



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

VLIV POVRCHOVÉ ÚPRAVY NA DEGRADACI KONSTRUKČNÍ DESKY NA BÁZI DŘEVA VLIVEM PŮSOBENÍ VLHKOSTI

EFFECT OF SURFACE FINISH ON DEGRADATION OF WOOD-BASED STRUCTURAL
BOARD DUE TO INFLUENCE OF MOISTURE

DISERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Erika Kratochvílová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Mgr. Jiří Šlanhof, Ph.D.

BRNO 2023

ABSTRAKT

Cílem disertační práce je optimalizace povrchových úprav OSB desek za účelem zvýšení jejich odolnosti proti vlhkosti. Jedná se o souhrn výzkumu, při kterém bylo experimentálně ověřováno, zda aplikace povrchové úpravy může mít významný vliv na snížení bobtnání a růstu hmotnosti OSB desky v příčinné souvislosti s absorpcí vody a také zpomalit vztlínání vody v OSB desce. Dále bylo ověřováno, zda by mohla aplikace povrchové úpravy pouze na řezné hrany výrazně ovlivnit pronikání vody do OSB desky. Některé použité zkušební metody vycházely z evropských technických norem, ale byly modifikovány, aby bylo možné stanovit, jaký vliv může mít aplikace povrchové úpravy na OSB desky z dlouhodobého hlediska. Také byla navržena a provedena alternativní metoda zkoušení, jejímž účelem bylo získat představu o vztlínání vody v OSB desce. Zkoušeno bylo celkem 8 druhů na trhu běžně dostupných povrchových úprav, které nevyžadovaly žádné speciální úpravy povrchu desky před jejich aplikací. Na základě získaných výsledků bylo provedeno vzájemné srovnání a vyhodnocení jejich účinků.

KLÍČOVÁ SLOVA

Lepený sendvičový panel, OSB deska, vlhkost, povrchová úprava, hydroizolace, absorpce vody, bobtnání.

ABSTRACT

The aim of this dissertation is the optimisation of surface finishes for application to oriented strand board (OSB) in order to increase its moisture resistance. This is a summary of research focused on experimental verification that the application of surface finish could have significant influence on reducing thickness swelling, increasing weight of OSB due to water absorption and slowing down the rise of water in OSB. There was also verified if application of surface finishes only on the cutting edges could significantly affect the penetration of water into the OSB board. Some of used test methods were based on European technical standards, but were modified in order to determine influence of surface finishes in the long term. Alternative test method was also designed and implemented. The essence of this test method was to determine how high the water can rise in OSB. The research covered 8 different types of surface finishes available on the market. The selected finishes did not require any special treatments to be applied to the surface of the OSB itself. Based on the results, a mutual comparison and evaluation of their effects was carried out.

KEYWORDS

Structural insulated panel, oriented strand board, moisture, surface finish, waterproofing, water absorption, thickness swelling.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KRATOCHVÍLOVÁ, Erika. *Vliv povrchové úpravy na degradaci konstrukční desky na bázi dřeva vlivem působení vlhkosti*. Brno, 2023. 85 s., 384 s. příl. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie, mechanizace a řízení staveb. Vedoucí práce: Ing. Mgr. Jiří Šlanhof, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci s názvem *Vliv povrchové úpravy na degradaci konstrukční desky na bázi dřeva vlivem působení vlhkosti* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 8. 2023

.....
Ing. Erika Kratochvílová

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat panu Ing. Mgr. Jiřímu Šlanhofovi, Ph.D. za odborné vedení, věcné a cenné rady, připomínky a spolupráci při zpracování mého doktorského tématu.

Děkuji své rodině a přátelům za stálou podporu během zpracování této práce.

Dále bych ráda poděkovala Fakultě stavební, která projektem FAST-J-18-5415 podpořila vznik experimentální části této práce.

Závěrem bych chtěla poděkovat firmě EUROPANEL s.r.o. za poskytnuté zkušební vzorky.

OBSAH

ÚVOD	8
1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU	9
1.1 Druhy dřevostaveb	9
1.1.1 Sruby a roubenky	9
1.1.2 Dřevostavby ze sendvičových panelů	9
1.1.3 Dřevostavby z lehkého skeletu	10
1.1.4 Dřevostavby z těžkého skeletu	10
1.1.5 Dřevostavby z masivního dřeva	11
1.2 Statistiky výstavby dřevostaveb v ČR	11
1.3 Konstrukce z lepených sendvičových panelů	13
1.4 OSB desky	15
1.4.1 Výroba a použití	15
1.4.2 Klasifikace	16
1.4.3 Vlhkost v OSB deskách	16
1.4.4 Povrchové úpravy OSB desek proti vlhkosti – současný stav poznání ..	18
2 CÍLE PRÁCE	21
2.1 Hlavní cíle práce	21
2.2 Dílčí cíle práce	21
3 METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	22
3.1 Rešerše	22
3.2 Analýza	22
3.3 Experimentování	22
3.4 Syntéza	22
4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	23
4.1 Výběr materiálu	24
4.1.1 OSB desky	24
4.1.2 Povrchové úpravy	25
4.2 Výroba zkušebních vzorků	27
4.3 Provádění zkoušek	31
4.3.1 Zkouška stanovení bobtnání a sledování růstu hmotnosti po uložení ve vodě	32
4.3.2 Stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním	33
4.3.3 Destruktivní zkouška vzlínání	35
4.3.4 Nedestruktivní zkouška vzlínání	37
4.4 Metody vyhodnocení výsledků měření	39

4.4.1	Testování normality dat.....	39
4.4.2	Vyhodnocení zkoušky stanovení bobtnání a sledování růstu hmotnosti po uložení ve vodě.....	39
4.4.3	Vyhodnocení stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním	43
4.4.4	Posouzení významnosti vlivu povrchových úprav na bobtnání a růst hmotnosti.....	44
4.4.5	Vyhodnocení destruktivní zkoušky vzlínání	44
4.4.6	Vyhodnocení nedestruktivní zkoušky vzlínání	46
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	48
5.1	Výsledky zkoušky stanovení bobtnání a sledování růstu hmotnosti po uložení ve vodě.....	48
5.1.1	Výsledky vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně	49
5.1.2	Výsledky vzorků opatřených povrchovými úpravami pouze na řezných hranách	52
5.2	Výsledky stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním	55
5.3	Výsledky zkoušek vzlínání	60
5.3.1	Výsledky destruktivní varianty	60
5.3.2	Výsledky nedestruktivní zkoušky	66
5.3.3	Srovnání výsledků obou variant zkoušky a jejich společné závěry	69
6	PŘÍNOSY PRÁCE.....	74
6.1	Vědecký přínos.....	74
6.2	Přínos pro stavební praxi	74
	ZÁVĚR	75
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	77
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	82
	SEZNAM TABULEK	83
	SEZNAM GRAFŮ	84
	SEZNAM PŘÍLOH.....	85

ÚVOD

Dřevostavby se v některých zemích těší velké oblibě již dlouhou dobu, v této souvislosti je nutné zmínit USA nebo Kanadu. V posledních letech však mají vzrůstající trend i v Evropě, Českou republiku nevyjímaje. Tento fakt je přisuzován řadě jejich výhod. Jednou z hlavních výhod je rychlost výstavby. Pokud pomineme zdržení u železobetonových základů, rychlost realizace samotné konstrukce ze dřeva nebo materiálů na bázi dřeva se pohybuje v týdnech. Je dána mírou prefabrikace jednotlivých stavebních komponentů a omezením mokrých procesů při výstavbě. K tomu přispívá i možnost založení dřevostavby z lepených sendvičových panelů na desce z prefabrikovaných panelů uložených na základových pasech, patkách nebo zemních vrutech. Taková rychlost je u prozatím tradičnějších zděných budov nepředstavitelná. Cena dřevostavby je oproti tomu s cenou zděné stavby srovnatelná. Další výhodou jsou velmi dobré tepelně technické vlastnosti obvodového pláště dřevostaveb. V souvislosti s dřevostavbami bývá také často zmiňován udržitelný rozvoj a ochrana životního prostředí.

Dřevo je přírodní materiál, a přestože je tato skutečnost v mnoha ohledech výhodou, má i některé negativní dopady. Mezi hlavní nevýhody patří schopnost absorpce vody. Toto platí nejen pro dřevo jako takové, ale i pro výrobky na bázi dřeva jako jsou například v konstrukcích často používané OSB desky. Jejich ochrana před vnikáním vlhkosti je důležitým základem pro zajištění trvanlivosti konstrukce. Pokud je nedostatečná, mohou být důsledkem v lepším případě „pouze“ estetické problémy, v nejhorším případě může dojít i na ohrožení zdraví obyvatel. Nadměrná vlhkost v dřevěných konstrukcích může přispět k poškození hnilobou, plísněmi nebo dřevokazným hmyzem, způsobit větší deformace v důsledku bobtnání a smršťování dřeva a mít nepříznivý dopad na samotnou statiku konstrukce.

Zvýšenou vlhkost mohou způsobit chyby vzniklé již při samotné realizaci (vystavení klimatickým vlivům, netěsnost v hydroizolaci) nebo může být následkem havárie (netěsnosti technologických rozvodů, vytečení pračky apod.). Problémem je i riziko kondenzace vodní páry v konstrukcích, která může být způsobena nesprávným návrhem skladby.

Snaha o zvýšení odolnosti proti vlhkosti materiálů na bázi dřeva, zejména OSB desek, je hlavní náplní této práce. Problém je řešen především v kontextu fáze realizace výstavby, a to s pomocí využití vhodné povrchové úpravy.

1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU

1.1 Druhy dřevostaveb

Pojmem dřevostavba se dle odborné literatury rozumí stavba, která pro svou nosnou konstrukci, zajišťující přenos zatížení a celkovou prostorovou tuhost a integritu, využívá v převážné míře dřevo a materiály na bázi dřeva [1]. Dělení dřevostaveb se provádí na základě jejich konstrukčního systému. Základní druhy jsou: srubové stavby, hrázděné stavby, stavby s nosnou konstrukcí s průběžnými sloupy (Ballon-Frame, Platform-Frame), rámové stavby, skeletové stavby a stavby z masivního dřeva. Některé z těchto typů konstrukčních systémů, jako hrázděné stavby nebo systémy Ballon-Frame a Platform-Frame, ztratily již před delší dobou v rámci moderního pojetí stavění se dřevem na významu [2]. Konstrukční systémy používané v dnešní době jsou dále podrobněji specifikovány, a to zejména z důvodu navazující statistiky, která je na jejich základě dělena.

1.1.1 Sruby a roubenky

Nosné stěny srubové konstrukce se skládají z vodorovně ukládaných trámů (srubů) z nehraněného, polohraněného nebo hraněného řeziva [3]. Jednotlivé prvky v rozích přečnivají a tím vytváří charakteristický vzhled srubu. Roubenky mají nosnou konstrukci vytvořenou obvykle z vodorovně ukládaných hraněných trámů. Pro jejich vzhled je charakteristický roh stěn s rybinovým spojem trámů označovaný jako roubení. Konstrukce moderních srubů a roubenek se ve spárách obvodových trámů doplňuje izolací vloženou do drážek v řezivu, případně tmelem a dalšími utěšňujícími úpravami pro zajištění spojitého obvodového pláště [4].

1.1.2 Dřevostavby ze sendvičových panelů

Základním principem výroby dnešních rámových dřevostaveb je prefabrikace. V současné době lze mluvit o dvou dostupných typech prefabrikovaných sendvičových panelů. V prvním případě tvoří konstrukci nosného panelu dřevěný rám, který je opláštěný vhodným velkoplošným materiálem, jako jsou např. OSB desky nebo sádrovláknité desky a prostor mezi žebry je vyplněn tepelnou izolací [3]. Ve druhém případě se jedná o stavební systém z konstrukčních izolovaných panelů (Structural Insulated Panels – SIPs) bez výztužných žebor. Panel tohoto systému je tvořen jádrem z tepelného izolantu (většinou polystyrenu) a oboustranným opláštěním z OSB desek,

keré vzájemným slepením vytváří monolitickou jednotku [5]. Tomuto systému je věnována samostatná kapitola dále.

Z panelů bývá obvykle provedena i nosná konstrukce stropů a střechy, ať už šikmé nebo ploché [4]. Existuje i možnost založení dřevostavby z lepených sendvičových panelů na desce z prefabrikovaných panelů uložených na základových pasech, patkách nebo zemních vrutech. Zatímco například v USA je to celkem běžnou praxí, v ČR se tato skutečnost dá stále označit spíše za novinku.

Na připravenou nosnou konstrukci se z vnější strany můžou provádět další vrstvy obvodového pláště. Z vnitřní strany se obvykle provádí obklad z deskových materiálů [4]. Panely však mohou být také dovezeny s finálními exteriérovými a interiérovými úpravami z výroby. Výhodou tohoto systému je především rychlost výstavby.

1.1.3 Dřevostavby z lehkého skeletu

U dřevostaveb z lehkého skeletu přenáší zátížení subtilní sloupky obdélníkového půdorysu. Předem vyrobené svíslé tyčové prvky se sestavují na stavbě do rastru, který tvoří základní dispozici domu. Jsou ukončené vodorovnými prvky, které rovněž vymezují parapety a nadpraží budoucích otvorů ve stěnách. Konečné tuhosti stěn je dosaženo až po doplnění rastru vhodnými deskovými materiály, většinou OSB nebo cementovláknitými deskami. Prostor mezi jednotlivými sloupky rastru se vyplňuje tepelnou izolací. Z tyčových a deskových materiálů se vytváří i strop. Nosná konstrukce bývá po dokončení stavby skrytá. Na vnější stranu obvodových stěn se provádí další vrstvy s tepelnou izolací a zvolenou fasádní úpravou [4].

1.1.4 Dřevostavby z těžkého skeletu

Nosný systém těžkého skeletu tvoří sloupy a průvlaky z plnostěnných masivních nebo složených průřezů, většinou z lepeného lamelového dřeva nebo vrstveného dýhovaného dřeva. Konstrukci je nutné vhodně vyztužit i proti působení vodorovných sil. Důležité je řešení stropní konstrukce, jejíž tuhost ovlivňuje celkovou tuhost celé stavby. Přenos vodorovných sil do základů je řešen stěnovými nebo příhradovými ztužidly. Nosná konstrukce se většinou ponechává v interiéru viditelná. Z vnější strany se na ni montuje obvodový plášť, jehož úkolem je zajistit veškeré izolační funkce [4]. Protože zátížení přenáší bodově uspořádané sloupy, stěny zůstávají nezávislé na koncepci nosné konstrukce. Je tak možné použít velkoplošná okna a prosklené plochy [2]. Další výhodou s tím spojenou je možnost snadné úpravy vnitřní dispozice i po dokončení stavby [4].

1.1.5 Dřevostavby z masivního dřeva

K masivním dřevěným stavbám patří i tradiční srubové stavby, kterým byla pozornost věnována již samostatně. Daly by se označit jako původ staveb z masivního dřeva. Dnes se však pod tímto názvem rozumí častěji stavby z velkorozměrových a zároveň nosných plošných dílců [2]. Patrně nejznámější konstrukční systém řadící se k masivním dřevostavbám je systém z CLT panelů. CLT je zkratka cross-laminated timber, lze se setkat i s označením X-LAM. Základem nosného systému těchto dřevostaveb je dřevěný panel složený zpravidla z lichého počtu na sebe kolmých vrstev, přičemž každá jednotlivá vrstva je složena z masivních lamel. Vrstvy tvořené z lamel jsou k sobě lepeny a lisovány nebo šroubovány, takže panel získává potřebné vlastnosti, aby mohl splnit hlavní nosnou funkci ve stavbě. Jednotlivé panely pro konkrétní stavbu se řežou podle podrobného projektu z velkoplošných panelů ve výrobě. Na stavbě se pak ihned montují. Z panelů je možné provádět i nosnou konstrukci střechy. Tepelná izolace se osazuje na nosnou konstrukci jako vnější izolační systém. V interiéru mohou zůstat stěny i bez povrchové úpravy nebo mohou být obloženy [6].

1.2 Statistiky výstavby dřevostaveb v ČR

Ačkoliv v zahraničí se ze dřeva často staví i vícepatrové veřejné budovy a bytové domy, v České republice se jako dřevostavby realizují především rodinné domy, jak je patrné i z tabulek č. 1 a č. 2 [7].

Tabulka č. 1: Přehled dokončených bytových domů a dřevostaveb od r. 2000
[Zdroj: Vlastní zpracování dle: [7]]

Rok	Bytové domy dokončené v ČR celkem (ks)	BD – dřevostavby dokončené v ČR (ks)	Počet bytů v BD dokončených v ČR celkem (ks)	Počet bytů v BD – dřevostavbách dok. v ČR (ks)	Podíl počtu bytů v BD – dřevostavbách na trhu v ČR (%)
2000	330	0	5 926	0	0
2004	528	7	10 722	53	0,5
2008	613	3	12 497	48	0,4
2012	312	4	7 095	28	0,4
2016	278	3	8 998	42	0,5
2017	303	5	9 264	64	0,7
2018	373	3	10 305	43	0,4
2019	481	9	12 716	146	1,1
2020	410	3	10 895	54	0,5
2021	448	3	10 973	49	0,4

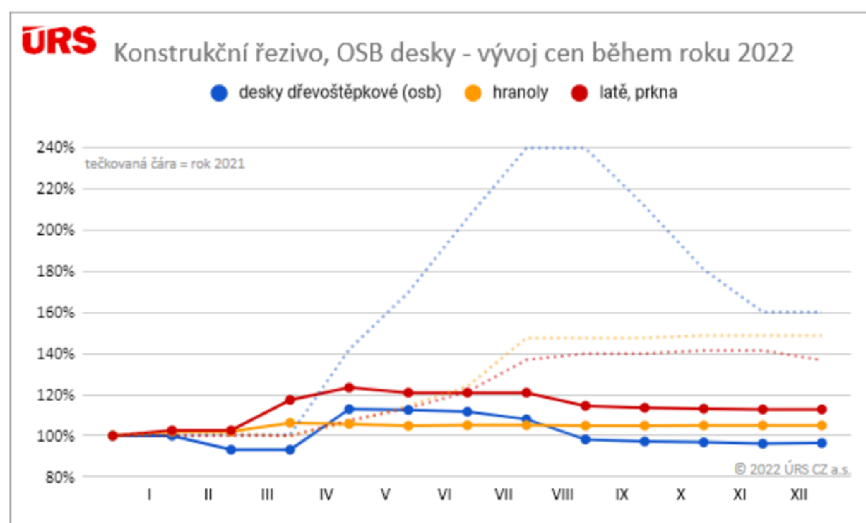
Tabulka č. 2: Přehled dokončených rodinných domů a dřevostaveb od r. 2000

[Zdroj: Vlastní zpracování dle: [7]]

Rok	Rodinné domy dokončené v ČR celkem (ks)	Dřevostavby dokončené v ČR (ks)	Podíl dřevostaveb na trhu rodinných domů v ČR (%)
2000	9 701	133	1,4
2004	12 681	332	2,6
2008	18 930	1 008	5,3
2012	16 929	1 699	10,0
2016	14 015	2 013	14,4
2017	14 548	2 159	14,8
2018	18 287	2 945	16,1
2019	18 390	2 749	14,9
2020	18 127	2 836	15,6
2021	18 035	2 645	14,7

Mohou za to především požadavky na požární bezpečnost staveb dle normy ČSN 73 0833 [8], které jsou pro bytové domy a veřejné budovy přísnější než pro rodinné domy. V tomto smyslu je v Česku zatím výška dřevostavby omezena tak, aby splnila požární výšku max. 12 m.

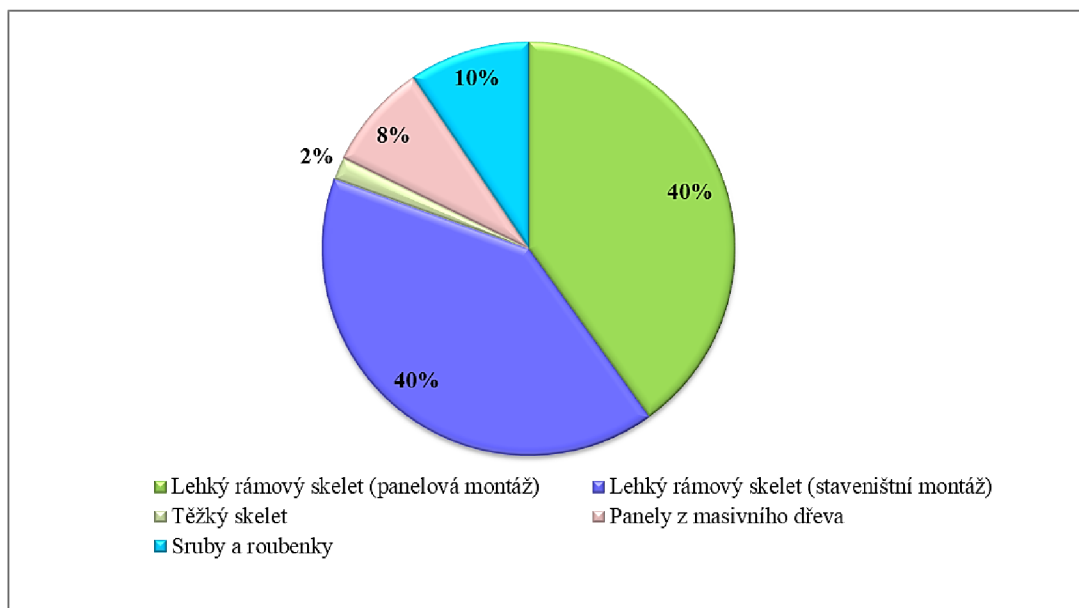
Podíl dřevostaveb na trhu rodinných domů v ČR v roce 2021 činil 14,7 %. Od roku 2000 tak vzrostl o 13,3 % a v některých předchozích letech vzrostl i více, jak je patrné z tabulky č. 2 [7]. Jistý pokles v rámci roku 2021 lze přisoudit ztíženým podmínkám na trhu v důsledku pandemie, které zahrnovaly mimo jiné například zpomalení procesu povolování nových staveb nebo chybějící stavební materiál a nárůst jeho ceny, konstrukčního řeziva a OSB desek nevyjímaje, jak prezentuje graf č. 1.



Graf č. 1: Srovnání vývoje cen OSB desek a konstrukčního řeziva v letech 2021 a 2022

[Zdroj: [9]]

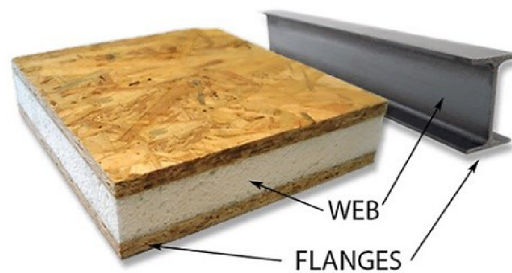
Od roku 2015 zavedl Český statistický úřad přesnější statistické vyhodnocení dřevostaveb, a to podle nosného konstrukčního systému [10]. Graf č. 2 znázorňuje, že nejčastěji jsou v České republice zastoupeny dřevostavby ze sendvičových panelů a konstrukce lehkého rámového skeletu realizované staveništní montáží. V obou případech se pro rok 2021 jedná o podíl 40 % [7]. Také toto vysoké procentuální zastoupení obou konstrukčních systémů má nepochybně přímou vazbu na fakt, že v ČR převažuje v rámci dřevostaveb výstavba především rodinných domů.



Graf č. 2: Výstavba dřevostaveb v r. 2021 dle zvoleného konstrukčního systému
[Zdroj: Vlastní zpracování dle: [7]]

1.3 Konstrukce z lepených sendvičových panelů

Specifickým sektorem z kategorie rámových dřevostaveb ze sendvičových panelů je stavební systém z konstrukčních izolovaných panelů (Structural Insulated Panels – SIPs) vyvinutý v USA v 50. letech minulého století [5]. Od roku 2004 figuruje i na českém trhu firma zaměřená na výrobu těchto panelů. Tyto panely se skládají ze dvou základních komponentů, a to jádra z tepelného izolantu (nejčastěji polystyrenu) a oboustranného opláštění izolantu. K opláštění izolantu se nejčastěji používají OSB desky. Tyto komponenty jsou k sobě lepeny pod tlakem za striktně kontrolovaných podmínek. Dohromady pak tvoří velmi silný kompozit. Tento kompozit je srovnatelný s I-nosníkem. Polystyrenové jádro se chová jako stojina a opláštění z OSB desek jako příruby [5], jak je znázorněno na obrázku č. 1.



Obrázek č. 1: Konstruktivně izolovaný panel se chová jako I-nosník
[Zdroj: [11]]

Výhodou realizace staveb technologií SIPs je rychlost a preciznost. Montáž se provádí suchou cestou. Panely se vyrábí průmyslově a na stavbu se dováží připraveny přímo k zabudování. Z panelů se provádí obvodové stěny, nosné příčky a používají se též jako panely střešní [12]. Tato technologie využívá panely opláštěné OSB deskami i k samotnému založení stavby například na základových pasech místo podkladního betonu [5]. Univerzální použití panelů zjednodušuje navrhování staveb a logistiku výstavby. Další zjevnou výhodou jsou jejich vynikající tepelně technické vlastnosti. Jádro může být zhotoveno i z polystyrenu modifikovaného grafitem [12]. V některých případech tak není nutné opatřit panel zvenku další vrstvou tepelné izolace.

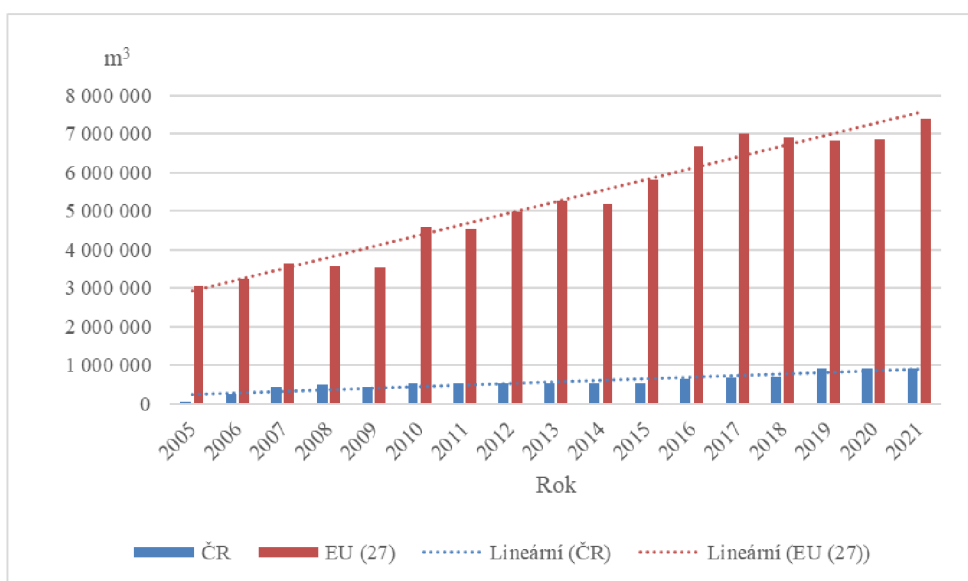
Je však potřeba mít na paměti, že OSB desky jsou materiálem na bázi dřeva, tedy náchylné k absorpci vody. Je známo, že při dlouhodobějším působení vlhkosti podléhají bobtnání. I přes výhodu rychlosti realizace je už v této fázi stavba ohrožena zvýšenou vlhkostí, a to například vnikáním srážek do stavby nebo montáží již vlhkých materiálů. Během výstavby by se také mělo dbát na dodržování technologických postupů a předejít chybám jako je netěsnost v hydroizolaci často způsobená nedokonalým napojením na prostupy či okolní konstrukce. Vysoká stavební vlhkost vzniká i použitím mokrých stavebních procesů (omítky nebo podlahové potěry). Další problémy s vlhkostí mohou nastat i ve fázi užívání stavby, může být následkem havárie kvůli netěsnosti technologických rozvodů, vytečení pračky nebo nedostatečným vytápěním a větráním. Vystává otázka, jak se v takovém případě mohou změnit vlastnosti těchto panelů, a to zejména s ohledem na jejich opláštění z OSB desek. Ztráta účinnosti tepelně izolačních vlastností polystyrenového jádra je zřejmá.

1.4 OSB desky

1.4.1 Výroba a použití

OSB desky jsou tvořeny z tenkých obdélníkových třísek uspořádaných ve vzájemně kolmých vrstvách. Dle normy ČSN EN 300 mají třísky délku větší než 50 mm a tloušťku menší než 2 mm [13]. V povrchových vrstvách jsou třísky orientovány rovnoběžně s delší nebo kratší hranou desky, zatímco ve střední vrstvě nebo vrstvách jsou orientovány kolmo na třísky vnějších vrstev. Konstrukční OSB panel je vytvořen slepením jednotlivých vrstev lisováním za tepla. Různou orientací vrstev se dosahuje zlepšení mechanicko-fyzikálních vlastností panelu [5]. OSB desky patří mezi materiály, které do značné míry potlačují nevýhody dřeva, například rozměrovou nestálost, anizotropii, heterogenitu, ale zároveň zachovávají jeho výhody.

Neopomenutelnou výhodou OSB desek je fakt, že k jejich výrobě lze využít recyklované dřevo. Tato skutečnost má celosvětově velký význam v době, kdy nakládání s odpady, kvalita ovzduší a vody, jsou naléhavými tématy v otázce životního prostředí. V posledních desetiletích lze pozorovat výraznou snahu o přechod z odpadového hospodářství na oběhové hospodářství, tedy ke zvýšení podílu recyklace a omezení ukládání na skládky. Zpracování recyklovaného dřeva značně přispívá ke snížení emisí CO₂ do ovzduší [14]. Mezi první české zpracovatele odpadního dřeva patří společnost Kronospan a od roku 2022 provozuje technologii na využívání recyklovaného dřeva právě při výrobě OSB desek. K výrobě dřevotřískových desek (DTD) využívala recyklované dřevo již od roku 2006 [15].



Graf č. 3: Výroba OSB desek – trend v ČR a EU
[Zdroj: Vlastní zpracování dle: [16]]

Trend výroby OSB desek jak v České republice, tak v rámci 27 zemí Evropské unie má rostoucí tendenci [16], jak je patrné z grafu č. 3. Vzhledem ke zmiňovaným výhodám lze předpokládat, že tomu tak bude i nadále.

Rozsáhlé testování OSB desek ukázalo, že se dají využít jako nosný materiál. Jsou také dostupné ve velkých rozměrech. Oba uvedené důvody mají za následek, že jsou nejčastěji využívaným materiálem pro opláštění sendvičových panelů v technologii Structural Insulated Panels (SIPs) [5]. V rámci sektoru dřevostaveb jsou OSB desky jedním z nepoužívanějších materiálů celkově. Využívají se k opláštění stěn, střech i jako součást podlahových nebo stropních konstrukcí.

1.4.2 Klasifikace

Klasifikaci OSB desek uvádí norma ČSN EN 300 [13]. Rozlišuje čtyři typy desek, které jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Klasifikace OSB desek
[Zdroj: [13]]

OSB/1	desky pro všeobecné účely a nenosné desky a desky pro vnitřní vybavení pro použití v suchém prostředí
OSB/2	nosné desky pro použití v suchém prostředí
OSB/3	nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí
OSB/4	zvlášť zatížitelné nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí

Suché prostředí se vyznačuje vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu, která jen několik týdnů v roce může překročit 65 %. Vlhké prostředí se vyznačuje vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu, která jen několik týdnů v roce může překročit 85 % [13].

1.4.3 Vlhkost v OSB deskách

Norma ČSN EN 300 udává požadavek na vlhkost obsaženou v OSB deskách expedovaných od výrobce v rozmezí 2–12 % [13]. Vlhkost OSB desek se zvyšuje s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu. Jejich rovnovážná vlhkost v prostředí s 65% vlhkostí vzduchu a 20 °C se pohybuje mezi 8,5–12,5 % (zjišťováno pro OSB 3) [17]. Všeobecně pro dřevo ve stavebních konstrukcích platí, že vlhkost by neměla překročit

20 %, přičemž dřevo s trvalou vlhkostí do 12 % není třeba chránit před napadením biotickými škůdci [18].

Je známo, že OSB desky jsou náchylné k absorpci vody. V důsledku toho dochází k jejich bobtnání, čímž je narušena jejich rozměrová stálost. Tato skutečnost je přisuzována hygroskopickým vlastnostem dřeva a vnitřnímu napětí vznikajícímu při lisování za tepla [19].

Transport vody v desce probíhá nepravidelně v důsledku imperfekcí vznikajících při jejich výrobě. OSB desky obsahují náhodně uspořádané dutiny různých velikostí, jednotlivé třísky mají navíc různorodou schopnost vést vodu, což je důsledkem výskytu uzlů ve dřevě a nerovnoměrného obalení třísek pryskyřicí [20] nebo jiného použitého adheziva.

Existuje předpoklad, že vlhkost vniká do OSB desky dříve a ve větším množství skrz řezné hrany, které jsou vůči tomuto jevu méně odolné než přední nebo zadní povrch desky [5]; [20]; [21]. Mimo řezné hrany totiž nedochází k narušení struktury konstrukčního panelu OSB desky a jednotlivé vrstvy jsou k sobě pevněji stlačeny. Tak dochází k důkladnějšímu obalení třísek a vyplnění malých dutin adhezivem, což zajišťuje souvislost adhezivní vrstvy a v důsledku toho vyšší voděodolnost povrchu desky oproti hranám [20].

Za účelem zjištění, zda skrz řezné hrany je pronikání vody do OSB desek o tolik významnější než přes jejich povrch, bylo provedeno testování vlivu velikosti zkušebních vzorků, tedy i velikosti řezných hran v poměru ku ploše vzorku na bobtnání vzorků z konstrukčních panelů na bázi dřeva během zkoušek zrychleného zvětrávání. Výsledky tento předpoklad jednoznačně neprokázaly. Bylo však konstatováno, že dosažené výsledky tuto skutečnost nemusely přímo vyvrátit, pouze se v hodnocené škále nemusela projevit jako významná [21].

Obecně se dají úpravy, kterými lze schopnost OSB desek vstřebávat vlhkost eliminovat, rozdělit do tří kategorií: úprava dřeva dodávaného pro výrobu OSB desek, úprava podmínek výrobního procesu nebo úprava konečného produktu [22]. Tato disertační práce se zaměřuje zejména na fázi realizace dřevostaveb, kdy nelze zasahovat do samotného výrobního procesu OSB desek. Zabývá se tedy úpravou konečného produktu, a to aplikací vhodné povrchové úpravy s hydroizolačními vlastnostmi, neboť při procesu výstavby před uzavřením pláště budovy bývá někdy vystavení OSB desek účinkům srážkové vody nevyhnutelné [23]; [24]. Zejména u podlahových panelů se to

jeví jako značný problém [24]. V případě nahromadění většího množství srážkové vody by mohlo hrozit také její vzlínání do svislých konstrukcí.

1.4.4 Povrchové úpravy OSB desek proti vlhkosti – současný stav poznání

Povrchy OSB desek nejsou hladké, proto se k povlakovým povrchovým úpravám například ve formě nátěrů za účelem omezení pronikání vlhkosti do OSB desek nepřistupuje tak často. Případně se před aplikací povlaku provádí broušení nebo tmelení povrchu, aby se snížila jeho drsnost.

Alternativou k povlakovým povrchovým úpravám mohou být vodoodpudivé látky, které zabraňují pronikání kapalné vody do materiálů změnou jejich povrchových vlastností a fungují dobře na materiálech s hrubou povrchovou texturou [24]. V souladu s tím byl proveden výzkum zabývající se redukcí bobtnání tří druhů konstrukčních desek na bázi dřeva, a to dřevotřískových, MDF a OSB desek, jejichž vzorky byly ponořeny do vodoodpudivé nanotechnologické sloučeniny na vodní bázi obsahující parafinový vosk. Sloučenina byla složená ze tří různých velikostí nanočástic, aby bylo usnadněno jejich pronikání do konstrukčních desek na bázi dřeva. Vzorky ošetřené i neošetřené nanotechnologickou sloučeninou byly podrobeny zkoušce stanovení bobtnání po uložení ve vodě na 24 hodin podle evropské normy EN 317. Výsledky ukázaly, že aplikace nanotechnologické sloučeniny vedla ke zlepšení rozměrové stability u všech tří druhů desek, u OSB desek však bylo pozorováno zlepšení z nich nejnižší, naopak u MDF desek nejvyšší. Tato skutečnost byla vysvětlena tím, že MDF desky jsou homogennější materiál než OSB nebo dřevotřískové desky, malé velikosti nanočástic tak mohly do MDF desky proniknout snadněji, což mělo za následek vyšší ochranu proti vlhkosti. Otázka, která vyvstala z použité metodologie, byl účinek, který by mohla mít na rozměrovou stabilitu doba ponoření, v případě, že by byla delší než 24 hodin [25].

Za zmínku stojí také vodné voskové emulze nastříkané na OSB, jež snížily absorpci vody a tloušťkové bobtnání, ale úprava nabobtnala třísky na povrchu panelů, což způsobilo nežádoucí zdrsňení jejich povrchu. Tomuto nežádoucímu efektu bylo možné předejít použitím rozpouštědlových vodoodpudivých látek obsahujících vosky, ale použití rozpouštědel vyvolávalo ekologické obavy [24]; [26]. Na toto navázal alternativní výzkum, kdy byly nastříkány na horký povrch OSB desky vosky jako tavné systémy neobsahující vodu ani rozpouštědlo. Vosk mohl díky dostatečně ohřátému povrchu zůstat kapalný po dostatečně dlouhou dobu, aby stékal do dutin mezi dřevěnými třískami a změnil hydrofobní vlastnosti povrchu desky. Bylo použito více druhů vosků a jejich

směsí. Vzorčky byly ponořeny ve vodě po dobu 2, 24 a 72 hodin. Výsledky ukázaly, že některé úpravy stříkanými roztavenými vosky byly schopny zvýšit odolnost OSB proti vlhkosti, aniž by se na povrchu ukládal silný voskový povlak. Některé z účinnějších ošetření také snížily tloušťkové bobtnání. Rozměrová stabilita OSB desek upravených tímto způsobem však byla horší než u komerčních OSB desek s vysokou odolností proti vlhkosti, které se používají v Severní Americe do podlahových konstrukcí. Testované úpravy stříkaným roztaveným voskem byly v závislosti na tom a také pro svou náročnou aplikaci závěrem vyhodnoceny jako ne příliš vhodné. Přesto bylo konstatováno, že by případně mohly být využity pro zlepšení odolnosti OSB desek proti vlhkosti používaných jako vertikální opláštění, kde se voda neshromažďuje na povrchu panelů, jako se děje u podlahových konstrukcí. Mohly by také poskytnout dostatečnou krátkodobou ochranu proti vlhkosti během přepravy a skladování [24].

Při krátkodobém vystavení zkušebních vzorků účinkům vody se prokázalo jako efektivní broušení povrchu OSB desek a následná aplikace povrchové úpravy, která sestávala ze dvou vrstev tmelu a dvou vrchních nátěrů. Povrchová úprava s takovouto skladbou byla následně vytvrzená UV zářením. Při výzkumu byly pro srovnání použity i vzorky bez broušení povrchu před aplikací povrchové úpravy. Broušené desky absorbovaly méně než polovinu nátěrového materiálu oproti nebroušeným deskám a po dokončení jejich povrchové úpravy vytvrzované UV zářením absorbovaly méně vody a byly téměř stejně rozměrově stabilní jako nebroušené a potažené desky. Tloušťka bobtnání u obou typů povrchových úprav OSB desek po 72 hodinách ponoření do vody byla menší než jedna třetina tloušťky bobtnání desek bez povrchové úpravy. Toto snížení bobtnání je srovnatelné s tím, čeho lze dosáhnout chemickou nebo tepelnou modifikací OSB desek. Nátěr OSB se tedy projevil jako účinný prostředek pro zvýšení její rozměrové stability při krátkodobé expozici vodě [27].

Z již publikovaných přístupů k problematice povrchových úprav OSB desek lze dále zmínit aplikaci vysoce elastického polyuretanového nátěru, u kterého byly prokázány příznivé vodoodpudivé účinky. Jako nejjednodušší způsob aplikace této povrchové úpravy bylo vyhodnoceno nanášení v průběhu prefabrikace v továrně, kde se snáz dala zajistit kvalita nanášení. Tato povrchová úprava však vyžadovala další výzkumné práce, například v otázkách aplikace za různých klimatických podmínek a kontroly kvality [28].

Vlastnosti stavebních materiálů přenášející vlhkost jsou zásadní pro správný návrh budovy a prevenci problémů souvisejících s vlhkostí. Důležitou charakteristikou

panelů na bázi dřeva je propustnost vodní páry, nicméně tyto údaje často chybí. Nové poznatky v této souvislosti přinesl výzkum, jehož výsledky byly publikovány v roce 2022, ve kterém byly studovány vlastnosti prostupu vodní páry nelakovaných a laminovaných dřevotřískových desek, OSB desek a březové překližky metodou mokrého kalíšku. Nejvyšší propustnost vodních par byla zjištěna u dřevotřískových desek. Kromě toho bylo zjištěno, že broušení povrchu zvýšilo propustnost vodních par u nenatíraných dřevotřískových a OSB desek. Byla také studována rychlost prostupu vodní páry u tří komerčních nátěrů. Výsledky ukázaly, že nátěry snižovaly propustnost vodní páry u všech testovaných panelů na bázi dřeva, nejvyšší rychlost prostupu vodní páry byla při tom zaznamenána u akrylového vodou ředitelného nátěru, následovaného polyuretanovým vodou ředitelným nátěrem a nejnižší u nátěru na bázi polyuretanového rozpouštědla [29].

Problém s chybějícími údaji ohledně veličin vyjadřujících propustnost vodní páry se projevil i v rámci výzkumu při vypracování této disertační práce. U většiny povrchových úprav vhodných pro OSB desky, u nichž výrobce deklaruje zvýšení odolnosti proti vlhkosti, zároveň nejsou k dispozici údaje ohledně propustnosti vodní páry.

2 CÍLE PRÁCE

2.1 Hlavní cíle práce

- Zjištění, zda aplikace povrchové úpravy může mít významný vliv na zvýšení odolnosti OSB desky proti vlhkosti a snížení bobtnání OSB desky;
- Optimalizace povrchových úprav OSB desek za účelem zvýšení jejich odolnosti proti vlhkosti z dlouhodobého hlediska;
- Ověření možnosti omezení předpokládané zvýšené absorpce vody na řezných hranách OSB desek nanesením povrchové úpravy na řezné hrany.

2.2 Dílčí cíle práce

- Výběr souboru zkoušených materiálů, a to povrchových úprav vhodných pro OSB desky s deklarovanými účinky zvýšení odolnosti proti vlhkosti a zároveň bez nutnosti provádění dalších opatření před nebo po jejich aplikaci;
- Ověření deklarovaných vlastností povrchových úprav z hlediska hydroizolačních účinků;
- Zkoušení povrchových úprav dle ČSN EN 317 a ČSN EN 321 a modifikace zkušebního postupu za účelem prodloužení doby ponoření a získání výsledků z dlouhodobého hlediska;
- Návrh alternativních metod zkoušení (s tímto bodem souvisí výstup v podobě užitého vzoru).

3 METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

3.1 Rešerše

Literární rešerše poskytuje přehled současného vědeckého poznání, které se váže k tématu řešené vědní oblasti. Je založena na analýze a syntéze dostupných dokumentů v dané oblasti. Výstupem je stručný úvod do současného stavu poznání řešené problematiky.

3.2 Analýza

Analýza navazuje na rešerši a vychází z jejích závěrů. Jedná se zejména o analýzu na trhu dostupných povrchových úprav pro OSB desky s deklarovanou schopností zvýšení odolnosti proti vlhkosti a návrh vhodných zkušebních metod. Na výstupy analýzy navazuje experimentální část.

3.3 Experimentování

Experiment je zásadní metodou této práce. Prakticky implementuje poznatky zjištěné v předchozích krocích. Při experimentu je zkoumaný systém vystaven působení předem stanovených podmínek.

3.4 Syntéza

Syntéza slouží k vyhodnocení dat získaných experimentováním, stanovení výsledků zkoušek, k jejich posouzení, ověření předem stanovených hypotéz, stanovení závěrů a kritickému zhodnocení. V tomto případě se jedná zejména o posouzení, zda aplikace povrchové úpravy může mít významný vliv na zvýšení odolnosti OSB desky proti vlhkosti a snížení bobtnání, a to i z dlouhodobého hlediska. Dále o vyhodnocení efektivity jednotlivých povrchových úprav a jejich optimalizaci.

4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pro ověření hydroizolačních vlastností zvolených povrchových úprav OSB desek byly zvoleny následující zkoušky:

- stanovení bobtnání po uložení ve vodě dle ČSN EN 317 [30] a sledování růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody,
- stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním dle ČSN EN 321 [31] a následné stanovení bobtnání po uložení ve vodě a sledování růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody po zkoušce cyklováním,
- zkouška vzlínání vody v OSB desce, a to destruktivní a nedestruktivní.

Zkouška stanovení bobtnání po uložení ve vodě dle ČSN EN 317 spočívá v měření přírůstku tloušťky zkušebních vzorků po jejich úplném ponoření do vody [30]. Na základě toho byla vyhodnocena jako vhodná zkouška pro zjištění hydroizolačních vlastností vybraných povrchových úprav OSB desek. Z kapitoly 1.4.4 je patrné, že bývá k tomuto účelu používána. Málokdy se však v souvislosti s touto zkouškou přistupuje ke zjišťování vlivu hydroizolačních vlastností povrchových úprav z dlouhodobého hlediska. Tato práce si tedy mimo jiné vzala za cíl zjistit, po jakém časovém úseku dochází k ustálení bobtnání OSB desek, ať už v surovém stavu, či po opatření povrchovou úpravou.

Zároveň s bobtnáním byl u zkušebních vzorků zjišťován růst hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody s očekáváním, zda toto měření přinese stejný výsledek jako sledování bobtnání zkušebních vzorků při vyhodnocování nejúčinnější povrchové úpravy.

Zkoušky byly prováděny na neošetřených vzorcích OSB desek a zároveň na zkušebních vzorcích s aplikovanými povrchovými úpravami, aby bylo možné srovnání. Jedna sada vzorků byla opatřena povrchovými úpravami celoplošně a druhá pouze na řezných hranách, aby bylo možné zjistit, do jak velké míry je ošetření řezných hran schopno ovlivnit vnikání vody do OSB desky.

Stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním dle ČSN EN 321 spočívá ve vystavení zkušebních vzorků třem cyklům, kdy každý z nich zahrnuje uložení ve vodě, mražení a sušení při zvýšené teplotě [31]. Tuto zkoušku lze tedy brát za simulaci zrychleného střídání ročních období s možností získat přehled o trvanlivosti povrchových úprav. Vzorky, které prošly zkouškou cyklováním, byly následně podrobeny zkoušce bobtnání po uložení ve vodě a zjišťování růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí

vody. Zkoušky byly prováděny na neošetřených vzorcích OSB desek a zároveň na zkušebních vzorcích s povrchovými úpravami aplikovanými celoplošně.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.4.3, mohlo by dojít k situaci, kdy hrozí vztlínání vody do svislých konstrukcí. V rámci této práce byl navržen alternativní postup, jak zjistit průběh vztlínání vody v OSB desce. Zkouška vztlínání vody v OSB desce byla provedena ve dvou variantách, a to destruktivní s využitím gravimetrické metody a nedestruktivní s využitím příložného vlhkoměru pro měření vlhkosti dřeva. Účelem nedestruktivní zkoušky, která byla na provedení snazší a rychlejší, bylo mimo jiné zjistit, do jaké míry se její výsledky s destruktivní zkouškou shodnou. Zkoušky byly prováděny na neošetřených zkušebních vzorcích a na vzorcích opatřených povrchovou úpravou celoplošně.

4.1 Výběr materiálu

4.1.1 OSB desky

Pro účely výzkumu a výrobu zkušebních těles byly použity komerční OSB desky EGGER OSB 4 TOP s tloušťkou 15 mm. Garantovaná charakteristická objemová hmotnost těchto desek byla větší než 600 kg/m^3 [32]. Složení OSB desky je prezentované v tabulce č. 4. Dle normy ČSN EN 300 jde o desky klasifikované jako OSB/4, tedy zvlášť zatížitelné nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí. Hodnota bobtnání desek OSB/4 po 24 hodinách úplného ponoření ve vodě je touto normou stanovena na 12 % [13].

Tabulka č. 4: Základní složení desky EGGER OSB 4 TOP

[Zdroj: Vlastní zpracování dle: [33]]

85-92 %	Hmotnost absolutně suchého dřeva (odkorněného, převážně jehličnaté dřeva typu borovice a smrk, obsah tvrdého dřeva max. do 30 %)
4-6 %	Voda (vlhkost dřeva)
3-6 %	PMDI lepidlo v povrchových a jádrových vrstvách
≤1 %	Emulze parafínového vosku pro hydrofobizaci

Volba této OSB desky byla učiněna na základě jejího použití jako opláštění konstrukčních izolovaných panelů (SIPs) hlavním distributorem tohoto konstrukčního systému na českém trhu, tedy firmou EUROPANEL s.r.o., která vzorky desek sama poskytla. Vzhledem k tomu, že hlavním účelem této práce bylo zjištění účinnosti

povrchových úprav zvyšujících odolnost OSB desek proti vlhkosti, nebyla volba typu desky příliš podstatná. Musel být však zachován jeden typ desek pro všechny provedené zkušební metody a jedna výrobní šarže použitých desek.

4.1.2 Povrchové úpravy

Při výběru povrchových úprav rozhodovalo několik kritérií. Hlavním kritériem bylo, aby zvolená povrchová úprava zvyšovala odolnost povrchu OSB desky proti příjmu vlhkosti. V tabulce č. 5 jsou shrnuty informace ohledně této vlastnosti tak, jak bylo deklarováno v technických listech, podle kterých byl výběr proveden.

Tabulka č. 5: Vlastnosti vybraných povrchových úprav z hlediska zvýšení odolnosti povrchu proti vlhkosti dle technických listů

[Zdroj: Vlastní zpracování dle: [34]–[42]]

Povrchová úprava	Vlastnosti povrchové úpravy z hlediska ochrany proti vlhkosti
Silikonový nátěr Decoproyc	Vodotěsný i v oblastech se stojatou vodou, vynikající odolnost proti UV záření a vlivům počasí
Izolační stěrka Botament RD 1 Universal	Rychleschnoucí stavební hydroizolace, vysoká odolnost proti UV záření, mrazu a stárnutí
Penetrační emulze Decoproyc	Produkuje voděodolný film na podkladu
Korková směs Decoproyc	Plně voděodolná
Lak k ošetřování dřeva Isoliergrund	Působí proti vlhkosti a je odolný vůči povětrnostním vlivům
Akrylátová barva na dřevo Rofalin Acryl	Odolává dešťovým srážkám, světlu a povětrnostním vlivům
Přípravek na vodní bázi Induline SW-910	Zabraňuje přijímání vlhkosti čelními plochami a prasklinami řeziva, tvoří na povrchu elastický vodu odpuzující bezbarvý film
Adhezni můstek Hasoft Drsoň	Lze jej použít samostatně pro zpevnění povrchu a zvýšení jeho hydrofobity, odolný vůči vodě
Zpevňovač dřeva na polyuretanové bázi PU-Holzverfestigung	Stabilizuje a zpevňuje dřevo, které bylo poškozené houbami nebo dřevokazným hmyzem, má velmi dobré penetrační vlastnosti s vysokou hloubkou průniku, používá se k ochraně před příjmem vlhkosti

Dalším kritériem byla vhodnost povrchové úpravy k použití přímo na OSB desky. Pokud tak nebylo uvedeno přímo v technickém listu, byla volba učiněna po konzultaci se zástupcem výrobce. Výběr povrchových úprav dále ovlivnila jejich dostupnost na trhu a v neposlední řadě způsob jejich aplikace, která měla být především snadná, bez nutnosti předchozího broušení povrchu OSB desky nebo následného vytvrzení úpravy například

UV zářením. U žádné z vybraných povrchových úprav toto nebylo vyžadováno, podmínkou bylo pouze zbavení povrchu případných nečistot před aplikací. Některé úpravy však na základě pokynů výrobce vyžadovaly aplikaci ve více vrstvách nebo ve skladbě s dalším přípravkem. Nakonec bylo vybráno 8 typů povrchových úprav, jejich detailnější specifikace a skladby jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Specifikace testovaných povrchových úprav

[Zdroj: Vlastní zpracování dle: [34]–[42]]

Číslo skladby povrchové úpravy	Specifikace povrchové úpravy nebo její skladby	Možnost použití
1	Silikonový hydroizolační nátěr Decoproyc – 1 vrstva	exteriér
2	Jednosložková hydroizolační stěrka na bázi polymerů Botament RD 1 Universal – 1 vrstva	exteriér
3	Penetrační vodní emulze akrylického kopolymeru Decoproyc – 1 vrstva Korková směs pro aplikaci stříkáním Decoproyc (organická směs drceného korku, akrylátové emulze ve vodní disperzi, pigmentů a vody) – 2 vrstvy	exteriér
4	Lak k ošetřování dřeva vhodný pro provádění základních nátěrů Isoliergrund (složení: akrylát, TiO ₂ , BaSO ₄ , lakový benzín, Na-fosfát, voda, konzervační přísada) – 2 vrstvy	exteriér i interiér
5	Akrylátová barva na dřevo Rofalin Acryl (složení: akrylát, TiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , křemičitan, lakový benzín, glycol, konzervační přísada, voda) – 2 vrstvy	exteriér i interiér
6	Přípravek na vodní bázi na ochranu čelních ploch dřeva Induline SW-910 (složení: 5-chlor-2-methyl-2H-isothiazol-3-on a 2-methyl-2H-isothiazol-3-on (3:1), 1,2-benzisothiazol-3(2H)-on) – 1 vrstva	exteriér i interiér
7	Adhezní můstek Hasoft Drsoň (jednosložkový bezrozpouštědlový nátěr, směs plniv a kameniv ve vodné styren-akrylátové disperzi) – 1 vrstva	exteriér i interiér
8	Přípravek ke zpevnění dřeva na polyuretanové bázi PU-Holzverfestigung (složení: diphenylmethan-4,4'-diisocyanat, rozmezí aromat. uhlovodíků C ₉ -C ₁₁ , diphenylmethan-2,4'-diisocyanat, hexamethylen-1,6-diisocyanat homopolymer) – 1 vrstva Lak k ošetřování dřeva vhodný pro provádění základních nátěrů Isoliergrund – 2 vrstvy	exteriér i interiér

Jisté pochybnosti byly věnovány povrchové úpravě s číslem 8 kvůli zahrnutí polyuretanového zpevňovače dřeva, který byl na bázi rozpouštědel. Měl však přidané hodnoty ve zvýšení odolnosti proti škůdcům a velké hloubce průniku a používal se pouze jako základní nátěr překrytý 2 celistvými vrstvami laku na vodní bázi. Aplikaci akrylátové barvy (č. 5) na dřevo do exteriéru doporučoval výrobce provést až na základní nátěr provedený například lakem k ošetřování dřeva (č. 4). Pro snadnější srovnání

účinnosti jednotlivých úprav však bylo nakonec rozhodnuto, že bude akrylátová barva ponechána pro účely tohoto výzkumu bez základního nátěru.

4.2 Výroba zkušebních vzorků

Pro zkoušku stanovení bobtnání po uložení ve vodě a sledování růstu hmotnosti a zkoušku cyklováním byly nařezány zkušební vzorky o rozměrech 50 × 50 mm dle normy ČSN EN 317 [30]. Počet zkušebních vzorků byl pro tyto účely stanoven v souladu s normou ČSN EN 326-1 [43] na 8 kusů.



Obrázek č. 2: Zkušební vzorky pro zkoušku stanovení bobtnání po uložení ve vodě (8 kusů v surovém stavu a 2 sady s povrchovými úpravami – 136 kusů)
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Levý sloupec shora:

vzorky bez povrchové úpravy, skladba 5 – akrylátová barva na dřevo,
skladba 6 – přípravek na vodní bázi na ochranu čelních ploch dřeva,
skladba 7 – adhezni můstek, skladba 8 – skladba se zpevňovačem na polyuretanové bázi

Pravý sloupec shora:

skladba 1 – silikonový hydroizolační nátěr, skladba 4 – lak k ošetřování dřeva,
skladba 2 – hydroizolační stěrka, skladba 3 – stříkaný korek

Celkem byly pro zkoušku bobtnání po uložení ve vodě a sledování růstu hmotnosti v příčné souvislosti s absorpcí vody zhotoveny 2 sady vzorků po 8 kusech pro každou

povrchovou úpravu. 1 sada byla opatřena povrchovými úpravami celoplošně a 1 sada měla aplikovány povrchové úpravy pouze na řezných hranách. Dalších 8 kusů vzorků bylo ponecháno v surovém stavu. Celkem bylo tedy připraveno 136 kusů zkušebních vzorků pro tuto zkoušku, jak je ilustrováno na obrázku č. 2.

Pro stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním byly vyrobeny zkušební vzorky stejných rozměrů, ale byla zhotovena pouze 1 sada vzorků, které byly opatřeny povrchovými úpravami celoplošně. I v tomto případě bylo vyrobeno 8 kusů zkušebních vzorků pro každou povrchovou úpravu a 8 kusů ponecháno bez úpravy. Celkem bylo pro tuto zkoušku připraveno 72 kusů vzorků.

Pro zkoušky vztlínáním vycházelo stanovení rozměrů zkušebních vzorků především z možností dostupných měřících přístrojů a z předpokladu, že po 5 dnech, což byla délka trvání zkoušky, nevyvzlíná voda do větší výšky než 200 mm. Příklad zkušebních vzorků bez povrchové úpravy je prezentován na obrázku č. 3. Vzorky byly odebírány tak, aby jejich delší hrana byla rovnoběžná s podélnou orientací třísek v povrchových vrstvách OSB desky.



Obrázek č. 3: Příklad zkušebních vzorků bez povrchové úpravy pro zkoušky vztlínáním
[Zdroj: Vlastní zpracování]

(vlevo – destruktivní zkouška, vpravo – nedestruktivní zkouška)

Rozměry vzorků pro účely destruktivní zkoušky byly 15×200 mm. Pro každou povrchovou úpravu aplikovanou celoplošně bylo připraveno celkem 15 kusů vzorků. Zkouškou prošlo také 15 kusů vzorků bez povrchové úpravy. Celkem bylo pro tuto zkoušku vyrobeno 135 kusů zkušebních vzorků.

Nedestruktivní zkouška byla prováděna na vzorcích o rozměrech 40×200 mm. Pro každou povrchovou úpravu, která byla aplikována celoplošně, byly zhotoveny 3 kusy

zkušebních vzorků a další 3 kusy vzorků byly ponechány v surovém stavu. Celkem tedy 27 kusů zkušebních vzorků.

Tabulka č. 7: Výběr charakteristik povrchových úprav s ohledem na jejich aplikaci
[Zdroj: Vlastní zpracování dle: [34]–[42]]

Povrchová úprava	Objemová hmotnost [g/cm ³]	Barva	Aplikační teplota [°C]	Využitý způsob aplikace	Možnost nanesení další vrstvy	Úplné vytvrzení (pro 1 vrstvu)
Silikonový nátěr Decoproyc	1,13	šedá	+5 až +50	natírání štětcem	24 hodin	4 týdny
Izolační stěrka Botament RD 1 Universal	1,10	zelená	+5 až +35	natírání štětcem	6 hodin	24 hodin
Penetrační emulze Decoproyc	1,00 až 1,10	bílá	min. 0	natírání štětcem	12 hodin	24 hodin
Korková směs Decoproyc	0,50 až 0,70	bílá	neuveďeno (provedeno při 22 °C)	stříkání	24 hodin	24 hodin
Lak k ošetřování dřeva Isoliergrund	1,25	bílá	+5 až +30	natírání štětcem	12 hodin	12 hodin
Akrylátová barva na dřevo Rofalin Acryl	1,15 až 1,24	bílá	+5 až +25	natírání štětcem	2 až 4 hodiny	2 týdny
Přípravek na vodní bázi Induline SW-910	1,04	bez	+15 až +30	natírání štětcem	2 hodiny	2 hodiny
Adhezni můstek Hasoft Drsoň	1,25	červená	+5 až +30	natírání štětcem	4 až 6 hodin	6 hodin
Zpevňovač dřeva na polyuretanové bázi PU-Holzverfestigung	1,12	hnědá	+10 až +25	natírání štětcem	6 hodin	7 dní

Aplikace povrchových úprav byla u většiny zkušebních vzorků provedena natíráním, jak vyplývá z tabulky č. 7. Pouze korková směs byla aplikována stříkáním pomocí pistole – obrázek č. 4 – zapůjčené od firmy EUROPANEL s.r.o., která byla pro nanášení této povrchové úpravy přímo určena. Vzhledem k tomu, že zkušební vzorky měly pro účely používání stříkací pistole malé rozměry, byla aplikace celkem náročná a zrna drceného korku se nedařilo aplikovat úplně rovnoměrně, což je znatelné i z obrázku č. 2. Vrstvy se však díky pojivu této povrchové úpravy přesto podařilo nanést celistvě.

Nejprve byly povrchové úpravy aplikovány na vzorky o rozměrech 50 × 50 mm. U zkušebních vzorků s povrchovými úpravami pouze na řezných hranách byla aplikace

snadnější, neboť vždy zůstávala přední a zadní plocha vzorku volná k jeho uchopení a následnému odložení ke schnutí. Také u vzorků, které měly být povrchovými úpravami opatřeny celoplošně, bylo nejprve přistoupeno k aplikaci na řezné hrany a po odložení vzorků na rovnou plochu byla provedena aplikace úprav i na plochy, na kterých v tu chvíli vzorky neležely. Poté se povrchové úpravy nechaly schnout po dobu odpovídající možnosti nanesení další vrstvy dle tabulky č. 7. Následně byly vzorky obráceny a nátěrem či nástřikem byla opatřena i jejich zbývající plocha. Povrchové úpravy byly u všech vzorků zataženy i přes hrany přiléhající k těmto dodatečně upravovaným plochám, aby byla zajištěna jejich celistvost. Pokud se povrchová úprava skládala z více vrstev, bylo tímto způsobem přistupováno ke každé z nich.



Obrázek č. 4: Pistole na stříkaný korek
[Zdroj: [44]]

Časově nejnáročnější byla jednoznačně výroba vzorků opatřených skladbou povrchové úpravy č. 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním. Výroba těchto zkušebních vzorků trvala 5 dní. Nejdelší dobu pro úplné vytvrzení potřebovala povrchová úprava č. 1 – silikonový hydroizolační nátěr. Podle tabulky č. 7 šlo o 4 týdny. Od tohoto údaje se odvíjela doba zrání pro všechny vzorky podrobené zkoušce bobtnání po uložení ve vodě, protože všechny vzorky byly testovány zároveň. K této zkoušce bylo přistoupeno jako první a trvala 20 dní. Vzorky připravené pro zkoušku cyklováním měly dobu zrání o toto období prodlouženou. Po celou dobu byly vzorky uloženy v místnosti se střední relativní vlhkostí vzduchu 65 % a teplotou 21 °C.

Nanášení povrchových úprav na vzorky pro obě varianty zkoušky vzlínáním probíhalo stejným způsobem, jak bylo popsáno výše pro vzorky o rozměrech 50 × 50 mm

opatřené povrchovými úpravami celoplošně. Rozdíl byl v tom, že se začátkem zkoušky se nemuselo čekat celé 4 týdny, neboť vzhledem k časové náročnosti její destruktivní varianty mohla být experimentu v jednu chvíli podrobena vždy jen jedna povrchová úprava, experiment trval pro každou z nich 5 dní a začínalo se vzorky bez povrchové úpravy. Dále se postupovalo podle doby nutné pro úplné vytvrzení povrchové úpravy dle tabulky č. 7. Na konec byly ponechány vzorky s povrchovou úpravou č. 1 – silikonový hydroizolační nátěr a tím bylo zajištěno její úplné vytvrzení. I v tomto případě byly vzorky ponechány v místnosti se střední relativní vlhkostí vzduchu 65 % a teplotou 21 °C.

4.3 Provádění zkoušek

Před zahájením každého z experimentů bylo ověřeno, že zkušební vzorky byly klimatizovány do konstantní hmotnosti, což znázorňuje obrázek č. 5. Vzorky byly umístěny v místnosti se střední relativní vlhkostí vzduchu 65 % a teplotou 21 °C. Konstantní hmotnosti bylo dosaženo, když se výsledky dvou po sobě následujících vážení vykonaných v intervalu 24 hodin nelišily o více než 0,1 % hmotnosti každého vzorku [30]; [31]. Vážení vzorků bylo prováděno na laboratorní váze Ohaus PX523M.



Obrázek č. 5: Vážení zkušebních vzorků velikosti 50 × 50 mm při ověřování dosažení konstantní hmotnosti

[Zdroj: Vlastní zpracování]

4.3.1 Zkouška stanovení bobtnání a sledování růstu hmotnosti po uložení ve vodě

Zkouška vycházela z normy ČSN EN 317. Po dobu 20 dnů byly zkušební vzorky ponořeny ve vodě o teplotě 20 °C. Během ponoření musely být zkušební vzorky odděleny od sebe navzájem a také ode dna a stěn vodní lázně. Horní boky vzorků měly být 25 mm pod hladinou vody po celou dobu zkoušky [30]. OSB desky však vzhledem ke své objemové hmotnosti byly vodou nadnášeny. Aby vyjmenované podmínky mohly být dodrženy, byly vzorky shora a zdola uzavřeny mezi konstrukcí z dutých tyčí z nerezové oceli, jak je zřejmé i z obrázku č. 6. Tyče měly kruhový průřez, aby styčná plocha se vzorky byla minimální.

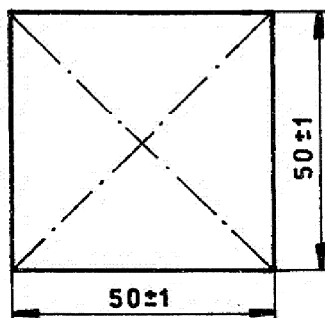


Obrázek č. 6: Zkušební vzorky ponořené ve vodě při zkoušce stanovení bobtnání
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Každých 24 hodin byly vzorky vytaženy z vody a pomocí mikrometru změřena tloušťka každého z nich s přesností 0,01 mm v průsečíku úhlopříček [30] podle obrázku č. 7. Kromě změření tloušťky byl každý vzorek zvážen na laboratorní váze Ohaus PX523M s přesností 0,001 g, kterou lze vidět na obrázku č. 5. Po každém měření byla voda vyměněna.

Počet vzorků byl v souladu s normou ČSN EN 326-1 [43] stanoven na 8 kusů pro každou povrchovou úpravu. Jedna sada vzorků byla opatřena povrchovými úpravami celoplošně, druhá měla povrchové úpravy aplikovány pouze na řezné hrany. Aby bylo možné srovnání účinků povrchových úprav, bylo do zkoušky zařazeno i 8 kusů vzorků

bez povrchové úpravy. Veškeré vzorky, které byly podrobeny této zkoušce jsou prezentovány v rámci kapitoly 4.2 na obrázku č. 2.



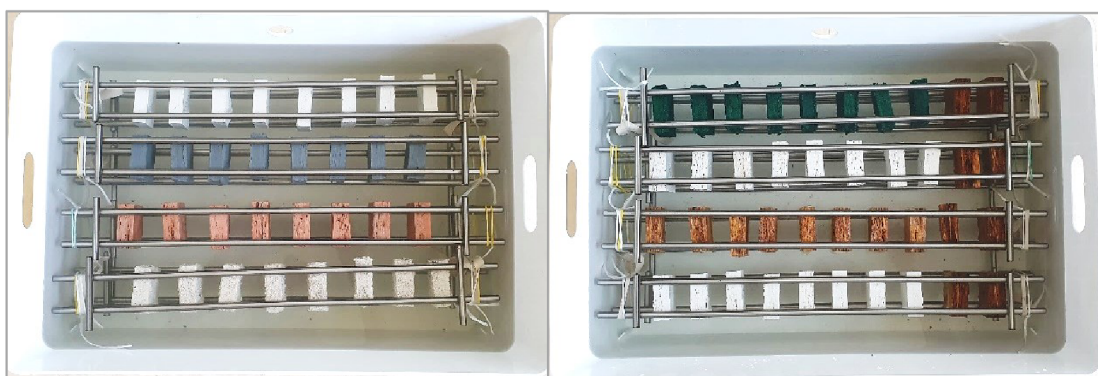
Obrázek č. 7: Zkušební těleso pro měření bobtnání (rozměry v mm) dle normy ČSN EN 317
[Zdroj: [30]]

Hlavními cíli zkoušky bylo sledovat chování OSB desky vystavené dlouhodobému působení vlhkosti, zjistit, zda po určité době dojde k ustálení důsledků působení vlhkosti, a především získat přehled o účinnosti jednotlivých povrchových úprav.

4.3.2 Stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním

Zkouška byla založena na normě ČSN EN 321 [31]. Její princip spočíval v ponoření zkušebních vzorků do vody o teplotě 20 °C na dobu 70 hodin, následně byly vzorky na 24 hodin vystaveny teplotě -20 °C, poté na 70 hodin vystaveny teplotě +70 °C a nakonec 4 hodiny chlazeny při 21 °C. Tento cyklus byl zopakován celkem třikrát.

Ponoření vzorků do vody probíhalo stejným způsobem jako při zkoušce stanovení bobtnání po uložení ve vodě. Norma ČSN EN 321 však navíc požadovala, aby byl dodržen odstup zkušebních vzorků 15 mm od sebe navzájem. Požadavek byl dodržen, jak je patrné z obrázku č. 8.



Obrázek č. 8: Zkušební vzorky uložené ve vodě při zkoušce cyklováním
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Za několik minut po okapání byly vzorky umístěny do mrazničky (obrázek č. 9). Dle normy musely stát vzorky na stejném boku jako ve vodní lázni a mít mezi sebou odstup minimálně 15 mm.



Obrázek č. 9: Zkušební vzorky umístěné v mrazničce při zkoušce cyklováním
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Ihned po vyjmutí z mrazničky byly naskládány do sušárny Binder ED 56 (obrázek č. 10), stály na stejném boku jako při uložení ve vodní lázni i v mrazničce a měly mezi sebou odstup 15 mm. Po vyjmutí ze sušárny byly vzorky na 4 hodiny ponechány v prostředí o teplotě 21 °C a opět stály na stejném boku jako v předchozích krocích s dodržáním odstupu 15 mm od sebe.



Obrázek č. 10: Zkušební vzorky uložené v sušárně při zkoušce cyklováním
[Zdroj: Vlastní zpracování]

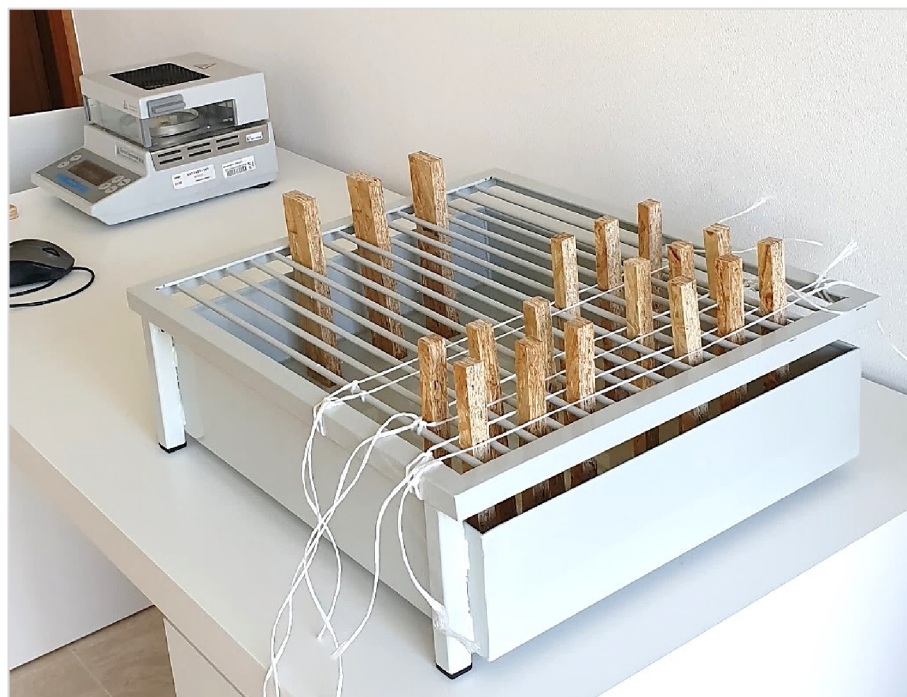
Počet vzorků pro zkoušku cyklováním byl 8 kusů pro každou povrchovou úpravu, již byly vzorky opatřeny celoplošně. Zkoušce byl podroben také stejný počet vzorků bez povrchové úpravy.

Po dokončení všech cyklů byly tytéž vzorky podrobeny zkoušce stanovení bobtnání po uložení ve vodě a sledování růstu hmotnosti popsané v kapitole 4.3.1.

Cílem této zkoušky bylo umožnit předvídat trvanlivost jednotlivých povrchových úprav a jejich reakce na změny počasí v důsledku střídání ročních období.

4.3.3 Destruktivní zkouška vzlínání

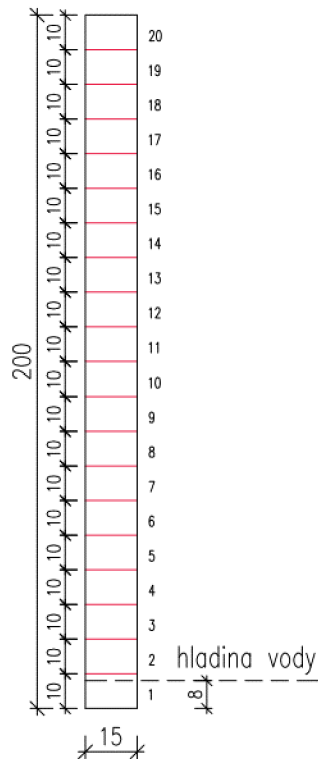
Podstatou této zkoušky bylo zjištění, jak vysoko vyvzlíná voda ve zkušebních vzorcích. Zároveň sloužila ke srovnání výsledků získaných nedestruktivní zkouškou pomocí příložného vlhkoměru.



Obrázek č. 11: Zkušební vzorky při zkouškách vzlínání a analyzátor vlhkosti
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Zkušební vzorky o rozměrech 15 × 200 mm byly kratší hranou postaveny do vody s hladinou ve výšce 8 mm ode dna nádoby. Nádoba byla umístěna v místnosti se střední relativní vlhkostí vzduchu 65 % a teplotou 21 °C. Ke zkoušce byla využita gravimetrická metoda založená na zvážení vlhkých vzorků, jejich vysušení a opětovném zvážení. Pro tento účel bylo připraveno pro každou povrchovou úpravu celkem 15 vzorků opatřených povrchovou úpravou celoplošně. Zkouškou prošlo také 15 vzorků bez povrchové úpravy,

právě ty lze vidět na obrázku č. 11. Vždy v intervalu 24 hodin byly postupně z vody vytaženy 3 vzorky. Z každého vzorku byly od hrany, jež byla umístěna ve vodě, odřezávány ruční pilou segmenty v intervalu 10 mm, jak je znázorněno na obrázku č. 12.



Obrázek č. 12: Schéma postupu rozřezání vzorku při destruktivní zkoušce (rozměry v mm)
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Jednotlivé segmenty byly umísťovány do analyzátoru vlhkosti Denver Instrument IR-30, který je na obrázku č. 11. Nakonec byl každý ze vzorků rozřezán na 20 segmentů po 10 mm a u každého segmentu byla analyzována jeho vlhkost. Jako příklad je uveden na obrázku č. 13 rozřezaný vzorek s povrchovou úpravou číslo 5 – akrylátová barva na dřevo.



Obrázek č. 13: Rozřezaný zkušební vzorek po destruktivní zkoušce vzlinání
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Teplota sušení byla dle normy ČSN EN 322 [45] nastavena na 105 °C. Protože vysoušení jednotlivých segmentů trvalo delší dobu, byla vždy ještě nerozřezaná část vzorku umístěna do ochranného obalu, aby bylo zamezeno odpařování vody a dosáhlo se co nejpřesnějšího výsledku.

Doba trvání zkoušky pro každou povrchovou úpravu a vzorky bez povrchové úpravy byla 5 dní. Vzhledem k velké časové náročnosti nebylo možné provádět experiment na více než 3 vzorcích denně. Celková doba trvání zkoušky tedy činila 45 dní.

4.3.4 Nedestruktivní zkouška vzlínání

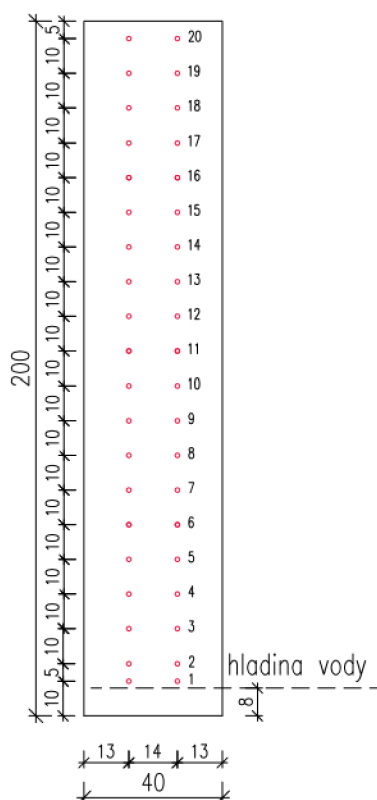
Nedestruktivní zkouška vzlínání byla prováděna pomocí příložného vlhkoměru Storch HPM 2000. Každá povrchová úprava byla zkoušena na 3 vzorcích ošetřených povrchovou úpravou celoplošně. Byly zahrnuty také 3 vzorky bez povrchové úpravy. Všechny měly rozměr 40 × 200 mm. Kratší hranou byly postaveny do vody stejně jako u destruktivní varianty zkoušky vzlínáním a do nádoby s vodou byly umístěny vždy zároveň se vzorky s totožnou povrchovou úpravou připravenými pro destruktivní zkoušku, případně bez povrchové úpravy, jak je patrné i z obrázku č. 11. Tím bylo docíleno, že podmínky prostředí pro obě varianty experimentu a danou povrchovou úpravu byly totožné. Zjišťování vlhkosti pomocí příložného vlhkoměru nebylo tak časově náročné a mohlo tedy probíhat ve stejné dny jako zkoušení gravimetrickou metodou.



Obrázek č. 14: Vlhkoměr používaný při nedestruktivní zkoušce vzlínání
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Vždy v intervalu 24 hodin byly postupně vzorky vytaženy z vody. Pomocí příložného vlhkoměru, který je na obrázku č. 14, bylo měřeno % H₂O z obou stran vzorku. Elektrody by mohly sloužit i jako hloubkové sondy, nicméně povrch OSB desek byl příliš tvrdý.

Postup přikládání elektrod na povrch vzorků je znázorněn na obrázku č. 15. Měření z obou stran vzorku bylo zvoleno, kvůli již známému faktu, že transport vody v OSB desce probíhá nepravidelně [20]; [21]. Bylo tedy předpokládáno, že takto se dosáhne přesnějších výsledků. Po všechny dny, kdy probíhalo měření, bylo také dbáno na to, aby elektrody byly umístěny vždy do stejného místa souměrně vzhledem ke svislé ose vzorku. Při prvním měření byly elektrody umístěny ve výšce 10 mm od spodní hrany vzorku, tedy těsně nad úroveň hladiny vody. Důvodem bylo, aby voda nemohla přes příložné místo následně vnikat do vzorků ve zvýšené míře, protože povrchová úprava byla elektrodami poškozena. Další měření bylo provedeno ve výšce 15 mm a dále bylo postupováno v intervalu po 10 mm, což vycházelo vždy na střed segmentů velikosti 10 mm, které byly postupně odřezávány při destruktivní variantě zkoušky.



Obrázek č. 15: Schéma postupu měření příložným vlhkoměrem (rozměry v mm)
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Naměřené procentuální hodnoty se vztahovaly k absolutní vlhkosti dřeva, protože příložený vlhkoměr speciálně pro OSB desky nebyl k dispozici. Měřicí rozsah použitého příložného vlhkoměru byl 6–30 %, přičemž rozmezí 6–12 % značil suchý vzorek, 13–19 % mezní hodnoty a 20–30 % vysoký obsah vlhkosti.

Měření pro každou povrchovou úpravu a vzorky bez povrchové úpravy byla opakována 5 po sobě následujících dnů. Protože měření bylo prováděno souběžně s destruktivní zkouškou, trval i tento experiment 45 dní.

4.4 Metody vyhodnocení výsledků měření

4.4.1 Testování normality dat

Normální rozdělení naměřených dat bylo ověřeno pomocí Shapiro-Wilkova testu, který norma ČSN 01 0225 doporučuje pro rozsah výběrového souboru od 3 do 50 a označuje ho jako kritérium W [46]. Sestrojení výpočtového schématu bylo provedeno podle této normy, jejíž součástí jsou také tabulky koeficientů pro Shapiro-Wilkův test a kritické hodnoty. Vyhodnocení bylo provedeno na hladině významnosti α : 0,05, a to porovnáním s kritickými hodnotami pro $n = 8$ nebo $n = 3$ podle počtu zkušebních vzorků u jednotlivých zkoušek. U zkoušek stanovení bobtnání a sledování růstu hmotnosti po uložení ve vodě bylo vyhodnocení prováděno až po odečtení hodnot z 1. dne měření, tedy před ponořením do vody. Všechny vypočítané hodnoty byly větší nebo rovny než kritické hodnoty, měly tedy normální rozdělení.

4.4.2 Vyhodnocení zkoušky stanovení bobtnání a sledování růstu hmotnosti po uložení ve vodě

Zkouška trvala celkem 20 dní. Každý den byly pro jednotlivé zkušební vzorky pořizovány záznamy o změřené tloušťce v průsečíku úhlopříček s přesností na 0,01 mm dle obrázku č. 7 a hmotnosti s přesností na 0,001 g. 1. den měření byly pořizeny záznamy hodnot týkající se stavu vzorků po dosažení konstantní hmotnosti a před ponořením do vody. Každým následujícím měřením byly získány hodnoty po ponoření ve vodě, a to vždy v intervalu 24 hodin po dobu 19 dní. Tyto záznamy jsou přílohou č. 1 disertační práce.

Výpočet hodnoty bobtnání každého zkušební vzorku $G_{t_{ij}}$ v jednotlivých dnech vyjádřené v procentech původní tloušťky na 1 desetinné místo vycházel z normy ČSN EN 317 [30] a byl proveden pomocí vztahu (1):

$$G_{t_{ij}} = \frac{t_{ij} - t_{i1}}{t_{i1}} 100 \quad (1)$$

t_{i1} tloušťka jednotlivých zkušebních vzorků 1. den před ponořením do vody v mm
 t_{ij} tloušťka jednotlivých zkušebních vzorků po ponoření ve vodě v mm podle dne měření

Hodnoty přírůstku hmotnosti každého zkušební vzorku v jednotlivých dnech vyjádřené v gramech byly vypočítány podle vztahu (2):

$$M_{ij} = m_{ij} - m_{i1} \quad (2)$$

m_{i1} hmotnost jednotlivých zkušebních vzorků 1. den před ponořením do vody v g
 m_{ij} hmotnost jednotlivých zkušebních vzorků po ponoření ve vodě v g podle dne měření

Zkušební vzorky byly očíslovány a rozříděny do skupin podle druhu aplikované povrchové úpravy a také podle toho, zda byla úprava aplikována na vzorek celoplošně nebo pouze na řezné hrany. Každá skupina sestávala z 8 vzorků. Zahrnuta byla také skupina 8 vzorků bez povrchové úpravy, se kterou byly ostatní srovnávány.

Hodnoty bobtnání a přírůstku hmotnosti pro každý den byly stanoveny aritmetickým průměrem výsledků bobtnání a přírůstků hmotnosti jednotlivých zkušebních vzorků v každé skupině se stejnou povrchovou úpravou nebo bez povrchové úpravy podle vztahů (3) a (4):

$$\bar{G}_{t_j} = \frac{\sum_{i=1}^n G_{t_{ij}}}{n} \quad (3)$$

$G_{t_{ij}}$ bobtnání jednotlivých zkušebních vzorků ve vybrané skupině a podle dne měření v %
 n počet zkušebních vzorků ve skupině ($n = 8$)

$$\bar{M}_j = \frac{\sum_{i=1}^n M_{ij}}{n} \quad (4)$$

M_{ij} přírůstek hmotnosti jednotlivých zkušebních vzorků ve vybrané skupině a podle dne měření v g
 n počet zkušebních vzorků ve skupině ($n = 8$)

Bobtnání bylo vyjádřené v procentech na 1 desetinné místo, přírůstek hmotnosti v gramech na 3 desetinná místa.

Kromě aritmetických průměrů byl pro každý den a skupinu vzorků vypočítán rozptyl výběrového souboru podle vztahu (5) pro bobtnání a (6) pro přírůstek hmotnosti.

$$s^2_{G_{t_j}} = \frac{\sum_{i=1}^n (G_{t_{ij}} - \bar{G}_{t_j})^2}{n - 1} \quad (5)$$

$G_{t_{ij}}$ bobtnání jednotlivých zkušebních vzorků ve vybrané skupině a podle dne měření v %

\bar{G}_{t_j} aritmetický průměr bobtnání vzorků ve vybrané skupině a podle dne měření v %

n počet zkušebních vzorků ve skupině ($n = 8$)

$$s^2_{M_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (M_{ij} - \bar{M}_j)^2}{n - 1} \quad (6)$$

M_{ij} přírůstek hmotnosti jednotlivých zkušebních vzorků ve vybrané skupině a podle dne měření v g

\bar{M}_j aritmetický průměr přírůstku hmotnosti vzorků ve vybrané skupině a podle dne měření v g

n počet zkušebních vzorků ve skupině ($n = 8$)

Rozptyl udává rozptýlenost jednotlivých hodnot od průměru souboru. Čím je rozptyl větší, tím jsou hodnoty rozptýlenější. Rozptyl se uvádí ve čtvercích měrných jednotek hodnot sledovaných proměnných, i když takové jednotky nemají fyzikální význam [47]. Vyplývá to ze vztahu pro jeho výpočet.

Dále byla pro každý den a skupinu vzorků vypočítána směrodatná odchylka, která je definována jako druhá odmocnina z rozptylu [47]. Pro bobtnání podle vztahu (7) a přírůstek hmotnosti podle vztahu (8). Směrodatná odchylka bobtnání byla vyjádřena v procentech na 1 desetinné místo, směrodatná odchylka pro přírůstek hmotnosti v gramech na 3 desetinná místa.

$$s_{G_{t_j}} = \sqrt{s^2_{G_{t_j}}} \quad (7)$$

$$s_{M_j} = \sqrt{s^2_{M_j}} \quad (8)$$

Pro každý den a skupinu vzorků byl proveden také výpočet variačního koeficientu, který udává, z kolika procent se na aritmetickém průměru podílí směrodatná odchylka [47]. Pro bobtnání byl variační koeficient vypočítán podle vztahu (9) a pro přírůstek hmotnosti podle vztahu (10).

$$V_{G_{t_j}} = \frac{s_{G_{t_j}}}{\bar{G}_{t_j}} 100 \quad (9)$$

$$V_{M_j} = \frac{s_{M_j}}{\bar{M}_j} 100 \quad (10)$$

Na základě vypočítaných hodnot bobtnání $G_{t_{ij}}$ a přírůstku hmotnosti M_{ij} všech zkušebních vzorků, rozdělených do skupin podle aplikovaných povrchových úprav a dnů měření, bylo provedeno posouzení nutnosti vyloučení extrémních hodnot souboru. Pro tento účel byl zvolen Grubbsův test extrémních odchylek. Lze jej použít i pro malou skupinu hodnot a používá se k vyloučení extrémních hodnot pro soubory dat s normálním rozdělením sledované náhodné veličiny. Vylučování se provádí na základě vypočítaného testovacího kritéria a jeho následného porovnání s tabulkovou kritickou hodnotou [48]. Obvykle se ke statistickému vyhodnocení naměřených hodnot přistupuje před prováděním jejich detailnější analýzy. V tomto případě však mělo statistické posouzení z hlediska vyloučení extrémních hodnot smysl až po odečtení hodnot získaných v 1. dnu měření. Výrazně odlišná hodnota takto měla možnost poukázat na chybu měření nebo například na výrazně vyšší absorpci vody oproti ostatním vzorkům, která by mohla být důsledkem porušení celistvosti povrchové úpravy, tedy možné chyby při její aplikaci. Postup vyhodnocení Grubbsovým testem byl proveden následujícím způsobem:

1. Bylo určeno minimum a maximum pro bobtnání a přírůstek hmotnosti, tedy z hodnot získaných po odečtení 1. dne měření, a to pro každý den měření (kromě 1. dne) a každou skupinu vzorků dle povrchové úpravy.
2. Byla vypočítána testovací kritéria pro minimální hodnotu T_l a maximální hodnotu T_n podle vztahu (11) pro bobtnání a (12) pro přírůstek hmotnosti s využitím již známých aritmetických průměrů a směrodatných odchylek. Výpočet testovacích kritérií byl stejný jako určení minimálních a maximálních

hodnot proveden pro každý den měření (kromě 1. dne) a každou skupinu vzorků dle povrchové úpravy.

$$T_1 = \frac{\bar{G}_{t_j} - G_{t_{min,j}}}{s_{G_{t_j}}}; T_n = \frac{G_{t_{max,j}} - \bar{G}_{t_j}}{s_{G_{t_j}}} \quad (11)$$

$G_{t_{min,j}}$ minimální hodnota bobtnání v % podle dne měření

$G_{t_{max,j}}$ maximální hodnota bobtnání v % podle dne měření

$$T_1 = \frac{\bar{M}_j - M_{min,j}}{s_{M_j}}; T_n = \frac{M_{max,j} - \bar{M}_j}{s_{M_j}} \quad (12)$$

$M_{min,j}$ minimální hodnota přírůstku hmotnosti v g podle dne měření

$M_{max,j}$ maximální hodnota přírůstku hmotnosti v g podle dne měření

3. Vypočítaná testovací kritéria byla porovnána s tabulkovou kritickou hodnotou $T_{krit} = 2,172$ pro $n = 8$ a zvolenou hladinu $\alpha: 0,05$ [49]. Pokud byly vypočítané hodnoty testovacích kritérií menší nebo rovny T_{krit} , pak minimální i maximální hodnota do souboru patřily a nemohly být vyloučeny. V případě, že by některé z vypočítaných kritérií bylo větší než T_{krit} , měla by být daná hodnota ze souboru vyloučena [48].

Průběh měření a výsledky byly zaznamenány do tabulek, podle kterých byly vyneseny grafy závislosti bobtnání a růstu hmotnosti na čase. Vše je uvedeno v příloze č. 1 této disertační práce. Tabulky v této příloze obsahují i hodnoty vypočítaných testovacích kritérií Grubbsova testu a je z nich patrné, že žádná hodnota nemusela být ze souboru vyloučena.

4.4.3 Vyhodnocení stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním

Zkušební vzorky opatřené povrchovými úpravami celoplošně a vzorky bez povrchové úpravy prošly třemi cykly, následně byly klimatizovány do konstantní hmotnosti a poté bylo přistoupeno ke stanovení bobtnání po uložení ve vodě a sledování růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody po dobu 20 dní. Vzhledem k tomu, že byl zachován i stejný počet vzorků jako u předešlé zkoušky, tedy 8 kusů v každé

skupině, bylo stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním vyhodnoceno stejným způsobem, jak bylo popsáno již v kapitole 4.4.2.

Také v tomto případě byly průběh měření a výsledky zaznamenány do tabulek, vyneseny grafy závislosti bobtnání a růstu hmotnosti na čase, vše je přílohou č. 2 disertační práce.

Co se týká vylučování extrémních hodnot Grubbsovým testem, tak i v tomto případě vyhověly při porovnání s tabulkovou kritickou hodnotou $T_{krit} = 2,172$ pro $n = 8$ a zvolenou hladinu $\alpha: 0,05$ [49] všechna vypočítaná testovací kritéria pro všechny skupiny vzorků i jednotlivé dny a žádná z hodnot nemusela být ze souboru dat vyloučena.

4.4.4 Posouzení významnosti vlivu povrchových úprav na bobtnání a růst hmotnosti

Data získaná měřením a vážením byla zpracována v programu SPSS Statistics 26. K posouzení významnosti vlivu povrchových úprav na snížení bobtnání nebo růstu hmotnosti vzorků OSB desek pro každý den po ponoření ve vodě byla využita jednofaktorová ANOVA (analýza rozptylu), která porovnává průměry mezi více než dvěma skupinami. ANOVA byla provedena v kombinaci s Dunnettovým testem, jež umožnil porovnání jednotlivých povrchových úprav s kontrolními vzorky, což byly v tomto případě vzorky bez povrchové úpravy. Posouzení bylo provedeno na hladině $\alpha: 0,05$ na základě p-hodnot, které byly vygenerovány pomocí programu. P-hodnota menší než 0,05 značí významný vliv povrchové úpravy na snížení bobtnání nebo růst hmotnosti oproti vzorkům bez povrchové úpravy.

4.4.5 Vyhodnocení destruktivní zkoušky vzlínání

Tato zkouška byla prováděna na vzorcích opatřených povrchovými úpravami celoplošně a na vzorcích bez povrchové úpravy. Trvala 5 dní pro každou povrchovou úpravu a vzorky bez úpravy a byla vyhodnocena pro každý den zvlášť.

Každý den byly 3 vzorky rozřezány na 20 segmentů po 10 mm dle schématu na obrázku č. 12 v kapitole 4.3.3. Jednotlivé segmenty byly postupně vkládány do analyzátoru vlhkosti Denver Instrument IR-30, který vyhodnotil vlhkost každého z nich v %, a to prostřednictvím vztahu (13).

$$H_{ij} = \frac{m_{H_{ij}} - m_{0_{ij}}}{m_{0_{ij}}} 100 \quad (13)$$

$m_{H_{ij}}$ hmotnost dílku z dané výšky zkušební vzorku, ve které se nacházel, při prvním vážení těsně po jeho odříznutí ze zkušební vzorku v g

$m_{0_{ij}}$ hmotnost dílku z dané výšky zkušební vzorku, ve které se nacházel, po jeho vysušení v g

Vlhkost pro každých 10 mm po výšce vzorku byla vypočítána aritmetickým průměrem vlhkostí jednotlivých dílků ze všech 3 vzorků, které se v dané výšce nacházely podle vztahu (14).

$$\bar{H}_j = \frac{\sum_{i=1}^n H_{ij}}{n} \quad (14)$$

H_{ij} změřená vlhkost jednotlivých dílků v % pro danou výšku zkušební vzorku, ve které se nacházely

n počet dílků pro danou výšku zkušební vzorku, ve které se nacházely ($n = 3$)

Pro každou výšku vzorku, ve které se dílky nacházely, byl dále proveden výpočet rozptylu podle vztahu (15), směrodatné odchylky podle vztahu (16) a variačního koeficientu podle vztahu (17).

$$s^2_{H_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (H_{ij} - \bar{H}_j)^2}{n - 1} \quad (15)$$

$$s_{H_j} = \sqrt{s^2_{H_j}} \quad (16)$$

$$V_{H_j} = \frac{s_{H_j}}{\bar{H}_j} 100 \quad (17)$$

Vypočítané aritmetické průměry a směrodatné odchylky pro dané výšky vzorku byly i v tomto případě využity k výpočtu testovacích kritérií Grubbsova testu extrémních odchylek. V případě, že by několik dílků po výšce vzorku mělo být podle Grubbsova testu vyloučeno, značilo by to potřebu nahrazení daného vzorku jiným vzorkem se stejnou povrchovou úpravou, který by stál ve vodě stejnou dobu. Testovací kritéria pro minimální hodnotu T_l a maximální hodnotu T_n byla určena na základě vztahu (18) a porovnána s tabulkovou kritickou hodnotou $T_{krit} = 1,412$ pro $n = 3$ a zvolenou hladinu $\alpha: 0,05$ [49].

$$T_1 = \frac{\bar{H}_j - H_{min,j}}{S_{H_j}}; T_n = \frac{H_{max,j} - \bar{H}_j}{S_{H_j}} \quad (18)$$

Vypočítaná testovací kritéria pro všechny výšky, v nichž se nacházely dílky, na které byly zkušební vzorky rozřezány, při porovnání s tabulkovou hodnotou T_{krit} vyhověla. Žádný ze vzorků tedy nebylo potřeba vyloučit.

Podrobný průběh měření a výsledky zkoušky pro jednotlivé dny byly zaznamenány do tabulek, také byly vyneseny grafy závislosti vlhkosti na výšce vzorku, přičemž na vodorovné ose jsou vynesena pořadová čísla měření v jednotlivých výškových úrovních a vše je přílohou č. 3 této disertační práce.

4.4.6 Vyhodnocení nedestruktivní zkoušky vztlínání

Nedestruktivní zkouška byla prováděna pomocí příložného vlhkoměru na vzorcích opatřených povrchovými úpravami celoplošně a vzorcích bez povrchové úpravy. Měření probíhalo vždy na 3 vzorcích podle právě zkoušené povrchové úpravy po dobu 5 dní. Výsledky i jejich vyhodnocení bylo zaznamenáváno pro každý den zvlášť. Elektrody vlhkoměru byly přikládány dle schématu na obrázku č. 15 v kapitole 4.3.4 a měření bylo tímto postupem prováděno z obou stran vzorků. Celkem bylo tedy pro každý den zaznamenáno 6 hodnot vlhkosti v procentech.

Naměřené procentuální hodnoty se vztahovaly k absolutní vlhkosti dřeva, protože příložný vlhkoměr speciálně pro OSB desky nebyl k dispozici. Měřicí rozsah použitého příložného vlhkoměru pro dřevo byl 6–30 %. V některých případech tedy při měření docházelo k tomu, že vlhkoměr neukázal žádnou hodnotu, což znamenalo, že vlhkost v daném místě byla méně než 6 %. Ve výsledcích je v takovém případě zaznamenáno <6 %. Někdy naopak ukazoval hodnoty daleko nad 30 %, což už bylo za hranici škály pro dřevo, přesnou hodnotu tedy nebylo možné určit. Do výsledků bylo takové měření zaznamenáno >30 %.

Vzhledem k omezeným možnostem příložného vlhkoměru byly výsledky pro každou výšku umístění elektrod příložného vlhkoměru stanoveny aritmetickým průměrem z 6 naměřených hodnot a další statistické vyhodnocení prováděno nebylo.

V některých výškách umístění elektrod nenaměřil vlhkoměr na většině vzorků žádnou hodnotu, tedy <6 % a přitom u některého vzorku naměřil přesné číslo. Pokud ale přesná čísla byla v menšině, tedy byla naměřena v jedné výšce pouze jednou nebo dvakrát (vždy se v takových případech jednalo o 6 %), byl konečný výsledek vyhodnocen <6 %.

Naopak, pokud na většině vzorků bylo naměřeno 6 % a pouze jedenkrát nebo dvakrát nebyla naměřena žádná hodnota ($<6\%$), bylo jako konečný výsledek vyhodnoceno 6 %.

V některých případech při nízkých výškách umístění elektrod naměřil přesná čísla a zároveň $>30\%$. Pokud $>30\%$ tvořilo většinu naměřených hodnot, tedy přesná čísla se vyskytla pouze jedenkrát nebo dvakrát v dané výšce měření, byl konečný výsledek zaznamenán jako $>30\%$ a přesná čísla zanedbána. V opačném případě, tedy kdyby přesná čísla tvořila většinu, bylo by zanedbáno měření, které ukázalo $>30\%$ a aritmetický průměr byl spočítán na základě počtu změřených přesných čísel. Taková situace však v tomto případě nenastala.

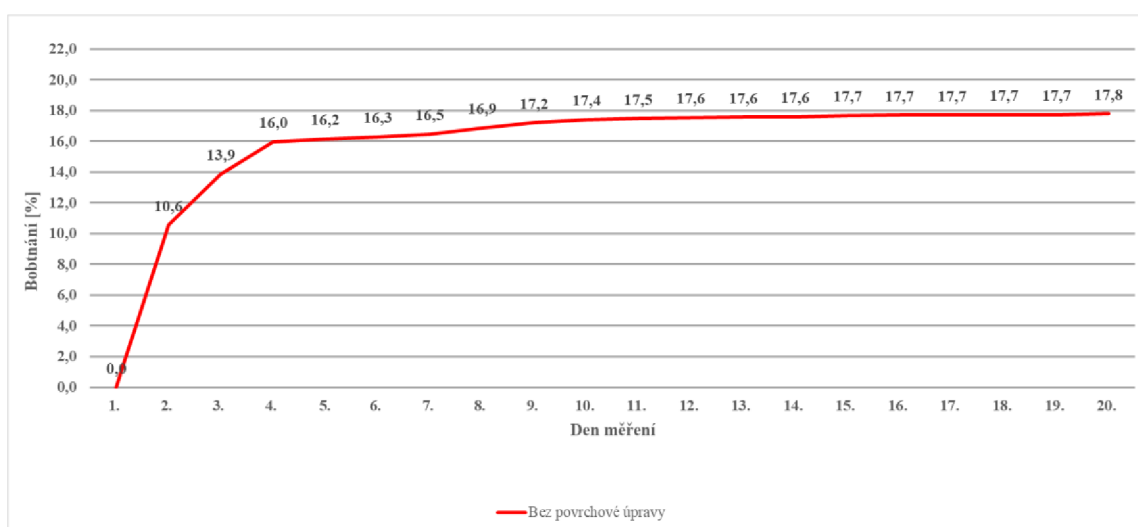
Průběh měření a výsledky zkoušky pro jednotlivé dny byly zaznamenány do tabulek a byly vyneseny grafy závislosti vlhkosti na výšce vzorku, přičemž na vodorovné ose jsou vynesena pořadová čísla měření v jednotlivých výškových úrovních. Vše je přílohou č. 3 této disertační práce.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky jednotlivých zkoušek pro vzorky bez povrchové úpravy a každou povrchovou úpravu zvlášť jsou uvedeny v přílohách této disertační práce. Zde jsou v grafech a tabulkách uváděny výsledky pro všechny povrchové úpravy dohromady, aby bylo možné jejich vzájemné srovnání.

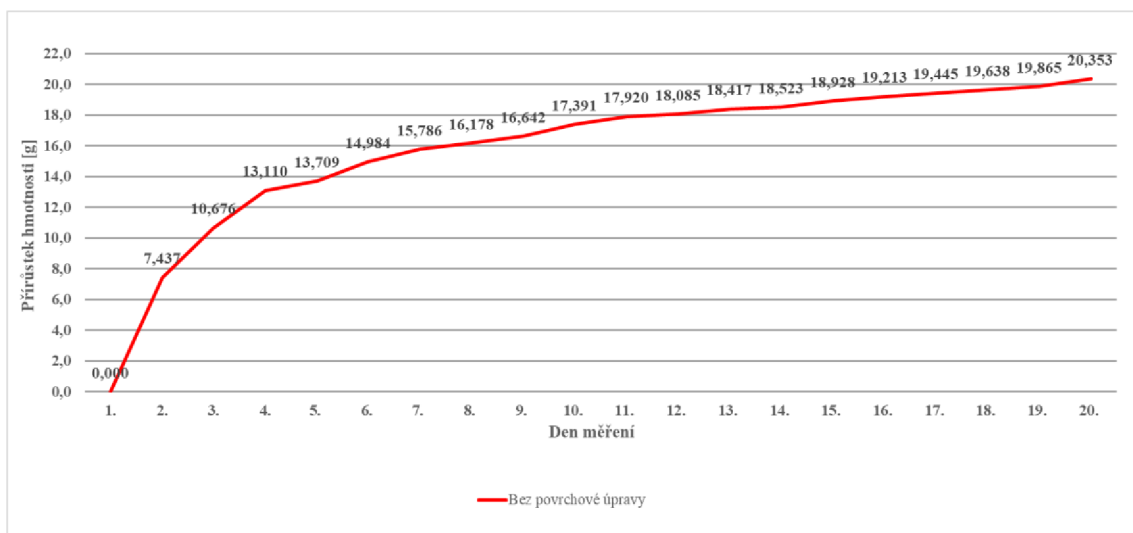
5.1 Výsledky zkoušky stanovení bobtnání a sledování růstu hmotnosti po uložení ve vodě

Průměrná hodnota bobtnání po 24 hodinách získaná tímto výzkumem pro vzorky bez povrchové úpravy byla 10,6 %. Testované vzorky desky OSB/4 tedy vykazovaly po 24 hodinách nižší hodnotu bobtnání, než je požadováno normou. Hodnotu 12 % [13] přesáhly po 48 hodinách, kdy byla naměřena průměrná hodnota 13,9 %. Dvacátý den měření pak bylo dosaženo hodnoty bobtnání 17,8 %. Všechny tyto hodnoty jsou patrné z grafu č. 4. Z tohoto grafu dále vyplývá, že křivka bobtnání vzorků bez povrchové úpravy se téměř ustálí po devátém dni měření.



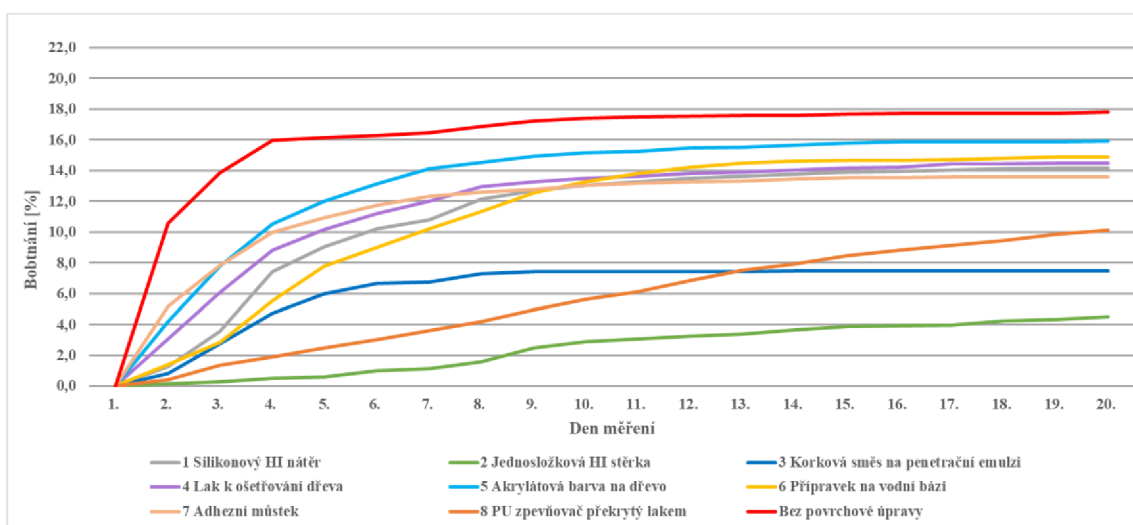
Graf č. 4: Křivka bobtnání v [%] u vzorků bez povrchové úpravy
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Hodnoty získané pro vzorky bez povrchové úpravy sledováním růstu hmotnosti v příčné souvislosti s absorpcí vody jsou patrné z grafu č. 5. Z tohoto grafu je možné usoudit, že v tomto případě mají hodnoty stále rostoucí tendenci a nedošlo k jejich ustálení jako v případě bobtnání.



Graf č. 5: Křivka zvyšování hmotnosti v příčné souvislosti s absorpcí vody v [g] u vzorků bez povrchové úpravy
[Zdroj: Vlastní zpracování]

5.1.1 Výsledky vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně



Graf č. 6: Křivky bobtnání v [%] u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Na základě křivek bobtnání v grafu č. 6 lze vyhodnotit jako nejlepší povrchovou úpravu skladbu 2 – jednosložkovou hydroizolační stěrku. Vzorky OSB desky opatřené touto úpravou vykazovaly průměrnou hodnotu bobtnání po 24 hodinách 0,1 %, a 20. den měření pak průměrnou hodnotu 4,5 %. Jako druhá nejlepší varianta se jeví skladba 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi. U této povrchové úpravy byla hodnota bobtnání po 24 hodinách 0,4 % a 20. den 10,1 %. Bobtnání obou povrchových úprav má tendenci v čase dále stoupat narozdíl od ostatních úprav, u nichž došlo po

několika dnech k jeho ustálení. Jako třetí nejlepší úprava je na základě křivky bobtnání vyhodnocena skladba 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním, jejíž hodnota bobtnání po 24 hodinách je 0,8 % a má nižší hodnotu bobtnání 20. den měření než skladba 8, a to 7,5 %. Dále lze konstatovat, že všechny povrchové úpravy dokázaly bobtnání zpomalit. V rámci prvních 24 hodin bylo bobtnání u všech vzorků opatřených povrchovou úpravou sníženo minimálně na polovinu.

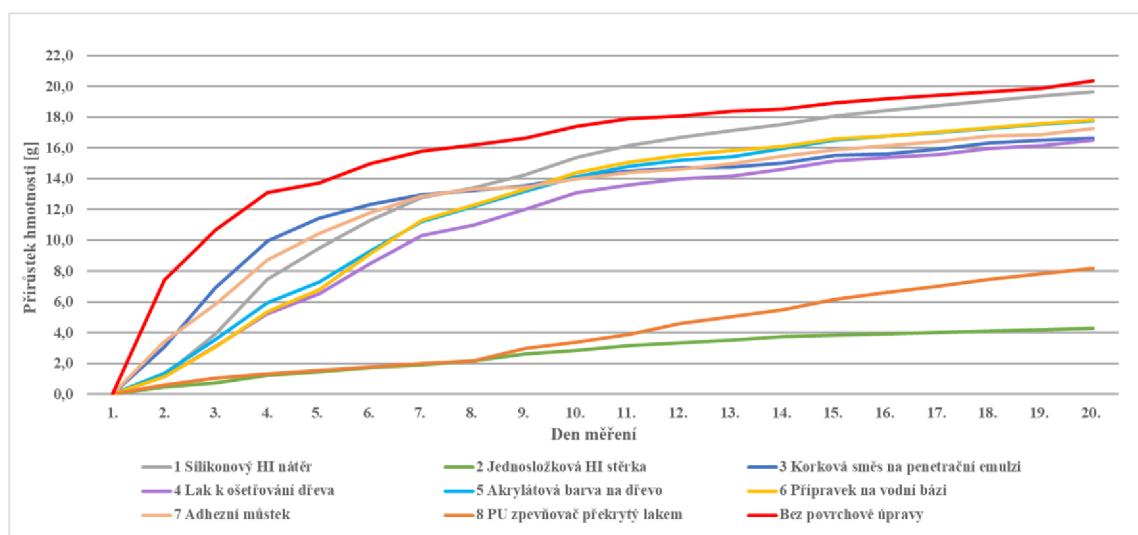
V tabulce č. 8 je prezentováno posouzení významnosti vlivu jednotlivých povrchových úprav na snížení bobtnání v porovnání se vzorky bez povrchové úpravy. Posouzení bylo provedeno na základě p-hodnot získaných Dunnettovým testem vyhodnoceným v programu SPSS Statistics 26. Pokud je p-hodnota menší než 0,05, pak je vliv povrchové úpravy na snížení bobtnání významný. Takové hodnoty jsou v tabulce zbarveny v odstínech odpovídajících barvám křivek bobtnání jednotlivých povrchových úprav v grafu č. 6. Na základě tohoto vyhodnocení lze konstatovat, že významný vliv na snížení bobtnání měly po celou dobu měření povrchové úpravy 2 – jednosložková hydroizolační stěrka, 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním, 7 – adhezni můstek a 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi. Ostatní povrchové úpravy měly významný vliv pouze do posledního zbarveného dne. 1. den byl v tabulce vynechán, neboť posouzení vlivu povrchových úprav má smysl až po 24 hodinách uložení vzorků ve vodě. Této podmínce v rámci provedeného výzkumu odpovídá až 2. den měření.

Tabulka č. 8: Vliv jednotlivých povrchových úprav aplikovaných celoplošně na snížení bobtnání
[Zdroj: Vlastní zpracování dle výstupu z programu SPSS Statistics 26]

Multiple comparisons	p-hodnoty pro bobtnání (p. ú. celoplošně)																			
	2. den	3. den	4. den	5. den	6. den	7. den	8. den	9. den	10. den	11. den	12. den	13. den	14. den	15. den	16. den	17. den	18. den	19. den	20. den	
Dunnett t (2-sided) ^a 1 - sítkonový HI nátěr	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,006	0,010	0,017	0,022	0,032	0,042	0,049	0,062	0,069	0,083	0,078
2 - jednoslož. HI stěrka	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3 - korková směs na penetr. emulzi	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4 - lak k ošetřování dřeva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,012	0,016	0,024	0,032	0,039	0,053	0,070	0,079	0,119	0,118	0,138	0,130
5 - akrylátová barva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,001	0,032	0,197	0,223	0,293	0,332	0,383	0,481	0,482	0,561	0,603	0,656	0,668	0,661	0,690	0,682
6 - přípravek na vodní bázi	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,009	0,035	0,070	0,116	0,150	0,160	0,165	0,183	0,198	0,248	0,234
7 - adhezni můstek	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,003	0,003	0,006	0,008	0,011	0,012	0,018	0,020	0,023	0,027	0,026	0,030	0,029
8 - PU zpevňovač krytý lakem	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

^a. The mean difference is significant at the 0.05 level.
a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Graf č. 7 zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody u vzorků opatřených povrchovou úpravou celoplošně v podstatě potvrzuje výsledky získané měření bobtnání. Pouze v případě skladby 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním došlo ke zhoršení. Tento způsob získávání dat o množství absorbované vody se v průběhu výzkumu pro tuto skladbu povrchové úpravy neprokázal zcela vhodný, neboť zrna drceného korku ve směsi obsažená měla tendenci se sama nasáknout vodou. Zjistit rozdíl mezi množstvím vody absorbované deskou a samotnou povrchovou úpravou v případě tohoto postupu nebylo možné. Obecně lze pro všechny typy povrchových úprav konstatovat neustálý pozvolný růst hmotnosti v přímé souvislosti se zvyšujícím se nasáknutím vodou. Po 20 dnech měření v této věci tedy nebylo dosaženo ustáleného stavu, avšak s ohledem na bobtnání byl experiment po 20 dnech ukončen.



Graf č. 7: Křivky zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody v [g] u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Také pro růst hmotnosti bylo provedeno posouzení významnosti vlivu povrchových úprav ve srovnání se vzorky bez povrchové úpravy s pomocí p-hodnot získaných Dunnettovým testem vyhodnoceným v programu SPSS Statistics 26 a je uvedeno v tabulce č. 9. V důsledku tohoto posouzení se oproti bobtnání prodloužila doba významnosti vlivu na snížení růstu hmotnosti u povrchové úpravy 4 – lak k ošetřování dřeva až do 20. dne měření. Také u ostatních povrchových úprav bylo zaznamenáno prodloužení významnosti jejich vlivu, avšak s výjimkou povrchové úpravy 1 – silikonový hydroizolační nátěr, u které došlo naopak v důsledku tohoto vyhodnocení ke zkrácení této doby.

Tabulka č. 9: Vliv jednotlivých povrchových úprav aplikovaných celoplošně na snížení růstu hmotnosti v příčné souvislosti s absorpcí vody

[Zdroj: Vlastní zpracování dle výstupu z programu SPSS Statistics 26]

Multiple comparisons		p-hodnoty pro přírůstek hmotnosti (p. ú. celoplošně)																			
Dunnett t (2-sided) ^a		2. den	3. den	4. den	5. den	6. den	7. den	8. den	9. den	10. den	11. den	12. den	13. den	14. den	15. den	16. den	17. den	18. den	19. den	20. den	
1 - sítkonový HI nátěr	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,008	0,044	0,104	0,211	0,514	0,620	0,832	0,925	0,963	0,978	0,994	0,999	0,987	
2 - jednoslož. HI stěrka	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
3 - korková směs na penetr. emulzi	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,003	0,002	0,004	0,010	0,010	0,005	
4 - lak k ošetřování dřeva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,004	0,004	0,003	
5 - akrylátová barva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,004	0,013	0,012	0,041	0,065	0,074	0,082	0,121	0,142	0,088	
6 - přípravek na vodní bázi	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,009	0,036	0,036	0,057	0,080	0,077	0,089	0,133	0,144	0,098	
7 - adhezní můstek	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,006	0,003	0,001	0,001	0,002	0,002	0,009	0,011	0,013	0,017	0,036	0,028	0,026	
8 - PU zpevňovač krytý lakem	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

^a. The mean difference is significant at the 0.05 level.
^a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

5.1.2 Výsledky vzorků opatřených povrchovými úpravami pouze na řezných hranách

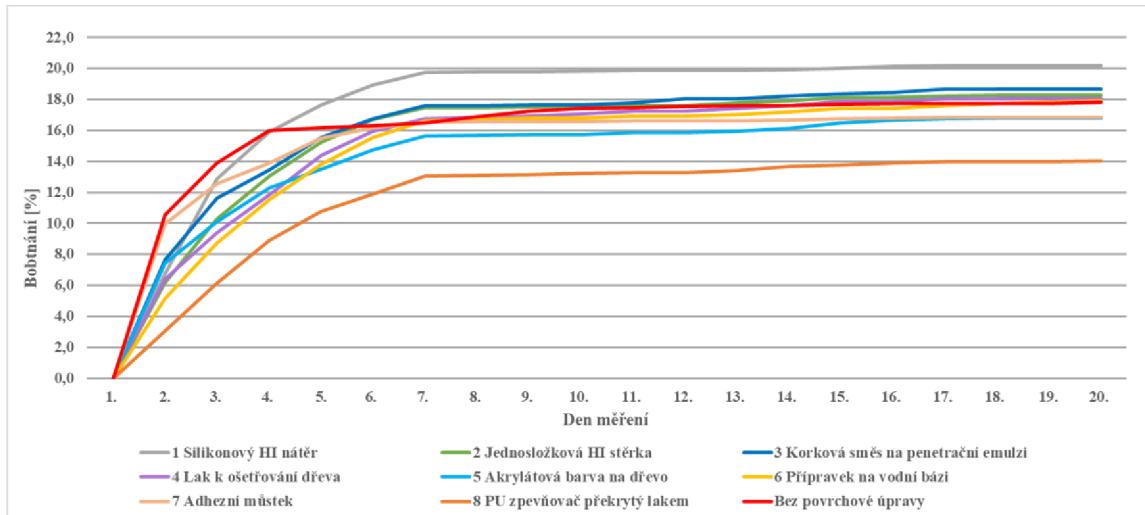
Výsledky pro vzorky opatřené povrchovými úpravami pouze na řezných hranách jsou patrné z následujícího znázornění v grafech č. 8 a č. 9.

S výjimkou povrchové úpravy 7 – adhezní můstek všechny povrchové úpravy aplikované na řezné hrany zpomalily proces bobtnání v rámci prvních 3 dnů měření, jak je patrné z grafu č. 8. Nejlepšího výsledku dosáhla skladba 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi. Po prvních 24 hodinách dokázala bobtnání snížit o 70 %, po 48 hodinách o 56 % a 72 hodinách o 44 %. Tento výsledek je přisuzován schopnosti hloubkového průniku zpevňovače do dřeva, jak deklaroval výrobce, díky čemuž byla pravděpodobně ošetřena větší plocha vzorků než u ostatních aplikovaných povrchových úprav.

Z dlouhodobého hlediska se však tento způsob ošetření OSB desek nejeví jako účinný. Skladba 8, která dosahovala nejlepších výsledků dokázala ve 20. dnu měření snížit bobtnání pouze o 21 %. Ostatní skladby, u nichž byl zaznamenán průběh křivek bobtnání i ve 20. dnu měření pod křivkou bobtnání referenčních vzorků bez povrchové úpravy, dokázaly bobtnání v tomto dni měření snížit pouze o 6 %.

U některých vzorků ošetřených povrchovými úpravami na hranách došlo dokonce k většímu bobtnání než u referenčních vzorků bez povrchové úpravy. Tato skutečnost byla přisouzena obsahu náhodně uspořádaných dutin různých velikostí v OSB deskách

a různorodé schopnosti jednotlivých třísek vést vodu, což je důsledkem nerovnoměrného obalení třísek adhezivem a výskytu uzlů. Tyto imperfekce OSB desek vznikají už při jejich výrobním procesu a mají za následek nepravidelný transport vody po desce [20]; [21], což se v tomto případě projevilo.



Graf č. 8: Křivky bobtnání v [%] u vzorků opatřených povrchovými úpravami pouze na řezných hranách

[Zdroj: Vlastní zpracování]

Tabulka č. 10: Vliv jednotlivých povrchových úprav aplikovaných pouze na řezných hranách na snížení bobtnání

[Zdroj: Vlastní zpracování dle výstupu z programu SPSS Statistics 26]

Multiple comparisons	p-hodnoty pro bobtnání (p. ú. na řezných hranách)																			
	2. den	3. den	4. den	5. den	6. den	7. den	8. den	9. den	10. den	11. den	12. den	13. den	14. den	15. den	16. den	17. den	18. den	19. den	20. den	
1 - silikonový HI nátěr	Bez úpravy	0,002	0,909	1,000	0,656	0,098	0,023	0,059	0,121	0,182	0,192	0,223	0,246	0,239	0,251	0,219	0,213	0,217	0,226	0,253
2 - jednoslož. HI stěrka	Bez úpravy	0,000	0,010	0,048	0,956	1,000	0,932	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000
3 - korková směs na penetrační emulzi	Bez úpravy	0,028	0,204	0,118	0,996	0,999	0,867	0,987	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	0,996	0,994	0,989	0,962	0,966	0,969	0,979
4 - lak k ošetřování dřeva	Bez úpravy	0,001	0,001	0,002	0,476	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5 - akrylátová barva	Bez úpravy	0,014	0,006	0,007	0,107	0,594	0,965	0,826	0,645	0,526	0,580	0,536	0,581	0,698	0,859	0,932	0,956	0,961	0,960	0,954
6 - přípravek na vodní bázi	Bez úpravy	0,000	0,000	0,001	0,188	0,983	1,000	1,000	1,000	0,995	0,998	0,996	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7 - adhezivní mřístka	Bez úpravy	0,993	0,747	0,277	0,993	1,000	1,000	1,000	0,992	0,970	0,965	0,947	0,948	0,954	0,961	0,962	0,974	0,973	0,972	0,962
8 - PU zpevňovač překrytý lakem	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,014	0,006	0,003	0,002	0,002	0,002	0,004	0,008	0,009	0,013	0,017	0,016	0,017	0,016

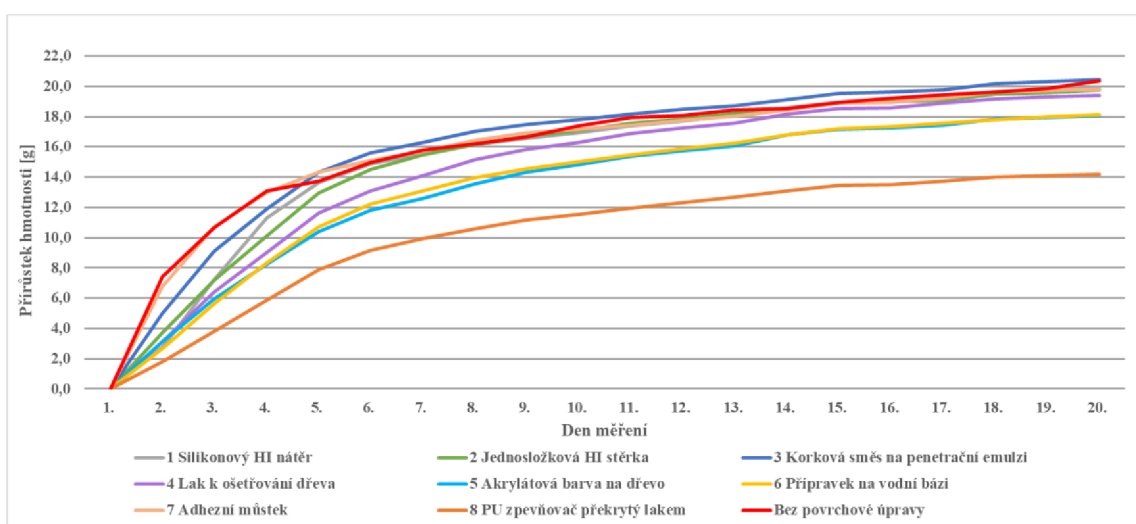
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Posouzení významnosti vlivu povrchových úprav aplikovaných pouze na řezné hrany na snížení bobtnání ve srovnání se vzorky bez povrchové úpravy s pomocí p-hodnot získaných Dunnettovým testem je shrnuto v tabulce č. 10. Významný vliv na

snížení bobtnání po celou dobu měření měla pouze skladba 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi. Skladba 7 – adhezni můstek neměla vliv na snížení bobtnání ani po prvních 24 hodinách ponoření ve vodě. Ostatní povrchové úpravy měly významný vliv pouze po prvních 24 hodinách nebo max. po 72 hodinách ponoření ve vodě. Toto posouzení se tedy shoduje s předchozím provedeným na základě grafického znázornění křivek bobtnání, jen vliv povrchových úprav 1 – silikonový hydroizolační nátěr a 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním na zpomalení bobtnání byl zkrácen na 24 hodin.

Graf č. 9 zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody u vzorků opatřených povrchovou úpravou pouze na řezných hranách nepřináší příliš rozdílné výsledky oproti měření bobtnání. S výjimkou povrchové úpravy 7 – adhezni můstek dokázaly i v tomto případě všechny povrchové úpravy snížit přírůstek hmotnosti v souvislosti s absorpcí vody v prvních 3 dnech měření. Nejlépe opět dopadla skladba 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi. Dále lze poukázat, že přírůstek hmotnosti dokázal dle křivek v grafu č. 9 snížit ve 20. dni měření větší počet povrchových úprav než přírůstek tloušťky, tedy bobtnání. Stejně jako u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně zůstává i zde v platnosti neustálý pozvolný růst hmotnosti v přímé souvislosti se zvyšující se absorpcí vody, zatímco u křivek bobtnání došlo po několika dnech k jejich ustálení.



Graf č. 9: Křivky zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody v [g] u vzorků opatřených povrchovými úpravami pouze na řezných hranách
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Posouzení významnosti vlivu povrchových úprav aplikovaných pouze na řezné hrany na snížení přírůstku hmotnosti s pomocí p-hodnot získaných Dunnettovým testem přineslo pro několik povrchových úprav lepší výsledek než posouzení na základě snížení přírůstku tloušťky, tedy bobtnání, jak je patrné z tabulky č. 11. Oproti bobtnání byla v tomto případě prodloužena doba významnosti vlivu téměř u všech povrchových úprav. Výjimkou jsou pouze skladby 7 – adhezni můstek a 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi, u nichž jsou výsledky ve srovnání s bobtnáním totožné. Posouzení vlivu zpomalení pronikání vody do OSB desky, která má povrchovou úpravu aplikovanou pouze na řezných hranách, pomocí sledování přírůstku hmotnosti, je pravděpodobně přesnější než sledování bobtnání. Bobtnání může být zkresleno faktem, že měření tloušťky ve stále stejném místě ovlivní i jedna nahodile nabobtnalá tříška na povrchu OSB desky.

Tabulka č. 11: Vliv jednotlivých povrchových úprav aplikovaných pouze na řezných hranách na snížení růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody
[Zdroj: Vlastní zpracování dle výstupu z programu SPSS Statistics 26]

Multiple comparisons		p-hodnoty pro přírůstek hmotnosti (p. ú. na řezných hranách)																			
Dunnett t (2-sided) ^a		2. den	3. den	4. den	5. den	6. den	7. den	8. den	9. den	10. den	11. den	12. den	13. den	14. den	15. den	16. den	17. den	18. den	19. den	20. den	
1 - silikonový HI nátěr	Bez úpravy	0,000	0,000	0,010	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,989	0,966	0,997	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,990
2 - jednoslož. HI stěrka	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,646	0,957	0,998	1,000	1,000	0,999	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	1,000	1,000	1,000	0,944
3 - korková směs na penetr. emulzi	Bez úpravy	0,000	0,012	0,147	0,803	0,881	0,957	0,694	0,767	0,993	1,000	0,995	1,000	0,937	0,940	0,995	0,999	0,969	0,989	1,000	1,000
4 - lak k ošetřování dřeva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,002	0,016	0,059	0,491	0,766	0,478	0,559	0,755	0,763	0,997	0,995	0,934	0,960	0,985	0,960	0,646	0,646
5 - akrylátová barva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,003	0,004	0,010	0,010	0,087	0,077	0,046	0,032	0,070	0,047	0,012	0,012
6 - přípravek na vodní bázi	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,021	0,007	0,006	0,016	0,019	0,100	0,098	0,065	0,049	0,065	0,050	0,015	0,015
7 - adhezni můstek	Bez úpravy	0,337	1,000	1,000	0,821	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,986	0,998	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,970
8 - PU zpevňovač krytý lakem	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

^a. The mean difference is significant at the 0.05 level.
a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

5.2 Výsledky stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním

Po zkoušce cyklováním vykazovala většina povrchových úprav značné poškození v podobě trhlin tvořících se na řezných hranách. Na obrázku č. 16 je od pohledu znatelný rozdíl mezi trvanlivostí 3 různých druhů povrchových úprav od jednoho výrobce aplikovaných na vzorky OSB desek, které prošly zkouškou cyklováním. Skladba 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi zůstala i po zkoušce cyklováním v podstatě beze změny. U vzorků ošetřených skladbou 4 – lakem k ošetřování dřeva

vhodným pro provádění základních nátěrů, který byl zároveň v předchozím případě použit v kombinaci se zpevňovačem, se objevily znatelné trhliny v oblasti řezných hran. Největší trhliny byly znatelné u vzorků opatřených skladbou 5 – akrylátovou barvou na dřevo, což se dalo předvídat. U této povrchové úpravy výrobce doporučoval při použití v exteriéru přidat základní nátěr například jednou vrstvou laku k ošetřování dřeva – skladba 4 nebo jiným systémovým přípravkem. Pro možnost lepšího srovnání jednotlivých typů povrchových úprav však bylo pro účely výzkumu rozhodnuto, že tato povrchová úprava bude podrobena zkouškám bez kombinace s další povrchovou úpravou.



Obrázek č. 16: Rozdílná míra poškození 3 druhů povrchových úprav aplikovaných na vzorky OSB desky po zkoušce cyklováním
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Zleva: Skladba 8 – skladba se zpevňovačem na polyuretanové bázi, skladba 4 – lak k ošetřování dřeva, skladba 5 – akrylátová barva na dřevo

Dalšími povrchovými úpravami, které po zkoušce cyklováním vykazovaly značné poškození trhlínami v oblasti řezných hran byla skladba 6 – přípravek na vodní bázi na ochranu čelních ploch dřeva a skladba 7 – adhezivní můstek. Vzorky opatřené skladbou 7 po zkoušce cyklováním lze vidět na obrázku č. 17.

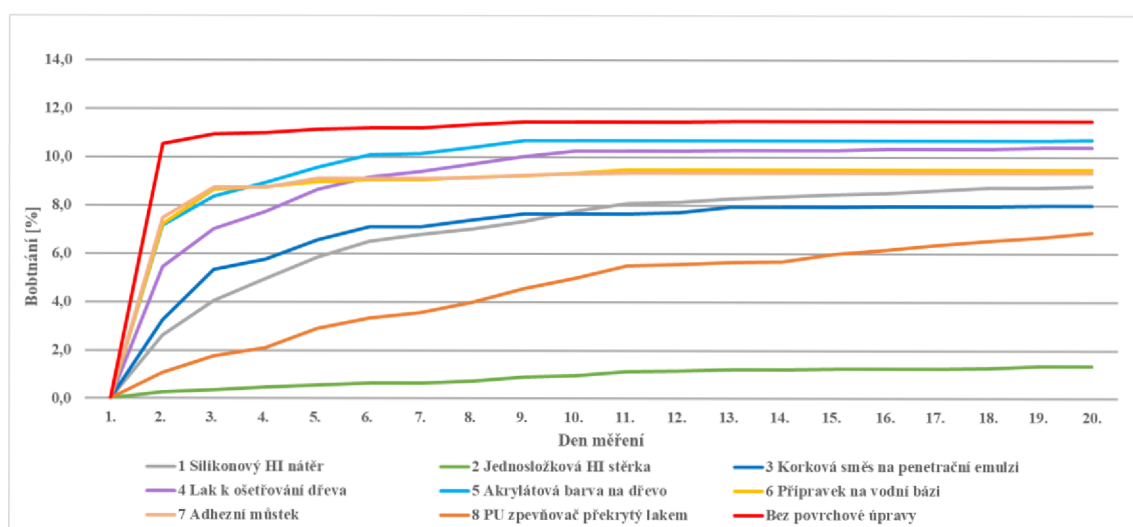


Obrázek č. 17: Vzorky opatřené povrchovou úpravou 7 – adhezním můstkem po zkoušce cyklováním

[Zdroj: Vlastní zpracování]

Všechny vzorky byly po zkoušce cyklováním podrobeny zkoušce stanovení bobtnání po uložení ve vodě a zároveň byl u nich zjišťován růst hmotnosti v příčné souvislosti s absorpcí vody. Podrobné výsledky těchto zkoušek jsou přílohou č. 2 disertační práce. Výsledky všech povrchových úprav dohromady, aby bylo možné srovnání, jsou znázorněny v grafech č. 10 a č. 11 a tabulkách č. 12 a č. 13.

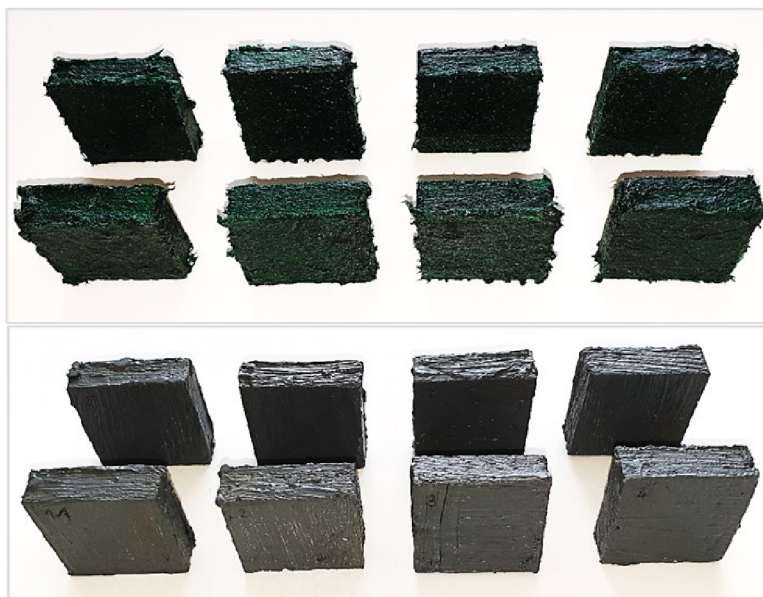
Nejllepšími výsledky dosáhla opět skladba 2 – jednosložková hydroizolační stěrka a skladba 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi. V případě této zkoušky si oproti předchozím polepšila skladba 1 – silikonový hydroizolační nátěr. Tato povrchová úprava prokázala velmi dobrou odolnost vůči měnícím se podmínkám prostředí a střídání nízké a vysoké teploty a dosáhla obdobného výsledku jako skladba 3 – skladba s korkovou směsí.



Graf č. 10: Křivky bobtnání v [%] po zkoušce cyklováním u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně

[Zdroj: Vlastní zpracování]

Výsledky odpovídají skutečnosti, že už od pohledu nevykazovaly vzorky opatřené těmito povrchovými úpravami po zkoušce cyklováním žádné významné poškození.



Obrázek č. 18: Vzorky opatřené povrchovými úpravami 1 – silikonový HI nátěr (nahore) a 2 – jednosložková HI stěrka (dole) po zkoušce cyklováním [Zdroj: Vlastní zpracování]

Na obrázku č. 18 je možné vidět vzorky opatřené skladbou 1 – silikonový hydroizolační nátěr a skladbou 2 – jednosložková hydroizolační stěrka, které prošly zkouškou cyklováním. Hrany vzorků zůstaly v obou případech bez porušení trhlinami. To stejné platilo pro povrchovou úpravu 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi, jak již bylo prezentováno na obrázku č. 16.

Tabulka č. 12: Vliv jednotlivých povrchových úprav po zkoušce cyklováním na snížení bobtnání [Zdroj: Vlastní zpracování dle výstupu z programu SPSS Statistics 26]

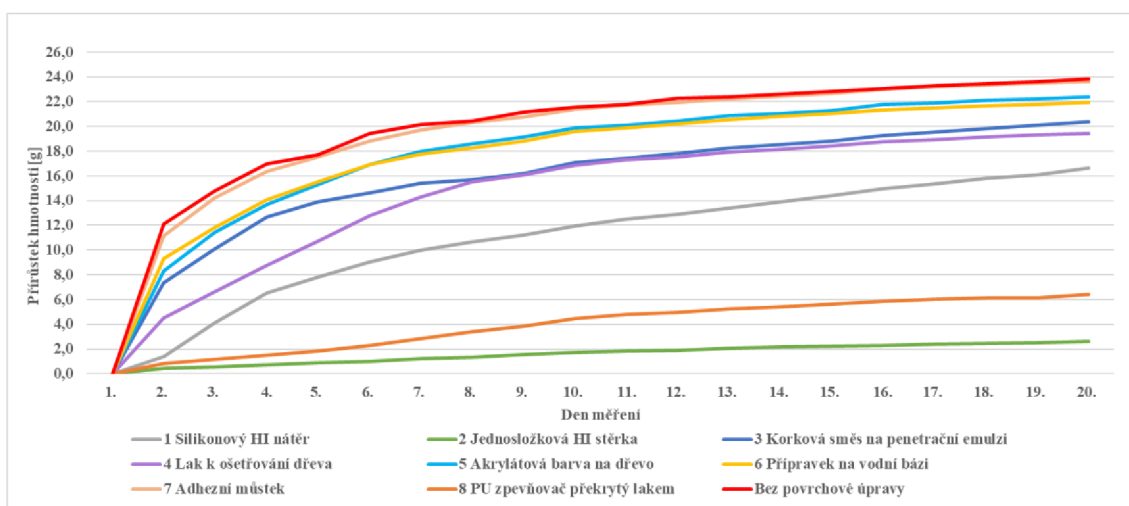
Multiple comparisons	Dumett (2-sided)*	p-hodnoty pro bobtnání po cyklování (p. ú. celoplošně)																			
		2. den	3. den	4. den	5. den	6. den	7. den	8. den	9. den	10. den	11. den	12. den	13. den	14. den	15. den	16. den	17. den	18. den	19. den	20. den	
1 - silikonový HI nátěr	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	
2 - jednoslož. HI stěrka	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
3 - korková směs na penetr. emulzi	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
4 - lak k ošetřování dřeva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,009	0,050	0,116	0,171	0,250	0,423	0,412	0,393	0,374	0,361	0,360	0,393	0,385	0,370	0,420	0,406	
5 - akrylátová barva	Bez úpravy	0,000	0,009	0,047	0,204	0,557	0,627	0,721	0,833	0,841	0,826	0,814	0,784	0,775	0,774	0,762	0,756	0,744	0,744	0,741	
6 - přípravek na vodní bázi	Bez úpravy	0,000	0,023	0,026	0,031	0,032	0,036	0,031	0,021	0,034	0,045	0,040	0,034	0,031	0,030	0,027	0,026	0,023	0,024	0,022	
7 - adhezivní místek	Bez úpravy	0,000	0,031	0,024	0,054	0,043	0,048	0,031	0,023	0,031	0,028	0,024	0,020	0,018	0,018	0,016	0,015	0,013	0,013	0,012	
8 - PU zpevňovač krytý lakem	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

a. Dumett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Vyhodnocení významnosti vlivu povrchových úprav, které prošly zkouškou cyklováním, na snížení bobtnání s pomocí p-hodnot získaných Dunnettovým testem je prezentováno v tabulce č. 12. Po celou dobu měření vykazaly významný vliv na snížení bobtnání všechny povrchové úpravy kromě skladby 4 – lak k ošetřování dřeva vhodný pro provádění základních nátěrů a 5 – akrylátová barva na dřevo.

Graf č. 11 znázorňující růst hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody u vzorků podrobených zkoušce cyklováním přináší obdobné výsledky jako graf bobtnání po zkoušce cyklováním č. 10. Opakuje se problém se skladbou 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním, kdy zrna korku mají sama o sobě tendenci nasáknout vodu, jak je diskutováno již v předchozím textu. Oproti grafu křivek bobtnání po cyklování si pohoršila i povrchová úprava 7 – adhezni můstek. Což by mohlo být důsledkem toho, že i tato povrchová úprava měla tendenci sama o sobě nasáknout vodou a výsledek může být díky tomu zkreslený.



Graf č. 11: Křivky zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody v [g] po zkoušce cyklováním u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Posouzení významnosti vlivu povrchových úprav, které prošly zkouškou cyklováním, na snížení růstu hmotnosti s pomocí Dunnettova testu přineslo pro několik povrchových úprav podstatně horší výsledek než v případě vlivu na bobtnání. Zejména v případě skladby 6 – přípravek na vodní bázi a 7 – adhezni můstek. Problémem adhezniho můstku bude s největší pravděpodobností jeho tendence nasáknout vodu, jak již bylo zmíněno. Nicméně to samé nelze konstatovat pro přípravek na vodní bázi. Výrazně lepšího výsledku naopak v tomto případě dosáhla skladba 4 – lak k ošetřování dřeva. Nejlepších výsledků s přihlédnutím k oběma zkouškám i způsobům vyhodnocení

dosáhly jednoznačně povrchová úprava 1 – silikonový hydroizolační nátěr, 2 – jednosložková hydroizolační stěrka a 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi.

Tabulka č. 13: Vliv jednotlivých povrchových úprav po zkoušce cyklováním na snížení růstu hmotnosti v příčné souvislosti s absorpcí vody

[Zdroj: Vlastní zpracování dle výstupu z programu SPSS Statistics 26]

Multiple comparisons		p-hodnoty pro přírůstek hmotnosti po cyklování (p. ú. celoplošně)																		
Dumnett t (2-sided) ^a		2. den	3. den	4. den	5. den	6. den	7. den	8. den	9. den	10. den	11. den	12. den	13. den	14. den	15. den	16. den	17. den	18. den	19. den	20. den
1 - silikonový HI nátěr	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 - jednoslož. HI stěrka	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3 - korková směs na penetr. emulzi	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,004	0,004	0,012	0,015	0,018	0,036	0,041	0,049	0,062	0,068
4 - lak k ošetrování dřeva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,002	0,005	0,006	0,008	0,013	0,012	0,012	0,013	0,010
5 - akrylátová barva	Bez úpravy	0,000	0,000	0,003	0,044	0,052	0,151	0,351	0,331	0,582	0,624	0,538	0,762	0,750	0,748	0,901	0,871	0,880	0,850	0,822
6 - přípravek na vodní bázi	Bez úpravy	0,000	0,001	0,011	0,077	0,046	0,093	0,201	0,189	0,422	0,480	0,431	0,585	0,624	0,615	0,701	0,676	0,660	0,631	0,601
7 - adhezivní místek	Bez úpravy	0,483	0,973	0,985	1,000	0,985	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8 - PU zpevňovač krytý lakem	Bez úpravy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

^a. The mean difference is significant at the 0.05 level.
a. Dumnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

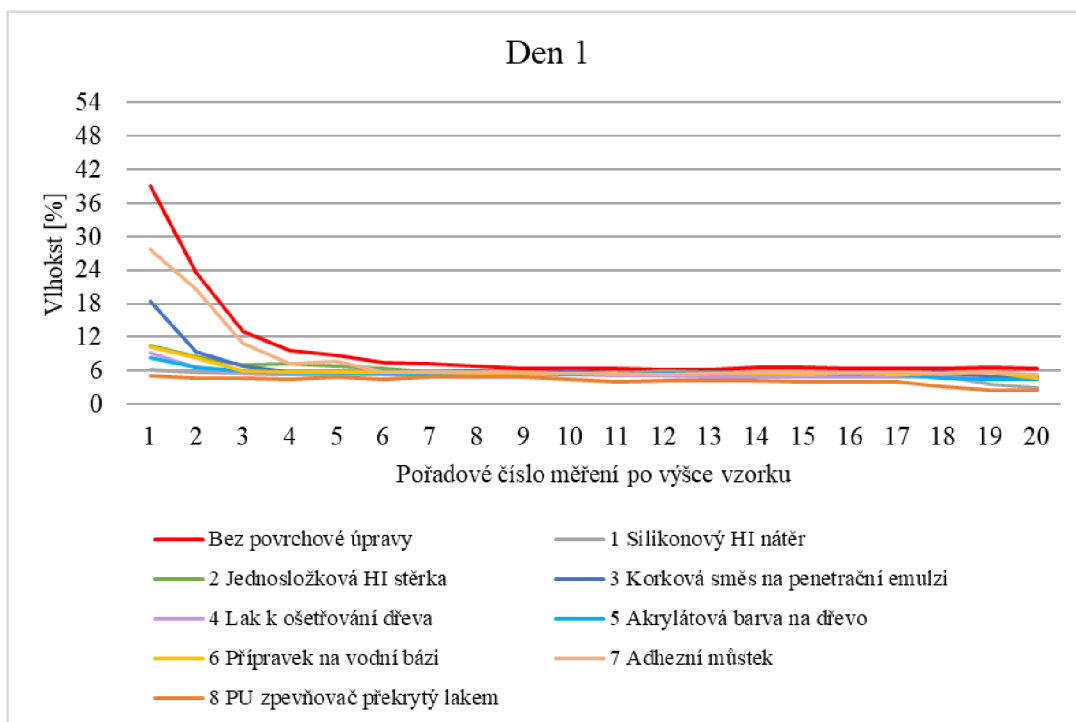
5.3 Výsledky zkoušek vzlínání

Podrobné výsledky obou variant této zkoušky pro každou povrchovou úpravu zvlášť jsou přílohou č. 3 disertační práce.

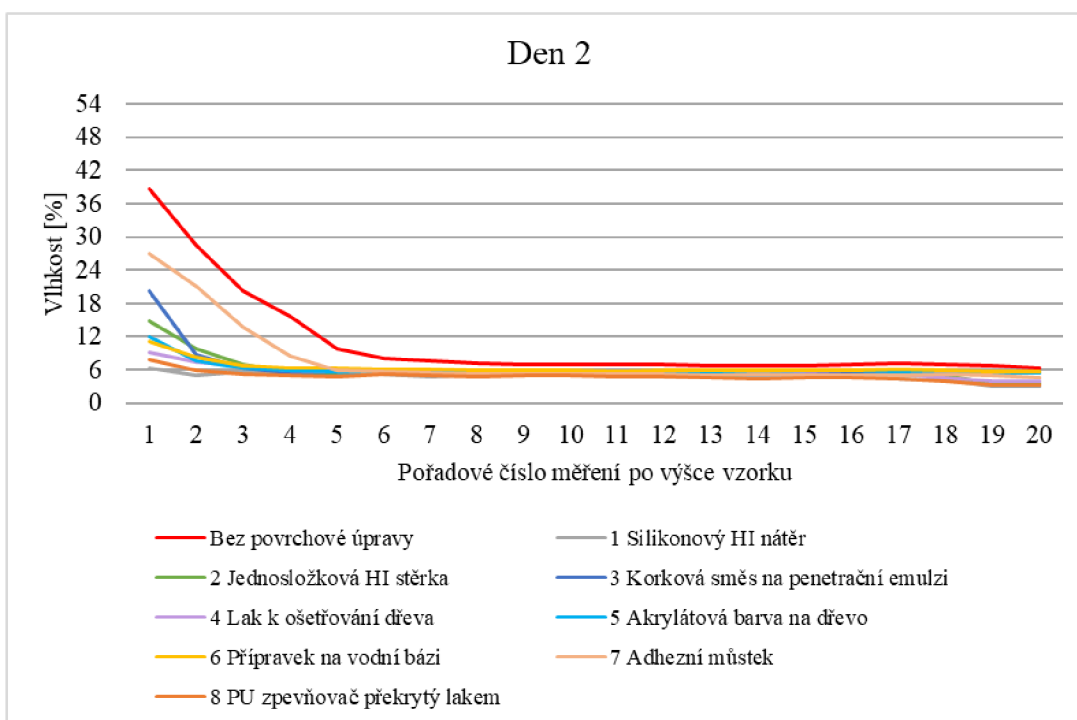
5.3.1 Výsledky destruktivní varianty

Výsledky této zkoušky byly vyneseny do 5 grafů závislosti vlhkosti na výšce vzorku, přičemž na vodorovné ose jsou vynesena pořadová čísla měření v jednotlivých výškových úrovních dle obrázku č. 12. Počet grafů odpovídá počtu dní měření.

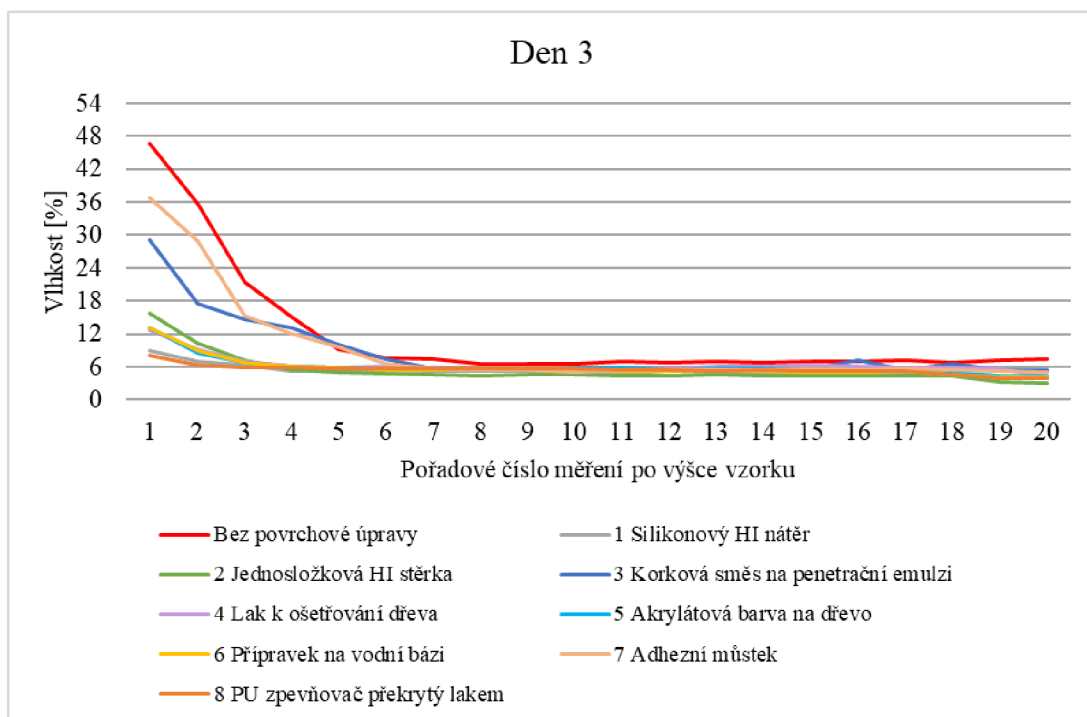
Posouzení výsledků této zkoušky vychází z požadavků na vlhkost dřeva uvedených již v kapitole 1.4.3 této disertační práce. Norma ČSN EN 300 udává požadavek na vlhkost obsaženou v OSB deskách expedovaných od výrobce v rozmezí 2–12 % [13]. Výrobce použitých OSB desek udával obsah vlhkosti 4–6 % [33]. Vlhkost OSB desek roste s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu. Při vlhkosti dřeva nad 20 % se již hovoří o vysokém obsahu vlhkosti [18].



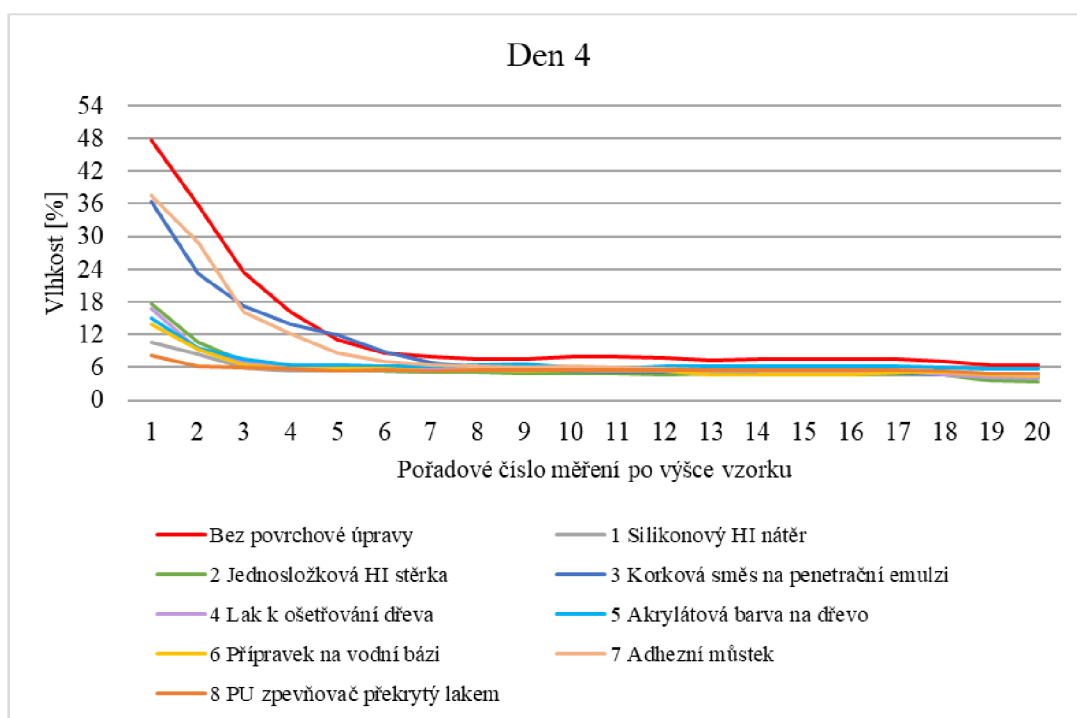
Graf č. 12: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 1
[Zdroj: Vlastní zpracování]



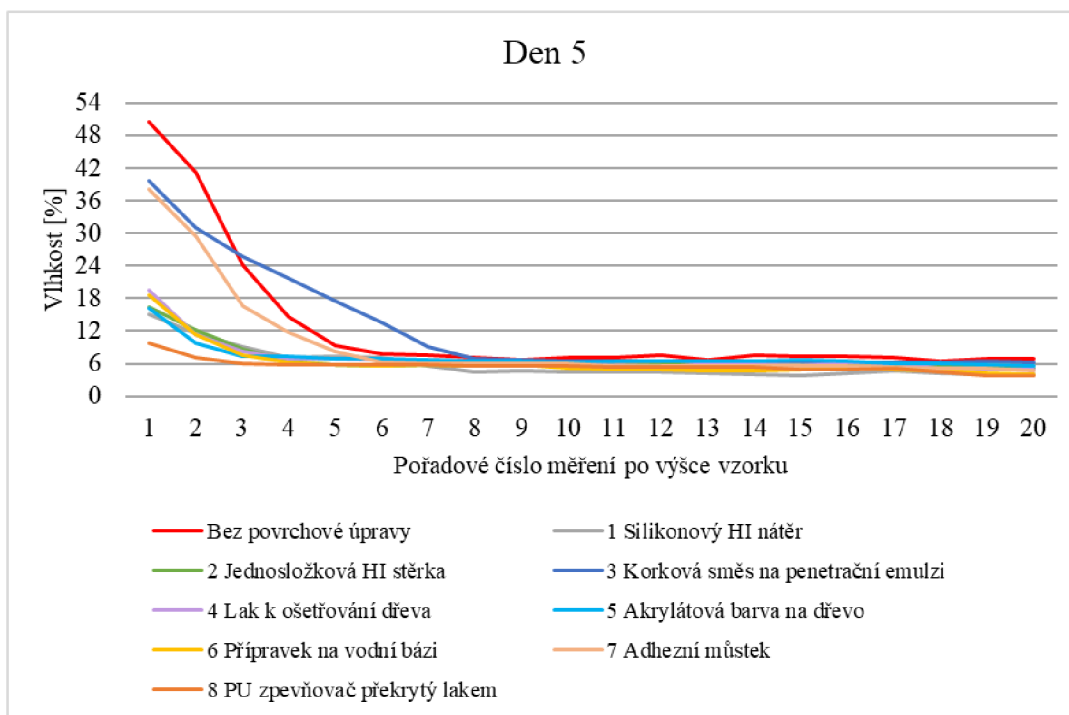
Graf č. 13: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 2
[Zdroj: Vlastní zpracování]



Graf č. 14: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 3
[Zdroj: Vlastní zpracování]



Graf č. 15: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 4
[Zdroj: Vlastní zpracování]



Graf č. 16: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 5
[Zdroj: Vlastní zpracování]

U vzorků bez povrchové úpravy byla hranice 20 % překročena ve spodní části vzorku již v prvním dni měření, jak vyplývá z grafu č. 12. Kromě stříkané korkové směsi – skladba 3 a adhezního můstku – skladba 7, dokázaly všechny povrchové úpravy udržet vlhkost pod kritickou hranicí 20 % po celých 5 dnů měření. Skladba 3 – směs korku pro aplikaci stříkáním si tak oproti výsledkům z předchozí fáze výzkumu, kdy byly povrchové úpravy hodnoceny na základě bobtnání, významně pohoršila. Tento problém byl diskutován už při sledování zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody u vzorků opatřených povrchovou úpravou celoplošně. Důvodem je, že zrna drceného korku ve směsi obsažená měla tendenci se sama nasáknout vodou a zjistit rozdíl mezi množstvím vody absorbované deskou a samotnou povrchovou úpravou nebylo možné, neboť povrchová úprava před analýzou vlhkosti jednotlivých částí zkušebních vzorků nebyla od OSB desky oddělena. Zvýšená vlhkost, která se zde projevila s největší pravděpodobností nebyla obsažena v OSB desce, nýbrž pouze v povrchové úpravě.

Také skladba 2 – jednosložková hydroizolační stěrka si oproti předchozí fázi výzkumu, kdy byla označena za nejlepší, pohoršila. I v tomto případě měla povrchová úprava sama o sobě tendenci nasáknout vodou. Na obrázku č. 19 jsou zobrazeny vzorky opatřené touto povrchovou úpravou, a to jak pro destruktivní variantu zkoušky (vlevo), tak pro variantu měření příložným vlhkoměrem (vpravo). V dolní části vzorku je v obou

případech vidět hranice, po kterou byla povrchová úprava nasáknuta, po umístění vzorků do vody. Povrchová úprava 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi si svou účinnost zachovala i při této variantě zkoušení a lze ji označit jako nejlepší.



Obrázek č. 19: Vzorky opatřené povrchovou úpravou 2 – jednosložková HI stěrka při obou variantách zkoušky vzlínání
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Co se týká určení výšky vzlínání vody, je tato hranice poněkud jasnější pro vzorky opatřené povrchovými úpravami, kdy lze za hraniční hodnotu většinou pokládat 6 %. Vzorky bez povrchové úpravy se oproti vzorkům s povrchovými úpravami vyznačují o něco větší vlhkostí i ve výše umístěných segmentech, která byla důsledkem zvýšené koncentrace vodní páry nad hladinou vody, v níž byly vzorky umístěny. Díky tomu byla u všech segmentů po výšce vzorků bez povrchové úpravy naměřena vlhkost vyšší jak 6 %, zatímco výrobce OSB desek udává obsah vlhkosti v rozmezí 4–6 %. 6 % se tedy v tomto případě nedá pokládat za hraniční hodnotu, která by prozrazovala, že do segmentu s naměřenou hodnotou vlhkosti 6 % a méně již voda nevyvzlínala.

Pro větší přehlednost byly výsledky naměřené vlhkosti v jednotlivých segmentech vzorků bez povrchové úpravy umístěny vedle sebe do tabulky č. 14. V každém dni byla červeně vyznačena hranice předpokládaného vzlínání. Tato hranice byla určena s přihlédnutím ke všem údajům o naměřené vlhkosti po výšce vzorku.

Pro 1. den měření byla hranice určena pro měření č. 7 – 7,19 %, neboť všechna následující měření ve větších výškách vzorku vykazala v průměru nižší hodnotu vlhkosti jak 7 %. Pro 2. den měření bylo jako hranice vzlínání vyhodnoceno opět měření č. 7 –

7,66 %, v tomto případě však neplatí, že ve větších výškách vzorku se objevily již pouze hodnoty nižší jak 7 %. Průměrná hodnota 7,15 % se objevila ještě u měření č. 17, ale mezi těmito měřeními se objevily hodnoty menší jak 7 %, a proto měření č. 8 – 7,16 % (pouze o 0,01 % vyšší jak hodnota pro měření č. 17) bylo vyhodnoceno jako výška, do které již voda nevyvzlínala. Hranice pro tento den byla takto určena i s přihlédnutím k výsledkům nedestruktivní zkoušky, kdy měření č. 7 vykazalo hodnotu 8 %, zatímco měření č. 8 hodnotu 6 % a všechna následující měření již hodnotu menší jak 6 %, což odpovídá obsahu vlhkosti uváděné i výrobcem OSB desek. Pro 3. den měření byla hranice vzlínání stanovena pro měření č. 6 – 7,66 %, neboť hodnota pro následující měření č. 7 – 7,36 % byla dokonce nižší než hodnota pro měření č. 20 v tomto dni, a to 7,40 %, přestože mezi těmito měřeními se objevily hodnoty nižší jak 7 %. Pro 4. den měření bylo jako hraniční vyhodnoceno měření č. 7 – 8,08 %, protože všechna následující měření byla menší než 8 %. V 5. dni měření bylo jako hranice stanoveno měření č. 6 – 7,75 %, neboť následující měření č. 7 – 7,48 % vykazalo nižší hodnotu, jak měření č. 12 a 14 – 7,50 %, přestože mezi těmito měřeními se opět nacházely i hodnoty nižší jak 7 %.

Tabulka č. 14: Přehled vlhkostí získaných destruktivní zkouškou vzlínání pro vzorky bez povrchové úpravy
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Poř. číslo měření po výšce vzorku	Vlhkost [%]				
	Den 1	Den 2	Den 3	Den 4	Den 5
1	39,11	38,75	46,63	47,61	50,48
2	23,70	28,54	35,60	35,74	41,09
3	13,07	20,16	21,55	23,34	24,10
4	9,54	15,62	15,08	16,11	14,69
5	8,69	9,91	9,08	11,06	9,38
6	7,45	8,14	7,66	8,53	7,75
7	7,19	7,66	7,36	8,08	7,48
8	6,88	7,16	6,65	7,43	7,15
9	6,41	7,10	6,59	7,57	6,70
10	6,42	6,95	6,59	7,96	7,13
11	6,47	6,96	7,02	7,96	7,17
12	6,16	7,10	6,83	7,74	7,50
13	6,21	6,70	6,94	7,36	6,73
14	6,62	6,88	6,67	7,53	7,50
15	6,60	6,75	6,91	7,56	7,30
16	6,42	6,93	6,90	7,59	7,24
17	6,45	7,15	7,29	7,52	7,19
18	6,39	6,91	6,84	7,05	6,40
19	6,57	6,82	7,18	6,47	6,84
20	6,37	6,25	7,40	6,48	6,78

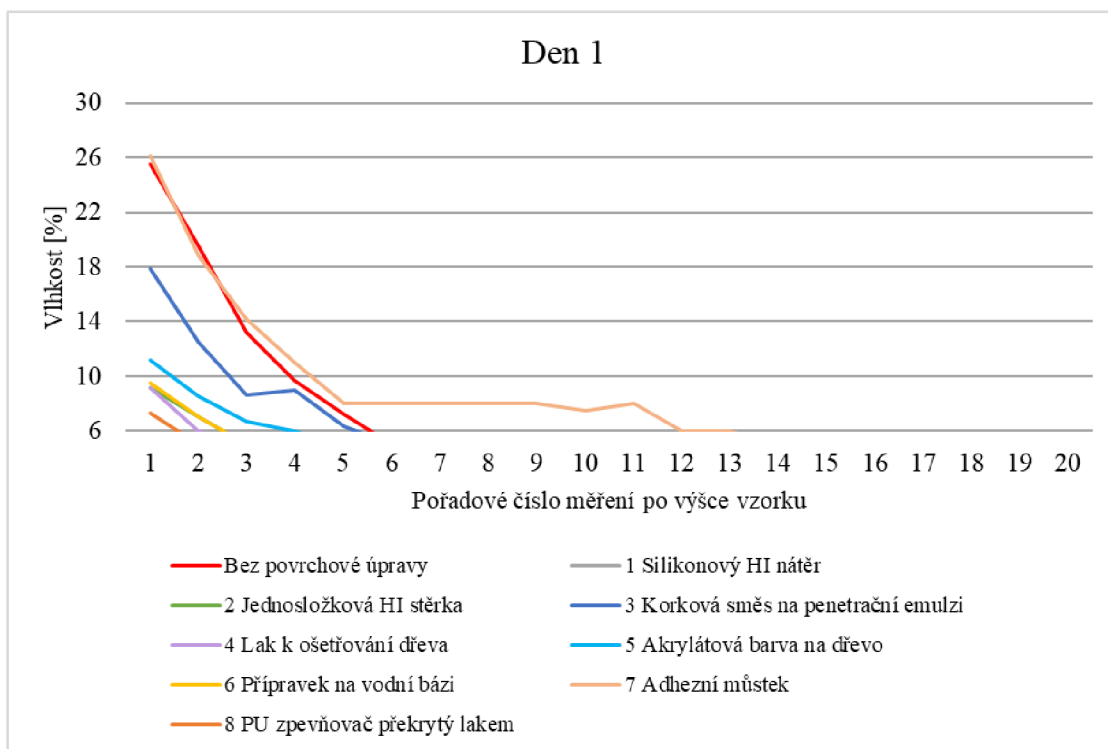
Lze konstatovat, že hranice vztlínání u vzorků bez povrchové úpravy nepřekročila 70 mm, což odpovídá měření č. 7. Zároveň se opět projevila nepravidelnost transportu vody v OSB deskách, neboť tato hranice je v 5. dni nižší než v předchozích dnech a ve 2. dni byla naměřena v dílku ponořeném ve vodě (měření č. 1) nižší vlhkost než 1. den.

Určení hranice vztlínání v jednotlivých dnech měření pro povrchovou úpravu 5 – akrylátová barva na dřevo bylo provedeno obdobným způsobem jako vyhodnocení vzorků bez povrchové úpravy, neboť i v tomto případě byla překročena hranice 6 % i ve větších výškách vzorku, jak je patrné z tabulek č. 15 – č. 19. S přihlédnutím k dalším hodnotám naměřených ve větších výškách vzorků při destruktivní zkoušce a hodnotám naměřených při nedestruktivní zkoušce bylo za hraniční hodnotu ve 4. a 5. dni měření pro tuto povrchovou úpravu stanoveno 7 %. V 1., 2. a 3. dni měření byla uvažována pro tuto povrchovou úpravu za hraniční hodnota 6 %. Tato hodnota byla považována u ostatních povrchových úprav za hraniční po všechny dny měření.

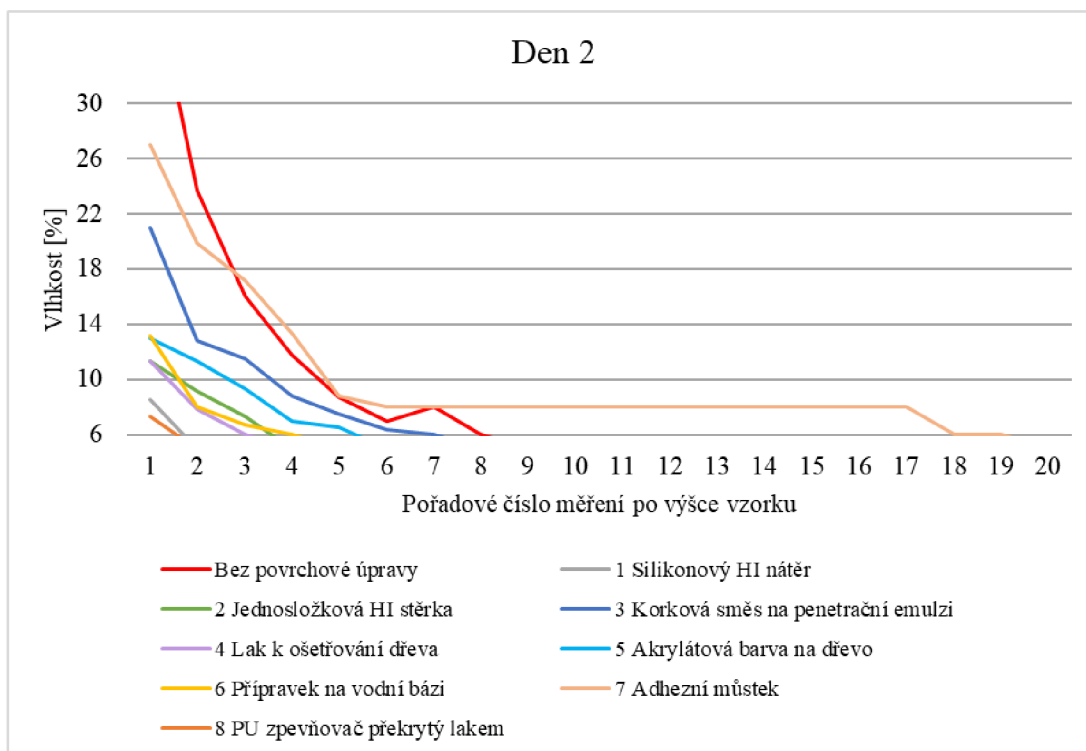
5.3.2 Výsledky nedestruktivní zkoušky

Výsledky nedestruktivní zkoušky byly vyneseny do 5 grafů závislosti vlhkosti změřené pomocí příložného vlhkoměru na výšce vzorku, přičemž na vodorovné ose jsou vynesena pořadová čísla měření v jednotlivých výškových úrovních dle schématu umístění elektrod na obrázku č. 15. Počet grafů odpovídá počtu dní měření stejně jako u destruktivní varianty zkoušky. Rozdíl je však v mezích svislé osy, jejíž počátek je v tomto případě v 6 % a shora je omezena 30 %. Toto omezení odpovídá rozsahu měřicí škály příložného vlhkoměru.

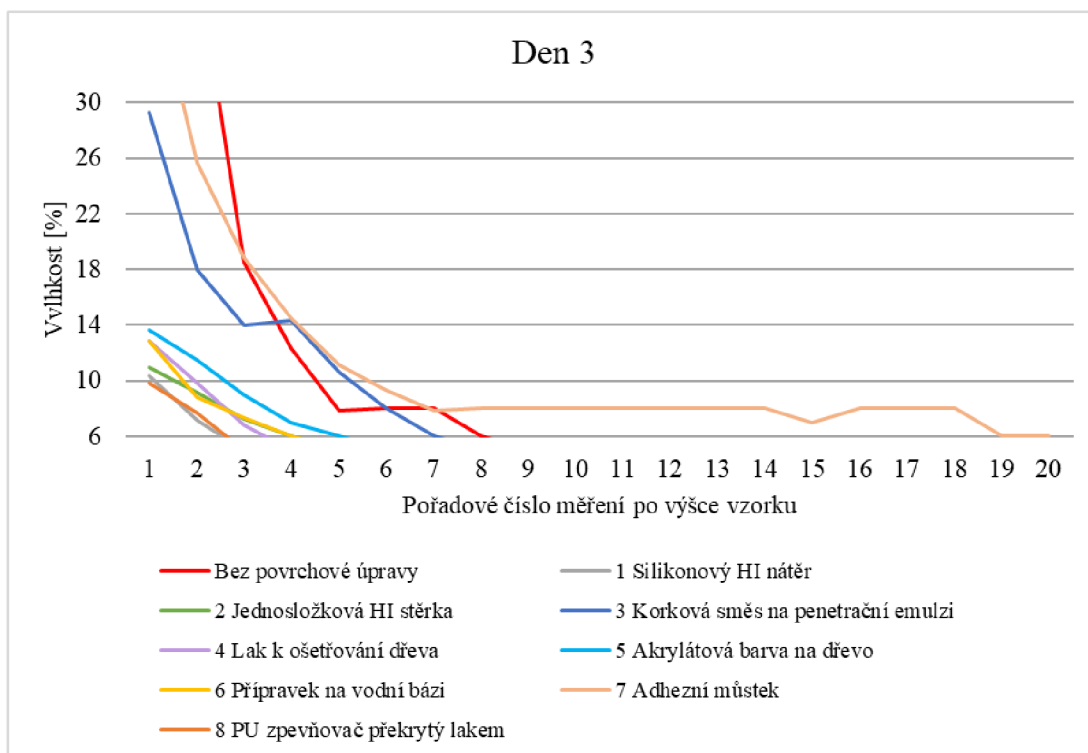
Výsledky získané pomocí příložného vlhkoměru v podstatě potvrdily výsledky získané destruktivní zkouškou. Skladba 7 – adhezní můstek si v tomto případě však ještě více pohoršila. Stejně jako skladba 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním měla tato povrchová úprava sama o sobě tendenci nasáknout vodu. Narozdíl od stříkaného korku se však tato povrchová úprava nanášela v mnohem menší tloušťce. Této skutečnosti je přisuzován rozdíl v naměřených hodnotách, neboť logicky, pokud mají obě povrchové úpravy tendenci nasáknout vodou, v případě destruktivní zkoušky musí být větší obsah vlhkosti naměřen u vzorků s povrchovou úpravou, která má větší tloušťku.



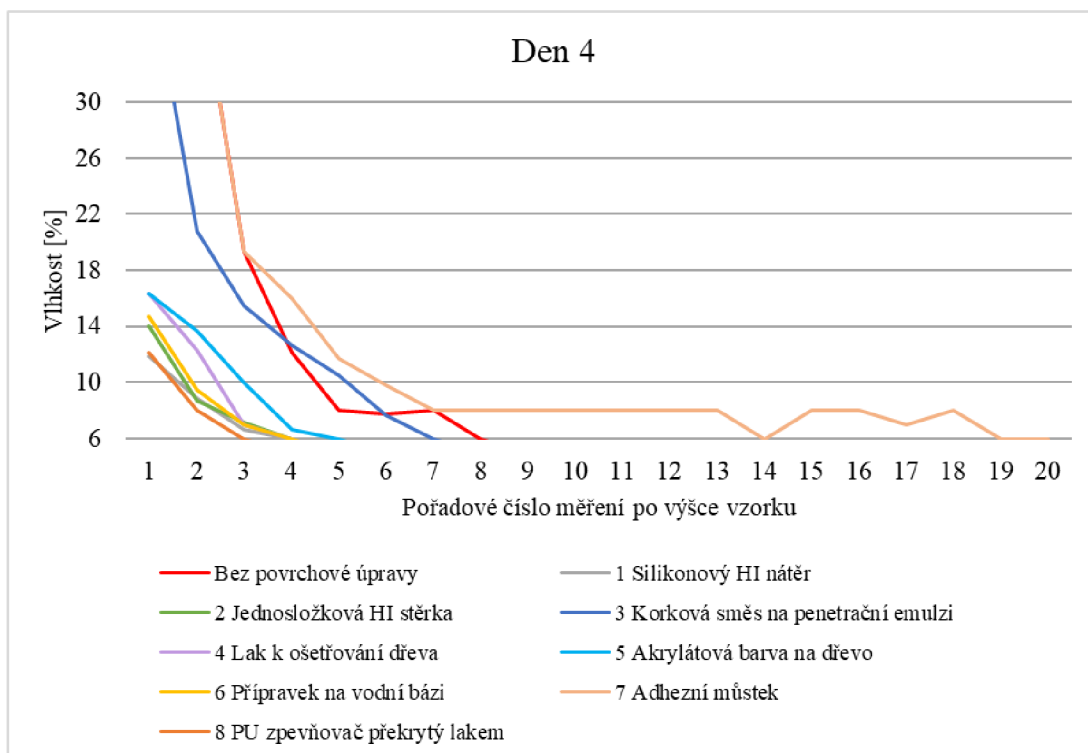
Graf č. 17: Výsledky nedestruktivní zkoušky vztlínání – den 1
[Zdroj: Vlastní zpracování]



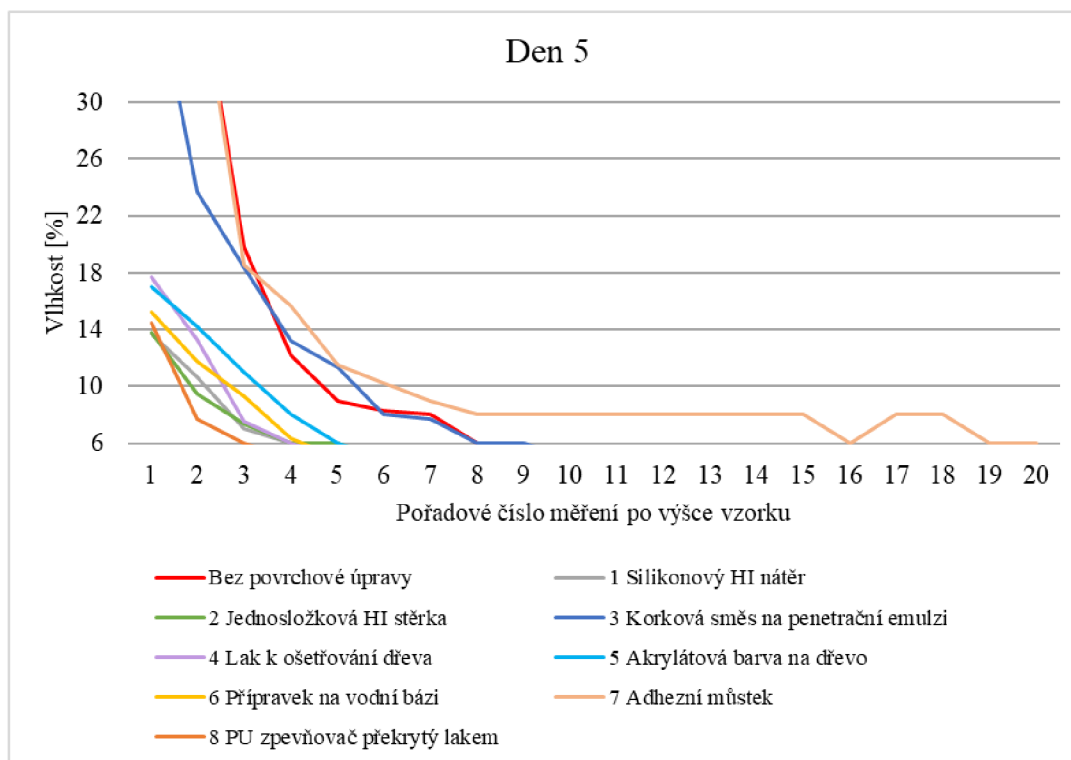
Graf č. 18: Výsledky nedestruktivní zkoušky vztlínání – den 2
[Zdroj: Vlastní zpracování]



Graf č. 19: Výsledky nedestruktivní zkoušky vzlínání – den 3
[Zdroj: vlastní zpracování]



Graf č. 20: Výsledky nedestruktivní zkoušky vzlínání – den 4
[Zdroj: vlastní zpracování]



Graf č. 21: Výsledky nedestruktivní zkoušky vztlínání – den 5
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Podrobné záznamy dat získaných v průběhu této zkoušky, které jsou přílohou č. 3 disertační práce také dosvědčují značnou nepravidelnost transportu vody po OSB desce. Několikrát byla v určité výšce z jedné strany vzorku naměřena mnohem větší vlhkost než ze strany druhé. Již v průběhu zkoušky se dalo u vzorků bez povrchové úpravy pouhým okem pozorovat, že některé třísky na povrchu desky jsou vodou nasáklé více než jiné. Většinou šlo o třísky, které byly dlouhé a zároveň široké. V důsledku svého rozměru byly obaleny adhezivem v menší koncentraci než drobnější třísky, voda tedy dlouhou dobu neměla bariéru a mohla se dostat výše už v rámci této jedné třísky. Konečné hodnoty získané aritmetickým průměrem naměřených hodnot se však ve výsledku oproti destruktivní zkoušce příliš neliší, neboť desky se skládají z několika vrstev, ve kterých jsou třísky uspořádány nahodile.

5.3.3 Srovnání výsledků obou variant zkoušky a jejich společné závěry

Výsledky jednotlivých povrchových úprav v tabulkách č. 15–19 jsou podbarveny v odstínech, které odpovídají barvám přiřazených odpovídajícím křivkám v grafech. Tučně je v těchto tabulkách vyznačena hranice, kam je předpokládáno, že voda na základě měření vlhkosti vyvzlínala. Var. 1 značí destruktivní variantu zkoušky, Var. 2 nedestruktivní zkoušku prováděnou pomocí příložného vlhkoměru.

U nedestruktivní varianty zkoušky bylo za hraniční hodnotu, kam již voda nevyvzlínala, uvažováno 6 %, protože takový obsah vody v OSB deskách uvádí i výrobce. Výjimkou je povrchová úprava 7 – adhezní můstek, kdy se hrálo roli i pozorování pouhým okem při získávání naměřených údajů. Problém s touto úpravou je diskutován již dříve, sama o sobě měla tendenci nasáknout a vést vodu, což výsledky získávané pomocí příložného vlhkoměru zkreslovalo.

Hodnota 6 % platí za hraniční i pro destruktivní variantu zkoušky, avšak s výjimkou povrchové úpravy 5 – akrylátová barva na dřevo a vzorků bez povrchové úpravy. Určení hranice vzlínání v těchto dvou případech je podrobněji rozepsáno v kapitole 5.3.1. Individuálně bylo přistoupeno také k povrchové úpravě 3 – korková směs pro aplikaci stříkáním. Zkreslení výsledků při destruktivní variantě zkoušky u této povrchové úpravy bylo diskutováno již dříve. Hranice vzlínání pro 5. den měření byla pro tuto povrchovou úpravu stanovena na 9 %, a to s přihlédnutím k výsledkům zkoušky prováděné pomocí příložného vlhkoměru. V předchozích dnech měření byla dodržena hranice 6 % i u této povrchové úpravy.

Na základě výsledků měření lze konstatovat, že po 5 dnech vystavení přímým účinkům vody vystoupá voda v OSB desce do výšky 70 mm, což odpovídá měření č. 7 a platí pro vzorky bez povrchové úpravy. Tato hranice byla překonána v případě povrchové úpravy 7 – adhezní můstek. Dále jí dosáhla povrchová úprava 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním. Z toho vyplývá, že nevhodná povrchová úprava by naopak mohla sama o sobě způsobit, že voda díky ní dokáže vyvzlínat ještě výše. Nicméně na základě experimentů provedených již v předchozí etapě výzkumu, kdy byly účinky povrchových úprav posuzovány na základě bobtnání OSB desek, lze usoudit, že v takovém případě je většina vlhkosti zadržena právě samotnou povrchovou úpravou a do OSB desky se nedostává. Dalším ukazatelem je, že na tuto skutečnost byl citlivější příložný vlhkoměr. U ostatních povrchových úprav, jimiž byly vzorky opatřeny, vystoupala voda po 5 dnech do menších výšek než 70 mm. Nejnižší voda vystoupala po 5 dnech ve vzorcích opatřených povrchovou úpravou 8 – skladba se zpevňovačem dřeva na polyuretanové bázi, a to do výšky max. 30 mm.

Tabulka č. 15: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 1
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Vlhkost [%] – den 1																		
Poř. číslo měření po výšce vzorku	Bez povrchové úpravy		1 - silikonový HI nátěr		2 – jednoslož. HI stěrka		3 - korková směs na penetrační emulzi		4 - lak k ošetřování dřeva		5 - akrylátová barva na dřevo		6 - přípravek na vodní bázi		7 - adhezni můstek		8 - PU zpevňovač překrytý lakem	
	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
1	39,11	26	6,23	<6	10,53	9	18,42	18	9,12	9	8,37	11	10,34	10	27,73	26	5,17	7
2	23,70	20	5,80	<6	8,65	7	9,41	13	6,67	6	6,51	9	8,24	7	20,64	19	4,70	<6
3	13,07	13	5,62	<6	6,99	<6	6,78	9	5,53	<6	5,89	7	6,03	<6	10,97	14	4,77	<6
4	9,54	10	5,24	<6	7,34	<6	5,83	9	5,37	<6	5,51	6	5,77	<6	7,34	11	4,49	<6
5	8,69	7	5,32	<6	6,76	<6	5,78	6	5,32	<6	5,55	<6	5,66	<6	7,79	8	4,87	<6
6	7,45	<6	5,55	<6	6,38	<6	5,67	<6	5,33	<6	5,45	<6	5,70	<6	5,72	8	4,39	<6
7	7,19	<6	5,18	<6	5,73	<6	5,77	<6	5,08	<6	5,34	<6	5,80	<6	5,67	8	4,90	<6
8	6,88	<6	5,29	<6	5,40	<6	5,88	<6	5,17	<6	5,48	<6	5,50	<6	5,69	8	4,94	<6
9	6,41	<6	5,31	<6	5,52	<6	5,52	<6	5,04	<6	5,46	<6	5,43	<6	5,70	8	4,79	<6
10	6,42	<6	5,29	<6	5,30	<6	5,92	<6	5,42	<6	5,34	<6	5,46	<6	5,53	8	4,50	<6
11	6,47	<6	5,48	<6	5,62	<6	5,51	<6	5,02	<6	5,32	<6	5,33	<6	5,45	8	4,04	<6
12	6,16	<6	6,00	<6	5,55	<6	5,24	<6	5,11	<6	5,46	<6	5,39	<6	5,39	6	4,20	<6
13	6,21	<6	5,82	<6	5,54	<6	5,56	<6	4,89	<6	5,69	<6	5,63	<6	5,49	6	4,18	<6
14	6,62	<6	5,24	<6	5,49	<6	5,21	<6	4,86	<6	5,64	<6	5,46	<6	5,71	<6	4,23	<6
15	6,60	<6	5,06	<6	5,36	<6	5,52	<6	4,87	<6	5,40	<6	5,35	<6	5,68	<6	4,12	<6
16	6,42	<6	4,95	<6	5,37	<6	5,50	<6	4,94	<6	5,40	<6	5,48	<6	5,60	<6	4,09	<6
17	6,45	<6	4,85	<6	5,33	<6	5,46	<6	5,20	<6	5,34	<6	5,30	<6	5,72	<6	4,13	<6
18	6,39	<6	5,01	<6	5,21	<6	5,73	<6	4,81	<6	4,65	<6	5,49	<6	5,51	<6	3,17	<6
19	6,57	<6	3,54	<6	4,90	<6	4,91	<6	4,44	<6	4,41	<6	5,69	<6	5,70	<6	2,57	<6
20	6,37	<6	2,97	<6	4,90	<6	4,91	<6	4,48	<6	4,41	<6	4,65	<6	5,27	<6	2,57	<6

Tabulka č. 16: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 2
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Vlhkost [%] – den 2																		
Poř. číslo měření po výšce vzorku	Bez povrchové úpravy		1 - silikonový HI nátěr		2 – jednoslož. HI stěrka		3 - korková směs na penetrační emulzi		4 - lak k ošetřování dřeva		5 - akrylátová barva na dřevo		6 - přípravek na vodní bázi		7 - adhezni můstek		8 - PU zpevňovač překrytý lakem	
	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
1	38,75	>30	6,27	9	14,92	11	20,18	21	9,07	11	11,91	13	11,09	13	27,09	27	7,79	7
2	28,54	24	5,11	<6	9,87	9	8,77	13	7,48	8	7,76	11	8,31	8	21,21	20	5,97	<6
3	20,16	16	5,69	<6	7,00	7	6,36	12	6,70	6	6,36	9	6,81	7	13,78	17	5,22	<6
4	15,62	12	5,63	<6	5,47	<6	5,44	9	5,99	<6	5,84	7	6,31	6	8,54	13	4,99	<6
5	9,91	9	5,26	<6	5,35	<6	5,61	8	5,61	<6	5,73	7	6,25	<6	5,91	9	4,88	<6
6	8,14	7	5,35	<6	5,43	<6	5,43	6	5,47	<6	5,47	<6	6,21	<6	5,62	8	5,17	<6
7	7,66	8	4,81	<6	5,17	<6	5,66	6	5,36	<6	5,43	<6	6,09	<6	5,45	8	5,14	<6
8	7,16	6	5,26	<6	5,16	<6	5,52	<6	5,44	<6	5,52	<6	5,99	<6	5,36	8	4,88	<6
9	7,10	<6	5,18	<6	5,24	<6	5,30	<6	5,55	<6	5,70	<6	5,85	<6	5,35	8	5,00	<6
10	6,95	<6	5,61	<6	5,25	<6	5,33	<6	5,49	<6	5,54	<6	5,90	<6	5,30	8	5,02	<6
11	6,96	<6	4,85	<6	5,13	<6	5,08	<6	5,35	<6	5,37	<6	5,76	<6	5,34	8	4,89	<6
12	7,10	<6	4,96	<6	5,32	<6	5,39	<6	5,18	<6	5,54	<6	5,92	<6	5,17	8	4,82	<6
13	6,70	<6	4,95	<6	4,94	<6	5,38	<6	5,25	<6	5,76	<6	6,02	<6	5,04	8	4,65	<6
14	6,88	<6	5,13	<6	5,48	<6	5,57	<6	5,39	<6	5,76	<6	5,98	<6	5,23	8	4,40	<6
15	6,75	<6	4,95	<6	5,15	<6	5,68	<6	5,26	<6	5,82	<6	5,95	<6	4,99	8	4,57	<6
16	6,93	<6	5,01	<6	4,94	<6	5,50	<6	5,11	<6	5,84	<6	5,97	<6	4,96	8	4,59	<6
17	7,15	<6	4,30	<6	5,32	<6	5,56	<6	5,18	<6	5,77	<6	6,06	<6	4,99	8	4,42	<6
18	6,91	<6	4,26	<6	5,10	<6	5,54	<6	4,57	<6	5,60	<6	6,02	<6	5,26	6	3,87	<6
19	6,82	<6	3,13	<6	3,55	<6	5,65	<6	3,88	<6	5,51	<6	5,70	<6	4,99	6	3,28	<6
20	6,25	<6	3,10	<6	3,53	<6	5,68	<6	3,88	<6	5,51	<6	5,66	<6	4,72	<6	3,28	<6

Tabulka č. 17: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 3
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Vlhkost [%] – den 3																		
Poř. číslo měření po výšce vzorku	Bez povrchové úpravy		1 - silikonový HI nátěr		2 – jednoslož. HI stěrka		3 - korková směs na penetrační emulzi		4 - lak k ošetřování dřeva		5 - akrylátová barva na dřevo		6 - přípravek na vodní bázi		7 - adhezni můstek		8 - PU zpevňovač překrytý lakem	
	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
1	46,63	>30	9,03	10	15,65	11	29,02	29	12,61	13	13,16	14	13,23	13	36,71	>30	8,10	10
2	35,60	>30	7,08	7	10,23	9	17,44	18	9,08	10	8,58	12	9,03	9	28,88	26	6,31	8
3	21,55	19	6,42	<6	7,13	7	14,67	14	6,90	7	6,80	9	6,82	7	15,42	19	5,82	<6
4	15,08	12	5,19	<6	5,41	6	13,17	14	6,13	<6	6,10	7	6,17	6	11,99	15	5,87	<6
5	9,08	8	5,56	<6	4,93	<6	10,01	11	5,96	<6	5,92	6	5,79	<6	9,62	11	5,68	<6
6	7,66	8	5,37	<6	4,82	<6	7,53	8	6,11	<6	5,62	<6	5,55	<6	6,54	9	5,64	<6
7	7,36	8	5,35	<6	4,54	<6	5,69	6	5,95	<6	5,60	<6	5,50	<6	5,72	8	5,61	<6
8	6,65	6	5,33	<6	4,45	<6	5,73	<6	5,67	<6	5,58	<6	5,62	<6	5,43	8	5,66	<6
9	6,59	<6	5,17	<6	4,56	<6	5,64	<6	5,75	<6	5,57	<6	5,66	<6	5,36	8	5,77	<6
10	6,59	<6	5,03	<6	4,55	<6	5,40	<6	5,62	<6	5,80	<6	5,28	<6	5,12	8	5,64	<6
11	7,02	<6	4,83	<6	4,41	<6	5,63	<6	5,70	<6	5,79	<6	5,22	<6	5,41	8	5,37	<6
12	6,83	<6	5,21	<6	4,47	<6	5,70	<6	5,70	<6	5,52	<6	5,21	<6	5,46	8	5,43	<6
13	6,94	<6	5,03	<6	4,59	<6	5,54	<6	6,03	<6	5,71	<6	5,25	<6	5,48	8	5,32	<6
14	6,67	<6	5,03	<6	4,47	<6	5,69	<6	6,21	<6	5,68	<6	5,34	<6	5,47	8	5,49	<6
15	6,91	<6	4,96	<6	4,36	<6	5,58	<6	6,27	<6	5,55	<6	5,07	<6	5,59	7	5,21	<6
16	6,90	<6	5,00	<6	4,28	<6	7,11	<6	6,15	<6	5,40	<6	5,00	<6	5,55	8	5,24	<6
17	7,29	<6	4,97	<6	4,45	<6	5,54	<6	6,00	<6	5,26	<6	5,19	<6	5,59	8	5,24	<6
18	6,84	<6	5,00	<6	4,28	<6	6,46	<6	5,83	<6	4,95	<6	4,62	<6	5,37	8	4,56	<6
19	7,18	<6	3,90	<6	3,29	<6	5,57	<6	5,77	<6	4,35	<6	4,14	<6	5,25	6	3,90	<6
20	7,40	<6	3,93	<6	3,01	<6	5,47	<6	4,09	<6	4,35	<6	4,13	<6	4,93	6	3,88	<6

Tabulka č. 18: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 4
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Vlhkost [%] – den 4																		
Poř. číslo měření po výšce vzorku	Bez povrchové úpravy		1 - silikonový HI nátěr		2 – jednoslož. HI stěrka		3 - korková směs na penetrační emulzi		4 - lak k ošetřování dřeva		5 - akrylátová barva na dřevo		6 - přípravek na vodní bázi		7 - adhezni můstek		8 - PU zpevňovač překrytý lakem	
	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
1	47,61	>30	10,65	12	17,66	14	36,38	>30	16,75	16	15,01	16	13,89	15	37,49	>30	8,18	12
2	35,74	>30	8,37	9	10,51	9	23,27	21	9,30	12	9,42	14	9,26	10	28,91	>30	6,28	8
3	23,34	19	5,94	7	7,10	7	17,27	16	7,17	7	7,57	10	6,35	7	16,17	19	5,89	6
4	16,11	12	5,31	6	6,04	6	13,99	13	6,22	6	6,43	7	5,85	6	12,23	16	5,71	<6
5	11,06	8	5,39	<6	5,50	<6	11,91	11	5,91	<6	6,35	6	5,67	<6	8,60	12	5,42	<6
6	8,53	8	5,32	<6	5,25	<6	8,94	8	5,86	<6	6,26	<6	5,75	<6	7,03	10	5,45	<6
7	8,08	8	5,13	<6	5,14	<6	6,85	6	5,79	<6	6,17	<6	5,42	<6	6,51	8	5,39	<6
8	7,43	6	5,11	<6	5,15	<6	6,06	<6	5,75	<6	6,50	<6	5,50	<6	6,26	8	5,47	<6
9	7,57	<6	5,04	<6	4,91	<6	5,93	<6	5,52	<6	6,55	<6	5,26	<6	6,09	8	5,49	<6
10	7,96	<6	5,22	<6	4,92	<6	5,42	<6	5,47	<6	5,98	<6	5,44	<6	6,14	8	5,47	<6
11	7,96	<6	5,21	<6	4,80	<6	5,02	<6	5,23	<6	5,83	<6	5,41	<6	5,97	8	5,53	<6
12	7,74	<6	5,17	<6	4,75	<6	5,01	<6	5,33	<6	6,12	<6	5,29	<6	5,72	8	5,60	<6
13	7,36	<6	5,09	<6	4,78	<6	5,22	<6	5,40	<6	6,24	<6	4,74	<6	5,52	8	5,59	<6
14	7,53	<6	5,10	<6	4,68	<6	5,21	<6	5,30	<6	6,12	<6	4,71	<6	5,55	6	5,58	<6
15	7,56	<6	4,82	<6	4,75	<6	5,32	<6	4,95	<6	6,21	<6	4,74	<6	5,51	8	5,56	<6
16	7,59	<6	4,83	<6	4,68	<6	5,11	<6	4,92	<6	6,11	<6	4,73	<6	5,55	8	5,65	<6
17	7,52	<6	4,68	<6	4,79	<6	5,17	<6	5,39	<6	6,14	<6	5,07	<6	5,44	7	5,61	<6
18	7,05	<6	4,73	<6	4,62	<6	4,77	<6	4,70	<6	5,96	<6	5,02	<6	5,37	8	5,41	<6
19	6,47	<6	4,05	<6	3,59	<6	4,67	<6	4,19	<6	5,73	<6	4,58	<6	4,80	6	4,79	<6
20	6,48	<6	4,05	<6	3,44	<6	4,41	<6	4,19	<6	5,73	<6	4,41	<6	4,72	6	4,79	<6

Tabulka č. 19: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 5
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Vlhkost [%] – den 5																		
Poř. číslo měření po výšce vzorku	Bez povrchové úpravy		1 - silikonový HI nátěr		2 – jednoslož. HI stěrka		3 - korková směs na penetrační emulzi		4 - lak k ošetřování dřeva		5 - akrylátová barva na dřevo		6 - přípravek na vodní bázi		7 - adhezni můstek		8 - PU zpevňovač překrytý lakem	
	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
1	50,48	>30	15,18	14	16,41	14	39,67	>30	19,47	18	16,29	17	18,64	15	38,07	>30	9,72	15
2	41,09	>30	11,46	11	12,21	10	31,02	24	11,42	13	9,75	14	11,41	12	29,38	>30	7,05	8
3	24,10	20	9,04	7	8,70	7	25,64	18	8,32	8	7,36	11	7,46	9	16,54	19	6,01	6
4	14,69	12	7,06	6	6,35	6	21,72	13	6,93	6	7,35	8	6,24	6	11,65	16	5,82	<6
5	9,38	9	7,38	<6	5,79	6	17,48	11	6,92	<6	6,84	6	5,73	<6	8,30	12	5,77	<6
6	7,75	8	7,01	<6	5,61	<6	13,55	8	6,78	<6	6,87	<6	5,56	<6	6,30	10	5,72	<6
7	7,48	8	5,55	<6	5,68	<6	9,03	8	6,25	<6	6,69	<6	5,73	<6	6,02	9	5,68	<6
8	7,15	6	4,51	<6	5,63	<6	6,96	6	6,35	<6	6,38	<6	5,52	<6	5,94	8	5,67	<6
9	6,70	<6	4,62	<6	5,53	<6	6,58	6	6,11	<6	6,42	<6	5,75	<6	5,90	8	5,54	<6
10	7,13	<6	4,36	<6	5,58	<6	6,55	<6	6,19	<6	6,28	<6	5,23	<6	5,93	8	5,52	<6
11	7,17	<6	4,56	<6	5,67	<6	6,45	<6	5,56	<6	6,37	<6	4,83	<6	5,65	8	5,25	<6
12	7,50	<6	4,43	<6	5,81	<6	6,46	<6	5,33	<6	6,42	<6	4,93	<6	5,59	8	5,24	<6
13	6,73	<6	4,18	<6	5,80	<6	6,35	<6	5,91	<6	6,38	<6	4,72	<6	5,64	8	5,30	<6
14	7,50	<6	3,91	<6	5,67	<6	6,39	<6	5,71	<6	6,51	<6	4,76	<6	5,54	8	5,29	<6
15	7,30	<6	3,82	<6	5,50	<6	6,42	<6	5,64	<6	6,66	<6	4,91	<6	5,55	8	4,96	<6
16	7,24	<6	4,34	<6	5,54	<6	6,25	<6	6,14	<6	6,34	<6	5,23	<6	5,45	6	4,92	<6
17	7,19	<6	4,59	<6	5,56	<6	6,26	<6	6,11	<6	6,12	<6	5,00	<6	5,41	8	5,17	<6
18	6,40	<6	4,28	<6	5,59	<6	6,27	<6	5,22	<6	6,04	<6	4,64	<6	5,09	8	4,35	<6
19	6,84	<6	4,09	<6	5,45	<6	6,44	<6	4,84	<6	5,73	<6	4,29	<6	5,06	6	3,90	<6
20	6,78	<6	4,07	<6	5,16	<6	6,28	<6	4,84	<6	5,54	<6	4,02	<6	4,61	6	3,90	<6

Dále lze konstatovat, že měření pomocí příložného vlhkoměru, které je snazší a rychlejší, se od výsledků získaných destruktivní zkouškou liší jen málo, jak vyplývá i z tabulek č. 15–19. Z důvodů diskutovaných dříve je však potřeba, aby bylo měření pomocí obdobného typu příložného vlhkoměru prováděno z obou stran desky.

Výsledky experimentů potvrdily, že vhodně zvolená povrchová úprava může zpomalit vzlínání vody v OSB desce a také, že minimálně po dobu 5 dnů při vystavení přímým účinkům vody může zabránit, aby v OSB desce došlo k nahromadění vysokého obsahu vlhkosti, tedy udržet hodnotu vlhkosti pod 20 %, a to i v části ponořené přímo ve vodě. Pouze povrchové úpravy 3 – skladba s korkovou směsí pro aplikaci stříkáním a 7 – adhezni můstek nedokázaly zabránit nahromadění vysokého obsahu vlhkosti, jak vyplývá z tabulek č. 15–19. Korková směs nedokázala této skutečnosti zabránit od 2. dne měření, adhezni můstek již od 1. dne měření.

6 PŘÍNOSY PRÁCE

6.1 Vědecký přínos

V rámci této práce je poprvé současně zkoušeno více různých typů povrchových úprav OSB desek, které mají zvyšovat jejich odolnost proti působení vlhkosti. Práce tak umožňuje vzájemné srovnání jednotlivých typů povrchových úprav. Daná problematika je zde řešena z dlouhodobého hlediska, nikoliv krátkodobého, jak je obvyklé.

Je zde charakterizován postup zkoušek, které vychází z normativních předpisů, jsou však modifikovány a uzpůsobeny, aby bylo možné posuzovat efektivitu zvolených povrchových úprav z dlouhodobého hlediska. Obsahuje též návrh alternativní zkušební metody. Zvolené postupy umožňují ověřit, případně vyvrátit některé vyslovené hypotézy, například hypotézu o zvýšené absorpci vody na řezných hranách OSB desek a možnost snížení této absorpce aplikací povrchových úprav na řezné hrany.

6.2 Přínos pro stavební praxi

Práce umožnila určit, které druhy povrchových úprav zvyšujících odolnost OSB desek proti vlhkosti, jsou z dlouhodobého hlediska neúčinnější. Některé druhy povrchových úprav se za tímto účelem již v rámci výstavby dřevostaveb používají a tato práce umožnila ověření výrobcem deklarovaných vlastností. Dále bylo prokázáno, že povrchové úpravy mají významný vliv na snížení absorpce vody OSB deskami, přestože se před jejich aplikací nepřístupí k žádné speciální úpravě povrchu OSB desky, například broušení.

Přínosné jsou výsledky z hlediska dlouhodobého, ale i krátkodobého. V závislosti na zjištěných faktech by bylo možné zařadit některé typy povrchových úprav už do procesu prefabrikace. Například povrchová úprava 1 – silikonový hydroizolační nátěr by mohla být již v procesu prefabrikace aplikována na střešní lepené sendvičové panely, povrchová úprava 2 – jednosložková hydroizolační stěrka by mohla být aplikována na panely využívané k založení stavby. Obě navržené povrchové úpravy byly vyhodnoceny v rámci výzkumu jako jedny z neúčinnějších. Samotná výstavba by se tak stala ještě méně závislá na povětrnostních vlivech. Aplikace některých povrchových úprav by mohla být zvažena v rámci místností, které se z vlhkostního hlediska jeví jako rizikové (například koupelny). Také by se mohlo přistoupit k aplikaci povrchových úprav aspoň v dolní části OSB desek, které jsou ve styku s vodorovnými plochami, aby bylo zabráněno vzlínání vody.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo ověření předpokladu, že vhodně zvolená povrchová úprava může mít významný vliv na OSB desky vystavené dlouhodobějšímu působení vlhkosti. Rozborem literatury bylo zjištěno, že některé povrchové úpravy měly vliv na snížení bobtnání OSB desek, nebylo však prováděno srovnání více druhů povrchových úprav a ve většině případů nebyly zkoušeny povrchové úpravy běžně dostupné na trhu. Případně se jednalo o povrchové úpravy vyžadující další speciální úpravy, ať už v podobě broušení OSB desek před jejich aplikací nebo například vytvrzení UV zářením po jejich aplikaci. Pro účely této práce bylo vybráno 8 druhů na trhu běžně dostupných povrchových úprav vhodných k aplikaci na OSB desky, u nichž výrobce deklaroval zvýšení odolnosti proti vlhkosti a nebylo vyžadováno žádné další opatření před nebo po jejich aplikaci.

Účinek jednotlivých povrchových úprav byl vyhodnocen na základě údajů získaných experimenty. Byly provedeny zkoušky stanovení bobtnání po uložení ve vodě a stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním. Zkouška cyklováním umožnila ověřit trvanlivost jednotlivých povrchových úprav, neboť ji lze brát za simulaci střídání povětrnostních vlivů. Obě tyto zkoušky vycházely z norem a spočívaly ve sledování bobtnání OSB desek. V rámci této práce bylo ke sledování bobtnání přidáno také sledování růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že povrchová úprava může velmi významně ovlivnit velikost bobtnání OSB desky, stejně jako množství absorbované vody, avšak záleží na druhu zvolené povrchové úpravy. Minimálně 3 ze zkoušených povrchových úprav dokázaly významně ovlivnit obě sledované proměnné i po zkoušce cyklováním a mohou tak být označeny za nejúčinnější.

Jedním z dílčích cílů této práce byl návrh alternativní zkušební metody. Byla tedy navržena zkouška vzlínání ve dvou variantách – destruktivní a nedestruktivní. Podstatou destruktivní zkoušky bylo zjišťování vlhkosti po výšce desky gravimetrickou metodou. Nedestruktivní zkouška spočívala v měření vlhkosti po výšce desky pomocí příloženého vlhkoměru. Dvě varianty zkoušky byly navrženy, aby bylo možné vzájemné srovnání výsledků i ve smyslu vzájemné kontroly. Účelem zkoušky bylo získat představu o vzlínání vody v OSB desce, protože i takové situace mohou v průběhu realizace nebo užívání stavby nastat. Dále bylo zjišťováno, zda i tuto proměnnou dokáže povrchová úprava ovlivnit. Ukázalo se, že povrchová úprava ji může ovlivnit výrazně, ale zároveň

se zkouška ukázala být nevhodnou pro některé z aplikovaných povrchových úprav. Průběh výzkumu poukázal na to, že některé povrchové úpravy mají tendenci samy o sobě nasáknout vodou. Vzhledem k získaným výsledkům i přes tuto skutečnost velmi dobře zabraňují pronikání vody do samotné OSB desky. Ve srovnání s předchozími metodami však byla účinnost některých povrchových úprav při zkouškách vzlínání zkreslena, a to zejména v případě úprav aplikovaných ve větších tloušťkách.

Vzhledem k existujícímu předpokladu, že voda vniká do OSB desek rychleji a ve větším množství skrze řezné hrany, bylo dalším cílem této práce ověření hypotézy, že aplikace povrchové úpravy pouze na řezné hrany by mohla mít významný vliv na bobtnání a růst hmotnosti OSB desky v příčinné souvislosti s absorpcí vody i z dlouhodobějšího hlediska. Tato hypotéza se potvrdila pouze u jedné povrchové úpravy, u které výrobce deklaroval schopnost hloubkového průniku. V důsledku toho došlo pravděpodobně k ošetření větší plochy než u ostatních povrchových úprav. Pro ostatní povrchové úpravy se významný vliv na snížení bobtnání potvrdil maximálně pro první tři dny ponoření ve vodě. Aplikace povrchové úpravy pouze na řezné hrany se tedy z dlouhodobého hlediska neprojevila jako účinná.

Výsledky experimentů potvrdily významný vliv povrchové úpravy na zamezení degradace konstrukční desky na bázi dřeva vlivem působení vlhkosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] RŮŽIČKA, Martin, 2014. *Moderní dřevostavba*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3298-5.
- [2] KOLB, Josef, 2011. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Přeložil Bohumil KOŽELOUH. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4071-3.
- [3] ŠTEFKO, Jozef; REINPRECHT, Ladislav a KUKLÍK, Petr, 2009. *Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba*. 2. české vyd. Home. Bratislava: JAGA. ISBN 978-80-8076-080-9.
- [4] Druhy dřevostaveb, 2001-2023. Online. *TZB-info*. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/355-druhy-drevostaveb>. [cit. 2023-05-03].
- [5] MORLEY, Michael, 2000. *Building with Structural Insulated Panels (SIPs): Strength and Energy Efficiency Through Structural Panel Construction*. Newtown (Connecticut, USA): The Taunton Press. ISBN 1-56158-351-0.
- [6] NEŠPOROVÁ, Kristina. CLT panely: Vrstvené masivní panely, které voní dřevem. Online. *Dřevostavitel: Online svět dřevostaveb*. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/clt-panely>. [cit. 2023-05-02].
- [7] *Bytová a nebytová výstavba a stavební povolení – časové řady: Tab. 16 Dokončené domy podle svíslé nosné konstrukce*, 2023. Online. ČSÚ. Český statistický úřad. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/bvz_cr. [cit. 2023-04-06].
- [8] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ [ÚNMZ]. ČSN 73 0833:2010, *Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. Dostupné z: ČAS, <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>. [cit. 2023-04-06].
- [9] *Cenová soustava ÚRS: Sledování vývoje cen stavebních materiálů – 12/2022*, 2023. Online. Dostupné z: <https://www.cs-urs.cz/sledovani-vyvoje-cen-stavebnich-materialu-12-2022/>. [cit. 2023-04-06].
- [10] BLAHA, Vratislav. *Dřevostavby v České republice pokračují v trendu kontinuálního růstu*. Online. In: *Dřevostavitel.cz*. Dostupné

- z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/drevostavby-statistika-2017>. [cit. 2023-05-02].
- [11] *SIPs work like Universal Beam*. Online. In: SIPS HOUSES WA: LIVE SUSTAINABLY WITH STRUCTURAL INSULATED PANELS. Dostupné z: <http://www.sipshouseswa.com.au/>. [cit. 2023-05-02].
- [12] *EUROPANEL: Technologie SIPs*, c2017-2023. Online. Dostupné z: <https://www.europanel.cz/cz/pro-odborniky/technologie-sips/>. [cit. 2023-05-02].
- [13] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT [ČNI]. ČSN EN 300:2006, *Desky z orientovaných plochých třísek (OSB): Definice, klasifikace a požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2006. Dostupné z: ČAS, <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>. [cit. 2023-04-06].
- [14] GAFF, Milan; TRGALA, Kamil a ADAMOVÁ, Tereza, 2001-2023. Environmentální přínos využívání recyklovaného dřeva při výrobě aglomerovaných materiálů (1. část). Online. *TZB-info*. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/stavebni-desky/17324-environmentalni-prinos-vyuzivani-recyklovaneho-dreva-pri-vyrobe-aglomerovanych-materialu-1-cast>. [cit. 2023-05-03].
- [15] *Slavnostní zahájení zkušebního provozu technologie zavedení recyklovaného dřeva do výroby OSB*. Online. Kronospan. Dostupné z: <https://www.mojekronoc.cz/slavnostni-zahajeni-provozu-technologie-zavedeni-recyklovaneho-dreva-do-vyroby-osb/>. [cit. 2023-05-02].
- [16] *FAOSTAT: Forestry Production and Trade*, c2023. Online. Dostupné z: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>. [cit. 2023-05-02].
- [17] BÖHM, Martin. *Vliv vlhkosti na mechanickofyzikální vlastnosti OSB*. Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2008.
- [18] BLAHA, Martin a BUKOVSKÝ, Ladislav, 2006. *Prevence a odstraňování vlhkosti*. 2. vyd. Brno: ERA group. ISBN 80-86517-48-9.
- [19] DEL MENEZZI, Cláudio Henrique Soares a TOMASELLI, Ivan, 2006. Contact thermal post-treatment of oriented strandboard to improve dimensional stability: A preliminary study. Online. *Holz als Roh-und Werkstoff*. Roč. 64, č. 3, s. 212-217. ISSN 0018-3768. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00107-005-0052-1>. [cit. 2023-05-08].

- [20] LI, Wanzhao; VAN DEN BULCKE, Jan; DE SCHRYVER, Thomas a VAN ACKER, Joris, 2016. Investigating water transport in MDF and OSB using a gantry-based X-ray CT scanning system. Online. *Wood Science and Technology*. Roč. 50, č. 6, s. 1197-1211. ISSN 0043-7719. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00226-016-0855-8>. [cit. 2023-05-08].
- [21] WAY, Daniel; KAMKE, Frederick A. a SINHA, Arijit, 2020. Influence of specimen size during accelerated weathering of wood-based structural panels. Online. 2020-01-02, roč. 15, č. 1, s. 17-29. ISSN 1748-0272. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/17480272.2018.1459836>. [cit. 2023-05-08].
- [22] SMITH, W. Ramsay a WU, Qinglin, 2005. Durability improvement for structural wood composites through chemical treatments: Current state of the art. *Forest Products Journal*. Roč. 55, č. 2, s. 8-17. ISSN 00157473.
- [23] EVANS, Philip D.; MIESNER, Martin a ROGERSON, Doug, 2013. Machined tapers reduce the differential edge swelling of oriented strand board exposed to water. Online. *Composites Part B: Engineering*. Roč. 50, s. 15-21. ISSN 13598368. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.01.021>. [cit. 2023-05-08].
- [24] LÖTTER, Barend T. a EVANS, Philip D., 2019. Sprayable hot melt waxes as water repellents for oriented strand board. Online. *International Wood Products Journal*. 2019-07-03, roč. 10, č. 3, s. 102-110. ISSN 2042-6445. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/20426445.2019.1637609>. [cit. 2023-05-08].
- [25] MANTANIS, George I. a PAPADOPOULOS, Antonios N., 2010. Reducing the thickness swelling of wood based panels by applying a nanotechnology compound. Online. *European Journal of Wood and Wood Products*. Roč. 68, č. 2, s. 237-239. ISSN 0018-3768. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00107-009-0401-6>. [cit. 2023-05-04].
- [26] SEMPLE, Kate; CULLIS, Ian a EVANS, Philip, 2009. Improving the stability of oriented strand board manufactured from mountain pine beetle wood. Online. In: *Mountain Pine Beetle Working Paper*. Canada: Canadian Forest Service, Victoria, B.C. ISBN 978-1-100-13447-5. Dostupné z: <https://dlied5g1xfgpx8.cloudfront.net/pdfs/31194.pdf>. [cit. 2023-05-05].
- [27] EVANS, P. D. a CULLIS, I., 2008. Effect of sanding and coating with UV-cured finishes on the surface roughness, dimensional stability and fire resistance of oriented strandboard. Online. *Holz als Roh-und Werkstoff*. Roč. 66, č. 3, s. 191-

199. ISSN 0018-3768. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00107-008-0238-4>. [cit. 2023-05-08].
- [28] SCHMID, Volker a YILDIZ, Özkan, 2014. Zum konstruktiven Holzschutz mit hochelastischen Polyurethan-Spritzelastomeren. Online. *Bautechnik*. Roč. 91, č. 1, s. 15-22. ISSN 09328351. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/bate.201300078>. [cit. 2023-05-08].
- [29] COPAK, Antonio; JIROUŠ-RAJKOVIĆ, Vlatka; ŽIVKOVIĆ, Vjekoslav a MIKLEČIĆ, Josip, 2023. Water vapour transmission properties of uncoated and coated wood-based panels. Online. 2023-05-04, roč. 18, č. 3, s. 1086-1093. ISSN 1748-0272. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/17480272.2022.2106582>. [cit. 2023-05-08].
- [30] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT [ČNI]. ČSN EN 317:1995, *Třískové a vláknité desky: Stanovení bobtnání po uložení ve vodě*. Praha: Český normalizační institut, 1995. Dostupné z: ČAS, <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>. [cit. 2023-04-06].
- [31] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT [ČNI]. ČSN EN 321:2002, *Desky ze dřeva: Stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním*. Praha: Český normalizační institut, 2002. Dostupné z: ČAS, <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>. [cit. 2023-04-06].
- [32] *Prohlášení o vlastnostech – EGGER OSB 4 TOP*, 2018. Wismar: EGGER Holzwerkstoffe Wismar GmbH & Co.
- [33] *EGGER: Environmental Product Declaration (EPD)*, 2023. Online. Dostupné z: <https://www.egger.com/cs/building/product-detail/OSB4TOP>. [cit. 2023-05-18].
- [34] *DECOPROYEC: LIQUID MS SILICONE DATA SHEET*, 2021. Online. Dostupné z: <https://www.decoprojec.com/wp-content/uploads/2021/04/liquid-ms-silicone-datasheet.pdf>. [cit. 2023-05-19].
- [35] *Botament: RD 1 Universal: Technický list*, c2023. Online. Dostupné z: <https://www.botament.cz/stavebni-hmoty/izolace-a-renovovani-staveb/rd-1-universal>. [cit. 2023-05-19].
- [36] *DECOPROYEC: DECOUNION XL Fixing Emulsion: TECHNICAL SHEET*, c2023. Online. Dostupné z: https://www.decoprojec.com/en/products/decounion-xl-fixing-emulsion/?fbclid=IwAR2n3N2wR-S4F4akzmq_O6kZd7JPJQsJ45qiDsG56MMSQQN46pZHH-Cv2MA. [cit. 2023-05-19].

- [37] *DECOPROYEC SPRAYED CORK DATA SHEET*, c2023. Online. Dostupné z: <https://www.decoprojec.com/en/projected-cork-data-sheet/>. [cit. 2023-05-19].
- [38] *Technický list – Remmers Isoliergrund*, 2014. Říčany u Prahy: Remmers CZ.
- [39] *Technický list – Remmers Rofalin Acryl*, 2010. Říčany u Prahy: Remmers CZ.
- [40] *Technický list – Remmers Induline SW-910l*, 2010. Říčany u Prahy: Remmers CZ.
- [41] *HASOFT: DRSON: Technický list*, 2020. Online. Dostupné z: <https://www.hasoft.cz/soubory/technicky-list-drson.pdf>. [cit. 2023-05-19].
- [42] *Technický list – Remmers PU-Holzverfestigung*, 2010. Říčany u Prahy: Remmers CZ.
- [43] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT [ČNI]. ČSN EN 326-1:1997, *Desky ze dřeva - Odběr vzorků, nařezávání a kontrola - Část 1: Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků zkoušky*. Praha: Český normalizační institut, 1997. Dostupné z: ČAS, <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>. [cit. 2023-04-06].
- [44] *Pistole na projektovaný korek CP19*, c2023. Online. In: DECOPROYEC. Dostupné z: <https://www.decoprojec.com/productos/pistola-para-corcho-proyectado-cp19/>. [cit. 2023-05-21].
- [45] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT [ČNI]. ČSN EN 322:1994, *Dosky z dřeva. Zist'ovanie vlhkosti*. Praha: Český normalizační institut, 1994. Dostupné z: ČAS, <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>. [cit. 2023-04-06].
- [46] ÚSTAV PRO NORMALIZACI A MĚŘENÍ. ČSN 01 0225:1981, *Aplikovaná statistika. Testy shody empirického rozdělení s teoretickým*. Praha: Český normalizační institut. Dostupné z: ČAS, <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>. [cit. 2023-04-06].
- [47] *Charakteristiky variability (proměnlivosti souboru)*. Online. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn1/variabil.htm#SD>. [cit. 2023-05-26].
- [48] *Vylučování extrémních hodnot souboru*. Online. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn2/extremy.htm>. [cit. 2023-05-26].
- [49] *Statistické tabulky: Tab. č. 5 Kritické hodnoty $T_n; \alpha - T1; \alpha$ pro Grubbsův test*. Online. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/tabulky.htm>. [cit. 2023-05-26].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Konstruktivně izolovaný panel se chová jako I-nosník	14
Obrázek č. 2: Zkušební vzorky pro zkoušku stanovení bobtnání po uložení ve vodě (8 kusů v surovém stavu a 2 sady s povrchovými úpravami – 136 kusů)	27
Obrázek č. 3: Příklad zkušebních vzorků bez povrchové úpravy pro zkoušky vztlínáním	28
Obrázek č. 4: Pistole na stříkaný korek	30
Obrázek č. 5: Vážení zkušebních vzorků velikosti 50 × 50 mm při ověřování dosažení konstantní hmotnosti	31
Obrázek č. 6: Zkušební vzorky ponořené ve vodě při zkoušce stanovení bobtnání	32
Obrázek č. 7: Zkušební těleso pro měření bobtnání (rozměry v mm) dle normy ČSN EN 317	33
Obrázek č. 8: Zkušební vzorky uložené ve vodě při zkoušce cyklováním	33
Obrázek č. 9: Zkušební vzorky umístěné v mrazničce při zkoušce cyklováním	34
Obrázek č. 10: Zkušební vzorky uložené v sušárně při zkoušce cyklováním	34
Obrázek č. 11: Zkušební vzorky při zkouškách vztlínání a analyzátor vlhkosti	35
Obrázek č. 12: Schéma postupu rozřezání vzorku při destruktivní zkoušce (rozměry v mm)	36
Obrázek č. 13: Rozřezaný zkušební vzorek po destruktivní zkoušce vztlínání	36
Obrázek č. 14: Vlhkoměr používaný při nedestruktivní zkoušce vztlínání	37
Obrázek č. 15: Schéma postupu měření příložným vlhkoměrem (rozměry v mm)	38
Obrázek č. 16: Rozdílná míra poškození 3 druhů povrchových úprav aplikovaných na vzorky OSB desky po zkoušce cyklováním	56
Obrázek č. 17: Vzorky opatřené povrchovou úpravou 7 – adhezním můstkem po zkoušce cyklováním	57
Obrázek č. 18: Vzorky opatřené povrchovými úpravami 1 – silikonový HI nátěr (nahore) a 2 – jednosložková HI stěrka (dole) po zkoušce cyklováním	58
Obrázek č. 19: Vzorky opatřené povrchovou úpravou 2 – jednosložková HI stěrka při obou variantách zkoušky vztlínání	64

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Přehled dokončených bytových domů a dřevostaveb od r. 2000	11
Tabulka č. 2: Přehled dokončených rodinných domů a dřevostaveb od r. 2000	12
Tabulka č. 3: Klasifikace OSB desek	16
Tabulka č. 4: Základní složení desky EGGER OSB 4 TOP	24
Tabulka č. 5: Vlastnosti vybraných povrchových úprav z hlediska zvýšení odolnosti povrchu proti vlhkosti dle technických listů	25
Tabulka č. 6: Specifikace testovaných povrchových úprav	26
Tabulka č. 7: Výběr charakteristik povrchových úprav s ohledem na jejich aplikaci	29
Tabulka č. 8: Vliv jednotlivých povrchových úprav aplikovaných celoplošně na snížení bobtnání	50
Tabulka č. 9: Vliv jednotlivých povrchových úprav aplikovaných celoplošně na snížení růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody	52
Tabulka č. 10: Vliv jednotlivých povrchových úprav aplikovaných pouze na řezných hranách na snížení bobtnání	53
Tabulka č. 11: Vliv jednotlivých povrchových úprav aplikovaných pouze na řezných hranách na snížení růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody	55
Tabulka č. 12: Vliv jednotlivých povrchových úprav po zkoušce cyklováním na snížení bobtnání	58
Tabulka č. 13: Vliv jednotlivých povrchových úprav po zkoušce cyklováním na snížení růstu hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody	60
Tabulka č. 14: Přehled vlhkostí získaných destruktivní zkouškou vzlínání pro vzorky bez povrchové úpravy	65
Tabulka č. 15: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 1	71
Tabulka č. 16: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 2	71
Tabulka č. 17: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 3	72
Tabulka č. 18: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 4	72
Tabulka č. 19: Srovnání výsledků obou variant zkoušky vzlínání – den 5	73

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Srovnání vývoje cen OSB desek a konstrukčního řeziva v letech 2021 a 2022	12
Graf č. 2: Výstavba dřevostaveb v r. 2021 dle zvoleného konstrukčního systému	13
Graf č. 3: Výroba OSB desek – trend v ČR a EU	15
Graf č. 4: Křivka bobtnání v [%] u vzorků bez povrchové úpravy	48
Graf č. 5: Křivka zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody v [g] u vzorků bez povrchové úpravy	49
Graf č. 6: Křivky bobtnání v [%] u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně	49
Graf č. 7: Křivky zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody v [g] u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně	51
Graf č. 8: Křivky bobtnání v [%] u vzorků opatřených povrchovými úpravami pouze na řezných hranách	53
Graf č. 9: Křivky zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody v [g] u vzorků opatřených povrchovými úpravami pouze na řezných hranách	54
Graf č. 10: Křivky bobtnání v [%] po zkoušce cyklováním u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně	57
Graf č. 11: Křivky zvyšování hmotnosti v příčinné souvislosti s absorpcí vody v [g] po zkoušce cyklováním u vzorků opatřených povrchovými úpravami celoplošně	59
Graf č. 12: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 1	61
Graf č. 13: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 2	61
Graf č. 14: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 3	62
Graf č. 15: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 4	62
Graf č. 16: Výsledky destruktivní zkoušky vzlínání – den 5	63
Graf č. 17: Výsledky nedestruktivní zkoušky vzlínání – den 1	67
Graf č. 18: Výsledky nedestruktivní zkoušky vzlínání – den 2	67
Graf č. 19: Výsledky nedestruktivní zkoušky vzlínání – den 3	68
Graf č. 20: Výsledky nedestruktivní zkoušky vzlínání – den 4	68
Graf č. 21: Výsledky nedestruktivní zkoušky vzlínání – den 5	69

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: VÝSLEDKY ZKOUŠKY STANOVENÍ BOBTNÁNÍ A SLEDOVÁNÍ
RŮSTU HMOTNOSTI PO ULOŽENÍ VE VODĚ

Příloha č. 2: VÝSLEDKY ZKOUŠKY STANOVENÍ BOBTNÁNÍ A SLEDOVÁNÍ
RŮSTU HMOTNOSTI PO ZKOUŠCE CYKLOVÁNÍM

Příloha č. 3: VÝSLEDKY ZKOUŠEK VZLÍNÁNÍ