kapalná voda v podobě deště, rosy nebo tajícího sněhu případně i vodní pára, všechny tyto podoby vlhkosti pronikají do dřevní hmoty s nechráněným povrchem. Velkou část poškození dřeva vodou lze předejít vhodným konstrukčním řešením. S navýšením obsahu vázané vody dojde ke změně rozměrů v podobě oddalování nebo přibližování řetězců celulózy. Při sorpci vody nastává zvětšení objemu (bobtná) dřeva, a naopak při desorpci se smršťuje (sesychá). Těmito rozměrovými změnami vznikne ve dřevě napětí, které se projeví v podobě mikroprasklin (studioaxis.cz).

Tyto praskliny se tvoří ve dřevě, které má vysoký obsah volné vody. K poškození dřeva mrazem dochází také v důsledku nerovnoměrného rozložení vody ve dřevě. Voda vázaná ve dřevě zůstává v kapalném skupenství i při teplotě pod bodem mrazu. Následné trhliny ve dřevě usnadní přístup pro spory hub a dřevokazný hmyz, a to vede za příznivých podmínek k biologické gradaci dřevní hmoty (studioaxis.cz).

Voda se podílí na hydrolýze hemicelulóz a rozpouštění degradačních produktů dřeva, například v čisté vodě a zároveň při nízké teplotě je hydrolýza pomalá. Intenzita hydrolýzy a rozpouštění degradujících produktů ve vodě roste se vzrůstající teplotou (Hon a Feist, 1986).

VÍTR

Působením větru se stává povrch dřeva abrazivnější. Toto zdrsnění povrchu způsobují částice prachu, písku a ostatní menší částice, které se dostanou do vznosu větrem a jsou hnány proti povrchu dřeva, který zdrsňuje vlivem nárazů těchto částic. Vliv permanentního působení větru, je patrný ze změny struktury povrchu, která se stává tzv. plastickou (viz. obrázek č.4). Úbytek dřevní hmoty je nejvíce patrný u rozdílu jarního a letního dřeva, kde vidíme, že jarní dřevo je výrazně méně schopno této degradaci odolávat, z důvodu menší hustoty jarního dřeva naproti letnímu (Williams a Feist 1999).



Obrázek č.4: Struktura dřeva po působení větru (Zdroj: drevari.humlak.cz)

Náchylnější k povětrnostní erozi jsou jehličnaté dřeviny naproti tvrdým listnatým, dále mezi významné faktory, které erozi ovlivní jsou klimatické podmínky, orientace k světovým stranám, úhel působení větru. Úbytek dřevní hmoty v exteriéru, vlivem působení eroze, se pohybuje okolo 10 až 15 mm za 100 let u jehličnatých dřevin jako smrk a borovice. U tvrdých listnatých dřevin jako například dub, se tento úbytek pohybuje okolo 1 až 5 mm za 100 let působení.

3.2 BIOLOGICKÁ DEGRADACE DŘEVA

Biologické poškození je zapříčiněno biologickými škůdci, které představují živé organismy jako jsou houby, hmyz, bakterie, plísně či hlodavci a za určitých podmínek, které jsou pro ně příznivé, degradují dřevní hmotu (Lokaj, 2010).

Odolnost masivního dřeva vůči biologickému poškození je závislé především na anatomické stavbě a chemickém složení. Dalším faktorem, který významně ovlivňuje trvanlivost dřeva je obsah vody ve dřevě a v okolním vzduchu. K méně závažným změnám, vytvořených důsledkem působení biologických faktorů jsou barevné změny. K těmto barevným změnám může dojít například pokud se řezivo pomalu suší, nebo při nevhodném skladování výřezů z důvodu zapaření. K zapaření často dochází při dlouhodobém působení teploty 20°C v okolí dřeva a při vlhkosti čerstvého dřeva okolo 50 %. Naopak pokud bude vlhkost dřeva pod 20 %, riziko poškození dřeva je nižší. U některých dřevin je zapaření spojeno se vznikem thyl. Pokud nevhodné podmínky po zapaření trvají déle, následuje tvorba plísní a hub (Horský 1987).

Některé druhy bakterií a plísní uvolňují enzymy, které jsou schopny rozkladu (hydrolýzy) dřeva. Takové enzymy mohou vytvářet barevné změny a rozkládat jednotlivé složky dřevní hmoty. U nativního dřeva se jejich působení projevuje barevnými skvrnami a pruhy spíše výjimečně. Předmětem zájmu výzkumníků, kteří se zaměřují na řízené využívání působení určitých enzymů, je například zvýšení propustnosti dřeva (Pánek 2008).

3.3 OCHRANA DŘEVA

Ideálně zvolený typ ochrany vyplívá z predikce budoucí degradace, která bude na dřevěný prvek působit. S optimální ochranou souvisí i správně zvolený typ dřeviny, stanoviště a zejména v exteriéru jeho umístění a orientace. Pokud bude dřevěný prvek používán v nepříznivých podmínkách, lze ho upravit za pomoci chemických látek, nebo modifikací abychom zvýšili jeho schopnost odolávat degradačním vlivům (Holger a kol., 2009).

Mnoho z ochranných aplikací na dřevo zahrnuje použití toxických či agresivních látek, které mohou mít nepříznivý dopad na říšotní prostředí. Proto je trendem poslední doby výzkum nových ekologicky přívětivějších ochranných postupů a modifikací, jako je termická, hydrotermická úprava dřeva, acetylace a různé pryskyřičné úpravy (Holger a kol., 2009).

3.3.1 KONSTRUKČNÍ OCHRANA

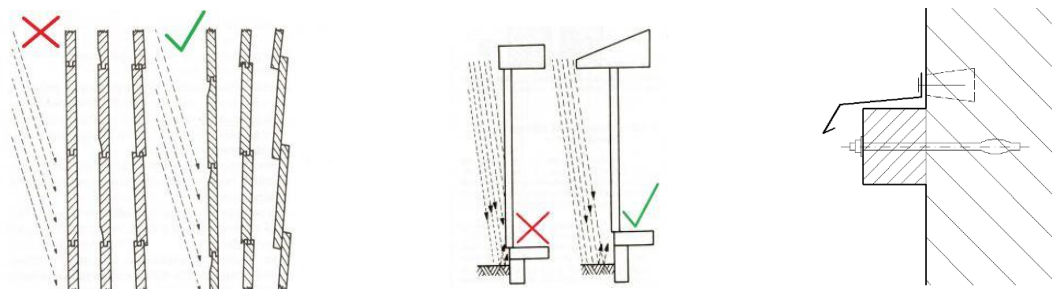
Konstrukční ochranou chceme zajistit ochranu dřevěných prvků v jejich celém životním cyklu od výroby, dopravy, skladování, montáže a především užívání. Tento způsob ochrany by měl být prioritní volbou, než se rozhodneme pro ochranu chemickou, kterou zpravidla volíme, pokud konstrukční ochrana není dostačující, případně to ukládá závazný předpis (tzb-info.cz).

Mezi konstrukční ochranu se řadí mnohé technické a konstrukční opatření, které svým působením chrání dřevní hmotu před degradujícími činiteli jako jsou, povětrnostní vlivy či pronikající vlhkost, s kterou může následovat tvorba dřevokazných hub. Jako typické opatření konstrukční ochrany lze uvést například:

- *Dostatečně dlouhý přesah střechy*
- *Ochrana před odstříkující vodou (obklad, sokl, drenáž)*
- *Zamezení kontaktu se zemí (použití patek)*
- *Optimální tvar dřevěného prvku (sklony, zaoblené rohy proti stojící vodě)*
- *Zastínění čelních ploch*

Všechny prvky vyrobené ze dřeva, či vyrobené na jeho bázi je nutné chránit před vnikající vodou, nebo vlhkostí a zamezit styku se zemí. V kontaktu se zemí je optimální použít trvanlivé dřeviny jako dub, akát či modřín, případně použít prvky, které jsou ošetřeny tlakovou impregnací. V budovách je třeba pravidelně větrat, kvůli zamezení kondezace, použít dostatečnou izolaci a zajistit odvod vlhkosti. Je také nutné dodržet správnou skladbu stěny, aby nedocházelo k tepelným mostům. Při výstavbě novostavy je důležité dodržet vlhkost dřeva v době výstavby, aby byla rovna vlhkostí prostředí, kde budou dřevěné prvky umístěny.

Tato vlhkost by neměla přesáhnout hranici 20 %. Dřevní hmota, která se nachází v exteriéru je tvarově nestálá, a to vlivem vlhkosti a působení teplotních změn (Ptáček, 2009).



Řešení spojů u venkovního obkladu

Přesah střechy proti dešti

Vodorovné oplechování trámu

Obrázek č.5: Příklady konstrukční ochrany (Zdroj: stavba.tzb-info.cz)

METODY KONSTRUKČNÍ OCHRANY DŘEVA

Mezi opatření v rámci konstrukční ochrany dřeva se v praxi řadí různá konstrukční řešení a technologické operace.

Jsou to zejména:

- *Optimální výběr materiálu* – pro náročnější expozice přizpůsobit výběr trvanlivějších dřevin a materiálů na bázi dřeva (vodovzdorné překližky, cementotřískové desky)
- *Vhodné designové řešení* – situování a orientace, navržení ideálního tvaru výrobku, použití vhodných spojů s cílem zamezit přístupu vody a vlhkosti do dřevní hmoty
- *Bariérová povrchová ochrana* – úprava povrchu dřeva za pomoci nátěru, který zaručí mechanicko-fyzikální ochranu proti vodě, biologickým škůdcům

Důležitým faktorem u dřevěné konstrukce je kvalita dřeva, která by měla být v souladu s technickou normou. U navrhování dřevěných stavebních konstrukcí se jedná o normu ČSN 73 1701 (1984). U konstrukčních prvků by se měl minimalizovat podíl čelních (řezných) ploch, které budou orientovány k obloze a přímo vystaveny slunci a dešti. Tyto plochy by měly být ochráněny zastřešením, případně zkosením z důvodu zamezení tvorby výsušných trhlin. Při aplikaci nátěrového systému je vhodné zaoblit hrany, protože následně lépe přilne nátěr a anulujeme tím místo možného narušení povrchové úpravy. Proti povětrnostním vlivům lze dřevo ochránit například jeho ohoblováním. Pokud budeme používat prvky s větším průřezem, je doporučeno použít lepené vrstvené dřevo, je zde eliminován anizotropní charakter a zabráníme tvorbě výsušných trhlin (tzb-info.cz).

Dřevěná konstrukce by měla být situována na slunné provětrávané ploše. Konstrukční prvky by neměly být příliš členité ale spíše kompaktnějšího tvaru a nejlépe zastřešeny. Střecha by neměla být plochá ale se sklonem, který umožní odtok vody mimo konstrukci. Terén by měl optimálně vyspádován, abychom umožnili odtoku vody mimo konstrukci. U ochrany řeziva a dřevěných dílců, jako jsou rámy oken, dveří, podlahové krytiny je nutné chránu zabezpečit i při přepravě, skladování či montáži. Mělo by se vyvarovat, ukládání nechráněných dílců přímo na zem (tzb-info.cz).

Další z důležitých faktorů je samotný výběr druhu dřeva. Jako důležitý aspekt při jeho výběru by měla být zohledněna očekávaná rizika, která ovlivní funkci dřevěného prvku. Z tohoto hlediska je tedy důležité zhodnotit jakou funkci bude tento prvek vykonávat, dále estetickou stránku, cenu a přirozenou odolnost proti biologické degradaci dle EN 350-2 (1996).

Pro stavební účely se často využívají dřevěné kompozitní materiály. Jedná se o materiály na bázi dezintegrovaného dřeva, které je použité ve formě lamel, třisek, dých nebo vláken a je doplněno látky, které mají funkci pojiva. Jako s pojivem se lze často setkat s močovinoformaldehydovým, formaldehydovým, melaminformaldehydovým lepidlem. Dalším přídavkem je například hydrofobizátor, který má ochrannou funkci proti vodě a nejvíce se používá parafín. Výsledné vlastnosti těchto materiálů závisejí na stupni dezintegrace dřevní hmoty, na druhu a množství pojiva a dalších přidaných aditiv, dále hraje velkou roli i použitá technologie při výrobě (tzb-info.cz).

K významným faktorům, které ovlivní konstrukční ochranu dřeva patří i regulace klimatických podmínek v interiérech budov. Fyzikální procesy, které probíhají v materiálech jsou významně ovlivněny nejen jejich složením, ale i okolním klimatem. Jedná se zejména o relativní vlhkost, teplotu, tlak a proudění vzduchu. Proti kondenzaci vodě ve vnitřních prostorách, lze předejít vhodnými klimatickými podmínkami. Pokud se přeci jen kondenzovaná voda objeví, vhodnou klimatizací docílíme jejího rychlejšího odvedení z konstrukce (Reinprecht, 2008).

3.3.2 CHEMICKÁ OCHRANA DŘEVA

Z používaných způsobů ochrany dřeva, je chemická tou nejznámější. Chemická ochrana dřeva se aplikuje za pomoci nátěrových systémů či ochranných prostředků. Chemickou ochranu lze rozdělit na preventivní, proti povětrnostním vlivům, proti působení ohně či biotickým činitelům, které představují dřevokazné a dřevozbarvující houby, hmyz nebo plísňe. Pokud se jedná o ochraně proti dřevokaznému hmyzu, který již dřevo napadl, musí být odstraněno viditelné napadení a následně aplikovat chemickou ochranu. V dřevěných prvků většího průřezu, by měla být chemická ochrana aplikována vícekrát. Pokud zvolíme pouze povrchové ošetření, nezamezíme tím degradační činnosti larev, ty uhynou až po následném prokousání se na ošetřenou povrchovou vrstvu (Reinprecht, 2008).

Pokud se jedná o napadení dřeva plísní, jsou dva základní druhy likvidačních přípravků. Prvním jsou přípravky na bázi chlornanu sodného, jeho aplikací docílíme vybělení povrchu dřeva a druhým jsou přípravky na báziorganických látek. Pokud chceme docílit preventivní účinnosti, je třeba použít přípravek který je typově označen písmenem P dle ČSN 490600-1 odzkoušené podle ČSN 490604 případně ČSN EN 15475 (Reinprecht, 2008).

Chemickou ochranu rozdělujeme do čtyř tříd dle stupně ohrožení:

- *Třída ohrožení 1 a 2 (interiér)*

Ochrana nátěrem, postříkem, ponořením, tlakovou impregnací, případně dlouhodobým máčením.

- *Třída ohrožení 3 (exteriér se zemezením kontaktu se zemí)*

Ochrana nátěrem, postříkem, ponořením, tlakovou impregnací, případně dlouhodobým máčením.

Při zvolení ovhrany nátěrem či postříkem, je potřebné použít vhodný krycí nátěr, který zamezí vzniku trhlin. Pokud zvolíme ochranu dlouhodobým máčením není třeba aplikovat krycí nátěr, pokud byl impregnační prostředek odzkoušen podle požadavků dle ČSN EN 351-1 (2008).

- *Třída ohrožení 4 (exteriér s kontaktem se zemí či sladkou vodou)*

Je třeba použít dřevo, které je ošetřeno talkovou imoregnací. Pokud budeme vybírat optimální chemickou ochranu, musíme zohlednit konstrukční ochranu (tvar prvku, izolace, výběr dřeviny, opracování), dále výběr třídy ohrožení, kde se dřevo bude nacházet a očekávané ochranné vlastnosti (Reinprecht, 2008).

3.4 NÁTĚROVÉ SYSTÉMY

Nátěrem se stává ucelená vrstva na dřevním podkladu, která vznikla nanášením a následným zaschnutím jedné či více vrstev nátěrové látky. Pokud se jedná o nátěr na dřevo, které je umístěného v exteriéru, jsou na něj kladeny vysoké požadavky. Nátěr by měl chránit vůči působením povětrnostích vlivů. Měl by být dostatečně pružný, aby byl schopen kopírovat rozměrové změny dřeva v důsledku jeho navlhavosti. Dále by měl být houževnatý, kvůli odolnosti při mechanickém namáhání (studioaxis.cz)

Nátěry slouží k ochranné a estetické funkci dřevěného prvku. Skládají se z filmotvorné látky neboli pojiva, dále z ředidla a pigmentové složky. S pojivy se lze setkat v devatenácti odlišných formách, jedná se o roztoky, disperze, pojiva ve formě prášků, dále mohou obsahovat nápomocné látky jako rozlivové složky, různá sušidla a odpěňovače. Pigment se skládá z většího množství barevných pigmentů a menším množstvím barevných plniv (Ptáček, 2009).

Ředidlo se skládá z rozpouštědel, a jeho druh následně ovlivní zpracovatelnost, nanášecí techniku a výsledné vlastnosti jako například lesk. Jedná se dle EN ISO 4618:2006 o souhrn veškerých nátěrových hmot nanesených na podklad v tekutém, těstovitém či práškovitém stavu a na tomto podkladu vytvoří souvislou, tenkou vrstvu (Kalendová, 2004).

Správná plikace nátěrového systému na dřevo by měla zaručit zachování jeho vlastností či jejich prohloubení. Nátěrem chráníme dřevo před abiotickými a biotickými vlivy, měníme jeho estetickou stránku či ošetřujeme povrch k docílení specifických vlastností jako například protiskluzná úprava. Transparentní neboli lazurové nátěry tvoří průhledný, zpravidla bezbarvý ochranný film, případně ho lze dobarvit za pomoci pigmentu. Po zaschnutí tvoří nátěr lesklý či matný, průhledný či neprůhledný film o různém stupni barevného odstínu. Složení pojiv je téměř totožné pro transparentní i filmotvorné nátěry (Ptáček, 2009).

Složení nátěrové hmoty může obsahovat kapalně, polotuhé, a tuhé látky či jejich směsi a roztoky. Jejich složky lze rozdělit na:

- *Těkavé* – ředidla a rozpouštědla.
- *Netěkavé* – plniva, organická barviva, filmotvorné látky, pigmenty, aditiva a změkčovadla.

Na vývoj má velký nepřímý vliv legislativa, která klade důraz na snížení obsahu organických těkavých látek VOC (*Volatile Organic Compounds*). Jedná se o organické sloučeniny nebo směs organických sloučenin, mimo methanu, které za teploty 20°C mají tlak par roven a vyšší než 0,01kPa, případně odpovídají těkovosti za konkrétních podmínek jejich použití, a které mohou ve své přítomnosti reagovat za působení slunečního záření s oxidy dusíku za vzniku fotochemických oxidantů (KNH, 2011).

Mezi tyto látky patří například toluen, benzen a ethylbenzen. Pokud se vystavíme práci s těmito látkami v uzavřeném prostředí, hrozí že způsobí například bolest hlavy, malátnost, problémy s dýcháním či alergická onemocnění. Možné řešení, které čistí vzduch s obsahem těchto škodlivých látek, je ionizace vzduchu. Zvýšením záporných iontů v ovzduší, snižuje množství VOC látek a zvýšení kvality prostředí (KNH, 2011).

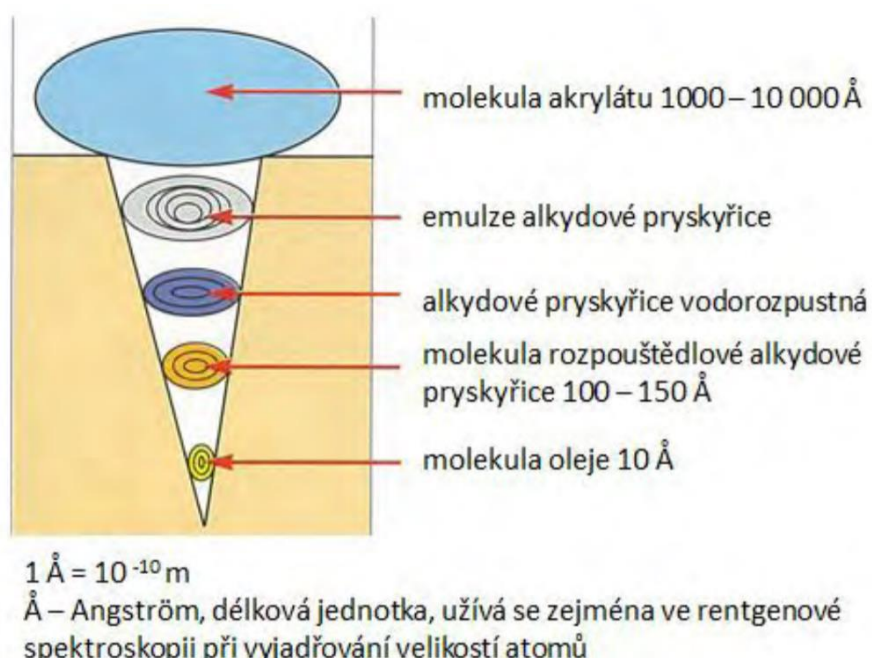
U nátěrových prostředků se upřednostňují vodouředitelné nátěry, s cílem nahradit nebezpečná sikařiva. Tato sikařiva jsou aditiva pojiv, které vytvrzují na vzduchu tím že zesít'ují svou strukturu (KNH, 2011)

3.4.1 SLOŽKY NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ

POJIVA

Jedná se o filmotvorné látky, které po vyschnutí nátěru pojí všechny složky v celek. Jsou nejvýznamější složkou nátěrové hmoty, protože rozhodují o výsledných vlastnostech nátěru. Primární funkcí je, že zajišťují optimální přilnavost k podkladu. Jako pojivo určené pro nátěry na dřevní podklad s použitím v interiéru, slouží upravený lněný olej, dále alkydové pryskyřice nebo deriváty polyuretanové, epoxidové a polyesterové pryskyřice (Hartman a kol., 1988).

V současnosti se v nátěrových systémech určených pro použití v exteriéru, používají jako pojiva syntetické polymery. Pojivem u krycích nátěrů jsou obvykle alkydové pryskyřice, polyuretany či akrylátové disperzní látky. U lazurových nátěrů jsou to také alkydové pryskyřice ale dále ještě vysychavé oleje a polymerní disperze, které jsou založené na akrylátech a alkydových pryskyřicích, nebo na jejich kombinacích (Hartman a kol., 1988).



Obrázek č.6: Porovnání velikosti pojiv (Zdroj: Josef Theo Hein. Hrsg. Von der informationsabteilung der roto frank ag. Holzschutz: Holz und Holzwerkstoffe erhalten und veredeln. Tamm: Wegra-Verl, 1998. ISBN 3921546982)

PIGMENTY A BARVIVA

Pigmenty mají vliv především na vlastosti jako kryvost, tvrdost a rozliv nátěrového systému. Nejdůležitější vlastností je kryvost, a značí schopnost nátěru barevné rozdíly podkladu. Pigmenty mohou být původem organické či anorganické a nátěru dávají barevný odstín. Mezi příklady pigmentů lze uvést titanovou bělobu, chromovou žlut' a zeleň, saze a hliníkový bronz. Pigmenty jsou prostředky s barvicí schopností, které jsou nerozpustné v rozpouštědlech a filmotvorných látkách. Dle obsahu pigmentu můžeme nátěrorové systémy rozdělit na bezbarvé (lazurovací, transparentní) a krycí (pigmentové) (Žák, 1998).

Podíl pigmentu má významný vliv na ovlivnění nátěru UV zářením. Čím více je pigmentu v nátěru, tím více nátěr chrání povrch dřeva účinky UV záření. Bezbarvé nátěrové hmoty se používají k zušlechtění povrchu dřeva a barevné primárně k ochraně před povětrností (Žák, 1998).

ROZPOUŠTĚDLA

Schopností rozpouštědla je rozpustit v sobě látku jinou. Mnoho látek je nejlépe použitelných ve formě roztoku, a proto je úkolem rozpouštědla změnit filmotvornou látku do formy roztoku. Nejpoužívanějším, nejznámějším a nejdostupnějším rozpouštědlem je voda, ale většina filmotvorných složek je ve vodě nerozpustných. Současným trendem je snaha o používání právě rozpouštědel na vodní bázi, z důvodu šetrnosti k životnímu prostředí (Kalendová a kol., 2004).

Rozpouštědla se používají dále k ředění nátěrů, abychom docílili konzistence vhodné k nanesení na podklad. Po aplikaci se rozpouštědlo během zasychání odpařuje. Důležitými vlastnostmi u rozpouštědel jsou: *rozpouštěcí síla, stabilita, těkavost, toxicita barva a hořlavost*. Čím větší molární hmotnost u rozpouštědel je, tím se snižuje jejich rozpouštěcí schopnost. Tudíž kapaliny, které obsahují malé molekuly jsou ideální rozpouštědla a poskytují roztoky o nízké viskozitě (Svoboda a kol., 2007).

Rozpouštědla lze rozdělit na *polární a nepolární*. Zástupci polárních rozpouštědel jsou například voda, alkoholy a ketony. Mezi nepolární lze zařadit alifatické uhlovodíky. Vysoce polární rozpouštědla mají schopnost vytvářet vodíkové vazby a jsou schopny velmi dobře rozpouštět polární filmotvorné látky jako jsou fenolické pryskyřice (Kalendová a kol., 2004).

PLNIVA

Většinou se jedná o anorganické látky, bílé až šedé barvy, které mají malou kryvost. Mezi nejznámější zástupce patří například mastek, kaolin, baryt, křemelina a křída. Tyto látky mohou významně ovlivnit odolnost nátěrového filmu proti vodě. Čím větší je elektrický odpor, tím roste i odolnost vůči vodě (Kalendová a kol., 2004).

ADITIVA

Jedná se o přísady neboli pomocné látky. Jedná se látky, které prohloubí či zmírní určitou vlastnost nátěrového systému. Jako příklad aditiva lze uvést například tužidla, tvrdidla, látky absorbující UV záření, fungicidní aditiva či retardéry hoření. Tyto látky ovlivní výsledné vlastnosti tekutých i suchých nátěrů. Lze tedy říct, že jejich působením dosáhneme specifických vlastností u konkrétního nátěru či usnadníme jeho aplikaci (Hartman a kol., 1988).

3.4.2 DRUHY NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ

OLEJOVÉ NÁTĚRY

Dříve byly často využívány pro povrchové úpravy dřeva ve venkovních podmínkách. Jedná se o nátěrové hmoty na bázi rostlinných olejů, konkrétně laky a fermeže. Laky na bázi oleje obsahují přírodní olej a živice, jsou lesklé, tvrdé a odolné vůči působení vody. Olejové laky velmi dobře pronikají do struktury dřeva, díky malé velikosti molekul. Jejich nevýhodou je dlouhá doba zasychání, nejsou odolné vůči povětrnostním vlivům, jsou citlivé na teplotní změny a jsou křehké. Dále během jednoho až dvou let ztrácí svůj lesk (Reinprecht, 2008).

V současnosti jsou využívány k restaurování historického nábytku, oken a dveří. U fermeží je polymerní řetězec tvořen až po nanesení na dřevo během autooxidačního vysychání triglyceridů, nanesených mastných kyselin vzdušným kyslíkem. Jedná se o nátěry, které nejsou příliš trvanlivé a chemicky odolné (Reinprecht, 2008).

ALKYDOVÉ NÁTĚRY

ALKYDOVÉ PRYSKYŘICE NA BÁZI ROZPOUŠTĚDEL

Podle obsahu oleje lze alkydové pryskyřice rozdělit do tří skupin. První skupina obsahuje méně než 40 % oleje, druhá od 40 do 60 % a třetí více než 60 %. Alkydové pryskyřice vznikají při varu dikarbonových kyselin s vícesytnými alkoholy jako je glycerol, a mystnými kyselinami (talový olej, lněný olej a sójový olej). Tyto nátěry vytvoří během dvou až třech hodin film, následkem autooxidace vysychavých olejů, každopádně do plného vytvrzení je třeba až 72 hodin. Pigmentované impregnace a glazury jsou schopny proniknout až do hloubky 30 μm s tím, že bezbarvé impregnace dosahují ještě hlubšího průniku. Po vytvrzení je nátěr tenký a odolný vůči mechanickému opotřebení. Pokud je třeba docílit povrchu, který bude odolávat náročnému prostředí, lze použít alkydové nátěry s přidavkem insekticidních a fungicidních látek (Reinprecht, 2008).

ALKYDOVÉ PRYSKYŘICE ROZPUSTNÉ VE VODĚ (EMULZE)

V porovnání s alkydovými pryskyřicemi na bázi rozpouštědel a s akryláty, je jejich průnik do struktury dřeva o dost nižší. Jejich výhodou je ekologičnost povrchové úpravy. Pokud se zvolí optimální kombinace surovin, získáme velmi kvalitní vodou ředitelný nátěr na dřevo. Tyto nátěry jsou nejlépe rozpustné ve směsi vody a alkoholu v poměru 8:2, s tím že další ředění je už pouze vodou (Kalendová a spol., 2004).

AKRYLÁTOVÉ DISPERZE

Jedná se o pružné a odolné nátěrové systémy, které dobře odolávají povětrnostním podmínkám, ale jejich nevýhodou je větší velikost molekul a tím neschopnost průniku do struktury dřevní hmoty. Dříve docházelo k odloupávání celých kusů z nátěru, při aplikaci větší tloušťky vrstvy nátěrového systému. V současnosti jsou molekuly menší a také transparentnější, oproti dřívějším mléčným disperzím. Je zde také menší ztráta lesku, oproti olejovým nátěrům (Reinprecht, 2008).

POLYURETANY

Rozdělujeme je na jednosložkové a dvousložkové, disperzní a nereaktivní rozpouštědlové. Jednosložkové polyuretany vytvrzují pomocí chemické reakce se vzdušnou vlhkostí, a naopak u dvousložkových vytvrzující reakci zajišťuje přidané tužidlo. U disperzních typů je pojivo emulgováno do vody a mají horší vlastnosti v porovnání s ostatními typy. U nereaktivních rozpouštědlových vzniká film odpařováním rozpouštědla po nanesení na podklad. Polyuretany vznikají za pomoci reakce vícefunkčních izokyanátů s polyalkoholy. Vynikají velmi dobrou odolností vůči chemikáliemi, povětrnosti, fotodegradaci a mají velmi dobré mechanické vlastnosti jako elasticita a odolnost vůči otěru (studioaxis.cz).

POLYESTERY

Tyto nátěry jsou vyráběny z nenasyčených polyesterových pryskyřic a jsou používány především v interiérech. Používá se převážně na dřevěný nábytek a zajišťuje mechanickou odolnost proti skvrnám, vodoznakům, poškrábání a chemickému působení. Oproti polyuretanu je finálně nákladnější a nedoporučuje se do exteriéru (homeglazer.com).

EPOXIDOVÉ NÁTĚRY

Jedná se o dvousložkové nátěrové hmoty, které vytvrzují během pár hodin. Jejich výhodou je vysoká tvrdost a odolnost jak proti mechanickému, tak proti chemickému namáhání. Lze je brousit, leštit a na rozdíl od polyesterových a polyuretanových pryskyřic se epoxid smršťuje podstatně méně. Pryskyřice reaguje odlišně na UV záření a má tendenci žloutnout a následně již není zcela průsvitná. Existuje však epoxidová pryskyřice s vysokou odolností proti UV záření pro venkovní použití, která žloutnutí odolává (acrylgiessen.com).

NITROCELULÓZOVÉ NÁTĚRY

Jsou vyrobeny z roztoků nitrocelulózy, syntetických pryskyřic, pigmentů a plnidel. Jedná se o rychleschnoucí nátěry (zaschnutí do 1 hodiny), ale mezi jejich nevýhody patří kratká životnost, větší obsah těkavých látek a nejsou odolné vůči mechanickému namáhání a vodě. Tyto nátěry se zpravidla nanášejí ve více vrstvách, z důvodu menšího obsahu netěkavých složek (homeglazer.com).

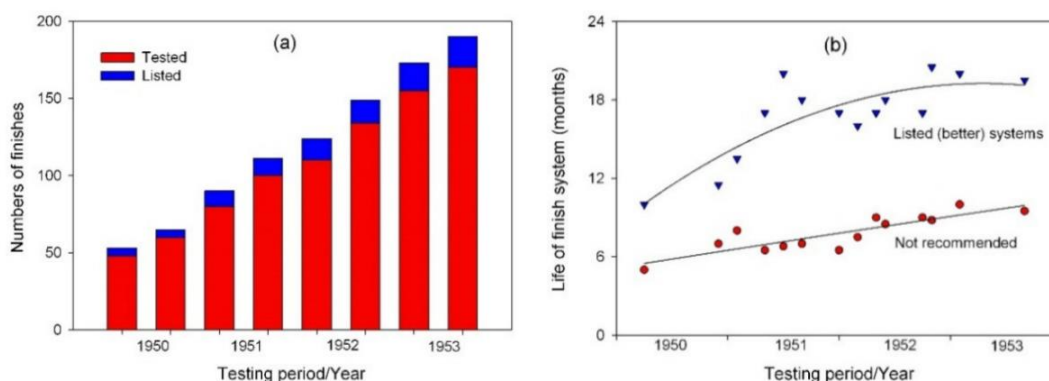
3.5 TRANSPARENTNÍ NÁTĚROVÉ SYSTÉMY

Z pohledu uživatelů je stále rostoucí zájem o dosažení transparentního nátěru, který propojí udržení přírodního vzhledu a zároveň bude schopen chránit dřevní hmotu před přirozeným stárnutím. Bohužel kvalita transparentních nátěrů na dřevě nedosahovala optimálního stupně, pro použití takto upraveného dřeva v exteriérových podmínkách. Pokud by takto upravený materiál použit byl, muselo by se zajistit pravidelné a nákladné údržby těchto prvků (Finishes for Exterior Timber, 1984).

ŽIVOTNOST TRANSPARENTNÍCH NÁTĚRŮ NA DŘEVĚ

V 50. a 60. letech byla životnost transparentních nátěrů velkým tématem obchodních sdružení v rámci dřevozpracujícího průmyslu. Jejich zájem byl podněcován zájmem veřejnosti a výsledkem bylo, že organizace, jako je California Redwood Association a Western Pine Association v USA, zavedly komplexní polní zkoušky, které testovaly trvanlivost čirých nátěrů na dřevě. Kanadská národní rada pro výzkum (NRC) udělala totéž. Výsledky těchto zkoušek každopádně nedopadli dle očekávání a byly zklamáním. Například společnost Western Pine Association zjistila, že cca 90 % transparentních nátěrů, které testovali, neposkytlo uspokojivý výsledek po 8 měsících vystavení exteriéru a zbývajících 10 % mělo maximální životnost 18 měsíců (Sarvis, 1953).

California Redwood Association zahájila v 50. letech rozsáhlý program testování transparentních nátěrů. Předmětem testování bylo téměř 200 různých transparentních povrchových úprav, z nichž pouze několik obstálo jakožto možných kandidátů k použití ve funkci exteriérového nátěrového systému (obrázek č.9 vlevo).



Obrázek č.7: Úspěšně testované transparentní nátěry- modrá barva (vlevo) a výdrž těchto nátěrů v exteriéru (vlevo) (Zdroj: D. Evans, doi:10.3390/coatings5040830)

Tyto uvedené povrchové úpravy selhaly po 20 měsících od expozice v exteriéru a ty méně úspěšné selhaly již během šesti až devíti měsíců (obrázek 9 vpravo) Kvůli těmto neuspokojivým zjištěním přestala asociace California Redwood Association uvádět nebo doporučovat použití čirých povrchových úprav pro použití v exteriéru (Estrada, 1967).

Průběh testování transparentních nátěrů v Evropě v 70. letech dosáhlo podobných výsledků. Ze zkoušek vyplynulo, že cca. 20 % transparentních nátěrů je schopno dosáhnout životnosti alespoň 30 měsíců. Bylo testováno 28 různých povrchových úprav na bázi například fenolových látek, alkydů a epoxidových esterů. Z těchto 28 zástupců bylo pouze 6 z nich po 27 měsících ve venkovní expozici v dobrém stavu. V dalším výzkumu se testovalo 42 nátěrů z toho 24 fenolových laků, 10 alkydů, čtyř polyuretanů, tří epoxidů a jednoho nátěru z acetát-butyrát kalafunové a melaminové celulózy. Pouze osm z těchto nátěrů bylo po dvou letech vystavení v exteriéru v dobrém nebo velmi dobrém stavu a z těchto nátěrů bylo sedm fenolických laků, druhým byl polyuretan, který byl zařazen na osmé místo (Ashton, 1967).

V Chile se testovalo 17 různých povrchových úprav včetně dvou transparentních nátěrů. Jednalo se o alkydový a olejový lak a zjistilo se, že tyto transparentní nátěry rychle selhaly. Oproti pigmentovým nátěrům měly nižší odolnost proti povětrnostním vlivům. Taktéž v Britském Sussexu se zjistilo, že fenolové, alkydové nebo polyuretanové laky po venkovní expozici po dobu 18 měsíců dosáhli takové degradace povrchu dřeva, že by bylo restaurování extrémně náročné (Dickinson, 1972).

3.5.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝDRŽ TRANSPARENTNÍCH NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ

TLOUŠŤKA POVRCHOVÉ VRSTVY NÁTĚRU

Vliv tloušťky filmu nátěru na celkovou trvanlivost byl zkoumán již v roce 1937 autory Schuh a Theuerer. Pozitivních výsledků ohledně malého zlepšení se dosáhlo při aplikaci dvou vrstev oproti jedné, za použití polyuretanového laku na překližce z Douglasky. Podobných výsledků se dosáhlo při nanesení tloušťky filmu v rozmezí 51–152 μm u silikonového transparentního nátěru na borovici Ponderosa, Sekvoji nebo na západním červeném cedru, kde se zkoumal vliv tloušťky nátěru na povětrnostní podmínky. Bylo zjištěno, že je nutné při aplikaci dbát na dostatečnou tloušťku a celistvost transparentního nátěru. Za rizikové byly označeny kruhovitě pórovité dřeviny, protože v oblasti pórů nátěr rychleji selhává a praská, tvoří se puchýřky či se film odlupuje (Van Loon, 1966).

Další pozorování učinilo poznatky, že při aplikaci silnější vrstvy u alkydového transparentního nátěru, silnější vrstva pozitivně ovlivní odolnost vůči průniku dřevozbarvujících a dřevokazných hub, v porovnání s některými tenčími neprůhlednými povrchovými úpravami (Sharp a kol.,1992).

Přes jakékoliv pozitivní účinky tloušťky filmu na odolnost transparentních povlaků, bude výsledkem křehký povrch, který při vystavení slunečnímu záření bude tvořit silné praskliny a odlupování (viz. obrázek č.10), často za méně než 2 roky (Ashton, 1979).



Obrázek 8: Příklad odloupení povrchové úpravy na levé straně vzorku (foto: vlastní)

FLEXIBILITA NÁTĚRU

Praskání čirých nátěrů je známkou toho viz. obr. č.10, že jim chybí dostatečná pružnost, aby se přizpůsobily povrchovým napětím, které se vytváří vlivem rozměrových změn. Díky vláknité povaze je dřevo náchylné k absorpci vlhkosti a následnému bobtnání. K tomu může dojít u většiny exteriérových dřevěných konstrukcí, protože dřevo se přirozeně rozpíná a smršťuje a reaguje tím na změny teploty a vlhkosti. Povrchová úprava aplikovaná na dřevo musí mít dobré pružné vlastnosti, aby během této fyzické změny podkladu nedošlo k prasknutí. Z tohoto důvodu byla flexibilita povlaků předmětem mnoha výzkumů zaměřených na zlepšení výdrže čirých povlaků na dřevě (Evans a kol., 2015).

PŘILNAVOST NÁTĚRU

Řada faktorů na povrstvené dřevěné struktuře může vést ke ztrátě přilnavosti povlaku neboli adheze. Ta je proto důležitou vlastností pro hodnocení dřevěných nátěrů. Typ dřevěného podkladu, například čistý neupravený, zvětralý nebo předem ošetřený, bude pravděpodobně mít značný dopad na adhezivní vlastnosti povlaku k povrchu.

Povlak aplikovaný na nové dřevo, které je řádně předem ošetřeno nebo opatřeno základním nátěrem, často vykazuje lepší adhezni vlastnosti než povlak nanesený na zvětralé dřevo nebo na starší dřevěný podklad, který může mít již dříve nanesený povlak na povrchu. Starší zvětralé dřevo je často chráněno pomocí nátěrů, proto je důležité ověřit přílnavost naneseného nátěru k tomuto stavu (Evans *akol.*, 2015).

3.5.2 ADITIVA ZLEPŠUJÍCÍ ODOLNOST TRANSPARENTNÍCH NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ

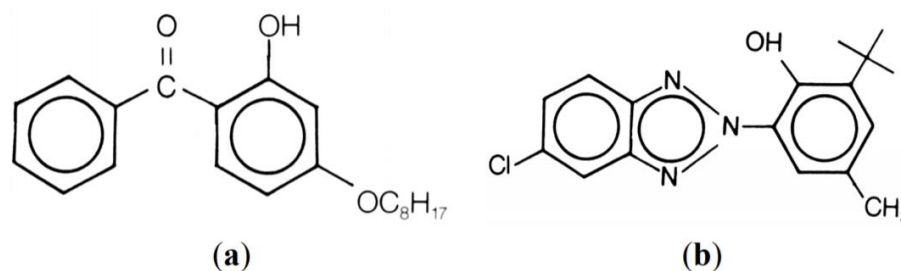
Pro zlepšení odolnosti transparentních systémů se do nátěru přidávají různé fotoprotektivní přísady jako jsou UV absorbéry (UVA), stabilizátory zachycující volné radikály (HALS) a také fungicidy.

UV ABSORBÉRY

UV absorbéry se komerčně začaly používat ve čtyřicátých letech 20. století a jedno z prvních použití, bylo právě pro zlepšení vlastností transparentních nátěrů na dřevo. Pro transparentní nátěrové systémy se běžně používají organické UV absorbéry (UVA) (skupiny benzofenonů, benzotriazolů, triazinů, malonáty...) samotné nebo v kombinaci s HALS (stabilizátory volné světelné radikály), které vykazují synergickou fotoochranu. Tato kombinace může poskytnout dobrou ochranu, ale při dlouhodobé expozici se jejich ochranné schopnosti snižují. Organické UVA přeměňuje škodlivou UV energii na teplo dřívě, než se dostane do dřevní struktury, zatímco HALS zachycuje volné radikály, což je obzvláště důležité, protože lignin může být degradován viditelným světlem až do 500 nm a na těchto vlnových délkách jsou UVA neúčinné (Schaler *akol.*, 2007).

Anorganické UVA, které jsou velikostně podobné nanočásticím, (obvykle 5–50 nm) mohou z dlouhodobého hlediska nabídnout účinnou UV ochranu, protože se během povětrnosti nerozkládají a nemizí z povrchu. 18 (Classen a kol., 2006).

Například výzkum ze 40. let 20. století dokázal, že přidáním UV absorbérů k čirým nitrocelulóзовým lakům docílíme prevence proti ztmavnutí u přírodního a běleného nábytku.



Obrázek 9: Chemické struktury UV absorbérů používaných k fotostabilizaci čirých nátěrů. (a) benzofenon a (b) benzotriazol (Zdroj: D. Evans, doi:10.3390/coatings5040830)

Další výzkum se zabýval testováním účinků 11 různých UV absorbérů v různých koncentracích od 1 % až 8 % pro venkovní použití. Výsledkem bylo, že benzofenonové UV absorbéry v koncentraci 2 % až 8 % byly neúčinnějšími a zároveň bez ztráty lesku povrchu vystaveného povětrnostním vlivům na Floridě po dobu dvou let.

Alternativou ke zvýšení koncentrace UV absorbéru v transparentních nátěrech je výběr těch, které jsou vhodnější při účinkování složek UV záření a viditelného spektra, které způsobují degradaci transparentního nátěru.

Mnoho studií poukazují, že UV absorbéry mají pozitivní vliv na odolnost transparentního nátěru, ale kromě slunečního záření mohou nátěry na dřevě degradovat vlivem vody a plísní. Proto některé studie zjistily, že UV absorbéry mají malý vliv na odolnost transparentních nátěrů na dřevě, které jsou vystaveny povětrnostním vlivům (Shakri, 1995).

STABILIZÁTORY ZACHYCUJÍCÍ VOLNÉ RADIKÁLY (HALS) V KOMBINACI S UV ABSORBÉRY

Předmětem zkoumání byl vliv dvou stabilizátorů typu HALS ve čtyřech různých koncentracích (0,5%, 1,0%, 2,0% a 2,5%) ohledně fotodegradace žloutnutí a ztmavnutí polyesterového transparentního povlaku na hliníkových panelech, které byly vystaveny zrychlenému zvětrávání. Nesledoval se primárně účinek stabilizátorů HALS na reakci žloutnutí nebo ztmavnutí polyesteru, ale kombinace dvou typů stabilizátorů HALS a UVA. Tato kombinace měla pozitivní synergický účinek na snížení fotodegradace povrchové úpravy (Shenoy, 2007).

Další výzkum zjistil, že kombinace HALS a UVA byla lepší při omezování fotodegradace akrylového transparentního povlaku na smrku norském, než když byl použit samotný UVA stabilizátor (Forsthuber, 2011).



Obrázek 10: Účinky přidání UV stabilizátorů (Zdroj: D. Evans, doi:10.3390/coatings5040830)

Na obrázku 10 lze pozorovat účinek přidání UV absorbéru a stabilizátoru zachycující volné radikály (HALS) k transparentnímu nátěru na vzorcích ze dřeviny kempas vystavených povětrnostním vlivům po dobu 18 měsíců v Malajsii.

Zleva doprava: nevystaveno zvětrávání; zvětralé; potah obsahující 2% benzotriazolu UVA; potah obsahující 2% benzotriazolu UVA a 2% HALS; povlak obsahující 2% HALS.

ANORGANICKÉ UV STABILIZÁTORY

Anorganické částice se běžně používají jako pigmenty v transparentních nátěrových systémech. Transparentnost částic lze zvýšit zmenšením jejich velikosti, což vedlo k použití oxidů kovů s malým průměrem velikostí částic (nanočástic) jako fotoprotektivní přísady pro transparentní nátěry na dřevo. Anorganické nanočástice mohou být účinnými UV absorbéry v transparentních nátěrech v závislosti na druhu, velikosti a disperzi nanočástic. Nanočástice mohou mít také pozitivní vliv na schopnost nátěru zamezit absorpci vlhkosti do dřeva (Nikolic a kol., 2015).

Přidáním nanočástic oxidu zinečnatého a oxidu titaničitého, bylo dosaženo lepší trvanlivosti transparentních nátěrů na černém smrkovém dřevě vystaveném zrychlenému zvětrávání.

Dále se porovnávali schopnosti různých anorganických látek jako nanočástice zinku nebo oxidu mědi a organické fotostabilizátory UVA a HALS. Nejlepších fotoprotektivních výsledků bylo dosaženo za pomoci nanočástic z oxidu zinečnatého. Účinná byla také kombinace anorganických a organických UV absorbérů a prokázaly synergické účinky na lesk povlaků (Auclair a kol., 2011)

FUNGICIDY

Povrchové houby nebo plísně rostou na většině materiálů obsahujících uhlík, včetně dřeva. Houby mohou poškodit transparentní nátěry na dřevě, růst uvnitř i pod těmito nátěry a následně mohou urychlit degradaci povrchové úpravy. Růst plísní na barvách a nátěrech může být překvapivě rychlý, zejména ve vlhkém teplém prostředí. Nátěry mohou obsahovat snadno dostupné zdroje sloučenin uhlíku, například plastifikátory, emulgátory, odpěňovače, zahušťovadla. Například některá změkčovadla upřednostňují plísně více než ostatní.

Některé studie ukázaly, že oleje mohou podporovat růst plísní v nátěrech, například lněné, bavlníkové, rybí a sójové oleje. Mezi oleje, které jsou plísněmi méně oblíbené, jsou ty na bázi ropy a některé sulfonované oleje (Benignus, 1947).

Zařazením fungicidů do nátěrů je způsob, jak omezit růst plísní na povrchově upraveném dřevě ale mnoho fungicidů, které jsou vysoce účinné při omezování růstu plísní na nátěru, například sloučeniny rtuti, pentachlorfenol (PCP) a mnoho kovů obsahujících biocidy již nejsou k dispozici. Účinnost biocidů v nátěrech a pod nimi dále klesá s venkovním použitím

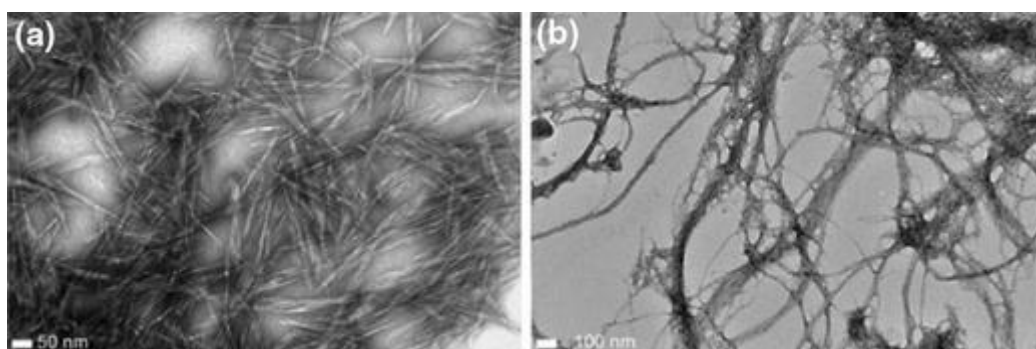
v důsledku těkavosti a v případě organických fungicidů jejich degradace UV zářením (Sandermann a kol., 1958).

Z tohoto důvodu je věnována větší pozornost zamezení růstu plísní na nátěrech snižováním hygroskopicity a dalšími způsoby. Je důležité získání dalších informací o tom, jak například drsnost a smáčivost povrchu ovlivňují kolonizaci plísní a hub.

MODIFIKACE PŘÍMĚSÍ NANOVLÁKEN

Dalším vznikajícím nanoplínem je nanocelulóza, její výhody jsou vysoká pevnost a tuhost, která v případě celulózy přichází s nízkou hustotou, udržitelností a biologickou rozložitelností. Nanocelulóza může mít tvar vláken nebo tyčinkovitých krystalů v závislosti na způsobu výroby. Semikrystalická nanofibrilovaná celulóza (NFC) se obvykle získává mechanickým stříháním ve vysokotlakých homogenizátorech, zatímco krystaly nanocelulózy (NCC), které se často nazývají také celulózové vousy, se běžně vyrábějí kyselou hydrolyzou

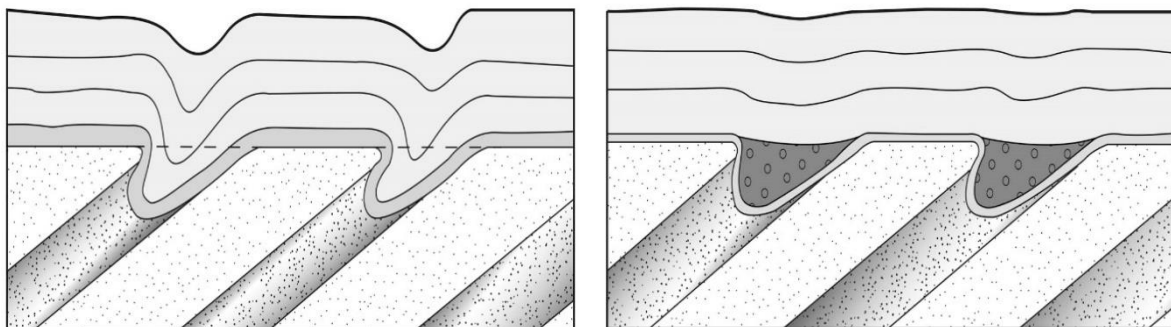
kyselinou sírovou, která odstraňuje amorfni oblasti. Podlouhlá struktura nanocelulózy představuje dobrou příležitost pro přenos napětí podél plniva a může poskytnout vysoké vyztužení pojiv, pokud je dobrá mezifázová adheze. Xu a kol. porovnali chování těchto dvou typů nanocelulózy v klasickém kompozitu polyethylenoxidu (PEO). Vysoká kompatibilita nanocelulózy s PEO celkově vedla k vynikajícímu zlepšení mechanických vlastností, a dokonce ke zvýšení přetržení při selhání. Vyšší poměr stran může vést k zapletení NFC, což vede k vyššímu zvýšení modulu pevnosti v tahu. Ze stejného důvodu jsou však vlákna náchylnější k aglomeraci při podobných úrovních zatížení (Xu a kol., 2013).



Obrázek č.11: Snímky nanovláken s vysokým rozlišením (a) NCC a (b) NFC (reprodukováno se svolením (zdroj: American Chemical Society))

3.6 PLNIČE PÓRŮ

Dřevo je přirozeně porézní materiál, takže je důležité povrch utěsnit, aby se zajistilo, že rozpouštědla v následujících nátěrech nebudou absorbována příliš snadno, což způsobí předčasné vyschnutí a potenciální selhání následných vrstev nátěru. První vrstva základního nátěru také zpevní volná vlákna na povrchu dřeva, což umožní broušení na hladký povrch před nanesením vrchních nátěrů. Například dub má velmi široké a hluboké póry, které se obtížně vyplňují v rozsahu nezbytném pro dosažení hladkého a dostatečně hluboko vyplněného povrchu.



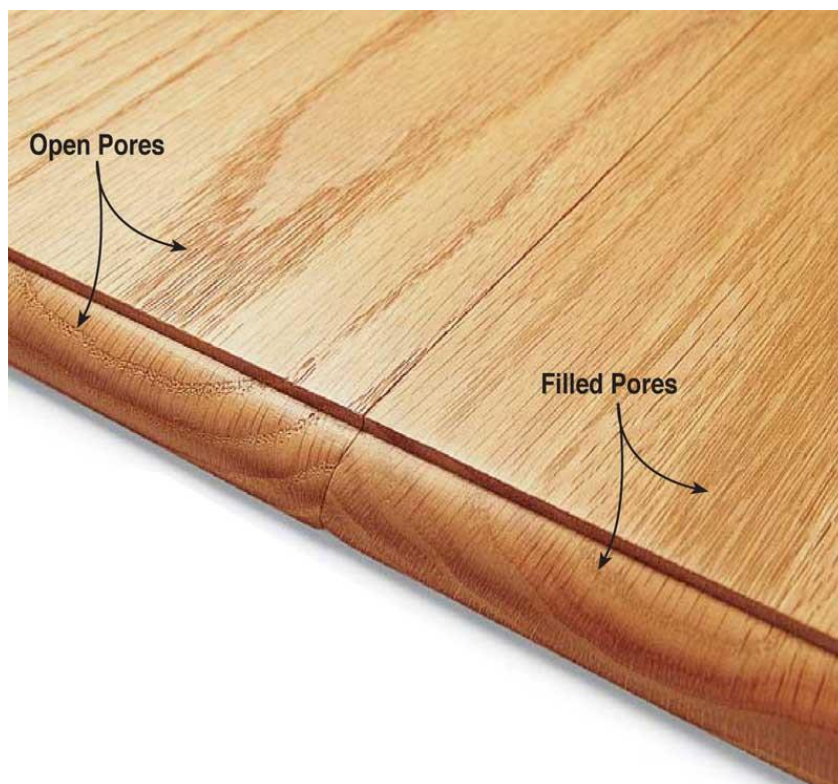
Obrázek č. 12: Rozdíl na dřevě s otevřenými póry: nevyplněný povrch (levá strana) a vyplněný povrch (pravá strana). (Zdroj: hardwoodinfo.com)

PLNIČE NA BÁZI OLEJE

Olejové plniče se většinou skládají z příměsí jemně mletých inertních pigmentů, jako je oxid křemičitý, sádra, pemza. V kombinaci s pryskyřicí a olejem jsou tato plniva trochu tvrdá, ale zůstanou schopná odolávat rozpínání a smršťování dřeva. Tyto plniče mají delší pracovní dobu než plniva na vodní bázi, což jim dává výhodu při práci na velmi velkých plochách, ale vysychání trvá déle. Jsou obecně k dispozici v neutrální (světle béžové) barvě nebo předbarvená, obvykle v tmavších tónech. Existují i plniče na bázi oleje, které jako pojivo používají šelak. Většina těchto plničů před aplikací vyžaduje zředění minerálními lihovinami (canadianwoodworking.com).

PLNIČE NA VODNÍ BÁZI

Vodou ředitelné plniče mají méně nepříjemných výparů, rychleji schnou a jsou kompatibilní prakticky s jakoukoli povrchovou úpravou jako je šelak, lak, úprava na bázi oleje vodou ředitelná úprava. Jsou k dispozici v široké škále barev dřeva, nebo jako neutrální transparentní, případně je lze dobarvit za pomoci univerzálních tónovacích barev. Poskytují velmi pružnou povrchovou úpravu s vynikající odolností proti praskání a jsou doporučeny pro použití na neupravené dřevo. Obecně platí, že kvalitnější základní nátěry na bázi vody používají stoprocentní akrylové pryskyřice a stojí o něco více (canadianwoodworking.com)



Obrázek č. 13: Rozdíl na dubovém dřevě: nevyplněný povrch (levá strana) a vyplněný povrch (pravá strana). (Zdroj: canadianwoodworking.com)

AKRYLÁTOVÉ PLNIČE

Jedná se o nejrozšířenější, nejuniverzálnější a nejsnáze použitelné plniče na trhu. Částičky plniva (zpravidla nitrocelulózy) jsou zde rozptýleny v akrylátové pryskyřici. Bývají výhradně jednosložkové, což znamená, že jsou ihned připravené k použití a jejich charakteristickým rysem je i možnost ředění vodou. Nejsou příliš pružné, naopak jsou snadno brousitelné. Vysychání trvá relativně dlouho a díky odpařování vody mírně zmenšují svůj objem, takže se někdy musí aplikovat opakovaně ve více vrstvách. Určitým nedostatkem je i jejich menší mechanická a chemická odolnost a tím nedoporučené použití v exteriéru (stavebni-vzdelani.cz).

POLYURETANOVÉ, EPOXIDOVÉ, POLYESTEROVÉ PLNIČE

Tuto další velkou skupinu syntetických tmelů spojuje několik společných rysů, a to především že jsou dvousložkové. To znamená potřebují pro své tuhnutí tzv. iniciátor. Po vytvrzení jsou však velice pevné a odolné. Zpravidla rychle schnou, řádově během několika minut. Při vysychání se nepropadají, výborně přilnou a nepraskají ani při nanesení v silnějších vrstvách. Jejich nevýhodou je složitější zpracování a v podstatě i rychlost tuhnutí, která nám může při delším zaváhání celý namíchaný vzorek totálně znehodnotit (stavebni-vzdelani.cz).

ALKYDOVÉ, NITROCELUÓZOVÉ A VOSKOVÉ PLNIČE

O určitý návrat k původním technologiím se pokusili výrobci tmelů na bázi vosků, olejů a přírodních pryskyřic (damary, kalafuny, lněné fermeže) popř. alkydových pryskyřic vyráběných z přírodních olejů. Ředí se zpravidla acetonem nebo terpentýnem, nebo se aplikují za horka a typický je pro ně i velký podíl dřevní hmoty v pojivu. Práce s nimi je o něco složitější a vyžaduje určité zkušenosti. Nicméně jejich nezastupitelné místo je např. v ošetření historického dřeva, nebo všude tam, kde chceme dřevu zachovat původní strukturu a charakter (stavebni-vzdelani.cz).

4 METODIKA

4.1 PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLES

V tomto experimentu byly použity vzorky dubového dřeva (*Quercus robur L.*) o střední hustotě $\rho_0 = 708 \text{ kg / m}^3$ (při obsahu vlhkosti 12 %). Vzorky byly zhotoveny v rozměrech 300 x 78 x 20 mm (podélný x tangenciální x radiální). Dále byly vizuálně vybírány, aby se minimalizovala kvalitativní a vizuální variabilita testovaného dřevěného materiálu. Na každém vzorku byly označeny pozice pro měření 1 – 8 (obr. 14), poté se každý vzorek označil kódem dle konkrétní úpravy.



Obrázek č.14: Značení pozic pro měření (Foto: vlastní)

Kód každého vzorku značí dle pořadí v kódu:

1) **A, B, R** – povrchová úprava konkrétního vzorku:

A – vzorek s aplikací epoxidu Epinal ER 36.14

B – vzorek s aplikací epoxidu Epinal ER 36.14 a plniva Epinal powder TR-P

R – čistý dub

2) **0, 1, 2, 3** – druh aplikovaného transparentního nátěrového systému:

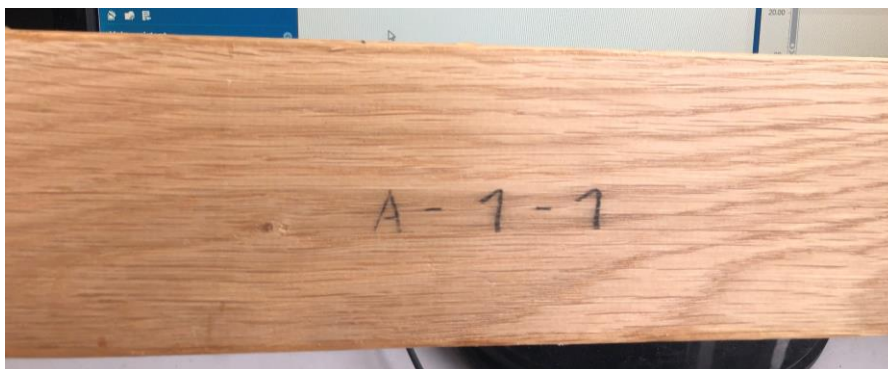
0 – vzorek bez nátěrového systému

1 – aplikace akrylového laku Ewidur Acryl H 1690

2 – aplikace Rhenocryl FK 47 Farblos (1. vrstva) a Adler Protector-Plus 96345 (2. vrstva)

3 – aplikace laku Sherwin-Williams EM 4881-0005 (1. vrstva) a Ciranova Jachtlak (2 vrstvy)

3) **1, 2** – číslo vzorku



Obrázek č.15: Příklad označení zkušebního vzorku (Foto: vlastní)

Následně došlo na samotné povrchové úpravy pomocí epoxidového plniče a testovaných nátěrových systémů. Jako epoxidový plnič byl použit Epinal UR 36.14 s tužidlem UH 36.14 a plnivem Epinal Powder TR-P, to vše od společnosti Bto-epoxy. Příměs plniva Epinal TR-P byla přidávána za dodržení váhového poměru 100:40, jak udává výrobce. Epoxidový plnič byl na povrch vzorku aplikován za pomoci štětce. Po aplikaci plniče se nechala úprava na vzorcích vytvrdnout po dobu 24 hodin, při teplotě 23 °C. Následně nastala aplikace konkrétních nátěrových systémů dle kódového označení. Aplikace nátěrových systémů byla provedena dle pokynů výrobce.



Obrázek č.16,17: Aplikace povrchové úpravy (Foto: vlastní)

Na obě čelní plochy každého ze vzorků byl za pomoci štětce aplikován transparentní silikon, z důvodu minimalizace vnikání vlhkosti, viz. obrázek č. 30. Použit byl univerzální transparentní silikon.



Obrázek č.18: Nanesení silikonové vrstvy na boky (Foto: vlastní)

4.2 SADY ZKUŠEBNÍCH TĚLES

Dle označení vzorků, lze rozeznat jaká povrchová úprava byla použita na konkrétní vzorek. Bylo zhotoveno dvanácti sad vzorků, tyto sady jsou označeny dle prostřední číslice: **0**, **1**, **2**, **3**. První písmeno v označení informuje, zda byl použit epoxidový plnič (**úprava A**), epoxidový plnič s příměsí plniva Epinal powder TR-P (**úprava B**) a zda se jednalo o vzorek bez aplikace epoxidového plniče (**úprava R**).

Z toho vyplývá, že máme 3 sady vzorků o různé povrchové úpravě:

A-0 – vzorek s epoxidovým plničem bez nátěrového systému

A-1 – vzorek s epoxidovým plničem a s aplikací dvousložkového akrylového laku Ewidur Acryl H 1690

A-2 – vzorek s epoxidovým plničem a s aplikací slabovrstvé lazury Rhenocryl FK 47 Farblos (1. vrstva) a bezbarvá impregnační lazura na bázi nanotechnologií Adler Protector-Plus 96345 (2. vrstva)

A-3 – vzorek s epoxidovým plničem a s aplikací laku voděodolného Sherwin-Williams EM 4881-0005 (1. vrstva) a Ciranova Jachtlak (2 vrstvy)

B-0 – vzorek s epoxidovým plničem a plnivem TR-P, bez nátěrového systému

B-1 – vzorek s epoxidovým plničem a plnivem TR-P s aplikací dvousložkového akrylového laku Ewidur Acryl H 1690

B-2 – vzorek s epoxidovým plničem a plnivem TR-P s aplikací slabovrstvé lazury Rhenocryl FK 47 Farblos (1. vrstva) a bezbarvá impregnační lazura na bázi nanotechnologií Adler Protector-Plus 96345 (2. vrstva)

B-3 – vzorek s epoxidovým plničem a plnivem TR-P s aplikací voděodolného laku Sherwin-Williams EM 4881-0005 (1. vrstva) a Ciranova Jachtlak (2 vrstvy)

R-0 – vzorek bez epoxidového plniče a bez nátěrového systému

R-1 – vzorek bez epoxidového plniče s aplikací dvousložkového akrylového laku Ewidur Acryl H 1690

R-2 – vzorek bez epoxidového plniče s aplikací slabovrstvé lazury Rhenocryl FK 47 Farblos (1. vrstva) a bezbarvá impregnační lazura na bázi nanotechnologií Adler Protector-Plus 96345 (2. vrstva)

R-3 – vzorek bez epoxidového plniče s aplikací voděodolného laku Sherwin-Williams EM 4881-0005 (1. vrstva) a Ciranova Jachtlak (2 vrstvy)

Zvolené druhy nátěrových systémů byly aplikovány na vzorky s povrchovými úpravami **A**, **B**, **R**, kde se ve výsledku dosáhlo kombinací všech nátěrových systémů s různě upraveným povrchem dubových vzorků. Takže jsme docílili dvanácti sad vzorků o různých variantách povrchové úpravy a nátěrového systému. Každá sada obsahovala 2 kusy vzorků a 1 referenční kus.

4.3 MĚŘENÉ VLASTNOSTI NÁTĚROVÉHO SYSTÉMU

4.3.1 LESK

Povrchové úpravy dřeva zlepšují estetické vnímání a poskytují lepší čistitelnost a ochranu povrchu proti vlivům, jako je teplo, světlo, vlhkost, vítr a oděr. Povrchová úprava může zlepšit celkové estetické vnímání dřeva, a to především leskem. Změny lesku byly zaznamenávány pomocí leskoměru KSJ MG268-F2 na základě EN ISO 2813: 2014. Přístroj zaznamenává hodnoty lesku v úhlech 20°, 60° a 85 dopadajícího světla. Zaznamenávané hodnoty pro výzkum byly ty v úhlu 60°. Na každém vzorku bylo měření provedeno na čtyřech pozicích.



Obrázek č.19,20: Měření leskoměrem KSJ (Foto: vlastní)

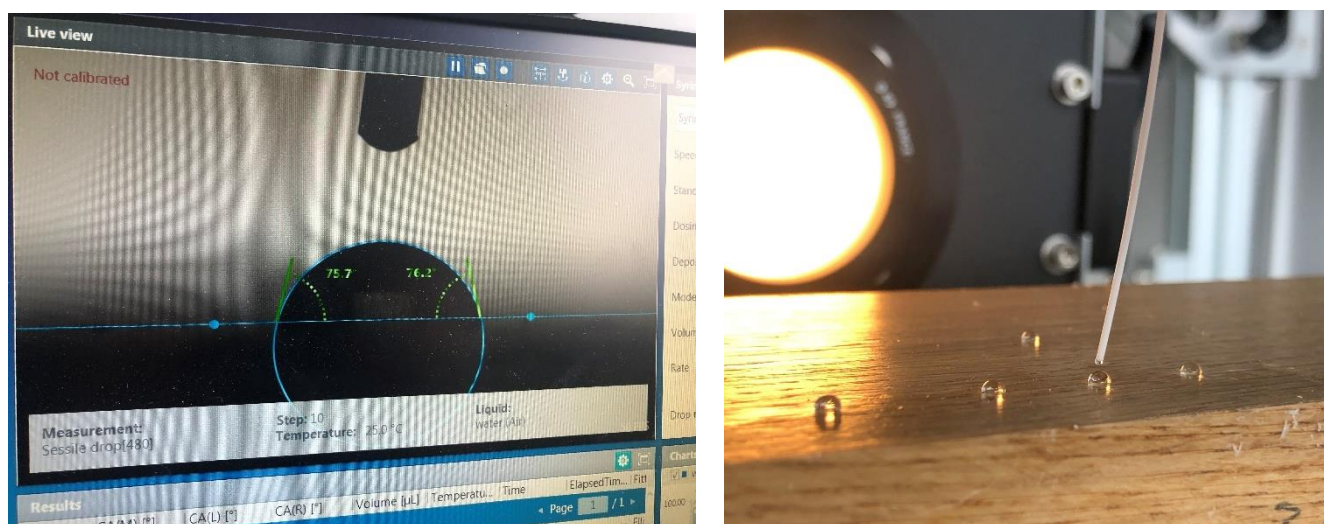
4.3.2 SMÁČIVOST

Smáčivost byla měřena pomocí goniometru Krüss DSA 30E a na softwaru Advance také od společnosti Krüss. Měřený údaj na goniometru byl kontaktní úhel ($CA_{\text{povlak } ^\circ}$, $CA_{\text{voda } ^\circ}$) pomocí něhož se vyjadřuje smáčivost.



Obrázek 21,22: Goniometr Krüss (Foto: vlastní)

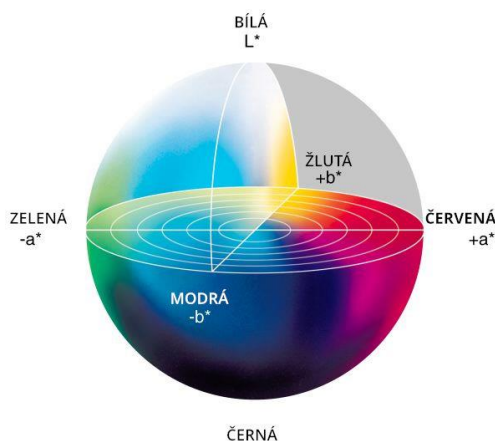
Na radiální, povrchově upravenou či neupravenou plochu zkušební vzorku se spustila kapka o objemu 5 μl . Jako polární kapalina byla použita destilovaná voda. Hodnotu jsme získali po uplynutí 5 sekund kontaktu kapky s povrchem, s tím že na každém vzorku se měřilo 5 opakování.



Obrázek č.23,24: Měření smáčivosti (Foto: vlastní)

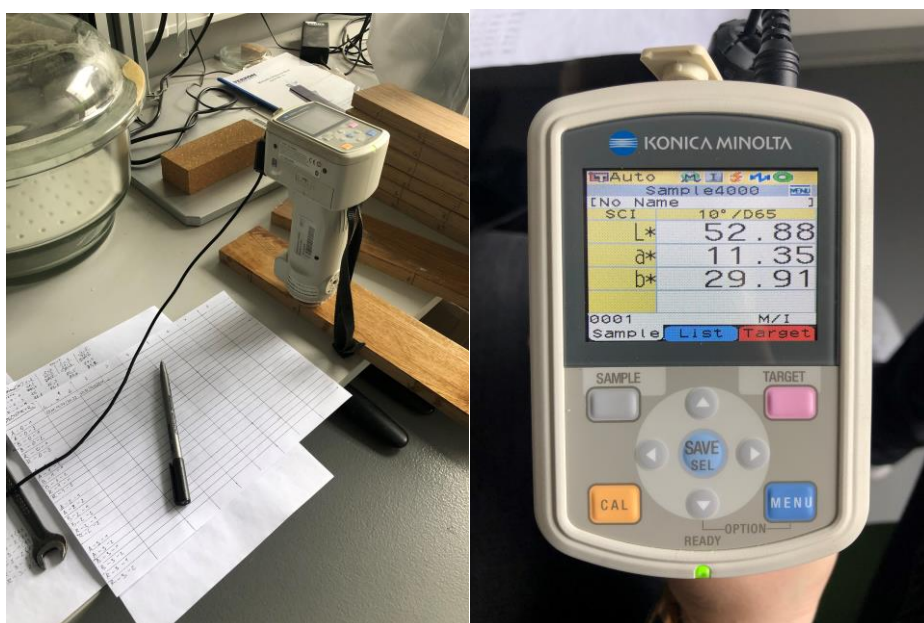
4.3.3 BAREVNÉ ZMĚNY

Měření barvy povrchu byla prováděna spektrofotometrem Konica Minolta VTL CM-600d. Měření byla provedena na osmi označených místech vždy 4x na obou krajích daného tělesa. Barevné změny byly zaznamenávány v barevném spektru LAB, které jsou možné zachytit lidským okem. Z tohoto spektra jsou pro nás důležité souřadnice $L^*a^*b^*$, které změní barvu v konkrétním odstínu, jasu a sytosti.



Obrázek č.25: barevný prostor LAB (<https://kopina.cz/terminologie/36958/lab/>)

Spektrofotometr byl nastaven na pozorovací úhel 10° , světelný zdroj D65 a metodu SCI viz obrázek č.25 a 26. Měření probíhalo dle kritérií CIE a dle norem ISO 7724-1, ISO 7724-2 a ISO 7724-3.



Obrázek č.26,27: Fotospektrometr Konica Minolta (Foto: vlastní)

Na obrázku č.27 je znázorněno 8 pozic na každém vzorku, kde probíhalo měření barevného spektra pomocí fotospektrometru.



Obrázek č.28: Pozice měření barevného spektra (Foto: vlastní)

Celková barevná změna ΔE^* byla měřena pomocí systému pro měření barev CIE L^* a^* b^* podle CIE z roku 1976.

Podle euklidovské vzdálenosti byl následně vypočítán celkový barevný rozdíl ΔE^* (CIE 1986) pomocí rovnice:

$$\Delta L^* = L^{*1} - L^{*0}$$

$$\Delta a^* = a^{*1} - a^{*0}$$

$$\Delta b^* = b^{*1} - b^{*0}$$

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

L^* je jas, či světlost barvy od 0 (černá) do 100 (bílá),

a^* je odstín mezi červenou (+60) a zelenou (-60),

b^* je odstín mezi žlutou (+60) a modrou (-60).

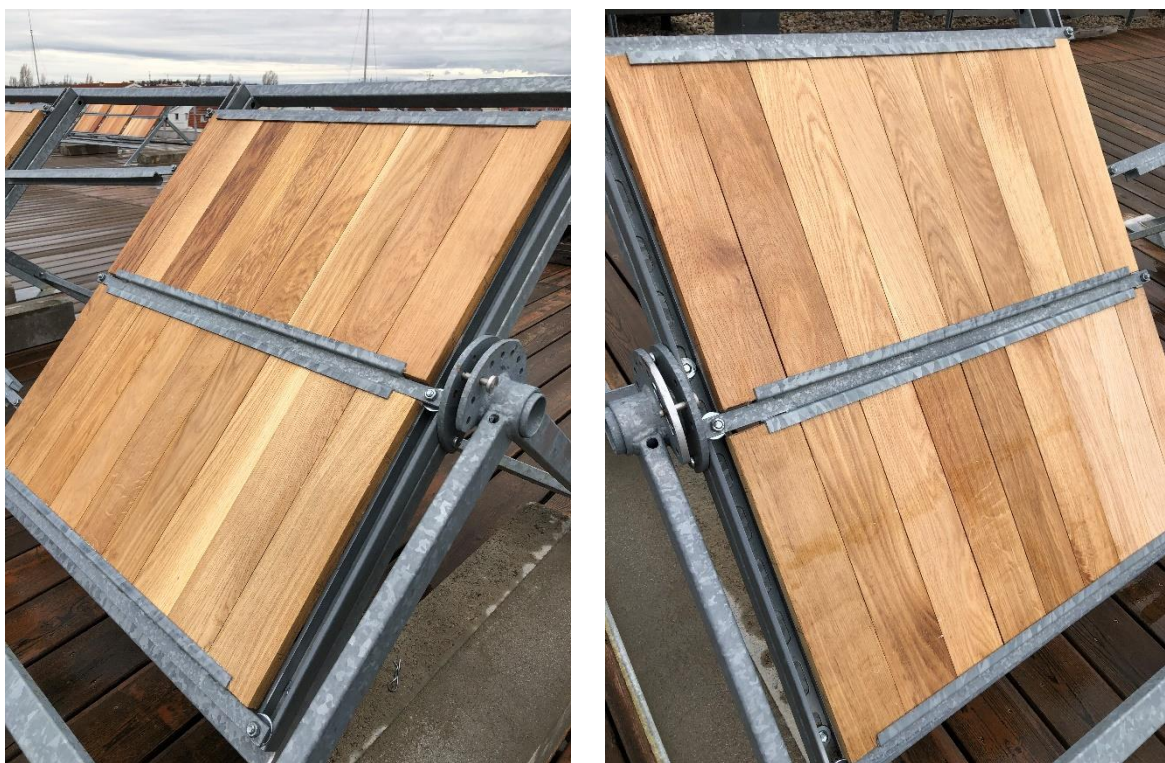
Tabulka 1: Hodnoty L^*, a^*, b^*

$0,2 < \Delta E^*$	neviditelný rozdíl
$0,2 < \Delta E^* < 2$	malý rozdíl
$2 < \Delta E^* < 3$	barevná změna viditelná vysoce kvalitním filtrem
$3 < \Delta E^* < 6$	barevná změna viditelná středně kvalitním filtrem
$6 < \Delta E^* < 12$	velké barevné změny
$\Delta E^* > 12$	odlišná barva

4.4 ZKOUŠKA PŘIROZENÉHO STÁRNUTÍ DLE ČSN 927-3

Testování povětrnostní degradace na vzorcích trvalo po dobu 9 měsíců, konkrétně začalo 3. 3. 2020 a výstupní hodnoty byly zapsány 3. 12. 2021. Celý průběh zkoumání probíhal na České zemědělské univerzitě, přesněji na střeše dřevařského pavilonu na Praze- Suchdol. Tato lokalita se nachází v mírném podnebném pásmu v nadmořské výšce 300 m.

Zkušební tělesa byla na pevně umístěna ve stojanech s orientací k jižní straně v úhlu 45°, který zajistí urychlenou degradaci prvků, umístěných ve vertikálním směru, a naopak pozvolnější degradaci u vertikálních prvků (Evans, 1996).



Obrázek č.29, 30: Vystavení těles povětrnostnímu stárnutí (Foto: vlastní)
Na výstupním měření byla zkušební tělesa stabilizována na teplotu 20 ± 2 °.

Trvanlivost nátěrového systému ovlivňuje:

- Kvalita úpravy povrchu, na který se aplikuje nátěr (*broušení, zaoblení ostrých hran*)
- Aplikační metoda konkrétního nátěru, podmínky prostředí při aplikaci (*vlhkost, teplota*)
- Dostatečná konstrukční ochrana
- Barevný odstín nátěrového systému

U přirozených a umělých zkoušek trvanlivosti se sleduje a hodnotí celý povrch nátěrového systému. V ČR se nátěrové systémy určené pro použití v exteriéru dříve zkoušely dle:

- *TP VVÚD 3.64.001* - Povětrnostní zkouška se zrychlenou simulací stárnutí nátěru, která trvala 9 týdnů a nátěr byl vystaven vodě, UV záření a mrazu. Dle výsledků se posoudila vhodnost nátěru pro použití v exteriéru. Pokud nátěr prošel všemi zkouškami, dle specifických kritérií, dalo se předpokládat, že bude schopen vydržet v exteriéru po dobu 5 let bez dodatečné údržby.
- *TP VVÚD 3.64.002*- Tato povětrnostní zkouška byla již přirozená a povrch s nátěrovým systémem byl vystaven po dobu 5 let v exteriéru. U zkoušky se dal dobře sledovat stupeň degradace po dobu expozice.

Následně byl zaveden soubor norem ČSN EN 927 1 až 6. Normy ČSN EN 927 1 a 2 jsou normy pojednávající pouze o požadavcích. Nás zajímá především 3. část z této normy, kde se jedná o přirozém stárnutí dřeva.

- *ČSN EN 927-1: Nátěrové hmoty a systémy na dřevo, které je použito v exteriéru.* Norma kategorizuje vzhled a konečné použití nátěru, dále stanovuje požadavky pro posouzení nátěru pro určitá použití.
- *ČSN EN 927-2: Nátěrové hmoty a systémy na dřevo, které je použito v exteriéru.*

V této normě se jedná o kritéria pro hodnocení funkčních vlastností nátěrů na dřevě v exteriéru. „Požadavky na vlastnosti jsou specifikovány podle tří kategorií konečného použití (definovaných v EN 927-1) na základě dvou povinných, a to zkoušky přirozeným stárnutím prováděné podle EN 927-3 a zkoušky propustnosti pro vodu podle EN 927-5.“

- *ČSN EN 927-3: Nátěrové hmoty a systémy na dřevo, které je použito v exteriéru.*

Část 3: Jedná se o zkoušku přirozeného stárnutí, kde jsou vzorky umístěny ve stojanu, který svírá úhel 45° a je orientován k jižní straně s náročnějšími povětrnostními podmínkami. Po uplynutí doby expozice se hodnotí míra degradace jako jsou trhliny, odlupování nátěru, puchýře, biotická degradace, změny barvy a lesku apod. Následně je po této metodě povrchová úprava kategorizována dle užití definovaného v normě ČSN EN 927-1.

- *ČSN EN 927-5: Nátěrové hmoty a systémy na dřevo, které je použito v exteriéru.*

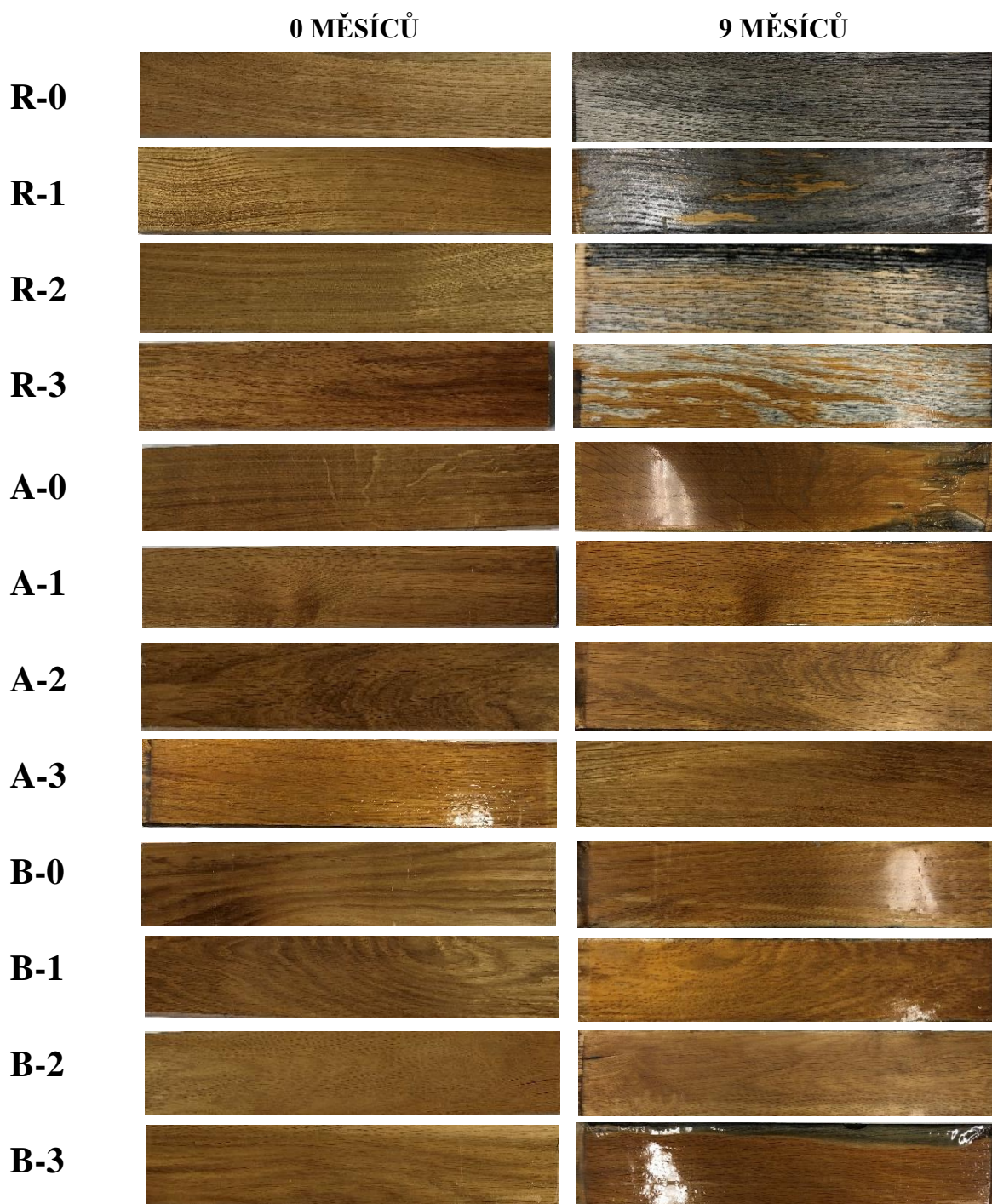
Náplní této normy je zhodnocení propustnosti vody, pokud voda je schopna proniknout do dřevní hmoty, způsobí změnu v rozměrech a je přístupnou branou pro biotickou degradaci jako jsou plísně a dřevozbarvující a následně i dřevokazné houby. Je tedy od nátěrového systému žádoucí, aby zabránil průniku vody do dřeva.

5 VÝSLEDKY

Všechny naměřené hodnoty jsou zaznamenány na počátku experimentu, tedy hodnoty vstupní, a výstupní hodnoty byly zaznamenány po 9 měsících trvání expozice. Jak již bylo zmíněno, pro první stádium výzkumu byly potřebné výsledné hodnoty měřeny již po 9 měsících, každopádně výzkum na těchto vzorcích stále pokračuje. Všechny hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení v programu Statistica 12, ve kterém bylo využito průměrných hodnot, směrodatných odchylek a stanovení Tukeyova testu na hladině významnosti 95 %. Statistické vyhodnocení určilo významné faktory a jejich interakci (epoxidový plnič, plnivo, druh nátěrového systému) na sledované změny lesku, barvy a smáčivosti.

5.1 VIZUÁLNÍ HODNOCENÍ

Levá fotografie ukazuje vždy vzorek s určitou povrchovou úpravou před začátkem expozice a pravá fotografie poukazuje na konečný stav po 9 měsících vystavení expozičním podmínkám.



Obrázek č.31: Jednotlivé povrchové úpravy před a po expozici (Foto: vlastní)

Z celkového vizuálního zhodnocení plyne jasné zjištění, že vzorky úpravy R, tedy bez aplikace epoxidového plniče dosáhly nejhorších vizuálních i naměřených výsledků. Z těchto neupravených vzorků dosáhla nejmenší degradace povrchu úprava R-3, kde zbyly větší části povrchové úpravy. U ostatních vzorků lze pozorovat výrazná ztráta barevného odstínu a celkové zešedivění.

U vzorků upravených epoxidovým plničem se docílilo výrazně lepšího povrchu po absolvování expozice. K dalšímu posouzení a sledování degradace povrchu na těchto vzorcích by byla třeba delší doba expozice. V rámci 9 měsíců se zde velká degradace neprojevila, pouze z důvodu náročné aplikace plniče a nátěru na hrany vzorků, se u některých vzorků z úprav A-0 a B-3 (obrázek č.32) začala odlupovat povrchová úprava a okamžitě dřevo pod ní začalo degradovat. Toto odlupování bylo zapříčiněno z důvodu slabé vrstvy a přilnavosti na hraně vzorků. Pokud by byly hrany zaoblené, je možné že by se docílilo lepší adheze a následné životnosti povrchové úpravy.

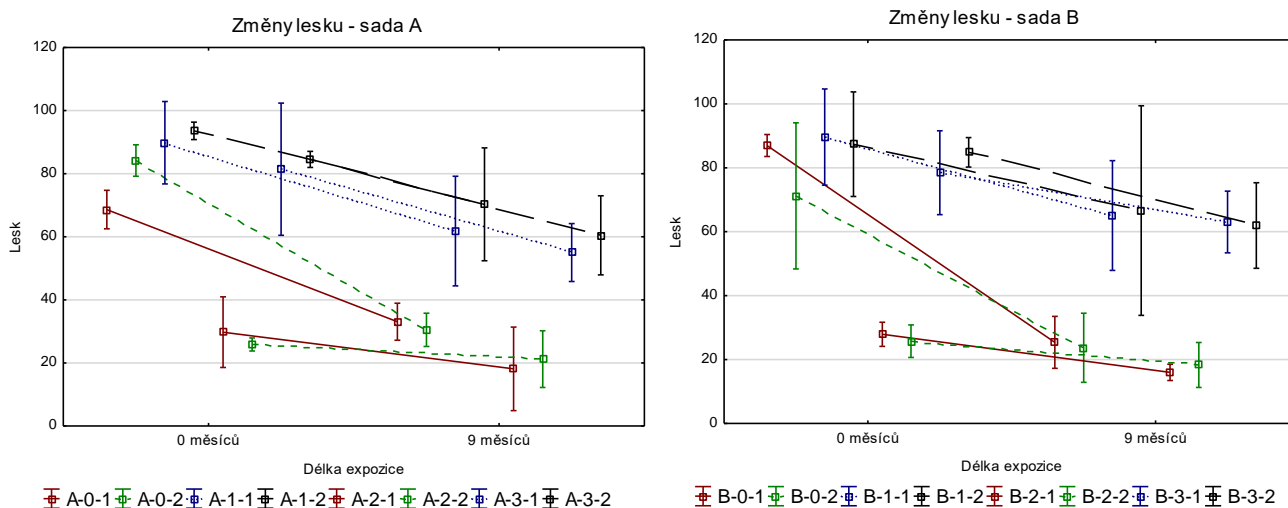


Obrázek č.32: Ukázka porušení nátěrového filmu (Foto: vlastní)

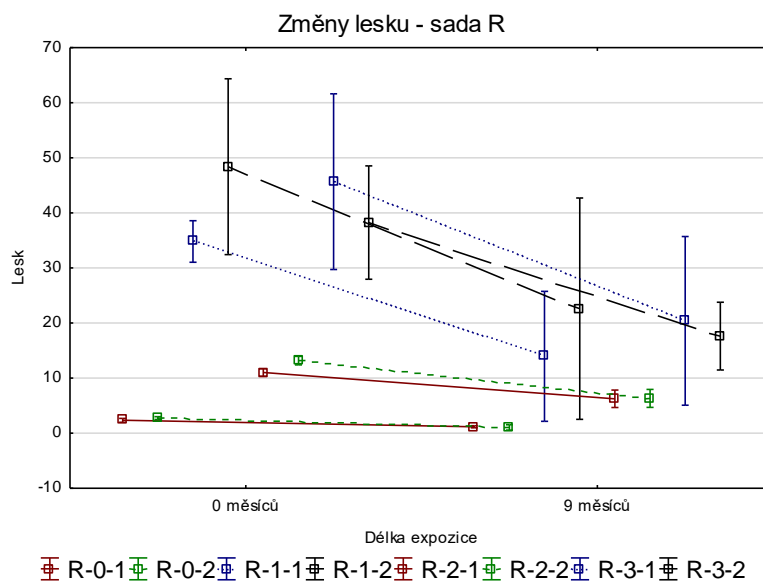
5.2 VÝSLEDNÉ ZMĚNY LESKU

Jak již bylo patrné během prvního vstupního měření hodnot lesku, vzorky s nátěry, kde byl použit epoxidový plnič (úpravy A a B) dosahovaly vyšších hodnot oproti vzorkům, kde plnič nebyl (úprava R). Jak lze pozorovat na statistických grafech (č.1, 2 a 3) úprava bez epoxidového plniče dosáhla vstupních hodnot okolo hranice 50, což je skoro o polovinu méně oproti vzorkům s epoxidovým plněčem. Nejvyšších hodnot lesku, bez epoxidového plniče dosáhly vzorky s úpravami R-1 a R-3.

U vzorků, kde bylo použito epoxidového plniče (úprava A) a plniče s příměsí plniva (úprava B), bylo dosaženo nejlepších hodnot s akrylovým lakem (A-1, B-1) u obou jmenovaných. Úprava A-3 dosáhla podobných hodnot. Tyto dvě úpravy dosáhly hodnot lesku po ukončení expozice okolo hranice 60, což vzorky s absencí epoxidového plniče nedosáhly ani před začátkem expozice. Nejnižších hodnot bylo dosaženo při úpravě povrchu slabovrstvou lazurov v první vrstvě a bezbarvou impregnační lazurov na bázi nanotechnologií ve vrstvě druhé (A-2, B-2). Z celkového pohledu na výsledné hodnoty se nejlépe vedlo úpravě A-1. Toto zjištění koresponduje i s provedenými HSD testy statistické významnosti s použitím 95% úrovně významnosti, uvedenými v příloze A.



Grafy č.1 a 2: Změny lesku u sad vzorků s úpravou A a B.

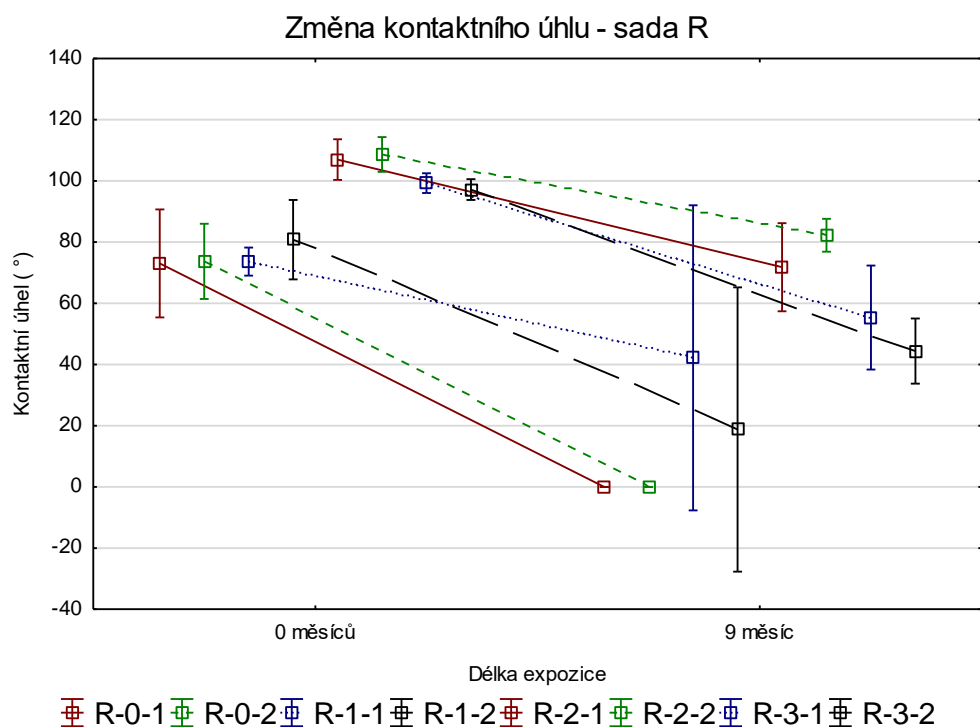


Graf č.3: Změny lesku u sady vzorků s úpravou R.

5.3 VÝSLEDNÉ ZMĚNY SMÁČIVOSTI POVRCHU

Změny smáčivosti byly vyhodnoceny po 9 měsících působení povětrnostního stárnutí. Z naměřených hodnot je zřejmé, že se po dobu expozice smáčivost povrchu zvyšovala a tím se zároveň snižoval kontaktní úhel. Jak uvedl Petrič a ko., (2015) pokles smáčivosti na 0° znamená celkovou degradaci povlaku nebo povrchových vrstev dřeva v důsledku povětrnostních vlivů. Výraznější pokles oproti výchozím hodnotám ($CA_{\text{voda}}^\circ = \text{od } 100^\circ \text{ do } 80^\circ$) také naznačuje narušení ochranné funkce povlaku proti vodě (Pánek a kol.,2017)

Z grafu (č.4) lze názorně vidět, že u vzorků bez epoxidového plniče (úprava R) byl trend poklesu kontaktního úhlu vesměs stejný. Zde dosáhla nejlepších vstupních i výstupních hodnot povrchová úprava slabovrstvou lazurov v první vrstvě a bezbarvou impregnační lazurov na bázi nanotechnologií ve vrstvě druhé (R-2). Konkrétně tato úprava dosáhla před expozicí v průměru $106,98^\circ$ a po expozici $77,03^\circ$ kontaktního úhlu, což značí zvýšení smáčivosti o 28 %. Naopak nejnižších hodnot dosáhla úprava (R-1), tedy úprava dvousložkovým akrylovým lakem. Zde bylo dosaženo na vstupních měření průměrné hodnoty $77,2^\circ$ a $25,4^\circ$ na konci expozice. Statistická významnost se potvrdila i v rámci Tukeyova HSD testu v příloze A. Jedná se o pokles kontaktního úhlu o 67 %. Úplně nejnižších hodnot dosáhla úprava (R-0), tedy čistý dub. Zde bylo naměřeno na vstupních měření průměrné hodnoty kontaktního úhlu $72,5^\circ$ a 0° po uplynutí 9 měsíců expozice.



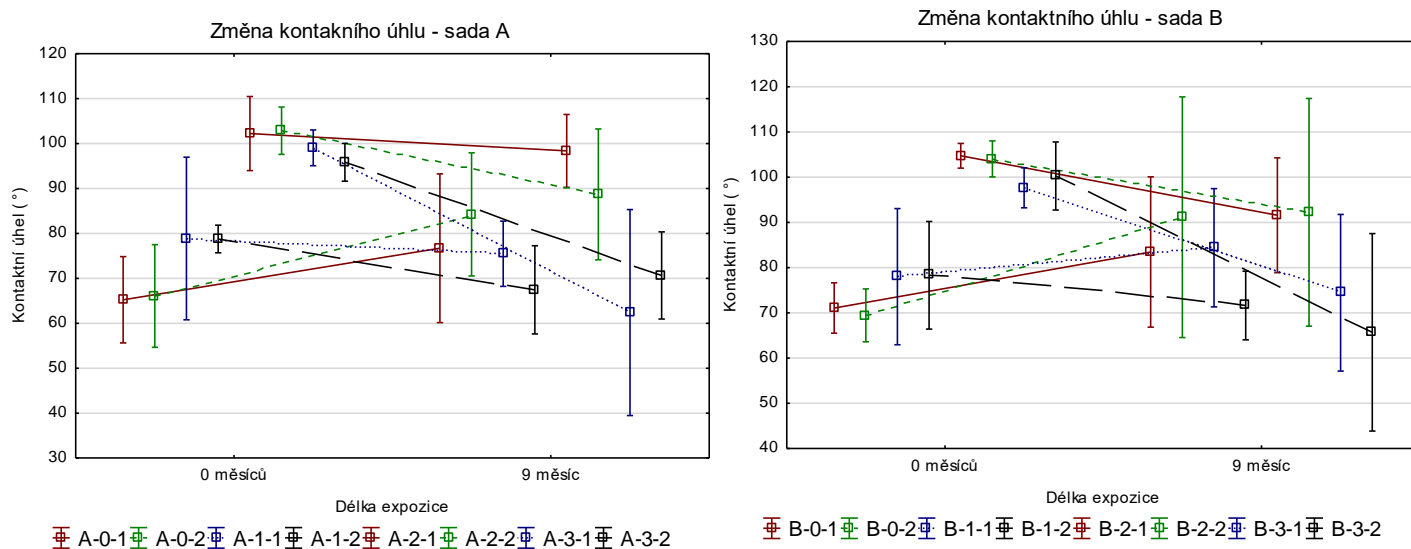
Graf č.4: Změny kontaktního úhlu u sady vozků s úpravou R.

U vzorků s aplikací epoxidového plniče (*úprava A*) a navíc s příměsí plniva (*úprava B*), bylo naměřeno v průměru velmi podobných hodnot.

U obou variant lze z grafů (č.5 a 6) pozorovat, že pokud byl vzorek upraven epoxidový plničem nebo plničem s příměsí plniva, ale nebylo použito žádného nátěrového systému (*A-0*, *B-0*), na vstupních měřeních bylo naměřeno v průměru $67,9^\circ$ což je nejnižší vstupní hodnota oproti těm s aplikovaným nátěrem. Každopádně vlivem zvětšující se drsnosti povrchu u těchto vzorků byl trend takový, že hodnoty kontaktního úhlu se po 9 měsících zvýšily na průměrnou hodnotu $83,8^\circ$, to značí změnu kontaktního úhlu a pokles smáčivosti o 19 %.

U povrchově upravených vozků nátěrovým systémem byly naměřeny nejvyšší hodnoty u vzorků s povrchovou úpravou slabovrstvou lazurou v první vrstvě a bezbarvou impregnační lazurou na bázi nanotechnologií (*A-2*, *B-2*). Na měření vstupních hodnot byl kontaktní úhel u těchto vzorků v průměru $103,6^\circ$ a po uplynutí expozice $92,4^\circ$, což je nárůst smáčivosti o 11 %. Toto zjištění koresponduje i s provedenými HSD testy statistické významnosti s použitím 95% úrovně významnosti, uvedenými v příloze A. Tento nátěrový systém si na podkladu s plničem z čistého epoxidu vedl o něco málo lépe než u plniče s příměsí plniva, konkrétně o 2 %.

U vzorků s úpravou A-3 a B-3, bylo před expozicí dosaženo vysokých hodnot, konkrétně pouze o 5,5° méně, než u vzorků A-2 a B-2, které dosáhly nejvyšších hodnot kontaktního úhlu. Po uplynutí devíti měsíční expozice, bylo ale na těchto vzorcích naměřeno nejnižších hodnot, a to v průměru 68°. Zde se jedná o zvýšení smáčivosti a pokles kontaktního úhlu o 31 % za 9 měsíců povětrnostního stárnutí.



Grafy č.5 a 6: Změny kontaktního úhlu u sad vzorků s úpravou A a B.

5.4 VÝSLEDNÉ BAREVNÉ ZMĚNY

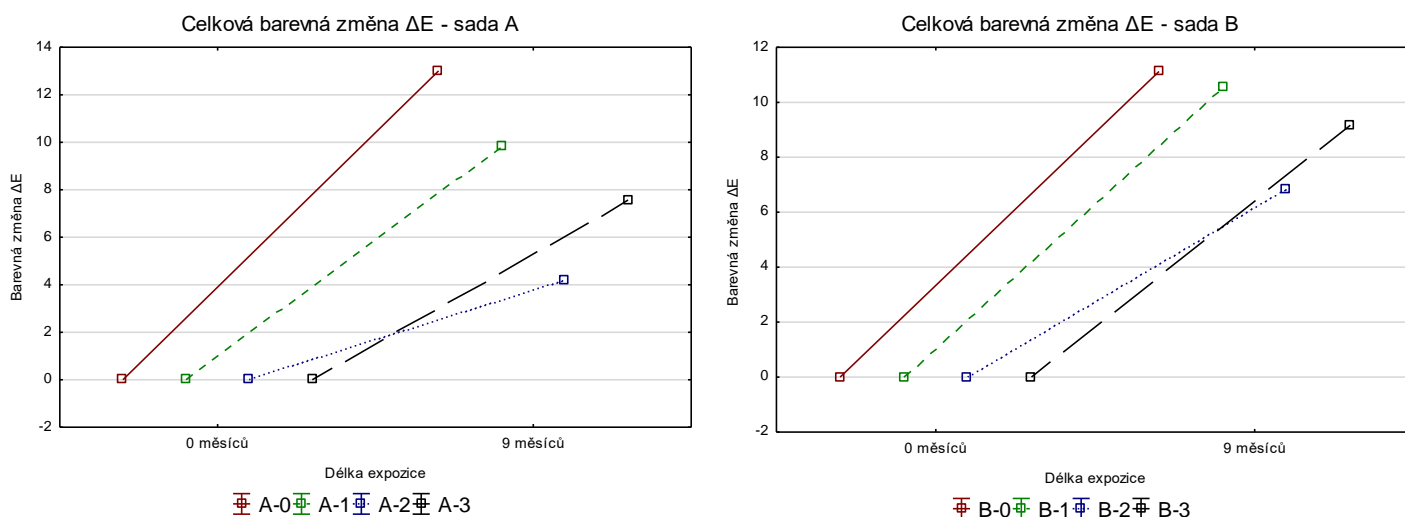
CELKOVÉ BAREVNÉ ZMĚNY ΔE

Celková změna barvy ΔE je hodnocena po uplynutí devíti měsíční expoziční doby. Grafy (č.7,8 a 9) ukazují vstupní hodnotu barvy u jednotlivých vzorků před expozicí a následně výstupní hodnoty po expozici. V tabulce č.2 jsou zaznamenány hodnoty L^* , a^* , b^* na začátku a na konci expozice.

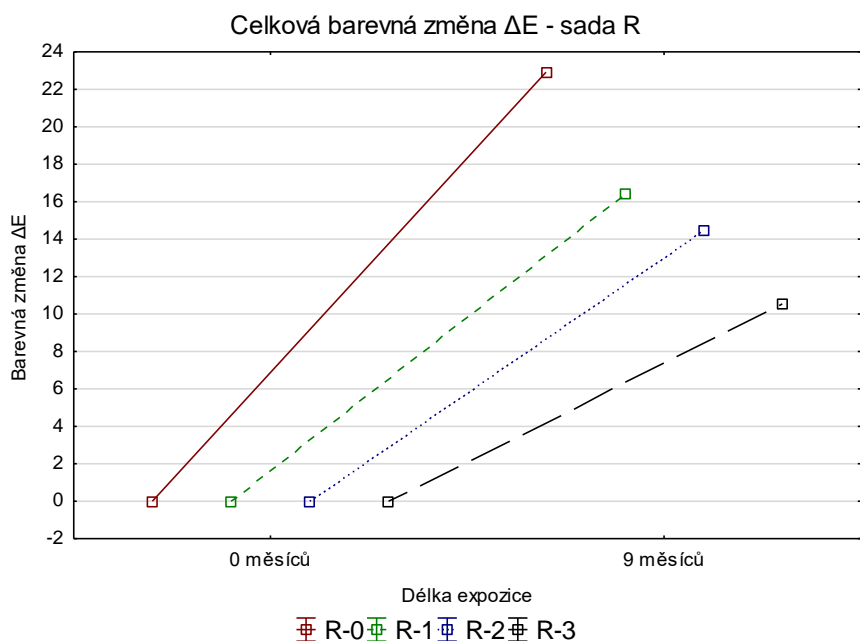
Z grafů lze vidět, že vzorky upravené epoxidovým plničem, i s příměsí plniva (úprava A a B) lze sledovat větší barevnou stálost oproti vzorkům, které byly čisté nebo upraveny pouze nátěrovým systémem (úprava R). U referenčního dubu bez povrchové úpravy (R-0) byla barevná změna nejvýraznější, jak lze vidět v grafu č.9. Toto zjištění bylo potvrzeno i v kapitole vizuální hodnocení, kde na obrázku č. 30, lze vidět kompletní zešednutí a tím tedy celkovou změnu barevného odstínu.

Ze všech vzorků dosáhly nejvyšších hodnot celkové změny barvy vzorky, které nebyly upravené nátěrovým systémem (A-0, B-0, R-0). Z grafu č.9 je patrné, že ze vzorků upravených pouze transparentním nátěrovým systémem, dosáhla největší barevné stálosti úprava R-3. Konkrétní hodnota celkové změny barvy na dubovém vzorku s touto úpravou je $\Delta E=10,45$. Stejná hodnota u vzorku s epoxidovým plničem a totožným nátěrovým systémem (A-3) je $\Delta E=7,57$, tedy o 28 % nižší.

Z celkového pohledu na barevné změny ΔE je z grafů patrné, že nejlépe se vedlo vzorkům upraveným epoxidovým plničem a plničem v kombinaci s plnivem, upraveným slabovrstvou lazurou v první vrstvě a bezbarvou impregnační lazurou na bázi nanotechnologií ve vrstvě druhé (A-2, B-2). Toto statisticky významné zjištění bylo potvrzeno i za pomoci Tukeyova HSD testu v příloze A.



Grafy č.7 a 8: Celková barevná stálost ΔE u vzorků s úpravou A a B.



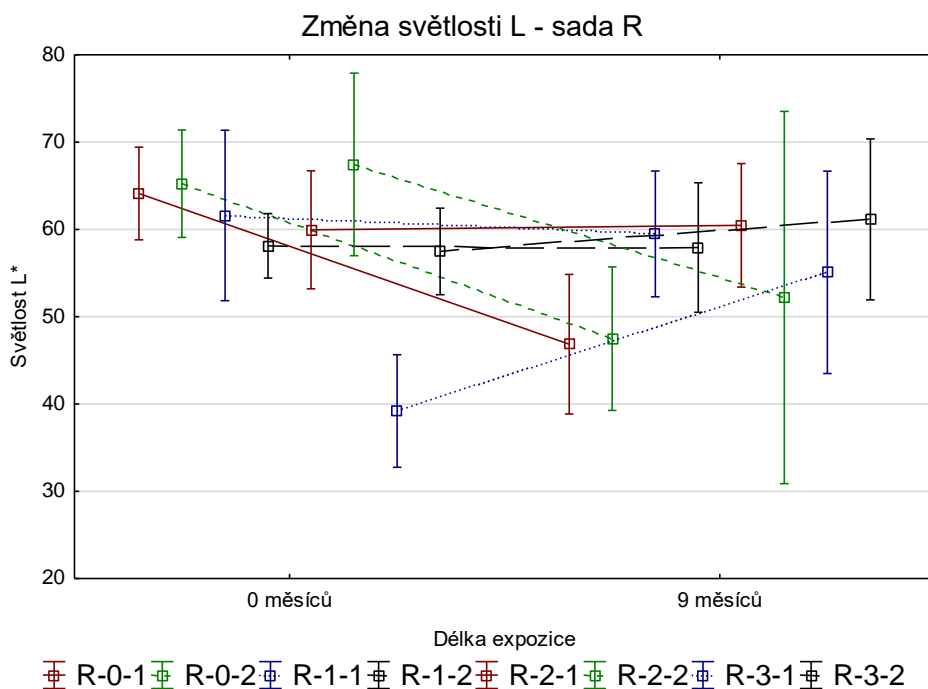
Graf č.9: Celková barevná stálost ΔE u vzorků s úpravou R.

Tabulka č.2: Hodnoty pro celkovou barevnou stálost ΔE .

Délka expozice:	0 MĚSÍCŮ			9 MĚSÍCŮ			ΔE
Kod vzorku	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
A-0-1	60,36375	10,59	29,885	48,755	16,94625	37,0625	15,06
A-0-2	53,95625	10,805	29,39625	48,445	16,89	36,6425	10,95
A-1-1	60,335	10,11375	29,74375	57,68875	14,51	40,04125	11,51
A-1-2	51,10125	12,4075	30,53125	52,71125	15,345	38	8,18
A-2-1	52,2825	12,97	36,89	53,63125	14,89625	38,47375	2,84
A-2-2	52,4625	11,68875	34,90625	54,34625	14,33875	39,4525	5,59
A-3-1	54,56	11,81125	33,81875	50,515	17,1175	38,65625	8,24
A-3-2	52,60625	12,37375	33,55875	48,4925	16,68225	37,04625	6,9
B-0-1	59,395	9,6925	27,78875	51,2775	15,485	36,48375	13,23
B-0-2	53,48375	10,6725	29,74375	50,32	15,5225	36,6425	9,01
B-1-1	59,895	8,5175	26,6025	58,16125	12,06875	36,0325	10,23
B-1-2	57,4925	9,5975	28,98375	56,29625	14,11	38,77	10,84
B-2-1	55,5125	9,66875	30,1575	55,49125	12,97125	36,7	7,33
B-2-2	53,11	10,77125	30,24875	54,81875	13,3725	35,7525	6,32
B-3-1	57,45875	9,78	31,74375	49,91625	15,42375	34,46375	9,81
B-3-2	53,66125	11,345	29,33625	52,1825	15,44125	36,6575	8,52
R-0-1	64,11125	9,125	24,86625	46,845	1,6275	13,41	22,04
R-0-2	65,24125	8,8275	23,1025	47,49625	1,3575	9,13875	23,79
R-1-1	61,59875	9,57	29,235	59,4925	2,3	11,15375	19,6
R-1-2	58,11875	10,865	31,35875	57,92625	5,1625	19,3575	13,29
R-2-1	59,95875	8,80875	29,08	60,47375	5,8875	23,015	6,75
R-2-2	67,4475	8	31,5825	52,205	3,52125	16,2275	22,1
R-3-1	39,2025	15,4075	29,4775	55,08625	10,87125	29,62875	16,52
R-3-2	57,47625	11,475	32,325	60,965	10,1825	29,6775	4,57

BAREVNÉ ZMĚNY SVĚTLOSTI L*

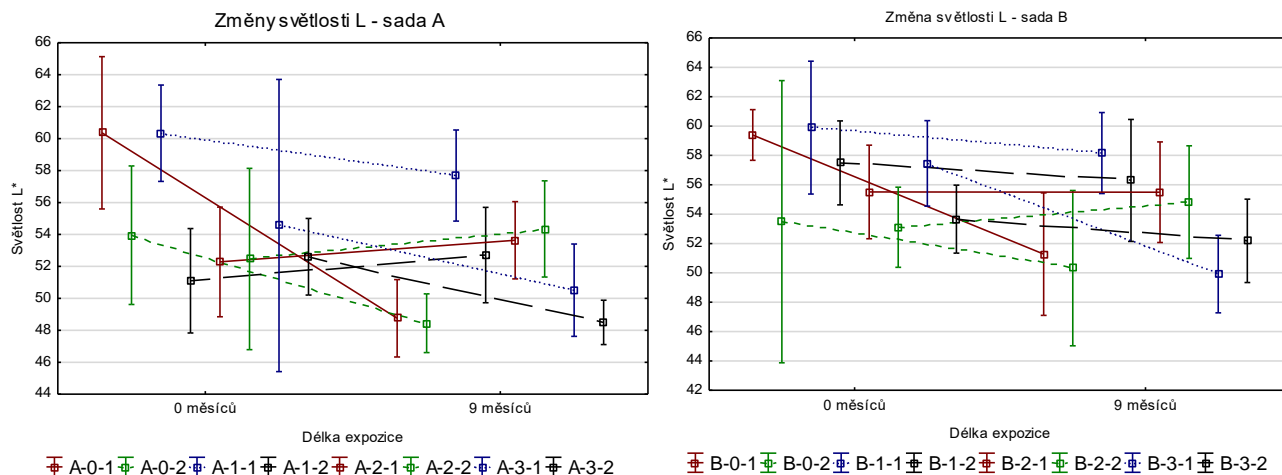
Z naměřených hodnot na grafech (č.10,11 a 12) je patrné, že nejvyšších hodnot změn světlosti L* dosáhly vzorky, které nebyly upraveny epoxidovým plničem ani plnivem (úprava R). U vzorků s aplikací transparentního voděodolného nátěru R-3, lze pozorovat nejvyšších změn nárůstu světlosti L*. Podobného trendu si lze všimnout i u úpravy transparentním akrylovým lakem (R-1), kde světlost nestoupala ale držela se po dobu celé expozice okolo hodnoty L*=60. Největší pokles světlosti se projevil na vzorcích, s absencí nátěrového systému.



Graf č.10: Změny světlosti L* u vzorků s úpravou R.

Pokud porovnáme výsledné hodnoty vzorků s epoxidovým plničem a vzorků s plničem s příměsí plniva, je z grafů (č.11 a 12) patrné, že u vzorků upravených pouze epoxidovým plničem bez plniva, je sledovatelný větší pokles hodnot světlosti L*. U vzorků bez plniva (úprava A) hodnota světlosti klesla až k hranici L*=48, oproti tomu vzorky s příměsí plniva (úprava B) se držela na minimální hranici poklesu světlosti L*=50.

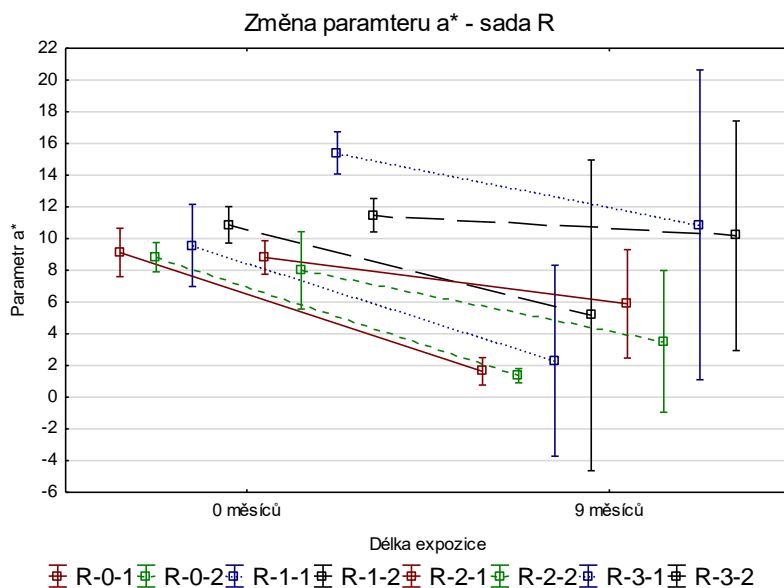
Dále si lze všimnout, pokud porovnáme grafy s úpravami A a B, je patrné, že úprava s příměsí plniva je ohledně světlosti L^* stabilnější. Z grafu č.11 lze vidět, že úprava epoxidovým plničem s absencí plniva má po absolvování expozice tendenci více podléhat tmavnutí či naopak změnit odstín do světlejšího zbarvení.



Grafy č.11 a 12: Změny světlosti L^* u vzorků s úpravou A a B.

BAREVNÉ ZMĚNY PARAMETRU a^*

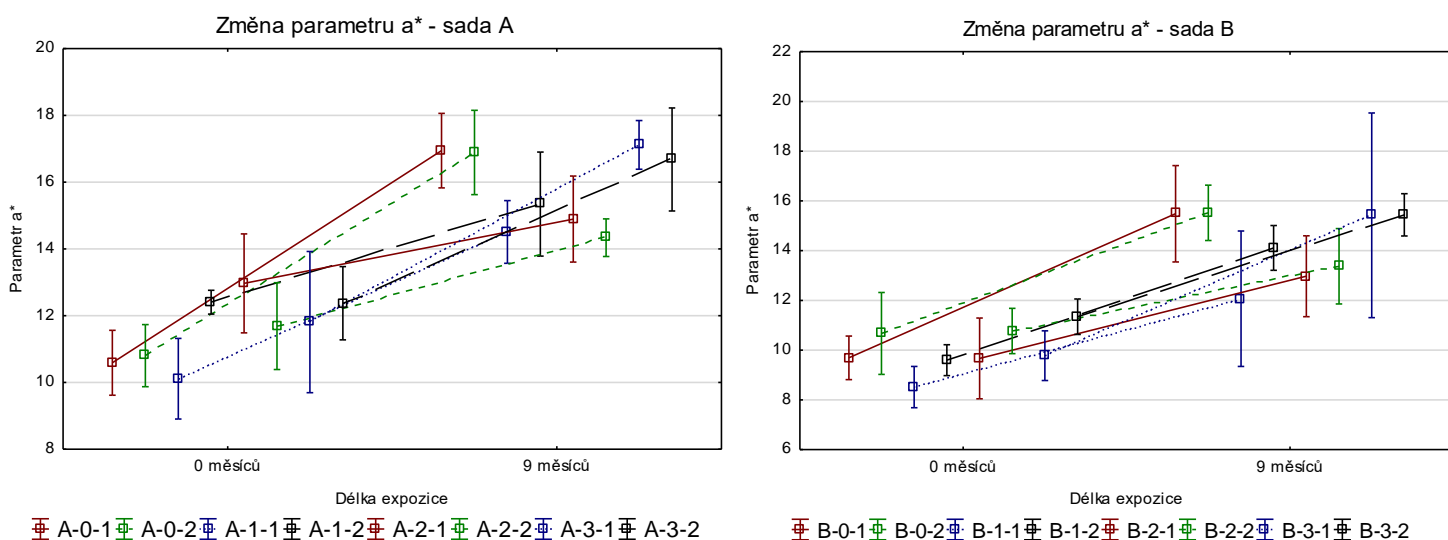
Parametr a^* značí červený odstín. Z grafu č.13 je patrné, že u všech transparentních nátěrových systémů, taktéž i na čistém neupraveném dubovém povrchu lze vidět pokles hodnot. Oproti vzorkům s epoxidovým plničem, kde je trend rostoucích hodnot, zde je naopak klesající. Během celé expozice se pokles hodnoty a^* nejméně projevil u úpravy R-3. U ostatních vzorků je pokles parametru a^* velmi srovnatelný.



Graf č.13: Změny parametru a^* u vzorků s úpravou R.

U obou pozorovaných úprav bylo naměřeno velmi podobných hodnot, o kterých vypovídají grafy (č.14 a 15). U úpravy A, tedy na vzorcích s epoxidovým plničem bez plniva je patrné, že parametr a^* na vstupním měření před expozicí dosahoval hodnot $a^*=10$ až 13 a po uplynutí devíti měsíční expozice bylo dosaženo nejvyšších hodnot $a^*=16,9$. Těchto hodnot dosáhly vzorky, na které byl aplikován pouze epoxidový plnič bez nátěrového systému (A-0). Podobných výstupních hodnot dosáhly také vzorky s úpravou A-3.

Stejný trend potvrdila i úprava B, tedy vzorky s epoxidovým plničem s příměsí plniva UH 36.14, jak lze vidět na grafu č.15. Zde bylo naměřeno nejvyšších hodnot $a^*=16,5$ a obdobně jako u úpravy A toho dosáhly vzorky, které nebyly opatřeny nátěrovým systémem.

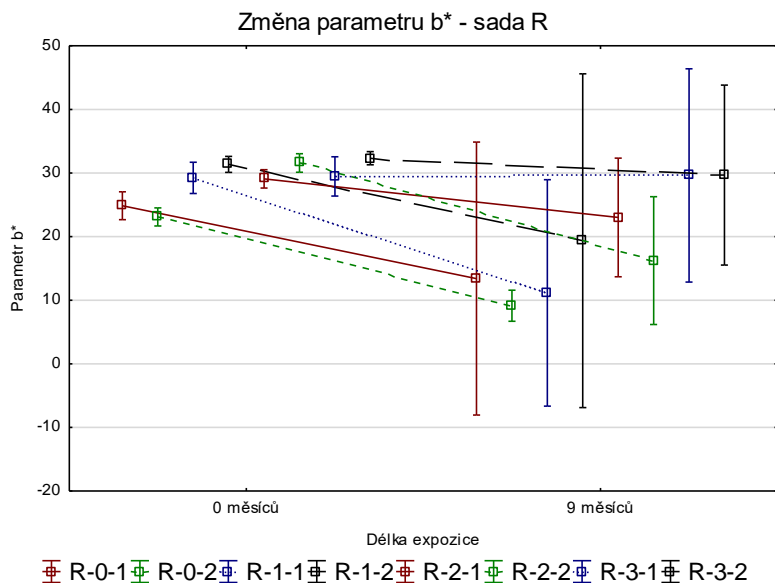


Grafy č.14 a 15: Změny parametru a^* u vzorků s úpravou A a B.

BAREVNÉ ZMĚNY PARAMETRU b^*

Na grafech (č.16, 17 a 18) lze pozorovat obdobný trend jako u změn parametru a^* , kde vzorky s absencí epoxidového plniče (úprava R) mají tendenci ohledně parametru b^* spíše klesat, a naopak hodnoty u vzorků, které jsou opatřeny epoxidovým plničem (úprava A) a epoxidovým plničem v kombinaci s plnivem (úprava B) stoupají v rámci parametru b^* .

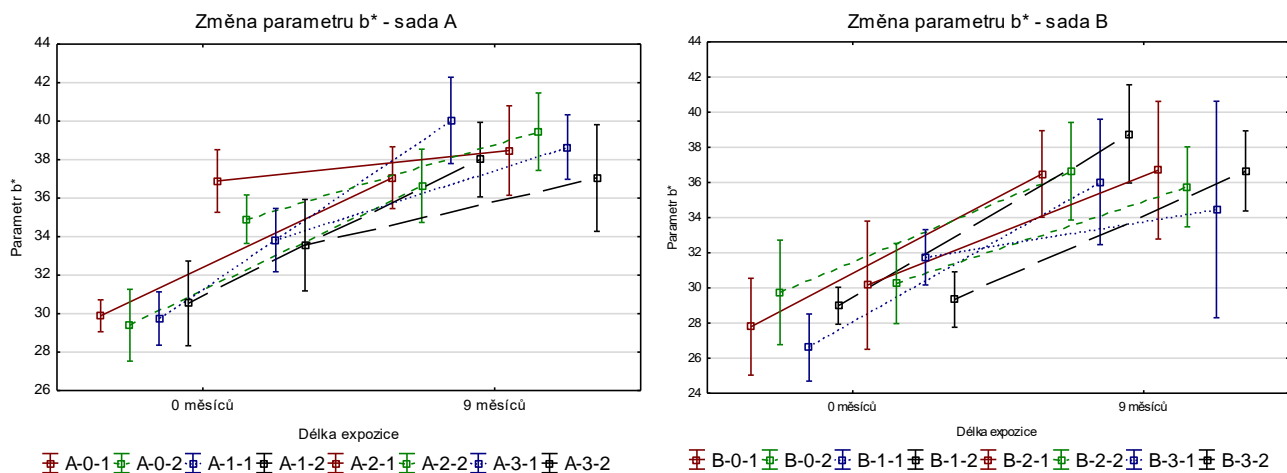
Parametr b^* pojednává o změnách souřadnic ohledně žlutého odstín. Ze vzorků bez epoxidového plniče, upravených nátěrem (R-3), lze z grafu č.16 pozorovat že jsou po uplynutí expozice ohledně parametru b^* nejstálejší a jejich hodnota se pohybovala po celou dobu lehce nad hranicí $b^*=30$. U ostatních vzorků bez epoxidového plniče je trend vesměs totožný a to klesající. V průměru hodnota b^* po uplynutí expozice klesla u vzorků s úpravami R-0, R-1, R-2 o 45 %.



Graf č.16: Změny parametru b^* u vzorků s úpravou R.

Na grafech (č.17 a 18) je patrný obdobný trend jako u změn parametru a^* , kde vzorky s epoxidovým plničem (úprava A) a epoxidovým plničem s příměsí plniva mají tendenci ohledně parametru b^* stoupat. Z grafu č.16 je pozorovatelné, že vzorky bez transparentního nátěrového systému (úprava A-0) a vzorky nátřené akrylovým lakem (úprava A-1) vykazují velmi podobné hodnoty pohybující se okolo hodnoty $b^*=30$. Po uplynutí expozice bylo dosaženo největších změn parametru b^* u vzorků A-1, tedy s povrchovou úpravou dvousložkového akrylového laku. Tato změna parametru b^* byla konkrétně o hodnotu $b^*=10,6$.

Na rozdíl od vzorků bez příměsí plniva, dosahovaly vzorky s úpravou epoxidovým plničem a plnivem (úprava B) vesměs podobných hodnot a trend intenzity změny hodnoty b^* byl taktéž obdobný, jak lze vypočítat z grafu č.18. Největších změn parametru b^* zde taktéž jako u vzorků bez plniva, vykazovaly vzorky s nátěrem dvousložkovým akrylovým lakem (úprava B-1). U této úpravy bylo před expozicí naměřeno hodnoty $b^*=27,8$ a po uplynutí expozice se tato hodnota zvýšila na $b^*=37,4$, tedy změna o $b^*=10,4$ což je skoro totožné ve srovnání se stejně upraveným vzorkem, pouze s absencí plniva (úprava A-1).



Grafy č.17 a 18: Změny parametru b* u vzorků s úpravou A a B.

5.5 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Všechny naměřené výsledné hodnoty poukazují na změny dubového dřeva, s povrchovou úpravou epoxidovým plničem nebo bez plniče, a s transparentními nátěrovými systémy v rámci devíti měsíční expozice, kde působilo přirozené povětrnostní stárnutí. Jak uvedl Evans a kol. (2015), jednou z hlavních výhod transparentních nátěrů je zachování přirozeného vzhledu a zároveň zvýšení životnosti dřeva. Nevýhodou je však že transparentní nátěr nechrání dřevinu proti působení UV záření, jako nátěry pigmentové.

Z celkového pohledu na všechny varianty různých úprav v závislosti na výstupních hodnotách sledovaných vlastností, které představovala barevná stálost, smáčivost a lesk, se nejlépe osvědčila varianta A-2, tedy povrchová úprava epoxidovým plničem, s nátěrovým systémem v podobě slabovrstvé lazury v první vrstvě a bezbarvé impregnační lazury na bázi nanotechnologií ve vrstvě druhé. Pouze pro výsledné hodnoty lesku, se nejlépe osvědčila úprava A-1, tedy úprava s epoxidovým plničem a s aplikací dvousložkového akrylového laku.

Z dosažených výsledků je tedy možné doporučit epoxidový plnič na dubové dřevo užívané v exteriéru. Dále je vhodné upozornit na možnou defoliaci tohoto plniče, z důvodu nedostatečné adheze na hranách upravovaného elementu viz. kapitola vizuální hodnocení. Pro delší životnost povrchové úpravy lze doporučit tyto hrany zaoblit, aby došlo k celistvé aplikaci nátěrového filmu na podkladovou dřevinu.

6 DISKUZE

Účel této práce byl zhodnotit využití aplikace plniče póru na dubovém dřevě s různými transparentními nátěry a výsledky porovnat se stejnými vzorky bez plniče. Výsledky experimentu v této práci potvrdily, že při použití plniče póru v podobě epoxidu a vhodného nátěrového systému, lze docílit lepších výsledků u elementů z dubového dřeva vystavených povětrnostnímu stárnutí. Tato dřevina je velmi náročně povrchově upravitelná, z důvodu své nehomogenní morfologické struktury, obsahu specifických tříslovin (*Krutul akol., 2010*), a ještě v kombinaci s transparentním nátěrovým systémem, který se vyznačuje několikanásobně menší životností (*Žagenführ, 2002*). Naopak dubové dřevo obsahuje vysoký obsah extraktivních látek, které ho chrání před biologickým poškozením (*EN350, 2016*).

Naměřené výsledky se zaměřují na změny lesku, dále změny smáčivosti povrchu a barvy po devíti měsících přirozeného stárnutí.

6.1 ZMĚNY LESKU

Po absolvování devíti měsíční expozice došlo k poklesu hodnot lesku u všech zkoumaných povrchových úprav na dubovém dřevě. Wernstáhl (1996) uvádí, že tento pokles u hodnot lesku, lze přisuzovat narůstající drsnosti povrchu u elementů vystavených přirozenému stárnutí. Jak popsal Zivkovic (2004), lesk je jednou z estetických vlastností povlaku, která disponuje schopností povrchu odrážet světlo.

Pokud srovnáme výsledné hodnoty lesku povrchových úprav, lze z grafů č. 1, 2 a 3 konstatovat, že vzorky s epoxidovým plničem vesměs dosáhly hodnot lesku po ukončení expozice okolo hranice 60, což vzorky s absencí epoxidového plniče nedosáhly ani před začátkem expozice. Lze tedy konstatovat, že z pohledu hodnot lesku se povrchová úprava epoxidovým plničem osvědčila. Nejvyšších hodnot lesku dosáhla úprava epoxidem v kombinaci s dvousložkovým akrylovým lakem (A-1), kde výrobce uvádí vhodnost aplikace na základový epoxidový poklad a následnou vysokou účinnost vůči povětrnostním vlivům, což se taktéž potvrdilo v rámci této expozice. Osvědčení akrylového laku v rámci nejlepších výstupních hodnot lesku po absolvování expozice dosáhla i Oberhofnerová (2019). Technický list toho nátěrového systému je uveden v příloze B. Jako další se osvědčila varianta A-3, B-3, která se přiblížila hodnotám naměřeným na úpravě epoxidem v kombinaci s dvousložkovým akrylovým lakem.

6.2 ZMĚNY SMÁČIVOSTI

Změna kontaktního úhlu vyjadřuje smáčivost povrchu vodou a je to další ukazatel zvětrávání dřeva (Žlahtič a kol., 2016). Pokud klesne hodnota kontaktního úhlu, značí to, že povrch dřevěného elementu již není natolik schopen odolávat působení vody (Pánek a kol., 2017).

Naměřené výstupní hodnoty kontaktního úhlu vypovídají, že pokud byla použita povrchová úprava v podobě epoxidového plniče, trend v poklesu hodnoty kontaktního úhlu nebyl tak rapidní, jako u vzorků bez plniče (viz. grafy č. 4, 5, 6). U čistého neupraveného dubu bylo dosaženo na konci expozice hodnoty kontaktního úhlu 0, téhož výsledku bylo dosaženo i v práci Oberhofnerová, 2018. Oberhofnerová uvádí, že tento výsledek může být vysvětlen vlivem otevřených cév na povrchu dřeva, které rychleji absorbují vodu do dřevní hmoty.

Pokud srovnáme vzorky s povrchem upraveným epoxidem i epoxidem s příměsí plniva, u obou jmenovaných se nejlépe vedlo vzorkům A-2 a B-2. Nejvíce odolným nátěrem, proti působení smáčivosti se tedy osvědčila úprava slabovrstvou lazuroou v první vrstvě a bezbarvou impregnační lazuroou na bázi nanotechnologií ve vrstvě druhé. Technické listy obou nátěrů jsou obsažené v příloze B. V průměru u této povrchové úpravy byl nárůst smáčivosti o 11 %, za dobu expozice devět měsíců.

Z celkového pohledu na změny kontaktního úhlu v rámci devíti měsíční expozice lze říct, že metoda ošetření povrchu epoxidovým plničem přinesla lepší hodnoty než u elementů bez plniče s totožnými úpravami.

6.3 BAREVNÉ ZMĚNY

U celkové změny barvy ΔE , která se skládá z barevného spektra L^* (světlost), dále z hodnot a^* (červený odstín) a b^* (žlutý odstín) (Calienzo a kol., 2015), bylo zjištěno, že nejlpsích výsledků se dosáhlo úpravou A-2. Lze tedy konstatovat, že povrchová úprava slabovrstvou lazuroou v první vrstvě a bezbarvou impregnační lazuroou na bázi nanotechnologií ve vrstvě druhé v kombinaci s epoxidovým plničem se osvědčila vůči barevným směnám. Technické listy obou nátěrů jsou obsaženy v příloze B. U vzorků ze sady B, tedy s epoxidem s příměsí plniva bylo dosaženo obdobného trendu a nejlpsích výsledků barevné stálosti bylo dosaženo také u úpravy B-2. Toto zjištění potvrzují technické listy obou nátěrových systémů (viz. příloha B), že složení obou nátěrových systémů obsahuje větší množství UV stabilizátorů.

Pandey (2005) uvedl, že barevné změny jsou taktéž zapříčiněny vyluhováním extraktivních látek a rozkládáním ligninu z důvodu působení právě UV záření. Hon a kol. (1985) uvedli, že barva odráží základní chemické složení dřeva a pokud dřevo obsahuje vysoké množství extraktivních látek, vlivem chemických procesů rychle dojde k barevným změnám. U referenčního dubu bez povrchové úpravy (R-0) se tato skutečnost potvrdila a barevná změna byla nejvýraznější, jak lze vidět v grafu č.9. Toto zjištění bylo potvrzeno i v kapitole vizuální hodnocení, kde na obrázku č. 30, lze vidět kompletní zešednutí a tím tedy celkovou změnu barevného odstínu. Barevné změny jsou u transparentních úprav zapříčiněny taktéž barevnou změnou podkladového dřeva - jeho tmavnutím, obdobně jako v interiéru, až když se naruší ochranný nátěr, začne docházet k vyplavování fotodegradovaných ligninů a extraktiv. Navíc, jak uvedl Johnson (1995), tak především u laků na bázi rozpouštědel, v důsledku oxidace chymikálií a fotodegradace žlutne samotný nátěr. U určitých vzorků bylo dalším důvodem k barevným změnám narušení filmu povrchové úpravy, kde nastalo odlupování filmu epoxidového plniče s transparentním nátěrem, z důvodu problémové aplikace povrchové úpravy na hrany vzorků viz. kapitola vizuální hodnocení.

7 ZÁVĚR

Dubové dřevo díky své trvanlivosti, vzhledu, mechanickým vlastnostem a v neposlední řadě dostupnosti jako naší domácí dřeviny rozhodně patří do exteriérových aplikací. Obzvláště v exteriéru je aplikace nátěrových systémů na dubové dřevo, s jeho nehomogenní morfologickou strukturou a chemickým složením, velmi problematická. Použití nátěrového systému na tuto dřevinu umístěnou v exteriéru má své úskalí, a to v podobě obsažených tříslovin, které vzlínají na povrch a při současném působení vody se na dřevě vytváří černé skvrny. Ochrana dubového dřeva v exteriéru má své úskalí, neboť dub obsahuje třísloviny, které vzlínají na povrch a při současném působení vody se ve dřevu vytváří černé skvrny. Proto je důležité dubové dřevo v exteriéru ošetřit tak, aby tento defekt byl co nejvíce potlačen. Transparentní nátěry na povrchu dřevěných elementů, zejména na dubu, mají nízkou celkovou životnost oproti pigmentovým, a to ještě při vystavení exteriérovým podmínkám. Proto je velmi důležité dřevo ošetřit vhodným způsobem a aplikací, aby výsledné defekty spojené s touto dřevinou byly co nejvíce potlačeny.

V této práci se sledovali tři různé povrchové úpravy v podobě povrchu bez plniče, povrchu s úpravou epoxidovým plničem a úprava epoxidovým plničem s příměsí plniva. Všechny tyto varianty o různé povrchové úpravě, byly následně ošetřeny třemi různými kombinacemi nátěrových systémů. V rámci sledovaných charakteristik, které představovala změna barvy, lesku a smáčivosti, byl sledován pozitivní účinek u povrchových úprav dubového dřeva v podobě aplikace epoxidového plniče. Tato skutečnost byla potvrzena zejména u kombinace s nátěrem slabovrstvou lazurou v první vrstvě a bezbarvou impregnační lazurou na bázi nanotechnologií ve vrstvě druhé. Tato kombinace povrchových úprav na dubovém dřevě vykazovala nejlepší naměřené hodnoty pro barevnou stálost a smáčivost povrchu. Výsledné hodnoty byly měřeny po absolvování devíti měsíční expozice. Dané zhodnocení je tedy popsáno pro tento časový interval a další sledování a hodnocení této povrchové úpravy bude předmětem dalšího zkoumání.

Každopádně byly sledovány u některých vzorků i negativa v podobě začátku defoliace povrchové úpravy a následné zbarvení a degradace podkladové dřeviny. Je tedy vhodné upozornit na možnou defoliaci při použití tohoto plniče, z důvodu nedostatečné adheze na hranách upravovaného elementu. Pro delší životnost povrchové úpravy autor doporučuje tyto hrany zaoblit na $r = 3$ mm, aby došlo k celistvé, dostatečně přilnavé aplikaci nátěrového filmu na podkladovou dřevinu.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

8.1 LITERATURA

- ASHTON, H.E. *Clear finishes for exterior wood. Field exposure tests.* J. Paint Technol. 1967, 39, 212–224.
- ASHTON, H.E. *Flexibility and its retention in clear coatings exposed to weathering.* J. Coat. Technol. 1979, 51, 41–52
- AUCLAIR, N.; RIEDL, B.; BLANCHARD, V.; BLANCHET, P. *Improvement of photoprotection of wood coatings by using inorganic nanoparticles as ultraviolet absorbers.* For. Prod. J. 2011, 61, 20–27.
- BENIGNUS, P.G. *Mildew problems of interest to paint, varnish and lacquer manufacturers.* Paint Oil Chem. Rev. 1947, 110, 10–30, 34.
- BEDNÁŘ, Jan. *Pozoruhodné jevy v atmosféře: atmosférická optika, akustika a elektřina.* Praha: Academia, 1989. ISBN 80-200-0054-2.
- CALIENNO, L.; PELOSI, C. ; PICCHIO, R. ; AGRESTI, G. ; SANTAMARIA, U. ; BALLETTI, F. ; LO MONACO, A. *Light induced colour changes and chemical modification of treated and untreated chestnut wood surface.* 2015, 60, 131–139.
- DICKINSON, D.J. *Disfigurement of decorative timbers by blue stain fungi.* Int. Pest Control 1972, 14, 21–25.
- ESTRADA, N. *Exterior durability of catalyzed clear coatings on redwood.* J. Paint Technol. 1967, 39, 655–662.
- FORSTHUBER, B.; GRÜLL, G. *The effects of HALS in the prevention of photodegradation of acrylic clear topcoats and wooden surfaces.* Polym. Deg. Stab. 2010, 95, 746–755.
- GOBAKKEN, L. R.; HOIBO, O. A. *Aesthetic service life of coated and uncoated wooden cladding-influencing factors and modelling.* In: The 42nd Annual Meeting of IRG. International Research Group on Wood Protection IRG/WP. 2011, s. 11- 20470.
- HARTMAN, Emil, Ladislav LUKAVSKÝ a Ladislav SVOBODA. *Povrchové úpravy nátěrovými hmotami v nábytkářském průmyslu.* Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1988

HON D., FEIST W.C.: *Weathering characteristics of hardwood surfaces*. Wood Science and Technology 20, pp. 169-183, 1986.

JOHNSON R. (1995). *Waterborne Coatings*, Coating Encyclopedic Dictionary.

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

KRUTUL, D .; RADOMSKI, A .; ZAWADZKI, J .; ZIELENKIEWICZ, T .; ANTCZAK, A. *Srovnání chemických látek složení dubového dřeva*. Wood Res. 2010, 55, 113–120.

LOKAJ, Antonín et al. *Dřevostavby a dřevěné konstrukce*. Brno: Akademické nakladatelství, 2010. ISBN 978-80-7204-732-1.

PÁNEK, M. (2015): *Tropické dřeviny – jejich výhody a problémy při použití*. TZB-info: internetový portál pro stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov. www.tzb-info.cz, 4 s. ISSN 1801-4399.

PTÁČEK, Petr. *Ochrana dřeva.*, str. 1-66, Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2326-6.

REINPRECHT, L. (1992): *Ochrana dreva - Návodny na cvičenia*. TU Zvolen 1992, 90 s. ISBN:80-228-0170-4

REINPRECHT, L. *Ochrana dreva: vysokoškolská učebnica*. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita, 2008. 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6.

SANDERMANN, W.; CARSTEN, R.; KRASTING, W.; PIEPER, J. *Studies in the field of wood protection chemistry*. Holzforschung 1958, 10, 57–66.

SARVIS, J.C. *Exterior Clear Finishes*; Western Pine Association Research Laboratory: Portland, OR, USA, 1953.

SHAKRI, A. *Weathering of Kempas and its Effects on the Adhesion and Performance of Surface Finishes.*, The Australian National University, Canberra, Australia, 1995.

SVOBODA L. a kolektiv. *Stavební hmoty*. Bratislava: Jaga, 2007. ISBN 978-80- 8076-057-1.

ŠTEFKO, J., REINPRECHT, L., KUKLÍK, P. (2006): *Dřevěné stavby – konstrukce, ochrana a údržba*. Jaga group, spol. s.r.o. Bratislava, 2. vydanie, 204 s. ISBN 8080760438.

TAYLOR, A. M.; GARTNER, B. L.; MORRELL, J. J. *Heartwood formation and natural durability—a review*. Wood and fiber science. 2007, vol. 34, no. 4, s. 587- 611

VAN LOON, J. *The interaction between paint and substrate*. J. Oil Col. Chem. Assoc. 1966, 49, 844–867.

WERNSTÄHL, K. M. *Service life prediction of automotive coatings, correlating infrared measurements and gloss retention*. Polymer Degradation and Stability. 1996, vol. 54, no.1, s. 57-65.

WILEY & SONS, *Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes* 2006, 239 s. ISBN 0-470-02172-1 978-0-470-02172-9

ZIVKOVIC, V. *Lesk a měření lesku*. Drvna Indust-Rija, v. 55, n. 3, s. 145-150, 2004.

ŽÁK, J. *Ochrana dřeva ve stavbě*. Praha: ARCH, 1998. ISBN 8086165000

ŽAGENFÜHR, R. *Dřevo — Obrazový Lexikon*; Publikace GRADA: Praha, Česká republika, 2002; p. 348, ISBN 80-247-0346-7

8.2 ODBORNÉ ČLÁNKY

CLASSEN, A, RENTSCHLER, T, FAORO, G, BECHTOLD, K, “*Colourless Protection: Efficient Stabiliser Packages in Waterborne Transparent Wood Coatings*” Eur. Coat. J., 12, 40, 42–45 (2006)

EVANS, P. D.; MICHELL, A. J.; SCHMALZL, K. J. Studies of the degradation and protection of wood surfaces. *Wood Science and Technology*. 1992, vol. 26, no. 2, s. 151-163.

EVANS, P. D. The influence of season and angle of exposure on the weathering of wood. *European Journal of Wood and Wood Products*. 1996, vol. 54, no. 3, s. 200-200.

EVANS, PHILIP D.; HAASE, J.G.; SEMAN, A.S.; KIGUCHI, M. The search for durable exterior clear coatings for wood. *Coatings*. 2015, vol. 5, no. 4, s. 830-864.

Finishes for Exterior Timber; *Timber Research and Development Association: High Wycombe, UK, 1984; p. 8.*

HOLGER, MILITZ, Stig LANDE. Challenges in wood modification technology on the way to practical applications. *Wood Material Science & Engineering* [online]. 2009, vol. 4, no. 1-2, s. 23-29 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1748-0280. Dostupný z: doi:10.1080/17480270903275578

Mezinárodní konference o nátěrových hmotách: KNH .. Česká republika. Článek: Možnost redukce vybraných škodlivin z nátěrových hmot pomocí ionizace vzduchu. Pardubice: *Univerzita Pardubice, 2011*

Mezinárodní konference o nátěrových hmotách: KNH .. Česká republika. Článek: Sikativy vhodné pro vysokosuštinové alkydové nátěrové hmoty. Pardubice: *Univerzita Pardubice, 2012.*

NIKOLIC, M.; LAWOTHER, J.M.; SANADI, A.R. Use of nanofillers in wood coatings: A scientific review. *J. Coat. Technol. Res.* 2015, 12, 445–461.

OBERHOFNEROVÁ, E., ŠIMŮNKOVÁ, K., DVOŘÁK, O. & ŠTĚRBOVÁ, I., HIZIROGLU, S., SEDIVKA, P., PANEK, M. (2019). Comparison of Exterior Coatings Applied to Oak Wood as a Function of Natural and Artificial Weathering Exposure. *Coatings*. 9. 864. 10.3390/coatings9120864.

PANDEY, K.K. A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of wood. *Polym. Degrad. Stab.* 2005,87, 375–379.

PÁNEK, M.; OBERHOFNEROVÁ, E.; ZEIDLER, A.; ŠEDIVKA, P. *Efficacy of hydrophobic coatings in protecting oak wood surfaces during accelerated weathering.* *Coatings* 2017,7, 172.

PETRIČ M., OVEN P. Determination of wettability of wood and its significance in wood science and technology: A Critical Review. *Rev. Adhes. Adhes.* 2015;3:2–121. doi: 10.7569/RAA.2015.097304.

REINPRECHT, L., MAMOŇOVÁ, M., PÁNEK, M., KAČÍK, F. (2018): The impact of natural and artificial weathering on the visual, colour and structural changes of seven tropical woods, *European Journal of Wood and Wood Products* 76: 175-190. DOI 10.1007/s00107-017-1228-1

SHARPE, P.R.; DICKINSON, D.J. Blue stain in service on wood surface coatings. Part 2. The ability of *Aureobasidium pullulans* to penetrate wood surface coatings. In *Proceedings of the International Research Group on Wood Preservation Meeting, Harrogate, UK, 10–15 May 1992.*

SHENOY, M.A.; MARATHE, Y.D. Studies on synergistic effect of UV absorbers and hindered amine light stabilizers. *Pigment Resin Technol.* 2007, 36, 83–89.

SCHALLER, C, ROGEZ, D, “*New Approaches in Wood Coating Stabilization.*” *J. Coat. Technol. Res.*, 4 (4) 401–409 (2007)

XU, X, LIU, F, Jiang, L, Zhu, JY, Haagenon, D, Wiesenborn, DP, “*Cellulose Nanocrystals vs. Cellulose Nanofibrils: A Comparative Study on Their Microstructures and Effects as Polymer Reinforcing Agents.*” *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 5 (8) 2999–3009 (2013)

ŽLAHTIČ, M.; HUMAR, M. Influence of artificial and natural weathering on the hydrophobicity and surface properties of wood. *BioResources* 2016,11, 4964–4989

8.3 INTERNETOVÉ ZDROJE

Statistika výstavby dřevostaveb 2018 - počet nových dřevostaveb v ČR neustále roste | Dřevostavby, časopis o bydlení - DřevoStavby. Dřevostavby - Portál | Dřevostavby, časopis o bydlení - DřevoStavby [online]. Copyright © 2021 Kladenská 107, Praha 6 [cit. 15.04.2021]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/doporucujeme/5515-statistika-vystavby-drevostaveb-2018-pocet-novych-drevostaveb-v-cr-neustale-roste>

Konstrukční ochrana dřevařských výrobků | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © Jaga Media, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 13.04.2021].

Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/architektura/rodinne-domy/drevostavby/konstrukcni-ochrana-drevarskych-vyrobku>

Ugovšek, A. a kol. (2018): Short-term performance of wooden windows and facade elements made of thermally modified and non-modified Norway spruce in different natural environments. *Wood Material Science & Engineering*. 6 s.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480272.2018.1494627?journalCode=swoo20&cookieSet=1>.

HUMLAK (2005). [cit. 2018-02-28]. Dostupné online:

http://drevari.humlak.cz/data_web/Data_skola/HUdreva/4.pdf.

Konstrukční ochrana dřeva (2014) [online]. Dostupné z:

<https://stavba.tzb-info.cz/drevene-konstrukce/11686-konstrukcni-ochrana-drevenych-prvku>

Hlavní faktory, které vyvolávají změny na povrchu dřeva. KUCEROVA.pdf. [online]. 10. 1. 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z:

<http://www.studioaxis.cz/images/pamatky2005/KUCEROVA.pdf>

HOMEGLAZER [online]. Dostupné z:

<https://www.homeglazer.com/difference-between-pu-gloss-polyester-coatings/>

Epoxy Resin for Wood – Tutorial for Creative Ideas with Wood Epoxy. Das Acrylic Pouring und Fluid Painting Infoportal - Home [online]. Copyright © chonticha [cit. 13.04.2021].

Dostupné z: <https://acrylgiessen.com/en/wood-epoxy/>

canadianwoodworking [online]. Dostupné

z: <https://www.canadianwoodworking.com/tipstechniques/pore-fillers>

Jak vybrat vhodný tmel na dřevo? Stavební-vzdělání.cz-Web o stavebnictví [online]. Copyright © 2013 [cit. 13.04.2021].

Dostupné z: <https://www.stavebni-vzdelani.cz/jak-vybrat-vhodny-tmel-na-drevo/>

8.4 POUŽITÉ NORMY

ČSN EN 350 (2017): *Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Zkoušení a klasifikace odolnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva proti biologickým činitelům*. Praha: Český normalizační institut.

ČSN EN 927-1 (672010)

Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 1: Klasifikace a volba 1998

ČSN EN 927-2 (672010)

Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 2: Soubor požadavků 2006

ČSN EN 927-3 (672010)

Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy vnější na dřevo – Část 3: Zkouška přírodním stárnutím 2001

ČSN EN 927-4 (672010)

Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy vnější na dřevo – Část 4: Hodnocení propustnosti pro vodní páru 2001

ČSN EN 927-5 (672010)

Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 5: Hodnocení propustnosti vůči vodě 2007

ISO 2813:2014

Paints and varnishes — Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°

EN 350: 2016 *Trvanlivost dřeva a výrobků na bázi dřeva –*

Zkoušení a klasifikace trvanlivosti dřeva a materiálů na bázi dřeva vůči biologickým činitelům; Evropský výbor pro normalizaci: Brusel, Belgie, 2016.

ČSN EN 351-1 (490674)

Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Rostlé dřevo ošetřené ochrannými prostředky - Část 1: Klasifikace průniku a příjmu ochranného prostředku

ČSN 49 0600-1 (490600)

Ochrana dřeva. Základné ustanovenia. Chemická ochrana, 1988

ČSN EN 599-1 (490672)

Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Preventivní účinnost ochranných prostředků na dřevo stanovená biologickými zkouškami - Část 1: Specifikace podle tříd použití. 2010

ČSN 73 1701 (731701)

Navrhovanie drevených stavebných konštrukcií. 1984

ČSN EN ISO 4618:2006 (670010)

Nátěrové hmoty – termíny a definice. 2008

8.5 TECHNICKÉ LISTY

ADLER - Lacke | Beizen | Holzschutz | Wandfarben [online]. Dostupné z: https://www.adler-lacke.com/Canto/tmb/protector-plus_tmb_4401_de.pdf

Rhenocoll CZ - laky, lepidla, lazury. *Rhenocoll CZ - laky, lepidla, lazury* [online]. Dostupné z: <http://www.rhenocoll.cz/produkty/search.php?produkt=FK%2047>

WILDSCHEK & CO [online]. Copyright © [cit. 17.04.2021]. Dostupné z: <http://wildschek.at/Merkblaetter/Ewidur%20Acryl%20h%201690.pdf>

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA A

Příloha 1: <i>Výsledky celkových barevných změn ΔE</i>	80
Příloha 2: <i>Výsledky celkových barevných změn ΔE</i>	80
Příloha 3: <i>Výsledky celkových barevných změn ΔE</i>	80
Příloha 4: <i>Výsledky změn smáčivosti KÚ*</i>	81
Příloha 5: <i>Výsledky změn smáčivosti KÚ*</i>	81
Příloha 6: <i>Výsledky změn smáčivosti KÚ*</i>	81
Příloha 7: <i>Výsledky změn lesku</i>	82
Příloha 8: <i>Výsledky změn lesku</i>	82
Příloha 9: <i>Výsledky změn lesku</i>	82

PŘÍLOHA B

Příloha 10: <i>Technický list nátěru Rhenocryl Fk47</i>	83
Příloha 11: <i>Technický list nátěru Ewidur Acryl h1690</i>	84
Příloha 12: <i>Technický list nátěru Adler Protector plus</i>	85
Příloha 13: <i>Technický list epoxidu Epinal UR 36.14</i>	86

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA A

Příloha 1: Výsledky celkových barevných změn ΔE .

Tukeyův HSD test; porovnání celkových barevných změn ΔE u povrchové úpravy A Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 18,765, df = 32,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 65,655	{2} 77,300	{3} 102,56	{4} 97,446	{5} 80,476	{6} 71,463	{7} 93,536	{8} 66,518
1	A-0-0		0,003906	0,000138	0,000138	0,000266	0,424501	0,000138	0,999982
2	A-1-0	0,003906		0,000138	0,000138	0,937620	0,418270	0,000163	0,008929
3	A-2-0	0,000138	0,000138		0,582821	0,000138	0,000138	0,044224	0,000138
4	A-3-0	0,000138	0,000138	0,582821		0,000148	0,000138	0,838036	0,000138
5	A-0-9	0,000266	0,937620	0,000138	0,000148		0,044527	0,001027	0,000476
6	A-1-9	0,424501	0,418270	0,000138	0,000138	0,044527		0,000138	0,621460
7	A-2-9	0,000138	0,000163	0,044224	0,838036	0,001027	0,000138		0,000138
8	A-3-9	0,999982	0,008929	0,000138	0,000138	0,000476	0,621460	0,000138	

Příloha 2: Výsledky celkových barevných změn ΔE .

Tukeyův HSD test; porovnání celkových barevných změn ΔE u povrchové úpravy B Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 30,044, df = 32,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 70,256	{2} 87,299	{3} 81,206	{4} 78,018	{5} 104,38	{6} 78,153	{7} 98,962	{8} 70,075
1	B-0-0		0,000707	0,060265	0,356766	0,000138	0,335969	0,000138	1,000000
2	B-0-9	0,000707		0,651386	0,166681	0,000688	0,179601	0,037336	0,000627
3	B-1-0	0,060265	0,651386		0,981876	0,000140	0,985841	0,000450	0,053487
4	B-1-9	0,356766	0,166681	0,981876		0,000138	1,000000	0,000155	0,329047
5	B-2-0	0,000138	0,000688	0,000140	0,000138		0,000138	0,767544	0,000138
6	B-2-9	0,335969	0,179601	0,985841	1,000000	0,000138		0,000157	0,309223
7	B-3-0	0,000138	0,037336	0,000450	0,000155	0,767544	0,000157		0,000138
8	B-3-9	1,000000	0,000627	0,053487	0,329047	0,000138	0,309223	0,000138	

Příloha 3: Výsledky celkových barevných změn ΔE .

Tukeyův HSD test; porovnání celkových barevných změn ΔE u povrchové úpravy R Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 59,989, df = 32,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 73,385	{2} 77,204	{3} 107,81	{4} 98,238	{5} 0,0000	{6} 30,471	{7} 77,031	{8} 49,865
1	R-0-0		0,993117	0,000138	0,000497	0,000138	0,000138	0,994798	0,000945
2	R-1-0	0,993117		0,000146	0,003484	0,000138	0,000138	1,000000	0,000213
3	R-2-0	0,000138	0,000146		0,526081	0,000138	0,000138	0,000145	0,000138
4	R-3-0	0,000497	0,003484	0,526081		0,000138	0,000138	0,003175	0,000138
5	R-0-9	0,000138	0,000138	0,000138	0,000138		0,000147	0,000138	0,000138
6	R-1-9	0,000138	0,000138	0,000138	0,000138	0,000147		0,000138	0,008398
7	R-2-9	0,994798	1,000000	0,000145	0,003175	0,000138	0,000138		0,000222
8	R-3-9	0,000945	0,000213	0,000138	0,000138	0,000138	0,008398	0,000222	

Příloha 4: Výsledky změn smáčivosti KÚ.*

Tukeyův HSD test; porovnání změn smáčivosti KÚ* u povrchové úpravy A Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 18,765, df = 32,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 65,655	{2} 77,300	{3} 102,56	{4} 97,446	{5} 80,476	{6} 71,463	{7} 93,536	{8} 66,518
1	A-0-0		0,003906	0,000138	0,000138	0,000266	0,424501	0,000138	0,999982
2	A-1-0	0,003906		0,000138	0,000138	0,937620	0,418270	0,000163	0,008929
3	A-2-0	0,000138	0,000138		0,582821	0,000138	0,000138	0,044224	0,000138
4	A-3-0	0,000138	0,000138	0,582821		0,000148	0,000138	0,838036	0,000138
5	A-0-9	0,000266	0,937620	0,000138	0,000148		0,044527	0,001027	0,000476
6	A-1-9	0,424501	0,418270	0,000138	0,000138	0,044527		0,000138	0,621460
7	A-2-9	0,000138	0,000163	0,044224	0,838036	0,001027	0,000138		0,000138
8	A-3-9	0,999982	0,008929	0,000138	0,000138	0,000476	0,621460	0,000138	

Příloha 5: Výsledky změn smáčivosti KÚ.*

Tukeyův HSD test; porovnání změn smáčivosti KÚ* u povrchové úpravy B Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 30,044, df = 32,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 70,256	{2} 87,299	{3} 81,206	{4} 78,018	{5} 104,38	{6} 78,153	{7} 98,962	{8} 70,075
1	B-0-0		0,000707	0,060265	0,356766	0,000138	0,335969	0,000138	1,000000
2	B-0-9	0,000707		0,651386	0,166681	0,000688	0,179601	0,037336	0,000627
3	B-1-0	0,060265	0,651386		0,981876	0,000140	0,985841	0,000450	0,053487
4	B-1-9	0,356766	0,166681	0,981876		0,000138	1,000000	0,000155	0,329047
5	B-2-0	0,000138	0,000688	0,000140	0,000138		0,000138	0,767544	0,000138
6	B-2-9	0,335969	0,179601	0,985841	1,000000	0,000138		0,000157	0,309223
7	B-3-0	0,000138	0,037336	0,000450	0,000155	0,767544	0,000157		0,000138
8	B-3-9	1,000000	0,000627	0,053487	0,329047	0,000138	0,309223	0,000138	

Příloha 6: Výsledky změn smáčivosti KÚ.*

Tukeyův HSD test; porovnání změn smáčivosti KÚ* u povrchové úpravy R Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 59,989, df = 32,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 73,385	{2} 77,204	{3} 107,81	{4} 98,238	{5} 0,0000	{6} 30,471	{7} 77,031	{8} 49,865
1	R-0-0		0,993117	0,000138	0,000497	0,000138	0,000138	0,994798	0,000945
2	R-1-0	0,993117		0,000146	0,003484	0,000138	0,000138	1,000000	0,000213
3	R-2-0	0,000138	0,000146		0,526081	0,000138	0,000138	0,000145	0,000138
4	R-3-0	0,000497	0,003484	0,526081		0,000138	0,000138	0,003175	0,000138
5	R-0-9	0,000138	0,000138	0,000138	0,000138		0,000147	0,000138	0,000138
6	R-1-9	0,000138	0,000138	0,000138	0,000138	0,000147		0,000138	0,008398
7	R-2-9	0,994798	1,000000	0,000145	0,003175	0,000138	0,000138		0,000222
8	R-3-9	0,000945	0,000213	0,000138	0,000138	0,000138	0,008398	0,000222	

Příloha 7: Výsledky změn lesku.

Tukeyův HSD test; porovnání změn lesku u povrchové úpravy A Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 18,499, df = 24,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 76,400	{2} 91,700	{3} 27,800	{4} 82,987	{5} 31,787	{6} 66,063	{7} 19,663	{8} 57,737
1	A-0-0		0,000972	0,000147	0,404874	0,000147	0,041478	0,000147	0,000191
2	A-1-0	0,000972		0,000147	0,125277	0,000147	0,000147	0,000147	0,000147
3	A-2-0	0,000147	0,000147		0,000147	0,885846	0,000147	0,178492	0,000147
4	A-3-0	0,404874	0,125277	0,000147		0,000147	0,000352	0,000147	0,000147
5	A-0-9	0,000147	0,000147	0,885846	0,000147		0,000147	0,010894	0,000147
6	A-1-9	0,041478	0,000147	0,000147	0,000352	0,000147		0,000147	0,159460
7	A-2-9	0,000147	0,000147	0,178492	0,000147	0,010894	0,000147		0,000147
8	A-3-9	0,000191	0,000147	0,000147	0,000147	0,000147	0,159460	0,000147	

Příloha 8: Výsledky změn lesku.

Tukeyův HSD test; porovnání změn lesku u povrchové úpravy B Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 32,727, df = 24,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 79,100	{2} 24,525	{3} 88,500	{4} 65,850	{5} 26,825	{6} 17,150	{7} 81,662	{8} 62,500
1	B-0-0		0,000147	0,321799	0,054170	0,000147	0,000147	0,997991	0,008278
2	B-0-9	0,000147		0,000147	0,000147	0,999011	0,611644	0,000147	0,000147
3	B-1-0	0,321799	0,000147		0,000334	0,000147	0,000147	0,693105	0,000167
4	B-1-9	0,054170	0,000147	0,000334		0,000147	0,000147	0,013079	0,989624
5	B-2-0	0,000147	0,999011	0,000147	0,000147		0,289466	0,000147	0,000147
6	B-2-9	0,000147	0,611644	0,000147	0,000147	0,289466		0,000147	0,000147
7	B-3-0	0,997991	0,000147	0,693105	0,013079	0,000147	0,000147		0,001885
8	B-3-9	0,008278	0,000147	0,000167	0,989624	0,000147	0,000147	0,001885	

Příloha 9: Výsledky změn lesku.

Tukeyův HSD test; porovnání změn lesku u povrchové úpravy R Přibližné pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Mezi MS = 5,0963, df = 24,000									
Č. buňky	Typ nátěru	{1} 2,5500	{2} 41,613	{3} 12,100	{4} 41,337	{5} 1,1125	{6} 18,287	{7} 6,2875	{8} 19,013
1	R-0-0		0,000147	0,000214	0,000147	0,983175	0,000147	0,313221	0,000147
2	R-1-0	0,000147		0,000147	1,000000	0,000147	0,000147	0,000147	0,000147
3	R-2-0	0,000214	0,000147		0,000147	0,000153	0,014111	0,024163	0,004849
4	R-3-0	0,000147	1,000000	0,000147		0,000147	0,000147	0,000147	0,000147
5	R-0-9	0,983175	0,000147	0,000153	0,000147		0,000147	0,058192	0,000147
6	R-1-9	0,000147	0,000147	0,014111	0,000147	0,000147		0,000148	0,999772
7	R-2-9	0,313221	0,000147	0,024163	0,000147	0,058192	0,000148		0,000148
8	R-3-9	0,000147	0,000147	0,004849	0,000147	0,000147	0,999772	0,000148	

PŘÍLOHA B

Technický list

Rhenocryl FK 47 High Solid

Slabovrstvá lazura s vysokým obsahem sušiny



- vodou ředitelná slabovrstvá lazura - „High Solid“
- v odstínech přírodních dřevin

Oblasti použití:

Rhenocryl FK 47 High Solid je slabovrstvá lazura se zvýšeným obsahem sušiny. Je určen pro všechna dřeva i masivní stavební díly. Používá se jako druhá vrstva po základu, který dobře impregnuje, jako jsou např. krystalové základy Rhenocryl TL 30, Rhenocryl TL 45, Rhenocryl TL 45 High Solid. Rhenocryl FK 47 High Solid je také vhodný k použití jako konečná povrchová úprava v systému slabovrstvých lazur a pro kombinovanou povrchovou úpravu na stavební dílce do extrémně vlhkých prostor. Je určen i pro průmyslové zpracování.

Vlastnosti:

Rhenocryl FK 47 High Solid má velmi dobré sytící schopnosti v silně savých oblastech, jako jsou příčné dřevu a spáry. Jemná polymerní plniva nasytí díky vysokému obsahu sušiny nejen problematická místa, ale i celé plochy a vytváří na již základem upraveném povrchu ochranný film, jež minimalizuje vlivy vlhkosti. Díky vysoké pigmentaci a doplňkové výbavě ochranou proti UV se dosáhne dostatečné ochrany povrchu. Neobsahuje fungicidy, je rychleschnoucí, má egalizující účinky, je dobře brousitelný.

Postup zpracování:

Nanášení:	Natírání, stříkání, máčení a flutování
Konzistence pro zpracování:	neředěný
Redění:	vodou
Čistění nástrojů:	vodou nebo univerzálním ředidlem
Čistění stříkacího zařízení:	propláchnout vodou, před delšími přestávkami - (víkend) dodatečně propláchnout produktem Phasenumwandler
Teplota při zpracování:	doporučena pokojová teplota, nezpracovávat při teplotě pod 8 °C (rozumí se materiál i teplota místnosti)
Schnutí při běžných podmínkách:	20 °C, 60 - 75 % relativní vlhkost, podle tloušťky nánosu brousitelný po cca 2 hodinách
Spotřeba:	podle savosti dřeva 80 - 100 ml/m ²
Skladování:	v originálním balení možno skladovat 1 rok, chránit před mrazem, zabránit styku s oxidujícími předměty a kovovými předměty bez nerezové úpravy
Všeobecné podmínky:	před upotřebením a po delším stání promíchat, nemíchat s rozpouštědly

Struktura nátěrové vrstvy:

Rhenocryl FK 47 High Solid je určen pro dřevěné stavební dílce z listnatého i jehličnatého dřeva v exteriéru.

Předzpracování: dřevěné díly důkladně zbavit prachu, dřeva bohatá na pryskyřice a vnitřní látky, popř. lepidlo povrchy nejprve omýt rozpouštědlem.

Struktura nátěru: Pokud je třeba, tak nejprve provést impregnaci impregnačním základem Rhenocryl TL 30, nebo Rhenocryl TL 45, Rhenocryl TL 45 High Solid. Poté provést přebroušení brusným papírem zrnitosti 180 - 220, zbavit prachu a nanést lazuru Rhenocryl FK 47 High Solid. Pro kombinovanou povrchovou úpravu do extrémně vlhkých prostor se nanáší jako konečná vrstva z vnější strany stavebních dílců.

Bod vzplanutí a třída nebezpečnosti:

Není, ustanovení pro hořlaviny se nevztahují.

Klasifikace podle nařízení (ES) č. 1272/2008

Směs není podle Nařízení (ES) č. 1272/2008 klasifikována jako nebezpečná a nemusí být podle tohoto nařízení povinně označena.

Výrobce: Rhenocoll-Werk e. K., Erlenhöhe 20, D-66871 Konken bei Kusel
Výhradní distributor pro ČR: Anna Bendová - RHENOCOLL, Havlovice 29, 34401 Domažlice
tel.: 379 724 676 · fax: 379 724 676 · e-mail: rhenocoll@rhenocoll.cz · www.rhenocoll.cz

ISO 9001

Příloha 10: Technický list nátěru Rhenocryl Fk47 (Zdroj: Rhenocoll)



Ing. E Wildscheck & Co. OG, A-1230 Wien, Walter-Jurmann-Gasse 8, Telefon: 01/804 15 06-0, Fax: 01/ 804 21 69
www.wildscheck.at

TECHNISCHES MERKBLATT

EWIDUR Acryl h 1690 2 Komponenten - PUR - Lack

Basis:	Acrylharz mit aliphatischem Isocyanat
Verwendung:	Hochwertige Industrielackierungen, Nutzfahrzeugglackierung, Sanierung von Polyesterflächen usw.. Für Unterwasserlackierungen wird EWIDUR Acryl h 1690 von uns nicht empfohlen!
Eigenschaften:	2-Komponenten Acryllack für luft- und ofentrocknende Lackierungen mit rascher Trocknung und Durchhärtung, gutem Verlauf und Glanz. Hervorragend licht- und wetterbeständig. Ewidur Acryl h 1690 ist, vollkommen ausgehärtet und entsprechende Untergrundvorbehandlung vorausgesetzt, beständig gegen Superbenzin, Benzin und Diesel (Heizöl).
Glanzgrad:	Glänzend bis matt.
Dichte:	1 - 1,2 g/ cm ³ (Mischung mit Härter) je nach Farbton
Festkörper:	38 - 65% (Mischung mit Härter) je nach Farbton
Lieferviskosität:	ca. 50 Sek. / Mischung mit Härter. DIN Becher 4mm (DIN 53211)
Untergrund:	Als Untergrund eignen sich 2-K Epoxigrundierungen und 2-K Acrylfüller. Polyesterspachtel oder Polyesterfüller müssen mit obigen Materialien abisoliert werden. Acryl EWIDUR kann auch direkt auf Holz, Beton, Metall (Eisen, Zink, Aluminium), GFK und Hart-PVC lackiert werden. Der Untergrund muß sauber, fettfrei und trocken sein.
Mischungsverhältnis:	farbig: 4 : 1 mit EWIDUR Härter B (nach Gewicht) farblos: 3 : 1 mit EWIDUR Härter B (nach Gewicht)
Topfzeit:	Das gemischte Material ist bei 20° C 6 Stunden verarbeitbar.
Verdünnung:	EWIDUR NG-Verdünnung EWIDUR Verdünnung (rascher, für kleine Flächen)
Verarbeitung:	Spritzen mit der Becherpistole (20% Verd., = ca. 25 Sek./4mm), Düse 1,2 - 1,5 mm, Druck 3-5 bar), Airless-spritzen (20% Verd., Düse 0,2 - 0,3 mm, Druck 180 - 240 bar) Spritzen nur in genehmigungspflichtigen Lackieranlagen, Streichen unverdünnt oder max 5% Verzögerer L 64. Ewidur Acryl h 1690 darf nicht bei Temperaturen unter +10°C verarbeitet werden. Arbeitsgeräte müssen nach Gebrauch sofort gereinigt werden.
Schichtdicke:	80 - 120 µm naß = 40 - 50 µm trocken.

Allgemeiner Hinweis: Unsere Empfehlungen befreien den Käufer nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen, weil das Ergebnis von den jeweiligen Arbeitsbedingungen und von der Qualität des Untergrundes abhängig ist.

Filialen: Judendorf-Straßengel (03124) 51 442, Klagenfurt (0463) 38 13 33, Traun (07299) 63 730,
Hallwang b. Silb. (0662) 66 12 36, St. Pölten (02742) 883 800

Příloha 11: Technický list nátěru Ewidur Acryl h1690 (Zdroj: Wildscheck)

ADLER Protector Plus 96345

Lösemittelbasierte Imprägnierlasur mit sehr guter Hydrophobierung für Industrie und Gewerbe.

PRODUKT-BESCHREIBUNG	
Allgemeines	Farblose Imprägnierlasur speziell für Nadelholz auf Basis aromatenfreier Testbenzine mit sehr hohem UV-Schutz, sehr gutem Wasserschutz und mit langanhaltender Hydrophobierung im Außenbereich. Es wird die natürliche Vergilbung des Holzes stark reduziert.
Besondere Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> Die Beschichtung ist durch einen bioziden Wirkstoff gegen Bläue- und Schimmelpilzbefall geschützt.
Prüfnormen	<p>Wirkstoff: 0,3 % IPBC (Iodpropinylbutylcarbamot)</p>
Anwendungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> Für nicht maßhaltige und begrenzt maßhaltige Holzbauteile im Außenbereich aus Nadelholz, wie zum Beispiel Holzhäuser, Vordächer, Holzverkleidungen, Balkone, in den Gebrauchsklassen 2 und 3. Besonders geeignet für die Holzarten Fichte und Lärche. Nicht geeignet für farbige Laubholzarten wie Meranti, Mahagoni, usw. Bei harzreicher Sibirischer Lärche und Zeder kann es bei Hobebläue zu einer verkürzten Haltbarkeit des Aufbaus kommen. Für Terrassenböden und Stege wird Pullex Bodenöl 50527 ff empfohlen. <p>Bitte die jeweiligen technischen Merkblätter der Produkte beachten</p>
Verarbeitungshinweise	<ul style="list-style-type: none"> Bitte Produkt vor Gebrauch aufrühren. Verarbeitung nicht bei Temperaturen unter + 5 °C und/oder relativer Luftfeuchte > 80 %. Bei neuen Holzbauteilen empfehlen wir eine allseitige Grund- und Zwischenbeschichtung. Harzfluss kann anstrichtechnisch nicht vermieden werden. Das Auswaschen von wasserlöslichen Holzinhaltsstoffen, speziell bei Schlagregen, kann durch eine allseitige Beschichtung und einem zusätzlichen Anstrich der Hirnholzflächen minimiert werden. Auf Lärchenholz und inhaltsstoffreichen Hölzern können Putzreste (hohe Alkalität) oder Eisenstaub (Rostbildung) zu schwarzen Verfärbungen führen.

08-14 (ersetzt 04-14) ZKL 4401

b. w.

ADLER-Werk Lackfabrik, A-6130 Schwaz

Fon: 0043/5242/6922-190, Fax: 0043/5242/6922-309, Mail: technical-support@adler-lacke.com
 Unsere Anleitungen basieren auf bestmöglicher Wasserstand und sollen nicht als Ersatz für die Verantwortung des Kunden/Verarbeiters angesehen werden. Eine Haftung für Anwendungsgebiete und Verarbeitungsempfehlungen individuell abzustimmen. Über Eignung und Einsatz des Lieferproduktes entscheidet der Käufer/Verarbeiter eigenverantwortlich, weshalb empfohlen wird, ein Musterstück zur Überprüfung der Eignung des Produktes herzustellen. In Österrichen gelten unsere allgemeinen Verkaufsbedingungen. Alle weiteren Merkblätter werden mit dieser Ausgabe Ihre Ausgabe. Änderungen der Größe, Fassungen und verfügbaren Glanzgrade vorbehalten.

Auftragstechnik		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Auftragsverfahren</th> <th>Streichen/Tauchen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ergiebigkeit pro Auftrag (m²/l)</td> <td>ca. 8 - 10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Achtung: Produkt nicht spritzen! Das Produkt ist streichfertig eingestellt. Die Form, die Beschaffenheit des Untergrundes und die Holzfeuchtigkeit beeinflussen den Verbrauch/die Ergiebigkeit. Exakte Verbrauchswerte sind nur durch eine vorherige Probebeschichtung zu ermitteln.</p>	Auftragsverfahren	Streichen/Tauchen	Ergiebigkeit pro Auftrag (m ² /l)	ca. 8 - 10				
Auftragsverfahren	Streichen/Tauchen									
Ergiebigkeit pro Auftrag (m ² /l)	ca. 8 - 10									
Trockenzeiten (bei 23 °C und 50 % r.F.)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Überlackierbar</th> <th>ca. 12 h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Die genannten Zahlen sind richtungsweisend. Die Trocknung ist abhängig von Holzsorte, Schichtdicke, Temperatur, Luftaustausch und relativer Luftfeuchte.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Niedrige Temperaturen und/oder hohe Luftfeuchtigkeit können die Trockenzeit deutlich verlängern</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Auf inhaltsstoffreichen Hölzern (wie z. B. Eiche, Iroko) kann es zu einer Trocknungsverzögerung kommen.</td> </tr> </tbody> </table>	Überlackierbar	ca. 12 h	Die genannten Zahlen sind richtungsweisend. Die Trocknung ist abhängig von Holzsorte, Schichtdicke, Temperatur, Luftaustausch und relativer Luftfeuchte.		Niedrige Temperaturen und/oder hohe Luftfeuchtigkeit können die Trockenzeit deutlich verlängern		Auf inhaltsstoffreichen Hölzern (wie z. B. Eiche, Iroko) kann es zu einer Trocknungsverzögerung kommen.	
Überlackierbar	ca. 12 h									
Die genannten Zahlen sind richtungsweisend. Die Trocknung ist abhängig von Holzsorte, Schichtdicke, Temperatur, Luftaustausch und relativer Luftfeuchte.										
Niedrige Temperaturen und/oder hohe Luftfeuchtigkeit können die Trockenzeit deutlich verlängern										
Auf inhaltsstoffreichen Hölzern (wie z. B. Eiche, Iroko) kann es zu einer Trocknungsverzögerung kommen.										
Reinigung der Arbeitsgeräte		Mit ADLER Adlerol Aromatenfrei 80301 reinigen								
UNTERGRUND										
Untergrundart	Nadel- und Laubholz sowie Holzlagenwerkstoffe, wie z. B. Massivholzplatten, Brettschichtholz (BSH), Konstruktionsvollholz (KVH), etc.									
Untergrundbeschaffenheit	Der Untergrund muss trocken, sauber, tragfähig, fett- und wachsfrei und frei von Holzstaub sein. Bitte ÖNORM B 2230-1 beachten. Siehe auch VOB, Teil C, DIN 18363, Absatz 3; Maler und Lackierarbeiten. Bitte BFS-Merkblatt Nr. 18 beachten. Voraussetzung für eine lange Haltbarkeit der Beschichtung ist die Beachtung der Grundsätze des konstruktiven Holzschutzes.									
Holzfeuchte	Laubhölzer: 12 % +/- 2 % Nadelhölzer: 15 % +/- 2 %									
Untergrundvorbereitung	Für eine optimale Haltbarkeit empfehlen wir glatte Holzoberflächen mit Kö 80 in Faserrichtung zu schleifen, gründlich zu reinigen und austretende Holzinhaltsstoffe wie z. B. Harze und Harzgalen zu entfernen. Scharfe Kanten sind zu runden. Harzreiche Hölzer und Exotenhölzer mit trocknungsverzögernden Inhaltsstoffen mit ADLER Nitro-Verdünnung 80001 reinigen. Bitte die jeweiligen technischen Merkblätter der Produkte beachten.									

08-14 (ersetzt 04-14) Seite 2 von 3

ADLER Protector Plus

BESCHICHTUNGS-AUFBAU	
Imprägnierung	Bei Bedarf zum Schutz vor Bläue, Pilz- und Insektenbefall 1 x mit Pullex Imprägnier-Grund farblos 50209 imprägnieren (gilt für Hölzer der Dauerhaftigkeitsklasse nach EN 350-2, 3 – 5). Ca. 12 h Trocknung Bitte die jeweiligen technischen Merkblätter der Produkte beachten.
Grundbeschichtung	1 x ADLER Protector Plus 96345 Zwischentrockenzeit ca. 12 Stunden
Schlussbeschichtung	1 x ADLER Protector Plus 96345
PFLEGE & RENOVIERUNG	
Pflege	Die Haltbarkeit hängt von vielen Faktoren ab. Diese sind insbesondere die Art der Bewitterung, konstruktiver Schutz, mechanische Belastung und die Wahl des verarbeiteten Farbtones. Für eine lange Haltbarkeit sind speziell bei farblosen Beschichtungen wie Protector Plus rechtzeitige Pflegearbeiten notwendig. Dazu wird eine jährliche Wartung empfohlen. Bei Bedarf die noch intakten Flächen von Staub und Schmutz befreien und 1 x mit ADLER Protector Plus 96345 auffrischen. Auf tiefporigen Laubhölzern, z. B. Eiche, Iroko muss mit verkürzten Pflegeintervallen gerechnet werden.
BESTELLHINWEISE	
Gebindegrößen	2,5 l und 20 l
Farbtöne/Glanzgrade	Farblos 96345
Zusatzprodukte	ADLER Adlerol 80301 ADLER Nitro-Verdünnung 80001 Pullex Imprägnier-Grund 50209
WEITERE HINWEISE	
Haltbarkeit/Lagerung	Mindestens 1 Jahr in original verschlossenen Gebinden. Wir empfehlen, den Inhalt angebrochener Gebinde in kleinere Gebinde umzufüllen, um ein Gellieren/Hautbildung zu vermeiden.
Technische Daten	VOC-Gehalt EU-Grenzwert für ADLER Protector Plus (Kat. A1): 700 g/l (2010). ADLER Protector Plus enthält maximal 530 g/l VOC.
Sicherheitstechnische Angaben	Beachten Sie bitte das zugehörige Sicherheitsdatenblatt! Die aktuelle Version kann im Internet unter www.adler-lacke.com abgerufen werden. Bei Lappen, die mit oxidativ trocknenden Produkten getränkt worden sind, besteht die Gefahr der Selbstentzündung! Mit ADLER Protector Plus 96345 getränkte Lappen ausgebreitet trocknen lassen. Aufbewahrung in geschlossenen Metallbehältern bzw. unter Wasser notwendig.

08-14 (ersetzt 04-14) Seite 3 von 3

Príloha 12: Technický list nátěru Adler Protector plus (Zdroj: Adler)

Epinal UR 36.14 / UH 36.14 Technický list

Nízkoviskózní, rychle tvrdnoucí Epoxy- Fixier & Imprägniersystem. Epinal UR 36.14/UH36.14 je transparentní, bez rozpouštědel, rychle vytvrzující fixační a impregnační systém pro mnoho účelů.

Díky nízké viskozitě je vhodný pro impregnaci dřeva, savých minerálních podkladů, různých pěn atd. Také se hodí pro zpevnění ztrouchnivělých částí dřeva a obnovit tím znova možnost opracování (řezat, frézovat, vrtat, brousit atd.)

Nános se provádí válečkem, štětcem a stěrkou (špachtli).

Epinal UR 36.14/UH 36.14 vytvrzuje v tenké vrstvě (od 20°C). Spotřeba je podle savosti podkladu od 120-450g/m². Při potřebě více vrstev se může nanášet mokry do mokrého. Vytvrzená plocha se pro konečnou úpravu / lakování přebroušuje.

Rychle vytvrzující lící pryskyřice – systém , max. tloušťka vrstvy 6mm / 23°C, také jako tenká vrstva, velmi dobrá odolnost proti UV .

Transparentní , vyplňující EPOXY tmel. Do 36.14 dobře vmíchat max. 8 váhových % Epinal Powder TR-P. Směs nechat 20 minut až max 2 hodiny zakrytou nechat stát, během této doby vícekrát promíchat, aby se vytvořila homogenní směs bez hrudek a před přidáním tužidla ještě jednou promíchat

Specifika výrobku: transparentní 2K epoxidový systém, bez rozpouštědel, fenolu, bez benzylalkoholu, s krátkou dobou zpracování směsí, nízkou viskozitou, rychlým vytvrzením a velmi širokým použitím. Vytvrzování +20°C do + 25°C , velmi dobré zpevnění při vysoké ohebnosti a odolnosti proti nárazu.

Využití: impregnace, lité, fixace, lepení, zpevnění, transparentní tmel.

Vlastnosti EPINAL Pryskyřice UR 36.14 / tužidlo UH 36.14

Hustota [g/cm³] 1,129 - 1,149 / 0,929 - 0,949 při 20°C

Viskozita [mPas] 50 - 400 / 80 - 280 25°C

Směs 100: 40 podle hmotnosti / 100 ml : 49 ml podle objemu při 20°C

Skladování[°C] +10°C až +25°C

Vlastnosti směsi:

Zpracování od +20 do +30°C teplota materiálu, podkladu a vzduchu, relativní vlhkost vzduchu < 85 % (nižší než 85%), teplota při zpracování musí být minimálně o 3°C vyšší než je teplota rosného bodu Viskozita [mPas] 65 - 350 při 25°C, čas zpracování směsí ±30 minut při 23°C a 100g

Suchý na omak po cca 5h při tl. vrstvy 1 mm a 23°C a 3,5h při 5mm tl.vrstvy a 23°C
Další vrstva 8-10 hodin při tl. vrstvy 1 mm a 23°C a 4,5-5,5h při 5mm tl.vrstvy a 23°C
Ručně broušitelný cca 10-12h při tl. vrstvy 1 mm a 23°C a 7-9h při 5mm tl.vrstvy a 23°C

Čas k další vrstvě bez broušení max 24 hodin při 23°C prostor a předmět

Mechanicky zatížitelný po 2 dnech při 23°C

Teplotně zatížitelný cca 55°C po vytvrzení při 23°C -7 dní

Vyšší odolnost až do 70°C se dosáhne po dvoudenním vytvrzení při teplotě v místnosti a potom teplotním procesem např. při 40°C / 24 hod nebo 50°C/16 hod.

Tvrdość plochy (Shore –D ±2)

40 (gumový) po 6 hodinách, / 78 po 1 dnu / 82 po 2 dnech a 5mm tloušťky vrstvy

Uvedený směšovací poměr je potřeba dodržet co nejpřesněji, odchylky vedou při vytvrzovacím procesu k různým výsledkům. Vrchní plochu je potřeba během vytvrzovacího procesu chránit před vlhkostí, prachem a zašpiněním. V případě pochybností nechte epoxidovou vrstvu vytvrdnout a přebrouste pro optimální přilnavost

Balení / dodávka

Epinal UR 36.14 / UH 36.14- 400g/160g - 800 g/320g - 2,50kg/1kg - 5kg/2kg - 10kg/4kg - 20kg/8kg

Větší balení na poptávku

Skladování

V chladu a suchu při +15 do +25°C v originálním obalu 1 rok. Stojící dobře uzavřený obal. Pryskyřice je na základě její zvláštních vlastností a vysoké čistoty citlivá na chlad. Při špatném skladování nebo přepravě pod +10°C se může vytvořit silné viditelné zakalení až krystalizace. Před zpracováním zkontrolujete vzhled.

Regenerace bez ovlivnění kvality se dosáhne ohřátím na +55°C po dobu 24 hodin v dodávacím obalu. Uzávěr nechte lehce otevřen pro vyrovnání tlaku. Po ochlazení se pryskyřice zpracovává jako obvykle.

Bezpečnostní pokyny

Epinal-Epoxyharze und Epinal-tužidlo jsou podle REACH-, CLP/GHS jako nebezpečné látky zařazeny a označeny. Dbejte bezpečnostních pokynů na etiketě a v bezpečnostním listu.

Zbytky a odpad

Tekuté zbytky a obaly obsahující zbytky se likvidují podle místních nařízení a pokynů (zvláštní odpad). Nesmí se vylévat do kanalizace a povodí.

bto-epoxy GmbH Franz Kollmann-Strasse 4A – 3300 Amstetten Tel. +437472 93 067

Distribuce v ČR : Acolor s.r.o., +420 317 793 437