

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská



Bakalářská práce

2020

Matěj Pošta

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

**Pružnost, tvrdost a přilnavost silnovrstvých krycích laků na
špaletových oknech**

Bakalářská práce

Autor: Matěj Pošta

Vedoucí: Ing. Přemysl Šedivka, Ph.D.

2020

1 Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma **Pružnost, tvrdost a přilnavost silnovrstvých krycích laků na špaletových oknech** vypracoval samostatně pod vedením Ing. Přemysla Šedivky, Ph.D. a že jsem použil pouze prameny, které jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním této bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Teplicích dne

Podpis autora.....

2 Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat úplně všem, kteří mi jakýmkoliv způsobem pomohli s mou bakalářskou prací. Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce, panu Ing. Přemyslu Šedivkovi, Ph.D za pomoc s výběrem tématu, kdy jsem kvůli nepříznivým okolnostem musel na poslední chvíli měnit zadání. Velké poděkování patří také Ing. Ondřeji Dvořákovi za praktickou pomoc, konzultaci ve dne i v noci a veškeré instrukce a vedení, kterými mi velmi pomohl. V neposlední řadě chci poděkovat svým známým, kamarádům, přátelům, rodině, a hlavně své úžasné snoubence za podporu a motivaci.

3 Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je zkoumání pružnosti, tvrdosti a přilnavosti silnovrstvých krycích laků na špaletových oknech. Dále zmapování celé široké škály možných degradací, kterým jsou špaletová okna vystavována, a zároveň možnosti omezení nebo zamezení vzniku nebo projevu těchto degradací.

Špaletová okna jsou ve společnosti stále populární. Jsou buď vyžadována zákazníkem, nebo nařízeními, například od památkářů. Jsou tradiční, dobře vypadající a především funkční. Cílem této práce je zkoumání nátěrových ochranných prostředků, jejich pružnosti, odolnosti vůči mechanickému poškození a soudržnosti na použitém materiálu. Budu se v této práci tedy zabývat také špaletovými okny celkově, způsobem jejich výroby a jejich historií.

Hlavní přínos této práce spočívá ve vyzkoumání, analýze a vyhodnocení získaných údajů. Tím je na mysli pružnost, přilnavost a tvrdost použitých laků, stejně tak jako jejich využití na špaletových oknech.

4 Klíčová slova

špaletová okna; nátěrová hmota; biotičtí škůdci; abiotičtí škůdci; dřevo; silnovrstvé; dřevozbarvující; dřevokazné; degradace

5 Abstract

The aim of this bachelor thesis will be research of flexibility, hardness and adhesion of a thick-film varnishes on lining windows. Hereafter mapping of wide spectre of wood degradation, which can lining window suffer from and possible ability of restriction or prevention of this very degradation.

Lining window is still popular in society. It is required by customer or by conservationist regulations. Lining window is traditional, good looking and mostly, it is functional. The aim of this work is researching of varnishes, its flexibility, resistance of mechanical damages and adhesion to used material. I will deal with lining window as a whole, its making and history.

The main benefit of this work is in researching, analysis and evaluation of obtained information. That means elasticity, adhesion and hardness of used varnishes as well as its use on lining windows.

6 Key words

lining windows; painting substance; biotic pests; abiotic pests; wood; thick film; wood – coloring; wood – destroying; degradation

Obsah

1	Čestné prohlášení	3
2	Poděkování	4
3	Abstrakt	5
4	Klíčová slova	5
5	Abstract.....	6
6	Key words.....	6
7	Úvod.....	10
8	Špaletová okna.....	11
8.1	Historie.....	11
8.2	Rozdíly	14
8.2.1	Špaletová okna.....	15
8.2.2	Kastlová okna	16
8.3	Výroba.....	16
8.3.1	Materiál.....	16
8.3.1.1	Dřevo.....	16
8.3.1.2	Sklo	17
8.3.1.3	Lepidlo.....	18
8.3.1.4	Kování	18
8.3.2	Postup výroby	19
8.3.2.1	Sušení a klimatizace.....	19
8.3.2.2	Přířezávání.....	20
8.3.2.3	Lepení.....	21
8.3.2.4	Skládání okna.....	22
9	Dřevo	22

9.1	Vlastnosti dřeva	22
9.1.1	Anizotropie	23
9.1.1.1	Směry	23
9.1.1.2	Řezy.....	24
9.1.2	Vady dřeva.....	27
9.1.2.1	Suky.....	28
9.1.2.2	Točitost.....	29
9.1.2.3	Závitek.....	29
9.1.2.4	Smolník	30
9.1.2.5	Trhliny	30
9.2	Degradace dřeva	31
9.2.1	Poškození dřeva abiotickými činiteli	31
9.2.1.1	Poškození vodou	32
9.2.1.2	Poškození sluncem.....	34
9.2.2	Poškození dřeva biotickými činiteli.....	34
9.2.2.1	Poškození ptactvem.....	35
9.2.2.2	Poškození hmyzem	35
9.2.2.3	Poškození plísněmi	37
9.2.2.4	Dřevozbarvující houby.....	37
9.2.2.5	Dřevokazné houby	38
9.3	Povrchové úpravy dřeva.....	40
9.3.1	Nátěry a jejich výrobci	40
9.3.1.1	Kryvé nátěry	41
9.3.1.2	Oleje a vosky	41
9.3.1.3	Mořidla	42

9.3.2	Lazurovací laky.....	42
9.3.2.1	Silnovrstvé a tenkovrstvé	43
10	Metodika	43
10.1	Nátěrové hmoty	44
10.2	Normované testy	47
10.3	Výsledky testování.....	51
10.3.1	Tvrдост.....	51
10.3.2	Přilnavost.....	52
10.3.3	Pružnost.....	53
11	Diskuse.....	55
12	Závěr	55
13	Bibliografie	56
14	Seznam obrázků.....	60
15	Seznam tabulek.....	62
16	Seznam grafů.....	63
17	Seznam příloh.....	64
18	Přílohy.....	65

7 Úvod

V dnešní době, kdy vznikají různé nové stavby, které jsou architektonicky ojedinělé, odvážné, a které jsou většinou podle fantazie jejich majitele, se přesto stále na některých nových stavbách drží určité klasické styly – například špaletová okna. Ta se na budovách objevují stále. Ať už jde o nové stavby rodinných domů, výměnu starých oken za nová v bytovém domě, nebo výměnu oken na památkově chráněné budově. Špaletová okna jsou stále důležitou součástí obydlí. Často jsou vyžadována od památkového úřadu proto, aby nebyl narušen historický ráz budovy, například plastovými euro okny. Ta kolikrát nevypadají tak dobře jako klasická, dřevěná, špaletová okna. Ta, pokud jsou správně vyrobena, navíc velmi dobře izolují hluk a venkovní teplotu.

Pro jejich správné fungování je ovšem také musíme ochraňovat před nežádoucími vlivy hydrometeorologických změn, mechanickým poškozením, dřevokaznými houbami, hmyzem a dalšími škůdci. Pro ochranu a delší životnost oken tedy volíme natírání ochrannými látkami.

Cílem této práce je tedy zkoumání silnovrstvých nátěrových hmot na výše zmíněných oknech. Důvodem pro výběr tohoto tématu je fakt, že jsou dřevěná okna pro své vlastnosti a vzhled stále více populární a ve společnosti vyžadovaná a že je tedy potřeba tato okna chránit před vnějšími vlivy.

Tato práce poskytne základní přehled o různých degradacích, kterým dřevo podléhá, dále o nátěrech, které k jeho ochraně použijeme, a v neposlední řadě podá informace o špaletových oknech celkově – o jejich historii, způsobu výroby a funkcích.

8 Špaletová okna

8.1 Historie

Špaletová okna se vyskytují už velmi dlouho. Již od středověku se můžeme na lidových stavbách setkat s dvouřadými okny. Jednotlivá křídla kolem sebe měla tzv. deštění (Kočí, 2000). Na roubených stavbách kdekoliv ve skanzenu, nebo horských vesničkách, či vesnicích na Balkáně jsou stále vidět původní dvouřadá okna. Špaletová okna byla velmi praktická. Špaleta (z *ital. spalletta, okenní výklenek*) je vnitřní povrch otvoru pro okna nebo dveře. (Otto, 1897-1901). Může se jednat i o oblouk. Výklenky lze najít v různých historických slozích. Už od starověkého Říma se vyskytovala takzvaná nika. Ve stavebnictví znamená výklenek ve stěně (z *francouzského niche, od nicher, hnízdit*) (Perlík, 2011). Využívala se jako místo k umístění soch, model, svícňů a podobných dekorativních předmětů (Perlík, 2011). Tato nika však neplnila jen funkci dekorativní, ale stávalo se, že procházela celou tloušťkou zdi a bylo v ní zasazené okno nebo dveře. Jedná se tedy téměř o stejné využití jako u špalety. Ovšem špaleta bývala primárně konstruována jako výklenek průběžný celou tloušťkou zdi.



Obrázek 1- Nika (MM, 2007)

Dříve vznikali „špalety“ na sakrálních stavbách, hradech a tvrzích (Kouřil a kol., 2003). Samotná špaleta mohla být buď kolmá ke zdi a tvořit tak rovné plochy, nebo šikmá a zabírat tak ve zdi více prostoru. Šikmá špaleta za prvé lépe dovolovala světlu procházet skrze sklo do vnitřního prostoru, za druhé se, díky této šikmé ploše, docílilo lepšího odtoku vody. Všeobecně známým faktem je také to, že tyto špalety byly jen zasklené nebo vitrážové okenní výklenky, které neizolovaly místnosti od venkovních teplot dostatečně efektivně. Vitráže vznikaly pospojováním kousků skla olovem (Kouřil a kol., 2003).



Obrázek 2 – Šikmá špaleta gotického okna (Hauner, 2008)

Postupem času se začala šlechta z hradů přemísťovat do zámků. Na zámcích je ve většině případů možné dodnes vidat dvouřadá okna. Tato výsada však patřila jen bohatším vrstvám. Teprve po staletích se ve 2. polovině 19. století začíná celkově opouštět obyčejné jednoduché zasklívání, a to většinou tím způsobem, že se ke starým jednoduchým oknům přidávají okna druhá (Škabrada, 1999). Jelikož původní okna bývala na vnitřní straně stěny, povětšinou jen na trámech roubených staveb, začala se druhá okna montovat jako okna vnější. Tato vnější okna se na vesnicích nějaký čas využívala jen jako okna sezónní, která se na léto mohla sundávat. Na dřevěných domech v severočeském pohraničí, kde se původní okna nalézala na vnější straně stěny, se druhá okna vkládala naopak jako vnitřní, k jednoduché liště, která se následně přibíhala do špaletové okenní zárubně (Škabrada, 1999). S postupem času se také stále

zvětšovala okenní skla. Od původních skleněných terčků, které se na pevně spojovaly se stěnou a sloužili jen jako prosvětlení místnosti, se časem ustupovalo a sklíčka se zvětšovala. Postupně se měnil i jejich tvar – začínala být hranatá. Původně čtvercové tabulky se zasklívaly do pohyblivých okenních křídel, ovšem okna stále měnila svůj tvar, až získala podobu na výšku postaveného obdélníku (Vařeka a kol., 2007). U dvouřadých oken rozlišujeme základní konstrukční části

- **Ostění** – postranní část otvoru ve stěně. Postupem času se upustilo od šikmé špalety / ostění a začalo se využívat ostění rovné či zalomené (vnitřní nebo vnější)
- **Nadpraží** – plocha zdiva nad otvorem, zároveň je to celá konstrukce nad otvorem vynášená překladem.
- **Křídlo** – pohyblivá část, je v něm vsazena skleněná tabulka
- **Parapet** – Spodní plocha výklenku a zároveň celá vyzdívka pod oknem, zeď od podlahy k oknu (Perlík, 2011).

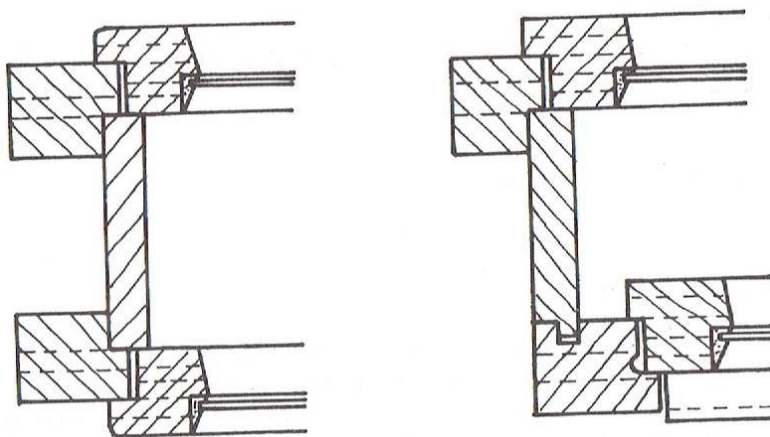
Špaleta se mohla vyskytovat také v oblouku. V takovém případě se nepoužívá pojem nadpraží, nýbrž klenba. Ostění bývalo buď jen zděné z cihel, nebo kamenné, omítnuté vápnem, nebo se obkládalo dřevem. Ostění je ve stavebnictví označení vnitřní plochy otvorů ve stěnách, např. dveřní či okenní ostění. V historické architektuře se slovem ostění rozumí prvek tesaný z kamene (Rottweiler, 2017).

Špaletou myslíme celý prostor okenního výklenku, a to jak zvenčí budovy, tak uvnitř v místnosti. Špaleta se v některých případech může nazývat parapet. Tento parapet může být zvenčí budovy, vystavený povětrnostním vlivům, nebo také uvnitř, v prostorech obydlí. Parapetní prkno ukončuje zeď a je asi do hloubky 5 cm z každé strany zaseknuto do zdi. Z vnější části se parapet vždy oplechuje (Kouřil a kol., 2003).

8.2 Rozdíly

Špaletovými okny rozumíme dvojitá okna, jejichž vnější a vnitřní křídla jsou spojena v jeden "krabicový" celek (tzv. kastli, proto též kastlová okna) prkenným deštěním, zakrývajícím zcela nebo zčásti špaletové plochy okenního otvoru včetně parapetní plochy (Frolec a kol., 2012).

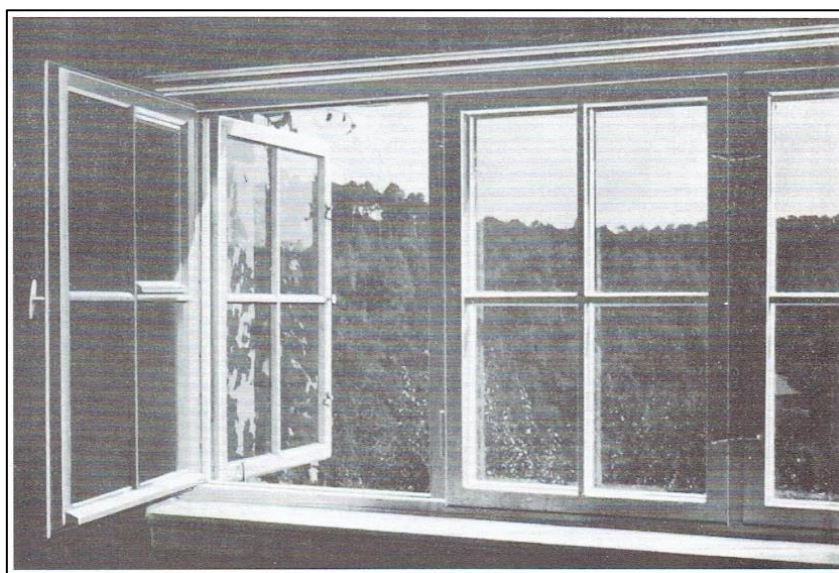
Jak bylo řečeno, špaletová okna jsou okna dvouřadá. Vnější okno bývá silnější, většinou s dvojitým sklem, zatímco část okna, která je v interiéru, už má sklo jen jednoduché. Mezi vnějším a vnitřním oknem je meziprostor. Ten je částí špalety. Špaletová okna se zasazují do dřevěného rámu. Jsou to dřevěné zárubně nebo také obložky. Můžeme se setkat také s lidovějším pojmem kastle. Odtud pak druhý název: „kastlová okna.“ V principu sice fungují oba dva typy stejně. Mezi špaletovými okny a okny kastlovými je ovšem rozdíl. Oba typy mají dvojitá, křídlová okna. Obě okna se otevírají nezávisle na sobě. U obou typů se křídla vnitřních oken otevírají dovnitř, do prostoru místnosti (Brabec, 2017). Rozdíl nastává při otevírání vnějších křídel. Prostor mezi vnitřními a vnějšími křídly je ve většině případů spojený ostěním (prknem), které zakryje klasické ostění ze zdiva. Zásadním a největším rozdílem mezi kastlovými a špaletovými okny je způsob jejich otevírání. Kastlovým se otevírají obě dvě řady dovnitř, u špaletových ven (Brabec, 2017).



Obrázek 3 - Uložení křídel u špaletových (vlevo) a kastlových (vpravo) oken (Kočí, 2000)

8.2.1 Špaletová okna

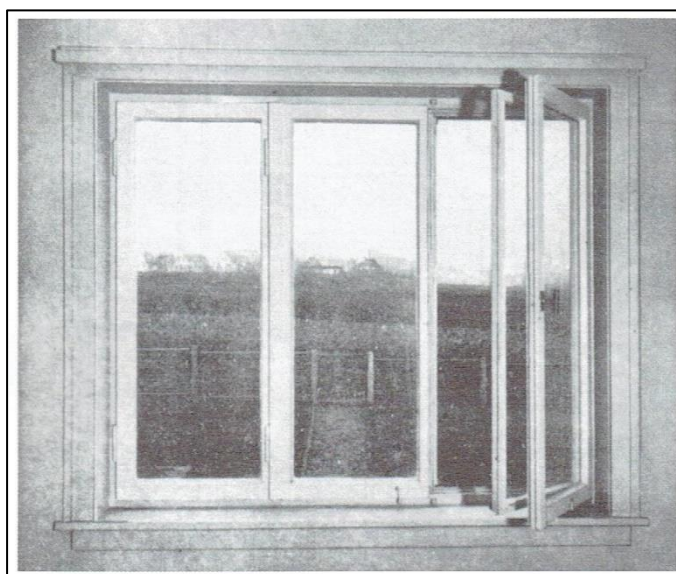
U špaletových oken se křídla vnějšího okna otevírají ven a lze tak využít onu část špalety, která se nachází mezi okny, například pro květiny. Stejně tak se mříž u kastlových oken nedá zabudovat mezi okna, u špaletových oken tato schovaná mříž bývá mezi okny (Brabec, 2017). Předměty uložené na špaletě nijak nebrání otevírání oken, mohou tudíž při otevírání zůstat na svém místě. Špaletová okna potřebují při otevřeném stavu v případě větru silné jištění. Kastlová okna takový problém téměř nemají, jen v případě silného průvanu. Zajištění kastlových oken je přesto jednodušší než u špaletových (Brabec, 2017).



Obrázek 4 – Otevírání špaletového okna (Schneck, 2001)

8.2.2 Kastlová okna

Slovo kastlová je původně germanismus. Úpravou slova der Kasten, což znamená skříň, vzniklo slovo kastle. V češtině se tedy hovoří o kastlíkových nebo o kastlových oknech (Brabec, 2017). Kastlovým oknům se vnější i vnitřní křídla otevírají pouze dovnitř a meziokenní prostor je tedy téměř vždy nevyužitelný (Brabec, 2017). Předměty uložené v meziokenním prostoru se musí při každém otevírání přemísťovat, a to bývá nepraktické.



Obrázek 5 - Otevírání kastlového okna (Schneck, 2001)

8.3 Výroba

8.3.1 Materiál

8.3.1.1 Dřevo

Pro výrobu dřevěných oken, ať už kastlových nebo špaletových, se používá převážně dřevo jehličnaté. Tuzemská borovice je vhodná díky své dobré trvanlivosti a opracovatelnosti. Z tuzemských jehličnatých dřevin je to dále smrk, jedle nebo

modřín, který je odolnější proti vlhkosti (Velfel, a další, 2005). Do interiéru můžeme použít i listnaté dřeviny, nejčastěji dub. Dub se využívá pro svou tvarovou stálost na rozdíl od buku, který se nedoporučuje. Buk se totiž při opracování a po něm neustále kroutí, ohýbá a celkově „pracuje“. Z dovážených dřevin je to americká borovice, mahagon či meranti, které mají vysokou rozměrovou stabilitu a zároveň vykazují dobrou odolnost vůči hnilobě (Kočí, 2000).

Samotná křídla dřevěných oken by měla být z nejkvalitnější suroviny, na které nejsou přirozené vady. Jakákoliv přirozená vada dřeva může způsobit kroucení, prasknutí nebo jiné znehodnocení křídla okna během používání. Nejčistší dřevo (bezsuché a rovnovlákné) se používá na okenní křídla, to méně čisté lze využít na zárubně (Kouřil a kol., 2003). Jako vady, které se snažíme vymanipulovat z použitého dřeva lze uvést trhliny, suky, smolné kapsy nebo nerovnosti probíhajících vláken, například vlnění. Momentálně jsou na výrobu oken používány jako vstupní materiál také lepené lamelové prvky (Vodičková, 2008). Jedná se o takzvané „eurohranoly“. Jedná se o lepený, zpravidla třívrstvý materiál, vzájemně slepený vodovzdornými lepidly. Jednotlivé vrstvy (lamely) mohou být celistvé nebo délkově nastavované (nekonečný vlys). Nejpoužívanějšími dřevinami pro výrobu dřevěných lamel jsou smrk a borovice, z listnáčů převážně dub a exotické dřeviny, jako například meranti, mahagon, teak, sipo, oregonská pinie (Kočí, 2000).

8.3.1.2 Sklo

Sklo bylo vynalezeno v Egyptě přibližně v roce 1800 př.n.l. (Josten a kol., 2011). Pro skleněné výplně křídel dřevěných oken se nejčastěji používá lité tabulové sklo. Jako první začali používat lité sklo pro výplně už stavebníci ze starověkého Říma (Josten a kol., 2011). Lité sklo se vyrábí roztavením křemičitého písku, sulfátu, uhličitanu sodného a dalších látek v peci. Vzniklá tavenina se následně vylévá na cínovou lázeň. Vzhledem k menší hustotě skla ($2,5 \text{ g/cm}^3$) oproti cínu ($7,3 \text{ g/cm}^3$), plave skleněná tavenina po cínovém povrchu a tvoří rovnoměrně rozvrstvenou skleněnou tabuli. Ta se po vychladnutí následně nařeže na potřebné velikosti (Kočí, 2000). Tloušťka tohoto skla bývá 3 až 4 mm. Tloušťka je většinou závislá na

rozměrech zasklívaného prostoru. Čím větší sklo, tím je zapotřebí větší tloušťky, aby svou vlastní hmotností neprasklo (Josten a kol., 2011).

8.3.1.3 Lepidlo

K výrobě okenních křídel vnitřních i venkovních a k výrobě rámu okna se používají lepidla s vysokou odolností vůči vlhkosti. Používají se například fenolformaldehydová lepidla. Nevýhodou těchto lepidel ale je, že mají tmavou, červenohnědou barvu. Nedají se tedy použít pro výrobu oken s konečnou úpravou transparentními nátěry. Nejčastěji se tedy využívají polyvynilacetátová lepidla (Kočí, 2000). Lepidla polyvynilacetátová patří do skupiny termoplastických lepidel. Většinou jsou dobře adhezivní s různými materiály. Jsou to disperze PVAc pryskyřic. Odolnost těchto lepidel vůči teplu je kolem 50 °C. Jsou relativně nízko – viskózní. Vytvrzují za běžných povětrnostních podmínek – voda z lepidla difunduje do dřeva [difundovat – pronikat, prolínat, prosakovat (Doc dr. Lumír Klimeš, 1986)]. Doba lisování se pohybuje kolem 60 minut. PVAc lepidla bývají po vytvrzení téměř průhledná (Křupalová, 2004).

8.3.1.4 Kování

Kování zajišťuje veškerou manipulaci a pohyb s okenními křídly v rámu. Podle druhu použití můžeme rozlišovat kování konstrukční a kování vrchní (Kočí, 2000). Konstrukční kování zabezpečuje zavěšení, otevírání a uzavírání křídel (závěsy, jazýčky, válečkové uzávěry, rozvory, rozpěry křídel, spojky, pákové uzávěry apod.) Vrchní kování zabezpečuje manipulaci s křídly (olivy, půlolyvy, úchytky, kliky, rukojeti atd.) (Kočí, 2000) (Kouřil a kol., 2003).

8.3.2 Postup výroby

8.3.2.1 Sušení a klimatizace

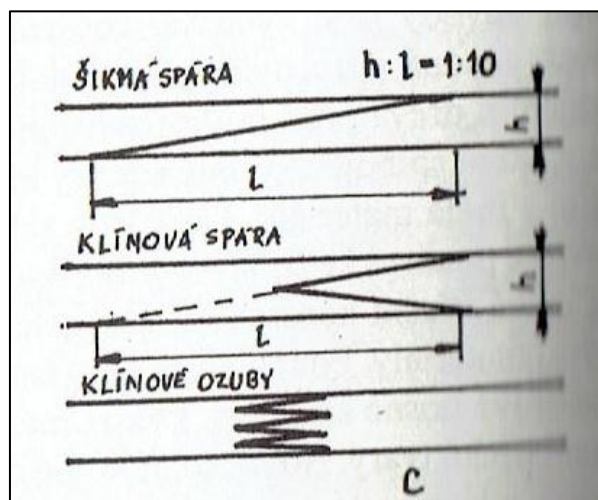
Při přirozeném předsušení řeziva se řezivo ukládá do hrání. Hráně jsou uloženy na betonových podstavcích vysokých obvykle kolem 40 cm (Kocí, 2000). Tato výška zabezpečuje vzlínání vlhkosti od podkladu hrání směrem vzhůru do řeziva. Místo určení pro stavbu hráně musí být odvodněno a nesmí se zde vyskytovat vegetace. Špatně uskladněné řezivo se může znehodnotit zkřivením, trhlinami, hnilobou či hmyzem. V těchto prostorách se také často pohybují manipulační prostředky. Je tedy potřeba zajistit dobrý přístup k hráním (prostor i povrch, po kterém se pohybují). Umělým sušením dřeva se zabezpečí konečná potřebná vlhkost. Ta bývá zhruba 12 % (Kocí, 2000). Pro jednotlivé části řeziva, podle jejich rozměrů, je potřeba stanovit správný čas sušení. Klimatizace je proces, který následuje po umělém sušení dřeva v sušárnách. Cílem klimatizování je vyrovnat vlhkostní spád a zajistit tak vlhkostní stálost řeziva. Přirozené předsušení řeziva – zabezpečuje úpravu vlhkosti materiálu před jeho vstupem do sušárny na optimální hodnotu 25–30 % (přirozeným vysoušením je možné snížit vlhkost až na 15 %, zvyšují se však nároky na kapacitu skladu a doba uskladnění se prodlužuje; záleží také na ročním období a klimatických podmínkách) (Kocí, 2000).



Obrázek 6 - Přirozené sušení dřeva v hrání (Jacer, 2018)

8.3.2.2 Přířezávání

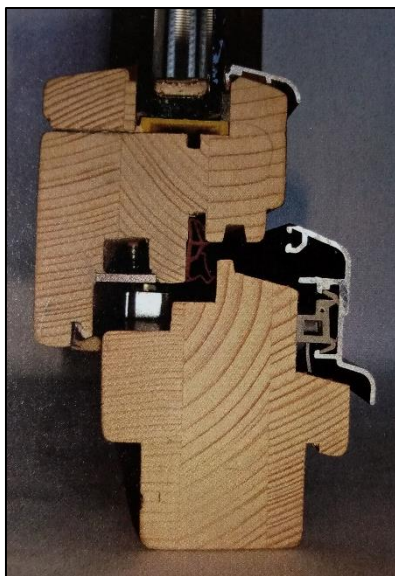
Po sušení putuje řezivo na zkracovací pilu. Na zkracovací pile dojde k zarovnání čel řeziva a odstranění (vyřezání) nežádoucích dřevních vad, jako jsou suky nebo trhlíny. Po zarovnání putuje řezivo na rozmítací pilu, kde dochází k podélnému dělení (Kočí, 2000). Tyto přířezy jsou zatím hrubé. Mají na sobě stále přídavek na opracování. Před opracováním se ještě suší na konečnou požadovanou vlhkost, která odpovídá rovnovážné vlhkosti prostředí určení výrobku (Křupalová, 2004). Po hrubém opracování na rozmítací pile následuje srovnávací a tloušťkovací frézka. Zde dojde k tloušťkové egalizaci a zároveň připravení povrchu pro lepení. Po frézování následuje třídění a vymanipulování případných dalších vad dřeva. Jednotlivé připravené lamely třídíme podle kvality a délky. Ty kratší se pak délkově nastavují, a nakonec krátí na požadované rozměry. V truhlářství se používá délkové napojování především u konstrukce oken a vnitřních prvků interiérů nebo u výrobků, které jsou dlouhé nebo zakřiveně tvarované. Vyfrézované dřevěné díly se musí slepit během 24 hodin, neboť by mohly změnit svůj tvar díky borcení v důsledku sesychání či bobtnání (Josten a kol., 2011). Tyto lamely jsou následně dopraveny ke čtyřstranné profilovací frézce, kde jsou opracovány ze všech jejich čtyř stran (Kočí, 2000).



Obrázek 7 - Délkové napojení lamel (Křupalová, 2004)

8.3.2.3 Lepení

Dřevěná špaletová, kastlová nebo moderní jednoduchá okna se vyrábějí buď z celistvých masivních prvků, nebo z lepených prvků, takzvaných „eurohranolů“. Ty se vyrábí nejčastěji ze tří vrstev – slepením dřevěných lamel. Z méně kvalitního materiálu se vytváří střed eurohranolu, z materiálu vyšší kvality se vyrábějí povrchové vrstvy (Vodičková, 2008). Po důkladném opracování na pile a na frézce dochází k lepení jednotlivých hranolků k sobě, do většího celku. Po nanesení PVAc lepidla putuje polotovár do lisu. Po důkladném vytvrzení lepidla dochází ke klimatizaci. Ta se provádí za účelem vyrovnání vlhkosti okolo lepené spáry. V současné době je možné takto vyrobený lepený hranolek nakupovat jako polotovár přímo od výrobce. Vyrobené hranolky jsou předtvarované a mají profil odpovídající příčnému průřezu – samozřejmě s příslušnými nadmírami na opracování (Kočí, 2000).



Obrázek 8 - Moderní jednoduché okno z eurohranolu (Vodičková, 2008)

8.3.2.4 Skládání okna

Slepené hranoly se ještě krátí na požadovanou délku a profilují se na vyžadovaný profil, podle typu okna, na který jsou použity. Všechny jejich čtyři plochy se frézují a následně se brousí. Pokud je frézování velmi kvalitní, je možné vynechat následné broušení (Kočí, 2000).

Ve výrobě oken je samozřejmě nutné do vnitřního profilu zasadit sklo. Jednoduché sklo se používá méně často než dřívě, pro spolehlivou funkci lze okna osadit dvojsklem či trojsklem, případně jejich vzájemnou kombinací (Velfel a kol., 2005). Části okna, které případně na sobě mají nějaké vady, se vyspraví a celá konstrukce je tedy připravena k dokončení. Křídla i rám se následně povrchově upravují a dokončují nátěrovými hmotami. Dolní část strojního opracování vyprofilovaného hranolku se provádí na obráběcím centru. Na tomto zařízení dojde k oboustrannému vyčepování hranolku a vyprofilování vnitřního profilu (Kočí, 2000). Takto vyprofilované rámové nebo křídlové hranolky se přemístí k nanášečce lepidla a následně se slisují rámy. Po vytvrzení lepidla se lisují na křídlech i rámech vnější obvodové profily. Následuje vrtání a dlabání otvorů pro vrchní a konstrukční kování (Kočí, 2000). Po všech těchto krocích jsou části okna připraveny na konečnou povrchovou úpravu nátěrovými hmotami.

9 Dřevo

9.1 Vlastnosti dřeva

Dřevo je velmi dobrý, univerzální materiál. Lze ho využít ve všech možných průmyslových i neprůmyslových odvětvích. Dřevo jako ekologický materiál patří k obnovitelným zdrojům energie. Je materiálem s výhodnými konstrukčními a technologickými vlastnostmi (pružností, vysokou pevností při malém průřezu, snadnou opracovatelností apod.) (Křupalová, 2004). Je to nejstarší známý člověkem používaný materiál. Dřevo bylo pro své vlastnosti – poměrnou pevnost, malou hmotnost a tepelně izolační schopnost výborným stavebním materiálem. Ze dřeva se

vyráběly domy, vnitřní vybavení domů, náradí, ale i zbraně (Baier a kol., 2004). Právě pro jeho široké spektrum využití a pro estetický vzhled je i dnes stále populární. Tento materiál velmi dobře izoluje teplo, proto je využíván například pro rukojeti pánví nebo úchytky hrnců a dalšího kuchyňského náradí. Ve výrobě nábytku se používá hlavně na dílce náročné na pevnost a pružnost při menším průřezu, jako jsou kostry sedacího nábytku, nosné konstrukce stolového nábytku, rámy pohovek apod. Je nezastupitelným materiálem pro výrobu stavebně truhlářských výrobků, například oken a dveří, a ve stále větší míře se uplatňuje v dřevěných stavebních konstrukcích (Křupalová, 2004).

9.1.1 Anizotropie

9.1.1.1 Směry

Dřevo je anizotropický materiál, neboť se skládá z protáhlých buněk uspořádaných v jednom společném směru (Blanc, 2006). Jelikož jsou tyto buňky stejně orientované, znamená to, že když se změní směr působení sil, změní se i reakce dřeva. Znamená to, že nemá ve všech směrech stejné fyzikální a mechanické vlastnosti. Chová se tedy různě podle směru působení sil (Blanc, 2006). Rozdělujeme tři základní směry působení. Při každém z nich se vlastnosti dřeva mění a chovají jinak.

- Směr axiální

V tomto směru vykazuje dřevo nejlepší vlastnosti z hlediska průmyslového využití, například pevnost v tahu a v tlaku. Axiální směr je rovnoběžný s podélnou osou kmene. Tento směr je kolmý na plochu příčného řezu (Požgaj a kol., 1993).

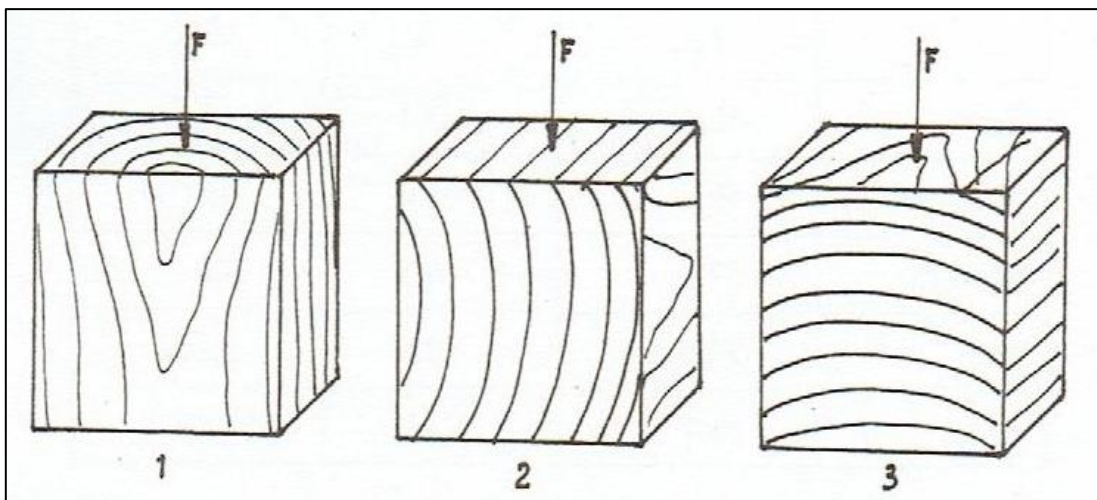
- Směr tangenciální

Označovaný také jako směr tečný, jelikož vede mimo střed kmene a má směr tečný k letokruhům. Je kolmý k ploše vzniklé radiálním řezem, a tím i

k vláknům a k ose kmene. Tangenciální směr vede ve směru tečny k ročním přírůstům kmene a je kolmý na plochu radiálního řezu (Požgaj a kol, 1993).

- Směr radiální

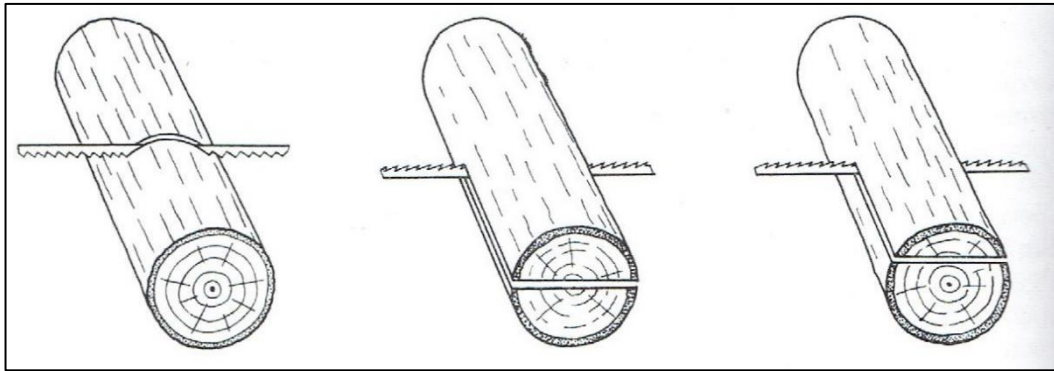
Tento směr je kolmý na plochu vzniklou tangenciálním řezem. Je kolmý k vláknům i k podélné ose kmene, ale vodorovný s dřevními paprsky. Vede do středu kmene. Radiální směr vede ve směru dřevových paprsků a je kolmý na plochu tangenciálního řezu (Požgaj a kol., 1993).



Obrázek 9- Směry ve dřevě, zleva: axiální, tangenciální a radiální (Zeidler a kol., 2016)

9.1.1.2 Řezy

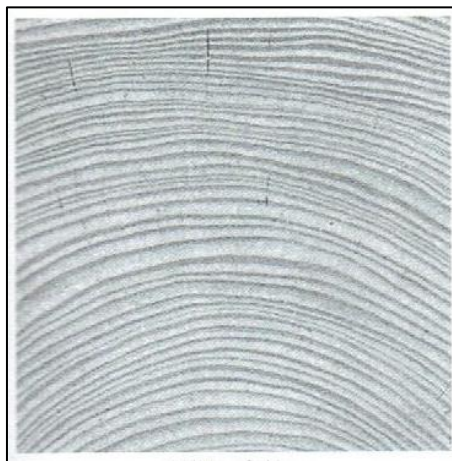
Ve dřevě rozlišujeme tři základní řezy: řez příčný (zvaný také transverzální), řez radiální (zvaný také středový) a řez tangenciální (zvaný také tečný) (Zeidler a kol., 2016). Řezy se v kulatině rozlišují převážně podle orientace, ve které je vedena rovina řezu vzhledem k vertikální ose kmene. Ta je ve většině případů reprezentována dření. Pro výrobu dřevěných oken se snažíme použít tvarově co nejstabilnější přířezy, používají se tedy hlavně přířezy s co nejrovnějším průběhem vláken, čili přířezy vzniklé z radiálního řezu.



Obrázek 10 - Orientace řezů v kulatině, zleva: příčný, radiální a tangenciální (Zeidler a kol., 2016)

- Řez příčný

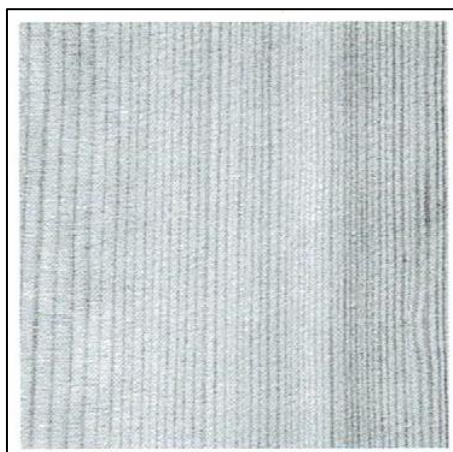
Rovina tohoto řezu je kolmá k vertikální ose kmene. Vznikne tak kresba soustředných kruhů. Jsou to roční přírůsty kmene, nazývají se letokruhy. Transverzální – příčný řez na kulatině vždy tvoří tzv. čelo a nazývá se čelním řezem. Letokruhy zde vytvářejí koncentrické vrstvy, soustředné kruhy. Na transverzálním řezu lze nejnadhěji rozpoznat excentricitu kmene a reakční dřevo. Dřeňové paprsky zde probíhají kolmo na letokruhy (např. u dubu jsou patrné zřetelné pásy probíhající od obvodu do středu kmene) (Gandelová a kol., 1996).



Obrázek 11 - Příčný řez (Zeidler a kol., 2016)

- Řez radiální

Rovina radiálního řezu je rovnoběžná s vertikální osou kmene (dření). Tento řez je přímo vedený středem kmene. Letokruhy zde tvoří víceméně rovnoběžné pásy, dřevné paprsky vytvářejí rozmanitě tvarované lesklé plochy, tzv. zrcadla (platan, buk, dub) (Gandelová a kol., 1996). Tento řez se vyznačuje povětšinou monotónní kresbou, kde lze vidět roční přírůsty rovné a navzájem rovnoběžné.



Obrázek 12 - Radiální řez (Zeidler, a další, 2016)

- Řez tangenciální

U tohoto řezu je opět rovina rovnoběžná s vertikální osou kmene, ovšem na rozdíl od řezu radiálního neprochází přímo středem kmene, ale mimo něj. Z pohledu příčného řezu prochází v poloze tečny k určitému letokruhu (Gandelová a kol., 1996). Proto se tangenciální řez vyznačuje tím, že jsou na řezané ploše vidět parabolické útvary, na okraji řezu je jejich průběh rovnoběžný, dřevné paprsky mohou být viditelné v podobě jemných, svislých čárek (platan, buk) (Gandelová a kol., 1996).



Obrázek 13 - Tangenciální řez (Zeidler a kol., 2016)

9.1.2 Vady dřeva

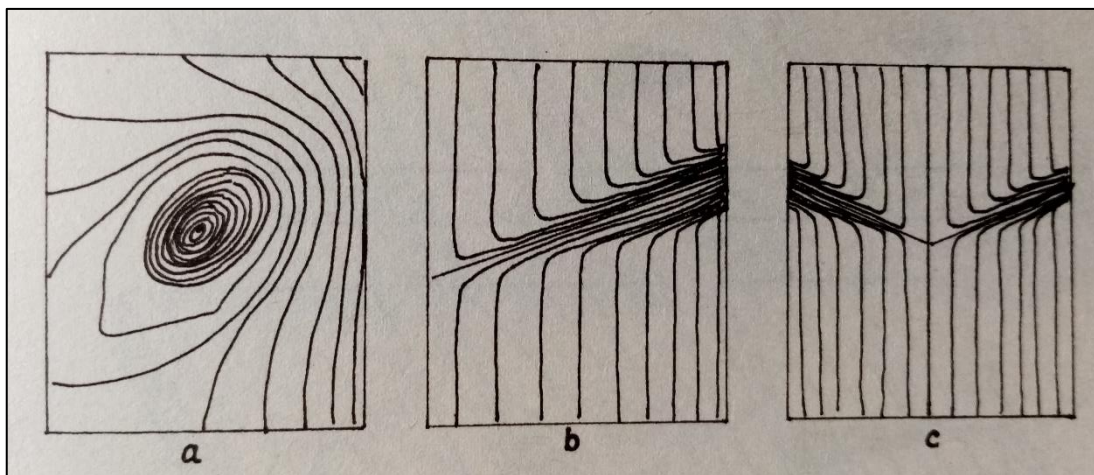
Nejenom že má dřevo v různých směrech jiné vlastnosti, ale je také nehomogenní, jelikož se stromy jako živé organismy musí v průběhu svého růstu vzdorovat mnoha různým vlivům a hrozbám poškození (Blanc, 2006). Tento materiál tudíž není tvořen jen rovnoměrně či stejně využitelnými částmi, ale jeho vlastnosti ovlivňují i vady dřeva. V přírodě se vady nevyskytují. Slovo "vada" je uměle vytvořené člověkem. Bylo vytvořeno, aby bylo možné vyjádřit nevhodnost či vhodnost materiálu pro určitý způsob použití, a přidělit tak odpovídající cenu (Zeidler, 2011). Jsou to sice přirozené součásti, které se vyskytují v rostlém dřevu naprosto běžně, přesto je většinou snaha se jim při zpracování vyhnout. Zvláště při výrobě dřevěných špaletových oken se snažíme vyvarovat těch vad, které by ovlivňovaly a zhoršovaly vlastnosti oken. Stává se ale, že to, co může být v určitém odvětví považováno za vady, je pro jiné odvětví vítaná přednost (Zeidler, 2011). Například při výrobě dekoračních předmětů nebo nádob ze dřeva bývají nepřirozené struktury vítanou anomálií.

9.1.2.1 Suky

První vadou, které se snažíme vyhnout při výrobě špaletových oken, jsou suky. V místech, kde rostou větve, se po rozřezání kmene objeví viditelné suky. Suky jsou považovány za nejčastější a nejvýznamnější vadu dřeva. Mají nezanedbatelný vliv na výtěž. Negativní vliv na další využití dřeva spočívá v tom, že suky narušují celistvost dřeva. Ovlivňují a zhoršují se tak mechanické vlastnosti dřeva (Zeidler, 2011). Suky můžeme dělit na vypadavé a nevypadavé. Vypadavé jsou samozřejmě u výroby oken nežádoucí, jelikož se zde vyžaduje materiál celistvý a homogenní. U suků nevypadavých záleží na jejich velikosti a na míře odklonu dřevních vláken kolem daného suku. Pokud se jedná o pevnost při dynamickém namáhání, v ohybu nebo v tahu, je vliv suků zásadní. Sukovité dřevo nelze použít k náročným konstrukčním účelům (Zeidler a kol., 2016).

Přes suky může také do dřeva pronikat vlhkost a hniloba. Spodní větve schnou a opadávají, zejména v hustším lese, protože jsou zastíněny a nemají vhodné podmínky růstu (Křupalová, 2004). Zbytky těchto větví (pahýly) zůstávají na kmenu a zarůstají hojivým pletivem a přibývajícími ročními přírůsty kmene, až se nad pahýly utvoří bezsuková část dřeva. Jsou to suky zarostlé a nevypadavé. V případě, že na kmenu zůstane pahýl delší, kambium na něm odumírá, netvoří se hojivé pletivo a rána se nezacelí. Kůra zahnívá a jak letokruhy tento pahýl obrůstají, přenáší se zahnívání kůry a pahýlu dovnitř dřeva. Tvoří se tak vypadavé suky (Křupalová, 2004).

Podle tvaru můžeme dále dělit suky na okrouhlé, ty jsou příčně rozřízlé, pak podlouhlé, nebo také motýlovité, které bývají rozříznuté podél své osy, a nakonec přeslenovité, které vzniknou rozříznutím dvou suků ležících vedle sebe. Pevnost dřeva nejvíce ovlivňují přeslenovité a celkově velké suky. U těchto je závitková zóna největší. Přeslenovité suky lze nejčastěji nalézt v jehličnatém dřevě, kde větve vyrůstají na kmenu v pravidelné vzdálenosti, a to v tzv. přeslenech. U křídel a rámu oken bývá snaha vyhnout se přeslenům ve dřevě. V blízkosti průhybu konstrukčního prvku zvyšují riziko zborcení (Zeidler, 2011).



Obrázek 14 - Příklad tvaru suků, zleva: okrouhlý, podlouhlý, přeslenovitý (Křupalová, 2004)

9.1.2.2 Točitost

Točitostí se označuje spirálovité uložení vláken, bývá patrné na bocích kulatiny. Tato vada je běžná u všech druhů dřevin. Její vznik se vysvětluje nejpravděpodobněji jako zešikmení kambiálních buněk. U řeziva se používá termín „odklon vláken“ (Zeidler, 2011). Točitosti se u materiálu na výrobu oken snažíme vyhnout z více důvodů. U dřevěných oken je zapotřebí co největší homogenity použitého materiálu. Dřevo s touto vadou je nevhodné pro nosné konstrukční prvky. Menší odklon vláken je možné akceptovat, pokud jsou části lepené, laminované apod. Řezivo s točitostí nerovnoměrně sesychá, proto výrobky z tohoto dřeva vyrobené se často bortí, kříví a praskají (Zeidler, 2011).

9.1.2.3 Závitek

Jedná se o místní odklon vláken a letokruhů, ovšem jen v určitém místě – v okolí suku či smolníku (Křupalová, 2004), nikoli v celém kmeni. Příčinou vzniku závítka mohou být různá poranění kmene, suky nebo smolníky. Řezivo s touto vadou je pak náchylnější. Má zhoršené mechanické vlastnosti a často se bortí. Proto je důležité se u výroby oken řeziva se smolníkem vyvarovat a vymanipulovat ho.

9.1.2.4 Smolník

Smolník je dutina ve dřevě, na rozhraní letokruhů. Bývá buď to úplně, nebo z části naplněná pryskyřicí. Vyskytuje se u našich jehličnatých dřevin s výjimkou jedle, tisu a jalovce, tedy jen u těch dřevin, které mají pryskyřičné kanálky. Pryskyřice se může vyskytovat ve stavu kapalném nebo tuhém (Zeidler, 2011). Jeho vznik se udává jako dlouhodobé namáhání kmene. Namáhání může být způsobeno například silným dlouhotrvajícím větrem, nebo sněhovou pokrývkou v koruně stromu, která byla nerovnoměrně rozložena (Zeidler, 2011). Před obráběním je lepší smolníky ze dřeva odstranit, jelikož pak zalepují a tím otupují nástroje, zhoršují řezání a znemožňují požadovanou konečnou povrchovou úpravu (Křupalová, 2004). Smolníky zhoršují vzhled, porušují celistvost dřeva a znesnadňují jeho opracování a lepení. Pryskyřice ze smolníků může i po několika letech pronikat nátěry (Zeidler, 2011).

9.1.2.5 Trhliny

Veškerých trhlin a prasklin se u výroby oken musíme vždy vyvarovat. Trhliny způsobují trvalé poškození dřeva. Vytvářejí se u všech druhů dřevin. Druhy trhlin a příčiny jejich vzniku mohou být rozličné.

- Vnitřní trhliny

Vznikají ke konci sušení, kdy vnitřní napětí překročí mez pevnosti dřeva, především u tvrdých dřevin při větších tloušťkách. Lze jim předcházet vhodným režimem sušení (pomalejším) a ošetřením sušeného řeziva v procesu sušení parou (Křupalová, 2004).

- Čelní trhliny

Čelní trhliny se vyskytují pouze na čelech kulatiny a nepřecházejí na boky. Můžeme dále rozlišovat čelní trhliny dřeňové, kde trhlina probíhá v radiálním

směru, a odlupčivé, kde se trhlina nachází mezi jednotlivými letokruhy (Zeidler, 2011).

- Povrchové trhliny

Tvoří se v počátečním stadiu sušení, obvykle při použití tvrdého sušícího režimu vlivem velkého vlhkostního spádu. Malé trhliny šířky do 0,5 mm a hloubky 5 mm se nazývají vlasové. Vyváželi se řezivo po sušení bez náležitého postupného ochlazení do studeného prostředí, může docházet ke vzniku povrchových mikrotrhlin (Křupalová, 2004).

- Boční trhliny

Boční trhliny jsou takové, které vystupují buď jen na bocích kulatiny, nebo vystupují na čelech a přecházejí i na boky. Podle druhu jejich vzniku je můžeme dále dělit na mrazové a výsušné.

1) mrazové - radiální trhlina značné délky způsobená na rostoucím stromě mrazem, probíhající směrem od kůry ke dřeni

2) výsušné - radiálně probíhající trhlina, která vzniká v pokáceném stromě následkem sesychání.

Podle hloubky průniku do kulatiny je možné boční trhliny dále členit na mělké, hluboké a pronikající (Zeidler, 2011).

9.2 Degradace dřeva

9.2.1 Poškození dřeva abiotickými činiteli

Dřevo je materiál, který s přibývajícím časem podléhá degradaci. Využívá se k nejrůznějším účelům v interiéru i exteriéru. Právě v exteriéru také nejčastěji dochází k jeho degradaci. Nejobvyklejší poškození dřeva v exteriéru má na svědomí dřevokazný hmyz, neméně důležitým faktorem ovlivňujícím degradaci jsou však plísně, dřevozbarvující a také dřevokazné houby. Degradaci dřeva usnadňuje a urychluje také vlhkost (Ptáček, 2009). Dřevěné konstrukce či dřevěné prvky vystavené

dlouhodobě větší vlhkosti podléhají zkáze mnohem rychleji, než prvky a konstrukce chráněné dostatečnými ochrannými prostředky. Zamezit vnikání vlhkosti do dřeva lze například vyvýšením prvku od země a zamezení přímého kontaktu s půdou, nebo u dřevostaveb např. větším přesahem střechy, který omezí přímý kontakt dřevěného prvku s vodou (Baier a kol., 2004). S požadavkem na dlouhou životnost dřevěných oken, musí být splněny dostatečné postupy, které chrání dřevo proti biologickým škůdcům a atmosférické korozi. Atmosférická koroze dřeva je přirozené stárnutí dřeva povětrnostními podmínkami, vlivem široké škály abiotických činitelů, nezdědká i za účasti mikroorganismů. Probíhá nepřetržitě s větší nebo menší intenzitou v závislosti na vlhkostních, teplotních, světelných i jiných podmínkách. Intenzita koroze dřeva je výraznější v exteriérech, což logicky souvisí se změnou vnějšího klimatu během roku, jako i s cyklickými klimatickými změnami během jednoho dne (Reinprecht, 2008).

9.2.1.1 Poškození vodou

Dřevo je porézní a hygroskopický materiál. Nejenže tedy dokáže vsakovat kapalnou vodu při přímém kontaktu, ale je také schopný pohlcovat vzdušnou vlhkost. Toho se při výrobě oken samozřejmě snažíme vyvarovat, jelikož navlhávání dřeva způsobuje jeho bobtnání. Bobtnání je schopnost dřeva zvětšovat svoje lineární rozměry, plochu či objem při přijímání vody (Gandelová a kol., 1996). V každém směru dřevo ovšem zvětšuje svůj objem procentuálně jinak. Rozeznáváme tedy bobtnání lineární (v jednotlivých anatomických směrech – podélném, radiálním a tangenciálním), plošné (změna plochy tělesa) a objemové (změna objemu tělesa). Bobtnání se vyjadřuje podílem změny rozměru k původní hodnotě a uvádí se nejčastěji v %. Podél vláken je bobtnání velmi malé a nepřesahuje 1 %, průměrná hodnota celkového podélného bobtnání se pro naše dřeviny udává 0,1 – 0,4 %. V příčném směru dřevo bobtná mnohem více, v radiálním směru 3 – 6 %, v tangenciálním 6 – 12 %. Poměr bobtnání v příčných směrech, radiálním a tangenciálním, se nazývá diferenciální bobtnání. Hodnota diferenciálního bobtnání závisí na hustotě dřeva, s rostoucí hustotou se snižuje (Gandelová a kol., 1996). Zároveň se do vlhkého dřeva snadněji dostává dřevokazný hmyz. Vlhké dřevo je také snadněji napadnutelné

plísněmi, dřevozbarvujícími a dřevokaznými houbami. Bobtnáním ve dřevě také dochází k popraskání. Tvoří se mikrotrhliny a trhliny. V zimních měsících se degradace neošetřených nebo nedostatečně ošetřených špaletových oken může projevit mnohem více. Pokud dřevo nabobtná a voda v něm následně zmrzne, již se nebude jednat o mikrotrhliny, ale dřevo popraská mnohem více. Okna by tak ztratila nejen svůj estetický vzhled, ale i pevnost a soudržnost, stejně tak jako svou těsnicí funkci. Voda je největší hrozbou pro dřevěná okna. Může poškodit rám, vést k prasklinám, skrze které může unikat teplo, a může vyvolat vážné problémy, jako je růst plísní a tím způsobená špatná kvalita vnitřního vzduchu. Voda způsobuje rozšiřování, bobtnání dřevěných vláken, a tím pádem i změkčení dřeva. Jakmile je okno vlhké, jsou dřevěné rámy zranitelnější vůči růstu plísní a napadení hmyzem a houbami. Nasycená vodní pára může poškodit silikonové těsnění okna, což může vést k řadě problémů, jako je prosakování vody do interiéru nebo průvan. Vnikání vody do oken nelze zastavit. Dostává se do oken nejen deštěm, ale také vodní párou ve vzduchu, a to jak z exteriéru, tak z místností domu. Když je sklo studené, což je častý problém u jednoduchých prosklených oken, tak se na povrchu skla se tvoří kapičky vody, stékají dolů a mohou se kolem rámu dostat do interiéru. (Clarke, 2018).



Obrázek 15 - Příklad poškození dřeva vodou, zleva: poškození okenního rámu, poškození okenního křídla (Ptáček, 2009)

9.2.1.2 Poškození sluncem

Povrchy dřeva vystavené slunečnímu záření pozvolna mění svůj vzhled. Světlé druhy dřeva jako javor, buk nebo habr obvykle tmavnou, čehož příčinou jsou chemické reakce v ligninu vyvolané UV zářením (Reinprecht, 2008). Zde se tedy jedná spíše o estetické poškození, ačkoliv ke zhoršení vlastností dřeva zde dochází také, zpravidla v kooperaci s ostatními povětrnostními vlivy. UV záření způsobuje šednutí dřeva (přeměna povrchové vrstvy dřeva obsahující lignin na látky, které mohou být následně vylouhovány vodou) (Ptáček, 2009). Význam slunečního záření, vody, ale i kyslíku je pro erozi rozhodující, ale nelze opomenout ani další faktory, jako je např. teplota a proudění vzduchu. Zvýšením teploty se zlepšuje rozpustnost fotochemicky narušených složek dřeva, které se pak vodou snadněji vyluhují. Zvýšením rychlosti proudícího vzduchu se zvyšuje intenzita odtrhávání fibril celulózy z fotochemicky oslabeného povrchu dřeva (Reinprecht, 2008).

9.2.2 Poškození dřeva biotickými činiteli

Pokud jsou k dispozici odpovídající podmínky prostředí, dřevo je rozkládáno mnoha různými biologickými činiteli. Houby, bakterie a hmyz mohou napadat dřevo a komponenty buněčných stěn a následně způsobit celkovou mechanickou dezintegraci. Dřevo v přírodním prostředí je obvykle hmyzem a různými mikroorganismy kolonizováno velmi rychle a brzy začíná proces rozkladu. Strukturální polymery ve dřevě se postupně redukují na jednodušší molekuly a konečně na CO₂ a vodu (Blanchette a kol., 1990). Dřevo nemusí být poškozeno jen při růstu či kácení, ale i později, například na skladu. V materiálu připraveném na výrobu oken mohou být například larvy dřevokazného hmyzu a až později se metamorfují v dospělce a výletovými otvory se dostávají ze dřeva ven. To samozřejmě naruší celistvost a pevnost materiálu. Biologičtí škůdci napadají dřevo už při růstu stromů, pak ve formě vytěžené kulatiny, řeziva, štěpek, a nakonec poškozují i konečné dřevařské výrobky. Bakterie, houby, hmyz, ale i jiní škůdci hledají ve dřevě živiny a

energii pro život, případně ve dřevě nacházejí útočiště (Reinprecht, 2008). Při nesprávném uložení či manipulování s materiálem může také docházet k jeho poškození, ať už mechanickému, vlivem neodborné nebo nedbalé manipulace, nebo poškození plísněmi a houbami, které se na dřevu objevují vlivem zvýšené vlhkosti. K té dochází nejčastěji vlivem špatného zakrytí a zapaření materiálu.

Dřevokazné houby a hmyz způsobují významné ztráty dřevní suroviny v lesích a na skladech kulatiny, dnes asi 15 až 20 % z celoroční těžby. Závažně se jimi poškozují i různé dřevěné konstrukce. K poměrně méně nebezpečným škůdcům dřeva patří bakterie, dřevozbarvující houby, plísně, parazitické semenné rostliny, mořští měkkýši, mořští korýši, ptáci a savci (Reinprecht, 2008). Různé druhy poškození mají různé původce a některé nám dřevo mohou znehodnotit natrvalo, jiné jen dočasně, než je odstraníme.

9.2.2.1 Poškození ptactvem

Jedná se o otvory, dutiny nebo další poškození kmene způsobená ptactvem. Poškození bývá někdy doprovázeno změnou barvy dřeva (Zeidler, 2011). Ptáci z čeledi datlovitých často ve kmenech stromů vyhledávají larvy hmyzu. Tyto následně svým silným zobákem vyklovávají ze dřeva ven, někdy až z 20 cm hloubky (Burnie, 2012). Jejich zobák slouží jako silné dláto, kterým odštípují dřevo do té doby, než se dostanou k požadovanému hmyzu, který pak svým jazykem vyndají (Stonehouse, 2008). Výskyt vady není příliš častý. Poškození je často druhotné, ptáci jen vyhledávají hmyz ve dřevě. Druhy způsobující poškození jsou ze zdravotního hlediska pro les spíše přínosem (Zeidler, 2011).

9.2.2.2 Poškození hmyzem

Dřevokazný hmyz má značný vliv na kvalitu dřeva. Napadá dřevo nejen ve formě stromů v lese nebo kulatiny, ale poškozuje i řezivo a již hotové výrobky. Záleží

na druhu hmyzu. Některé druhy napadají jen živé stromy a jen zvenčí, jiné napadají živé stromy zevnitř. Některé druhy napadají už jen zpracované řezivo. Podle způsobu, jakým dřevo poškozuje, se dřevokazný hmyz rozděluje na fyziologické škůdce prvotní a druhotné.

Prvotní škůdci na stromech ožirají listy nebo jehličí, napadají kůru, lýko i kambium, případně kořeny. Strom poté slábne a produkuje také méně dřeva. Druhotní škůdci vytvářejí požerky ve dřevě zesláblých nebo nemocných stromů, čímž bezprostředně snižují kvalitu dřevní suroviny (Reinprecht, 2008). Největší škody na dřevě způsobují zejména larvy, coby největší konzumenti dřevní hmoty. Převážně se jedná o bělové dřevo (Blanc, 2006).

Dřevokazný hmyz se dále rozděluje podle toho, jaké dřevo napadá. Fyziologičtí škůdci napadají výhradně živé stromy – zdravé, zesláblé a nemocné, nebo čerstvě pořezanou kulatinu. Techničtí škůdci pak poškozuji uskladněnou kulatinu, řezivo, polotovary nebo již hotové dřevařské výrobky. Tento hmyz vytváří požerky v kulatině, řezivu a dřevařských výrobcích. Z hlediska ochrany dřeva jsou důležití právě techničtí škůdci, případně i někteří druhotní fyziologičtí škůdci. Působí na skladech kulatiny a řeziva, v dřevěných konstrukcích a na různých stavebně – truhlářských výrobcích (Reinprecht, 2008).

Existuje spousta druhů hmyzu, který napadá a poškozuje dřevo. Kulatinu poškozuji například tesařici nebo pilořitky (Reinprecht, 2008). Některé druhy hmyzu napadají dřevěné prvky v domácnostech, nebo konstrukční prvky dřevostaveb, jako například trámy střech, sloupy, nebo trámy ve stěnách roubených staveb. Výrobky ze dřeva poškozuje poměrně menší počet druhů, ale oproti tomu některé z nich, především červotoči a tesařík krovový, způsobují někdy i velmi závažné požerkové poškození konstrukčních prvků s dopadem na jejich pevnost, co je často potřeba řešit sanací těchto prvků (Reinprecht, 2008). V tropických a subtropických oblastech jsou významnými dřevními škůdci také termity (Blanc, 2006).

9.2.2.3 *Poškození plísněmi*

Poškození dřeva plísněmi nezpůsobuje většinou žádné větší komplikace, ovšem jen v případě, že je plesnivění včas podchyceno a je zamezeno dalšímu šíření. V takovém případě lze napadený povrch jen očistit a vysušit, případně znovu aplikovat zvolený ochranný nátěr. Očistění se provádí buď zbrúšením povrchu, či jeho okartáčováním, případně ohoblováním (Křupalová, 2004). Plísně dřevo nerozkládají, ale zbarvují ho svými zelenými či modrými povlaky (Baier a kol., 2004). V opačném případě, kdy plesnivějící procesy pokračují bez našeho zásahu, se do dřeva, díky zvýšené vlhkosti a napadení plísněmi, dostávají spory dřevozbarvujících nebo také dřevokazných hub. Dřevozbarvující houby, již podle svého názvu, dřevo jen zbarvují, zatímco dřevokazné začnou dřevo stravovat a pomalu rozkládat. Takto napadené prvky již nelze jen obrousit, ale musí se vyměnit za nové, ze zdravého dřeva. (Zeidler, 2011).

9.2.2.4 *Dřevozbarvující houby*

Tyto houby dřevo nerozkládají, ale prorůstají do dřeva svými hyfami, kde se živí zásobními látkami. Chemickou reakcí s některými dřevními složkami pak mohou dřevo zbarvit. Takové dřevo je už méně odolné proti dřevokazným houbám (Křupalová, 2004). Houby, které dřevo jen zbarvují, ale nenarušují buněčnou stěnu, vyžadují pro svůj rozvoj výskyt parenchymatických buněk ve dřevě. Některé houby napadají jen čerstvě pokácenou kulatinu, která je teprve ještě ve stádiu vysychání. Patří tak do skupiny parazitických hub. Protože živý parenchym se nachází v bělové zóně, vada dřeva se zde nazývá zbarvení běli (Požgaj a kol., 1993).

9.2.2.5 Dřevokazné houby

Z hlediska špaletových oken jsou dřevokazné houby nejspíše nejdůležitějším faktorem mezi všemi, které dřevo znehodnocují. Existuje celé široká škála dřevokazných hub, ve spojitosti se špaletovými okny je cílem zájmu jen skupina hub saprofytických, tj. napadajících mrtvé nebo zpracované dřevo (Křupalová, 2004). Tvoří zvláštní ekologicko – fyziologickou skupinu hub, která rozkládá a biologicky znehodnocuje dřevní hmotu. Parazitické dřevokazné houby napadají části stromu s živými buňkami. Saprofytické dřevokazné houby rozkládají mrtvé dřevo a saproparazitické dřevokazné houby znehodnocují živé i mrtvé dřevo. Dřevní hmotu rozkládají činností enzymů mycelia (Gandelová a kol., 1996). Hub, které napadají mrtvé a zpracované dřevo, se opět vyskytuje více druhů. Nejnebezpečnějším druhem pro dřevěná okna je dřevomorka domácí (*Serpula /Merulius/ lacrymans*). Napadá veškeré dřevo, vlhké i suché. Způsobuje hnědou hnilobu a jí napadené dřevo se rozpadá v kostkách a následně drolí na tmavě hnědý prach (Ptáček, 2009). Napadá listnaté i jehličnaté dřevo. Její spóry se šíří vzduchem za sucha i vlhka. Nepotřebuje totiž pro růst tolik vlhkosti jako ostatní druhy hub – při růstu totiž vylučuje vodu, kterou zvlhčuje konzumované dřevo. Může také prorůstat zdívkou a napadat dřevěné prvky v budově. Rozkládá i vysušené dřevo. Dokáže čerpat vodu zvenčí, ze země, kdy největší vzdálenost zdroje vody byla až 10 m. Rozkladem dřeva si zároveň vodu vytváří (Křupalová, 2004). Vytváří podhoubí ve tvaru žlutohnědého nebo šedého povlaku, někdy měkké vatovité polštáře šedobílé barvy. Z budovy lze odstranit jen velmi obtížně – je nutné veškeré napadené dřevo, ale i dřevo z nejbližšího okolí houby vymanipulovat a spálit. (Křupalová, 2004). Druhým, poměrně nebezpečným zástupcem dřevokazných hub, s ohledem na dřevěná okna, je houževnatec šupinatý. Ten napadá převážně jehličnaté dřevo, tudíž materiál ideální k výrobě oken. Je také v určitých mezích odolný oproti impregnačním olejům. Nebezpečný je i kvůli vlastnosti napadat jádrové dřevo, které se více využívá kvůli své celkové zvýšené odolnosti oproti dřevu bělovému. Houževnatec šupinatý (*Lentinus lepideus*) napadá zejména borové dřevo. Plodnice bývá podobná václavce. Vyskytuje se na odumřelém dřevě, pařezech, ale i na zpracovaném řezivě a dřevěných konstrukcích. Rozklad dřeva začíná v jádře, kde způsobuje hnědou hnilobu. Rozkládá dřevo na drobivou hmotu ve

tvaru kostek. Dřevo napadené houževnatcem voní jako skořice. Vyskytuje se nejen na pražcích, ale i na dřevěných mostech či sloupech. Jeho značnou nevýhodou je, že do určité koncentrace je odolný oproti impregnačním olejům (Křupalová, 2004).



Obrázek 16 - Plodnice dřevomorky domácí (Antonín a kol., 2003)



Obrázek 17 - Plodnice houževnatce šupinatého (Antonín a kol., 2003)

9.3 Povrchové úpravy dřeva

Pro dlouhotrvající životnost dřevěných oken a zvýšení jejich odolnosti oproti povětrnostním podmínkám, vlhkosti nebo škůdcům, se doporučuje tato okna zabezpečit povrchovou úpravou, odpovídající způsobu jejich opotřebovávání (Vodičková, 2008). Nejčastější povrchovou úpravou jsou rozličné nátěrové hmoty. Nátěrová hmota je souhrnný název pro všechny materiály, jejichž hlavní součástí jsou filmotvorné látky (pojiva). Nátěrové hmoty se nanášejí v tekutém, těstovitém nebo práškovém stavu na podklad, v našem případě na podklad na bázi dřeva (například masivní dřevo, zadýhovanou DTD, MDF, překližky), aby na něm vytvořily nátěrový film, a tím povrchovou úpravu požadovaných vlastností. Nátěrové hmoty se nanášejí v tekutém stavu pomocí technologie natírání, stříkání, máčení, navalování válečkem a polévání dokončovaného povrchu (Josten a kol., 2011). Po nanesení se lak, barva i email mění z tekutého stavu na pevný povlak natíraného předmětu. Nátěrový systém se nazývá skladba jednotlivých vrstev nátěrových hmot. Vrstvy laku nátěrového systému musejí být vzájemně kompatibilní, aby mohly splnit požadovaný ochranný a estetický efekt nátěrového filmu (Tesařová a kol., 2014).

9.3.1 Nátěry a jejich výrobci

Na českém trhu lze nalézt širokou škálu nátěrových hmot. Silně pigmentované nátěry jsou velmi trvanlivé, jejich hlavní nevýhodou je však úplné zakrytí kresby a barvy dřeva. Oproti tomu nízkou životnost mají transparentní neboli průhledné nátěry (Pánek a kol., 2019). Na výběr jsou například kryvé, neprůhledné nátěry, lazury na bázi alkydové pryskyřice, nebo lazury akrylové, které lze využít bez potřeby použití ředidla.

Při výběru vhodné nátěrové hmoty pro použití v exteriéru je nutné hledat otestovanou a osvědčenou variantu. Je potřeba si uvědomit, že osvědčené nátěry na jednom druhu dřeva mohou snadno degradovat na druhu jiném. Tento jev se více projevuje u dřev s vyšším obsahem tzv. extraktiv – z našich domácích dřevin je to

hlavně modřín a dub (Pánek a kol., 2019). Důležitá je i kvalitní úprava povrchu dřeva. Řeší se zejména vlhkost a čistota před samotnou úpravou povrchu. Pokud jsou na natíraném materiálu staré nátěry, je potřeba tyto nátěry odbrousit, případně odhoblovat. Odstraňovat by se měly převážně lazurovací nátěry. U olejových nátěrů tento požadavek nebývá. Nátěrové systémy je vhodné aplikovat podle pokynů od výrobce – týká se to převážně počtu vrstev, kde snížení počtu aplikování vede ke snadnější a rychlejší degradaci povrchu nátěrových hmot a dřeva pod ním (Pánek a kol., 2019).

9.3.1.1 Kryvé nátěry

K aplikaci neprůhledných barevných nátěrů je třeba přistoupit zejména tehdy, pokud bylo dřevo opravováno tmelem. Pro tzv. kryvé nátěry se používají barvy a emaily. Ty zcela zakryjí kresbu dřeva a dosáhneme jimi jednotného odstínu. Jsou vhodné pro natírání zejména dveří, oken, zárubní, židlí, stolů a nábytku obecně. Z řady speciálních nátěrových hmot můžeme použít např. univerzální barvu Balakryl Uni nebo Balakryl Profi (Kolektiv).

9.3.1.2 Oleje a vosky

Nátěry na bázi olejů a vosků nevytvářejí na povrchu dřeva vrstvu, jsou zcela vsáklé do podkladu a teprve tam zasychají a vytvrzují se. Mohou tedy „pracovat se dřevem“, kopírovat objemové změny dřeva. Nedochozí k praskání a olupování nátěru. Kresba je u tohoto druhu nátěru nejvýraznější (Tesařová a kol., 2014).

9.3.1.3 Mořidla

Mořidla tvoří zvláštní skupinu dokončovacích prostředků, které upravují barvu dokončovaného podkladu bez zakrytí textury povrchu. Obsahují mimo barviv a pigmentů od 0 do 5 % hmotnostních filmotvorných látek. Aplikují se přímo na dřevěný podklad. Pro nízký obsah pojivových látek je zpravidla třeba nanést na namořenou plochu další nátěr, nejlépe stříkáním. Po nánosu mořidla je třeba vždy na namořený povrch nanést vrstvu laku, a to pro jeho ochranu (Tesařová a kol., 2014).

9.3.2 Lazurovací laky

Lazurování je jedním z nejefektivnějších způsobů, jak ošetřit jakékoli dřevěné povrchy. Obsahuje většinou impregnaci a dále dva lazurovací nátěry (Patříčným, 2017). V interiéru pomáhají oživit, změnit či jinak přizpůsobit vzhled nábytku, oken či dveří. Vyšší nároky na odolnost vůči povětrnostním podmínkám vyžadují ploty, zahradní nábytek či dřevostavby. Tyto rozměrově málo stálé prvky se často natírají tenkovrstvými lazurami, které slouží k prodloužení jejich životnosti. Tyto lazury se vpíjí do dřeva a propouštějí vodní páru. Pracují společně s nosným materiálem a neodlupují se (Tesařová a kol., 2014). K těmto účelům slouží také tzv. fungicidní napouštědla. Příkladem jako fungicidní napouštědlo Luxol Impregnant. Ten je určen speciálně pro zvýšení ochrany proti vlhku a větru, dále proti plísním, hmyzu a houbám. Impregnační látky pro zvýšení ochrany obsahuje například také Sokrates Lazurit Forte (Kolektiv).

Lazurovací laky jsou nátěrové hmoty obsahující barvivo nebo mikromletý pigment a filmotvornou látku. Barevný odstín barviva a mikromletého pigmentu v lazurovacím laku určuje barevný odstín povrchové úpravy (Tesařová a kol., 2014). Po nanesení lazurovacích laků na povrch dřeva dochází k mírnému potlačení jeho kresby. Záleží vždy na množství pojiva, které lazura obsahuje. Podle obsahu pojiva v nátěrové hmotě rozeznáváme lazurovací laky s obsahem pojiva do 20 %, jež označujeme jako tenkovrstvé lazury, a lazurovací nátěrové hmoty s obsahem pojiva

vyšším než 20 %, které označujeme jako tlustovrstvé nebo silnovrstvé lazury (Tesařová a kol., 2014).

9.3.2.1 *Silnovrstvé a tenkovrstvé*

Lazury lze také dělit na silnovrstvé a tenkovrstvé. Tenkovrstvé lazury se vpíjejí do dřeva a na dřevě vytváří jen tenkou vrstvu. Zvýrazňují přirozenou kresbu dřeva. Lazury silnovrstvé v sobě obsahují větší podílové množství pevných částic, tudíž po sobě na povrchu dřeva zanechávají silnější film. Přirozená kresba dřeva je tak potlačována a je méně výrazná. Silnovrstvá lazura chrání dřevo před venkovní vlhkostí a rovněž i před mechanickým poškozením. Měla by být elastická, aby odolávala případným malým rozměrovým změnám, ke kterým ve dřevě dochází při změně vlhkosti (Vodičková, 2008). Silnovrstvé lazury vytvářejí po nanesení na povrchu dřeva vrstvu nátěru chránící dřevo proti pronikání vlhkosti. Příznivým elementem je eliminace bobtnání a sesychání dřeva. Silnovrstvé lazury jsou vhodné pro dokončování úpravy povrchu rozměrově stálého dřeva. Lazury by měly při dokončování podkladu na bázi dřeva určeného do exteriéru vždy obsahovat pigmenty, tedy měly by být barevné (Tesařová a kol., 2014). Silnovrstvé lazury jsou někdy vyráběny také v tzv. krémové konzistenci. Krémovitá konzistence vzniká smícháním vody a oleje, kdy vznikne emulze. Nátěrová hmota nestéká z povrchu a rovnoměrně se vpíjí do dřeva. Pro kutilské dokončování stavebně – truhlářských výrobků jsou tyto silnovrstvé lazury v tzv. krémové konzistenci velmi vhodné (Tesařová a kol., 2014).

10 Metodika

Zde se nachází již samotná vlastní praktická část této bakalářské práce. Jsou zde rozepsány použité nátěrové hmoty, jejich popis a jejich výrobci, dále materiály, ze kterých byly vyrobeny testovací vzorky, jejich počty a v neposlední řadě metody samotného testování a vyhodnocování získaných výsledků. Testovány byly celkem tři lazurovací nátěrové hmoty, každá od jiného výrobce.

Testování probíhalo třemi různými metodami, kdy každá se vztahovala k jedné zkoumané části. Zkouška tvrdosti jednotlivých druhů nátěrů se provádělo podle normy ČSN 67 3075, a sice Wolff – Wilbornovým tužkovým testem tvrdosti nátěru. Pro zkoumání přilnavosti zkoumaných lazurových nátěrových hmot jsem využil test přilnavosti nátěru mřížkovou zkouškou podle normy ČSN EN ISO 2409. Jako poslední zbývalo otestovat pružnost zkoumaných dodaných nátěrových hmot. Pro otestování pružnosti jsem použil zkoušku zabývající se praskáním nátěru při ohybu zkoumaného vzorku, podle normy ČSN EN ISO 4628 – 4. Testování bylo prováděno na vzorcích z dýhy a z papíru, které měly jmenovité rozměry 50x70 mm pro mřížkovou zkoušku i pro zkoušku tvrdosti. Pro zkoušku pružnosti byly použity vzorky 20x150 mm. Od každého druhu materiálu bylo 10 vzorků. Ty byly postupně natřeny dodanými nátěrovými hmotami (pro další popis už jen NH). Každá NH byla tedy testována na 10 vzorcích z dýhy a na 10 vzorcích z papíru.

Při každém ze tří testů, byla vždy lazura nanášena na 10 vzorků vyrobených z dýhy a na 10 vzorků z papíru. Každá lazura tudíž měla při každém testu 20 zkoumaných vzorků. Výsledky pak byly zaneseny do excelové tabulky, kde byly dále vyhodnocovány a posuzovány podle výše zmíněných norem.

10.1 Nátěrové hmoty

1. Sokrates – silnovrstvá akrylátová lazura

Lazura k nátěrům stabilních dřevěných konstrukcí pro venkovní i vnitřní prostředí. Vyznačuje se vysokou průzračností s možností polotransparentnosti až kryvosti, maximální světlostálostí, odolností proti odlupování a praskání na hranách. Nátěr má vynikající životnost. Standardně obsahuje kombinovaný UV filtr k ochraně dřeva a samotné lazury. Lazura je termoplastická a zesíťující. Je určena přednostně k nátěrům oken, vchodových dveří, zahradního nábytku a podobně. Vydatnost 10-12 m²/kg (Building Plast).



Obrázek 18 - Testovaná nátěrová hmota Sokrates (vlastní foto)

2. Adler Pullex Plus – Lasur

Univerzální lazura Pullex Plus je NH bez aromat. Tato NH je skvělá na použití v exteriérech. Obsahuje také UV filtr, který zabezpečuje ochranu proti slunci. Snadno se aplikuje díky své dlouhé době zpracovatelnosti. Ekologicky šetrný díky vyššímu obsahu sušiny. Slabý zápach. UV filtr pro dlouhodobou ochranu před povětrnostními vlivy. Chrání natřený povrch proti plísním a dřevozbarvujícím houbám. Obzvláště vhodná pro jehličnaté a listnaté dřevo. Pro venkovní použití – např. masivní dřevěné panely, lepené laminované dřevo, masivní konstrukční dřevo atd. Pro rozměrově nestálé dřevěné dílce v exteriéru, např. dřevěné domky, přístřešky, dřevěná obložení, balkóny, ploty. Vydatnost v jedné vrstvě: Cca 8-12 m²/l (Adler).



Obrázek 19 - Testovaná nátěrová hmota Pullex plus-lasur (vlastní foto)

3. REMMERS HK – Lasur

Tato lazura je vhodná na použití do exteriéru. Je odolná vůči potrhání. Snadno prolíná hluboko do natíraného povrchu, po vyschnutí dobře odpuzuje vodu, zároveň natíraný materiál dýchá a dochází v něm k regulaci vlhkosti. Nátěr je možno provést bez zbrúsení povrchu či odstranění starého nátěru. Tato lazura dřevo impregnuje a zároveň chrání před houbami, hmyzem i plísněmi. Po aplikaci dvou nátěrů je zajištěna optimální koncentrace látek chránících dřevo oproti abiotickým činitelům. Renovace nátěru lze provádět bez broušení bývalého nátěru. (REMMERS).



Obrázek 20 - Testovaná nátěrová hmota REMMERS HK – Lasur (vlastní foto)

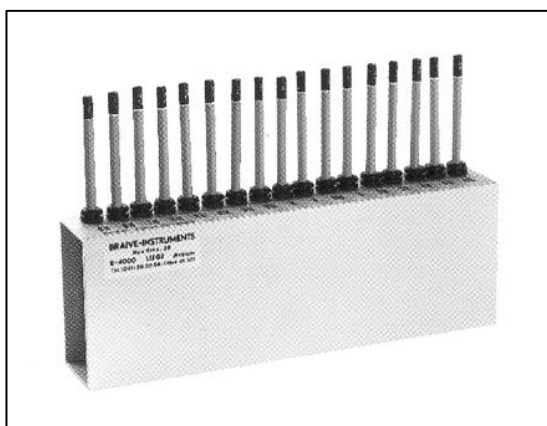
10.2 Normované testy

1. Tvrdost – Wolff – Wilbornův tužkový test

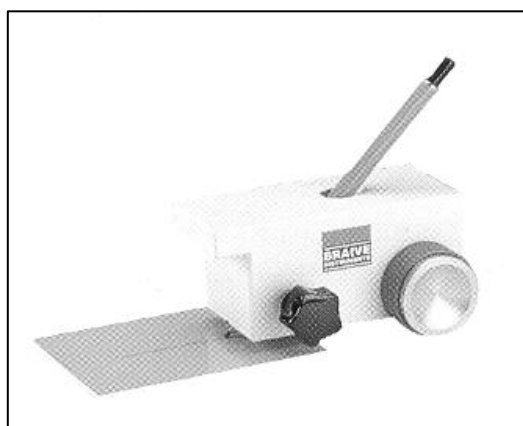
Tato zkouška tvrdosti jednotlivých druhů nátěrů se prováděla podle normy ČSN 67 3075. Povrchová tvrdost je důležitou vlastností nátěrových filmů a souvisí s ní různé mechanické vlastnosti jako pevnost, mechanická odolnost proti ohybu atd. Tato zkouška je destruktivní a provádí se především při hodnocení kvality vyrobených nátěrových hmot, ale i před jejich aplikací. Je většinou součástí katalogových údajů k jednotlivým druhům nátěrových hmot (Pardubice, 2002). Tento test je považován za nejjednodušší zkoušku měření tvrdosti nátěrů a jeho podstatou je zjištění, která tužka ze sady tužek různé tvrdosti jako první poruší vrstvu nátěrové hmoty (Liptáková a kol., 2001).

Postup měření a vyhodnocení

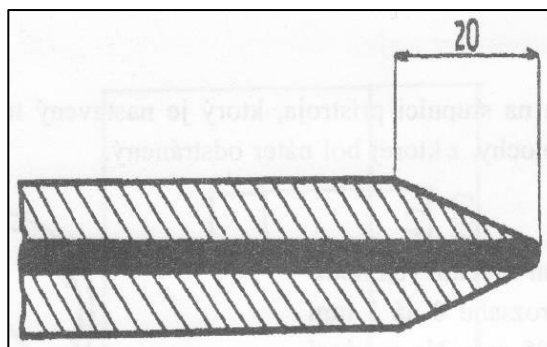
Na pevnou podložku se položí vzorek s nátěrovou hmotou. Tužkou se poté kreslí pod úhlem 30° vlnovka dlouhá cca 50 mm při zatížení hrotu tužky 300 ± 15 g. Hrot tužky je speciálně upraven pro správné testování podle normy. Vždy se začíná od tužky nižší tvrdosti, která po vrstvě nátěru sice kreslí, ale nepoškozuje jeho povrch. Postupně se tužky vyměňují vždy za ty s větší tvrdostí tuhy, až se zjistí, která tvrdost jako první vytvoří v nátěrové hmotě rýhu. Tuto vytvořenou rýhu již nelze, narozdíl od dříve vytvořených vlnovek setřít prstem (Liptáková a kol, 2001). Poté se zaznamená číslo tužky a zkouška se pro upřesnění provede ještě jednou, na jiném místě nátěru. Výsledkem této zkoušky je hodnota tvrdosti tužky, která jako první zanechala na zkoumaném nátěru nesmazatelnou rýhu (Pardubice, 2002).



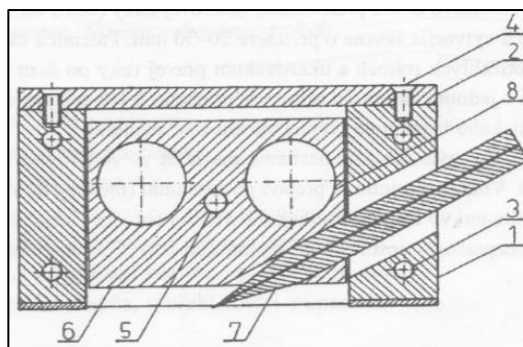
Obrázek 21 - Sada tužek (Pardubice, 2002)



Obrázek 22 – Zařízení na měření tvrdosti (Pardubice, 2002)



Obrázek 24 - Detail hrotu zkušební tužky (Liptáková a kol., 2001)



Obrázek 23 - Řez zařízením na měření tvrdosti (Liptáková a kol., 2001)





Tabulka 1 - Klasifikace tvrdostí tužek (Pardubice, 2002)

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

2. Přilnavost – Mřížková zkouška

Přilnavost neboli adheze nátěrových hmot k materiálu zkušebních vzorků byla testována tzv. mřížkovou zkouškou. Tato zkouška je také destruktivní, jelikož po sobě zanechává neodstranitelné stopy na testovaném nátěru. Přilnavost můžeme definovat jako součet všech sil, kterými je nátěr poután k povrchu předmětu upraveného tímto nátěrem (Liptáková a kol., 2001). Mřížková zkouška se provádí podle stanovené normy ČSN EN ISO 2409. Zkouška bývá označována i jako cross cut test (Pardubice, 2002). Její podstata spočívá v nařezání nátěru pomocí žiletky, skalpelu nebo specializovaným řezným nástrojem s více břity s danými mezerami. Vedené řezy na sebe musí být navzájem kolmé a tvořit mřížku. Přesný počet řezů je pak stanovený v normě (Liptáková a kol., 2001). Vzdálenost mezi jednotlivými řezy je stanovena s ohledem na tloušťku vrstvy testovaného nátěru. Na tuto připravenou nařezanou mřížku se nalepuje samolepící páska. Ta je následně stržena pod úhlem 90° (Liptáková a kol., 2001). Míra poškození se hodnotí pohledově, podle množství poškozených čtverečků v porovnání s Tabulkou 2.

Tabulka 2 - Klasifikace mřížkové zkoušky (Liptáková a kol., 2001)

Stupeň	Poškození nátěru	Popis rozsahu poškození
0	Žádné	Žádné viditelné poškození řezů, rohy celé bez nejmenšího odloupení nátěru.
1		Drobné poškození rohů řezů nepřesahující 5% z celkové plochy mřížky.
2		Drobné poškození rohů, kde se setkávají křížící se řezy. Poškození je v rozmezí 5 až 15% z plochy mřížky.
3		Drobné poškození rohů, kde se setkávají křížující se řezy. Odtrhnutí některých nařezaných čtverečků. Poškození je v rozmezí 15 až 35% z plochy mřížky. ¹
4		Výrazné poškození rohů, kde se setkávají křížující se řezy. Výrazné odtrhnutí nařezaných čtverečků. Poškození je v rozmezí 35 až 65% z plochy mřížky.
5	Víc jako 65 %	Odtrhnutí při zkoušce je z větší plochy jako v případě stupně 4.

3. Pružnost – praskání nátěrů

Zkouška pružnosti probíhala ohýbáním podle zkušebnímu přípravku o průměru 5 mm. Po ohýbání se posuzovala četnost a velikost prasklin vzniklých v průběhu zkoušky. Vyhodnocování stupně popraskání probíhalo pohledově za pomoci lupy, v porovnání s obrázkovými standardy podle stanovené normy ČSN EN ISO 4628-4. Následně se vyhodnocovala velikost prasklin podle Tabulky 3 a jejich četnost podle Tabulky 4.

Tabulka 3 – Klasifikace velikosti prasklin (Praktická příručka, 2018)

Klasifikace	Velikost prasklin
0	Neviditelné bez 10 x zvětšení
1	Viditelné pouze při zvětšení do desetinásobku
2	Právě viditelné volným okem nebo s korekcí zrakových vad
3	Zřetelně viditelné volným okem nebo s korekcí zrakových vad (do 0.5 mm)
4	Dlouhé praskliny, obecně do šířky 1 mm
5	Velmi dlouhé praskliny obecně širší než 1 mm

Tabulka 4 – Klasifikace množství prasklin (Praktická příručka, 2018)

Klasifikace	Množství prasklin
0	Žádné; tj. žádné zjistitelné praskliny
1	Velmi málo; tj. malý, téměř nevýznamný počet prasklin
2	Málo; tj. malý, ale důležitý počet prasklin
3	Mírný počet prasklin
4	Značný počet prasklin
5	Povrch hustě pokrytý prasklinami

10.3 Výsledky testování

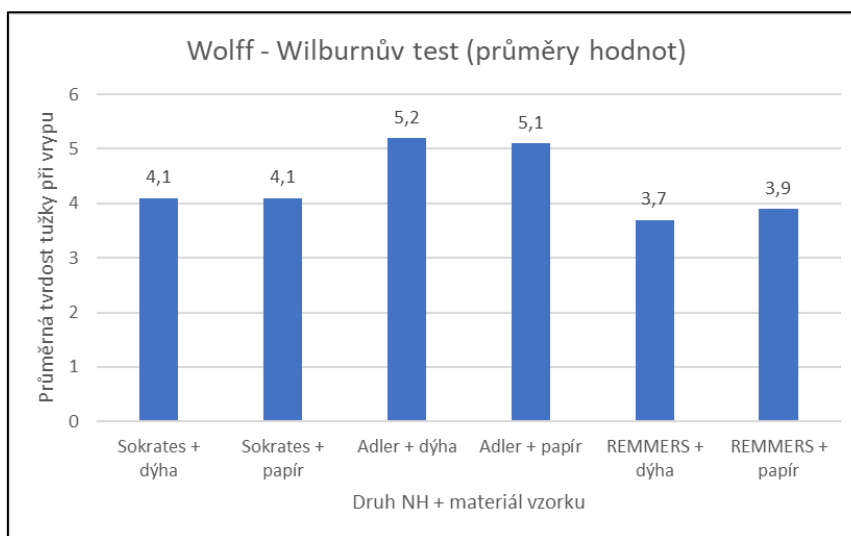
10.3.1 Tvrdost

Zkouška tvrdosti probíhala podle normy ČSN 67 3075, a sice Wolff – Wilburnovým tužkovým testem. Postupoval jsem vždy od měkčích tužek ke tvrdším a hledal tu, která jako první vytvoří v nátěru nesmazatelnou rýhu. Výsledky jsem zaznamenal do excelové tabulky, kde byly dále vyhodnocovány. V Tabulce 5 a Grafu 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty. Podrobnější tabulky a grafy, stejně tak jako fotodokumentace nátěrů a nosných materiálů jsou v obrazové příloze.

Jako nejpevnější se v této zkoušce ukázala NH Adler, která v průměru vykazovala největší pevnost svého povrchu, a to na dýze. Na pomyslném druhém místě byla barva Sokrates a nejnižší pevnost povrchu vykazovala při tomto testu NH REMMERS.

Tabulka 5 - Průměrné naměřené hodnoty Wolff – Wilbornova testu (vlastní)

Druh NH + materiál	Průměrná tvrdost tužky	Směrodatná odchylka
Sokrates + dýha	4,1	0,582380174
Sokrates + papír	4,1	
Adler + dýha	5,2	
Adler + papír	5,1	
REMMERS + dýha	3,7	
REMMERS + papír	3,9	



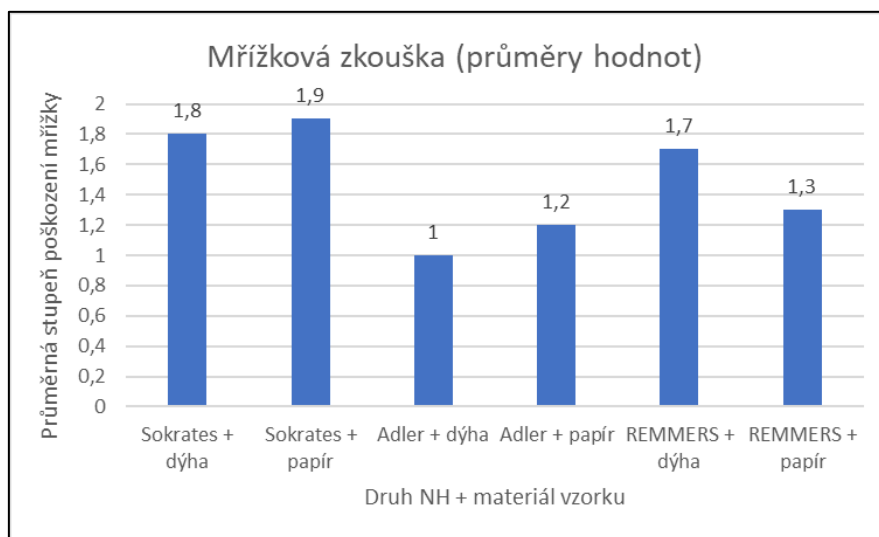
Graf 1 - Průměrné naměřené hodnoty Wolff – Wilbornova testu (vlastní)

10.3.2 Přílnavost

Adheze nátěrových hmot k materiálu zkušebních vzorků byla testována tzv. mřížkovou zkouškou. Na vzorek z papíru či dýhy byla štětcem nanесena vrstva NH a po zaschnutí byla rozřezána na mřížku, jejíž rozměry stanovuje norma ČSN EN ISO 2409. Po nalepení a následném strhnutí lepicí pásky, byl pohledem vyhodnocován stupeň poškození nátěru v porovnání s normovanou klasifikací. Zjištěné hodnoty byly opět zaneseny do tabulky a vyhodnocovány. V Tabulce 5 a Grafu 2 jsou opět uvedeny průměrné hodnoty. Podrobnější tabulky a grafy, stejně tak jako fotodokumentace nátěrů a nosných materiálů, jsou v obrazové příloze.

Tabulka 6 - Průměrné naměřené hodnoty Mřížkové zkoušky (vlastní)

Druh NH + materiál vzorku	Průměrný stupeň poškození	Směrodatná odchylka
Sokrates + dýha	1,8	0,33374974
Sokrates + papír	1,9	
Adler + dýha	1	
Adler + papír	1,2	
REMMERS + dýha	1,7	
REMMERS + papír	1,3	



Graf 2 - Průměrné naměřené hodnoty z Mřížkové zkoušky (vlastní)

Mřížkovou zkouškou bylo zjištěno, že největší odolnost byla zaznamenána opět u NH Adler. Klasifikací mřížkové zkoušky (viz. Tabulka 1) bylo zjištěno jen drobné

poškození rohů řezů nepřesahující 5 % z celkové plochy mřížky. Větší poškození jsem zaznamenal u NH REMMERS, kde bylo poškození mezi prvním a druhým stupněm. Největší poškození bylo u NH Sokrates, jejíž hodnoty se velmi blížily ke druhému klasifikačnímu stupni.

10.3.3 Pružnost

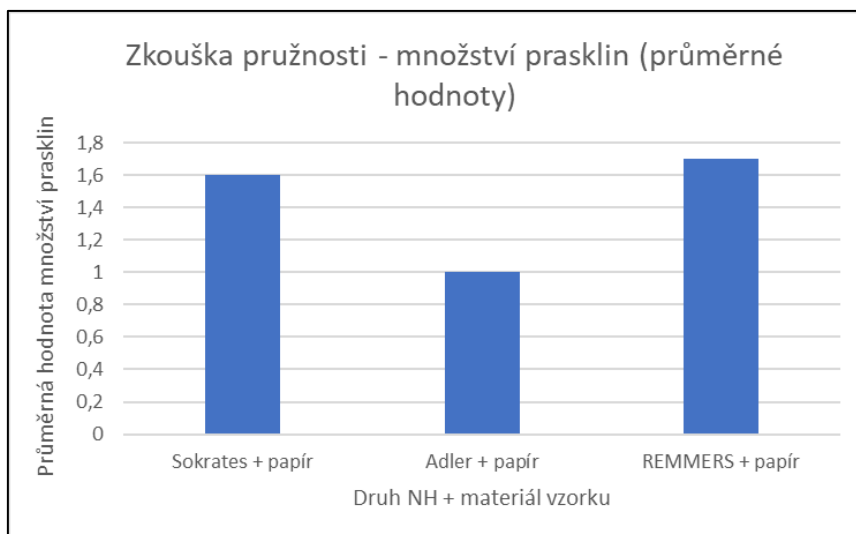
U zkoušky pružnosti, kdy se sledovalo množství a velikost prasklin, se podařilo získat jen hodnoty z papírových vzorků. Dýha, coby materiál vzorků, nedokázala vydržet ohyb podle zkušebního přípravku o průměru 5 mm a okamžitě se lámala. Z takto zlámaných vzorků se nepodařilo získat jakékoliv hodnoty, jelikož se dýha poškodila vždy dříve než vrstva NH. Na papírových vzorcích se hodnotila četnost a velikost prasklin za pomoci lupy. Tyto hodnoty se porovnávaly s obrázkovými standardy podle ČSN EN ISO 4628-4. Všechny zjištěné hodnoty byly poté zaneseny do excelových tabulek a následně vyhodnocovány. V Tabulce 6 a Grafu 3 jsou opět uvedeny průměrné hodnoty. Podrobnější tabulky a grafy, stejně tak jako fotodokumentace nátěrů a nosných materiálů, jsou v obrazové příloze.

Tabulka 7 - Průměrné naměřené hodnoty množství prasklin (vlastní)

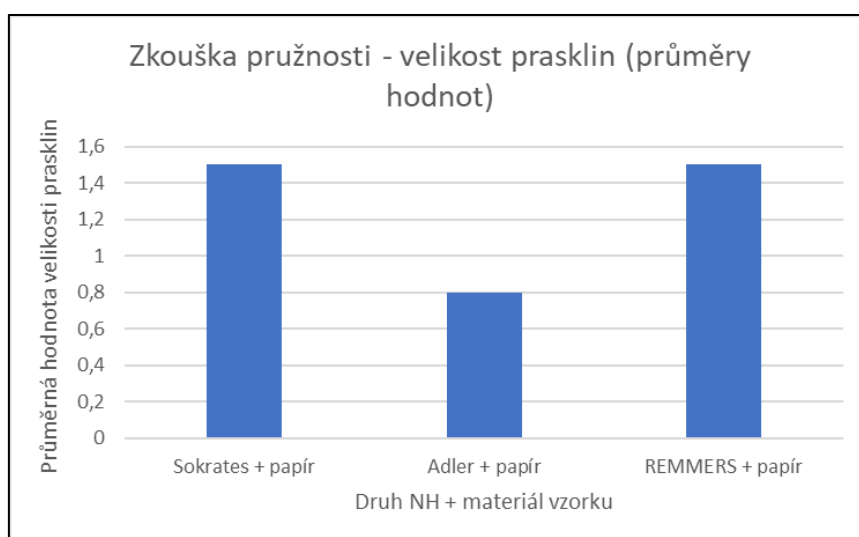
Druh NH + materiál vzorku	Průměrná hodnota	Směrodatná odchylka
Sokrates + papír	1,6	0,309120617
Adler + papír	1	
REMMERS + papír	1,7	

Tabulka 8 - Průměrné naměřené hodnoty velikosti prasklin (vlastní)

Druh NH + materiál vzorku	Průměrná hodnota	Směrodatná odchylka
Sokrates + papír	1,5	0,329983165
Adler + papír	0,8	
REMMERS + papír	1,5	



Graf 3 - Průměrné naměřené hodnoty množství prasklin (vlastní)



Graf 4 - Průměrné naměřené hodnoty velikosti prasklin (vlastní)

I v tomto testu byly naměřeny neoptimálnější výsledky u NH Adler. Malé praskliny, které byly vidět pouze s lupou, a kterých bylo velmi málo. Na pomyslném druhém místě byla NH Sokrates a s nejméně optimálními výsledky skončila NH od firmy REMMERS.

11 Diskuse

Za přínos pro praxi mohou být považovány získané naměřené hodnoty z testování tvrdosti povrchu nátěrových hmot, přilnavosti těchto hmot k povrchu a pružnost nebo také odolnost nátěrových hmot oproti popraskání při ohybu.

U nátěrových hmot používaných na dřevěná okna, ať už špaletová nebo kastlová, se vyžaduje jejich pružnost, jelikož se změnami klimatických podmínek dřevo tzv. „pracuje“ a mění svoje rozměry. Dále se požaduje odolnost proti mechanickému poškození a v neposlední řadě samozřejmě přilnavost k danému materiálu, na který jsou nátěry aplikovány. V této bakalářské práci jsou testovány a vyhodnocovány tři dodané nátěrové hmoty. Všechny byly testovány nezaujatě, stejnými metodami a jejich výsledky byly vyhodnocovány objektivně, bez jakýchkoliv osobních pohnutek, či skrytých úmyslů. Objektivně v testech nejlépe opakovaně dopadala nátěrová hmota Adler Pullex Plus – Lasur. Další dvě NH byly srovnatelné, ačkoliv neměly přímo stejné výsledky. Přínos této práce proto vidím v ukázání výsledků testovaných NH a také ve vysvětlení těchto základních způsobů testování, které si může vyzkoušet téměř kdokoliv.

12 Závěr

V této bakalářské práci je popsána historie výroby dřevěných oken, jejich definice a také postupy výroby. Dále jsou zde popsány dřevní degradace biotickými i abiotickými činiteli, stejně jako možnosti ochrany dřeva. Práce poskytuje názornou ukázkou 3 hlavních způsobů testování NH. Testy jsem prováděl podle normovaných standardů. Testoval jsem tvrdost nátěrů, jejich přilnavost k podkladu a také pružnost při ohybu materiálu na třech různých nátěrových hmotách od tří výrobců. Testy proběhly úspěšně, až na test pružnosti se vzorky z dýhy. Ty se zlomily dříve, než došlo k porušení NH. Při testech nejlépe vycházel nátěrový systém od společnosti Adler, ostatní dva systémy byly srovnatelné. Výsledky testů jsem vyhodnotil a znázornil pomocí vložených grafů a tabulek.

13 Bibliografie

Adler. Adler PULLEX PLUS-LASUR (Univerzální lazura na dřevo) bezbarvá - Barvy na dřevo.cz specialista na nátěry dřeva. *Barvy na dřevo | Kvalita za super cenu.* [Online] [Citace: 26. 5 2020.] <https://www.barvy-na-drevo.cz/plus-lasur-univerzalni-lazura/adler-pullex-plus-lasur-univerzalni-lazura-na-drevo--bezbarva/>.

Antonín, Vladimír a kol. 2003. *Houby.* Praha : Reader's Digest Výběr, spol. s.r.o., 2003. 80-86196-71-2.

Baier a kol., a. 2004. *Ochrana dřeva.* Praha : Grada Publishing, 2004. 80-247-9000-9.

Blanc, Gorg. 2006. Dřevo od A do Z. [autor knihy] SL. Gorg Blanc. *Dřevo od A do Z.* Čestlice : Rebo Productions CZ, spol. s.r.o., 2006.

Blanchette, Robert A. a kol. 1990. *Biological Degradation of Wood.* Sweden/Minnesota : American Chemical Society, 1990. 0-8412-1623-1.

Brabec, Roman Ing. 2017. stavba-rekonstrukce/rekonstrukce/24231-kastlovymi-a-spaletovymi-okny. *www.dumazahrada.cz.* [Online] 24. 5 2017. [Citace: 1. 3 2020.] <https://www.dumazahrada.cz/stavba-rekonstrukce/rekonstrukce/24231-kastlovymi-a-spaletovymi-okny/>.

Building Plast. SOKRATES LAZURA SILNOVRSTVÁ - Lazura zesilující silnovrstvá termoplastická, akrylátová :: barvy-sokrates.eu. *Nátěrové hmoty Sokrates :: barvy, laky, lazury, napouštědla, oleje a vosky, vodou ředitelné :: barvy-sokrates.eu.* [Online] BUILDING PLAST s.r.o. [Citace: 26. 5 2020.] <https://www.barvy-sokrates.eu/katalog-vyroby/sokrates-lazura-silnovrstva>.

Burnie, David. 2012. *Velká obrazová encyklopedie přírody.* Praha : Svojtka a Co., s.r.o., 2012. 978-80-256-0676-6.

Clarke, Graeme. 2018. How to protect wooden window frames. *Thermawood Blog.* [Online] Thermawood, 17. 4 2018. [Citace: 2. 5 2020.] <http://blog.thermawood.com.au/how-to-protect-wooden-window-frames/>.

Doc dr. Lumír Klimeš, CSc. 1986. *Slovník cizích slov.* Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 14-575-86.

Frolec, Václav a Čerňanský, Martin. 2012. encyklopedie lidové architektury. *lidova architektura*. [Online] 10. 2 2012. [Citace: 1. 3 2020.] <http://www.lidova-architektura.cz/prehled-seznam/encyklopedie/spaleta.htm>.

Gandelová, Libuše RNDr., Horáček, Petr Dr. Ing. a Šlezingerová, Jarmila RNDr. 1996. *Nauka o dřevě*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. 80-7157-577-1.

Hauner, Adam. 2008. Kostel sv. Petra a Pavla, okno ve východním průčelí, Albrechtice, okres Klatovy.jpg. *Wikimedia Commons*. [Online] Kostel svatého Petra a Pavla v Albrechticích, okres Klatovy, 8. 9 2008. [Citace: 30. 5 2020.] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kostel_sv._Petra_a_Pavla,_okno_ve_v%C3%BDchodn%C3%ADm_pr%C5%AF%C4%8Del%C3%AD,_Albrechtice,_okres_Klatovy.jpg.

Jacer. 2018. Sušení dřeva. *Úvod - RÁJDŘEVA*. [Online] 2. 3 2018. [Citace: 19. 5 2020.] https://www.rajdreva-jacer.cz/blog/9_suseni-dreva.

Josten, Elmar, Reiche, Thomas a Wittchen, Bernd. 2011. *Truhlářské konstrukce (spoje, povrchové úpravy dřeva, konstrukce)*. Praha : Grada Publishing a.s., 2011. 978-80-247-2960-2.

Kočí, Ivan. 2000. Okna: [požadavky, druhy, osazování, zasklívání, nátěry, opravy]. *Okna: [požadavky, druhy, osazování, zasklívání, nátěry, opravy]*. Praha : Grada, 2000.

Kolektiv, Barpex Group. O nás. *chatky-sauny*. [Online] [Citace: 30. 5 2020.] <https://www.chatky-sauny.cz/o-nas.html?id=90>.

Kouřil, Jan a Buben, František. 2003. *Truhlářství - tradice z pohledu dneška*. Praha : Grada Publishing, 2003. 80-247-9056-4.

Křupalová, Zdeňka Ing. 2004. *Nauka o materiálech pro 1. a 2. ročník SOU učebního oboru truhlář*. Praha : Sobotáles, 2004. 80-86817-02-04.

Liptáková, Eva, a další. 2001. *Povrchová úprava - návody na cvičenia*. Zvolen : Technická Univerzita vo Zvolene, 2001. 80-228-0993-4.

MM. 2007. VarsaviaSanMartinoNicchia.jpg. *Wikimedia Commons*. [Online] 3 2007. [Citace: 30. 5. 2020.] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VarsaviaSanMartinoNicchia.jpg>.

Otto. 1897-1901. *Ottův slovník naučný*. 1897-1901.

Pánek, Miloš doc. Ing. Ph.D a Kolektiv. 2019. Jakým nátěrem ošetřit dřevo dubu v exteriéru. *stavba.tzb-info*. [Online] 14. 1 2019. [Citace: 7. 6 2020.] <https://stavba.tzb-info.cz/podlahy-pricky-povrchy/18511-jakym-naterem-osetrit-drevo-dubu-v-exterioru>.

Pardubice, Univerzita. 2002. hodnoc-mech-vlast.pdf. *fcht.upce*. [Online] 2002. [Citace: 5. 5 2020.] <https://fcht.upce.cz/sites/default/files/public/luva3059/hodnoc-mech-vlast.pdf>.

Patříčný, Martin. 2017. *Pracujeme se dřevem*. Praha : Grada Publishing, 2017. 978-80-271-0307-2.

Perlík, Martin Ing. 2011. Špaleta, ostění, nadpraží, parapet, nika - Perlík projekce. *Perlík projekce - než koupíte starší dům, poradte se s odborníky*. [Online] 24. 1 2011. [Citace: 12. 4 2020.] <https://www.perlikprojekce.cz/slovník/spaleta-osteni-nadprazi-parapet-nika/>.

Požgaj, Alexander Prof. Ing. DrSc., a další. 1993. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava : PRÍRODA, 1993. 80-07-00960-4.

Praktická příručka. 2018. Prodej nátěrových hmot JOTUN a NORMAALI. *Domů | Prodej nátěrových hmot JOTUN a NORMAALI*. [Online] 2018. [Citace: 5. 5 2020.] <https://atryx.cz/prakticka-prirucka/15-hodnoceni-podkorodovani-nateru>.

Ptáček, Petr. 2009. *Ochrana dřeva*. Praha : Grada Publishing, 2009. 978-80-247-2326-6.

Reinprecht, Ladislav Prof. Ing. CSc. 2008. *Ochrana dreva*. Zvolen : Technická Univerzita vo Zvolene, 2008. 978-80-228-1863-6.

REMMERS. REMMERS HK-Lasur 2251 2,5L TEAK - TYK- TÝK - Barvy na dřevo.cz specialista na nátěry dřeva. *Barvy na dřevo | Kvalita za super cenu*. [Online] [Citace: 26. 5 2020.] <https://www.barvy-na-drevo.cz/remmers-hk-lasur/remmers-hk->

lasur-2251-2-5-l-teak-tyk/?gclid=Cj0KCQjww_f2BRC-ARIsAP3zarGFT6-
je2kXFe81GgKBDMAQl62gPvP-EW9NbMsR-
_WS_g7qLiPzDUQaAkHWEALw_wcB.

Rottweiler. 2017. Ostění wiki. *wikipedie*. [Online] 19. 12 2017. [Citace: 13. 4 2020.]
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Ost%C4%9Bn%C3%AD>.

Schneck, Adolf Gustav prof. Dr. e.h. 2001. *Okna dřevěná a kovová*. Brno : ERA
group spol. s.r.o., 2001. 80-86517-03-9.

Stonehouse, Bernard. 2008. *Moje velká kniha: Zvířata v přírodě*. Praha : Junior,
2008. 978-80-7321-423-4.

Škabrada, Jiří. 1999. *Lidové stavby*. Praha : Argo, 1999. 80-7203-082-5.

Tesařová, Daniela doc. Ing. Ph.D., Hlavatý, Josef Ing. a Čech, Petr Ing. Ph.D. 2014. *Povrchové úpravy dřeva*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2014. 978-80-247-
4715-6.

Vařeka, Josef PhDr. DrSc. a Frolec, Václav Prof. PhDr. DrSc. 2007. *Lidová
architektura*. Praha : Grada Publishing, 2007. 978-80-247-1204-8.

Velfel, Petr Mgr. a Kolektiv. 2005. *Velký průvodce rekonstrukcí domu*. Hradec
Králové : Paradise Studio, 2005. 80-239-5546-2.

Vodičková, Erika. 2008. *Vše o dřevě v interiéru a exteriéru*. Bratislava : JAGA -
GROUP, s.r.o., 2008. 1335-9177.

Zeidler, Aleš doc. Ing. Ph.D. a Borůvka, Vlastimil Ing. Ph.D. 2016. *Stavba a
vlastnosti dřeva hospodářsky významných dřevin - podklady pro cvičení*. Praha : Česká
zemědělská univerzita v Praze, 2016. 978-80-213-2674-3.

Zeidler, Aleš Doc. Ing. Ph.D. 2011. Lexikon vad dřeva. *r.fld.czu*. [Online] Česká
zemědělská univerzita v Praze, 30. 1 2011. [Citace: 4. 15 2020.]
http://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/.

14 Seznam obrázků

Obrázek 1- Nika (MM, 2007)	11
Obrázek 2 – Šikmá špaleta gotického okna (Hauner, 2008)	12
Obrázek 3 - Uložení křídel u špaletových (vlevo) a kastlových (vpravo) oken (Kočí, 2000).....	14
Obrázek 4 – Otevírání špaletového okna (Schneck, 2001)	15
Obrázek 5 - Otevírání kastlového okna (Schneck, 2001).....	16
Obrázek 6 - Přirozené sušení dřeva v hrání (Jacer, 2018).....	19
Obrázek 7 - Délkové napojení lamel (Křupalová, 2004)	20
Obrázek 8 - Moderní jednoduché okno z eurohranolu (Vodičková, 2008).....	21
Obrázek 9- Směry ve dřevě, zleva: axiální, tangenciální a radiální (Zeidler a kol., 2016)	24
Obrázek 10 - Orientace řezů v kulatině, zleva: příčný, radiální a tangenciální (Zeidler a kol., 2016)	25
Obrázek 11 - Příčný řez (Zeidler a kol., 2016)	25
Obrázek 12 - Radiální řez (Zeidler, a další, 2016).....	26
Obrázek 13 - Tangenciální řez (Zeidler a kol., 2016)	27
Obrázek 14 - Příklad tvaru suků, zleva: okrouhlý, podlouhlý, přeslenovitý (Křupalová, 2004).....	29
Obrázek 15 - Příklad poškození dřeva vodou, zleva: poškození okenního rámu, poškození okenního křídla (Ptáček, 2009).....	33
Obrázek 16 - Plodnice dřevomorky domácí (Antonín a kol., 2003).....	39
Obrázek 17 - Plodnice houževnatce šupinatého (Antonín a kol., 2003)	39
Obrázek 18 - Testovaná nátěrová hmota Sokrates (vlastní foto).....	45
Obrázek 19 - Testovaná nátěrová hmota Pullex plus-lasur (vlastní foto)	46
Obrázek 20 - Testovaná nátěrová hmota REMMERS HK – Lasur (vlastní foto)	47

Obrázek 21 - Sada tužek (Pardubice, 2002))	48
Obrázek 22 – Zařízení na měření tvrdosti (Pardubice, 2002).....	48
Obrázek 23 - Řez zařízením na měření tvrdosti (Liptáková a kol., 2001)	48
Obrázek 24 - Detail hrotu zkušební tužky (Liptáková a kol., 2001).....	48

15 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Klasifikace tvrdostí tužek (Pardubice, 2002).....	49
Tabulka 2 - Klasifikace mřížkové zkoušky (Liptáková a kol., 2001).....	49
Tabulka 3 – Klasifikace velikosti prasklin (Praktická příručka, 2018).....	50
Tabulka 4 – Klasifikace množství prasklin (Praktická příručka, 2018).....	50
Tabulka 5 - Průměrné naměřené hodnoty Wolff – Wilbornova testu (vlastní)	51
Tabulka 6 - Průměrné naměřené hodnoty Mřížkové zkoušky (vlastní)	52
Tabulka 7 - Průměrné naměřené hodnoty množství prasklin (vlastní)	53
Tabulka 8 - Průměrné naměřené hodnoty velikosti prasklin (vlastní)	53

16 Seznam grafů

Graf 1 - Průměrné naměřené hodnoty Wolff – Wilbornova testu (vlastní).....	51
Graf 2 - Průměrné naměřené hodnoty z Mřížkové zkoušky (vlastní)	52
Graf 3 - Průměrné naměřené hodnoty množství prasklin (vlastní).....	54
Graf 4 - Průměrné naměřené hodnoty velikosti prasklin (vlastní).....	54

17 Seznam příloh

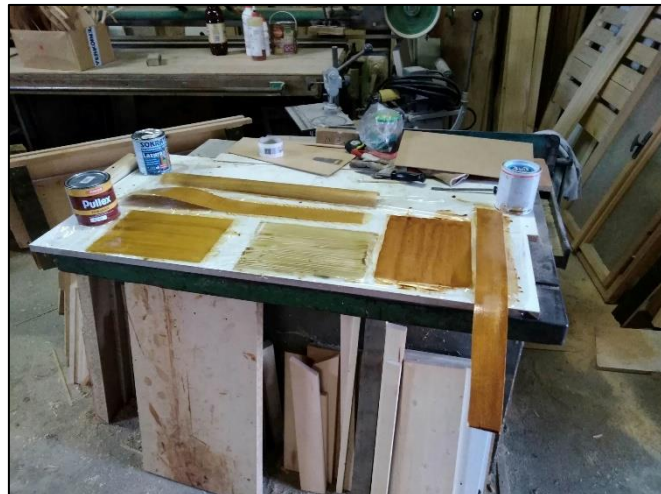
1. Testované nátěrové hmoty
2. Vzorky před a po natření nátěrovými hmotami
3. Příklad nastříhaných vzorků
4. Vyhodnocení testů pevnosti nátěru v grafech
5. Vyhodnocení zkoušky přilnavosti v grafech
6. Vyhodnocení množství prasklin v grafech
7. Vyhodnocení velikosti prasklin v grafech

18 Přílohy

1. Testované nátěrové hmoty



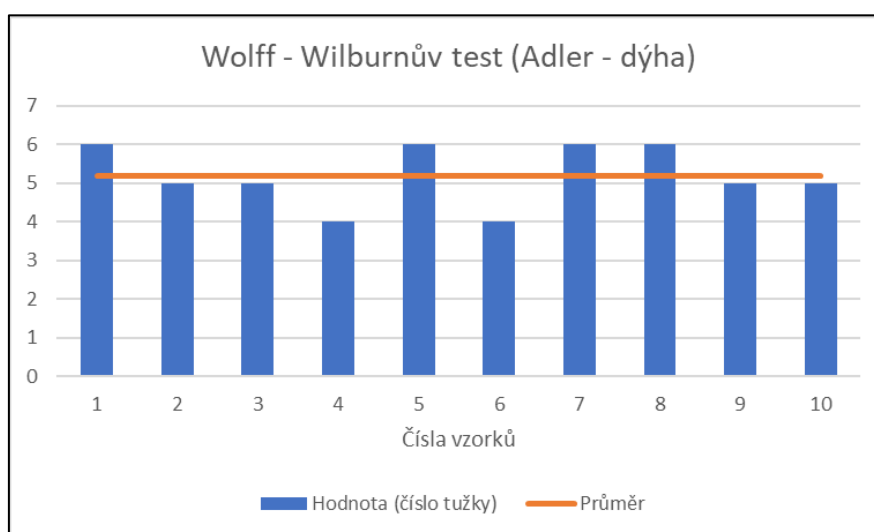
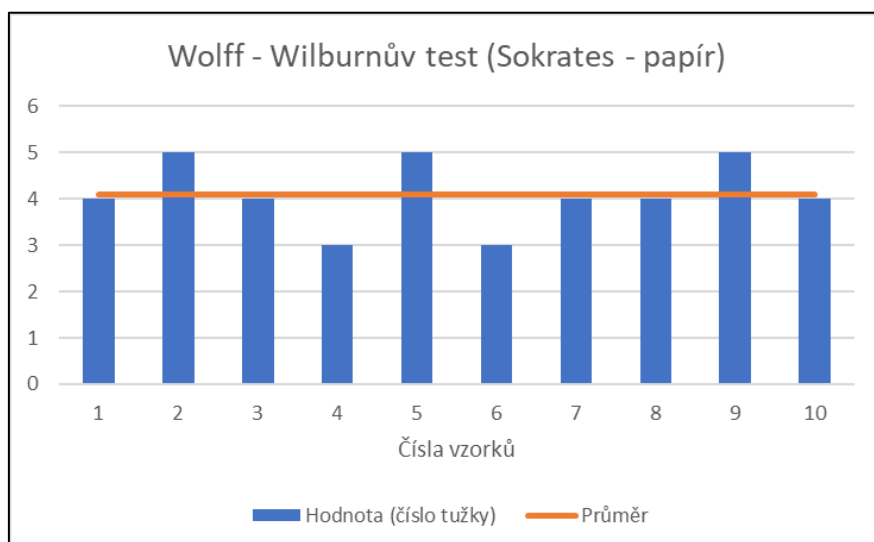
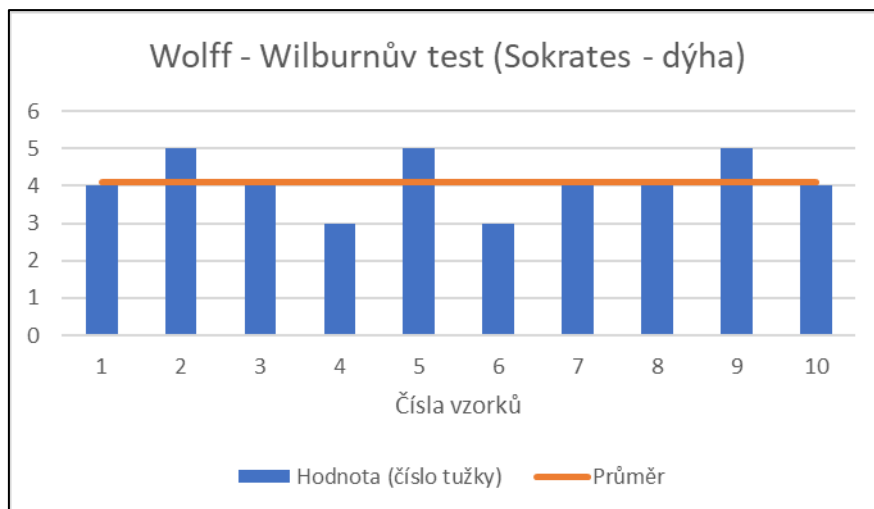
2. Vzorky před a po natření nátěrovými hmotami

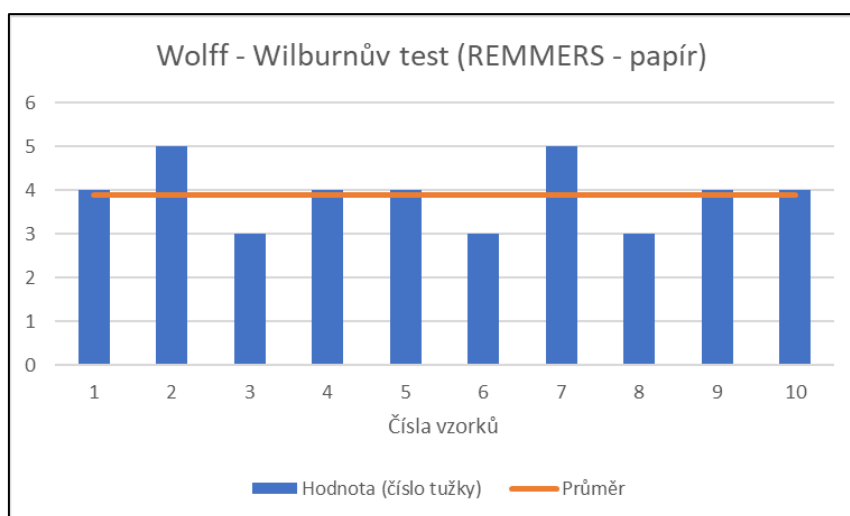
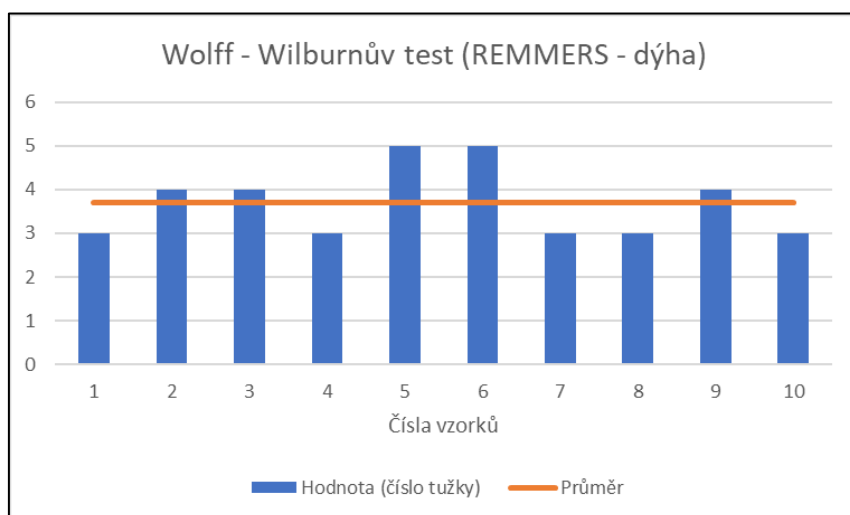
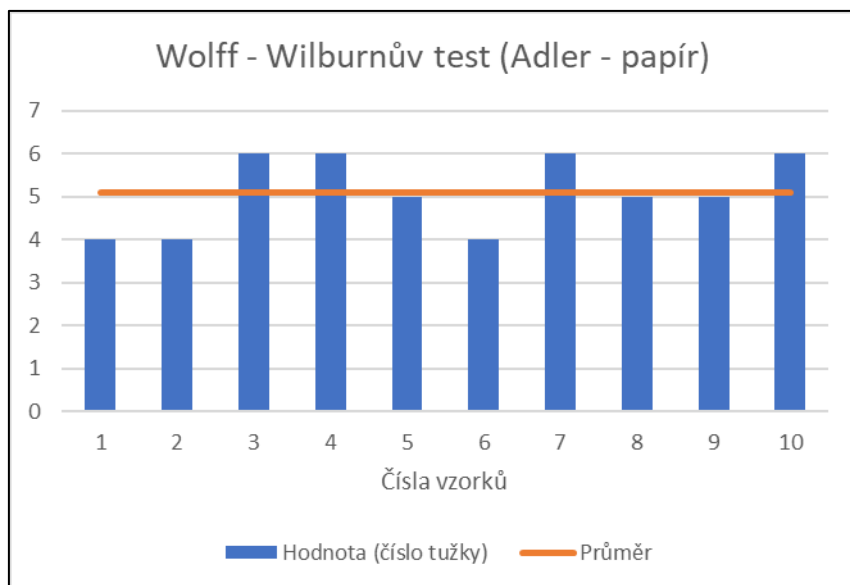


3. Příklad nastříhaných vzorků

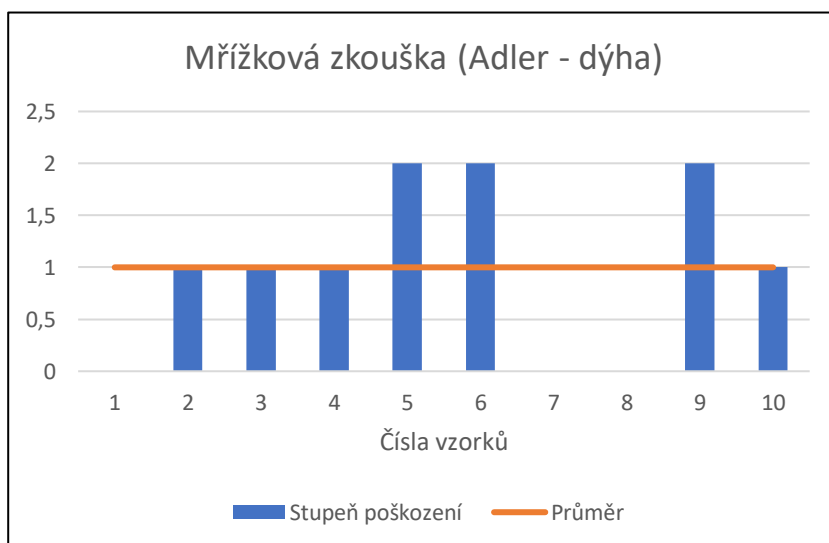
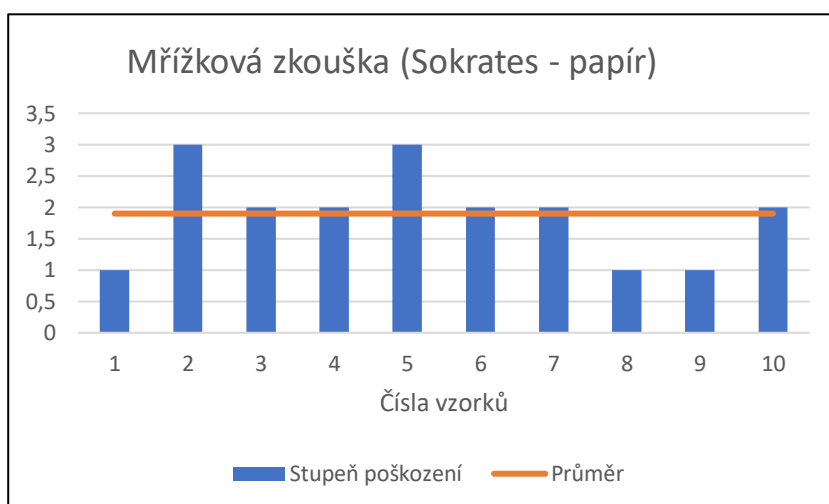
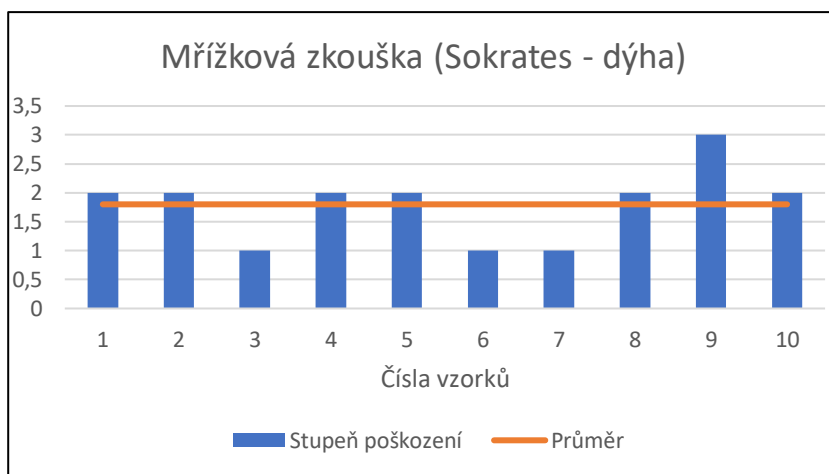


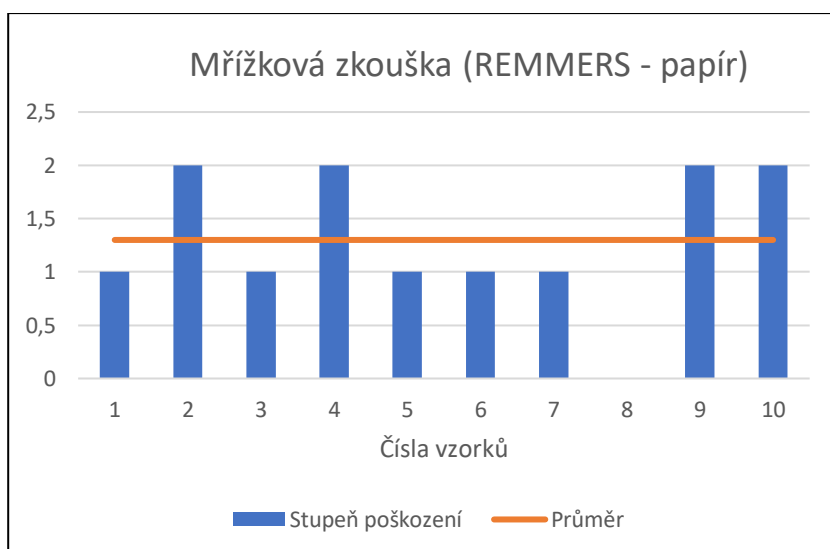
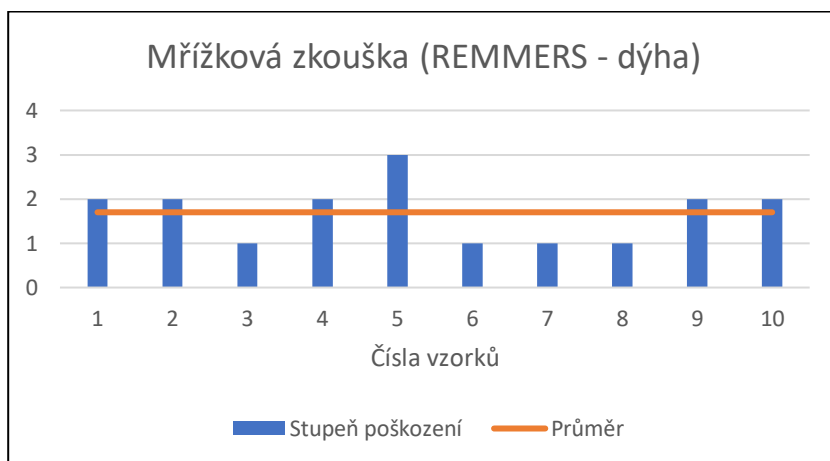
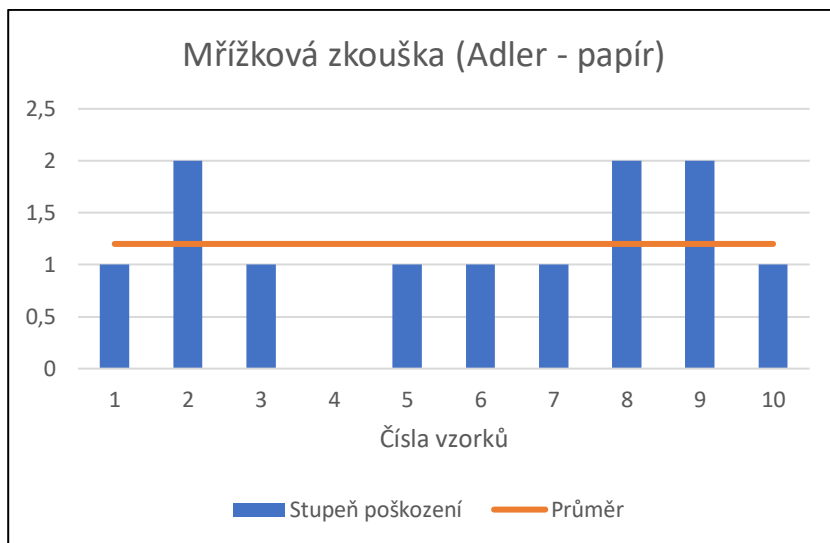
4. Vyhodnocení testů pevnosti nátěru v grafech



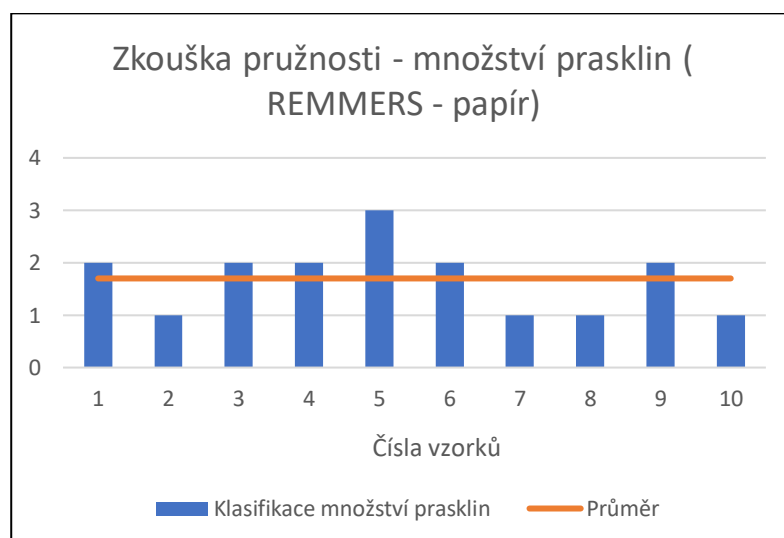
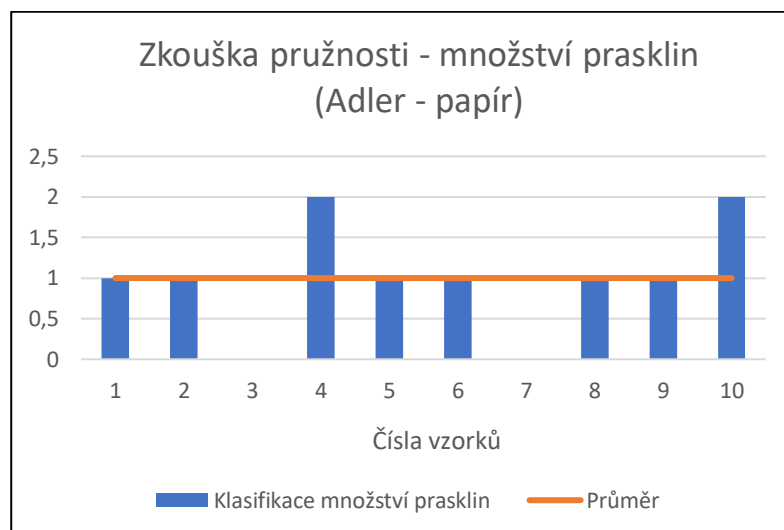
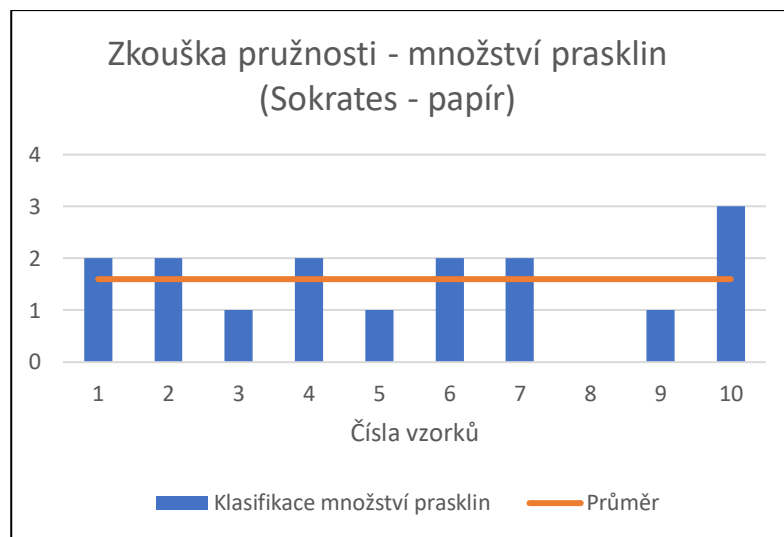


5. Vyhodnocení zkoušky přilnavosti v grafech





6. Vyhodnocení množství prasklin v grafech



7. Vyhodnocení velikosti prasklin v grafech

