

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nábytku, designu a bydlení

Antibakteriální povrchové úpravy nábytkových dílců

Diplomová práce

Čestné prohlášení:

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

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

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

V Brně, dne:

.....
podpis

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat Mgr. Haně Poláškové z laboratoří TZÚ, bez které by se moje práce nedala uskutečnit, děkuji za vřelý přístup a cenné rady při zpracovávání metodické části. Velké díky patří i paní Květě Tobiášové, která mi vždy ochotně poradila a odpovídala na mé neustálé otázky. Dále bych chtěla poděkovat vedoucí mé práce doc. Ing. Daniele Tesařové Ph.D. A v neposlední řadě patří dík Milanu Šrámkovi za pevné nervy, Věře Fialové za nejen psychickou podporu, kterou mi poskytovala během celého studia, stejně tak i Jiřímu Frkalovi a hlavně Markovi Hlučkovi, za velkou pomoc při zpracování této práce a za to, že tady pro mě je.

Abstrakt

Vypracovala: Veronika Frkalová

Název práce: Antibakteriální povrchové úpravy nábytkových dílců

Tato práce se zabývá stanovením a vyhodnocením antibakteriálních vlastností nátěrových hmot a povrchových úprav. V práci jsou ověřovány antibakteriální, fyzikálně-mechanické a chemické vlastnosti vodou ředitelných povrchových úprav samotných i s přidanými antibakteriálními látkami. Pro lepší orientaci v dané problematice, jsou v práci obecně popsány nátěrové hmoty, antibakteriální látky a zkoušené bakterie. Cílem je zjistit, jaký vliv na vlastnosti laků mají přidané látky a jaká je odolnost zkoušených nátěrových hmot i s přidanými antibakteriálními látkami vůči působení bakterií a plísní, dále se bude posuzovat, zda jsou tyto laky vhodné pro užití na dokončování nábytkových dílců a zda mají očekávané vlastnosti.

Klíčová slova: nátěrové hmoty, vodou ředitelné akrylátové nátěrové hmoty, antibakteriální látky, bakterie, plísně, fyzikálně-mechanické vlastnosti, povrchové úpravy

Abstract

Author: Veronika Frkalová

Title: Antibacterial finished surface of furniture parts

This thesis deals with the determination and evaluation of antibacterial properties of coatings and surface finishing. The thesis verified antibacterial, physico-mechanical and chemical properties of water-based coatings themselves with added antibacterial particles. For better orientation in issue of this thesis are generally described coatings, antibacterial substances and tested bacteria. The aim is to determine the effect on the properties of coatings with added antibacterial substances. How effective is the resistance of the tested coatings with added ingredients to the action of bacteria and fungi as well as to assess whether they are suitable for use in surface finishing furniture parts and whether they have the expected properties.

Key words: coatings, water-based acrylic coatings, antibacterial agents, bacteria, fungi, physico-mechanical properties, surface

Obsah:

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Teoretická část	3
3.1	Nátěrové hmoty	3
3.1.1	Obecný úvod.....	3
3.1.2	Složení nátěrových hmot	3
3.1.3	Rozdělení nátěrových hmot	4
3.1.4	Nanášení nátěrových hmot	6
3.1.5	Sušení a vytvrzování.....	9
3.2	Vodou ředitelné nátěrové hmoty	9
3.2.1	Rozdělení	11
3.2.2	Akrylátové vodou ředitelné nátěrové hmoty	12
3.2.3	Složení	14
3.2.4	Nanášení	15
3.2.5	Zasychání a vytvrzování.....	15
3.3	Látky s antibakteriální povahou.....	15
3.3.1	Stříbro Ag	16
3.3.2	Oxid titaničitý TiO ₂	17
3.4	Antibakteriální nátěrové hmoty	18
3.5	Mikrobiologie	20
3.5.1	Bakterie.....	20
3.5.2	Plísně	22
3.6	Požadavky na nábytek do vzdělávacích institucí.....	23
3.7	Ekologie.....	26
4	Použité zařízení a materiál	28
4.1	Použité materiály	28
4.2	Použité přístroje a zařízení	33

5	Metodika a pracovní postup.....	41
5.1	Příprava zkušebních těles	41
5.2	Fyzikálně mechanické vlastnosti nátěrového filmu.....	42
5.2.1	Zasychání.....	42
5.2.2	Stárnutí.....	43
5.2.3	Lesk	43
5.2.4	Barevnost	44
5.2.5	Vnikací tvrdost nátěru	45
5.2.6	Povrchová tvrdost nátěru	45
5.3	Antibakteriální vlastnosti nátěrového filmu	46
5.3.1	Zjišťování antibakteriální aktivity	46
5.3.2	Zjišťování odolnosti proti působení plísní.....	48
6	Laboratorní výsledky měření	50
6.1	Zasychání.....	50
6.2	Lesk	54
6.3	Barevnost	55
6.4	Vnikací tvrdost nátěru	57
6.5	Povrchová tvrdost nátěru	59
6.6	Zjišťování antibakteriální aktivity	60
6.7	Zjišťování odolnosti proti působení plísní.....	71
7	Diskuse.....	81
8	Závěr	85
9	Summary	87
10	Použitá literatura	89
11	Použité normy	91
12	Použité internetové zdroje.....	92
13	Seznam obrázků	93
14	Seznam tabulek	96
15	Seznam rovnic	97
16	Seznam zkratk	98

1 Úvod

Zlepšení hygienických norem v mnoha částech světa umožnilo lépe kontrolovat šíření infekčních nemocí. Kromě nákazy prostřednictvím znečištěného vzduchu nebo přímého kontaktu s infikovanými osobami a zvířaty hraje důležitou roli kontakt se znečištěnými předměty a povrchy. Tak například běžná chřipka se může snáze přenést dotykem přes kliku, klávesnici počítače nebo kontaminovaný oděv než v prostředcích hromadné dopravy. Hygienické vlastnosti povrchu materiálů, se kterými člověk přichází do styku, jsou tedy důležité. Normální čištění kontaminovaného povrchu běžnými prostředky je většinou nedostatečné pro kompletní odstranění bakterií nebo virů, jako je salmonela, *Escherichia coli* nebo noroviry. Bylo zjištěno, že 28 % původních norovirů způsobujících akutní nebakteriální střevní chřipku (zánět žaludku a tenkého střeva) přežije čištění povrchu saponáty a dezinfekčními prostředky. (Milič, R. 2013, s. 27)

Jelikož nábytek je to, co nás v dnešní době všude v interiéru, jak soukromém tak i veřejném, obklopuje, otázka hygieny povrchu zařizovacích předmětů se stále častěji objevuje. Tím se dostáváme k povrchovým úpravám nábytku a tedy k samotným nátěrovým hmotám a k jejich vlastnostem. Vliv samotné nátěrové hmoty a popřípadě interakce mezi NH a látkami s antibakteriální povahou, není příliš probádanou oblastí. Je to zapříčiněno tím, že tato problematika se začala řešit poměrně nedávno. Každá NH má své specifické složení a je nutné na těchto povrchových úpravách provést zkoušky antibakteriální účinnosti, protože přidání antibakteriálních látek ještě nezaručuje 100 % spolehlivost, a to proto, že jednotlivé složky mezi sebou mohou reagovat a tím může být snížena celá účinnost takovéto směsi.

2 Cíl práce

Cílem práce je stanovit antibakteriální vlastnosti povrchových úprav, jak bez přidaných látek s antibakteriální povahou, tak i s nimi. Jedná se především o zkoušky odolnosti vůči bakteriím a plísním. Součástí diplomové práce je také stanovení fyzikálně-mechanických vlastností a odolnosti vůči působení chemických látek ověřovaných povrchových úprav.

Také tato práce bude posuzovat, zda vybrané povrchové úpravy dokončené vybranými nátěrovými hmotami a látky s antibakteriální povahou mají očekávané vlastnosti a zda jsou tímto způsobem upravené nátěrové hmoty vhodné pro antibakteriální povrchové úpravy nábytkových dílců, které vyžadují takto upravený povrch.

3 Teoretická část

3.1 Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty jsou souhrnný název pro všechny hmoty, jejichž hlavní součástí jsou filmotvorné látky a které se nanášejí v tekutém, těstovitém nebo práškovém stavu na předmět, aby na něm vytvořily nátěr požadovaných vlastností. (*Kalendová, A., Kalenda, P. 2004. s. 9*)

Nátěrové látky jsou výrobky v kapalném stavu, pastovité nebo práškové formě, které nanesené na podklad vytvářejí film (povlak) mající ochranné, dekorativní nebo jiné specifické vlastnosti. (*Zemiar a kol. 2009, s. 149*)

3.1.1 Obecný úvod

Požadavky na vlastnosti vytvářejícího se nátěrového filmu se mění v závislosti na funkci upravovaného předmětu, jeho umístění v prostoru (exteriér, interiér) a vzhledu povrchu. Zabezpečují se vhodnými nátěrovými látkami a technologiemi jejich aplikace u zušlechťování povrchu. (*Zemiar a kol. 2009, s. 149*)

3.1.2 Složení nátěrových hmot

Nátěrové látky představují heterogenní směsi různých složek, ze kterých každá osobitým způsobem podmiňuje jejich vlastnosti a použití. Složky nátěrových látek jsou kapalné, polotuhé a tuhé látky nebo jejich směsi a roztoky, které jsou obsažené v nátěrových látkách. (*Zemiar a kol. 2009, s. 151*)

Dělí se na:

- těkavé složky:
 - rozpouštědla
 - ředidla

- netěkavé složky:
 - filmotvorné látky
 - plniva
 - pigmenty
 - matovadla
 - aditiva
 - povrchově aktivní látky
 - pomocné látky (*Hošťálek, M. 2007, s. 8*)

3.1.3 Rozdělení nátěrových hmot

Podle užití na:

- základní
- vrchní
- universální

Podle pigmentace na:

- transparentní
- lazurovací
- pigmentované

Podle podmínek použití na:

- interiérové
- exteriérové
- speciální

Podle převažujících ředidel na:

- rozpouštědlové
- vodou ředitelné
- bezrozpouštědlové

Podle pořadí v nátěrovém filmu dělíme na nátěrové vrstvy:

- napouštěcí
- vyrovnávací
- základní
- podkladové
- vrchní
- maskovací

Podle způsobu tvorby filmu na:

- fyzikálně zasychající
- vytvrzované chemickou reakcí
- vypalovací
- pro vytvrzování zářením (UV, EBC)
- pro urychlené vysoušení (IRM záření)

Podle způsobu nanášení na:

- stříkání
- navalování
- polévání
- máčení
- ostatní způsoby (*Hošťálek, M. 2007, s. 9-10*)

Podle způsobu tvorby filmu se dělí na zasychající:

- Chemickými pochody – při tvorbě filmu probíhají chemické pochody (např. oxidace, polymerace, polykondenzace, polyadice apod.), při kterých se z původních nízkomolekulárních látek stávají vysokomolekulární. Patří sem např. fermeže, bezropouštědlové nátěrové hmoty apod.

- Fyzikálními pochody – zasychání probíhá odpařením rozpouštědel nebo ztuhnutím hmoty, která byla před použitím roztavena, při tvorbě filmu se filmotvorná složka chemicky nemění.
- Fyzikálně i chemicky – film vzniká odpařením rozpouštědel a chemickou reakcí. Patří sem nátěrové hmoty např. epoxidové, polyuretanové a další, dále vypalovací a vytvrzované záření.

Podle podmínek zasychání se dělí na:

- na vzduchu schnoucí – zasychají za normálních podmínek okolního prostředí,
- vhodné k přisoušení – zasychají za normálních podmínek i při zvýšené teplotě,
- vypalovací – vytvářejí nátěr za zvýšené teploty chemickou reakcí,
- vytvrzované záření – vytvářejí nátěr působením záření (UV, IR apod.)
- tavné – vytvářejí povlak roztavením a zchladnutím. (*Kalendová, A., Kalenda, P. 2004, s. 9*)

3.1.4 Nanášení nátěrových hmot

Jedním z faktorů, který ovlivňuje vlastnosti nátěrového filmu, je způsob nanášení nátěrových hmot. Ten, spolu se stavem používaných nanášecích zařízení (nebo pomůcek), může mít zásadní vliv např. na jakost a tím i celkovou životnost nátěru. Obecně lze říci, že principem všech způsobů aplikace je využití dostatečně velké mechanické, resp. elektrické síly na překonání vlivu mechanických vlastností nátěrových hmot (viskozita, reologické vlastnosti) při nanášení. Způsoby nanášení bývají posuzovány především z pohledu ekonomie procesu (produktivity) a výsledné kvality a každý způsob má své přednosti i nedostatky. Existuje celá škála druhů a jednotlivých variant strojů a pomůcek používaných pro aplikaci nátěrových hmot. (*Meloun, M. 2008, s. 18*)

Nanesení vrstvy nátěrové látky stejné tloušťky na povrch upraveného materiálu je základní úlohou při nanášení. K ní se přičleňují další, jako minimalizace ztrát

nátěrových látek, rychlost realizace procesu, bezchybný nátěr a jiné. (*Zemiar a kol. 2009, s. 166*)

Při volbě metody nanášení je třeba brát v úvahu tyto činitele:

- druh, velikost, tvar a množství upravovaných výrobků,
- požadavky na kvalitu a vlastnosti nátěru,
- kvalitu upravovaného povrchu,
- vlastnosti nátěrové látky,
- produktivita a efektivnost metody,
- možnost zařazení do linky. (*Zemiar a kol. 2009, s. 167*)

Ruční nanášení

Ruční nanášení (štetcem, válečkem, případně jinými prostředky) má malé opodstatnění v nábytkářské výrobě (i ve výrobě jiných dřevěných výrobků) pro nižší estetický vzhled nánosu a vysokou pracnost. (*Zemiar a kol. 2009, s. 167*)

Stříkání

Stříkání je univerzální metoda nanášení, aplikovatelná bez zřetele na druh, tvar a velikost upravované plochy. Uplatňuje se především při povrchové úpravě stoliček, bočních ploch plošných dílců a tvarovaných plošných dílců. (*Zemiar a kol. 2009, s. 167*)

Druhy stříkání: pneumatické stříkání, stříkání nátěrové látky při teplotě pracovního prostředí, stříkání při zvýšené teplotě nátěrové látky, HVLP, Airless, Airmix, nanášení v elektrostatickém poli.

Polévání

Polévání je progresivní a racionální metoda nanášení nátěrových látek na rovinné, případně málo tvarované plochy, která splní po kvalitní stránce vysoké

požadavky. Racionálnost metody je v její jednoduchosti, téměř bezztrátovosti nátěrové látky a v rychlosti nanášení. (*Zemiar a kol. 2009, s. 173*)

Princip nanášení nátěrových hmot „clonováním“ spočívá v tom, že nátěrová hmota vytéká úzkou štěrbinou a vytváří souvislou tenkou clonu. Ta dopadá na povrch výrobku, který skrz ni prochází na dopravníkovém pásu ve vodorovné poloze. Nátěrová hmota, která dopadá mimo plochu upravovaného dílce, stéká do sběrného žlábků a odtud do zásobníku nádrže. Z nádrže je čerpána přes filtrační zařízení zpět do polévací hlavy. Po projití clonou nátěrové hmoty se na celé ploše výrobku vytváří rovnoměrný nátěr. (*Meloun, M. 2008, s. 20*)

Navalování

Tento postup dokončování lze používat pouze na hladké rovné dílce s minimálními tloušťkovými odchylkami. Předností je vysoký výkon, malé ztráty a možnost dokonalé mechanizace a automatizace procesu. Navalováním lze rovnoměrně aplikovat i velmi malé nánosy NH. (*Meloun, M. 2008, s. 21*)

Princip je v nanášení nátěrové látky na plochu upravovaného materiálu válcem. Její množství se reguluje vzdáleností, respektive tlakem mezi nanášecím a dávkovacím válcem. Metoda má několik technických modifikací spočívajících v rozdílném směru otáčení nanášecího válce (souběžně nebo protiběžně k posuvu) a v rozdílném směru otáčení dávkovacího válce (souběžně nebo protiběžně k směru otáčení nanášecího válce). Rozdíly jsou i v materiálu, v povrchu nanášecího válce (guma), v tvrdosti gumového obložení, v hustotě rýhování a jiné. (*Zemiar a kol. 2009, s. 174*)

Máčení

Tento způsob má nejčastější využití při povrchových úpravách drobných výrobků a dílců či celých smontovaných židlí.

Při máčení se ponoří předmět do nátěrové látky a vytáhne se přiměřenou rychlostí k jejím vlastnostem a tvaru předmětu. Tvar předmětu musí dovolovat jeho zavěšení tak, aby v místě uchopení zhoršená kvalita vzhledu filmu esteticky negativně

nepůsobila na upravovaný předmět. Předměty se do nátěrové látky ponořují ručně nebo mechanizovaně. (*Zemiar a kol. 2009, s. 175*)

Ostatní druhy nanášení

Jedná se o metody, které nejsou při výrobě nábytku příliš běžné, jako například nanášení v bubnu nebo nanášení ve vakuu.

3.1.5 Sušení a vytvrzování

Vytvrzováním nátěrových látek se rozumí proces jejich přeměny z kapalného do tuhého skupenství. Když ke změně skupenství dochází v důsledku odpařování rozpouštědel, tedy fyzikálně, proces se označuje jako sušení. Když proces přeměny nátěrové látky je založený na chemické reakci označujeme ho jako chemické vytvrzování. (*Zemiar a kol. 2009, s. 177*)

U dokončování povrchů při výrobě nábytku se využívá přenosu tepla kondukcí, konvekcí a zářením. Během fyzikálního zasychání dochází k uvolňování prchavých složek (rozpouštědla a ředidla) a tím k tvorbě souvislého filmu. Při vytvrzování dochází k tvorbě filmu chemickou reakcí. Může se jednat o oxidaci, polymeraci nebo polykondenzaci.

Druhy pro urychlení sušení/vytvrzování jsou konvekční ohřev, infračervené záření (IČ), ultrafialové záření (UV), tok urychlených elektronů (EBC, ESH), mikrovlnný (VVF) a vysokofrekvenční ohřev (VF).

3.2 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Definice vodou ředitelných nátěrových hmot není zcela jednoznačná. Teoreticky za ni lze považovat jakoukoli hmotu, kterou lze ředit vodou. Ve VŘ NH může mít voda funkci ředidla i rozpouštědla. Kromě vody obsahují vodou ředitelné nátěrové systémy ve větším nebo menším množství také pomocná organická rozpouštědla. Jejich podíl může kolísat v rozmezí 1 – 40 % počítáno na těkavý podíl nátěrové hmoty při aplikaci. (*Meloun, M. 2008, s. 10*)

U vodou ředitelných nátěrových hmot (také disperzní popř. emulzní NH) je filmotvorná složka dispergována ve vodě. Použitím vodou ředitelných barev a laků pro povrchovou úpravu nábytku a nábytkových doplňků lze dosáhnout vysoce odolného a trvanlivého povrchu. (*Hošťálek, M. 2007, s. 17*)

Jedna z nejdůležitějších a technologicky významných cest jak redukovat emise VOC látek z povrchových úprav je přejít z rozpouštědlových na vodou ředitelné povrchové úpravy. Avšak vodou ředitelné povrchové úpravy stále nemohou nahradit rozpouštědlové PÚ a to díky tomu, že v některých případech mají horší vlastnosti. Z tohoto důvodu se vodou ředitelné PÚ stále upravují a vylepšují. Současné studie ukazují jak nano materiály mohou být úspěšně využity v povrchové úpravě dřeva, a tak významně zlepšit průměrné charakteristické vlastnosti, jako je chemická odolnost, odolnost proti vlhkosti, odolnosti proti povětrnostním vlivům nebo při zasychání. Všechny tyto vlastnosti se výrazně zlepšují bez negativního dopadu na ostatní parametry jako je přilnavost nebo fyzikálně-mechanické vlastnosti. (*PRA's 7th International Woodcoatings Congres Reducing the Enviromental Footprint: Nanotechnology to Advance Eco Friendly Wood Coatings*)

Při aplikaci mívají více než 30 % sušiny. Vodou ředitelné materiály patří k dobře plnivým materiálům. Nicméně je třeba u nich počítat s obsahem 1 – 10 % rozpouštědel. Mechanické odolnosti a odolnosti proti tekutinám bývají u lacinějších jednosložkových materiálů dostatečné na obývací nábytek, vyšší požadavky lze plnit dvousložkovými nebo UV tvrditelnými verzemi. Převratný vývoj zaznamenávají transparentní a pigmentové vodou ředitelné systémy, především v odolnosti povrchu a způsobu aplikace. (*Hošťálek, M. 2007, s. 17*)

Výhodou těchto nátěrových látek je výborná přilnavost k povrchu dřeva a velmi dobře vyplňuje póry. Nátěrové filmy jsou pružné a nerozpustné ve vodě a organických rozpouštědlech. (*Zemiar a kol. 2009, s. 166*)

Pro aplikaci v dřevařském průmyslu mají význam především vodní disperze na bázi akrylátových pryskyřic. S úspěchem se aplikují zejména při povrchové úpravě nábytku a stavebně-truhlářské výrobě. (*Zemiar a kol. 2009, s. 165*)

3.2.1 Rozdělení

Rozdělení vodou ředitelných nátěrových hmot je možné provést na základě fyzikálních a chemických vlastností jednotlivých pojiv. Mezi tyto vlastnosti patří zejména velikost částic pojiva, molekulová hmotnost, přítomnost funkční skupiny v pojivu, obsah a druh těkavých látek v nátěrové hmotě. Podle velikosti částic pojiva a počtu funkčních skupin je tedy možné rozdělit vodou ředitelné nátěrové hmoty do několika skupin. (*Hošťálek, M. 2007, s. 18*)

Rozdělení VŘ NH dle velikosti částic pojiva a počtu funkčních skupin:

- koloidní systémy o velikosti částic cca 0,001 μm (ve vodě rozpustné pryskyřice)
- pojiva vytvářející s vodou koloidně disperzní systém (částice 0,01 – 0,1 μm) (obsahují podstatně méně organických rozpouštědel než předešlé)
- disperze (částice 0,1 – 1 μm) – jediné nemají reaktivní skupiny (prakticky žádná organická rozpouštědla – max. do 3 % objemu) (*Hošťálek, M. 2007, s. 18*)

Rozdělení VŘ NH podle nejčastěji používaných disperzí pojiv ve vodě:

- akrylátové disperze – nejběžnější pojivo, vyznačují se vysokou odolností proti působení světla, dobrou chemickou a mechanickou odolností a rychlým zasycháním
- PUR-akrylátové disperze
- PUR disperze – ekologická varianta klasických PUR NH.
- alkydové disperze
- epoxidové disperze (*Hošťálek, M. 2007, s. 18*)

Rozdělení podle typů vodou ředitelných nátěrových hmot:

- jednosložkové – jsou běžně používané
- dvousložkové – s tužidlem či zesít'ovačem
- UV tvrditelné, kde po samotném vysušení probíhá ještě fotochemická reakce pod UV lampami. (*Hošťálek, M. 2007, s. 18*)

Rozdělení podle zasychání (je dáno druhem filmotvorné látky):

- fyzikální (nedochází k žádnému zasít'ování) – klasické VŘ
- fyzikálně-chemicky (tvorba zesít'ované struktury tužidlem)
- fyzikálně-chemicky UV zářením (*Hošťálek, M. 2007, s. 19*)

Disperzní nátěrové hmoty se obecně skládají z:

- pojivé složky, tj. disperze polymeru ve vodě
- vody (10 – 65%), i organická rozpouštědla (3 – 18%)
- koalescentů – pomalu těkajících rozpouštědel
- koloidní látky – jako stabilizátoru disperze
- matovadla a dále

plniva, změkčovadla, pigmenty, smáčedla, odpěňovače, zahušťovadla, tlumivý roztok, fungicidní a antikoroční prostředky, koalescentní vody atd. (*Hošťálek, M. 2007, s. 19*)

3.2.2 Akrylátové vodou ředitelné nátěrové hmoty

U vodou ředitelných nátěrových hmot na bázi akrylátových disperzí ze skupiny fyzikálně zasychajících je tvorba filmu komplikovanější než tvorba nátěrového filmu z roztoku nátěrové hmoty. Částičky syntetického pojiva (akrylátu) jsou rozptýleny ve vodě a plastifikovány organickým rozpouštědlem cca 3 – 10 %. V první fázi odtěká z disperzního prostředí voda, čímž dojde k překročení kritické vzdálenosti mezi

částicemi – disperzemi a nastane jejich slepování čili tvorba filmu. V druhé fázi při tvorbě nátěrového filmu dochází ke slnutí akrylátových disperzí k sobě za současného odpaření pomalu těkajících rozpouštědel (koalescentů). (Hošťálek, M. 2007, s. 19)

Vodou ředitelné nátěrové hmoty představují možnost řešení problematiky emisí VOC zejména u menších zpracovatelů nátěrových hmot, kteří nevlastní nákladná nanášecí a vytvrzovací zařízení. Mohou se aplikovat při dokončování tvarově velmi komplikovaných nábytkových dílců, které nelze dokončovat nátěrovými hmotami vytvrzovanými UV zářením. (Hošťálek, M. 2007, s. 20)

Akrylátové pryskyřice se vyrábí polymerací základních monomerů – esterů kyseliny akrylové nebo mehylmethakrylové. Polymery a kopolymery kyseliny akrylové a methylmethakrylové a jejich estery, amidy a nitrily bývají často označovány jako polyakryláty a polymethylmethakryláty. Díky velké škále použitelných monomerů, můžeme získat polymery vodou rozpustné, nerozpustné, stále lepivé i velmi tvrdé. Šíří možností vlastností akrylátových polymerů ukazuje například teplota skelného přechodu, která do značné míry koreluje s tvrdostí a křehkostí hmoty. (Hošťálek, M. 2007, s. 21)

Akrylátové nátěrové hmoty vytvrzované pomocí UV záření patří do skupiny tzv. nátěrových hmot bezrozpouštědlových, protože obsah rozpouštědel ve směsi nátěrové hmoty při zpracování nepřekročí 10 %. Základem nátěrové hmoty při nanášení je roztok nenasyceného akrylátu v monomeru a součástí směsi jsou i fotoiniciátory, které se rozkládají UV zářením o vlnové délce 380 – 420 μm . (Hošťálek, M. 2007, s. 22)

UV-AC NH jsou nátěrové hmoty, které patří k „perspektivním“ nátěrovým hmotám z hlediska svých ekologických a fyzikálně-mechanických vlastností. Nátěrová hmota se při jejím velmi malém nánosu na podklad za působení UV záření při vytvrzování nátěrového filmu, po dobu několika sekund, změní v ireversibilní nátěrový film. Při vytvrzování proběhne polymerace nátěrové hmoty. (Hošťálek, M. 2007, s. 23)

3.2.3 Složení

Disperzní nátěrová hmota obsahuje řadu složek, které ovlivňují vlastnosti nátěrové hmoty i nátěru. (*Kalendová, A., Kalenda, P. 2004, s. 263*)

- Disperze – určuje významnou měrou vlastnosti nátěrové hmoty. Použitý polymer je rozhodující pro vlastnosti nátěru.
- Pigmenty a plniva – v podstatě se uplatňují stejně jako u rozpouštědlových nátěrových hmot. Určité odchylky je nutno vzít v úvahu při formulaci nátěrových hmot, je to např. obsah rozpustných solí, alkalita apod..
- Dispergační činidlo – jsou to nejčastěji různé fosforečnany nebo soli polyakrylové kyseliny. Umožňují smočení pigmentů a plniv při přípravě pigmentové pasty, napomáhají smáčení natíraných povrchů.
- Odpěňovací prostředek – brání vzniku vzduchových bublin a rozrušuje vzniklé bubliny při přípravě a přečerpávání nátěrové hmoty nebo disperze, dále při homogenizaci nátěrové hmoty a nanášení nátěrových hmot.
- Záhustka – nejčastěji výše molekulární látka upravující vhodným způsobem reologické chování (viskozitu) nátěrových hmot, zpomaluje usazování pigmentů a plniv, zlepšuje roztíratelnost.
- Koalescent – organická kapalina snižující minimální filmotvornou teplotu (MFT) tím, že dočasně změkčí tvrdý polymer.
- Ochranný biocidní prostředek – chrání nátěrovou hmotu a nátěr před napadením plísněmi.
- Antikorozi aditiva – snižují možnost korozního napadení povrchově upravovaného kovového pokladu, ale i zabraňuje korozi uvnitř kovového obalu při skladování tekuté nátěrové hmoty, dále zabraňuje vzniku tzv. bleskové koroze.
- Další aditiva – např. regulátor pH (čpavek), změkčovadlo, prostředek pro zvýšení odolnosti proti mrazu, látky zlepšující vzhled a kvalitu povrchu atd. (*Kalendová, A., Kalenda, P. 2004, s. 263*)

3.2.4 Nanášení

K dokončování povrchu dílců vodou ředitelnými nátěrovými hmotami se může využít prakticky jakákoliv metoda nanášení nátěrových hmot.

Mezi nejčastější způsoby nanášení vodou ředitelných nátěrových hmot patří téměř všechny druhy stříkání, clonové nanášení, navalování či máčení.

3.2.5 Zasychání a vytvrzování

Vodou ředitelné nátěrové systémy se ve většině případů řadí mezi fyzikálně i chemicky vytvrzující. (*Meloun, M. 2008, s. 22*)

Tvorba filmu začíná odpařováním vody. Během této fáze se polymerní částičky koncentrují a shlukují. To, zda je film čirý nebo neprůhledný – zakalený (bez přítomnosti anorganických částic nebo barviv), záleží na poměru minimální filmotvorné teploty (MFT) latexu k teplotě při tvorbě filmu. Pokud je teplota nad MFT, vznikne čirý film. Pokud je teplota pod MFT vzniká zakalený film. Pro dosažení čirého filmu je třeba deformovat částice tak, aby vytvořily strukturu bez mezer a finální fáze se rozptýlila a dosáhla homogenosti. (*Meloun, M. 2008, s. 22*)

Dalším druhem vytvrzování používané u akrylátových nátěrových hmot je UV vytvrzování.

UV vytvrzující vodou ředitelné NH jsou velmi speciálním druhem vodou ředitelných nátěrových hmot. Jsou obecně známy vysokou produktivitou, extrémně nízkými emisemi VOC a vysokou kvalitou dokončených povrchů. V nábytkářském průmyslu jsou zavedeny již přes 10 let. Nejvýznamnějšími typy UV vytvrzujících vodou ředitelných nátěrových hmot používanými v tomto odvětví jsou akrylátové a polyuretanové NH. (*Meloun, M. 2008, s. 28*)

3.3 Látky s antibakteriální povahou

V této práci je uvedena specifikace pouze dvou použitých látek s antibakteriálními vlastnostmi, které se přidaly do nátěrových hmot při prováděných zkouškách.

3.3.1 Stříbro Ag

V minulosti bylo provedeno mnoho výzkumů na toxicitu stříbra, výsledky však ukázaly, že stříbro je pro lidský organismus relativně netoxické. Na druhou stranu může být až extrémně toxické pro ostatní životní organismy. (*www.efbww.org*)

V současné době komerčně a aplikačně nejrozšířenějším typem kovových nanočástic jsou nanočástice stříbra. Důvodem širokého spektra jejich využití jsou totiž nejen jejich elektromagnetické vlastnosti, ale především jejich katalické účinky s širokým využitím v bioaplikacích. (*Hošek, J. 2010, s. 107*)

Příprava Ag nanočástic je poměrně jednoduchá a její znalost sahá až do počátků klasické černobílé fotografie, která je na Ag nanočásticích založena. Ag nanočástice lze tedy jednoduše připravit například reakcí stříbrných solí s thiosíranem, citrany, borohydráty, ale existuje celá řada dalších postupů jejich přípravy zahrnující jak chemické reakce, tak i fyzikální postupy jako elektrolyza, iontová implantace, elektroexploze a další. (*Hošek, J. 2010, s. 107*)

Hlavním důvodem rozšíření použití Ag nanočástic v celém spektru aplikací je jejich významná antibakteriální aktivita. Naprostá většina těžkých kovů se chová jako buněčný jed, nicméně Ag nanočástice vykazují vynikající antibakteriální vlastnosti bez toho, aby byly toxické pro makroskopické organizmy. (*Hošek, J. 2010, s. 107*)

Důvodem vysoké antibakteriální účinnosti Ag nanočástic je, že volné ionty stříbra Ag^+ svojí katalytickou reakcí zabraňují funkci HS^- skupin oxidačních metabolických enzymů anaerobních organismů, které zajišťují jejich buněčné dýchání. Tím dochází k jejich odumření a následnému rozkladu. Laboratorní testy tak ukazují, že při styku bakterie s nanočásticí Ag dochází k jejímu úmrtí do 6 minut. Nicméně poslední studie ukazují, že nanostříbro je účinné nejen proti bakteriím, ale i proti virům, byť s delší dobou účinku. (*Hošek, J. 2010, s. 108*)

Částice nanošříbra jsou kromě přímého použití jako léčiva také používány k preventivním účelům v podobě kompozitů organických i anorganických materiálů. Všeobecného uplatnění našlo nanostříbro v oblasti oblečení, textilií a ložního prádla, kde se používá například pro snížení zápachu spodního prádla a ponožek. Ag nanočástice se také používají na povrchové úpravy plastů, filtrů či výměníků vysavačů, myček, lednic, klimatizačních zařízení, mobilních telefonů, počítačových myši

a klávesnic, aby se na nich minimalizovalo přežívání a šíření mikroorganismů. Stále častěji jsou pak Ag nanočástice používány také v řadě produktů typu antibakteriálních sprejů, nátěrů nebo čistících prostředků. (Hošek, J. 2010, s. 108)

3.3.2 Oxid titaničitý TiO₂

Využití světlem indukovaných redoxních procesů na povrchu fotokatalyzátoru, jakým je oxid titaničitý, nachází další možnosti praktické aplikace. Tenké, transparentní vrstvy oxidu titaničitého nanesené na různých materiálech i po osvětlení běžnými zářivkami vykazují antibakteriální aktivitu, a tím udržují daný povrch sterilní nebo alespoň s nízkým výskytem mikroorganismů. (www.chempoint.cz)

Jedním z možných desinfekce povrchů je fotokatalýza s využitím oxidu titaničitého jako fotokatalyzátoru. Výhodou tohoto procesu je, že při něm nevznikají nežádoucí toxické látky. Likvidační účinek ultrafialového záření (UV), hlavně UV-C na mikroorganismy je známy více než 100 let. Poškozuje v organismech především RNA, DNA, eventuálně proteiny a enzymy. V nukleových kyselinách dochází k poškození thyminových derivátů, které znemožňují replikaci genetické informace, množení bakterií, a tím i jejich likvidaci, pokud se v jejich blízkosti nenacházejí enzymy, které by to dokázali opravit. Největší germicidní efekt je pozorován při vlnové délce 254 nm. Oxid titaničitý je možné excitovat i UV-A zářením, které je významně energeticky chudší než UV-C. Po ozáření povrchu oxidu titaničitého a absorpci záření dochází k elektronovým procesům, způsobujícím vznik vysoce reaktivních OH radikálů a superoxidových radikálů schopných zaútočit na buněčnou stěnu mikroorganismů. Po ataku hydroxylového radikálu na vnější membránu mikroorganismů dochází k jejímu narušení. Během tohoto procesu buňka významně neztrácí životaschopnost, dochází ale ke změnám propustnosti ve vztahu k reaktivním kyslíkovým radikálům a k jejich pronikání do buňky. Vzniklé radikály atakují cytoplasmickou membránu a dochází k peroxidaci lipidické membrány, což má za následek smrt buňky. Po rozrušení buněčné stěny cytoplasmické membrány dojde k uvolnění buněčného obsahu. Přítomné toxiny jsou dále degradované reaktivními kyslíkatými radikály. Výsledkem antimikrobiálního působení tenkých vrstev oxidu titaničitého je úplná degradace mikroorganismů. (www.chempoint.cz)

3.4 Antibakteriální nátěrové hmoty

Do této skupiny zahrnujeme povrchovou úpravu, která vykazuje svými vlastnostmi nerozšiřování, nerozmnožování a likvidaci nežádoucích bakterií či virů na takto upraveném povrchu. (*Komárek, J. 2007, s. 16*)

Nátěr pokud je dostatečně nepropustný pro vlhkost z vnější strany, pokud je proveden alespoň ve čtyřech vrstvách dostatečné tloušťky na suché a zdravé dřevo a v souvislé vrstvě po celém povrchu, může sloužit jako ochrana sám o sobě proti hnilobě a plísním. (*Kalendová, A., Kalenda, P. 2004. s. 294*)

Tak jako samočisticí nátěrové hmoty jsou vyráběny, aby ničily škodlivé organické látky, jsou antibakteriální nátěrové hmoty vyráběny tak, aby snadno ničily bakterie nebo mikroorganismy jako jsou řasy nebo plísně, které se mohou vyskytovat na površích. Takové povrchové úpravy mohou být velmi užitečné pro nábytek používaný ve veřejných prostorech jako v hromadné dopravě, kancelářích, nemocnicích nebo v bioprůmyslu, kde povrchové úpravy mohou sloužit jako podpůrný prostředek pro snížení rizikosti infekce z jednoho člověka nebo zvířete na ostatní a dále rozšíření potencionálních epidemií. (*www.efbww.org*)

S pomocí nanočástic stříbra je možné vyrobit povrchy speciálně navržené tak, aby měli antibakteriální nebo dezinfekční účinek. Ať už jsou nanočástice stříbra přidávány do ultra tenkých a neviditelných nátěrů nebo do jiných materiálů, vždy vykazují větší efekt než antibiotika. Některé produkty jsou již dostupné a paleta těchto produktů sahá od podlahových krytin přes velkoplošné výrobky až po barvy na textil. V Japonsku, kde se hygieně přiznává obzvlášť význam, jsou tyto materiály velmi populární a neustále se rozvíjí. (*Leydecker, S. 2008, s. 162*)

S vyšším množstvím nanočástic stříbra v povrchové úpravě se zvyšuje účinnost proti bakteriím a velmi efektivně je zabíjí. Bakterie nemají šanci na přežití, protože uvolňované ionty stříbra za prvé brání procesu dělení buněk, za druhé destabilizují buněčné membrány, stěny nebo plazmy a za třetí zabraňuje dopravě živin enzymů a tak bakterie můžou být trvale odstraněny bez použití chemických látek. Takovýto antibakteriální efekt je trvalý. (*Leydecker, S. 2008, s. 164*)

Nanočástice stříbra nejen snižují potřebu chemických dezinfekčních prostředků, ale také snižují potřebu čistit takto ošetřené povrchy. Vzhledem k nutnosti používání

dezinfekčních prostředků například ve zdravotnictví, je důležité, aby povlaky a materiály s takovou povrchovou úpravou byly schopny odolávat těmto čistícím prostředkům. Antibakteriální povrchy, kde jsou účinnou složkou nanočástice stříbra, představují efektivní ničení bakterií. (Leydecker, S. 2008, s. 165)

Studie z roku 2011 (Holtz, R. D. et al. 2011) uvádí, že po syntéze stříbra a oxidu vanadu vzniká látka s antibakteriální účinností. Technologie výroby takového roztoku se ukázala jako jednoduchý a levný způsob, který vede k získání hybridního materiálu ze stříbra a vanadu v řádu nanometrů. Antibakteriální výsledky proti gram-pozitivním a gram-negativním bakteriím byly vyhodnoceny jako slibné. Tyto výsledky potvrdily již předešlý výzkum s tím rozdílem, že zde byla použita vyšší koncentrace antibakteriálního činidla a tím i byla zvýšena antibakteriální účinnost a inhibiční zóny. V tomto výzkumu byla navíc také prokázána aktivita nanovláken proti gram-negativním bakteriím, které v minulém výzkumu byly odolné proti takto upraveným nátěrům, což poukazuje na široké spektrum antibakteriální účinnosti. Takovéto antibakteriální příměsi do NH se ukázaly jako slibné a to prostřednictvím různých testů, pro několik druhů gram-pozitivních a gram-negativních bakterií. Dále se ověřila možnost využití tohoto hybridního nanomateriálu jako další přísady do vodou ředitelných NH, kdy do komerčního vzorku laku na vodní bázi byla přidána tato příměs v poměru 1 %. Výsledkem byla inhibiční zóna, která zabraňovala růstu bakterií. Tento výsledek je slibný a poukazuje na možnost využití tohoto materiálu jako antibakteriální přísady, což jistě přispěje ke snížení počtu nemocničních infekcí.

Další článek Scientists develop world's first light-activated antimicrobial surface that also works in the dark (Noirmark, S. et al. 2014) uvádí, že infekce získané během pobytu v nemocnici jsou hlavním problémem moderní medicíny a to i přesto, že nemocnice mají vysoké hygienické požadavky. Povrchy, jako jsou dveřní kliky, lékařské vybavení, klávesnice, pera a tak dále, jsou snadná cesta pro šíření bakterií a to i na čerstvě umytých rukou. Jedním z možných řešení je vyvíjet alternativní strategie, jako antibakteriální nátěry, které tvoří povrch méně vstřícný k choroboplodným zárodkům. Tyto plochy nejsou jako antibakteriální tekutiny, které se vymyjí - cílem je, aby se povrch stal skutečně smrtící pro škodlivé bakterie. Tento projekt vychází z toho, že již existují NH, které jsou pro bakterie škodlivé, když je takto ošetřený povrch vystaven světlu. V této studii se nově přidaly do těchto NH nanočástice zlata a byla zde snaha o zjednodušení způsobu ošetření těchto laků. Projekt spočíval v tom, že se

testovaly různé kombinace takto upravených NH na silikonu, který patří mezi jeden z nejčastěji používaných povrchů (trubky, katetry, těsnění, ochranné kryty atd.). V takto prováděných testech, kdy byly upravené plochy infikovány a podrobeny osvětlení, které odpovídá osvětlení v nemocničních budovách, byl výsledkem vysoký antibakteriální účinek spolu s téměř nezměněnými vlastnostmi typickými pro silikon. Dále povlak nebyl porušen ani jinak ovlivněn třením tampóny s alkoholem, což dokazuje, že takto upravené povrchy mohou být opakovaně vystaveny čištění, které je v nemocničním prostředí nebo ve vzdělávacích institucích naprosto běžné. Vzorek, který byl infikován mnohem větším množstvím bakterií, než se kterým se můžeme setkat v nemocnicích, natřený takto upravenou NH byl bez jakékoli bakteriální aktivity v rozmezí 3 až 6 hodin od nanesení podle typu bakterie. Tento výsledek byl hodnocen jako výborný. Ovšem při tomto výzkumu bylo zjištěno, že vzorek, který byl umístěn v tmavém prostředí, dokázal taktéž velmi rapidně snížit počet bakterií ovšem za delší časový rámec (od 3 do 18 hodin v závislosti na typu bakterie). Toto je poprvé, kdy světlem aktivovaný antibakteriální povrch má nějaký druh účinku i ve tmě. Závěrem této studie bylo, že technologie je velmi slibná pro budoucí aplikace.

Ze všech zmíněných studií a výzkumů vyplývá, že antibakteriální povrchy jsou v dnešní době velmi žádoucí a to nejen u nemocničního zařízení, ale obecně ve veřejných prostorech, kde dochází k větší fluktuaci lidí a hrozí zde tak vyšší pravděpodobnost nákazy infekcí. Nátěrové hmoty, po jejichž nanesení by povrch měl antibakteriální úpravu, se stále vyvíjí a jejich aplikace je v dnešní době velice žádoucí a to především proto, aby se zabránilo šíření různých životu nebezpečných nákaz.

3.5 Mikrobiologie

3.5.1 Bakterie

Grampozitivní koky, společnou charakteristikou bakterií této skupiny jsou především morfologie buněk (koky) a fyziologické vlastnosti (mezofilie a organofilie). Za základní znaky používané k rozlišení jednotlivých rodů slouží uspořádání buněk, vztah ke kyslíku, tvorba katalázy a cytochromoxidáz. Největší význam pro medicínskou mikrobiologii mají od doby jejich popisu rody *Staphylococcus* a *Streptococcus*, které podle posledních fylogenetických studií náleží ke zcela odlišným skupinám mikrobů.

Staphylococcus aureus

Stafylokoky jsou charakterizovány jako gram-pozitivní, nesporulující, nepohyblivé a většinou neopouzdržené sférické koky o průměru asi 1 µm. Vyskytují se jednotlivě, ve dvojicích a v nepravidelných shlucích (především v klinickém materiálu), nebo v hrozníčcích (spíše v kulturách z kultivačních půd). (Bednář a kol. 1996, s. 193)

Stafylokoky mají většinou fermentační i respirační typ metabolismu. Na rozdíl od streptokoků produkují katalázu. Při zkvašování řad cukrů tvoří kyseliny, nikoliv však plyn. Produkce D nebo L izoméru kyseliny mléčné při anaerobní utilizaci glukózy je užitečným taxonomickým kritériem. (Bednář a kol. 1996, s. 193) Většina kmenů roste v rozmezí teplot 18-40 °C, nejlépe při 30-37 °C, rostou v přítomnosti 10 % NaCl.

S. aureus je patogenní pro člověka a prakticky pro všechny teplokrevné živočichy. Lidský organismus je vůči stafylokokové infekci poměrně značně odolný. K onemocnění dochází zpravidla při oslabení organismu nebo při infekci velkou dávkou virulentního kmene. Významným predisponujícím faktorem může být chirurgický zákrok, úraz, umělá náhrada, zavedený katetr, diabetes, maligní onemocnění nebo imunologická nedostatečnost. Více ohroženi jsou také nedonošení novorozenci, kojenci a starci. (Bednář a kol. 1996, s. 197)

V místě průniku infekce do organismu může dojít k dalšímu pomnožování stafylokoků, překonají-li lokální obranné mechanismy hostitele. Protože invazivitu buněk *S. aureus* podporují četné enzymy a toxiny, infekce může snadno pronikat hlouběji do okolních tkání. Stafylokoková invazivní onemocnění ve velké většině případů vytvářejí abscesová ložiska, méně často se šíří bez ohraničení jako flegmonózní zánět. (Bednář a kol. 1996, s. 197)

Stafylokokové buňky mohou být zaneseny proudem krve do nejrůznějších míst organismu, kde vznikají metastatická pyogenní ložiska. Může tak vzniknout sekundární pneumonie, osteomyelitida, endokarditida, meningitida, pyelonefritida nebo absces v kterémkoliv orgánu. Tyto metastatické infekce mohou výjimečně vycházet i ze zcela banálních infekcí nepatrného rozsahu. (Bednář a kol. 1996, s. 198)

Escherichia coli

Gramnegativní fakultativně anaerobní tyčinky.

Escherichia coli je běžný komensál tlustého střeva. Fekálním znečištěním se dostává do vody, kde může přežít řadu týdnů. Slouží jako nejběžnější indikátor fekální kontaminace pitné vody. (Bednář a kol. 1996, s. 264)

Patogenita *Escherichia coli* vyvolává 2 typy onemocnění, a to v prvním případě extraintestinální (zejména močových cest, septická onemocnění, infekce ran, hnisavé procesy) a v druhém případě v intestinálním traktu infekce provázené průjmou (určité kmeny). (Bednář a kol. 1996, s. 264)

E. coli je pyogenní bakterie. V zažívacím traktu se určité kmeny *E. coli* uplatňují jako patogeny různými mechanismy, podle kterých se skupiny těchto tzv. enteropatogenních kmenů *E. coli* označují jako:

- enteropatogenní v užším slova smyslu (EPEC) – jsou vyvolavateli novorozeneckých průjmů, při nichž dochází k dehydrataci
- enterotoxigenní (ETEC) – tyto kmeny mohou vyvolat průjmou jak u dětí, tak i u dospělých, vyskytují se převážně endemicky v teplých oblastech
- enteroinvazivní (EIEC) – onemocnění probíhá pod obrazem bacilární dysenterie
- enterohemoragické (EHEC) – zdrojem infekce je nejčastěji hovězí maso, onemocnění se vyskytuje v dětském věku. (Bednář a kol. 1996, s. 264-265)

3.5.2 Plísně

Plísně mohou růst při splnění nutných životních podmínek na všech druzích organických i anorganických materiálů. Živí se látkami organickými, i když se mezi nimi vyskytují druhy jen málo náročné na podíl organických látek. Plísně působí defekty povrchových úprav dřeva a vytvářejí na napadených stěnách, omítkách a nátěrech šedé mazlavé povlaky. (Kalendová, A., Kalenda, P. 2004. s. 301)

Aspergillus niger

Jedná se o vláknité houby. Vlákna (hyfy) jsou dělena septy. Makroskopický útvar složený z rozvětvených hyf se nazývá mycelium. Dle lokalizace a funkce má dvě části. Mycelium vegetativní (bazální) vrůstá do kultivační půdy a čerpá živiny. Vzdušné mycelium (povrchové, reprodukční) nese reprodukční orgány. Konce vláken jsou rozšířeny v konidiofor, který nese volné, řetízkovitě uspořádané malé kolonie (plísňové spory) – rozmnožovací elementy. (*Bednář a kol. 1996, s. 356*)

Aspergily rostou dobře na různých půdách za 2 – 4 dny. Chmýřité kolonie jsou zbarveny podle barvy mikrokonidií (žlutě, šedozeleně, černě). Aspergily patří k nejrozšířenějším houbám v prostředí, významným pro člověka. Přenos na člověka se děje vzdušnou cestou, inhalací mikrokonidií. Tyto houby ohrožují člověka dvojitým způsobem – intoxikací a infekcí. (*Bednář a kol. 1996, s. 356*)

3.6 Požadavky na nábytek do vzdělávacích institucí

Na nábytek pro vzdělávací instituce je kladena řada požadavků vyplývajících z legislativy ČR a technických norem: na jejich bezpečnost, ergonomii a mechanické vlastnosti. Vzhledem k uvedeným požadavkům je nutné vybavovat učebny nábytkem stanovených vlastností. Především správná ergonomie školního nábytku je základní podmínkou úspěšné prevence poruch pohybového aparátu u dětí předškolního i školního věku. Při výběru a vybavování nábytkem učeben je nutné požadovat doložení základních požadavků podle platných technických norem, především dle ČSN EN 1729 – 1 až 2. (*Holouš, Z. 2011, www.starchild.cz*)

Jak uvádí norma ČSN EN 1729-1, která je založena na principu, že židle a stoly určené pro použití ve vzdělávacích institucích k obecně zaměřenému vzdělávání, by měly být navrhovány tak, aby podporovaly dobré držení těla. Tato část normy bere v úvahu vybrané národní normy. Nespecifikuje design, ale pouze ty rozměry, které podporují správné držení těla jak u klasického, tak u nastavitelného nábytku. Rozměrové požadavky této normy povolují různý výklad designu; z toho důvodu může být uspokojena zakázková výroba, vzdělávací praktiky a také technické i finanční okolnosti jednotlivých zemí. Specifikované minimální rozměry jsou považovány

za absolutní minimum. Je tudíž doporučeno je přesáhnout. Tato norma neudává rozměrové požadavky na područky, ale jejich použití není zakázáno.

Tato část Evropského standardu EN 1729 specifikuje funkční rozměry a značení židlí a stolů pro obecné vzdělávací účely ve vzdělávacích institucích. To zahrnuje klasický i nastavitelný nábytek, stejně tak jako stoly pro práci ve stoje. Zabývá se nábytkem používaným na počítače a přenosná zařízení, nezabývá se pracovišti ke zvláštním účelům, například laboratořemi, řadovým sezením a dílnami. Norma se nezabývá nábytkem používaným učiteli.

Norma ČSN EN 1729-2 uvádí, aby se minimalizovalo riziko zranění osob či poškození oděvu, musí se splnit tyto požadavky.

- všechny hrany sedadel, opěradel a područek, které jsou ve styku s uživatelem při sezení, musí být zaobleny minimálně R 2 mm;
- okraje rukojetí musí být zaobleny s poloměrem minimálně 2 mm ve směru působící síly;
- ostatní hrany a rohy, se kterými uživatel přichází do styku při užívání, musí být hladké, zaoblené nebo zkosené a bez otřepů;
- vzdálenosti mezi přístupnými pohyblivými částmi ovládanými nebo poháněnými ústrojími (např. plynovými zdvižemi) budou vždy < 8 mm nebo ≥ 25 mm;
- mimo nastavitelných nebo skládacích stolů a židlí nebudou žádné přístupné mezery, které se vytváří během běžných pohybů a činností > 8 mm nebo < 25 mm;
- seřizování ovládacích ústrojí nebude probíhat neúmyslně nebo náhodně;
- otevřené konce a nohy trubkových prvků budou opatřeny krytkami nebo jinak uzavřeny;
- žádné součásti nebudou demontovatelné nebo odnímatelné bez použití náradí;
- části, které jsou namazány, musí být opatřeny tak aby se zabránilo tvorbě skvrn;
- úprava pracovních ploch nesmí překročit mat, aby se minimalizovali zrcadlové odrazy v souladu s EN 13722 při 60°;

- židle budou vykazovat stabilitu podle zkoušek ČSN EN 1729-2;
- židle nesmí vykazovat žádnou konstrukční závadu, která může ovlivnit bezpečnost při testování na pevnost a odolnost dle ČSN 1729-2 a budou i nadále plnit svoji funkci. Při zkoušce přetížením nesmí vzniknout žádné viditelné praskliny nebo poškození;
- stoly se nepřevrátí při zkoušení podle ČSN EN 1729-2;
- stoly nesmí vykazovat žádnou konstrukční závadu, která může ovlivnit bezpečnost při testování na pevnost a odolnost dle ČSN EN 1729-2 a budou i nadále plnit svoji funkci.

Z hlediska bezpečnosti se musí nábytek také posuzovat podle ČSN 91 0100 Nábytek, bezpečnostní požadavky, která mimo jiné stanoví, že nábytek nesmí mít otvory a skuliny, které mohou být příčinou zranění prstů, a pohyblivé části nesmí být příčinou zranění jak při nastavování, tak při běžném použití v nastavené poloze. (Holouš, Z. 2011, www.starchild.cz)

Dle normy ČSN EN 1729-1, instrukce musí být předloženy s nábytkem v oficiálních jazycích země, kde je nábytek prodáván. Mohou být také připevněny k nábytku jako štítek nebo brožura. Měly by zahrnovat alespoň následující:

- Zmínka o velikosti: identifikace velikosti by měla být odkázána na tuto evropskou normu.
- Instrukce k údržbě: zahrnující informace o vlastnostech dokončení povrchu, údržbě a čištění.
- Instrukce k montáži u nábytku s nastavitelnou velikostí: instrukce jak přizpůsobit nábytek, aby vyhovoval specifickým skupinám žáků.
- Informace o přizpůsobitelnosti: instrukce pro uživatele (žáky) o nastavitelném nábytku by měly zahrnovat informace o tom, jak zacházet s nastavitelnými částmi a informaci o tom, jak poznat správné nastavení a tedy správnou pozici.

Nábytek pro vzdělávací instituce, mezi které patří i předškolní zařízení, musí splňovat řadu podmínek a požadavků, které vycházejí z Vyhlášky č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu

a vzdělávání dětí a mladistvých; byla pak novelizována vyhláškou č. 343/2009 Sb. Tento předpis vychází ze Zákona 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. V § 11 je stanoveno, že „židle a stoly pro děti a žáky musí splňovat normové hodnoty české technické normy upravující velikostní ukazatele nábytku“. (Holouš, Z. 2011, www.starchild.cz)

Ovšem ani nové evropské normy neuvádí specifikaci použití nátěrových hmot, především pak ohledně jejich funkčnosti, složení a antibakteriálních vlastností, ale právě ve vzdělávacích institucích hrozí i hned po nemocničních zařízeních šíření různých bakterií a virů. Proto by dalším cílem mělo být zpracování hygienických požadavků a vlastností na povrchové úpravy nábytku, které by mohly sloužit, jako podklad pro úpravu ČSN (Českých státních norem) pro vzdělávací instituce.

3.7 Ekologie

Ve všech mezinárodních dokumentech, zabývajících se problematikou životního prostředí se zavádí pojem BAT – nejlepší dostupná technika. Definitivně se jedná o nejúčinnější a nejpokročilejší způsob činností a jejich provozních metod, dokládající vhodnost určité techniky jako základu pro stanovení emisních limitů k zabránění, nebo není-li to možné, ke snížení emisí a vlivů na životní prostředí jako celku. (Meloun, M. 2008, s. 29)

V rámci IPPC zavádí EU rovněž povinnou výměnu BAT mezi všemi členskými státy, tzv. BREF – BAT Reference Documents (přijatý dokument). Jednotlivé BAT jsou postupně zveřejňovány pro všechny sledované činnosti, které spadají do režimu IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control – Integrovaná prevence a omezování znečištění). BREF odrážejí stav techniky, kterého průmysl dosáhl, a průmysl tak svými inovacemi umožňuje vytváření nových standardů v oblasti BAT, a tedy i odvozených emisních limitů. (Meloun, M. 2008, s. 29)

Převažuje trend přechodu od rozpouštědlových na vodou ředitelné systémy, které umožňují stejné výsledky jako konvenční technologie, ale bez škodlivých dopadů na pracovní i životní prostředí.

Výhody, spojené s použitím vodou ředitelných laků a barev jsou:

- výroba nezatěžující životní prostředí,
- dramatické omezení škodlivých emisí,
- splnění místních i mezinárodních ekologických zákonů,
- bezpečnější manipulace,
- minimalizace rizika vzniku alergických reakcí.

Pro výrobce představuje přechod na vodou ředitelné laky a barvy investici jak finanční, tak časovou. (*Hošťálek, M. 2007, s. 14*)

I když jsou dle současných ekologických trendů upřednostňovány vodou ředitelné NH, nejsou rozpouštědlové NH tak na ústupu jak by se mohlo zdát. Používání NH rozpouštědlových je dané dlouhým vývoje povrchových úprav. Proto i důvěra výrobců v jejich aplikační a konečné vlastnosti filmů nebude v nejbližší době nahrazena větší důvěrou ve VŘ NH. (*Hošťálek, M. 2007, s. 14*)

4 Použité zařízení a materiál

4.1 Použité materiály

Podkladový materiál:

Sklo

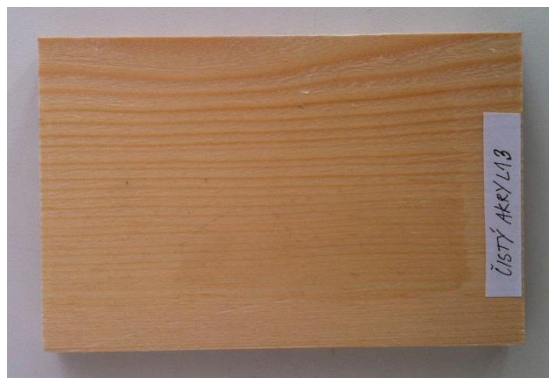
Skleněná tabule 100 mm x 150 mm.



Obr. 1 Skleněná tabule (Foto autor)

DTD dýha BO

Dřevotřísková deska, dýha borovice tloušťky 1 mm, rozměry 100 mm x 150 mm.



Obr. 2 DTD BO (Foto autor)

DTD dýha BK

Dřevotřísková deska, dýha buk tloušťky 1 mm, rozměry 100 mm x 150 mm.



Obr. 3 DTD BK (Foto autor)

Filtrační papír

Filtrační papír byl nastříhán na rozměr 100 mm x 100 mm. A po dalších úpravách se využíval při zkoušení bakterií a plísní.



Obr. 4 Filtrační papíry s nanesenými nátěrovými hmotami (Foto autor)

Přidané látky s antibakteriální povahou:

Nano-stříbro

Proto tuto práci bylo použito nano-stříbro, koloidní roztok ve vodě 5 g/l + polyakrylát. Hlavní antibakteriální složkou je stříbro. Vypočítaná sušina je 1,9758 %.

Aktivní nanostěna

Aktivní nanostěna FN2 C0100 aktivuje svůj čisticí proces pomocí ultrafialového záření. Takovéto záření je součástí přirozeného denního světla. Díky svému složení, tato suspenze vytvoří po zaschnutí vrstvu, která má na povrchu vyšší množství fotoaktivních nanočástic TiO₂ (oxidu titaničitého). Vypočtená sušina je 11,0579 %.

Nátěrové hmoty:

VŘ 1 – Becker Acroma EM 1143-0010

Jednosložkový vodou ředitelný transparentní lak, určený pro povrchovou úpravu nábytku a doplňků z většiny materiálů na bázi dřeva. Vhodný na dub. Lze použít i v rychlé linkové výrobě. Tato NH má obsah sušiny 33,32 %.

VŘ 2 – Becker Acroma EM 0621-0030

Transparentní, vodou ředitelný, jednokomponentní vrchní lak, určený pro aplikaci na exteriérové výrobky – okna a dveře. Vytváří voděodolný elastický povrch s výbornou smáčivostí a odolností vůči povětrnostním vlivům. Sušina je 41,16 %.

VŘ 3 – Becker Acroma 41E-0024/30 NATURAL TOP

Transparentní, vodou ředitelný, thixotropní vrchní lak, určený pro aplikaci na exteriérové výrobky – okna a dveře. Vytváří transparentní elastický povrch s výbornou odolností vůči povětrnostním vlivům a působení UV záření. Obsah sušiny je 35,56 %.

Bakterie:

Staphylococcus aureus

Jde o Gram pozitivní bakterii, tvar a uspořádání buněk je kulovité, jednotlivě nebo ve dvojicích, velikost buňky je 0,5-1,0 µm. Buňky se hodnotí jako nepohyblivé, vztah ke kyslíku je fakultativně anaerobní a nárůst probíhá při optimální kultivační

teplotě 30 – 37 °C. Způsob výživy je chemoorganotrofní. Tato bakterie se vyskytuje v nosní přepážce a na kůži teplokrevných živočichů. Jde o potenciálně patogenní druh, vyvolávající široké spektrum onemocnění a intoxikací (abscesy, meningitidy, furunkulózy, osteomyelitidy atd.). (www.vscht.cz)



Obr. 5 *Staphylococcus aureus* (Foto autor)

Escherichia coli

Bakterie *Escherichia coli* se hodnotí jako Gram negativní, tvar a uspořádání buněk jsou rovné tyčky, jednotlivé nebo po dvou. Velikost buňky se pohybuje v rozmezí 2,0-6,0 x 1,1-1,5 μm . Pohyblivost může být buď pomocí bičků, nebo jsou nepohyblivé. Vztah ke kyslíku je fakultativně anaerobní, způsob výživy chemoorganotrofní a optimální kultivační teplota odpovídá 37 °C. Tato bakterie se vyskytuje v tlustém střevě teplokrevných živočichů a člověka. Jde o potenciální patogen. (www.vscht.cz)



Obr. 6 *Escherichia coli* (Foto autor)

Plísně:

Aspergillus nigeri

Vláknitá houba *Aspergillus nigeri* se rozmnožuje nepohlavně konidii. Typické makromorfologické znaky jsou rychle rostoucí kolonie, na CYA po 7 dnech při 25 °C dosahující cca 40-60 mm v průměru, hrubě zrnité, hnědočerné až černé. Některé kmeny produkují do agaru žlutý pigment, spodní strana kolonií světlá nebo žlutá. Optimální teplota se pohybuje okolo 35-37 °C, minimum 6-8 °C, maximum 45-47 °C. Tato plíseň se vyskytuje celosvětově velmi hojně, hlavně však v teplejších oblastech, a to především na rozmanitých potravinách, jak rostlinného tak i živočišného původu. Často se vyskytuje i v xerofilních podmínkách. Často bývá izolován z klinického materiálu. (www.vscht.cz)



Obr. 7 *Aspergillus nigeri* (Foto autor)

Chemikálie:

PCA agar

PCA agar neboli Plate Count Agar je mikrobiologické růstové médium běžně používané při hodnocení a sledování životaschopnosti bakteriálního růstu pod vzorkem.

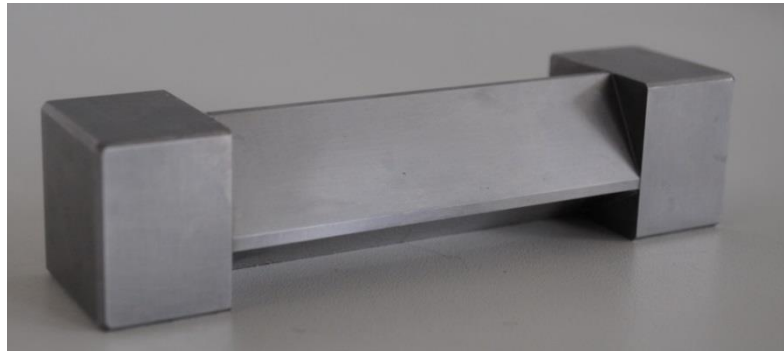
YGC agar

YGC agar (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol) je selektivní médium sloužící pro identifikaci, kultivaci, izolaci a stanovení počtu kvasinek a plísní.

4.2 Použité přístroje a zařízení

Nanášecí pravítko

Nanášecí pravítko je z nerezové oceli. Kvalita a hladký povrch zaručuje přesné nanášení a snadnou čistitelnost. Nanášecí pravítko bylo použito při nanášení nátěrových hmot na podkladový materiál při měření času zasychání NH. Nanášecí pravítko mělo tloušťky nanášení 50/100/150/200 μm . Při nanášení byla využita tloušťka štěrbin 150 μm .



Obr. 8 Nanášecí pravítko (Foto autor)

Laboratorní váhy

Laboratorní váhy značky Denver sloužili ke zvážení podkladového materiálu před a po nánosu NH. Dále se pomocí nich odvažovala samotná NH a látky s antibakteriálními účinky, aby byly ve správném poměru. Citlivost vah je 0,01/0,1 mg, rozsah vah je 0,5 – 3000 g a chyba měření 0,005 g.



Obr. 9 Laboratorní váhy (Foto autor)

Závaží

Pro tuto práci byla využita závaží o hmotnosti 20 g, 200 g a 2 kg. Závaží se využívalo při zkoušce stanovení doby zasychání vodou ředitelného laku společně s gumovými terčíky a cigaretovými papírky.



Obr. 10 Závaží 2 kg, 200 g, 20 g (Foto autor)

Sušárna

Sušárna Venticell 111 s rozměry 540 x 390 x 530 mm, objemem 111 l a pracovní teplotou v rozmezí 10 – 250 °C byla použita při simulování stárnutí vzorků v běžných klimatických podmínkách. Teplotní rozsah od +10 °C nad okolí do 250/300 °C.



Obr. 11 Sušárna Venticell 111 (Foto autor)

Leskoměr

Leskoměr Picogloss S 03 s úhly měření 20°, 60° a 85° v rozsahu 1 – 100 % a s chybou měření 0,05 % se využíval při měření lesku na všech podkladech u všech použitých nátěrových hmot.



Obr. 12 Leskoměr Picogloss S 03 (Foto autor)

Spektrofotometr

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

K popsání barevného prostoru byl použit pravouhý barevný systém CIEL $*a^*b^*$ vymezený třemi osami: nepestrou osou světlosti (L^*), chromatickou osou zeleno-červenou (a^*) a chromatickou osou modro-žlutou (b^*). Stupnice světlosti se pohybuje od 0 (černá) do 100 (bílá). Barevnost plochy je popisována parametry a^* a b^* , které nemají žádné hodnotové ohraničení. Parametr a^* : + a^* – červená, - a^* – zelená. Parametr b^* : + b^* – žlutá, - b^* – modrá. Souřadnice L^* , a^* , b^* jednoznačně určují barvu v jejím odstínu, sytosti a jasu. (Fricová, M. 2012, s. 31)



Obr. 13 Spektrofotometr Spectro-guide (Foto autor)

Tužky a zařízení

Sada obsahuje 13 tužek Hardmuth Koh-i-noor 1500. Tužky a zařízení pro stanovení povrchové tvrdosti se využilo při zkoušce podle ČSN 67 3075. Zařízení je nastavené tak, aby tužka v něm byla umístěna pod úhlem 30° a tlak na ni byl 300 g.



Obr. 14 Sada tužek a zařízení pro zkoušku ČSN 67 3075 (Foto autor)

Mikrotvrdoměr

Mikrotvrdoměr Bareiss FL – 2000H s rozsahem 1 – 700 μm měřil odolnost nátěrové hmoty vůči vrypu. Pak se hodnoty z μm převedl na jednotky Buchholz.



Obr. 15 Mikrotvrdoměr Bareiss FL – 2000H (Foto autor)

Vortex

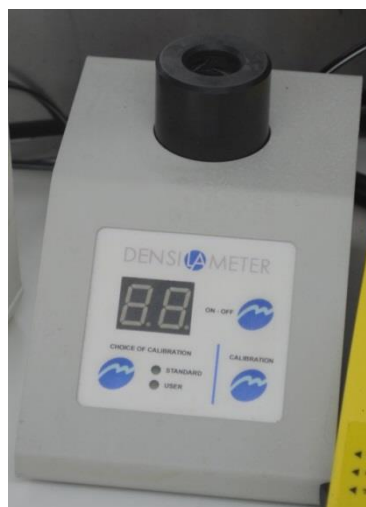
Zařízení Vortex Mixer yellowline TTS 2 je univerzální shaker, který se využívá při promíchání suspenze. Vortex se uvede do provozu tlakem na horní pogumovanou část, třesoucí se oběžná dráha je $\varnothing 4,5$ mm a rozsah otáček 0 – 2500 rpm.



Obr. 16 Vortex Mixer yellowline TTS 2 (Foto autor)

Densilameter

Densilameter je přístroj určený k měření mikrobiální hustoty. Hodnota zákalu se měří v rozmezí 0,0 – 15,0 McFarlanda. Pro potřeby této práce se využila funkce vytvoření vlastní kalibrace, kdy turbidita suspenze 0,5 jednotek stupnice McFarlanda odpovídá $1 \cdot 10^8$ CFU/ml.



Obr. 17 Densilameter (Foto autor)

Laminární Flow-box

Laminární flow-box, který umožňuje dodržovat pravidla aseptické práce, umožňuje práci v čistém prostředí, zamezuje kontaminaci vzorků a současně poskytuje ochranu pracovníka před mikrobiální kontaminací. Zde probíhala veškerá práce při přípravě vzorků (infikace bakteriemi a plísní).



Obr. 18 Laminární flow-box (Foto autor)

Termostat

Termostat Selecta typ Incudigit je moderní inkubátor s provozní teplotou 5 – 80 °C. Termostat se využil při kultivaci bakterií a plísní.



Obr. 19 Termostat Selecta typ Incudigit (Foto autor)

Kahan

Automatický kahan Gasprofi 2 SCS je bezdotykový, celo-nerezový, s ohnivzdornými ovládacími prvky a odnímatelnou kahanovou hlavou. Využíval se při práci ve flow-boxu.



Obr. 20 Kahan Gasprofi 2 SCS (Foto autor)

Mikroskop

Jedná se o klasický laboratorní mikroskop Leica CME, který se využil společně s Bürkerovou komůrkou při určení správné turbidity suspenze plísně.



Obr. 21 Mikroskop Leica CME (Foto autor)

Bürkerova komůrka

Bürkerova komůrka sloužila k určení správné koncentrace při tvoření suspenze plísň. Nejdříve se nanese malý objem suspenze mezi krycí a podložní sklo Bürkerovy komůrky a následně se umístí pod mikroskop, kde se nejdříve v deseti různých čtvercích A spočítal počet sporů. Při počítání sporů se počítají pouze ty, které jsou uvnitř čtverce, popřípadě se určí dvě sousední strany, kde se budou počítat i spory umístěné na hraně. Komůrky jsou tvořeny silným podložním sklem se dvěma vyrytými počítacími sítěmi s přesně danou plochou a hloubkou. Ke stanovení správné koncentrace sporů v 1 ml suspenze potřebujeme vypočítat:

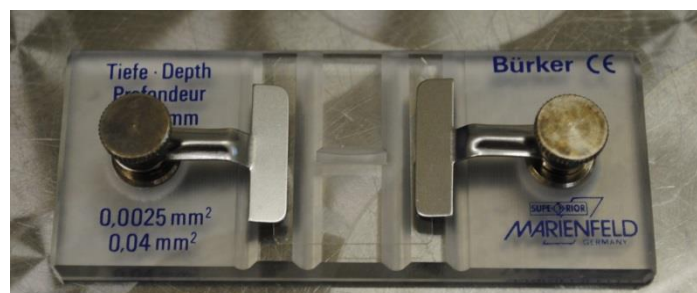
$$X = \frac{a}{V} \text{ CFU/ml, kde}$$

Rov. 1 Koncentrace sporů

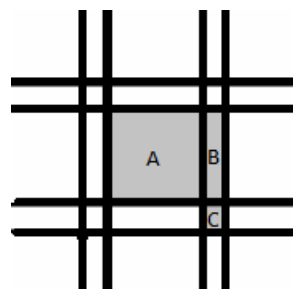
X...koncentrace spor v suspenzi

a...průměrný počet spor v 1 čtverci

V...objem 1 čtverce v ml



Obr. 22 Bürkerova komůrka (Foto autor)



Obr. 23 Detail komůrky

5 Metodika a pracovní postup

5.1 Příprava zkušebních těles

Zkušební vzorky se musely nejdříve nakrátit na požadovaný rozměr 100 x 200 mm. Před začátkem aplikace NH, musela být zkušební tělesa vždy očištěna od všech nečistot. Pro nános jednoho druhu nátěrové hmoty jsou vždy potřeba 3 vzorky DTD dýha BO, 3 vzorky DTD dýha BK a 3 vzorky skla.

Po přípravě zkušebních vzorků se nanasla pomocí nanášecího pravítka štěrbinou 150 g/m² nátěrová hmota, kde nános činil 100 g/m².

Nejdříve se nanasl jeden typ NH na 3 vzorky skla, 3 vzorky DTD dýha BK a 3 vzorky DTD dýha BO, poté se do NH přidala aktivní nanostěna s antibakteriální povahou v poměru 10 % a znovu se nanaslo na stejný počet vzorků jako u předešlé NH. Do stejného druhu NH přimícháme i nano-stříbro v poměru 5% a opět naneseme na všechny již zmíněné vzorky.

Tento postup se opakuje i u dvou zbylých NH, až nakonec máme všechny vzorky připraveny k dalším zkouškám.

Celkem je potřeba pro fyzikálně-mechanické zkoušky 27 vzorků DTD dýha BO, 27 vzorků DTD dýha BK a 27 vzorků skla.

Zvlášť se nanasou všechny NH i s příměsemi na filtrační papír rozměru 100 x 100 mm. Filtrační papír s NH necháme zaschnout do druhého dne, pak se z těchto filtračních papírů vystřihnou kolečka průměru 20 mm po 9 kusech od každého druhu NH, celkem tedy 81 koleček, dle požadavků normy. Takto připravené vzorky se dále zkoušely v akreditované laboratoři Textilního zkušebního ústavu (TZÚ).



Obr. 24 Připravené vzorky na zkoušení (Foto autor)



Obr. 25 Připravený filtrační papír (Foto autor)

5.2 Fyzikálně mechanické vlastnosti nátěrového filmu

5.2.1 Zasychání

Stanovení doby zasychání vodou ředitelného laku podle ČSN EN ISO 9117-5

Zváží se testované podkladové materiály před dokončováním. Nátěrová hmota se po důkladném promíchání nanáší nanášecím pravítkem na testovaný podklad (očištěné tabulové sklo, zadýhovaný dílec z DTD nebo dílec s masivu). Na sklo se nanášecím pravítkem nanese nátěrová hmota. Nános se provede šterbinou 150 g/m². Po pěti minutách se provede nános testovanou nátěrovou hmotou na dřevěný podklad. Současně s prvním nánosem se spustí stopky.

Okamžitě po nánosu se sklo i podklad na bázi dřeva zváží. Zjistí se teplota prostředí a relativní vlhkost.

Film se nechá na volném prostoru zasychat a v okamžiku, kdy je nátěr povrchově nelepivý, se začne hodnotit stupeň 2 – 5 zasychání nátěrového filmu podle ČSN 67 3052.

Čas, kdy je dosaženo příslušného stupně zasychání se zaznamená a pokračuje se v hodnocení následujících dosažených stupňů zasychání, až do stupně 5.

Po změření stupně zasychání jednoho typu nátěrové hmoty se celá zkouška opakuje s druhým typem nátěrové hmoty.

Tab. 1 Postup hodnocení při stanovení doby zasychání vodou ředitelného laku

Stupeň zasychání	Podmínky zkoušky	Výsledky zkoušky
1	Nasypání balotiny, možno testovat otisk prstu	Balotinu je možno úplně odstranit vlasovým štětcem, na nátěrovém filmu nezůstává otisk prstu
2	Zatížení závažím 20 g po dobu 60 +/-2 s	Čtvereček papíru z nátěru odpadne, když se nechá z delší strany nátěrového filmu volně spadnout z výše 30 mm
3	Zatížení závažím o hmotnosti 200 g po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr je beze stopy po zatížení
4	Zatížení závažím o hmotnosti 2 kg po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, na nátěru je patrná stopa po zatížení
5	Zatížení závažím o hmotnosti 2 kg po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr je beze stopy po zatížení

5.2.2 Stárnutí

Po nanesení nátěrové hmoty nanášecím pravítkem a po změření doby zasychání dle ČSN 67 3052, se nechaly vzorky klimatizovat do druhého dne. Následně se vždy na jednom vzorku DTD dýha BK, DTD dýha BO a skla s naneseným určitým druhem NH provedou zkoušky (měření lesku, barevnosti a vnikací tvrdosti), které jsou popsány níže.

Pak jsou tyto vzorky umístěny do sušárny vyhřáté na 40 °C, kde jsou zanechány 3 hodiny. Takovéto nastavení sušárny je stejné, jako kdyby byly vzorky umístěny na 3 měsíce v běžných klimatických podmínkách.

Po třech hodinách se vzorky vyjmou ze sušárny a nechají se vychladnout. Poté jsou na nich opět provedeny výše zmíněné zkoušky a navíc i povrchová tvrdost nátěru, tako zkouška je provedena na všech vyhotovených vzorcích.

5.2.3 Lesk

Reflektometrická metoda ČSN EN 13 722

Číslo lesku (ČL) je relativně vyjádřený činitel odrazu měřené plochy vůči referenčnímu vzorku, kterému je přiřazena hodnota 100 vyjádřená v %.

Metoda spočívá ve zjišťování stupně lesku povrchu vlivem světla zrcadlově odraženého od jeho plochy.

Leskoměr se zapne alespoň 10 minut před začátkem zkoušky. Leskoměr se nastaví na 0 při zapnutí měřící hlavě. Měřící hlava leskoměru se postaví na očištěnou povrchovou plochu referenčního vzorku, indikátor se nastaví na odchylku odpovídající koeficientu úpravy referenčního vzorku a konstrukci přístroje.

Zkoušený povrch se očistí měkkou utěrkou. Leskoměr se postaví na povrch a na indikátoru se odečte stupeň lesku. Na každém zkušebním vzorku se provádějí nejméně 3 měření.

Při zkoušce lze volit měřící geometrii 20°, 60°, 85° podle druhu povrchu. Je-li ČL 60 > 70 – použije se geometrie 20° (vysoký lesk), je-li ČL < 30 použije se geometrie 85°(mat), pro hodnocení pololesku se použije tedy geometrie 60°.

Za stupeň lesku (ČL) povrchu vzorku se považuje aritmetický průměr výsledků nejméně 3 měření zaokrouhlený na celé číslo.

Za výsledek zkoušky se považuje aritmetický průměr výsledků měření lesku všech dílců.

5.2.4 Barevnost

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

Změna barevného odstínu ΔE je mírou změny nebo rozdílu barevných vlastností nátěru. (Polášek, J. 2003, s. 66)

Účelem zkoušky je umožnit kvalitativní vyjádření změny barevného odstínu charakterizující změnu barevných vlastností nátěru při zkušebních postupech, kdy je mimo jiné předepsáno sledování této vlastnosti. Předepisuje se pouze postup měření barevného odstínu na nátěrech obecně a způsob zpracování naměřených dat. (Polášek, J. 2003, s. 66)

Barevný odstín je určován pro jednotlivé nátěry, a to vždy na několika místech každého nátěru. Počet míst se řídí velikostí nátěru. Počet míst a jejich rozmístění, stejně jako počet proměřovaných vzorků, musí být uveden v záznamu o zkouškách. Z měření je možné předem vyloučit místa netypická pro vzhled nátěru. (Polášek, J. 2003, s. 66)

Detailní postup určení barevného odstínu je předepsán v pracovním návodu použitého kolorimetru.

Tab. 2 Hodnocení barevného rozdílu

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

5.2.5 Vnikací tvrdost nátěru

Buchholzova vrypová zkouška dle ČSN EN ISO 2815

Speciálním mikrotvrdoměrem se stanoví mechanická odolnost povrchu nátěrového filmu vůči vnikání cizího tělesa. Tvrdost nátěru je dána hloubkou vtisku vnikajícího tělesa. (Meloun, M. 2008, s. 43)

Při měření se přístroj umístí na plochu dílce s nátěrovým filmem. Následuje nulování indikátoru měření a spouštění průnikového hrotu s definovanou zátěží na povrch nátěrového filmu. Na indikátoru měření se po 30 s odečte skutečná hloubka vniknutí a elasticita nátěrového filmu v mm. Součástí návodu k přístroji je převodní tabulka, kde lze z naměřených hodnot v μm odečíst hodnotu tvrdosti dle Buchholze. (Meloun, M. 2008, s. 43)

Tab. 3 Převodní tabulka z μm na jednotky Buchholz

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

5.2.6 Povrchová tvrdost nátěru

Tvrdost nátěru je ovlivněna druhem nátěrové hmoty, kvalitou podkladu, podmínkami při zasychání (teplota, relativní vlhkost), tloušťkou a stářím nátěru.

Stanovení povrchové tvrdosti tužkami podle ČSN EN ISO 15184

Nejjednodušší a nejpoužívanější zkouškou povrchové tvrdosti nátěru je metoda tužková. Sada obsahuje 13 tužek HardmuthKoh-i-noor 1500 podle ČSN EN ISO 15184.

číslo tužky	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
tvrdost tužky	3B	2B	B	HB	F	H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H

Při vlastní zkoušce se položí nátěr zhotovený na skle, na kovové desce nebo na dřevě na miskou vah, vyváží se a pak se hrotem tužky přejíždí po nátěru vlnovitě pod úhlem 30° a tlakem 300 g. Začíná se tužkami měkčími, které po nátěru jen píší a postupně se zkoušejí tužky tvrdší. Když se získá nepřetržitý vryp, který nelze setřít prstem, je zkouška skončena. Tato metoda je vhodná pro měření povrchové tvrdosti nátěrů matných nebo hrubých.

5.3 Antibakteriální vlastnosti nátěrového filmu

5.3.1 Zjišťování antibakteriální aktivity

Zkoušení šíření agarovou destičkou dle ČSN EN ISO 20645

Při testování vzorků byla dodržována pravidla aseptické práce, pracovalo se ve flow-boxu. Kultivace probíhala u obou bakteriálních kmenů na agaru PCA (Plate Count Agar). (ČSN EN ISO 20645)

Zhruba 24 hodin před testováním byly z uchovávacích želatinových disků vyočkovány bakteriální kultury. Zkouška probíhala na kmenech *S. aureus* CCM 4516 a *E. coli* CNCTC 6244. 10 ml čistého, sterilního agaru bylo nalito do plastových Petriho misek a tento objem se nechal zcela zatuhnout. Na tuto vrstvu bylo připipetováno 5 ml inokulovaného agaru. Při teplotě agaru 45 °C do něho byla přidána suspenze bakterií. Tato teplota je dostatečná na to, aby agar nezatuhl, ale zase není příliš vysoká, aby zahubila bakterie. Na 150 ml agaru byl přidán 1 ml řádně promíchané suspenze bakterií tryptonu. Turbidita suspenze by měla být 0,5 jednotek stupnice McFarlanda, což

odpovídá $1-5 \cdot 10^8$ CFU/ml. Po mírném zaschnutí povrchu druhé vrstvy agaru se na ni pomocí sterilní pinzety položily vzorky. Každá miska byla rozdělena na dvě poloviny a na každou polovinu se umístil jeden vzorek. Mírným tlakem pinzety na vzorek byl zajištěn dokonalý kontakt mezi vzorkem a agarem. (ČSN EN ISO 20645)

Petriho misky byly umístěny do termostatu vyhřátého na teplotu 37 ± 1 °C dnem vzhůru, aby do vzorku nestékala zkondenzovaná voda. Po 24 hodinách proběhlo vyhodnocení podle Tab. Inhibiční zóna byla vypočtena podle vztahu

$$H = \frac{D-d}{2},$$

Rov. 2 Výpočet inhibiční zóny (mm)

kde H je inhibiční zóna (mm), D je celkový průměr vzorku a inhibiční zóny (mm) a d je průměr samotného vzorku (mm). Inhibiční zóna byla změřena ve svislém a podélném směru. (ČSN EN ISO 20645)

Tab. 4 Hodnocení antibakteriální účinnosti

Inhibiční zóna (mm)	Nárůst	Popis	Hodnocení
>1 1 – 0 0	žádný	inhibiční zóna větší než 1 mm, žádný růst inhibiční zóna do 1 mm, žádný růst žádná inhibiční zóna, žádný růst	dobrá efekt
0	nepatrný	žádná inhibiční zóna, pouze omezené kolonie, růst téměř zcela potlačen	na hranici účinnosti
0 0	mírný silný	žádná inhibiční zóna, růst je snížen na polovinu žádná inhibiční zóna, bez snížení růstu nebo jen mírné snížení růstu	nedostatečný účinek



Obr. 26 Pipetování suspenze bakterií na agar (Foto autor)

5.3.2 Zjišťování odolnosti proti působení plísní

Hodnocení působení mikroskopických hub dle ČSN EN ISO 846

Stejně jako u zjišťování antibakteriální aktivity, tak i při hodnocení působení mikroskopických hub, byla u vzorků dodržována pravidla aseptické práce, pracovalo se ve flow-boxu.

Pro kultivaci plísně *Aspergillus niger* CCM 8155 bylo použito kultivační médium CELOSE YGC Agar (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol). Toto živé médium je standardní půda, která je běžně používaná ke kultivaci kvasinek a plísní. Obsahuje chloramfenikol, což je termostabilní antibiotikum, které inhibuje růst kontaminační bakteriální flóry. (ČSN EN ISO 846)

Kultivační médium bylo připraveno smícháním práškového média CELOSE YGC Agar s destilovanou vodou. Po rozmíchání a úplném rozpuštění se médium autoklávalo 20 min při teplotě 121°C a následně se sušilo 15 minut. Po částečném zchladnutí se asepticky rozlilo do sterilních Petriho misek, ve kterých médium vychladlo a ztuhlo. Takto připravené médium sloužilo ke kultivaci plísně. (ČSN EN ISO 846)

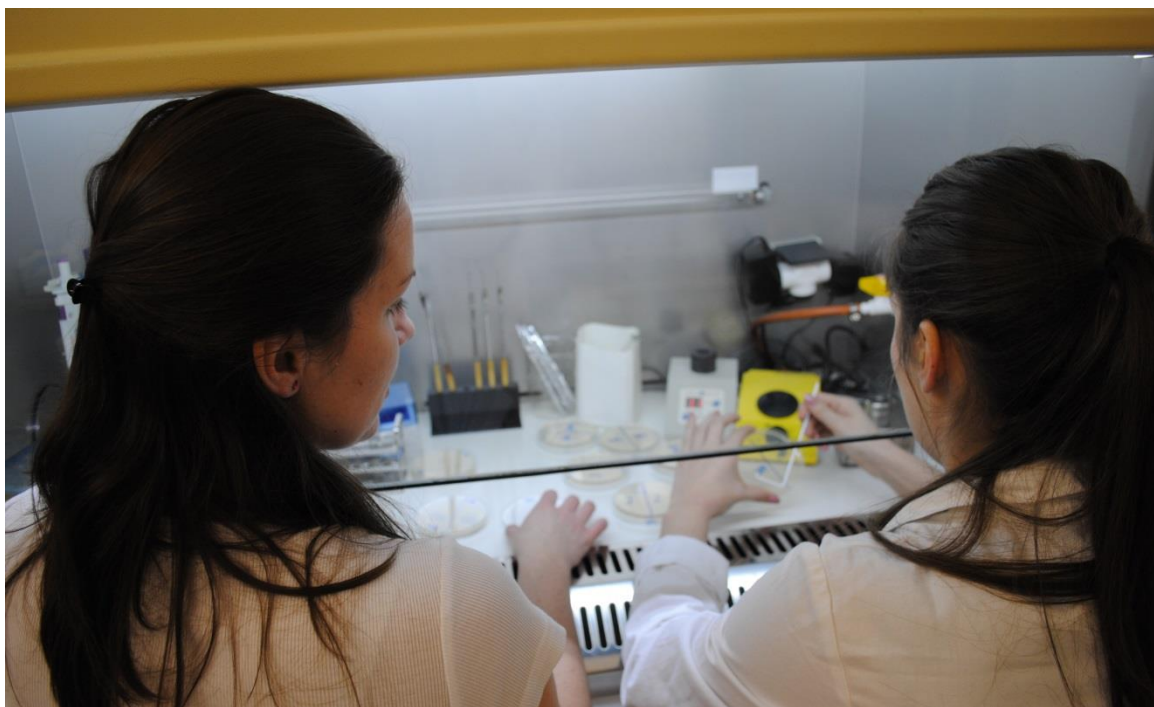
Pro přípravu očkovací suspenze byla použita sedmidenní kultura plísně *A. niger*. Sterilní očkovací kličkou byla odebrána kultura této plísně, která byla následně uvolněna do 5 ml sterilní destilované vody a přefiltrována. Pomocí Bürkerovy komůrky a mikroskopu se určila testovací koncentrace spor, která byla 5,9.10⁶ CFU/ml.

Po vortexování na přístroji Yellowline TTS2 byla takto připravená suspenze spor napipetována automatickou pipetou do připravených sterilních plastových Petriho misek s agarem. Do každé Petriho misky byl pipetován objem 0,2 ml suspenze spor. Po rozetření kultury sterilní plastovou hokejkou po celém povrchu Petriho misky se na agarové plotny vkládaly pomocí sterilní pinzety předem připravené kruhové vzorky filtračního papíru s různými povrchovými úpravami tak, aby filtrační papír přilnul k agaru celou svou plochou. Každá miska byla rozdělena na dvě poloviny a na každou polovinu se umístil jeden vzorek. Kultivace testované plísně probíhala v termostatu při teplotě 29±1 °C. Standardní doba zkoušky je 28 dní, odečet proběhl ale navíc po 5 dnech, aby byla zjištěna prvotní reakce vzorku s plísní.

Po kultivaci plísně *A. niger* jsme na Petriho miskách z nárůstu plísně na vzorcích vyhodnocovali fungicidní vlastnosti vzorků s různými povrchovými úpravami. Při vyhodnocování kultivačních testů se vycházelo z normy ČSN EN ISO 846. Růst plísně se hodnotil pouze vizuálně, posuzoval se růst plísně na vzorku a v jeho okolí. Pokud během kultivace difundovaly složky z ošetřeného filtračního papíru do okolního agarů, pak se tato účinnost testovaného vzorku projevila vytvořením inhibiční zóny kolem vzorku.

Tab. 5 Hodnocení účinnosti proti plísním

Intenzita růstu	Hodnocení
0	Pod mikroskopem není patrný žádný růst
1	Růst pouhým okem neviditelný, jasně viditelný pod mikroskopem
2	Růst viditelný pouhým okem pokrývající až 25 % zkušební povrchu
3	Růst viditelný pouhým okem pokrývající až 50 % zkušební povrchu
4	Značný růst pokrývající více než 50 % zkušební povrchu
5	Bohatý růst pokrývající celý zkušební povrch



Obr. 27 Rozhojekování suspenze plísní (Foto autor)

6 Laboratorní výsledky měření

Pod níže uvedenými body jsou zaznamenány získané výsledky k jednotlivým zkouškám, které se prováděly dle uvedené metodiky.

6.1 Zasychání

Zkouška byla provedena podle již výše popsaného postupu a Tab. 6 ukazuje průměrné časy zasychání na jednotlivých podkladových materiálech. Od každého druhu podkladu byly vždy naměřeny tři vzorky, ze kterých se vypočetly průměrné časy a ty se uvedly do tabulky k následnému vyhodnocení.

Tab. 6 Rychlost zasychání NH [min]

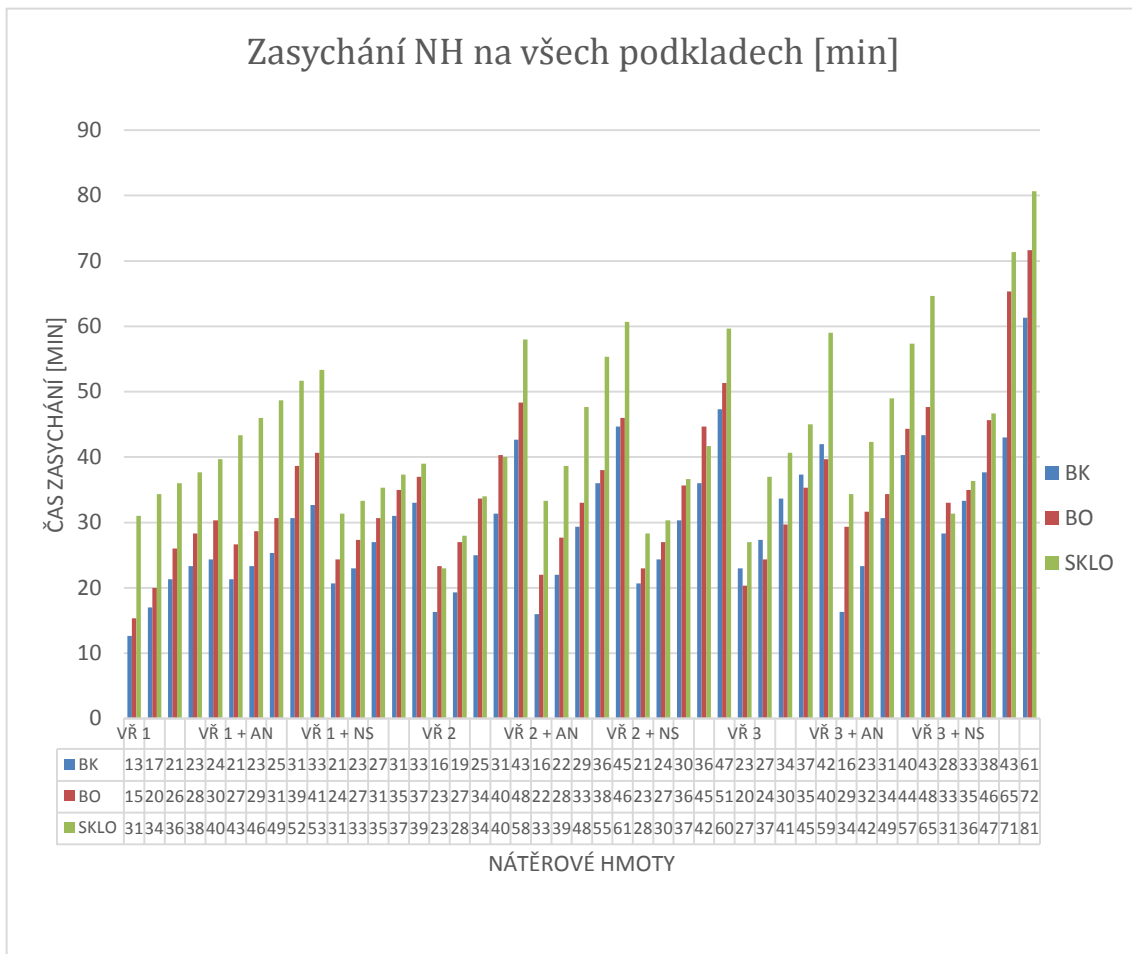
Stanovení doby zasychání vodou ředitelného laku podle ČSN EN ISO 9117-5				
NH	STUPEŇ	BK [min]	BO [min]	SKLO [min]
VŘ 1	1	13	15	31
	2	17	20	34
	3	21	26	36
	4	23	28	38
	5	24	30	40
VŘ 1 + AN	1	21	27	43
	2	23	29	46
	3	25	31	49
	4	31	39	52
	5	33	41	53
VŘ 1 + NS	1	21	24	31
	2	23	27	33
	3	27	31	35
	4	31	35	37
	5	33	37	39
VŘ 2	1	16	23	23
	2	19	27	28
	3	25	34	34
	4	31	40	40
	5	43	48	58

NH	STUPEŇ	BK [min]	BO [min]	SKLO [min]
VŘ 2 + AN	1	16	22	33
	2	22	28	39
	3	29	33	48
	4	36	38	55
	5	45	46	61
VŘ 2 + NS	1	21	23	28
	2	24	27	30
	3	30	36	37
	4	36	45	42
	5	47	51	60
VŘ 3	1	23	20	27
	2	27	24	37
	3	34	30	41
	4	37	35	45
	5	42	40	59
VŘ 3 + AN	1	16	29	34
	2	23	32	42
	3	31	34	49
	4	40	44	57
	5	43	48	65
VŘ 3 + NS	1	28	33	31
	2	33	35	36
	3	38	46	47
	4	43	65	71
	5	61	72	81

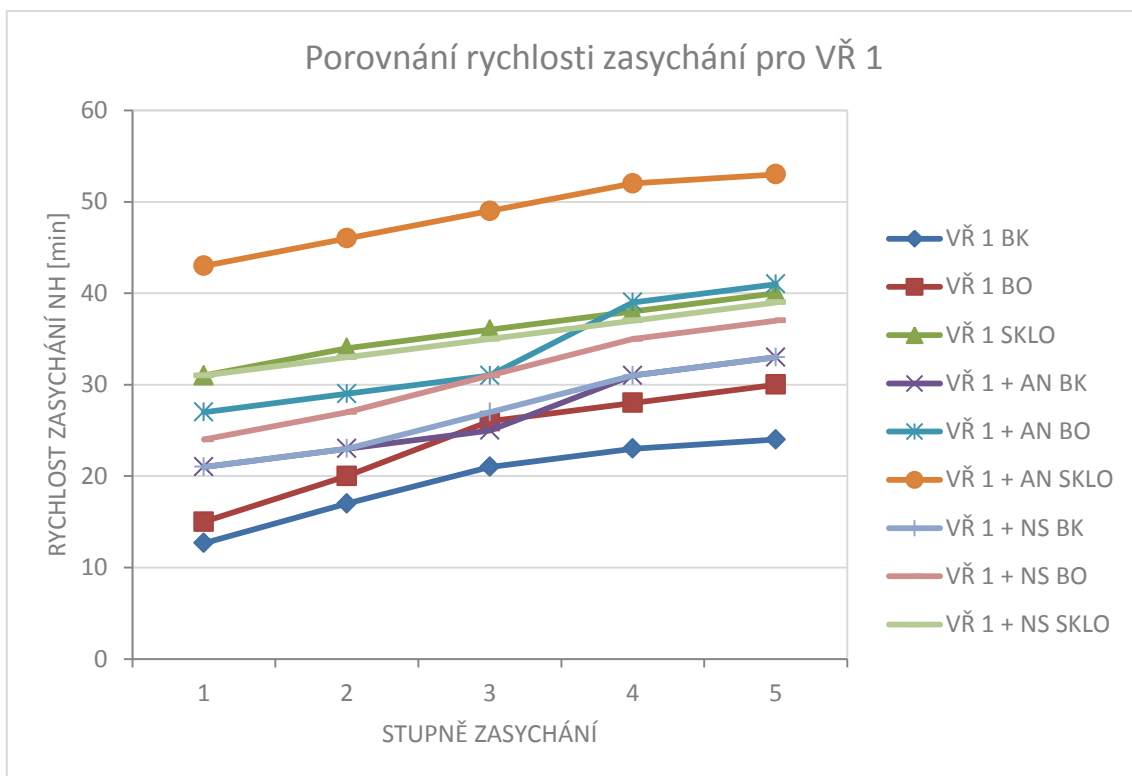
Z tabulky 6 je patrné, že lak vždy nejrychleji zaschl na DTD dýhované dýhou buk, pak na DTD dýhované borovicí a nejdéle lak zasychal na skle. Dále lak téměř vždy nejrychleji zasychal tehdy, když do NH nebyly přidány látky s antibakteriální povahou.

Nejmenší čas zasychání byl zaznamenán u laku VŘ 1, naproti tomu lak s nejdelším časem zasychání byl VŘ 3 s přidáním nano stříbrem.

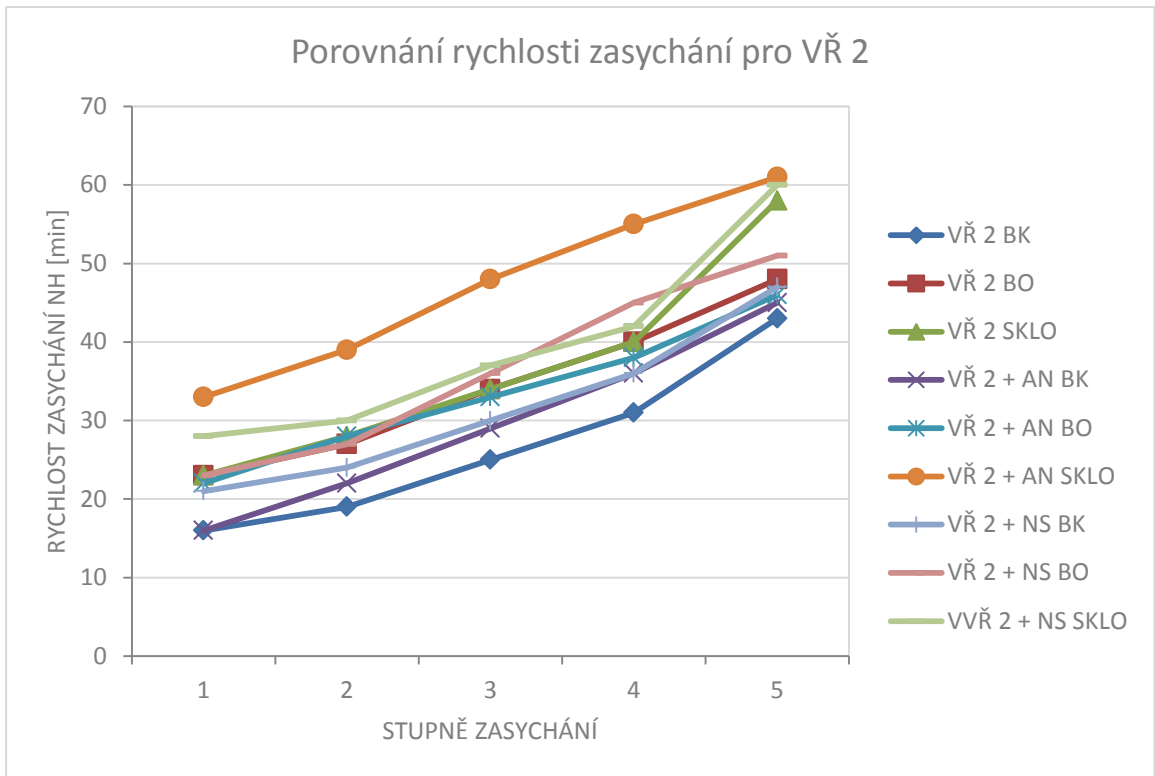
Obecně by se dalo říct, že lak s přidanou látkou s antibakteriální povahou, dobu zasychání prodlužuje v řádu minut. To je patrné z Obrázku 28, 29, 30 a 31, kde jsou ukázány závislosti znázorňující rychlost zasychání.



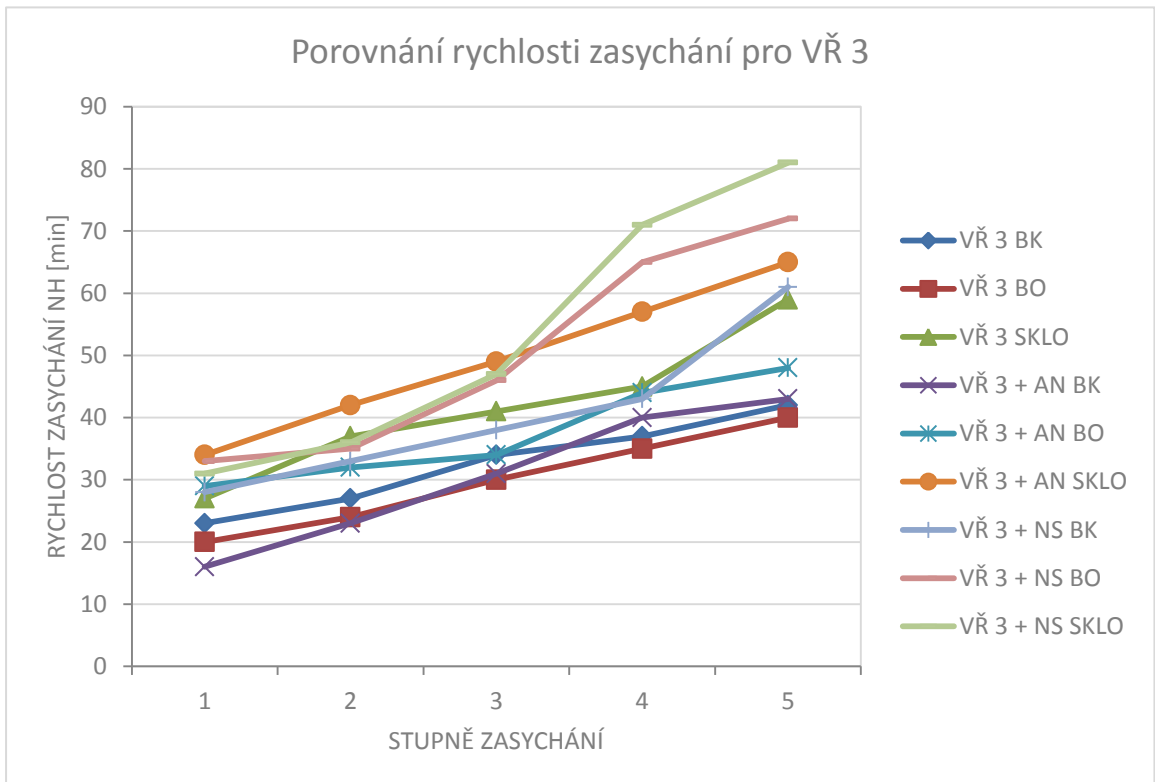
Obr. 28 Závislost rychlosti zasychání NH u jednotlivých stupních na všech podkladech



Obr. 29 Závislost rychlosti zasychání pro VŘ 1



Obr. 30 Závislost rychlosti zasychání pro VŘ 2



Obr. 31 Závislost rychlosti zasychání pro VŘ 3

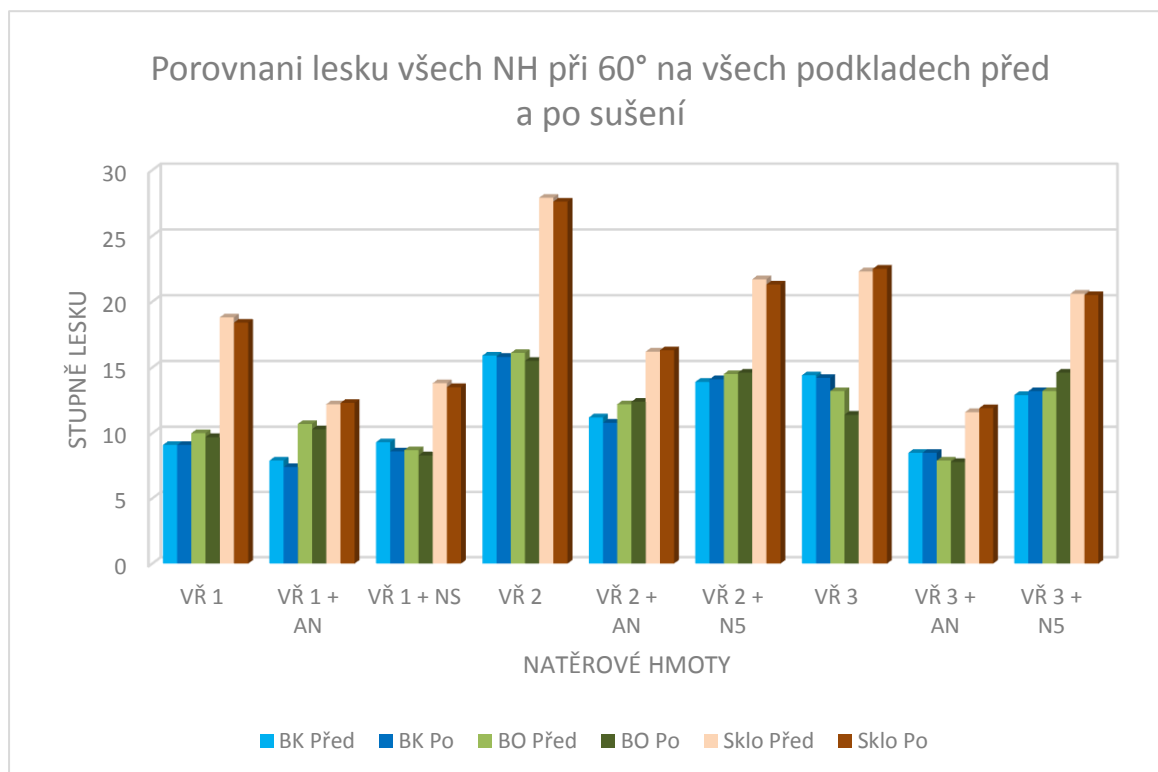
6.2 Lesk

Při měření lesku pomocí leskoměru, se postupovalo podle výše uvedeného postupu. Lesk se na jednom vzorku změřil třikrát ve všech úhlech před umístěním do sušárny vyhřáté na 40 °C a po 3 hodinách stejně tak a z těchto hodnot se vytvořily průměry, které jsou uvedeny v Tabulce 7.

Tab. 7 Průměrné hodnoty lesku naměřené pomocí leskoměru [%]

Reflektometrická metoda ČSN EN 13 722							
NH	STUPNĚ	BK [%]		BO [%]		SKLO [%]	
		PŘED	PO	PŘED	PO	PŘED	PO
VŘ 1	20°	1,2	1,2	1,5	1,4	4,6	4,5
	60°	9,1	9,1	10,0	9,7	18,8	18,4
	85°	10,9	11,3	11,5	11,5	23,5	23,6
VŘ 1 + AN	20°	1,1	1,1	1,5	1,5	1,8	1,9
	60°	7,9	7,4	10,7	10,3	12,2	12,3
	85°	11,9	13,1	15,1	15,7	24,7	25,7
VŘ 1 + NS	20°	1,1	1,1	1,2	1,3	2,2	2,1
	60°	9,3	8,6	8,7	8,3	13,8	13,5
	85°	15,4	15,1	11,6	11,6	25,8	25,9
VŘ 2	20°	2,0	1,9	2,2	2,2	6,7	6,8
	60°	15,9	15,8	16,1	15,5	27,9	27,6
	85°	20,5	21,7	19,0	18,7	32,1	33,3
VŘ 2 + AN	20°	1,3	1,2	1,6	1,6	2,2	2,2
	60°	11,2	10,8	12,2	12,4	16,2	16,3
	85°	17,9	18,4	18,9	19,6	27,8	27,6
VŘ 2 + NS	20°	1,5	1,5	1,9	1,9	3,4	3,5
	60°	13,9	14,1	14,5	14,6	21,7	21,3
	85°	22,1	22,9	21,3	21,3	33,4	33,6
VŘ 3	20°	1,6	1,7	1,9	1,7	3,9	4,0
	60°	14,4	14,2	13,2	11,4	22,3	22,5
	85°	20,5	19,9	15,6	15,2	29,0	28,8
VŘ 3 + AN	20°	1,1	1,1	1,3	1,3	1,8	1,8
	60°	8,5	8,5	7,9	7,8	11,6	11,9
	85°	12,4	12,4	11,5	10,8	17,2	17,5
VŘ 3 + NS	20°	1,3	1,3	1,8	1,8	3,3	3,3
	60°	12,9	13,2	13,2	14,6	20,6	20,5
	85°	21,6	21,8	16,7	21,5	30,0	30,0

Podle Tab. 7 se hodnoty lesku po 3 hodinách, kdy vzorky byly umístěny v sušárně od hodnot naměřených před umístěním vzorků do sušárny, příliš nezměnily. Toto tvrzení podporuje i závislost znázorněný na Obr. 32.



Obr. 32 Závislost stupně lesku všech NH při 60° na všech podkladech před a po sušení

6.3 Barevnost

Zkouška probíhala podle výše popsaného postupu. Na jednom vzorku se pomocí spektrofotometru na pěti různých místech naměřili hodnoty L^* , a^* a b^* před umístěním do sušárny vyhřáté na 40 °C a poté znovu po 3 hodinách, kdy byly vzorky vyjmuty, z těchto hodnot se vypočítaly jejich průměrné hodnoty pro daný vzorek.

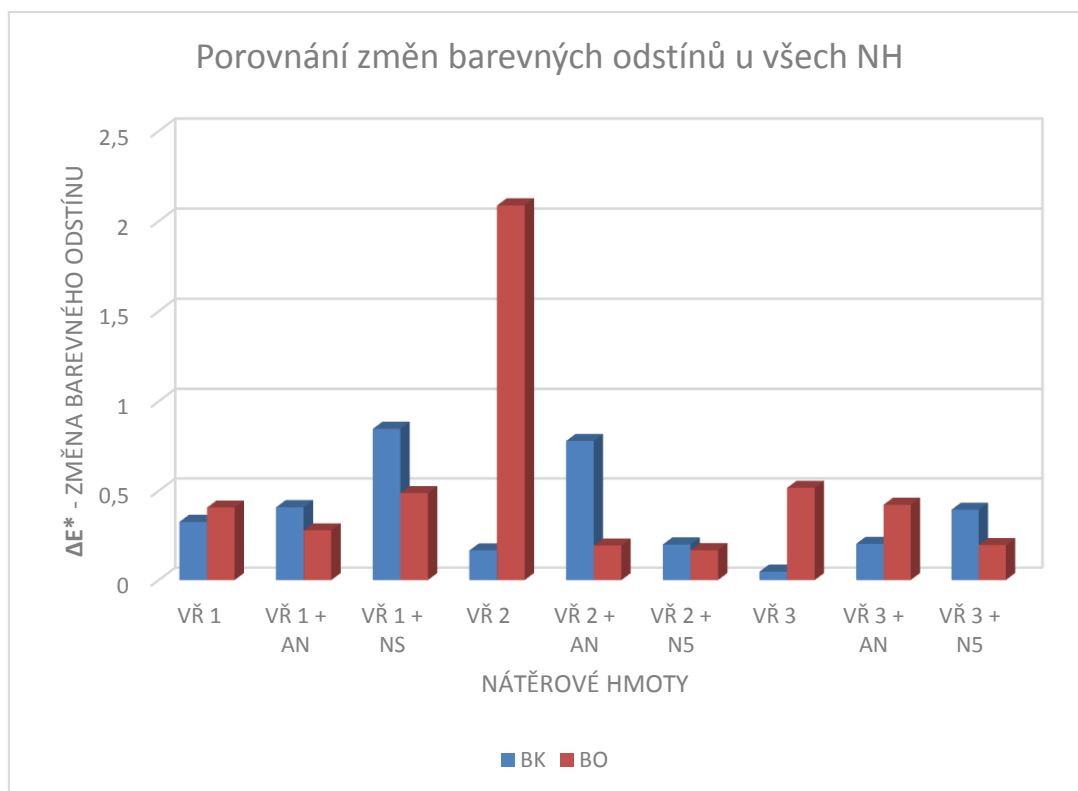
Pak se z jednotlivých průměrů před a po umístění do sušárny vypočítali ΔL^* , Δa^* a Δb^* a vypočítala se změna barevnosti ΔE^* pomocí vzorce:

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

Rov. 3 Změna barevnosti

Tab. 8 Stanovení změny barevného odstínu nátěru

Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru											
NH		PŘED			PO			ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
		ϕL^*	ϕa^*	ϕb^*	ϕL^*	ϕa^*	ϕb^*				
VŘ 1	BK	71,07	8,96	20,47	70,90	9,22	20,37	-0,17	0,26	-0,1	0,326
	BO	80,59	3,28	23,97	80,28	3,45	24,17	-0,31	0,17	0,2	0,406
VŘ 1 + AN	BK	68,03	9,96	17,93	68,22	9,72	17,66	0,19	-0,24	-0,27	0,408
	BO	80,99	3,31	21,35	81,13	3,24	21,12	0,14	-0,07	-0,23	0,278
VŘ 1 + NS	BK	60,97	13,27	38,63	61,27	12,92	37,92	0,30	-0,35	-0,71	0,847
	BO	72,15	8,13	45,95	72,26	7,98	45,50	0,11	-0,15	-0,45	0,487
VŘ 2	BK	68,69	10,17	21,76	68,73	10,03	21,68	0,04	-0,14	-0,08	0,166
	BO	78,01	5,03	28,28	79,51	3,60	28,53	1,50	-1,43	0,25	2,087
VŘ 2 + AN	BK	67,75	10,25	16,38	68,27	9,81	16,00	0,52	-0,44	-0,38	0,780
	BO	81,98	4,14	20,65	82,11	4,05	20,54	0,13	-0,09	-0,11	0,193
VŘ 2 + NS	BK	58,10	15,91	38,77	58,17	15,80	38,62	0,07	-0,11	-0,15	0,199
	BO	67,64	12,24	44,35	67,54	12,18	44,23	-0,10	-0,06	-0,12	0,167
VŘ 3	BK	65,17	11,76	25,57	65,14	11,74	25,54	-0,03	-0,02	-0,03	0,047
	BO	79,18	4,08	27,45	78,99	4,11	26,97	-0,19	0,03	-0,48	0,517
VŘ 3 + AN	BK	68,23	9,79	18,18	68,05	9,82	18,27	-0,18	0,03	0,09	0,203
	BO	81,11	4,18	22,95	81,36	3,92	23,17	0,25	-0,26	0,22	0,422
VŘ 3 + NS	BK	54,50	17,82	41,27	54,24	17,94	41,00	-0,26	0,12	-0,27	0,394
	BO	67,00	12,98	44,49	66,96	13,07	44,66	-0,04	0,09	0,17	0,196



Obr. 33 Závislost změn barevných odstínů u všech NH na podkladu BK a BO

Tab. 9 Vyhodnocení stupně stálosti dle ČSN 67 3068

NH	PODKLAD	STUPEŇ STÁLOSTI
VŘ 1	BK	1
	BO	1
VŘ 1 + AN	BK	1
	BO	1
VŘ 1 + NS	BK	2
	BO	1
VŘ 2	BK	1
	BO	2
VŘ 2 + AN	BK	2
	BO	1
VŘ 2 + NS	BK	1
	BO	1
VŘ 3	BK	1
	BO	2
VŘ 3 + AN	BK	1
	BO	1
VŘ 3 + NS	BK	1
	BO	1

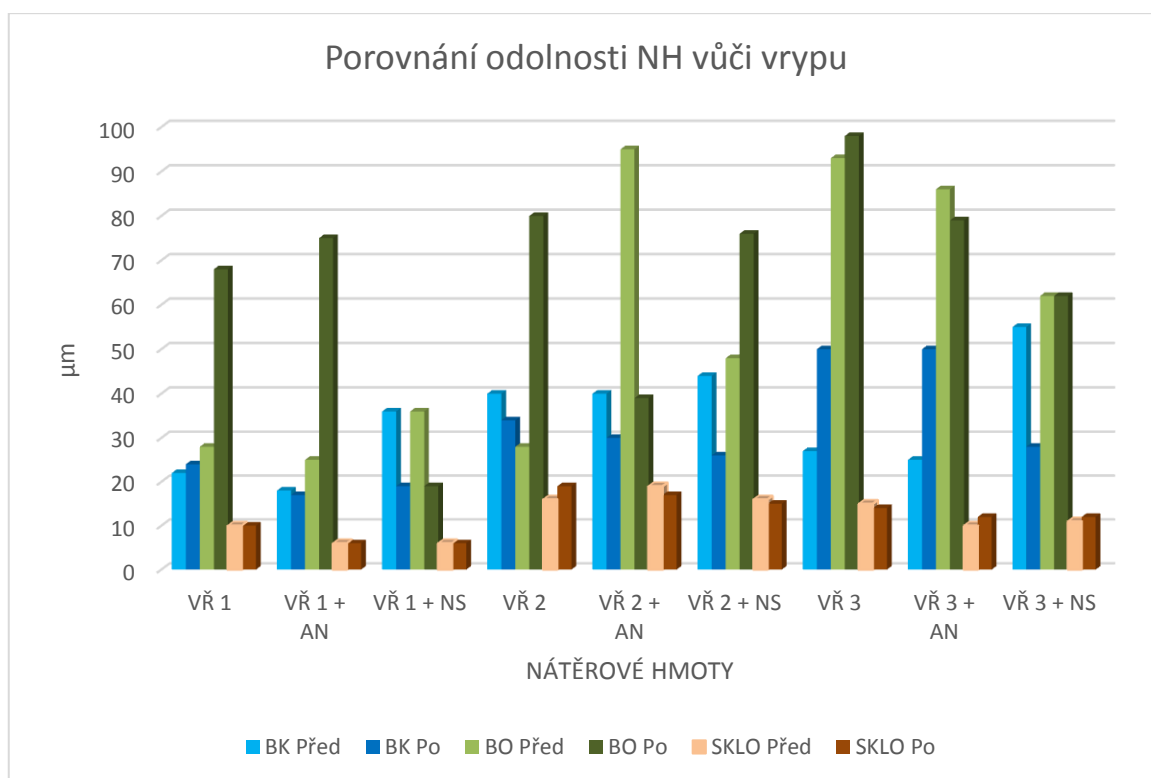
Jak z Tab. 8 tak i z Tab. 9, která je vyhodnocena dle Tab. 2 na str. 43 a závislosti znázorněné na Obr. 33 jasně vyplývá, že téměř všechny vzorky byly hodnoceny stupněm 1, tedy že barevný odstín je téměř bez změny a barevné vlastnosti se během zkoušky nemění, stálost je výborná. Pouze u čtyř vzorků (VŘ 1 + NS – DTD dýha BK; VŘ 2 – DTD dýha BO; VŘ 2 + AN – DTD dýha BK; VŘ 3 – DTD dýha BO) vyšel stupeň 2, tedy že vzorek vykazuje postřehnutelnou změnu barevného odstínu, ovšem tyto hodnoty byly jen o málo větší než ty, co byly hodnoceny stupněm 1. Pouze vzorek VŘ 2 – DTD dýha BO má tak vysokou hodnotu ΔE^* , že naprosto odpovídá stupni 2.

6.4 Vnikací tvrdost nátěru

Zkouška probíhala podle uvedeného postupu. Kdy měření opět nejdříve proběhlo na vzorcích před umístěním do sušárny vyhřáté na 40 °C a pak znovu po 3 hodinách, kdy byly vzorky vyňaty. Tyto hodnoty se zaznamenaly společně s převedenými hodnotami podle Tab. 3.

Tab. 10 Odolnost vůči vrypu dle ČSN EN ISO 2815

Odolnost vůči vrypu dle ČSN EN ISO 2815												
NH	BK				BO				SKLO			
	PŘED		PO		PŘED		PO		PŘED		PO	
	μm	B	μm	B	μm	B	μm	B	μm	B	μm	B
VŘ 1	22	62	24	59	28	/	68	/	10	91	10	91
VŘ 1 + AN	18	67	17	69	25	/	75	/	6	118	6	118
VŘ 1 + NS	36	/	19	66	36	/	19	/	6	118	6	118
VŘ 2	40	/	34	/	28	/	80	/	16	71	19	66
VŘ 2 + AN	40	/	30	/	95	/	39	/	19	66	17	69
VŘ 2 + NS	44	/	26	/	48	/	76	/	16	71	15	74
VŘ 3	27	/	50	/	93	/	98	/	15	74	14	77
VŘ 3 + AN	25	/	50	/	86	/	79	/	10	91	12	83
VŘ 3 + NS	55	/	28	/	62	/	62	/	11	87	12	83



Obr. 34 Závislost odolnosti NH vůči vrypu před a po umístění v sušárně

Největší odolnost vůči vrypu prokázaly všechny povrchové úpravy, které byly naneseny na skle, poté na DTD dýha BK a nejmenší odolnost prokázaly všechny vzorky DTD dýha BO, to dokazuje jak Tab. 10, tak i závislost na Obr. 34.

VŘ 1 i s přidanými antibakteriálními látkami měla největší odolnost vůči vrypu a ta se nezměnila ani po 3 hodinách v sušárně. Naproti tomu nejnižší odolnost měla VŘ 2 jak na skle, tak i na ostatních podkladech.

6.5 Povrchová tvrdost nátěru

Stejně jako předešlé zkoušky, tak i tato se provádí podle postupu, který byl popsán již výše.

Stanovení povrchové tvrdosti tužkami se provádělo na všech vyhotovených vzorcích, ovšem u každé nátěrové hmoty je vždy první vzorek zkoušen až po vyjmutí ze sušárny vyhřáté na 40 °C, kde byl 3 hodiny.

Tab. 11 Výsledky zkoušky povrchové tvrdosti dle ČSN EN ISO 15184

Stanovení povrchové tvrdosti tužkami podle ČSN EN ISO 15184				
NH	VZOREK	TVRDOST TUŽKY		
		BK	BO	SKLO
VŘ 1	1 PS	6	5	6
	2	8	6	8
	3	8	6	8
VŘ 1 + AN	1 PS	8	7	6
	2	10	6	8
	3	10	6	8
VŘ 1 + NS	1 PS	8	7	7
	2	8	8	6
	3	8	8	6
VŘ 2	1 PS	7	5	6
	2	6	5	6
	3	6	5	6

NH	VZOREK	TVRDOST TUŽKY		
		BK	BO	SKLO
VŘ 2 + AN	1 PS	7	5	6
	2	6	5	6
	3	6	5	6
VŘ 2 + NS	1 PS	6	5	6
	2	5	5	6
	3	5	5	6
VŘ 3	1 PS	6	5	6
	2	6	5	6
	3	6	5	6
VŘ 3 + AN	1 PS	7	5	6
	2	7	5	6
	3	7	5	6
VŘ 3 + NS	1 PS	6	5	6
	2	5	5	6
	3	5	5	6

Z Tab. 11 vyplývá, že nejvyšší povrchovou tvrdost má nátěrová hmota VŘ 1 + AN na podkladu DTD dýha BK, která nebyla umístěna v sušárně. Naproti tomu nejmenší tvrdost mají všechny tři druhy podkladů, kde je nanesená VŘ 2 + NS a VŘ 3 + NS.

Obecně se dá říct, že u VŘ 1 i s antibakteriálními látkami, se povrchová tvrdost u vzorků, které byly umístěny v sušárně, snížila. Ovšem vzorky nátěrových hmot umístěné v sušárně, VŘ 2 a VŘ 3 i s antibakteriálními látkami, měly povrchovou tvrdost stejnou anebo vyšší než ostatní vzorky.

6.6 Zjišťování antibakteriální aktivity

Na každé Petriho misce jsou vždy 2 disky stejné nátěrové hmoty, ať už se jedná o bakterie *Staphylococcus aureus* nebo *Escherichia coli*. Vyhodnocení proběhlo po 24 hodinách, kdy vzorky byly umístěny v termostatu.

Staphylococcus aureus



Obr. 35 VŘ1 (Foto autor)



Obr. 36 VŘ1 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 37 VŘ1 + nano-stříbro (Foto autor)



Obr. 38 VŘ2 (Foto autor)



Obr. 39 VŘ2 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 40 VŘ2 + nano-stříbro (Foto autor)



Obr. 41 VŘ3 (Foto autor)



Obr. 42 VŘ3 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 43 VŘ3 + nano-stříbro (Foto autor)

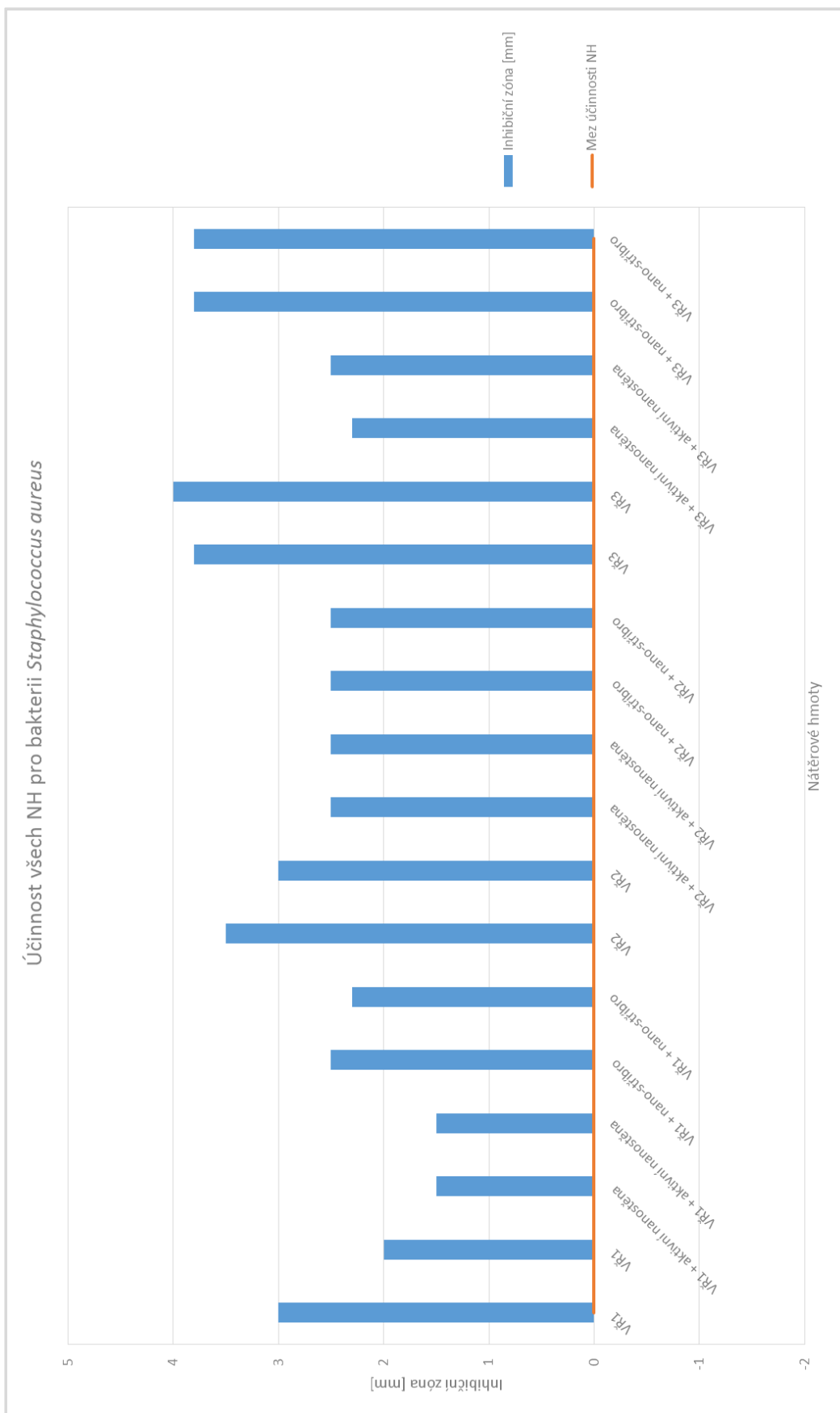
Tab. 12 Výsledky antibakteriální aktivity pro bakterii *Staphylococcus aureus*

Nátěrová hmota	Inhibiční zóna [mm]	Hodnocení
VŘ1	3	dobrý efekt
VŘ1	2	dobrý efekt
VŘ1 + aktivní nanostěna	1,5	dobrý efekt
VŘ1 + aktivní nanostěna	1,5	dobrý efekt
VŘ1 + nano-stříbro	2,5	dobrý efekt
VŘ1 + nano-stříbro	2,3	dobrý efekt
VŘ2	3,5	dobrý efekt
VŘ2	3	dobrý efekt
VŘ2 + aktivní nanostěna	2,5	dobrý efekt
VŘ2 + aktivní nanostěna	2,5	dobrý efekt
VŘ2 + nano-stříbro	2,5	dobrý efekt
VŘ2 + nano-stříbro	2,5	dobrý efekt
VŘ3	3,8	dobrý efekt
VŘ3	4	dobrý efekt
VŘ3 + aktivní nanostěna	2,3	dobrý efekt
VŘ3 + aktivní nanostěna	2,5	dobrý efekt
VŘ3 + nano-stříbro	3,8	dobrý efekt
VŘ3 + nano-stříbro	3,8	dobrý efekt

Z Tabulky 12 je patrné, že všechny nátěrové hmoty testované na bakterii *Staphylococcus aureus*, které se hodnotily podle Tabulky 4 na str. 46, mají hodnocení dobrý efekt. To znamená, že inhibiční zóna byla větší než 1 mm a pod vzorkem nebyl pod mikroskopem patrný žádný růst.

Největší účinnost měla zkoušená třetí vodou ředitelná NH a třetí vodou ředitelná NH s přidanými 5 % nano-stříbra.

Toto tvrzení je podpořeno i závislostí, která je znázorněna na Obrázku 44 a ze které je patrné, že všechny NH jsou nad hranicí účinnosti.



Obr. 44 Závislost všech NH pro bakterii *Staphylococcus aureus*

Escherichia coli



Obr. 45 VŘ1 (Foto autor)



Obr. 46 VŘ1 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 47 VŘ1 + nano-stříbro (Foto autor)



Obr. 48 VŘ2 (Foto autor)



Obr. 49 VŘ2 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 50 VŘ2 + nano-stříbro (Foto autor)



Obr. 51 VŘ3 (Foto autor)



Obr. 52 VŘ3 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 53 VŘ3 + nano-stříbro (Foto autor)

Tab. 13 Výsledky antibakteriální aktivity pro bakterii *Escherichia coli*

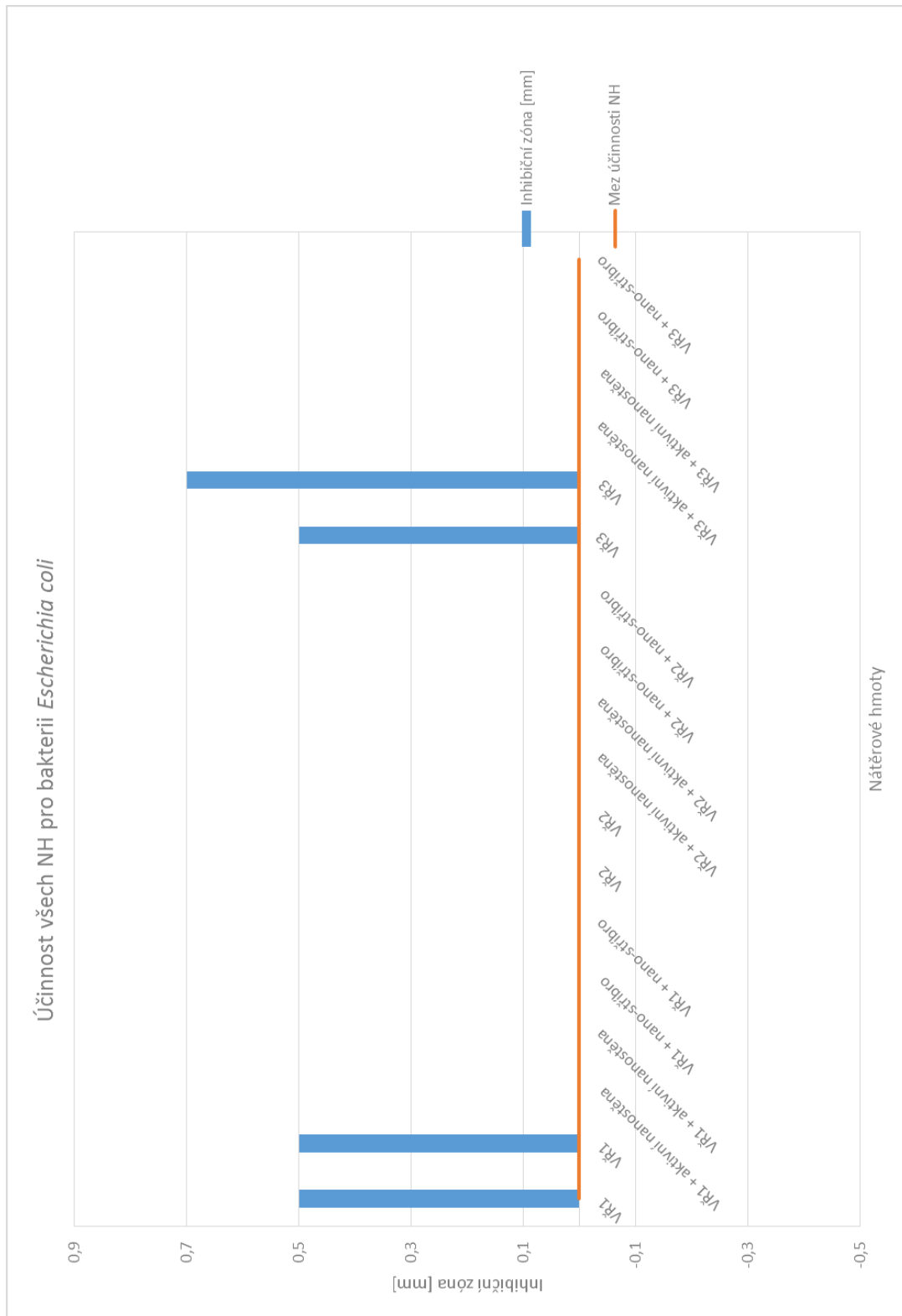
Nátěrová hmota	Inhibiční zóna [mm]	Hodnocení
VŘ1	0,5	dobrá efekt
VŘ1	0,5	dobrá efekt
VŘ1 + aktivní nanostěna	0	na hranici účinnosti
VŘ1 + aktivní nanostěna	0	na hranici účinnosti
VŘ1 + nano-stříbro	0	na hranici účinnosti
VŘ1 + nano-stříbro	0	na hranici účinnosti
VŘ2	0	dobrá efekt
VŘ2	0	dobrá efekt
VŘ2 + aktivní nanostěna	0	na hranici účinnosti
VŘ2 + aktivní nanostěna	0	na hranici účinnosti
VŘ2 + nano-stříbro	0	dobrá efekt
VŘ2 + nano-stříbro	0	dobrá efekt
VŘ3	0,5	dobrá efekt
VŘ3	0,7	dobrá efekt
VŘ3 + aktivní nanostěna	0	na hranici účinnosti
VŘ3 + aktivní nanostěna	0	na hranici účinnosti
VŘ3 + nano-stříbro	0	dobrá efekt
VŘ3 + nano-stříbro	0	dobrá efekt

Tab. 13 znázorňuje účinnost nátěrových hmot, které byly testovány na bakterii *Escherichia coli*. Dle Tabulky 4 na str. 46 byly všechny NH vyhodnoceny jako použitelné.

Dobrá efekt s inhibiční zónou do 1 mm bez nárůstu na vzorku měly jen čisté nátěrové hmoty bez příměsí a to první a třetí. Tento výsledek je patrný ze závislosti na Obr. 54.

Druhá vodou ředitelná NH bez příměsí, pak i s přidáním nano-stříbrem a třetí NH s přidáním nano-stříbrem byly hodnoceny jako s dobrým efektem ovšem bez inhibiční zóny, ale bez nárůstu pod vzorkem. Nejhorší hodnocení měly všechny tři nátěrové hmoty, kde byla přidána aktivní nanostěna, tyto NH byly hodnoceny jako

na hranici účinnosti, což znamená, že vzorek nemá žádnou inhibiční zónu a pod vzorkem byl pozorován ojedinělý růst bakterií, stejné hodnocení měla i první NH s přidáním nano-stříbrem.



Obr. 54 Závislost všech NH pro bakterii *Escherichia coli*

6.7 Zjišťování odolnosti proti působení plísní

Na každé Petriho misce jsou vždy 2 disky stejné nátěrové hmoty a na ně působí plíseň *Aspergillus niger*. První vyhodnocení proběhlo po 5 dnech, kdy vzorky byly umístěny v termostatu a druhé po 1 měsíci.

Aspergillus niger po 5 dnech



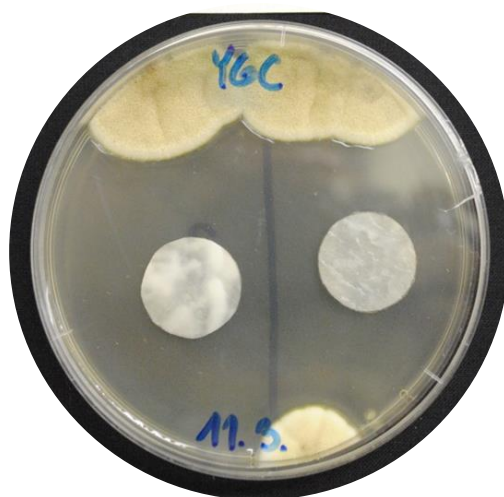
Obr. 55 VŘ1 (Foto autor)



Obr. 56 VŘ1 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 57 VŘ1 + nano-sříbro (Foto autor)



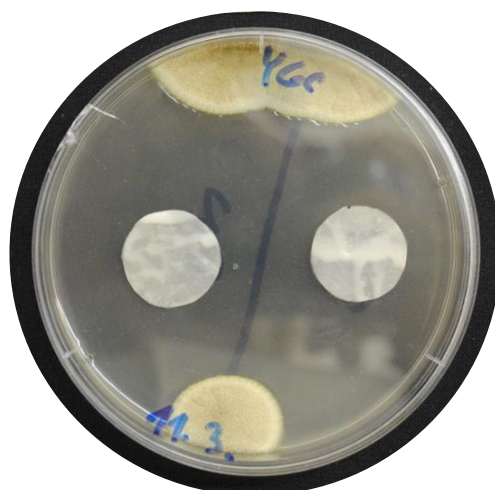
Obr. 58 VŘ2 (Foto autor)



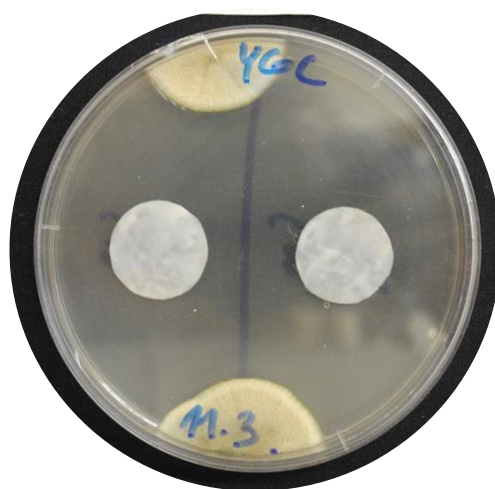
Obr. 59 VŘ2 + aktivní nanostěna (Foto autor)



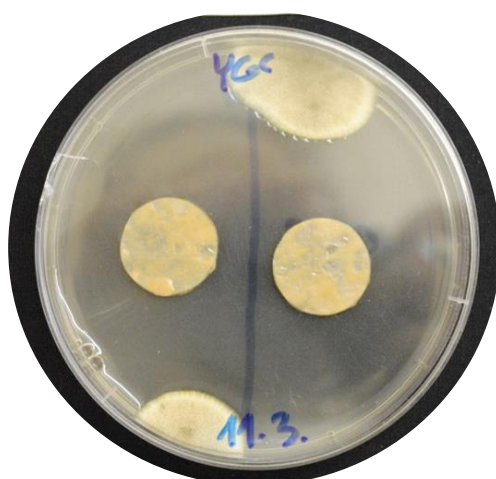
Obr. 60 VŘ2 + nano-stříbro (Foto autor)



Obr. 61 VŘ3 (Foto autor)



Obr. 62 VŘ3 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 63 VŘ3 + nano-stříbro (Foto autor)

Tab. 14 Vyhodnocení odolnosti proti působení plísně *Aspergillus niger* po 5 dnech

Nátěrová hmota	Inhibiční zóna [mm]	Intenzita růstu
VŘ1	0	1-2
VŘ1	0	1-2
VŘ1 + aktivní nanostěna	0	1-2
VŘ1 + aktivní nanostěna	0	1-2
VŘ1 + nano-stříbro	0	1-2
VŘ1 + nano-stříbro	0	1-2
VŘ2	14	0
VŘ2	17	0
VŘ2 + aktivní nanostěna	16	0
VŘ2 + aktivní nanostěna	12	0
VŘ2 + nano-stříbro	13	0
VŘ2 + nano-stříbro	12	0
VŘ3	17	0
VŘ3	16	0
VŘ3 + aktivní nanostěna	19	0
VŘ3 + aktivní nanostěna	20	0
VŘ3 + nano-stříbro	19	0
VŘ3 + nano-stříbro	17	0

Tabulka 14 znázorňuje odolnost NH vůči plísni *Aspergillus niger*, která na vzorky působila v termostatu po dobu 5 dnů.

První vodou ředitelná NH i s přidanými antibakteriálními látkami, byla vyhodnocena podle Tabulky 5 na str. 48 jako přechod mezi 1 a 2 stupněm, takového hodnocení bylo zvoleno proto, aby zhodnotilo, že nárůst plísni na vzorku byl < 5 %.

Ostatní nátěrové hmoty byly vyhodnoceny stupněm 0, tedy že na vzorku nebyl pod mikroskopem patrný žádný nárůst. Inhibiční zóny u těchto vzorků byly překvapivě několikanásobně větší než u zkoušek prováděných s bakteriemi, tedy jsou vysoce účinné vůči plísním.

Aspergillus niger po 1 měsíci



Obr. 64 VŘ 1 (Foto autor)



Obr. 65 VŘ 1 + aktivní nanostena (Foto autor)



Obr. 66 VŘ 1 + nano-stříbro (Foto autor)



Obr. 67 VŘ 2 (Foto autor)



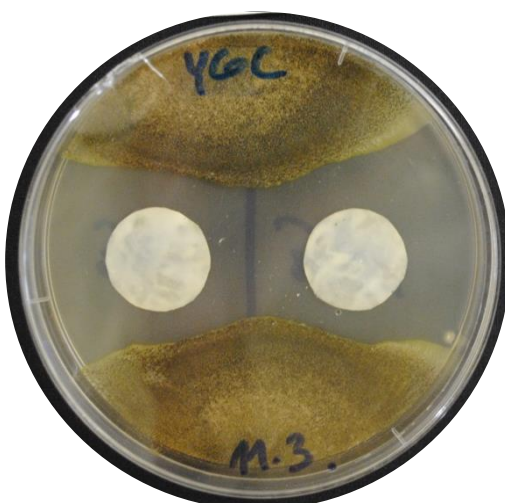
Obr. 68 VŘ 2 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 69 VŘ 2 + nano-stříbro (Foto autor)



Obr. 70 VŘ 3 (Foto autor)



Obr. 71 VŘ 3 + aktivní nanostěna (Foto autor)



Obr. 72 VŘ 3 + nano-stříbro (Foto autor)

Tab. 15 Vyhodnocení odolnosti proti působení plísně *Aspergillus niger* po měsíci

Nátěrová hmota	Inhibiční zóna [mm]	Intenzita růstu
VŘ1	0	2
VŘ1	0	2
VŘ1 + aktivní nanostěna	0	3
VŘ1 + aktivní nanostěna	0	3
VŘ1 + nano-stříbro	0	3
VŘ1 + nano-stříbro	0	3
VŘ2	3	0
VŘ2	3	0
VŘ2 + aktivní nanostěna	2	0
VŘ2 + aktivní nanostěna	2	0
VŘ2 + nano-stříbro	4,5	0
VŘ2 + nano-stříbro	3	0
VŘ3	6,5	0
VŘ3	6	0
VŘ3 + aktivní nanostěna	6	0
VŘ3 + aktivní nanostěna	5,5	0
VŘ3 + nano-stříbro	4	0
VŘ3 + nano-stříbro	6	0

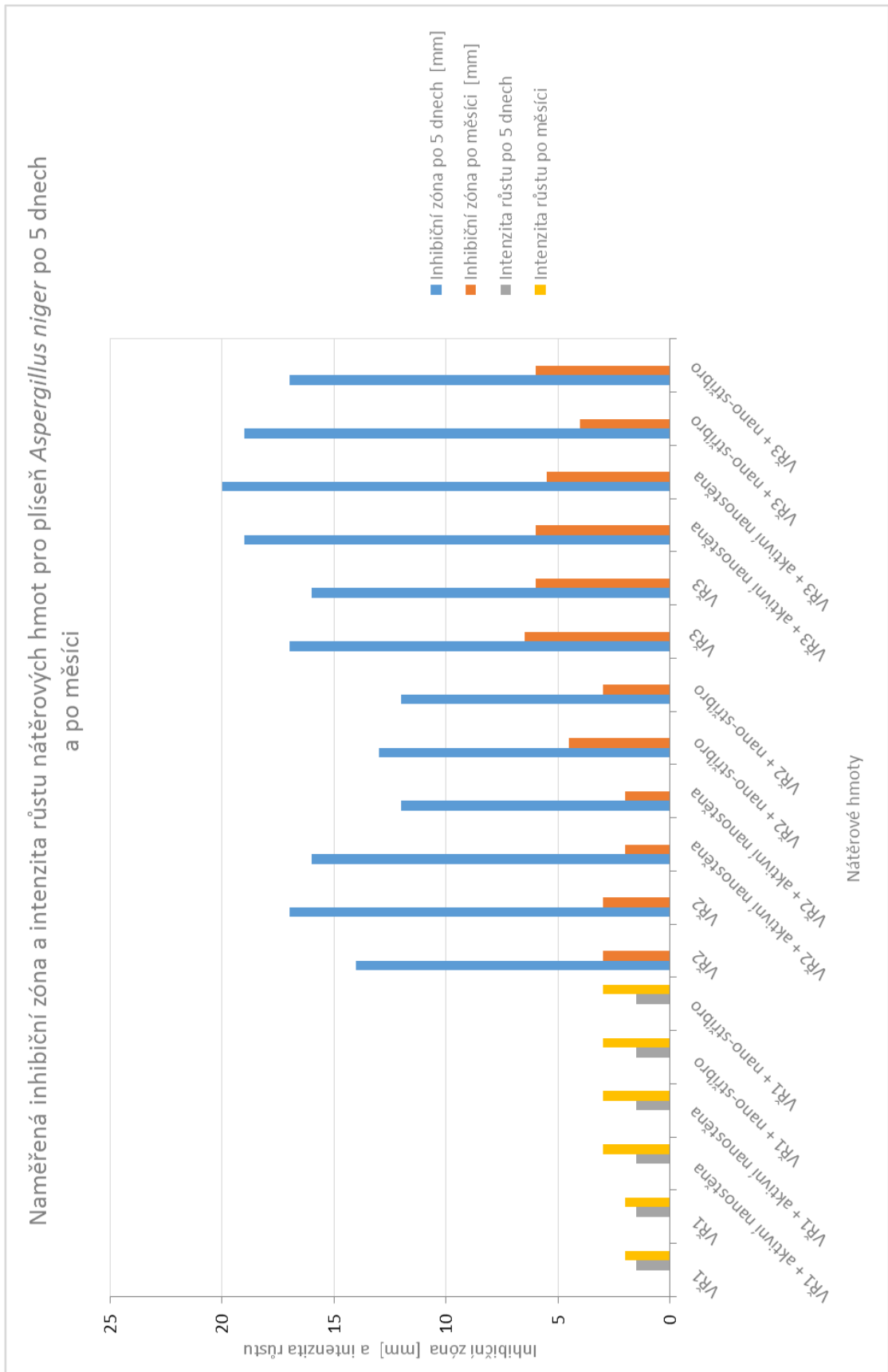
Tabulka 15 znázorňuje odolnost NH vůči plísni *Aspergillus niger*, která na vzorky působila v termostatu po dobu jednoho měsíce.

Výsledky po měsíci zcela potvrdily předešlé získané výsledky, kdy vzorky byly umístěny v termostatu 5 dnů.

Samotná VŘ 1 i s příměsemi se opět ukázala jako neúčinná vůči odolnosti proti plísni *Aspergillus niger* a stupeň hodnocení se ještě zvýšil. Na vzorcích VŘ 1 s přidanou aktivní nanostěnou i nano-stříbrem byl nárůst plísně největší a byl hodnocen stupněm 3, tedy že růst je viditelný pouhým okem pokrývající až 50 % zkušebního povrchu. VŘ 1 bez přidaných antibakteriálních látek, byla vyhodnocena podle Tabulky 5 na str. 48 jako stupněm 2, kdy růst je opět viditelný pouhým okem a pokrývá až 25 % zkušebního povrchu.

Zbylé nátěrové hmoty i s přidanými antibakteriálními látkami byly vyhodnoceny, stejně jako po 5 dnech, stupněm 0, tedy že na vzorku nebyl pod mikroskopem patrný žádný nárůst. Jediný rozdíl mezi vzorky po 5 dnech a po měsíci byl ten, že se inhibiční zóny u těchto vzorků z desítek mm snížili na jednotky, ovšem účinnost byla potvrzena.

Závislost na obrázku 73 graficky potvrzuje výsledky tabulky 14 a 15, kde VŘ 1 i s příměsemi se ukázala jako neúčinná a na vzorcích po 5 dnech i po měsíci je patrný nárůst, zbylé NH potvrdily svoji účinnost, i když po měsíci se inhibiční zóna zmenšila v řádu milimetrů, nebyl patrný na vzorcích nárůst.



Obr. 73 Závislost NH pro plíseň *Aspergillus niger* po 5 dnech a po měsíci

7 Diskuse

Při zkoušce zasychání nátěrových hmot je hodnocení dle Tab. 6 na straně 50 takové, že přidané antibakteriální složky do NH dobu zasychání prodlužují celkově v řádu minut. Obecně nejdelší doba zasychání byla na tabulce skla (jak u čistých NH, tak i u NH s přidanými antibakteriálními složkami) a to proto, že se nejedná o porézní materiál. Nejrychleji zasychaly nátěrové hmoty na DTD dýhované bukem a to s největší pravděpodobností proto, že buk na rozdíl od borovice neobsahuje pryskyřici, která u borovice dobu zasychání prodlužovala.

U další zkoušky a to měření lesku pomocí leskoměru před umístěním do sušárny a po 3 hodinách v sušárně, což by mělo simulovat umístění na 3 měsíce v běžných klimatických podmínkách, se lesk podle výsledků uvedených v Tabulce 7 na str. 54 na jednotlivých površích prakticky nezměnil. Je možné, že výraznější změna by nastala po delším umístění v sušárně, ale takto můžeme zhodnotit, že ani NH s přidanými antibakteriálními složkami neovlivňují změnu lesku před a po umístění v sušárně.

U měření barevnosti pomocí spektrofotometru nedošlo téměř k žádné změně barvy, jak ukazuje Tab. 8 na straně 56, tedy že barevný odstín je téměř bez změny a vlastnosti se během zkoušky (po 3 hodinách v sušárně) nemění a stálost je výborná. U čtyř vzorků byl rozdíl barevnosti vyšší, největší byl u VŘ2 dýha BO, kde je hodnota několika násobně vyšší než ostatní, to může být s největší pravděpodobností způsobeno chybou v měření.

U zkoušky odolnosti proti vrypu byly podle Tabulky 10 na str. 58 nejlépe hodnoceny všechny nátěrové hmoty, které byly nanесeny na skle, tudíž i na nejtvrdějším pokladu a tento výsledek se dal očekávat. Stejně tak byly i očekávané výsledky u DTD dýha BO, která je měkčí dřevina než BK a tak byla tedy odolnost nejnižší a nanесené nátěrové hmoty tuto skutečnost nezměnily.

U povrchové tvrdosti jsou výsledky velice různorodé, to potvrzuje i Tabulka 11 na straně 59, kdy u VŘ 1 došlo na vzorcích umístěných v sušárně spíše k poklesu povrchové tvrdosti, naproti tomu u VŘ 2 i VŘ 3 měly vzorky po vyjmutí ze sušárny povrchovou tvrdost stejnou nebo vyšší. Tyto výsledky se nedají přisuzovat účinkům antibakteriálních složek, protože zde není viditelný žádný společný rys.

Obecně jsou výsledky fyzikálně-mechanických zkoušek překvapivé, protože přidané antibakteriální látky, kromě zkoušky zasychání, nemají téměř žádný vliv na vlastnosti zvolených NH.

U zkoušek odolnosti proti bakteriím, se všechny NH ukázaly jako účinné s dobrým efektem proti bakterii *Staphylococcus aureus* (Tab. 12 str. 64), kdy největší účinnost překvapivě prokázala VŘ 3 bez přidaných antibakteriálních složek. Naproti tomu u bakterie *Escherichia coli* (Tab. 13 str. 69) byla většina nátěrových hmot hodnocena jako na hranici účinnosti ale použitelné, tedy že inhibiční zóna nebyla žádná a pod mikroskopem byl u některých NH viditelný na vzorku ojedinělý nárůst. Výjimkou byly opět překvapivě VŘ 1 A VŘ 3 bez jakýchkoli antibakteriálních příměsí, které měly inhibiční zóny do 1 mm a tudíž byly hodnoceny jako účinné.

Z testů vyplývá, že použité NH mají vyšší účinnost na grampozitivní buňky, než na gramnegativní. Rozdíl je dán pravděpodobně buněčnou stěnou, které je odlišná u těchto dvou skupin bakterií.

U zkoušení odolnosti vůči plísni *Aspergillus niger* se první hodnocení dělalo po 5 dnech, kdy výsledky jsou uvedeny v Tabulce 14 na straně 74 a pak znovu po jednom měsíci, hodnoty jsou v Tab. 15 na straně 78, kdy došlo k potvrzení již získaných hodnot. U VŘ 1 i s antibakteriálními složkami bylo nejhorší hodnocení, kdy byl nárůst na vzorku viditelný pouhým okem a pokrýval až 50 % vzorku. Ostatní nátěrové hmoty ovšem byly hodnoceny nejlepším stupněm a inhibiční zóny zde byly několikanásobně vyšší než při testech s bakteriemi. Rozdíl ve vzorcích po 5 dnech a po měsíci byl pouze ten, že se inhibiční zóny zmenšily v řádech mm, ale účinnost byla zachována.

Dalo by se tedy říct, že VŘ 2 a VŘ 3 jsou vysoce účinné proti plísním a to i bez přidaných antibakteriálních látek.

Nečekané je, že největší inhibiční zóna byla vždy u čisté nátěrové hmoty bez přidaných látek s antibakteriální povahou. To mohlo být zapříčiněno látkou, která mohla být obsažena již v základním složení samotné NH. Tyto látky mohly posléze reagovat s přidanými antibakteriálními látkami, a proto byla jejich účinnost snížena.

Výsledky účinnosti použitých nátěrových hmot jsou viditelné v tabulkách a na obrázcích uvedených v kapitole laboratorní výsledky měření pod příslušnou podkapitolou.

Než došlo ke konečnému zpracování této závěrečné práce, proběhly ještě další zkoušky na odolnost proti bakteriím a plísním. Za jednu z nejdůležitějších se dá považovat zkouška, kterou provedla Mgr. Hana Polášková, v akreditovaných laboratořích TZÚ dle normy ČSN EN ISO 20645 - Zkouška šíření agarovou destičkou, přímo na samotných dřevinách bez jakýchkoli povrchových úprav. Ke zkoušce byly použity dřeviny javor, bříza, smrk, třešeň, dub, ořech, mahagon a jeden blíže nepopsaný druh exotické dřeviny. Zkouška je založena na principu difundování antibakteriální látky ze vzorku do okolního prostředí. Vzorky dých byly umístěny na agarovou plotnu, která byla inokulována testovacími bakteriemi. Test byl proveden na bakteriích *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella pneumoniae* a *Escherichia coli*. Po 24 hodinách se vyhodnotil nárůst bakterií pod vzorkem, případně v okolí vzorku a sledovala se přítomnost inhibiční zóny. Výsledek je hodnocen slovně podle tabulky v normě. Účinek je buď dobrý, na hranici účinnosti, nebo nedostatečný. U vzorků, u kterých je výsledkem dobrý efekt a navíc je přítomna inhibiční zóna, dochází k uvolňování antibakteriálně působících látek ze dřeva do agaru. Inhibiční zóna je projasněná zóna v okolí vzorku, kde právě nedochází k růstu bakterií, tj. bakterie jsou v okolí vzorku hubeny. Výsledkem této zkoušky bylo, že antimikrobiální látky obsažené ve dřevě mají jednoznačně mnohem větší efekt na grampozitivní buňky, než na gramnegativní a dřeva, která vykazala značný antibakteriální efekt na grampozitivní bakterie, jsou javor, smrk, dub a ořech.

Tyto výsledky jsou velmi důležité pro budoucí testy, protože dochází jak k reakci podkladu (dřeviny) s nátěrovou hmotou, tak i k reakci samotné nátěrové hmoty s přidanými antibakteriálními složkami. Při konečné aplikaci nově vyvinutých antibakteriálních nátěrových hmot se tedy musí počítat s těmito všemi aspekty vstupujícími do procesu, aby byla zaručena 100 % účinnost takto upravovaných povrchů.

V této práci vyvinuté a posléze zkoušené nátěrové hmoty, které by měly mít antibakteriální účinky, jsou všechny účinné proti grampozitivním bakteriím, dále z části proti gramnegativním bakteriím a z části proti plísním. Proto by se jejich aplikace

na nábytkové dílce prozatím nedoporučovala, dokud nebude prozkoumáno samotné složení NH bez příměsí.

I když jedním z bodů v zadání je statistické vyhodnocení naměřených dat, po konzultaci s doc. Ing. Karlem Drápelou, CSc. jsme došli k závěru, že statistická analýza v tomto pilotním měření není možná.

8 Závěr

Podle současných trendů a údajů se předpokládá u 5 – 10 % ze všech nemocných přijatých do zdravotnických zařízení vznik nemocniční infekce, přičemž úmrtnost na tyto komplikace může dosahovat také až 10 %. Důraz kladený na snížení výskytu těchto infekčních onemocnění, získaných v souvislosti s pobytem ve zdravotnických zařízeních, je nutným medicinským a společenským požadavkem dnešní doby. Klasický proces čištění, mytí a dezinfekce ploch a předmětů by musela probíhat nepřetržitě nebo ve velmi krátkých intervalech, aby byl dostatečně a dlouhodobě účinný. Bohužel, ihned po jeho ukončení začínají bakterie okamžitě kontaminovat dezinfikované plochy a předměty a velmi rychle se množit, takže z jedné bakterie vzniknou během několika hodin až milionové počty zárodků. Během intenzivního množení bakterií se významně zvyšuje riziko jejich přenosu na nemocné ošetřované v ambulancích nebo hospitalizované na lůžkových odděleních. (www.nanotrade.cz)

Jak vyplývá z článku publikovaného na stránkách nanotrade.cz, je více než žádoucí, aby produkty, které jsou umístěny nejen v nemocnicích, ale na jakýchkoli veřejných místech, kde dochází ke kumulaci lidí, měly povrchy upraveny antibakteriálním nátěrem. Tím by se snižovalo riziko šíření nákazy, způsobené infekcí, která by se přenesla na člověka, po kontaktu jedince s povrchem ve veřejných prostorách.

Publikované studie se zabývají především úpravou nemocničních povrchů, kde je nebezpečí nákazy nejvyšší. Ale nemělo by se zapomínat i na ostatní veřejné prostory, jako je například hromadná doprava a v neposlední řadě i vzdělávací instituce. V těchto prostorách se vyskytují především děti, které mají nižší obranyschopnost oproti dospělým jedincům a tím jsou náchylnější k získání infekce a v konečném důsledku může být i samotný průběh onemocnění horší.

Výsledky získané v této práci při zjišťování antibakteriální aktivity na nově vzniklých povrchových úpravách ukázaly, že povrchy mohou mít funkci antibakteriální a to nejen, když je do NH přidána složka s takovou účinností. Tato práce také právě ukazuje, že přidáním této složky není zaručena stoprocentní funkčnost. Je třeba ještě prověřit jak antibakteriální odolnost samotného podkladu bez jakékoli povrchové úpravy, či složení jednotlivých NH bez přidání složek, tak i vzájemné působení

upravovaného povrchu s nátěrovou hmotou a přidanou antibakteriální složkou, aby nedošlo k vzájemnému negativnímu působení a tím snížení antibakteriální aktivity.

U fyzikálně-mechanických zkoušek nebyl stoprocentně prokázán vliv přidaných antibakteriálních složek na tyto vlastnosti. Z výsledků této práce pouze vyplývá, že tyto složky prodlužují zasychání a to na všech zkoušených podkladech bez rozdílu. Tento problém by se do budoucna dal vyřešit přidáním urychlovače, ovšem takového, který nebude reagovat s antibakteriálními složkami a tím nebude ohrožovat jejich funkčnost.

V první řadě by mělo dojít k vyvinutí takové nátěrové hmoty, která bude funkční (ničit na takto dokončených dílcích bakterie a plísně), ale zároveň nebude potlačovat žádoucí vlastnosti podkladu, ať už se bude jednat o dřevo, aglomerovaný materiál, keramiku, sklo či různé syntetické materiály. Jak bylo v této práci popsáno výše, studie ukazují v tomto odvětví velký pokrok a je pouze otázkou času, kdy takto upravené povrchy budou běžnou součástí života, to potvrzují i získané výsledky.

Na námi zkoušených vzorcích se účinnost složek s antibakteriální povahou v jistých případech potvrdila. Ale jak bylo již řečeno, překvapivým výsledkem byla účinnost proti bakteriím a plísním samotných NH bez antibakteriálních složek. Tudíž by dalším krokem mělo být prozkoumat složení samotných nátěrových hmot, které jsou k dostání na trhu. To může být podklad pro další výzkum a zpracování závěrečné práce.

9 Summary

Based on current trends and data is expected in 5 – 10 % of all patients admitted to a medical facility emergence of hospital infections, with a mortality rate of these complications which can also reach up to 10 %. The emphasis on reducing the incidence of these infections acquired in connection with attendance at health facilities is a necessary medical and social requirements of present time. Classical process of cleaning, washing and disinfection of surfaces and objects would have to run continuously or at very short intervals to be sufficiently long and effective. However, immediately after the bacteria begin contaminate disinfected surfaces and objects, and to multiply very quickly, so from one bacterium arise within a few hours to millions of germs. During intense multiplication of bacteria significantly increases the risk of transmission to patients treated in outpatient clinics and hospital wards. (*www.nanotrade.cz*)

As it is clear from an article published on the website nanotrade.cz more than desirable products, which are located not only in hospitals, but also in any other public places where there is an accumulation of people, surfaces are treated with antibacterial paint. This would reduce the risk of spreading disease, caused by infection, which would be transferred to humans after contact with the surface in public areas.

Published studies are primarily concerned with adjusting hospital surfaces, where the risk of infection is the highest. But we should not forget also to other public spaces such as public transport and the educational institution too. In these area there are mainly children who have lower immunity compared to adults and thus are prone to getting infections and ultimately may be even worse disease process itself.

The results obtained in this thesis in determining the antibacterial activity of the newly created surface finishes showed that the surfaces may function as antibacterial and not only when it is added to the coatings ingredient with such efficiency. This thesis also shows that the addition of this component is not one hundred percent guaranteed. It is still necessary to verify both antibacterial immunity substrate alone without any surface treatment or the composition of coatings without added components, as well as interaction with the treated surface, coating and the added antibacterial ingredient to avoid mutual negative effects thereby reducing the antibacterial activity.

At the physical-mechanical tests was not absolutely proven antibacterial effect of added components on these properties. The results of this study only suggests that these components lengthen drying at all tested substrates without exception. This problem could be solved when we add the accelerators. However the accelerator must be one that will not react with antibacterial ingredients and hence will not threaten their functionality.

First and foremost, should be to develop a surfaces that will be functional (thus destroying the finished components on bacteria and fungi), but it will not inhibit the desirable properties of the substrate, whether it will be a wood, agglomerated materials, ceramics, glass and various synthetic materials. As it is described above in this thesis, studies show the industry made great progress and it's only probably depends on time when this modified surfaces will be a normal part of life.

On our test samples, the effectiveness of antibacterial ingredients with nature in certain cases are confirmed. However as has been above written, the surprising result was effective against bacteria and fungi of coatings themselves without antibacterial ingredients. Thus, the next step should be to examine the composition of the coatings themselves, which are available on our markets. This can be a basis for further research and elaboration of next thesis.

10 Použitá literatura

BEDNÁŘ, Marek a kol. 1996. *Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie*. Vyd. 1. Praha: Marvil. 558 s. ISBN 80-238-0297-6.

BURGARD, D., M. HEROLD a K. STEINGRÖVER. BÜHLER PARTEC GMBH. *PRA's 7th Internacional Woodcoatings Congres Reducing the Enviromental Footprint: Nanotechnology to Advance Eco Friendly Wood Coatings*. Amsterdam

FRICOVÁ, Michaela, 2012. *Analýza světlostálosti vybraných tropických druhů dřev*. (Bakalářská práce) Brno: Mendelova univerzita v Brně. 56 s.

HOŠEK, Jan, 2010. *Úvod do nanotechnologie*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze. 170 s. ISBN 978-80-01-04555-8

HOŠŤÁLEK, Matěj, 2007. *Speciální povrchové úpravy materiálů na bázi dřeva a skla akrylátovými vodou ředitelnými i rozpouštědlovými nátěrovými hmotami*. (Diplomová práce) Brno: Mendelova univerzita v Brně. 95 s.

JONÁŠOVÁ, Eva, 2011. *Plazmová příprava textilií s antiroztočovou povrchovou úpravou*. (Diplomová práce) Brno: Masarykova univerzita. 74 s.

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

KOMÁREK, Josef, 2007. *Povrchové úpravy nábytku určených do zdravotnických zařízení*. (Bakalářská práce) Brno: Mendelova lesnická a dřevařská fakulta v Brně. 64 s.

LEYDECKER, Sylvia, 2008. *Nanomaterials in architecture, interiorarchitecture and design*. Basel: Birkhäuser. 191 s. ISBN 978-3-7643-7995-7.

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

MILIČ, Richard, 2013. *Antimikrobiální nátěry*. Spektra 13 (6). 27-30 s.

POLÁŠEK, Josef, 2003. *Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav část I. stavebně truhlářské výrobky*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 149 s. ISBN 80-7157-659-x.

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

POLÁŠKOVÁ, Hana, 2011. *Antimikrobiální plazmatem asistovaná úprava povrchu chirurgických sítěk*. (Diplomová práce) Brno: Masarykova univerzita. 82 s.

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

11 Použité normy

ČSN 67 3052 ČSN EN ISO 9117-5: *Nátěrové hmoty – Zkoušky zasychání – Část 5: Modifikovaná Bandowova-Wolffova metoda*, 2013.

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

ČSN EN 1729-1: *Nábytek – židle a stoly pro vzdělávací instituce – Část 1: Funkční rozměry*, 2007.

ČSN EN 1729-2: *Nábytek – židle a stoly pro vzdělávací instituce – Část 2: Bezpečnostní požadavky a metody zkoušení*, 2012.

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

ČSN EN ISO 846: *Plasty – hodnocení působení mikroorganismů (metoda B)*, 1998.

ČSN EN ISO 2815: *Nátěrové hmoty – Buchholzova vrypová zkouška*, 2003.

ČSN EN ISO 15184: *Nátěrové hmoty – Stanovení tvrdosti nátěru zkouškou tužkami*, 2013.

ČSN EN ISO 20645: *Plošné textilie – Zjišťování antibakteriální aktivity - Zkouška šíření agarovou destičkou*, 2005.

12 Použité internetové zdroje

Antimikrobiální aktivita oxidu titaničitého [online]. [vid.2015-03-26]. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.chempoint.cz/antimikrobialni-aktivita-oxidu-titaniciteho>>

Antibakteriální ochranný systém nanosilver® [online]. [vid.2015-03-26]. Dostupné z World Wide Web: <http://www.nanotrade.cz/data/images/file/Antibakterial_CZ_NT_02.pdf>

HOLOUŠ, Zdeněk, 2011. *Požadavky na sedací a stolový nábytek pro vzdělávací instituce* [online]. [vid.2015-03-26]. Dostupné z World Wide Web: <http://www.starchild.cz/data/norma_nabytek.pdf>

Miniatlas mikroorganismů [online]. [vid.2014-04-01]. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/staph-au.htm>>

Nano in furniture [online]. [vid.2015-03-30]. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.efbww.org/pdfs/Nano.pdf>>

NOIRMARK, Sacha et al. 2014. *Scientists develop world's first light-activated antimicrobial surface that also works in the dark*. London: University College London [online]. [vid.2015-04-02].

Dostupné z World Wide Web: <file:///C:/Users/Acer/Downloads/Scientists_develop_world's_first_light-activated_antimicrobial_surface_that_also_works_in_the_dark.html>

HOLTZ, Raphael D. et al. 2011. *Nanostructured silver vanadate as a promising antibacterial additive to water-based paints* [online]. [vid.2015-04-04]. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1549963411005946>>

13 Seznam obrázků

Obr. 1 Skleněná tabule (Foto autor).....	28
Obr. 2 DTD BO (Foto autor)	28
Obr. 3 DTD BK (Foto autor)	29
Obr. 4 Filtrační papíry s nanesenými nátěrovými hmotami (Foto autor)	29
Obr. 5 Staphylococcus aureus (Foto autor)	31
Obr. 6 Escherichia Coli (Foto autor)	31
Obr. 7 Aspergillus nigeri (Foto autor)	32
Obr. 8 Nanášecí pravítko (Foto autor)	33
Obr. 9 Laboratorní váhy (Foto autor)	33
Obr. 10 Závaží 2 kg, 200 g, 20 g (Foto autor)	34
Obr. 11 Sušárna Venticell 111 (Foto autor).....	34
Obr. 12 Leskoměr Picogloss S 03 (Foto autor)	35
Obr. 13 Spektrofotometr Spectro-guide (Foto autor)	35
Obr. 14 Sada tužek a zařízení pro zkoušku ČSN 67 3075 (Foto autor).....	36
Obr. 15 Mikrotvrdoměr Bareiss FL – 2000H (Foto autor)	36
Obr. 16 Vortex Mixer yellowline TTS 2 (Foto autor)	37
Obr. 17 Densilameter (Foto autor).....	37
Obr. 18 Laminární flow-box (Foto autor).....	38
Obr. 19 Termostat Selecta typ Incudigit (Foto autor).....	38
Obr. 20 Kahan Gasprofi 2 SCS (Foto autor)	39
Obr. 21 Mikroskop Leica CME (Foto autor).....	39
Obr. 22 Bürkerova komůrka (Foto autor).....	40
Obr. 23 Detail komůrky	40
Obr. 24 Připravené vzorky na zkoušení (Foto autor).....	41
Obr. 25 Připravený filtrační papír (Foto autor).....	41
Obr. 26 Pipetování suspenze bakterií na agar (Foto autor).....	47
Obr. 27 Rozhojekování suspenze plísní (Foto autor)	49
Obr. 28 Závislost rychlosti zasychání NH u jednotlivých stupních na všech podkladech	52
Obr. 29 Závislost rychlosti zasychání pro VŘ 1	52
Obr. 30 Závislost rychlosti zasychání pro VŘ 2	53
Obr. 31 Závislost rychlosti zasychání pro VŘ 3	53

Obr. 32 Závislost stupně lesku všech NH při 60° na všech podkladech před a po sušení	55
Obr. 33 Závislost změn barevných odstínů u všech NH na podkladu BK a BO	56
Obr. 34 Závislost odolnosti NH vůči vrypu před a po umístění v sušárně	58
Obr. 35 VŘ1 (Foto autor)	61
Obr. 36 VŘ1 + aktivní nanostěna (Foto autor)	61
Obr. 37 VŘ1 + nano-stříbro (Foto autor)	61
Obr. 38 VŘ2 (Foto autor)	62
Obr. 39 VŘ2 + aktivní nanostěna (Foto autor)	62
Obr. 40 VŘ2 + nano-stříbro (Foto autor)	62
Obr. 41 VŘ3 (Foto autor)	63
Obr. 42 VŘ3 + aktivní nanostěna (Foto autor)	63
Obr. 43 VŘ3 + nano-stříbro (Foto autor)	63
Obr. 44 Závislost všech NH pro bakterii <i>Staphylococcus aureus</i>	65
Obr. 45 VŘ1 (Foto autor)	66
Obr. 46 VŘ1 + aktivní nanostěna (Foto autor)	66
Obr. 47 VŘ1 + nano-stříbro (Foto autor)	66
Obr. 48 VŘ2 (Foto autor)	67
Obr. 49 VŘ2 + aktivní nanostěna (Foto autor)	67
Obr. 50 VŘ2 + nano-stříbro (Foto autor)	67
Obr. 51 VŘ3 (Foto autor)	68
Obr. 52 VŘ3 + aktivní nanostěna (Foto autor)	68
Obr. 53 VŘ3 + nano-stříbro (Foto autor)	68
Obr. 54 Závislost všech NH pro bakterii <i>Escherichia coli</i>	70
Obr. 55 VŘ1 (Foto autor)	71
Obr. 56 VŘ1 + aktivní nanostěna (Foto autor)	71
Obr. 57 VŘ1 + nano-stříbro (Foto autor)	72
Obr. 58 VŘ2 (Foto autor)	72
Obr. 59 VŘ2 + aktivní nanostěna (Foto autor)	72
Obr. 60 VŘ2 + nano-stříbro (Foto autor)	73
Obr. 61 VŘ3 (Foto autor)	73
Obr. 62 VŘ3 + aktivní nanostěna (Foto autor)	73
Obr. 63 VŘ3 + nano-stříbro (Foto autor)	74
Obr. 64 VŘ 1 (Foto autor)	75

Obr. 65 VŘ 1 + aktivní nanostěna (Foto autor)	75
Obr. 66 VŘ 1 + nano-stříbro (Foto autor).....	76
Obr. 67 VŘ 2 (Foto autor)	76
Obr. 68 VŘ 2 + aktivní nanostěna (Foto autor)	76
Obr. 69 VŘ 2 + nano-stříbro (Foto autor).....	77
Obr. 70 VŘ 3 (Foto autor)	77
Obr. 71 VŘ 3 + aktivní nanostěna (Foto autor)	77
Obr. 72 VŘ 3 + nano-stříbro (Foto autor).....	78
Obr. 73 Závislost NH pro plíseň <i>Aspergillus niger</i> po 5 dnech a po měsíci	80

14 Seznam tabulek

Tab. 1 Postup hodnocení při stanovení doby zasychání vodou ředitelného laku	42
Tab. 2 Hodnocení barevného rozdílu.....	44
Tab. 3 Převodní tabulka z μm na jednotky Buchholz.....	45
Tab. 4 Hodnocení antibakteriální účinnosti	47
Tab. 5 Hodnocení účinnosti proti plísním	49
Tab. 6 Rychlost zasychání NH [min].....	50
Tab. 7 Průměrné hodnoty lesku naměřené pomocí leskoměru [%].....	54
Tab. 8 Stanovení změny barevného odstínu nátěru	56
Tab. 9 Vyhodnocení stupně stálosti dle ČSN 67 3068	57
Tab. 10 Odolnost vůči vrypu dle ČSN EN ISO 2815	58
Tab. 11 Výsledky zkoušky povrchové tvrdosti dle ČSN EN ISO 15184.....	59
Tab. 12 Výsledky antibakteriální aktivity pro bakterii <i>Staphylococcus aureus</i>	64
Tab. 13 Výsledky antibakteriální aktivity pro bakterii <i>Escherichia coli</i>	69
Tab. 14 Vyhodnocení odolnosti proti působení plísně <i>Aspergillus niger</i> po 5 dnech	74
Tab. 15 Vyhodnocení odolnosti proti působení plísně <i>Aspergillus niger</i> po měsíci	78

15 Seznam rovnic

Rov. 1 Koncentrace sporů.....	40
Rov. 2 Výpočet inhibiční zóny (mm)	47
Rov. 3 Změna barevnosti	55

16 Seznam zkratek

tj.	to jest
atd.	a tak dále
tzv.	tak zvaný
popř.	popřípadě
resp.	respektive
např.	například
NH	nátěrová hmota
UV	ultrafialové záření
EBC	urychlený tok elektronů
IRM	infračervené záření
VOC	volné těkavé látky
DTD	dřevotřísková deska
BO	borovice
BK	buk
Ag	stříbro
TiO ₂	oxid titaničitý
HVLP	(High Volume Low Pressure) nízký tlak
PUR	polyuretan
AC	akryl
OH	hydroxid
NaCl	chlorid sodný
MFT	minimální filmtvorná teplota
ČL	číslo lesku
TZÚ	Textilní zkušební ústav
EPEC	enteropatogenní kmen <i>Escherichia coli</i>
ETEC	enterotoxigenní kmen <i>Escherichia coli</i>
EIEC	enteroinvazivní kmen <i>Escherichia coli</i>
EHEC	enterohemoragické kmen <i>Escherichia coli</i>
BAT	(Best Available Technique) nejlepší dostupná technika
IPPC	(Integrated Pollution Prevention and Control) Integrovaná prevence a omezování znečištění

BREF	(BAT Reference Document) referenční dokument
RNA	ribonukleová kyselina
DNA	deoxyribonukleová kyselina
R	radius
a [*] , b [*]	chromatické osy
L [*]	osa světlosti
ΔE	změna barevného odstínu
PCA agar	(Plate Count Agar) růstové medium
YGC agar	(Yeast Extract Glucose Chloramphenicol) selektivní medium
AN	aktivní nanostěna
NS	nanostříbro
VŘ NH	vodou ředitelná nátěrová hmota
VŘ 1	vodou ředitelná nátěrová hmota 1 Becker Acroma EM 1143-0010
VŘ 2	vodou ředitelná nátěrová hmota 2 Becker Acroma EM 0621-0030
VŘ 3	vodou ředitelná nátěrová hmota 3 Becker Acroma 41E-0024/30 NATURAL TOP