

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra dřevný výrobků a konstrukcí

Hydrofobizace dřeva pomocí nátěrů

Bakalářská práce

Autor: Martin Ortl

Vedoucí práce: Doc. Ing. Miloš Pánek, Ph.D.

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Ortl

Dřevařství

Název práce

Hydrofobizace dřeva pomocí nátěrů

Název anglicky

Hydrophobization of wooden surfaces by coatings.

Cíle práce

Cílem práce bude zpracovat literární rešerši na dané téma a měření účinnosti vybraného druhu hydrofobní vrstvy aplikované na dřevo (nebo nátěr na dřevě)vystavené povětrnosti na základě měření kontaktního úhlu smáčení vodou.

Metodika

Hydrofobizací povrchů dřeva vystaveného do exteriéru je možné výrazně prodloužit jeho celkovou životnost jako i odolnost povrchové úpravy nátěrem. Voda způsobuje zvýšenou náchylnost na poškození biotickými činiteli, vznik mechanických poškození (trhliny) a také synergicky spolupůsobí spolu s UV zářením při rozkladu základních stavebních komponentů dřeva a s tím spojenými povrchovými degradacemi (tj. změna barvy, povrchové struktury atd.).

Metodicky bude řešení BP následovné:

1. Vyhledání literárních zdrojů na dané téma z vědeckých databází a odborných publikací a jejich přehledné zpracování v literární rešerši.
2. Měření účinnosti vybraného druhu hydrofobní vrstvy aplikované na dřevo (nebo nátěr na dřevě)vystavené povětrnosti na základě měření kontaktního úhlu smáčení vodou pomocí goniometru.
3. Zpracování a vyhodnocení dosažených výsledků a porovnání s jinými pracemi zpracovanými v literární rešerši.

Doporučený rozsah práce

40 s.

Klíčová slova

dřevo, hydrofobní vrstvy, atmosférické stárnutí, nátěry

Doporučené zdroje informací

- Ghosch, S.C., Militz, H., Mai, C. (2009): Natural weathering of scots pine boards modified with functionalised commercial silicone emulsions. In *BioResources* 4 (2), p. 659-673, ISSN 1930-2126
- Pánek, M. (2015): Nátěry na dřevo a jejich testování, FLD-CZU v Praze, 1. Vydání, 111 s.
- Reinprecht, L., Pánek, M. (2015): Effects of Wood Roughness, Light Pigments, and Water Repellent on the Color Stability of Painted Spruce Subjected to Natural and Accelerated Weathering, In *BioResources* 10 (4), p. 7203-7219, ISSN 1930-2126
- Samyn, P., Stanssens, D., Paredes, A., Becker, G. (2014): performance of organic nanoparticle coatings for hydrophobization of hardwood surfaces. *Journal of Coatings technology Research* 11 (3), p. 461-471
- Yao, L, He, J. (2014): Recent progres in antireflection and self-cleaning technology – From surface engineering to functional surfaces. In *progres in Materials Science* 61, p. 94-143
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Miloš Pánek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Konzultant

Ing. Eliška Oberhofnerová

Elektronicky schváleno dne 29. 4. 2016

doc. Ing. Martin Böhlm, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2018

"Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Hydrofobizace dřeva pomocí nátěrů vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Miloše Pánka Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze dne 10.4.2018

Martin Ortl

.....

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce panu doc. Ing. Pánkovi, Ph.D. za ochotu a cenné připomínky, které mi během vypracování bakalářské práce poskytoval.

Dále bych rád poděkoval všem ostatním, kteří mě podporovali nejen v psaní práce, ale i v celém studiu.

V Praze dne 10.4.2018

.....

Abstrakt

Bakalářská práce řeší problematiku hydrofobizace povrchu dřeva vlivem nátěrových systémů. V literární rešerši jsou shrnuty základní poznatky o dřevě, jeho složení, vzájemném působení dřeva a vody a možnosti zvýšení hydrofobnosti jeho povrchových vrstev.

Součástí práce bylo testování několika nátěrových systémů na vzorcích ze smrku ztepilého. Vzorky byly vystaveny umělému i přírodnímu zvětrávání v určitých časových intervalech. Poté byla v laboratoři měřena kvalita nátěrové vrstvy (hydrofobizace) pomocí přístroje od firmy Krüss.

Výsledky ukázaly, že v obou testovaných metodách byly výsledné hodnoty použitých systémů velmi podobné. Při testování v UV komoře byly však naměřené hodnoty všech systémů nižší než při testu přirozeným stárnutím.

Klíčová slova

Dřevo, hydrofobní vrstva, hydrofobní látka, atmosférické stárnutí, nátěry

Abstract

The bachelor thesis solves problems of hydrophobization of wood surface due to coating systems. The literature research summarizes the basic knowledge of wood, its composition, the interaction of wood and water and the possibilities of increasing the hydrophobicity of its surface layers.

The part of the work was the testing of several coating systems on specimens of the Norway spruce. The samples were exposed to artificial and natural weathering at certain time intervals. The quality of the coating (hydrophobization) was then measured in the laboratory using Krüss instrument.

The results showed that the results of both tested methods were very similar. However, when tested in the UV Chamber, the measured values of all systems were lower than in the natural aging test.

Keywords

Wood, hydrophobic layer, hydrophobic substance, atmospheric aging, coatings

Obsah

Seznam obrázků.....	10
Seznam tabulek.....	10
Seznam grafů	10
1 Úvod	11
2 Cíl práce	12
3 Literární přehled problematiky	12
3.1 Vlastnosti dřeva.....	12
3.2.1 Nasákavost.....	14
3.2.2 Propustnost	15
3.2.3 Povrchové napětí.....	15
3.3 Konstrukční návrhy ochrany a bariérové vrstvy	17
3.3.1 Hydrofobizační vrstvy	18
3.3.2 Druhy hydrofobních látek.....	21
3.3.2.1 Silikony.....	21
3.3.2.2 Polymery	22
3.3.2.3 Nanočástice	23
3.3.2.4 Oleje a Vosky	24
4 Metodika	26
4.1 Vzorky	26
4.2 Nátěrové systémy	26
4.3 Test umělým stárnutím.....	28
4.4 Měřicí zařízení	28
4.5 Postup měření.....	29
4.6 Fotky z měření	30
5 Výsledky	33

5.1 Testy přirozeným stárnutím.....	33
5.2 Test v UV komoře	34
5.3 Porovnání obou testů	35
6 Diskuse.....	37
7 Závěr	38
8 Seznam literatury a použitých zdrojů	40

Seznam obrázků

Obrázek 1 Smáčení úhly 0° - 90° (Vetchý 2015).....	16
Obrázek 2 Smáčecí úhly 90° – 180° (Vetchý 2015).....	16
Obrázek 3 Ochrana vodorovné plochy (Solař 2014).....	17
Obrázek 4 Přesah střechy (Solař 2014).....	17
Obrázek 5 Osazení dřevěného prvku nad terén (Solař 2014)	18
Obrázek 6 Analizátor tvru kapky Krüss (Krüss [2016])	29
Obrázek 7 Stůl měřicího zařízení s uloženým vzorkem.....	30
Obrázek 8 Ukázka zkušebních kapiček vody	30
Obrázek 9 Náhled ovládacího softwaru měřicího zařízení	31
Obrázek 10 Kapka na kapátku	31
Obrázek 11 Zobrazení kapičky v měřicím softwaru	32

Seznam tabulek

Tabulka 1 Zastoupení chemických složek ve dřevě	13
Tabulka 2 Nátěrové systémy	27
Tabulka 3 Testované kombinace nátěrových systémů	27
Tabulka 4 Výsledné hodnoty stykových úhlů	36

Seznam grafů

Graf 1 Test přirozeným stárnutím	33
Graf 2 UV test.....	35

1 Úvod

Dřevo je přírodním materiálem. Člověk využívá tento materiál od nepaměti na stavbu obydlí, jako tepelný zdroj, jiné konstrukce a nebo jako pouhou dekoraci. Má velkou řadu pozitivních vlastností pro různé druhy využití, avšak má i své negativní stránky např. hořlavost, navlhavost, nasákavost, díky nimž dochází k změnám tvaru, rozměrům a mechanickým vlastnostem dřeva. Jako přírodní materiál časem a vlivem působení abiotických a biotických činitelů degraduje. Pórovitost dřeva je schopnost přijímat a vydávat vodu. Voda dřevem protéká a jeho vlhkost se mění v prostoru i čase. Izolace schopnost nebo pevnost na vlhkosti závisí, proto se vlhkost reguluje přirozeným nebo umělým sušením. Pod pojmem ochrana dřeva rozumíme potlačení procesu degradace a tím pádem zvýšení životnosti výrobků ze dřeva. Jsou to všechny konstrukční řešení, technologie, opatření, které mají plnit ochranou funkci nebo mají svůj význam.

Již ode dávna se na vylepšování trvanlivosti dřeva používaly přírodní oleje a vosky. Účinky těchto látek nebyly nijak závratné, ale lze je považovat za velmi dobrý základ do budoucího vývoje ochrany dřeva. Tyto přírodní produkty mají hydrofobizační účinek, zvyšují kontaktní úhel smáčení pro vodu, která hůře proniká do pórů dřeva a tím se jeho trvanlivost zvyšuje. Dnes se ve velké míře používají zejména chemicky vyrobené hydrofobizační látky jako např. syntetické polymery, ale na původní přírodní látky se nezapomnělo a stále se s nimi pracuje, ať už v podobě příměsí nebo vývoji a výzkumu nových látek.

2 Cíl práce

Cílem práce je zpracovat literární rešerši na téma hydrofobizace dřeva pomocí nátěrů a měření účinnosti vybraného druhu hydrofobní vrstvy aplikované na smrkové dřevo (nebo nátěrový systém na smrkovém dřevě) vystavené povětrnosti na základě měření kontaktního úhlu smáčení vodou.

3 Literární přehled problematiky

3.1 Vlastnosti dřeva

Dřevo je nehomogenní látka. Obsahuje pletivo, které je složeno z anatomických elementů a plní vodivou, zásobní a mechanickou funkci. Dřevo jehličnaté a listnaté se liší nejen při pohledu, ale zejména složením anatomických elementů. Jehličnaté dřevo má tracheidy (cévice) a parenchymatické buňky. Listnaté je tvořeno z trachejí (cév) a tracheid (cévic) libriforních vláken a parenchymatických buňek.

Chemické složení dřevin je přibližně stejné. Průměrně se udává 49,5% uhlíku, 44,2% kyslíku a 6,3% vodíku. Kromě toho ještě dřevo obsahuje 0,12% dusíku a menší množství minerálních sloučenin.

Hlavní tři základní složky tvořící cca 95% složení dřeva jsou celulóza, hemicelulóza a lignin. Zbýlých cca 5% tvoří doprovodné složky neboli extraktiva (Šlezingerová a Gandelová 2002).

Tabulka 1 Zastoupení chemických složek ve dřevě

Složka	Průměr v procentech
Celulosa	35 – 55
Hemiceluloza	20 – 35
Lignin	15 – 36
Extraktiva	3 – 10

Celulosa je nejrozšířenější organická sloučenina na povrchu země. Je to polysacharid a vytváří kostru zdřevnatělých buněčných stěn. V jehličnanech zastupuje 46 – 56% a v listnáčích 41 – 45%. Nejvyšší zastoupení v submikroskopické stavbě má v sekundární vrstvě S2.

Vláknité řetězové makromolekuly celulosy se seskupují a vytváří nadmolekulovou strukturu

Řetězce celulózy probíhají přes krystalické i amorfní místa. Řetězce celulózy v mřížce jsou navzájem spojeny sekundárními vodíkovými vazbami. Sekundární spojení je příčinou anizotropie pružných a pevnostních vlastností celulózy a také ovlivňuje anizotropii fyzikálních a mechanických vlastností dřeva jako celku. Postranní síly spojující krystaly celulózy jsou příčinou, že jsou odolné vůči vlivu vody (Šlezingerová a Gandelová 2002).

Hemiceluloza doprovází v buněčné stěně celulózu, má však menší relativní molekulovou hmotnost než celulóza a menší stupeň krystalického podílu. Má vliv na mechanické vlastnosti dřeva např. při sušení, paření nebo lisování.

Lignin dodává dřevu pevnost. Obaluje polysacharidy buněčné stěny a tvoří tzv. ligninopolysacharidové komplexy. Jeho množství je v různých částech kmene různé. Větší množství se nachází v jehličnanech (Horáček 2008).

Fyzikální vlastnosti dřeva, které můžeme zkoumat, bez pozměného chemického složení a celistvosti materiálu. Důležité je, že dřevo je anizotropní materiál, což znamená, že má v různých směrech různé vlastnosti, což je dáno jeho nestejnou strukturou (Šlezingerová a Gandelová 2002).

3.2 Systém voda – dřevo

Hlavní součástí všech živých buněk je voda. Vodu ve vztahu se dřevem dělíme podle toho, kde se ve dřevě vyskytuje.

Vlhkost dřeva se určuje podle množství vody obsažené ve dřevě (volné i vázané), vyjadřuje se v procentech z hmotnosti absolutně suchého dřeva.

Voda volná

Vyskytuje se v dutinách uvnitř buněk a mezibuněčných prostorech. Ze dřeva uniká jako první, při jejím úniku se nemění objem dřeva, mění se jen objemová hmotnost neboli hustota.

Voda vázaná

Vyplňuje prostory v buněčných stěnách. Voda vázaná je pohlcována ze vzduchu. Při jejím uvolňování dřevo mění rozměry neboli dřevo bobtná nebo sesychá.

Voda chemicky vázaná

Je to součást chemického složení dřeva. Nachází se i v suchém dřevu a uvolňuje se jen při chemickém zpracování dřeva.

Stavu, kdy veškerá voda volná ze dřeva unikne a vázaná voda dosahuje ještě největší množství, říkáme bod nasycení dřevních vláken (BNV). Je to stav okolo 30 % vlhkosti. Tento stav je velmi důležitý. Při změnách vlhkosti pod BNV dřevo mění svoje rozměry (bobtná nebo sesychá), při změnách vlhkosti nad BNV dřevo již svoje rozměry nemění (Horáček 2008).

3.2.1 Nasákavost

Nasákavost neboli hydroscopicita je schopnost dřeva pohlcovat vodu, do níž bylo ponořeno. Množství pohlcené vody závisí na době, po kterou bylo dřevo

ve vodě. Udává se v procentech. Rychlost přijímání vody se odvíjí od počáteční vlhkosti, na teplotě, na tvaru a rozměrech dřeva.

3.2.2 Propustnost

Voda se ve dřevě pohybuje systémem kapilár a mikrokapilár (dutiny buněk, ztenčeniny v membránách). Propustnost vody dřevem se odvíjí od druhu, umístění v kmeni a dle směru vláken. Obecně platí, že listnaté stromy propouštějí více vody než stromy jehličnaté. Tento rozdíl je způsoben převážně přítomností cév. Propustnost vody ve směru vláken (podélném) je mnohokrát větší než ve směru radiálním nebo tangenciálním (podobně jako u difuze). Bělové dřevo je propustnější než dřevo jádra, kde jsou cévy uzavřeny tyly (Horáček 2008).

U jehličnatých dřev pod mezí hygroskopicity dochází k sesychání 2-3x rychleji oproti vlhkému stavu. Nad mezí hygroskopicity s rostoucí vlhkostí propustnost klesá. Nejlepší propustnosti listnatých dřev je dosahováno při vlhkosti nad mezí hygroskopicity.

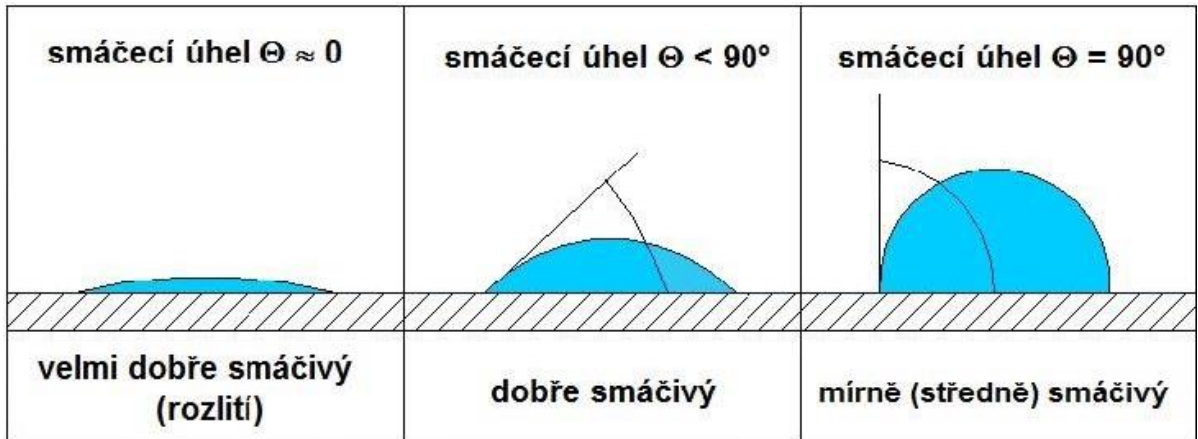
3.2.3 Povrchové napětí

Povrch kapaliny se chová tak, jako by byl tvořen velmi tenkou pružnou vrstvou, která se snaží zaujmout co nejmenší plochu. V případě, že by na kapalinu nepůsobily vnější síly, měla by kulový tvar, protože koule má ze všech těles stejného objemu nejmenší povrch.

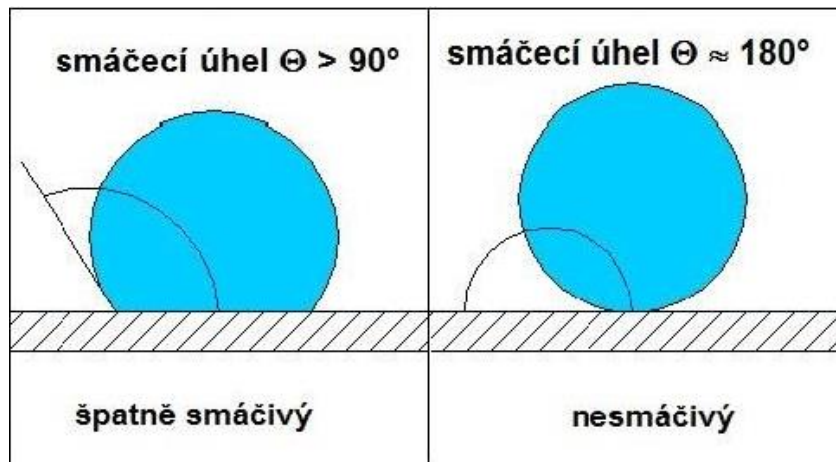
Kapka kapaliny na pevném povrchu může zaujmout různý tvar na základě povrchového napětí kapaliny ve styku se vzduchem danou kohezivními silami, povrchového napětí mezi kapalinou a tuhou látkou danou adhezivními silami a konečně povrchovým napětím pevné látky ve styku se vzduchem (kof.zcu.cz 2012).

Stykový úhel je úhel, který svírá okraj kapaliny s pevným povrchem. Velikost stykového úhlu je závislá na rozdílu povrchového napětí tuhého tělesa vzhledem k plynu a tuhého tělesa vzhledem ke kapalině.

Když je kontaktní úhel smáčení roven 0, kapalina dokonale smáčí povrch. Je-li úhel roven 180° kapalina stěnu dokonale nesmáčí.



Obrázek 1 Smáčení úhly 0° - 90°
(Vetchý 2015)

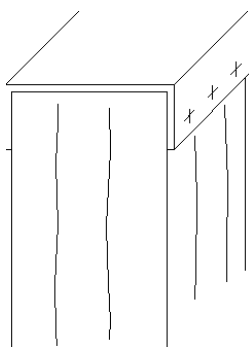


Obrázek 2 Smáčecí úhly 90° - 180°
(Vetchý 2015)

3.3 Konstrukční návrhy ochrany a bariérové vrstvy

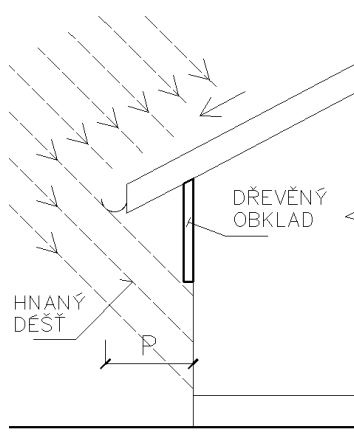
Pod pojmem ochrana dřeva rozumíme souhrn veškerých opatření, která se provádějí za účelem preventivní ochrany dřeva proti vzniku jeho poruch z abiotických a biotických činitelů.

Konstrukční ochranu lze rozdělit na ochranu proti srážkové, vzlínající a kondenzační vodě. Prioritou je zde omezit, nejlépe úplně vyloučit, styk se srážkovou vodou. V případě kdy je nemožné zabránit styku, je nutné zajistit alespoň rychlý odtok z vodorovných prvků vhodným konstrukčním provedením. Vodorovné plochy lze chránit např. oplechováním nebo seříznutím vodorovných ploch do určitého úhlu.



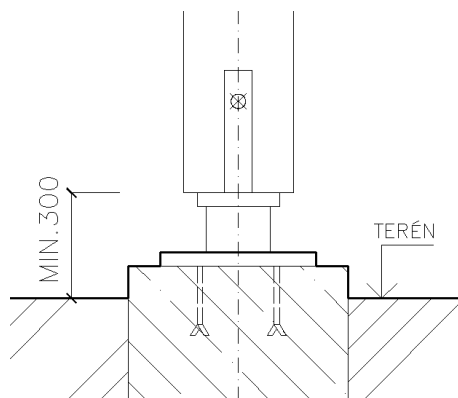
Obrázek 3 Ochrana vodorovné plochy (Solař 2014)

Důležitým prvkem je navrhnutý dostatečný přesah střechy (Hlaváč a kol. 2014)



Obrázek 4 Přesah střechy
(Solař 2014)

Všechny dřevěné prvky např. obklady by se měly osazovat nejméně 300 mm nad terén, aby se omezil styk s odstříkující vodou a zároveň i nečistotou z terénu.



Obrázek 5 Osazení dřevěného prvku nad terén
(Solař 2014)

Veškeré ostré hrany je vhodné zaoblit. Tento krok zajistí lepší přilnavost nátěrů.

Při obkládání venkovních ploch je nutné zvolit spoje, do kterých nezatéká a není možné, aby se v nich voda zdržovala.

Vodorovné prvky (např. terasy) je dobré položit alespoň s minimálním spádem a nechat mezi jednotlivými prvky spáry pro odtok.

Povrch dřeva včetně spojů musí být hladký, tím se snižuje nasákavost. Pokud nelze zamezit styku s terénem je nutné opatřit místo hydroizolací a zamezit tak přímému styku s terénem, ze kterého by se mohla samovolně vzlínat vlhkost (Solař 2014).

3.3.1 Hydrofobizační vrstvy

Nadzemní části dřevěných konstrukcí je možné chránit před pronikáním vody uzavřením porézního systému alespoň u povrchové vrstvy tzv. hydrofobizační úpravou.

Voda díky svému vysokému povrchovému napětí a malému smáčecímu úhlu snadno proniká do porézních materiálů.

Hlavním účelem vrstvy je zabránit procesům bobtnání a sesychání dřeva.

Pokud jsou vodou nasyceny póry, dochází při střídání mrazu a tání k tzv. mrazovému poškození – mrazovým trhlinám. Voda je současně velice platným přenosovým médiem vodorozpuštěných solí.

Voda také výrazně urychluje většinu chemických reakcí složek dřeva. Je i nutnou podmínkou pro existenci živých organismů na povrchu i ve struktuře. Z uvedených důvodů je jedním ze základních kroků preventivního ošetřování dřeva právě ochrana před kontaktem s kapalnou vodou a vodnými roztoky solí.

Hydrofobizační vrstva je vrstva odpuzující vodu. Tato vrstva se může také označovat jako impregnace nebo konzervace. Hydrofobizační prostředek proniká do malé hloubky (v podobě nátěru) porézních materiálů a vytváří voděodpující vrstvu. Její tloušťka může být tenká i pouze několik molekul. Okem je neviditelná, a nezmenšuje průměr pórů, díky tomu není nijak ovlivněn průchod vzduchu a par.

Velikost vrstvy se odvozuje zejména od způsobu aplikace hydrofobizační látky.

Hydrofobizace je dle literatury změna fyzikálně-chemických vlastností materiálu, která na rozhraní pevné látky a plynného prostředí podstatně zvyšuje tzv. smáčecí úhel pro vodu. Na materiálu ošetřeném hydrofobizačním prostředkem vytváří drobné kapičky, které se do materiálu nevpíjí.

Kapilární síla F_k , která působí na kapaliny včetně vody v porézním materiálu je dána vztahem:

$$F_k = 2 * \pi * r * \gamma * \cos \alpha$$

r ...poloměr póru, γ ...povrchové napětí kapaliny, α ...smáčecí úhel kapalina na povrchu pevné látky (Horáček 2008)

Čím větší hodnoty úhel α dosahuje, tím je kapilární síla menší. Pokud nalijeme na hladkou, rovnou podložku kapku vody, rozlije se na ploše podle toho, zda danou podložku smáčí nebo nesmáčí.

Například na odmaštěném čistém skle se kapka rozlije velmi dobře. Kontaktní úhel smáčení je zde proto malý. Naopak na voskovém povrchu se voda nerozlije, ale snaží se sbalit do kuličky, aby její kontakt s podložkou byl co nejmenší. Smáčecí úhel je tedy velmi velký.

Hydrofobizace tedy vede ke stabilizaci vzhledem k rozměrovým změnám vlivem změn vlhkosti dřeva, k zpomalení chemických reakcí na povrchu, chrání proti mrazovému poškození dřeva, ovlivňuje špinící a čistící schopnost, dokáže i zlepšit tepelně izolační vlastnosti.

Hlavním úkolem hydrofobizace je snížení kapilární nasákavosti a popřípadě zlepšit zpevnění daného materiálu. Životnost vrstvy závisí na druhu použitého prostředku, řádově by měla být kolem deseti let. Kvalitní prostředek na hydrofobizaci by měl obsahovat alespoň 4% hydrofobizační látky. Tato látka musí být stálá a odolná povětrnostem. Po odpaření rozpouštědla musí být suchá a pevná, nesmí být lepivá. Prostředek by neměl obsahovat látky škodlivé pro ošetřovaný materiál ani by neměl vyvolávat jejich vznik například vlivem prostředí nebo teploty.

3.3.2 Druhy hydrofobních látek

Hydrofobní látky, dnes běžně používané, jsou zejména nepolární sloučeniny, které zpravidla obsahují delší uhlíkaté řetězce. Mezi základní zástupce řadíme vosky a oleje, ale i řadu syntetických polymerů. Jako další skupinu lze považovat silikony. Hydrofobita jejich siloxanových řetězců je vyvolávána hlavně velkým množstvím byť krátkých uhlovodíkových zbytků – např. methylů, ethylů.

3.3.2.1 Silikony

Roztoky siloxanových pryskyřic v organických rozpouštědlech, nejčastěji v lakovém nebo technickém benzínu. Pryskiřice je zastoupena od 3 do 8 %. Jsou to jednosložkové, většinou bezbarvé až slabě nažloutlé látky. Hydrofobní efekt vzniká ihned po odpaření rozpouštědla. Tyto prostředky není možno použít na vlhké povrchy, naopak je lze použít na již dříve hydrofobizované materiály. Mají jen minimální zpevňovací účinky, do porézního materiálu pronikají minimálně. Obvykle zůstávají i po dlouhé době rozpustné, proto je možno je v případě potřeby odstranit pomocí vhodného rozpouštědla.

Přítomnost rozpouštědla je nevhodná z požárního, ekologického a zdravotního ohrožení (Kotlík 1991).

Blízkou skupinou siloxanových pryskyřic jsou polysiloxanové pryskyřice ve formě roztoku. Nejčastěji se jedná o jednosložkový, vodou ředitelný přípravek, který má v sobě určité množství organického rozpouštědla. Vzhled prostředku je podobný mléku.

Hydrofobní efekt vzniká po odpaření vody a rozpouštědla. Lze jej použít na vlhké podklady, ne však na již dříve ošetřené povrchy. U tohoto typu látek je při přípravě nutná vyšší přítomnost emulgátoru (smáčedla). To má za následek, že i po odpaření vody je odpudivost vody menší. Časem však dešťová voda emulgátor vyplaví a hydrofobní účinek mírně naroste.

Nízkomolekulární sloučeniny – oligomery jsou dalším druhem roztokových silikonových prostředků. Po aplikování se vzdušnou vlhkostí samovolně

polymerují za vzniku požadovaného polymeru. Jejich vzhled je bezbarvý a transparentní. Jedná se většinou o jednosložkové látky.

Zvláštní skupinu tvoří tzv. silikonové mikroemulze. Jsou to opět relativně nízkomolekulární silikonové sloučeniny, které jsou díky stavbě svých molekul schopny po smíchání s vodou vytvořit emulzi s velice malými částicemi. V této formě jsou používány. Pomalou reakcí s vodou potom vzniká požadovaný hydrofobní polymer. Jejich výhodou je právě mísitelnost s vodou, která dovoluje vyhnout se organickým rozpouštědlům, a dobrá penetrační schopnost (Kotlík 2008).

Hydrofobizační prostředky na bázi siloxanových oligomerů mohou mít i formu pasty či krému, v této formě jsou nabízeny některými výrobci. Výhodou tohoto systému je snadnější dávkování prostředku a především delší doba kontaktu „zdroje“ s ošetřovaným povrchem. Nevýhodou tohoto typu hydrofobizačních prostředků bývá vyšší cena ve srovnání s ostatními prostředky.

Mezi silikonové hydrofobizační prostředky patří i methylsilanoláty (methylsilikonáty) – sodné nebo draselné. Tyto látky jsou jakousi hydrofobizující variantou vodního skla. Ve styku s oxidem uhličitým přecházejí, podobně jako vodní sklo, na modifikovaný gel kyseliny křemičité, v tomto případě hydrofobní. Bohužel při této chemické reakci se uvolňuje i hydroxid příslušného kovu (sodný nebo draselný), později přecházející na uhličitán (Kotlík 2008).

3.3.2.2 Polymery

Polymery jsou makromolekulární látky přírodní a syntetické. Jsou připravovány z ropy nebo zemního plynu (Horáček 2004).

Pro hydrofobizaci povrchů materiálů jsou také někdy používány prostředky obsahující polymer (nejčastěji některý z typů polyakrylátů) ve formě vodné disperze. Takovýto systém je vodou ředitelný, je možno jej proto nanášet i na vlhké podklady. Platí pro něj však to, co bylo řečeno pro vodní emulze siloxanových pryskyřic, tedy že přítomné povrchově aktivní látky jako jsou

smáčedla, poněkud snižují vodoodpudivý efekt. Velmi důležitý je charakter vlastního polymeru. Jsou totiž filmotvorné a při jejich aplikaci se objevuje nebezpečí vzniku souvislého, pro plyny a vodní páru jen omezeně propustného filmu (Kotlík 1991).

Pro úplnost je třeba se ještě zmínit o isokyanátových polymerech a polymerech obsahujících fluor, používaných jako hydrofobizační prostředky. V prvním případě se jedná o oligomerní látky, které reagují se vzdušnou vlhkostí za vzniku vysokomolekulárního polymeru. Jsou většinou velmi odolné vůči stárnutí a jako hydrofobizační prostředky velmi účinné. Jsou však i dražší než rozšířenější prostředky silikonové.

Ramaratnam a spol. vyvinuli trvalé nanokonzervace, tak aby vytvořili ultrahydrofobní látku textilními vlákny, která má vynikající vodoodpudivost a samočisticí schopnost. Obsahovala 29% hmotnosti styrenu a 1,4% hmotnosti reaktivních skupin anhydridu kyseliny maleinové na PET látce pokryté epoxidovanými nanočásticemi oxidu křemičitého.

Tato vrstva vykazuje vynikající vodoodpudivost a samočisticí schopnost.

Wang a kol. (2008) z Číny používají kyselinu stearovou k úpravě částic TiO_2 nebo SiO_2 na zdrsňených bavlněných tkaninách aby byly superhydrofobní. Takto mohou být použity polymery s nízkou povrchovou energií pro hydrofobizaci.

Vodný roztok organických UV-reaktivních aditiv v disperzi polymerů byl použit a testován v práci Reinprecht a kol. (2015) účinky drsnosti dřeva, lehkých pigmentů a vodních repelentů na barevnou stabilitu smaltovaného smrku podléhající přirozeným a zrychleným povětrnostním vlivům. Práce se zabývala mimo jiné přítomností konečné vodoodpudivé vrstvy.

3.3.2.3 Nanočástice

Nanotechnologie je věda, která pracuje s jednotlivými atomy tak, aby vznikly látky a materiály s jedinečnými vlastnostmi. K polymerním pojivům se pro zlepšení vlastností přidávají nanočástice. Na výrobu nanočástic i stabilních

nátěrových systémů je potřebná vysoká technologická úroveň a vysoká úroveň znalostí. Takovéto nátěry mají podstatně lepší vlastnosti a dosahují vyššího stupně pevnosti a odolnosti vůči poškrábání.

Například síť nanočástic oxidu křemičitého SiO_2 je vysoce odolná vůči mechanickému opotřebení a má vysokou UV stabilitu. Použití oxidu křemičitého je dnes známé také jako nanosklo, což je pro trh lepší označení. Síla nanosené vrstvy po zaschnutí je cca 100 μm . Veškeré savé povrchy se po aplikaci stávají hydrofóbními s prostupností vzduchu.

Nábytkářský a dřevařský průmysl vyžaduje povrchy, které jsou odolné vůči škrábancům a opotřebení. Toho lze dosáhnout zavedením SiO_2 a Al_2O_3 nanočástic do polyakrylových pojiv. Na lakování parket se např. používá nátěr s přísadou nanočástic Al_2O_3 . Působení nátěru, které umožňují jednoduché čištění si můžeme obrazně představit jako povlak, kam se nečistota nemůže přichytit (Godnjavec , Pilka 2010).

Nanovrstva chrání před povětrnostními, chemickými i mechanickými vlivy a také ultrafialovým zářením. Při působení dešťové vody nebo při opláchnutí se projevuje samočisticí efekt nanovrstvy. Nečistoty se nabalují na kapky vody a po materiálu stékají, v některých případech lze i větší znečištění odstranit tlakem vody. Ošetřený povrch nedovoluje bakteriím a plísním jejich usazování, což činí plochy čisté a hygienicky nezávadné (Ambrožová a kol. 2008)

3.3.2.4 Oleje a Vosky

Další skupinu hydrofobizačních prostředků tvoří roztoky nebo emulze vosků. Používají se hlavně na povrchy materiálů s nižší pórovitostí, i když je jimi možno úspěšně ošetřovat i materiály porézní. Vodou ředitelná varianta voskových emulzí má opět (výše zmíněné) nevýhody vyplývající z nutné přítomnosti smáčidel. Podstatný vliv na kvalitu ošetření těmito materiály má chemická stabilita vosku. Obvykle se uvádí, že nejvhodnější je včelí vosk. Je

prověřený dlouhodobým používáním, patří dnes do skupiny „tradičních“ látek. Bohužel, jeho stálost není neomezená a má díky mírné lepivosti určitý sklon ke špinění. Dnes se pro tento účel používají tvrdší a houževnatější vosky – mikrokryсталický vosk nebo některý vhodný druh ceresinu (s vyšším bodem tání).

Vosky jsou někdy používány i ve formě past, tedy s menším množstvím rozpouštědla, než je tomu u roztoků. Voskové pasty jsou vhodné pouze pro ošetření málo porézních materiálů, protože při jejich aplikaci existuje značné riziko podstatného uzavření pórů v povrchové vrstvě. Předpokládá se u nich i leštitelnost, což přichází v úvahu opět jen u málo porézních povrchů. Požadavek na kvalitu vosku je i v tomto případě stejný jako u voskových roztoků.

Oleje se využívají podobně jako vosky. Známe přírodní, lněné. Nátěr je trvale spojen s podkladem díky zafixování do buněk dřeva. Je prodyšný a hydrofobní. Neloupe se a nepraská, lze jej snadno obnovit. Chrání dřevo před účinky nepříznivého počasí, vlhkostí a UV zářením.

Ze závěrů práce Pánek a kol. (2017) vyplývá, že přesto že hydrofobní povlaky částečně chrání dřevo při běžných povětrnostních podmínkách, nebrání však vyluhování depolymerizovaných ligninů a extrakcí ze dřeva. Ani za předpokladu, že do základní vrstvy byl použit UV stabilizátor. Tento proces vede k výrazným barevným změnám.

Například po šesti týdnech hydrofobní vrstva založená na syntetických pryskyřicích a voscích prokázala lepší odolnost proti povětrnostním vlivům a vyšší hydrofobnost než vrstva na bázi nanočástic zirkonia v butanolu. Vrstva na bázi oleje se ukázala jako odolnější proti degradaci způsobené umělým zvětráváním, ale po 6 týdnech zkoušky odolnosti proti povětrnostním vlivům nastala jeho úplná degradace a byly také pozorovány významné změny ve struktuře podkladového dřeva.

4 Metodika

4.1 Vzorky

Testy proběhly na vzorcích smrku ztepilého (*Picea abies* L. Karst) z regionu Středních Čech. Průměrná hustota vzorků byla $\rho=510 \text{ kg/m}^3$. Zkušební vzorky byly vyrobeny ze sušených a neomítaných fošen tloušťky 50 mm tak, aby neobsahovaly vady a s vlhkostí do 18 %.

Každá sada zkušebních těles je zastoupena 14 vzorky s rozměry 375x78x20 mm (LxTxR) pro zkoušku přirozeným stárnutím. Pro zkoušku umělým stárnutím byly vzorky s rozměry 300x78x20 mm – na každou úpravu 1 ks. Všechny testované vzorky byly broušeny brusným papírem zrnitosti 120. Čelní plochy byly opatřeny vrstvou univerzálního transparentního silikonu k zamezení nadměrného průniku vody do zkušebních těles.

4.2 Nátěrové systémy

Smrkové vzorky byly povrchově ošetřeny transparentními nátěrovými systémy s odlišným vrstvením. Každá varianta nátěrového systému má zastoupení na čtrnácti zkušebních vzorcích a třech referencích. Vzorky jsou dále ošetřeny modifikační vrstvou zvyšující bio odolnost (směs světlicového oleje a éterických olejů (étery v 5% roztoku) – hřebíčku a dobromyslu), dále pak komerčním nátěrem na bázi olejů UV OSMO 420 s fungicidními a UV-stabilizačními látkami a vrstvou zvyšující vodoodpudivost (PMO 62 na bázi křemíkových nanočástic).

Tabulka 2 Nátěrové systémy

Typ	Označení	Efekt	Specifikace	Rozložení
povrchová úprava	světlicový olej + esenciální oleje	biologická odolnost	Směs hřebíčku a dobromyslu v roztoku přírodního světlicového oleje	100 (g/m ²) v jedné vrstvě
základní nátěr	UV Osmo 420	biologická a fungicidní odolnost	čistá povrchová úprava pro použití v exteriéru, na bázi přírodních rostlinných olejů v aromatizované bílé lihovině bez benzenu s UV stabilizátory	120 (g/m ²) v jedné vrstvě
vrchní vrstva	PMO 62	hydrofobní biologická odolnost	nanoprotekce na bázi křemíkových částic	80 (g/m ²) v jedné vrstvě

Tabulka 3 Testované kombinace nátěrových systémů

Systém	Povrchová úprava	Základní nátěr	Vrchní vrstva
A	slunečnicový a esenciální olej	-	-
B	slunečnicový a esenciální olej	UV OSMO 420	-
C	slunečnicový a esenciální olej	UV OSMO 420	-
D	slunečnicový a esenciální olej	-	PMO 62
E	-	UV OSMO 420	-
F	-	UV OSMO 420	PMO 62

Nátěry byly nanášené v požadovaném množství udávaném výrobcem za pomoci laboratorních vah a štětce. Vzorky jsou na expoziční ploše opatřeny uvedenými nátěrovými systémy a zbylé boční plochy a zadní plocha jsou ošetřeny komerčním transparentním nátěrem do exteriéru. Tento nátěr nebude testován, je použit pouze z důvodu, aby nedošlo ke znehodnocení vzorků v průběhu několikaletého testování.

Povrchově ošetřená sada vzorků byla vystavena zkoušce přirozeným povětrnostním stárnutím dle EN 927-3. V průběhu těchto zkoušek u nich byly pravidelně, na značených místech, zaznamenávány změny povrchových vlastností (barva, lesk, drsnost, smáčivost) a vzorky byly vizuálně hodnoceny pomocí laserového mikroskopu a skenu.

Měření bylo rozděleno na intervaly 3, 6, 9 a 12 měsíců.

4.3 Test umělým stárnutím

Tento test byl proveden v laboratoři pomocí QUV komory s fluorescenčními žárovkami UVA, které simulovaly vnější podmínky podle EN 927 – 6 (2006). Jeden cyklus byl udržován po dobu jednoho týdne. Cyklus se skládal z kondenzace s teplotou 45 °C po dobu 24 hodin, UV záření s vlnovou délkou $\lambda = 340$ nm a intenzitou záření 0,89 W (m²/ nm) při teplotě 60 °C po dobu 2,5 hodiny a stříkání vodou o intenzitě 6,5 l/min po dobu 0,5 hodiny. Vzorky byly za těchto podmínek cyklizovány po dobu 12 cyklů (2000 h), což odpovídá přibližně 24 měsícům zvětrávání (Fedor a Brennan 1996) na základě celkového UV záření během obou způsobů zvětrávání.

4.4 Měřicí zařízení

Pro měření byl použit přístroj pro měření kontaktního úhlu od firmy Krüss (Analyzátor tvaru kapky).

S přístrojem lze přesně změřit kontaktní úhel bez povrchové energie, namáčení a přilnavost na pevném povrchu. Je vybaven vysoce kvalitními optickými součástmi a fotoaparátem s vysokým rozlišením. Výsledkem je přesný obraz rozptýleného pádu, který zajišťuje, že tvar pádu lze spolehlivě vyhodnotit pro kontaktní úhel. Otvor na osvětlovací jednotce poskytuje optimální optické podmínky pro malé kontaktní úhly. Vzorkový stůl přemisťuje vzorek do měřicích míst třemi manuálními nebo automatickými osami. Obsluha přístroje je zajištěna s uživatelským softwarem ADVANCE. S Přístrojem lze měřit smáčivost plastů, skla, keramiky, dřeva nebo kovů (Krüss).



Obrázek 6 Analizátor tvru kapky Krüss (Krüss [2016])

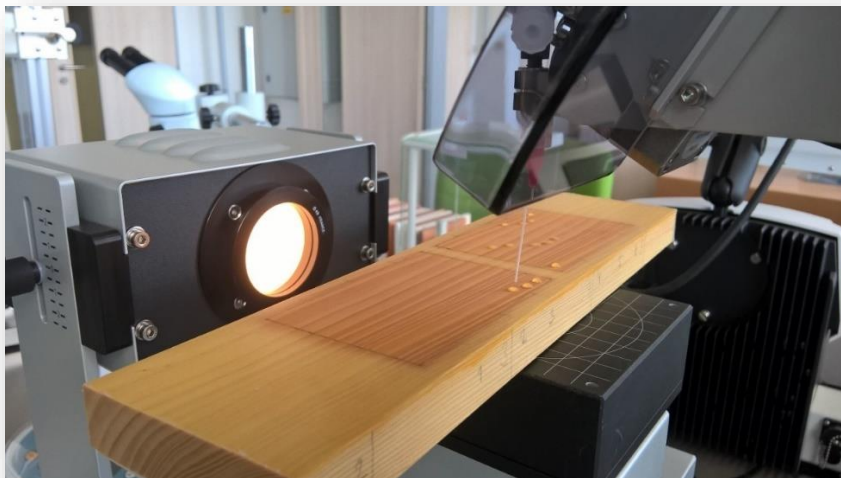
4.5 Postup měření

Vzorky ošetřené nátěrovým systémem a vystaveny zkouškám stárnutí se shromáždily v laboratoři. Jednotlivé sady se roztřídily a připravily na měření. Na každém vzorku bylo označené místo, kde byla aplikována nátěrová látka. V tomto vyznačeném místě poté probíhaly jednotlivé testovací pokusy. Na každý vzorek bylo uděláno 23 testovacích kapiček. Jednotlivé naměřené hodnoty byly zapisovány do tabulky a později zpracovány. Měření probíhaly postupně na každé sadě dle číslování.

Již při měření se dal odhadnout přibližný výsledek a kvalita použitého nátěru.

Prvním krokem měření je nastavení snímacího zařízení a vzorku, aby v záběru nebyly nežádoucí objekty jako například jiná kapka nebo prach. Po nastavení se na kapátku vytvoří kapka, která se poté nanese na vzorek. Dalším krokem je v nahraném záběru přesně ukotvit okraje kapky (pouze pokud nejsou ukotveny přesně automaticky od softwaru). Pak je již možné provést zaměření a zapsání výsledné hodnoty.

4.6 Fotky z měření



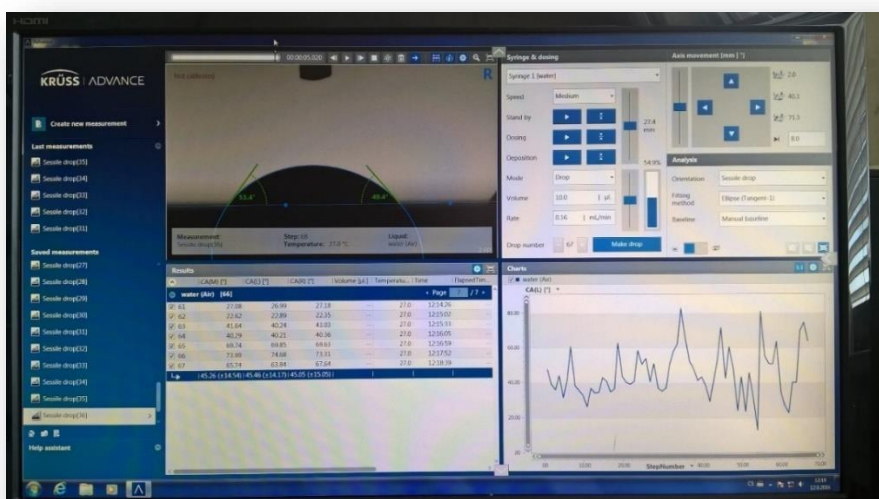
Obrázek 7 Stůl měřicího zařízení s uloženým vzorkem

Na obrázku vidíme vzorek, uložený na stole měřicího zařízení. Na vzorek je aplikována kapka vody pomocí tenké bílé trubičky. Vše je zachycováno optickým zařízením umístěným za kulatým sklem vlevo.



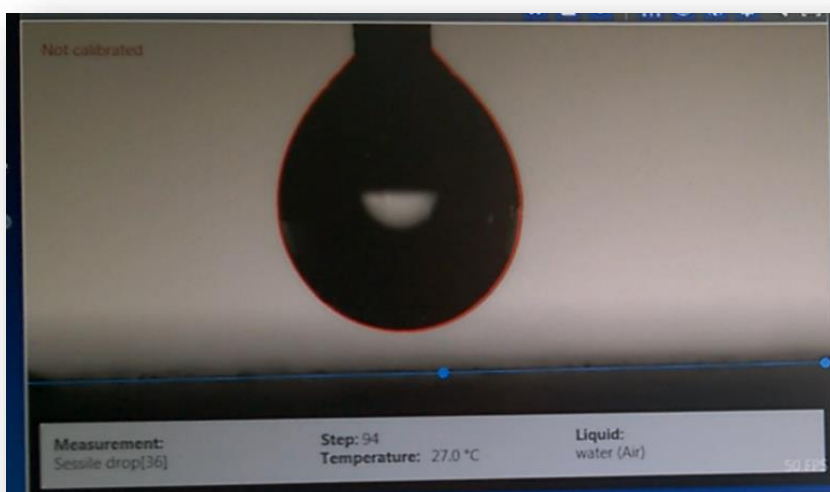
Obrázek 8 Ukázka zkušebních kapiček vody

Na obrázku jsou vidět ohraničená místa s naneseným zkoušeným nátěrem a zkušební kapičky vody náhodně umístěné.



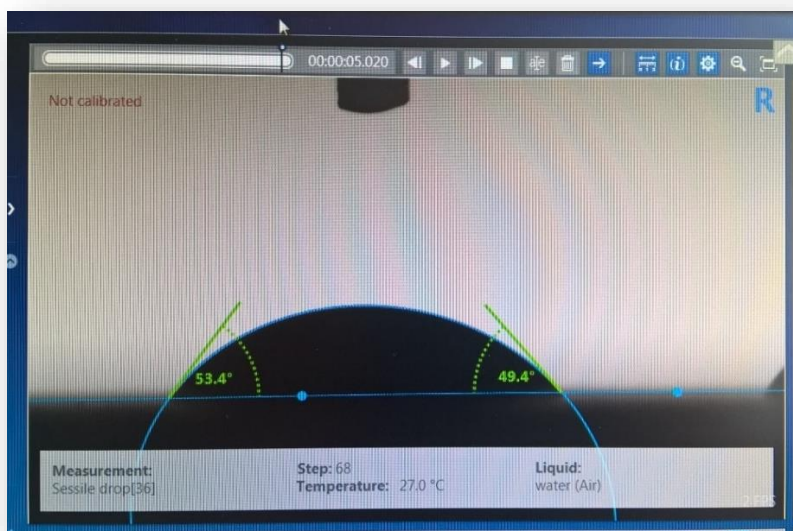
Obrázek 9 Náhled ovládacího softwaru měřicího zařízení

Okno softwaru, kterým se celý měřicí přístroj ovládá a vyhodnocují se zde výsledky. Vpravo nahoře je pole pro ovládání stolu a kapacího mechanismu s tlačítkem pro udělán kapky. Vlevo nahoře je vidět živý náhled vytvořené kapky. Vlevo dole se ukazují postupné naměřené výsledky.



Obrázek 10 Kapka na kapátku

Na tomto obrázku je vidět připravená kapka na kapátku nad povrchem, která se poté uloží na plochu vzorku.



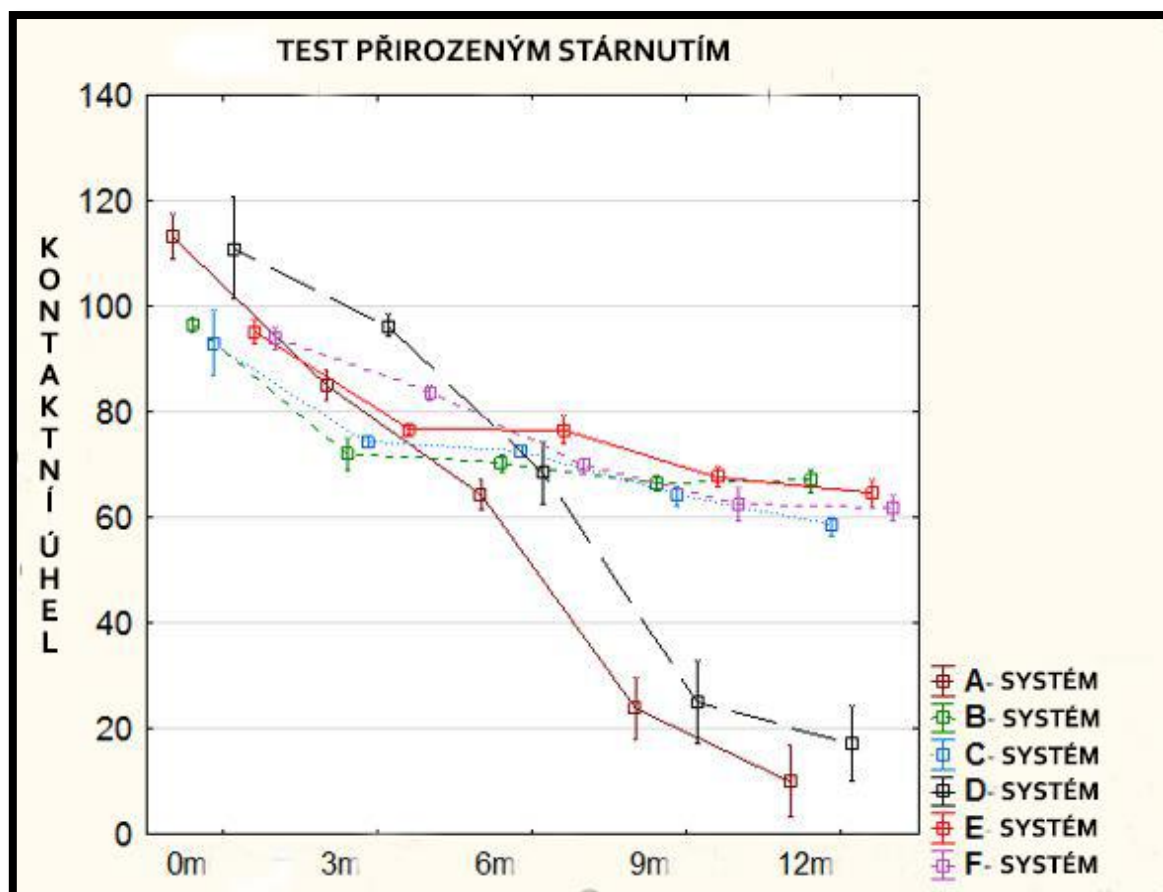
Obrázek 11 Zobrazení kapičky v měřicím softwaru

Zde je vidět vytvořená kapka, uložená na plochu vzorku. Na kapce se hned po uložení ukáží aktuální stykové úhly.

5 Výsledky

5.1 Testy přirozeným stárnutím

Graf testování nátěrových systémů přirozeným stárnutím.



Graf 1 Test přirozeným stárnutím

Systém A, který vykazoval na počátku nejlepší hodnoty se po začátku testování začal strmě propadat. Již v polovině testování byla hodnota stykového úhlu téměř nejhorší. V druhé polovině nastal konečný propad na nízké hodnoty.

Systém B v počátcích vykazoval také celkem dobré hodnoty, avšak v prvních třech měsících nastal strmý propad. Pozbytek testování se hodnoty udržovaly na podobné úrovni jen s mírným poklesem. Výsledek tohoto systému patří k nejlepším ze všech testovaných.

Systém C byl na začátku testování na velmi podobné hodnotě úhlu jako systém B. Dá se říci, že vývoj hodnot se podobal křivce systému B po celou dobu, jen počáteční pád nebyl tak náhlý jako v případě B. V devátém měsíci se hodnota C oproti B mírně propadla.

Systém D obdobně jako systém A na začátku vykazoval velmi dobré hodnoty. Ovšem postupně se docela strmě propadl až na druhý nejhorší výsledek měření. Propad byl celkem plynulý, až v posledních třech měsících se patrně zbrzdil a v plynulém trendu nepokračoval. V polovině měření dosahoval hodnoty podobně těm, které byly u některých systémů naměřeny až na konci.

Systém E by se dal hodnotit jako nejlepší z testovaných. Sice v prvních třech měsících hodnoty strmě klesly, poté ale nastalo ustálení a hodnoty pouze mírně klesaly. Výsledek by se dal považovat za nejlepší z celého testu.

Systém F nedopadl také vůbec špatně. Nezaznamenal žádný výrazný pád. Hodnoty poměrně plynule klesaly až se ke konci období ustálily a výsledkově se velmi podobají systému E.

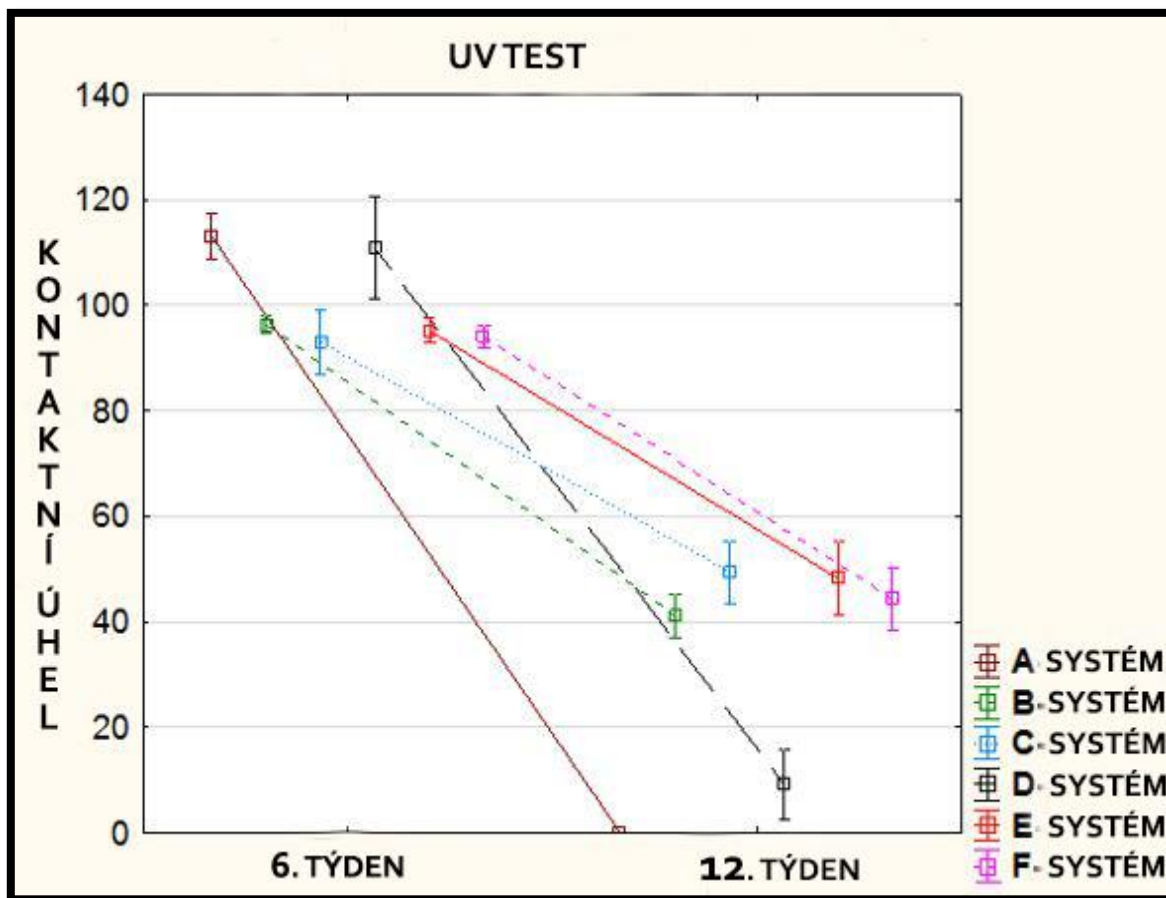
5.2 Test v UV komoře

Při testu v UV komoře jsou k dispozici pouze dvě hodnoty. A to počáteční a konečná. I tak lze ale určit a odvodit určité závěry o kvalitě systému.

Systém A vykazující velmi dobré počáteční hodnoty, které se po testu razantně zmenšily a jsou téměř nulové. Na tuto hodnotu se A dostalo již před koncem samotného testování.

Systém B zaznamenal pozvolný pokles hodnot během celého měření. Stejně tak tomu bylo u systémů C, E a F. Tyto čtyři nátěrové systémy vykazaly podobné hodnoty na začátku i na konci měření a nenastal u nich žádný prudký, nepravidelný pokles.

Systém D dopadl obdobně jako systém A. Jeho konečné výsledky sice nespadly na úplnou nulu, ale přibližují se k ní.



Graf 2 UV test

5.3 Porovnání obou testů

Při prvním pohledu na oba grafy je na první pohled patrná podobnost systémů A a D. Oba tyto systémy, jak při testování přirozeným stárnutím, tak v UV testu prudce propadly a z počátečních poměrně vysokých hodnot se dostaly na velmi nízké konečné hodnoty. Ostatní systémy B, C, E a F dopadly také poměrně podobně v obou testech. Nejlepe dle grafu dopadl systém E. U všech těchto systému nebyly zaznamenány žádné strmé pády hodnot. Poklesy byly plynulé, v některých případech jen opravdu velmi mírné.

Tabulka 4 Výsledné hodnoty stykových úhlů

	průměr	směrodatná odchyška
A ref	113,19	9,82
A 3m	85,00	6,78
A 6m	64,25	6,27
A 9m	23,81	13,16
A 12m	9,91	15,30
B ref	96,42	3,63
B 3m	72,02	6,91
B 6m	70,27	3,74
B 9m	66,35	3,17
B 12m	66,88	15,30
C ref	93,70	13,88
C 3m	74,23	2,28
C 6m	72,46	2,52
C 9m	64,06	3,74
C 12m	58,29	4,00
D ref	110,90	21,82
D 3m	96,32	4,92
D 6m	68,43	13,44
D 9m	24,96	4,18
D 12m	17,09	16,11
E ref	95,22	5,23
E 3m	105,91	136,32
E 6m	76,53	6,06
E 9m	67,53	4,48
E 12m	64,58	6,14
F ref	94,06	4,79
F 3m	83,62	3,18
F 6m	69,68	3,27
F 9m	62,51	7,55
F 12m	61,69	5,71

A ref...reference systému A, A 3m...systém A po třech měsících

V tabulce číslo 4 jsou shrnuty všechny naměřené hodnoty. Aritmetické průměry a směrodatné odchyšky jednotlivých vzorků.

6 Diskuse

Dřevo je materiál s porézní strukturou. Působení vody má proto nežádoucí vliv na jeho trvanlivost. Mezi největší úskalí u dřeva, ale i u ostatních materiálů s porézní strukturou je tzv. mrazové poškození. K tomuto poškození dochází, pokud jsou póry plně nasyceny vodou, která střídavě zamrzá a taje. Voda ve dřevě dále urychluje chemické reakce složek a dochází k chemické korozi (Kotlík, 2008).

Se zvyšující se vlhkostí dochází jak k fyzikálním změnám, tak i k napadání plísněmi, dřevokaznými houbami a dřevokazným hmyzem. Toto jsou všechno důvody, proč je potřeba porézní materiály preventivně chránit před vodou zejména v kapalném stavu. Jeden ze způsobů jak dřevo chránit, je hydrofobizace povrchu.

V této práci bylo testováno několik nátěrových systémů, které byly aplikovány na vzorky a následně po dvanácti týdnech testování měřen stykový úhel na povrchu. Při testování se ukázalo, že velkou roli v hydrofobní ochraně hraje UV ochrana. Systémy v nichž nebyla UV ochrana použita výrazně propadly oproti systémům kde byla nanесena UV vrstva.

Pánek a kol. (2017) uvádí, že pokud byla do nátěrového systému použita UV vrstva v podobě olejového nátěru proti běžné povětrnosti je povrch ochráněn. Pokud byla použita pouze hydrofobní vrstva, nechrání vůči vyplavování extraktů a ligninu ze dřeva, což způsobuje celkové ztmavování a různé zabarvování dřeva. Toto bylo potvrzeno i v této práci u nátěru D.

7 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární rešerši na téma hydrofobizace povrchu dřeva nátěrovými látkami. Součástí práce bylo testování několika nátěrových systémů kde byly kombinovány různé látky v různých vrstvách. Vzorky se testovaly metodou přirozeného stárnutí a v UV komoře. Poté byly v laboratoři měřeny hodnoty stykových úhlů a vše zpracováno v programu Microsoft exel a Statistika. Výsledkem jsou názorné grafy, kde je přehledný výsledek každého testovaného nátěrového systému. K výsledným grafům je vytvořená ještě tabulka s průměrnými hodnotami a směrodatnými odchylkami.

Jako nejhorší varianta nátěrového systému se ukázala ta, která nebyla ošetřena vrstvou olejového nátěru s UV ochranou. Systémy, které UV ochranu měly, dopadly výrazně lépe. V porovnání těchto typů s UV ochranou byly zaznamenány jen malé rozdílné výsledné hodnoty, které se odvíjely od kombinace ostatních použitých vrstev.

Ze závěrů vyplývá, že pokud chceme aplikovat na dřevní povrch kvalitní hydrofobní nátěrovou vrstvu, měla by obsahovat jako podklad nátěr s UV ochranou. Tímto opatřením dosáhneme lepší barevné stálosti.

Při každé aplikaci nátěrového systému samozřejmě nejvíce záleží na typu dřeva a prostředí jemuž bude vystaveno. Při volbě prostředí se dá předpovědět jaké podmínky povrch dřeva bude muset snášet. Tyto předpovědi jsou velmi důležité, protože se od nich dále odvíjí například i ekonomická stránka věci. V dnešní době je ve většině případech hlavním cílem využít maximálně kvalitní produkt, který musí co nejdéle vydržet, co nejlépe vypadat a musí být za co nejmenší cenu.

Do budoucna se snad dočkáme případů, kdy při řešení návrhů dřevěných konstrukcí se nebudeme muset snažit dosáhnout co nejnižší ceny, ale naopak se zaměřit hlavně na kvalitu a co nejvyšší vhodnost do voleného prostředí všech použitých látek. Protože při správném konstrukčním řešení a vhodném zvolení ochranných nátěrových látek, se může trvanlivost a estetičnost celé dřevěné konstrukce výrazně prodloužit.

8 Seznam literatury a použitých zdrojů

ŠLEZINGEROVÁ, Jarmila; GANDELOVÁ, Libuše. Stavba dřeva, Vyd.1. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002, 187 s., ISBN 80-7157-636-0.

POŽGAJ, Alexander, a kol. Štruktúra a vlastnosti dreva. Vyd.1. Bratislava: Priroda a.s., 1993. 486 s. ISBN 80-07-00600-1.

KOTLÍK, P.: Fluorované polymery – jejich použití při hydrofobizaci památek, Sborník VŠCHT, 91 s., 1991.

PÁNEK, M.: Nátěry na dřevo a jejich testování, FLD-CZU v Praze, 2015, 1. Vydání, 111 s.

HORÁČEK, Petr. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. 2., přeprac. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-169-2.

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana; ŘÍHA, Jaroslav; KARÁSKOVÁ Marie; ADÁMKOVÁ, Pavlína. Ošetření povrchů nátěry využívající nanotechnologii, VŠCHT ÚTVP, Praha 2008

KUTÍLEK, Miroslav. Vlhkost pórovitých materiálů. Vyd.1. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1984. 211 s.

HORÁČEK, Jaroslav. *Nauka o materiálu*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004, ISBN 80-213-0397-2.

REINPRECHT, Ladislav; PANEK, Milos. Effects of Wood Roughness, Light Pigments, and Water Repellent on the Color Stability of Painted Spruce Subjected to Natural and Accelerated Weathering. *BioResources*. 2015. 10. 10.15376/biores.10.4.7203-7219.

RAMARATNAM, K.; TSYALKOVSKY, V.; KLEP V., LUZINOV I. Ultrahydrophobic textile surface via decorating fibers with monolayer of reactive nanoparticles and non-fluorinated polymer. Chem Commun 2007:4510–2.

XUE CH.; JIA ST.; CHEN HZ.; WANG M. Superhydrophobic cotton fabrics prepared by sol–gel coating of TiO₂ and surface hydrophobization. Sci Technol Adv Mater 2008;9:035001.

PANEK, Milos; OBERHOFNEROVÁ, Eliška; ZEIDLER, Aleš; SEDIVKA, Premysl. (2017). Efficacy of Hydrophobic Coatings in Protecting Oak Wood Surfaces during Accelerated Weathering. Coatings. 7. 172. 10.3390/coatings7100172.

Hassan, K. E. G. – Cabrera, J. G.: Protection of Concrete against Chloride Penetration using Water Repellent Surface Treatments, Internationale Zeitschrift für Bauinstandsetzen 2, 1996

GHOSCH, S.C., MILITZ, H., MAI, C. (2009): Natural weathering of scots pine boards modified with functionalised commercial silicone emulsions. In BioResources 4 (2), p. 659-673, ISSN 1930-212

SAMYN, P.; STANSSENS, D.; PAREDES, A.; BECKER, G. (2014): performance of organic nanoparticle coatings for hydrophobization of hardwood surfaces. Journal of Coatings technology Research 11 (3), p. 461-471

Fedor, G.R. & Brennan, P.J.. (1996). Comparison between natural weathering and fluorescent UV exposures: UVA-340 lamp test results. 1294. 91-105.

Webové zdroje

AUTOR NEUVEDEN. *is.mendelu.cz* [online]. [cit. 19.11.2017]. Dostupný na WWW: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=9181

REALSAN. *je to v suchu.cz* [online]. [cit. 23.1.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.jetovsuchu.cz/clanek/zobrazit/co-je-to-hydrofobizace-a-jak-ovlivnuje-stavebni-konstrukce>

Povrchové úpravy [online]. [cit. 19.11.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.povrchoveupravy.cz/2010-02-clanek02.html>

SOLAŘ, Jaroslav. 2014 *http://stavba.tzb-info.cz* [online]. [cit. 14.2.2017]. Dostupný na WWW: <http://stavba.tzb-info.cz/drevene-konstrukce/11686-konstrukcni-ochrana-drevenych-prvku>

KOTLÍK, Petr, 2008 *imaterialy.dumabyt.cz* [online]. [cit. 24.1.2017]. Dostupný na WWW: https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/clanky/hydrofobizace-stavebnich-materialu_101418.html

HLAVÁČ, Richart a kol. *stavba.tzb-info.cz* [online]. [cit. 19.11.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.tzb-info.cz/12129-propustnost-povrchovych-uprav-drevenych-konstrukci-pro-vodni-pary>

AUTOR NEUVEDEN. *kof.zcu.cz* [online]. [cit. 10.11.2017]. Dostupný na WWW: <https://kof.zcu.cz/vusc/pg/termo09/mechanics/v/v2.htm>

AUTOR NEUVEDEN. *Impregnace dřeva - WAProtect* [online]. [cit. 20.3.2018]. Dostupný na WWW: <http://www.nanobala.cz/WAProtect.htmz>

KRÜSS. *Drop Shape Analyzer* [online]. [cit. 20.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://www.kruss-scientific.com/products/contact-angle/dsa30/drop-shape-analyzer-dsa30/>

GODNJAVEC, Jernjeja; PILKA, Josef. *Nanotechnologie je více než výkřik módy* [online]. [cit. 8.4.2018]. Dostupný na WWW: <http://www.povrchoveupravy.cz/2010-02-clanek02.html>