

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Lesnická a dřevařská fakulta**  
Ústav základního zpracování dřeva

---



Ověření vlastností nátěrových hmot v rohových spojích okenních rámu

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Samostatná příloha**

### ***Čestné prohlášení***

*Prohlašuji, že jsem práci: **Ověření vlastností nátěrových hmot v rohových spojích okenních rámu** zpracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.*

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

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

*V Brně, dne:*

.....

*podpis studenta*

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Heleně Křenkové za odborné vedení a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále pak chci poděkovat technickým pracovníkům ze Zkušebny stavebně truhlářských výrobků ve Zlíně za ochotu a trpělivost při provádění a vyhodnocování zkoušek.

## **ABSTRAKT**

Jméno studenta:

**Bc. Jana Hadačová**

Název diplomové práce:

### **Ověření vlastností nátěrových hmot v rohových spojích okenních rámu**

Diplomová práce je zaměřena na ověření kvality nátěrových hmot v oblasti konstrukčního spoje okenního rámu a křídla. Jednotlivé vzorky osmi oken byly dlouhodobě vystaveny laboratorním podmínkám, které simulují extrémní povětrnostní vlivy v průběhu všech klimatických období. Hlavním cílem dílčích zkoušek je získání informací o kvalitě rozdílných nátěrových hmot, především o jejich přilnavosti, elasticitě a odolnosti vůči změnám teplot.

Praktická část závěrečné práce se zabývá posouzením a zdokumentováním stavu vzorků, především jejich rohových spojů, na počátku experimentu, dále v průběhu zkoušek, i po ukončení testování. Všechny změny jsou důkladně zaznamenány, o čemž vypovídá podrobná obrazová dokumentace.

Na závěr jsou zkoušky vyhodnoceny s důrazem na vady, které se často vyskytují v praxi. Problematika povrchové úpravy oken je stále aktuálním tématem, řeší se zde mnohé problémy, které se často projeví až po několika měsících po zabudování otvorových výplní do stavby.

**Klíčová slova:** nátěrová hmota, okno, kvalita povrchu, teplotní cyklus, vlhkostní cyklus

## **ABSTRACT**

Name of student:

**Bc. Jana Hadačová**

Title:

### **Verification of coating materials properties in window frames corner joints**

The thesis focuses on a verification of coating quality in the area of construction joints of a window frame and a casement. Individual samples of eight windows were long term exposed to laboratory conditions that simulate extreme weather conditions during all climatic periods. The main aim of the partial examinations is to obtain information on the quality of different coatings, especially on their adhesion, elasticity, and resistance to temperature changes.

The practical part of the thesis is dealing with assessing and documentation of sample states, especially their corner joints, at the beginning of the experiment, as well as during and after the testing. All changes are thoroughly recorded as evidenced by the detailed visual documentation.

In the final part, the tests are evaluated with emphasis on frequent defects that occur in practice. The issue of window surface finishes is still an ongoing topic, many problems often occurring in few months after placing windows into the building must be dealt with.

**Keywords:** coating, surface treatment, window, surface quality, thermal cycle, humidity cycle

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CÍL</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>METODIKA</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1</b>	<b>Povrchová úprava</b> .....	<b>5</b>
<b>4.2</b>	<b>Modifikované dřeviny</b> .....	<b>6</b>
<b>4.3</b>	<b>Vícevrstvá povrchová úprava</b> .....	<b>6</b>
<b>4.4</b>	<b>Technologie výroby oken</b> .....	<b>8</b>
4.4.1	Konstrukční spoje .....	8
4.3.1.1	Dvojitý čep a rozpor .....	8
4.3.1.2	Kolíkový spoj (spoj na profil/kontraprofil) .....	8
4.3.1.3	Spoj na vložené pero (Hoffmannova rybina) .....	8
4.3.1.4	Spoj pomocí šroubů .....	8
<b>4.5</b>	<b>Výrobní metody</b> .....	<b>9</b>
4.5.1	Rámová metoda výroby oken .....	9
4.5.2	Dílcová metoda výroby oken .....	9
<b>5</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>5.1</b>	<b>Postupy zkoušek</b> .....	<b>11</b>
5.1.1	Stanovení tloušťky nátěru .....	11
<b>5.3.1.1</b>	<b>Tloušťka nátěru</b> .....	<b>11</b>
5.1.2	Stanovení odolnosti nátěrů .....	12
<b>5.3.2.1</b>	<b>Odolnost proti nárazu koulí o malém průměru</b> .....	<b>12</b>
5.1.2.1.1	<i>Popis zkoušky</i> .....	12
5.1.2.1.2	<i>Síla působící pružiny</i> .....	13
<b>5.3.2.2</b>	<b>Teplotní cyklování</b> .....	<b>14</b>
<b>5.3.2.3</b>	<b>Vlhkostní cyklování</b> .....	<b>15</b>
<b>5.3.2.4</b>	<b>Zkouška přilnavosti nátěrů</b> .....	<b>16</b>
5.1.2.4.1	<i>Průběh zkoušky</i> .....	16
<b>5.1.3</b>	<b>Zkouška celistvosti nátěru v rohových spojích</b> .....	<b>18</b>
<b>5.2</b>	<b>Zkušební vzorky</b> .....	<b>20</b>
<b>5.3</b>	<b>Experimentální výsledky</b> .....	<b>21</b>
5.3.1	<i>Vyhodnocení tloušťky nátěru</i> .....	21

<b>5.3.1.1</b>	<b>Počáteční stav – OKNO 1.....</b>	<b>22</b>
5.3.1.1.1	<i>OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér).....</i>	22
5.3.1.1.2	<i>OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) .....</i>	23
5.3.1.1.3	<i>OKNO 1 – RÁM/ Pohled A (interiér).....</i>	24
5.3.1.1.4	<i>OKNO 1 – RÁM/ Pohled B (exteriér) .....</i>	25
<b>5.3.1.2</b>	<b>Počáteční stav – OKNO 2.....</b>	<b>26</b>
5.3.1.2.1	<i>OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled A .....</i>	26
5.3.1.2.2	<i>OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled B .....</i>	27
5.3.1.2.3	<i>OKNO 2 – RÁM/ Pohled A.....</i>	28
5.3.1.2.4	<i>OKNO 2 – RÁM/ Pohled B.....</i>	29
<b>5.3.1.3</b>	<b>Počáteční stav – OKNO 3.....</b>	<b>30</b>
5.3.1.3.1	<i>OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled A .....</i>	30
5.3.1.3.2	<i>OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled B .....</i>	31
5.3.1.3.3	<i>OKNO 3 – RÁM/ Pohled A.....</i>	32
5.3.1.3.4	<i>OKNO 3 – RÁM/ Pohled B.....</i>	33
<b>5.3.1.4</b>	<b>Počáteční stav – OKNO 4.....</b>	<b>34</b>
5.3.1.4.1	<i>OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled A .....</i>	34
5.3.1.4.2	<i>OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled B .....</i>	35
5.3.1.4.3	<i>OKNO 4 – RÁM/ Pohled A.....</i>	36
5.3.1.4.4	<i>OKNO 4 – RÁM/ Pohled B.....</i>	37
<b>5.3.1.5</b>	<b>Počáteční stav – OKNO 5.....</b>	<b>38</b>
5.3.1.5.1	<i>OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled A .....</i>	38
5.3.1.5.2	<i>OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled B .....</i>	39
5.3.1.5.3	<i>OKNO 5 – RÁM/ Pohled A.....</i>	40
5.3.1.5.4	<i>OKNO 5 – RÁM/ Pohled B.....</i>	41
<b>5.3.1.6</b>	<b>Počáteční stav – OKNO 6.....</b>	<b>42</b>
5.3.1.6.1	<i>OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled A .....</i>	42
5.3.1.6.2	<i>OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled B .....</i>	43
5.3.1.6.3	<i>OKNO 6 – RÁM/ Pohled A.....</i>	44
5.3.1.6.4	<i>OKNO 6 – RÁM/ Pohled B.....</i>	45
<b>5.3.1.7</b>	<b>Počáteční stav – OKNO 7.....</b>	<b>46</b>
5.3.1.7.1	<i>OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled A .....</i>	46
5.3.1.7.2	<i>OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled B .....</i>	47

5.3.1.7.3	OKNO 7 – RÁM/ Pohled A.....	48
5.3.1.7.4	OKNO 7 – RÁM/ Pohled B.....	49
<b>5.3.1.8</b>	<b>Počáteční stav – OKNO 8.....</b>	<b>50</b>
5.3.1.8.1	OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled A .....	50
5.3.1.8.2	OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled B .....	51
5.3.1.8.3	OKNO 8 – RÁM/ Pohled A.....	52
5.3.1.8.4	OKNO 8 – RÁM/ Pohled B.....	53
<b>5.3.1.9</b>	<b>Vyhodnocení tloušťky nátěrů.....</b>	<b>54</b>
5.3.1.9.1	Průměrná hodnota tloušťky nátěru okenních křídel .....	54
5.3.1.9.2	Průměrná hodnota tloušťky nátěru okenních ráků .....	55
5.3.2	Vyhodnocení odolnosti nátěrů .....	56
<b>5.3.2.1</b>	<b>Výsledky odolnosti proti nárazu koulí o malém průměru.....</b>	<b>56</b>
5.3.2.1.1	Teplotní cyklus.....	56
5.3.2.1.2	Vlhkostní cyklus .....	57
<b>5.3.2.2</b>	<b>Vyhodnocení teplotního cyklování.....</b>	<b>58</b>
<b>5.3.2.3</b>	<b>Vyhodnocení vlhkostního cyklování .....</b>	<b>58</b>
<b>5.3.2.4</b>	<b>Vyhodnocení zkoušky přilnavosti nátěrů.....</b>	<b>58</b>
5.3.2.4.1	Expozice 1 – teplotní cyklování.....	58
5.3.2.4.2	Expozice 2 – vlhkostní cyklování.....	59
5.3.3	Vyhodnocení zkoušky celistvosti nátěru .....	60
<b>5.3.3.1</b>	<b>Expozice A – celistvost po teplotním cyklování .....</b>	<b>60</b>
<b>5.3.3.2</b>	<b>Expozice B – celistvost po vlhkostním cyklování.....</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>DISKUZE:.....</b>	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>65</b>
<b>8</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>66</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>67</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>68</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>68</b>
<b>12</b>	<b>CITOVANÁ LITERATURA.....</b>	<b>69</b>
<b>13</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>70</b>



# 1 ÚVOD

Již z doby pravěku víme, že příbytky pravěkých lidí byly opatřeny malými otvory. Tyto otvory sloužily především k odvětrávání kouře z ohniště. Dále měly za úkol částečné osvětlení vnitřního prostoru obydlí. Z počátku byly tyto otvory pouze otevřené a neposkytovaly ochranu před nepříznivými povětrnostními vlivy. V období chladu byly utěšňovány balíky slámy nebo jiného přírodního materiálu, později se uzavíraly okenicemi z hrubě opracovaného dřeva. Sklo bylo velmi drahým artiklem. Otvory byly zakrývány průsvitnými blánami ze spodní vrstvy kůže. Ve starověké Číně a Japonsku se několik tisíc let před naším letopočtem používal voskovaný papír. Na našem území se sklo objevuje v románském období zcela výjimečně v podobě vitráží v oknech církevních staveb. Gotika přinesla zásadní průlom v řešení okenního otvoru – byl vyroben dřevěný rám s křídlem, které na rám doléhalo. Zde začíná příběh dřevěného okna tak, jak jej známe prakticky dodnes.

Okno lze obecně definovat jako konstrukci, která uzavírá a vyplňuje otvor ve vnějším plášti budovy. To, jak jsou okna umístěna, situována vzhledem ke světovým stranám, jaký byl zvolen tvar a použitý materiál, ovlivňuje celkový vzhled a výraz budovy. Právě charakteristické znaky okenních otvorů bývají typické pro jednotlivé stavební slohy.

Otvorové výplně stavebních konstrukcí se výraznou mírou podílejí na vnitřním prostředí budovy. Okno již v minulosti plnilo úlohu uzavření prostoru před okolím a zprostředkovávalo nepřímý styk s venkovním prostředím. Mezi primární funkce oken patří především denní osvětlení a přirozené větrání budov. Okna mohou být v případech nebezpečí použita jako únikové východy, například při zasažení budovy požárem. Mezi významné faktory, které výběr a zabudování oken ovlivňují, patří také energetické ztráty objektů.

Z estetického hlediska se při řešení oken musí značná část pozornosti věnovat i povrchové úpravě a její barevné škále. Většina povrchových úprav by měla vyjadřovat pravdivost materiálu použitého v dané konstrukci. Pokud si vybíráme dřevěná okna, měli bychom správným výběrem prezentovat jedinečnou a přirozenou strukturu dřevěného materiálu. Správně zvolená povrchová úprava má nejen chránit před povětrnostními vlivy, ale i prezentovat a zdůrazňovat ušlechtilost daného prvku.

Existují dokumenty z přelomu 18. a 19. století, kde se uvádí, že se okna dříve napouštěla včelím voskem a k vyvážení barevného odstínu se používalo mořidlo. Vosk byl v pozdější době vyměněn za lněný olej (fermež), který lépe odolával povětrnostním vlivům a používal se k napouštění povrchu otvorových výplní až do poloviny 20. století.

Již koncem 18. století byla okna opatřována krycími nátěry, mezi které byly zařazovány škály lomených bílých odstínů. Starší nátěry v odstínech slonové kosti jsou velmi odlišné od ledově bílé, v dnešní době často používané. Zejména v městském prostředí byl v druhé polovině 19. a na počátku 20. století používán nátěr zvaný fládr. Fládr, neboli dříve nazývané žilkování, měl napodobovat ve světlých i tmavých odstínech kresbu dřeva. Avšak některé odstíny měly kuriózní barevnou škálu a přírodní barvě dřeva zcela neodpovídaly. Barevnost oken však nemá žádné stoprocentní pravidlo. V období první poloviny 20. století byly rámy oken často barevně odlišeny od křídel, postupem doby ale převládl bílý krycí nátěr na křídlech i rámech.

Moderní doba přinesla dřevěnému materiálu velkou konkurenci v podobě plastových a hliníkových oken. Dřevěná okna musela znovu najít svoji identitu, bylo nutné zdůraznit to, co je na dřevu krásné, a tou je především jeho výjimečná textura. V současnosti proto mezi povrchovými systémy převládají tzv. lazury, které dodávají dřevu konkrétní barevný odstín, nezakrývají jeho kresbu, ale současně dobře chrání dřevo před povětrnostními podmínkami.

## 2 CÍL

Cílem této diplomové práce je porovnání kvality nátěrových hmot od různých výrobců, aplikovaných na okenních konstrukcích. Aby zkoušky byly maximálně přiblíženy reálné praxi, zkušebními vzorky budou křídla v rámech o vnějším rozměru  $460 \times 460$  mm. Každý vzorek bude upraven speciálním povrchovým systémem na okna od jednoho výrobce nátěrových hmot. Požadované vzorky oken zhotoví renomovaná firma, která se výrobou oken zabývá, aby byl zajištěn přesný postup nanášení povrchového systému tak, jak to vyžaduje dodavatel příslušné nátěrové hmoty.

Laboratorní zkoušky zaměříme na nejkritičtější místo konstrukce oken - rohový spoj. Zde se nejvíce projevuje dlouhodobé působení vnějších vlivů, především vody, na okenní konstrukci, a to hlavně v tzv. „V“ spáře (přiznaná spára mezi dvěma vlysy rámu). Nejdůležitějšími vlastnostmi nátěrové hmoty v tomto ohledu je její elasticita a přilnavost k povrchu.

V laboratorních podmínkách vyzkoušíme, jak se jednotlivé nátěrové systémy mohou chovat v praxi. Budeme simulovat extrémní podmínky střídavého působení tepla, chladu a vysoké relativní vlhkosti vzduchu.

### 3 METODIKA

Prvním krokem pro vypracování diplomové práce je literární rešerše a seznámení se s normativními předpisy, které se týkají daného tématu.

Teoretická část diplomové práce se bude zabývat problematikou moderních povrchových úprav. Základními zdroji informací k tomuto účelu jsou především technické listy různých výrobců a dodavatelů nátěrových hmot.

Náš experiment má řešit problém nejkritičtějšího místa konstrukce oken - rohového spoje. Toto zadání není v praxi běžně zkoušeno, neexistuje metodika, která by popisovala, jak k takové zkoušce přistupovat. Bude proto nutné stanovit sled zkoušek tohoto experimentu tak, aby se co nejvíce přibližoval reálné praxi, tzn., že vzorky budou vystaveny extrémnímu zatížení po určitou dobu, aby se ukázaly nepříznivé jevy, ke kterým v praxi běžně dochází. Budou simulovány klimatické podmínky a porovnány vzorky s odlišnými nátěrovými hmotami různých výrobců.

Ve spolupráci s odbornými pracovníky ze Zkušebny stavebně truhlářských výrobků ve Zlíně proběhnou všechny potřebné experimentální zkoušky v jejích laboratořích. Podle normativních předpisů jde o tloušťku nátěru, odolnost proti nárazu koulí o malém průměru a přilnavost nátěrů. U zkoušky celistvosti nátěrů v rohových spojkách se bude vycházet z vlastní klasifikační stupnice, kterou vytvořil tým zkušebních techniků ZSTV ve Zlíně. Všechny vzorky oken budou dále vystaveny teplotnímu a vlhkostnímu cyklování.

Na začátku experimentu, i v jeho průběhu, bude pořizována podrobná fotodokumentace vzorků pomocí laboratorního mikroskopu s vestavěným fotoaparátem. Skutečnou pozorovanou a fotografovanou plochou povrchu vzorků je kruh o průměru 7 milimetrů.

Na závěr dojde k vyhodnocení všech dílčích zkoušek experimentu a shrnutí poznatků.

## 4 TEORETICKÁ ČÁST

### 4.1 Povrchová úprava

Dřevo je přírodním, staletými ověřeným materiálem, vhodným pro výrobu oken. Okna musí každý den odolávat proměnlivým teplotním rozdílům mezi exteriérem a interiérem. Dřevo je z pohledu fyzikálních a mechanických vlastností materiálem velmi rozmanitým. Dokonale zpracované a ošetřené dřevo je schopné odolávat UV záření, vodě a dalším povětrnostním vlivům. Odolnost dřeva vůči klimatickým podmínkám výrazně zvyšuje povrchová úprava dřeva. Dnes již nezbytnou součástí nátěrových systémů oken je impregnace (máčení). Jedná se o první stupeň povrchové úpravy.

Povrchová úprava je nezbytnou součástí pro dosažení širokého spektra požadovaných užitných i vzhledových vlastností. Jednotný název – nátěrová hmota – platí pro všechny výrobky, jejichž hlavní složkou je filmotvorná látka a nejčastěji se nanáší v tekutém stavu.

Zemiar (2009) uvádí, že existuje více možností rozdělení nátěrových hmot. Podle způsobu vytvrzování a svých charakteristických vlastností, kde je film tvořen průhledným až průsvitným povrchem, hovoří se zde o transparentních vlastnostech. Do této skupiny se řadí například fermeže a laky. Na opačném konci spektra proti lakům leží neprůhledné filmy, jsou to emaily, barvy a tmely s pigmentovými vlastnostmi. Nátěrové látky obsahují obvykle filmotvornou složku a organická rozpouštědla. Aby došlo k dosažení pastelových nebo jiných jemných barevných odstínů, používají se pomocná rozpustná barviva nebo mikropigmenty.

#### Základní pojmy:

Film – souvislá vrstva vzniklá nanesením jedné nebo více vrstev nátěru na podklad.

Lak – nátěrová hmota, která na podkladu vytváří transparentní nátěrový film, mající ochranné, dekorativní nebo specifické technické vlastnosti.

Nátěr – ucelený povlak, souvislá vrstva nátěrové hmoty vzniká při jednom nánosu. (NUTSCH, 1999)

U oken a vnějších dveří je důležité klást velký důraz na pečlivé provedení všech detailů, aby voda nezůstala ve spárách. Pokud není zvolen dostatečně trvanlivý druh dřeva, nebo není dřevo modifikováno. (Žák, 1998)

## 4.2 Modifikované dřeviny

Záměrem úpravy dřeva modifikací je změna jeho struktury a zlepšování vlastností. Mezi tyto vlastnosti můžeme zařadit například biologickou odolnost, termickou odolnost a odolnost vůči agresivním chemikáliím, hydrofóbnost, rozměrovou a barevnou stabilitu, tvrdost apod. Hlavním cílem modifikovaného dřeva je zvýšení odolnosti proti různým biotickým a abiotickým činitelům, hlavně u méně trvanlivých druhů dřevin. Do nedávna se modifikované dřevo používalo pouze na speciální výrobky. V poslední době se však zavedly nové technologie, které na trh dostaly acetylovaná dřeva a termicky modifikovaná dřeva. Acetylované dřevo výborně odolává hnilobě a termitům, proto se často používá na exteriérové prvky – vnější dveře, okna a obklady. Na termicky modifikovaná dřeva působí vysoké teploty 180 až 280 °C po dobu 15 minut až 24 hodin. Pro tepelně upravené dřevo je charakteristická tmavší barva, která se často podobá tropickým druhům dřev a získává typický zápach podobný karamelu. U tmavších tepelně upravených dřev se vlivem působení UV záření, kyslíku, srážek a jiných atmosférických činitelů, mění původně tmavě hnědá barva na odstín šedé. (Reinprecht, 2008).

## 4.3 Vícevrstvá povrchová úprava

Pokud se věnujeme výběru nátěrových hmot pro naše okna, snažíme se vybrat takové výrobky, které nám nabízí co možná nejlepší užitné vlastnosti za přijatelnou cenu. Každý výrobce má ve své nabídce vhodné produkty pro průmyslovou i „hobby“ aplikaci. Běžně jsou dostupné podrobné technické listy nabízených nátěrových hmot a zákazník má veškeré informace o daném produktu. Každý výrobce má ale odlišné složení nátěrových hmot, jiné způsoby jejich nanášení, preferuje jiný počet vrstev a rozdílné tloušťky filmů.

V následujícím textu jsou uvedena všeobecná pravidla, která platí pro všechny povrchové okenní systémy nabízené renomovanými evropskými výrobci nátěrových

hmot. Prakticky všichni výrobci oken v České republice pracují s akrylátovými nátěrovými hmotami.

Broušení povrchu dřeva vždy předchází nanášení nátěrových hmot. Důležitou součástí celé povrchové úpravy je tzv. impregnace dřeva, která se provádí máčením (ručně) nebo postřikem (flutováním) ve speciálních tunelech. Impregnace vytváří můstek potřebný k propojení povrchu dřeva a dalších vrstev nátěrové hmoty, slouží k ochraně proti biotickým škůdcům a zvyšuje odolnost dřeva vůči přijímání vodní páry a vody. Také chrání dřevo proti degradaci UV zářením. U dílcové metody výroby oken doporučují někteří výrobci nátěrových hmot nanášet impregnaci a základní vrstvu před slepením rámu, jiní předepisují pouze impregnaci a další vrstvy nanášet až po sklížení rámu.

Po impregnaci, popřípadě základu, se nanáší další vrstvy lazury s přiměřeným množstvím pigmentů dle finálního odstínu. Poměr pigmentů mezi základní vrstvou a finální vrstvou laku musí být vyvážený, aby došlo k jednotnému vzhledu okna. Nanášení nátěrové hmoty se provádí vysokotlakým stříkacím zařízením s tlakem trysky cca 80 barů, ručně nebo strojně ve speciálních kabinách. Optimální teplota při nanášení nátěrových hmot se pohybuje v rozmezí 18 a 22 °C. Optimální relativní vlhkost vzduchu je cca 50 až 60 %, nutná je také jeho výměna. Obsah vlhkosti ve dřevě musí být  $12 \pm 2$  %. Pro dobrou přilnavost všech vrstev povrchové úpravy a její dlouhou životnost musí být zajištěn časově stanovený vytvrzovací proces, současně se jmenovanými parametry prostředí lakovny.

Počet vrchních vrstev a tloušťka nánosu je stanovena každým výrobcem nátěrových hmot samostatně. Podle tloušťky suchého filmu se lazury člení do skupiny středněvrstevných a silnovrstevných nátěrových systémů. Oba uvedené systémy mají své klady a zápory. V praxi se výrobce oken rozhoduje pro konkrétní nátěrovou hmotu na základě svých zkušeností, doporučení odborníků, nebo si vyžádá porovnávací zkoušky od některé akreditované zkušebny.

## 4.4 Technologie výroby oken

Dnešní moderní dřevěná okna se vyrábí dvěma samostatnými metodami – rámovou a dílcovou. Rámová metoda vychází z historických technologických postupů a je dosud nejvíce rozšířena mezi výrobci oken. Dílcová metoda je záležitostí několika posledních desetiletí. Její technologii vyvinuli výrobci strojního zařízení, kteří svými inovacemi posunují výrobu oken až na hranici automatizace celého výrobního procesu.

Se způsoby výroby úzce souvisí typ rohového konstrukčního spoje rámu a křídla. Spoj je konstrukčním místem, kde dochází k nejčastějším poruchám výrobku vlivem klimatických podmínek. Tradičním spojem, přetrvávajícím několik staletí, je čep a rozpor, v současnosti dvojitý čep a rozpor. Novým spojem, uplatňujícím se ve výrobě oken, je kolíkový spoj a další, méně používané spoje, např. vložené pero a speciální šrouby.

### 4.4.1 Konstrukční spoje

#### 4.3.1.1 Dvojitý čep a rozpor

– tvarový spoj vyzkoušený mnoha staletími, dosud nejvíce používaný. Jeho výhodou je dobrá pevnost - dochází k propojení prvků dřeva mezi sebou a prolepení celého spoje. Pokud dojde k pohybu jednotlivých vlysů, nevzniká mezi dvěma vlysy otevřená spára. Nevýhodou je pracnost a vyšší nárok na typ a kvalitu obráběcího nástroje.

#### 4.3.1.2 *Kolíkový spoj (spoj na profil/kontraprofil)*

– dva vlysy rámu se pouze dotýkají plochou a čelem, kde vzájemné profilování na ploše tvarově odpovídá profilu na čele druhého kusu. Do plochy a čela se vyvrtají otvory pro kolíky. Lepí se obvykle pouze kolíky, nikoliv styčná plocha vlysů. Výhodou je jednoduchost a rychlost výroby. Nevýhodou vznik otevřené spáry, pokud dojde k seschnutí vlysů.

#### 4.3.1.3 *Spoj na vložené pero (Hoffmannova rybina)*

– spoj vyskytující se výjimečně. Vlysy jsou na konci seříznuty do tvaru pokosu, je mezi nimi vyfrézovaná drážka na vložení speciálního pera tvaru rybiny.

#### 4.3.1.4 *Spoj pomocí šroubů*

– spojení vlysů pouze šrouby je také velmi výjimečné, obvykle se kombinuje buď s kolíky, nebo vloženým perem.



## **4.5 Výrobní metody**

### **4.5.1 Rámová metoda výroby oken**

– v České republice prozatím převládá, protože je vhodná pro malé a střední provozy s různorodým strojním vybavením. Nevýhodou je nutnost většího počtu pracovníků u jednotlivých strojních zařízeních, menší kapacita výroby a vyšší nároky na mezioperační prostory. Impregnace (máčení) se provádí až po sklizení a frézování vnějších profilů rámu.

### **4.5.2 Dílcová metoda výroby oken**

- tato metoda se nezařazuje mezi průkopnické objevy, protože se již v minulosti využívala u klasických oken, například v Anglii. V našich podmínkách se ale provádí až v posledních desítkách let. Nutným požadavkem pro tento způsob výroby oken je vysoce výkonné a přesné strojní zařízení, které zabezpečí dokonalý proces obrábění a také plynulost pracovního procesu. Převažujícím spojem je kolíkový spoj, i když touto metodou lze vyrábět okna také s čepy a rozpory. Hlavním předpokladem k úspěšnému provedení dílcové metody je správná vlhkost dřeva a dodržování postupu zpracování. K impregnaci dochází ještě před slepením rámu, tzn., že se impregnují samostatné vlysy. Ochranná látka se vsákne nejen do povrchové části materiálu, ale především do tvarových spojů nebo otvorů pro kolíky. Tento způsob zajistí to, že je výrobek chráněn i v rozích.

Obě uvedené metody mají své klady i zápory. Záleží především na výrobcu oken, pro kterou metodu se sám rozhodne.

## 5 PRAKTICKÁ ČÁST

Experimentální zkoušky probíhaly v laboratořích Zkušebny stavebně truhlářských výrobků ve Zlíně. Tato zkušebna je součástí Mendelovy univerzity v Brně a je akreditována Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025 Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří.

Laboratoř se zabývá zkoušením dřeva pro stavební konstrukce, podlahovin na bázi dřeva a dále desek ze dřeva, dále testováním otvorových stavebních výplní (dveře a zárubně, okna a balkónové dveře a lamelované okenní hranoly). Zkušební laboratoř rozděluje zkoušky do následujících skupin: fyzikální a mechanické vlastnosti, rozměrové tolerance a povrchové úpravy.

Zkušební laboratoř má k dispozici kalibrované zkušební pomůcky, přístroje a zařízení. Toto vybavení používají způsobilí zkušební technici při provádění požadovaných zkoušek.

Na vzorcích oken, speciálně vyrobených pro tento účel, byly prováděny normované zkoušky vlastností nátěrů. Další postupy hodnocení byly vyvinuty přímo na pracovišti zkušební laboratoře v rámci tohoto experimentu.

## 5.1 Postupy zkoušek

### 5.1.1 Stanovení tloušťky nátěru

Tloušťka nátěru má značný vliv na jeho vlastnosti, a proto je její měření základem většiny zkoušek. Tloušťka nátěru ovlivňuje přilnavost, absorpci vody při vlhkém počasí, vzhled nátěru a jeho životnost.

Cílem této metody je určení, zda tloušťka nátěru nanesená na podklad je vyhovující, či nikoli.

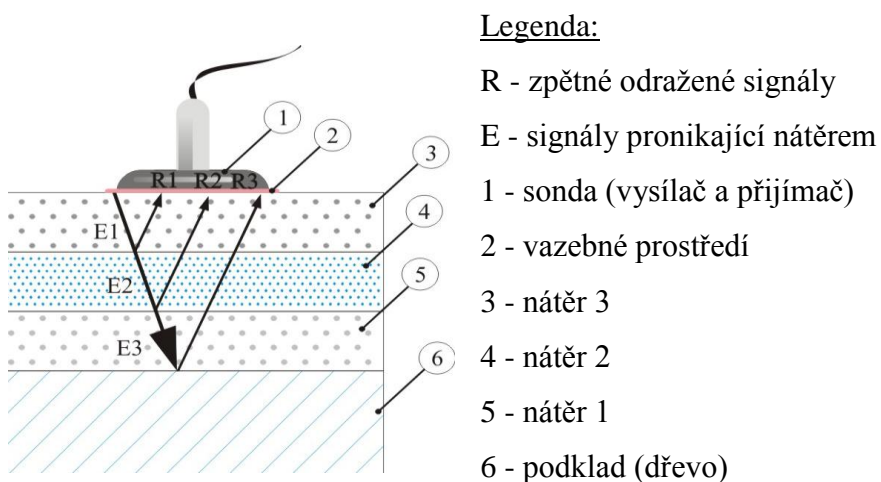
#### 5.3.1.1 Tloušťka nátěru

Na vzorku je souvislá vrstva vytvořená vícenásobnou aplikací nátěrového filmu na podklad.



Tloušťka suchého filmu je stanovena nedestruktivní metodou, pomocí ultrazvukového tloušťkoměru. Přístroj stanoví tloušťku nátěru podle doby šíření zvuku. Na vrstvu vícenásobného nátěrového materiálu, jehož tloušťka se měří, se nanese vazebné prostředí a přiloží se sonda přístroje. Výsledná tloušťka nátěru v  $\mu\text{m}$  se zobrazí na displeji.

Obr. 1 – Ultrazvukový tloušťkoměr



#### Legenda:

R - zpětné odražené signály

E - signály pronikající nátěrem

1 - sonda (vysílač a přijímač)

2 - vazebné prostředí

3 - nátěr 3

4 - nátěr 2

5 - nátěr 1

6 - podklad (dřevo)

Obr. 2 – Funkce ultrazvukového tloušťkoměru

## 5.1.2 Stanovení odolnosti nátěrů

Stanovení odolnosti nátěrů se skládá z několika dílčích zkoušek, jdoucích za sebou v určitém časovém sledu. Jejich účelem je zjistit charakteristiku povrchu nátěrových filmů na základě stanovení tloušťky filmu v suchém stavu. Fyzikálně mechanické vlastnosti filmů jsou hodnoceny pomocí testu mechanické odolnosti, tzv. mřížkovou zkouškou.

### 5.3.2.1 Odolnost proti nárazu koulí o malém průměru

Pro oblast měření byla vybrána vždy jedna plocha na rohovém spoji rámu i křídla každého okna, která vykazala nejslabší tloušťku filmu. Účelem této metody je zjištění, jak velkému nárazu odolá nátěr nanesený na podklad. Výsledné poškození nátěrového filmu je posouzeno pod mikroskopem a následně pořízena fotodokumentace.

#### 5.1.2.1.1 Popis zkoušky

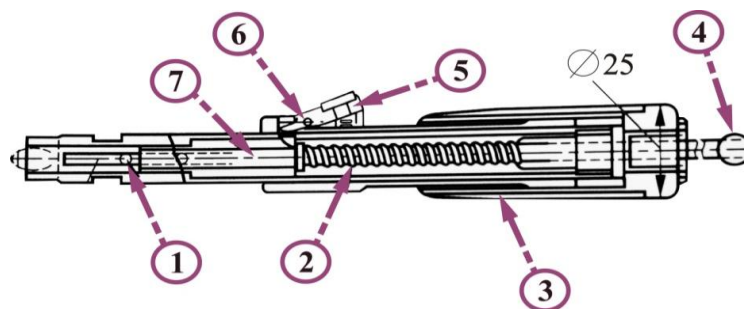
Touto zkouškou byly simulovány klimatické podmínky (například kroupy). Na vzorku byla vymezena plocha, na které bylo provedeno jednotlivé měření odolnosti nárazu koulí. Do povrchu rámu narazí 5 mm kulička, která je upevněna na konci pružinového úderníku.



Obr. 3 – Přístroj pro zkoušku nárazem



Obr. 4 – Stupnice v Newtonech



Obr. 5 – Příklad z nástroje znázorněný se stlačenou pružinou úderníku (technické údaje přístroje)

**Legenda:**

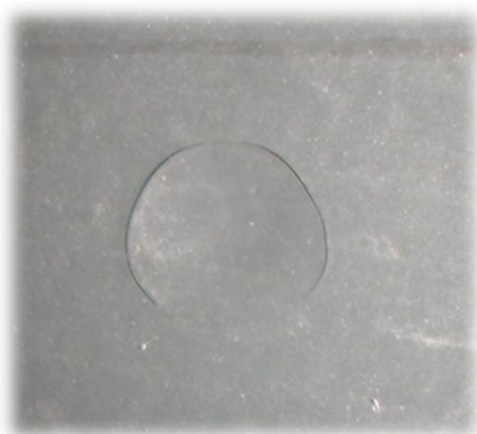
- |                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 1 - ocelová kulička            | 5 - spoušť |
| 2 - tlačná pružina             | 6 západka  |
| 3 - objímka pro nastavení síly | 7 úderník  |
| 4 - úchytka                    |            |

Kulička je vržena silou uvolněné pružiny proti povrchu vzorku. Pomocí objímky je možné nastavit rozmezí stlačení pružiny od 0 do 90 N.

5.1.2.1.2 Síla působící pružiny

Největší sílu pružiny, která nezpůsobila viditelné poškození lze považovat za míru odolnosti proti nárazu. Vzdálenost mezi jednotlivými místy nárazu musí být minimálně 20 mm. V místě nárazu se zkoumají příslušné plochy nátěru pod mikroskopem, zda nedošlo k popraskání.

Poškození nátěrového filmu se projevuje jako jemné vlasové trhlinky soustředného typu. Na zkoušeném povrchu se objevují vtisky po jednotlivých nárazech koulí o malém průměru, ty se však za poškození nepovažují.



Obr. 6 – Poškození nátěrového filmu



Obr. 7 – Vtisky do nátěrového filmu

Na zkušebních vzorcích byly provedeny počáteční zkoušky a následně byly vzorky vystaveny teplotním a vlhkostním cyklům. Po ukončení cyklování byly na vzorcích znovu provedeny zkoušky odolnosti proti nárazu koulí o malém průměru.



*Obr. 9 – Zkouška odolnosti nárazu*



*Obr. 8 – Pozorování povrchu nátěrového filmu*

### **5.3.2.2 Teplotní cyklování**

Zkouška odolnosti proti střídání teplot popisuje následnou změnu estetických, ochranných a elastických vlastností nátěrového filmu. Tato změna je posouzena po střídavém působení vysokých a nízkých teplot.

Teplotním cyklům bylo vystaveno 8 vzorků okenních rámců. Tyto zkušební vzorky byly umístěny do sušárny, kde byla nastavena teplota na 70 °C. Okenní rámy zde byly ponechány 12 hodin. Následně byly vyjmuty a vloženy do chladicí komory.

Chladicí komora si udržuje stálou teplotu -20 °C. Vzorky jsou z chladicí komory vyjmuty opět po 12 hodinách. Uvedený cyklus zahřívání a chlazení je čtyřikrát opakován. Po dokončení cyklování je posouzen vnější vzhled vzorků pod mikroskopem a pořízena fotodokumentace.

### 5.3.2.3 Vlhkostní cyklování

Tato metoda je založena na principu střídavého působení relativní vlhkosti vzduchu na zkušební vzorky. Při našem měření bylo vlhkostnímu cyklování vystaveno osm vzorků okenních křidel. Zkušební vzorky byly umístěny do sušárny s programovatelným regulátorem. Tento regulátor umožnil konstantní teplotu 20 °C a relativní vlhkost vzduchu 80 %.

Křídla oken byla v sušárně po dobu 17 dnů. Po tomto časovém úseku došlo k fotodokumentaci všech vzorků, které se následně uložily zpět do sušárny. V sušárně bylo nastaveno nové klimatické prostředí s teplotou 20 °C a relativní vlhkostí vzduchu 30 %. Zkušební vzorky byly vlhkostnímu cyklování vystaveny dalších 17 dní. Výsledné změny povrchové úpravy byly zkoumány pod mikroskopem a fotograficky zdokumentovány.



*Obr. 10 – Sušárna Binder*

### 5.3.2.4 Zkouška přilnavosti nátěrů

Přilnavost nátěru k podkladu je základním předpokladem ochranné účinnosti každého nátěrového systému. Z tohoto důvodu jsme si tuto zkoušku vybrali jako další v pořadí. Na zkušebních vzorcích byla provedena počáteční zkouška (stanovení tloušťky nátěru) a následně byly vzorky vystaveny teplotním cyklům.

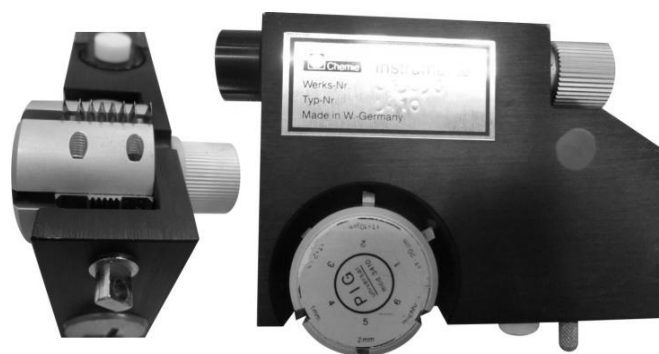
Zkouška byla provedena na všech 16 vzorcích v místech spoje, jak u okenních ráků, tak i křidel oken. Poté byly všechny vzorky vystaveny teplotním cyklům se střídavým působením vysokých a nízkých teplot. V první řadě byly rámy oken umístěny do sušárny, kde teplota dosahovala 70 °C. Okenní rámy zde byly ponechány po dobu 12 hodin. Následně byly vyjmuty a vloženy do chladicí komory, která si udržuje stálou teplotu -20 °C, po dobu 12 hodin. Teplotní cyklus je čtyřikrát opakován a poté je posouzen vnější vzhled vzorků.



Obr. 11 – Oblast zkoušky přilnavosti nátěru

#### 5.1.2.4.1 Průběh zkoušky

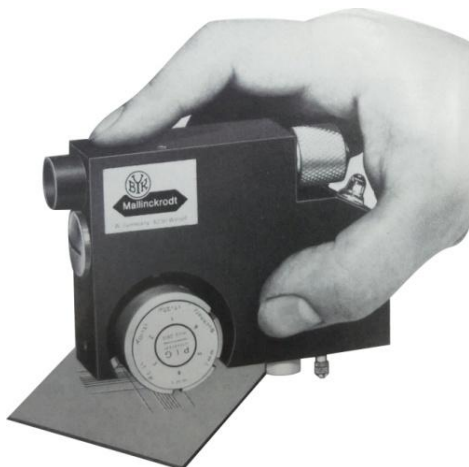
Zkušební vzorky ze dřeva musí mít minimální tloušťku 10 mm, tyto vzorky se umístí na pevný rovný povrch, aby nedošlo k jakékoliv deformaci. Aby byl zajištěn kvalitní výsledek zkoušky, kontroluje se stav ostří rezného nástroje. Pokud je stav nevyhovující, je ostří přebroušeno, nebo vyměněno.



Obr. 12 – Řezný nástroj PIG



V každém směru mřížky musí být šest řezů ve vzdálenosti 2 mm mezi řezy. Řezy se provedou pod úhlem přibližně 45° ke směru vláken. Řezný nástroj musí být ostřím kolmo k podkladu, kde je stejným tlakem do nátěru provedeno šest řezů. Poté je postup opakován pod úhlem 90°, takže vznikne výsledná mřížka, kde je odstraněn uvolněný nátěr.



Obr. 13 – Přípravek PIG umožňující provedení mřížové zkoušky (technické údaje přístroje)

Tab. 1– Klasifikace výsledků zkoušek

Klasifikace	Popis	Vzhled povrchu plochy s mřížkou, na které se vyskytlo odlupování <sup>a</sup> (Příklad pro šest rovnoběžných řezů) <sup>a</sup>
0	Hrany řezů jsou zcela hladké; žádný čtverec mřížky není odloupen	
1	Odloupení malých šupinek povlaku v místech křížení řezů. Zasažená plocha není větší než 5 % plochy mřížky.	
2	Nátěr odloupen podél hran řezů a v místech jejich křížení. Zasažená plocha převyšuje 5 %, ale není větší než 15 % plochy mřížky.	
3	Nátěr částečně nebo zcela odloupen ve velkých pásech podél hran řezů a/nebo částečně nebo zcela odloupen na různých částech čtverců. Zasažená plocha převyšuje 15 %, ale není větší než 35 % plochy mřížky.	
4	Nátěr odloupen ve velkých pásech podél hran řezů a/nebo se některé čtverce částečně nebo zcela odlouply. Zasažená plocha převyšuje 35 %, ale není větší než 65 % plochy mřížky.	
5	Jakýkoli rozsah odloupení, který nelze klasifikovat ani stupněm 4.	–

<sup>a</sup> Obrázky znázorňují příklady mřížek v rámci jednotlivých klasifikačních stupňů. Uvedené procentuální podíly jsou založeny na vizuálním dojmu z obrázků a při digitálním zpracování obrazu nemusí být nutně dosaženy stejné podíly.

Na odstranění uvolněného nátěru byla použita samolepící páska, která se přiložila na mřížku rovnoběžně s jedním směrem řezu. Páska se pečlivě uhladí v celé oblasti mřížky. Po 5 minutách kontaktu pásky s nátěrem se páska odstraní tak, že za její volný konec je taženo po dobu 0,5 – 1 sekundy pod úhlem 60°. Vyhodnocení zkoušky odolnosti nátěrů proti oddělení od podkladu se provádí podle normy ČSN EN ISO 2409.

### **5.1.3 Zkouška celistvosti nátěru v rohových spojích**

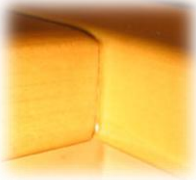




Na dodaných vzorcích okenních ráků byl fotograficky zdokumentován počáteční stav v době dodání a následně byly vzorky vystaveny teplotním a vlhkostním cyklům. Po ukončení cyklování byly vzorky znovu posouzeny z hlediska celistvosti nátěru v místech rohového napojení.

U teplotního cyklu byly vzorky ráků oken umístěny na 12 hodin do sušárny, kde byla udržována teplota 70 °C. Následně byly tyto ráky vyjmuty a vloženy na dalších 12 hodin do chladicí komory. Tato chladicí komora si udržuje stálou teplotu -20 °C.

U vlhkostního cyklování byla sušárna nastavena na konstantní teplotu 20 °C. Po dobu 17 dnů byla v sušárně stálá relativní vlhkost vzduchu 80 %. Po uplynutí stanoveného časového úseku byla sušárna s programovatelným regulátorem nastavena na relativní vlhkost vzduchu 30 %. Tomuto klima bylo 8 zkušebních vzorků vystaveno po dobu 17 dnů.

Po teplotním i vlhkostním cyklování došlo k fotodokumentaci všech vzorků. Pro účely vyhodnocení jsme vypracovali vlastní klasifikační stupnici celistvosti nátěru v místech rohového napojení.

Tab. 2 – Klasifikace celistvosti nátěru v místech rohového napojení

Klasifikace	Popis
1	<p>Povrchová úprava v místě napojení vlysů je celistvá, neporušená a přiléhá k podkladu</p>  <p><i>Detail okno 2</i></p>
2	<p>Vyskytují se drobné praskliny a trhliny povrchové úpravy v místě napojení vlysů viditelné až při detailním prozkoumání nebo je povrchová úprava celistvá a neporušená ale v místě napojení vlysů oddělená od podkladu</p>  <p><i>Detail okno 6</i></p>
3	<p>Povrchová úprava v místě napojení vlysů je porušená. Vyskytují se zřetelné trhliny a praskliny v místech napojení vlysů, které však nejsou v celé délce sledovaného spoje.</p>  <p><i>Detail okno 4</i></p>
4	<p>Povrchová úprava v místě napojení vlysů je zřetelně porušená. Vyskytují se zřetelné trhliny a praskliny v místech napojení vlysů, které jsou v celé délce sledovaného spoje. Otevřená spára je ve formě vlasové trhliny v celé délce sledovaného spoje.</p>  <p><i>Detail okno 3</i></p>
5	<p>Povrchová úprava v místě napojení vlysů je zřetelně porušená. Vyskytují se zřetelné trhliny a praskliny v místech napojení vlysů, které jsou v celé délce sledovaného spoje. Otevřená spára je ve formě výrazné trhliny v celé délce sledovaného spoje.</p>  <p><i>Detail okno 1</i></p>

## 5.2 Zkušební vzorky


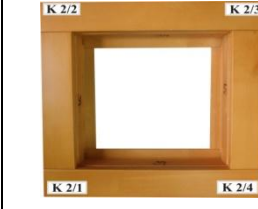
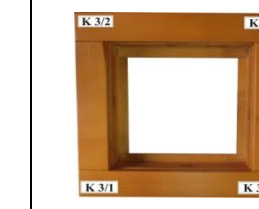
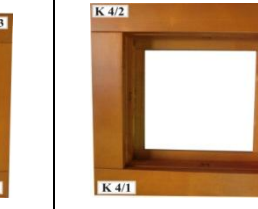

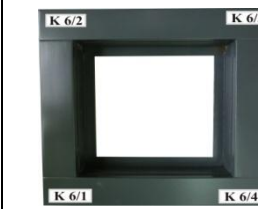


Pro náš experiment bylo vyrobeno 8 kusů oken, o tloušťce profilu 92 mm, o vnějších rozměrech ráků 460 × 460 mm a příslušných křidel o vnějších rozměrech 390 × 390 mm. V práci bylo prioritou, aby se testovaly skutečné konstrukce oken, pouze ve zmenšené podobě, z důvodu snadnější manipulace v laboratoři. Konstruktivním spojem byl profil a kontraprofil s kolíky. Každý vzorek okna byl povrchově upraven jiným typem nátěrové hmoty, ale vždy se jednalo o silnovrstvou lazuru nebo krycí nátěrovou hmotu. V tabulce číslo 3 na stránce 20, jsou barevné povrchové úpravy vzorků - bílá, tři odstíny okrové, tmavě hnědá a tři odstíny šedé.

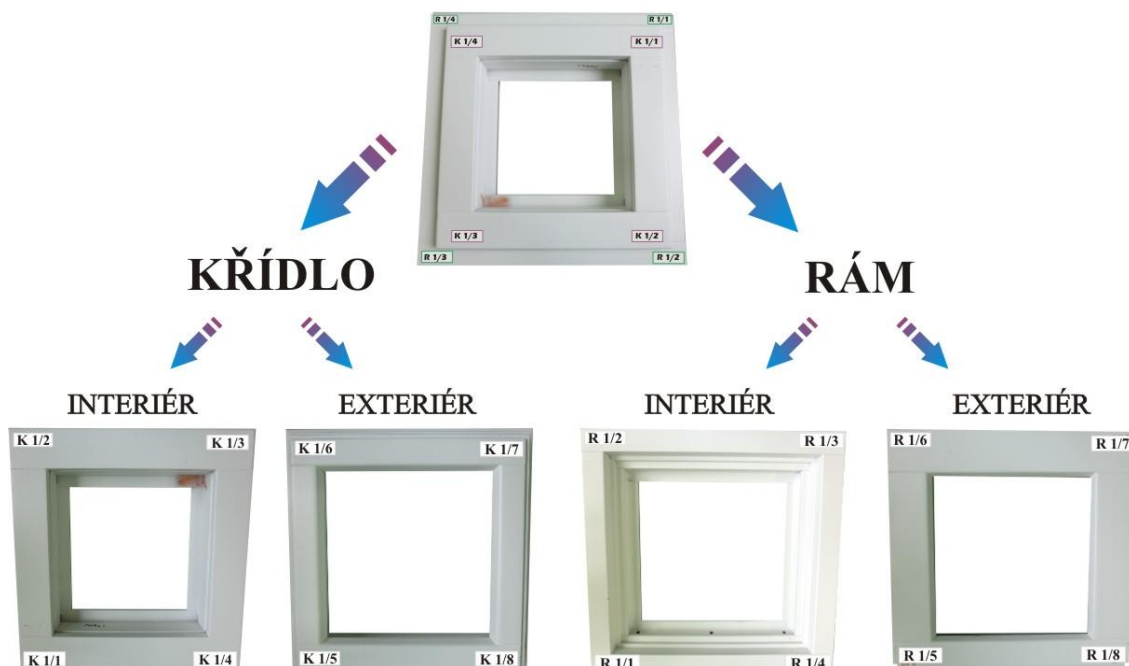
V diplomové práci jsou uvedeny vzorky pouze pod číslem, např. OKNO 1. Záměrně nezveřejňujeme výrobce, ani typ nátěrové hmoty.

Všechny zkušební vzorky byly rozděleny na křídla a rámy. Rámy oken byly na všech fotodokumentacích značeny písmenem R a křídla písmenem K. Interiérový pohled je vždy značen čísly 1,2,3,4 a exteriérový pohled 5,6,7,8. Číslo 1 až 8, nacházející se za písmenem R nebo K, informuje o stanoveném pořadí vzorků oken.

U všech vzorků byl fotograficky zdokumentován počáteční stav v době dodání a také průběžný stav po dílčích zkouškách.

Tab. 3 – Barevná škála oken

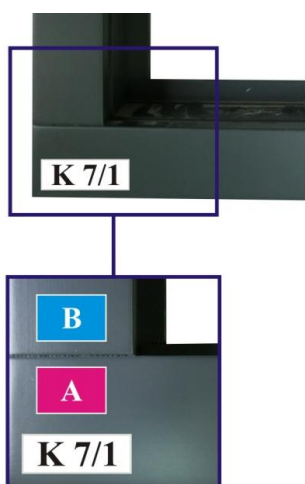
Okno 1	Okno 2	Okno 3	Okno 1
			
Okno 5	Okno 6	Okno 7	Okno 8
			



Obr. 14 – Popis okenní konstrukce

## 5.3 Experimentální výsledky

### 5.3.1 Vyhodnocení tloušťky nátěru



Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	-
B	-
Aritmetický průměr	$\bar{x}$

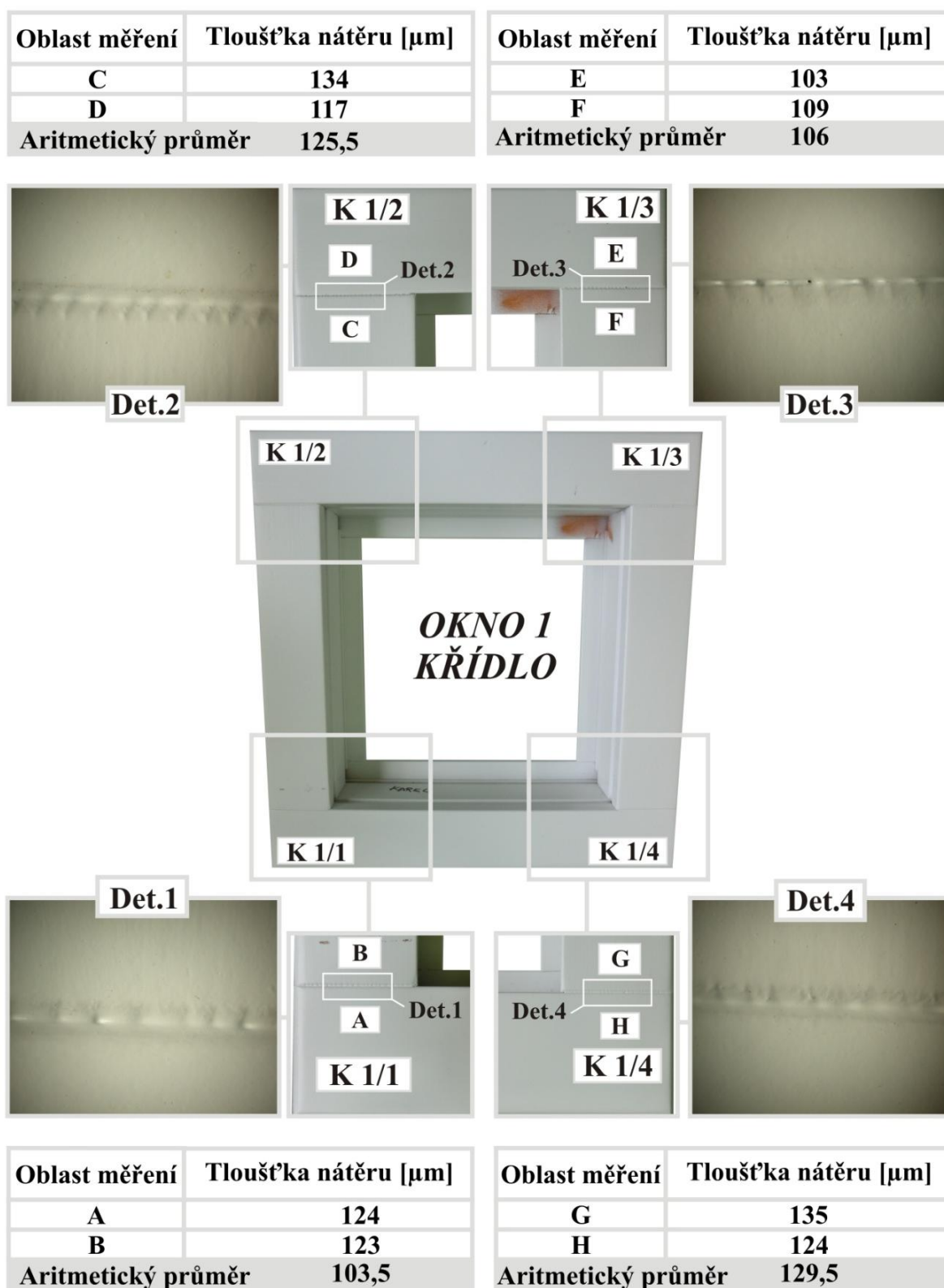
Obr. 15 – Oblast měření

U každého měřeného kusu rámu a křídla bylo provedeno počáteční zhodnocení stavu. U všech zkušebních vzorků byla stanovena tloušťka nátěru pomocí ultrazvukového tloušťkoměru. Dále byla provedena fotodokumentace čtyř rohových spojů.

Na všech rámech i křídlech oken došlo k vymezení oblasti A a B. Do této oblasti, jak je znázorněno na obrázku 15, se nanese vazebné prostředí a přiloží se sonda přístroje. Přístroj změří tloušťku vrstvy nátěru v μm a zobrazí jí na displeji.

### 5.3.1.1 Počáteční stav – OKNO 1

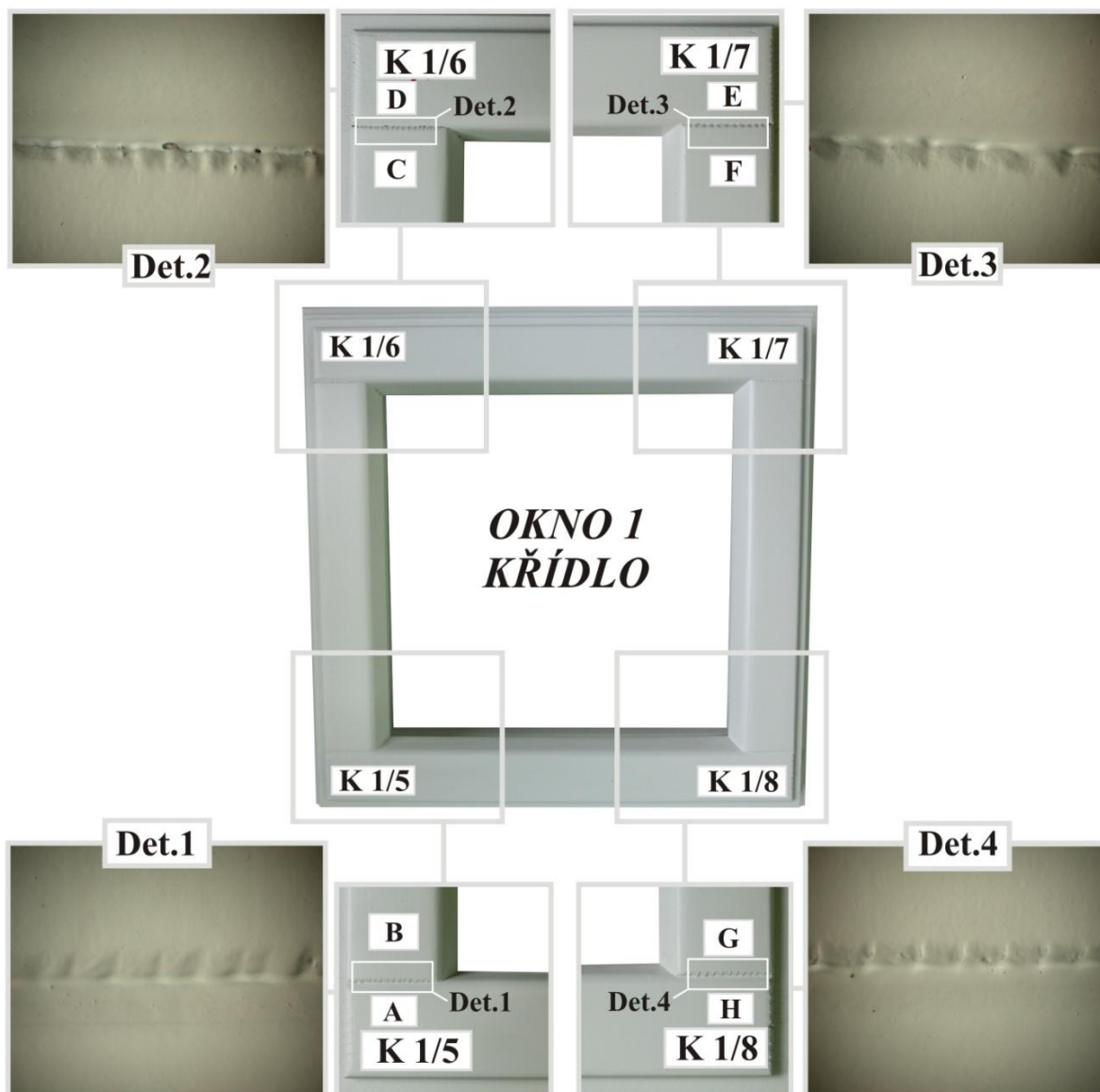
#### 5.3.1.1.1 OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér)



Obr. 16 – OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled A

5.3.1.1.2 OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér)

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	109	E	109
D	105	F	113
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>107</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>111</b>

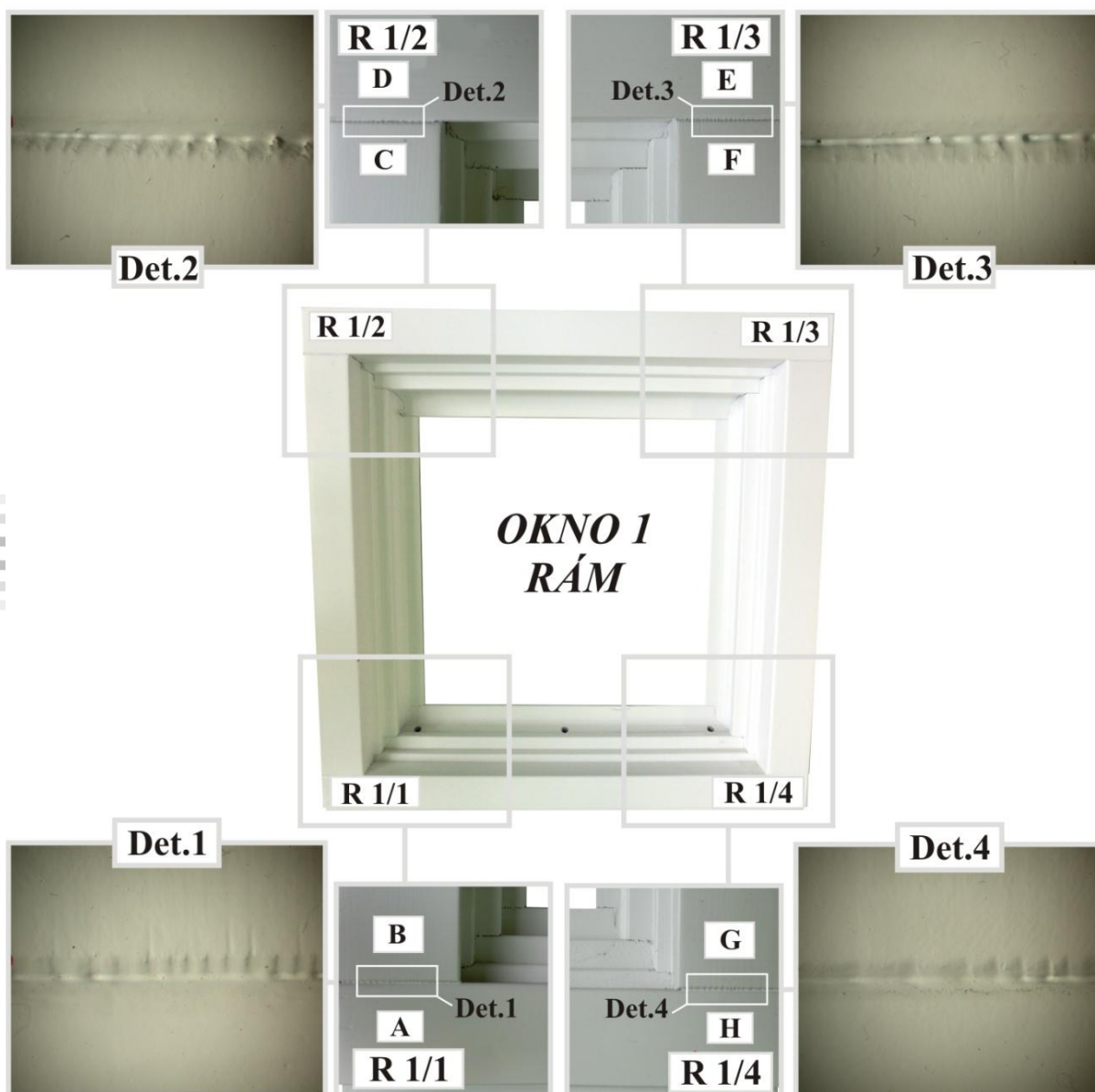


Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	109	G	128
B	126	H	127
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>117,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>127,5</b>

Obr. 17 – OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled B

5.3.1.1.3 OKNO 1 – RÁM/ Pohled A (interiér)

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	103	E	109
D	107	F	97
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>105</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>103</b>



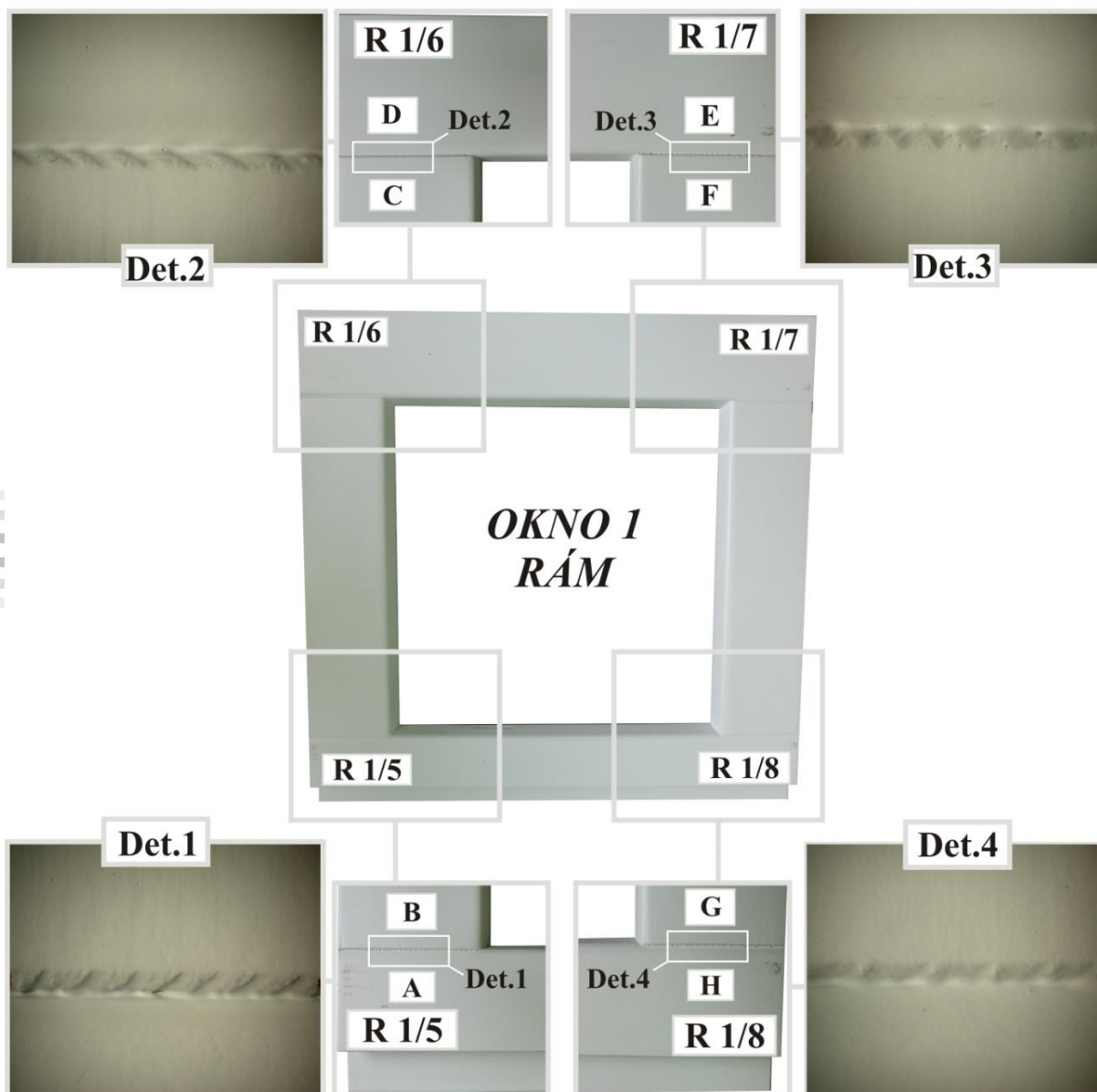
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	106	G	117
B	111	H	120
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>108,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>118,5</b>

Obr. 18 – OKNO 1 – RÁM/ Pohled A



5.3.1.1.4 OKNO 1 – RÁM/ Pohled B (exteriér)

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	110	E	123
D	112	F	124
Aritmetický průměr	111	Aritmetický průměr	123,5



Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	92
B	93
Aritmetický průměr	92,5

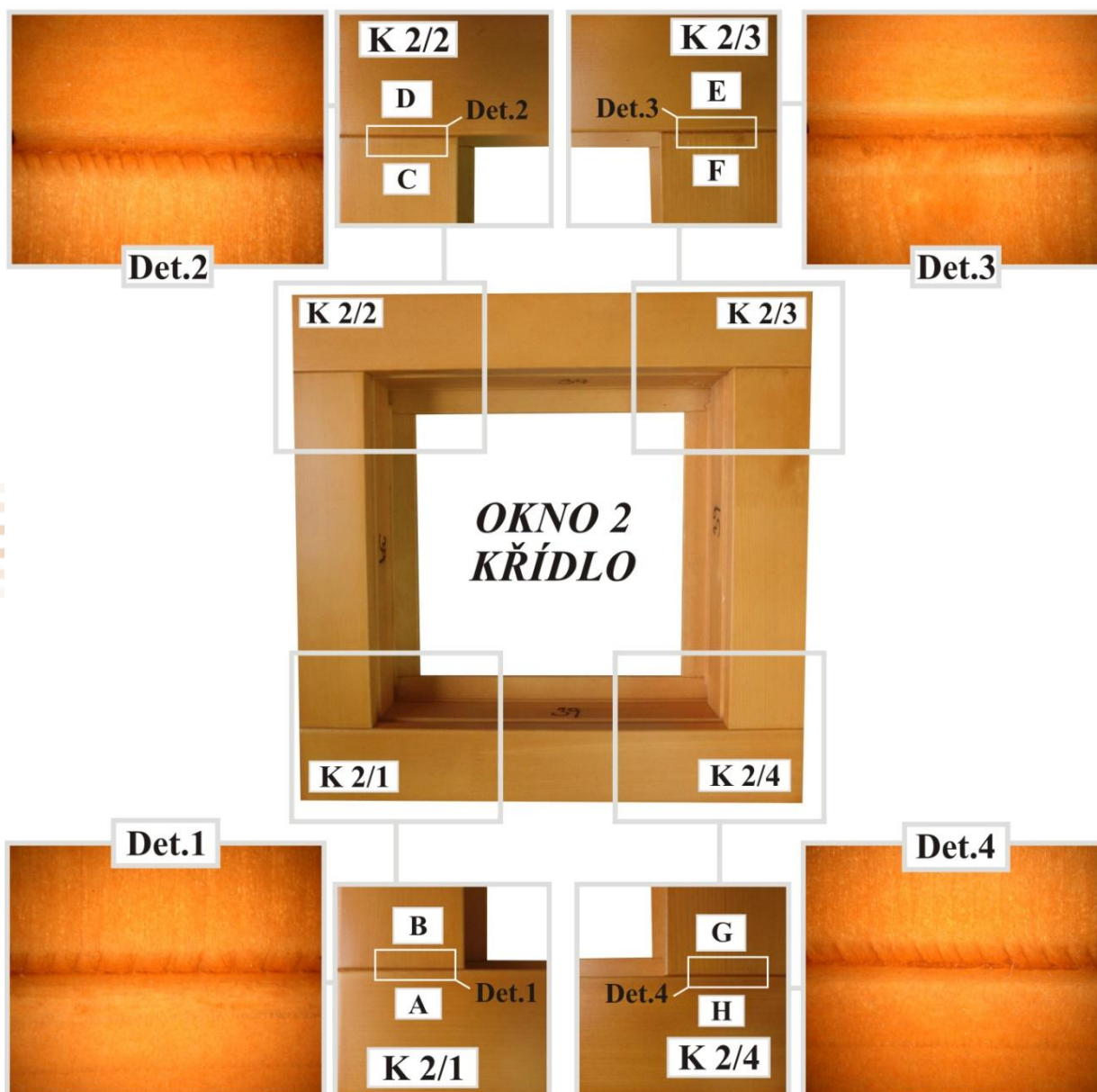
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	104
H	100
Aritmetický průměr	102

Obr. 19 – OKNO 1 – RÁM/ Pohled B

### 5.3.1.2 Počáteční stav – OKNO 2

#### 5.3.1.2.1 OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	124	E	100
D	122	F	109
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>123</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>104,5</b>

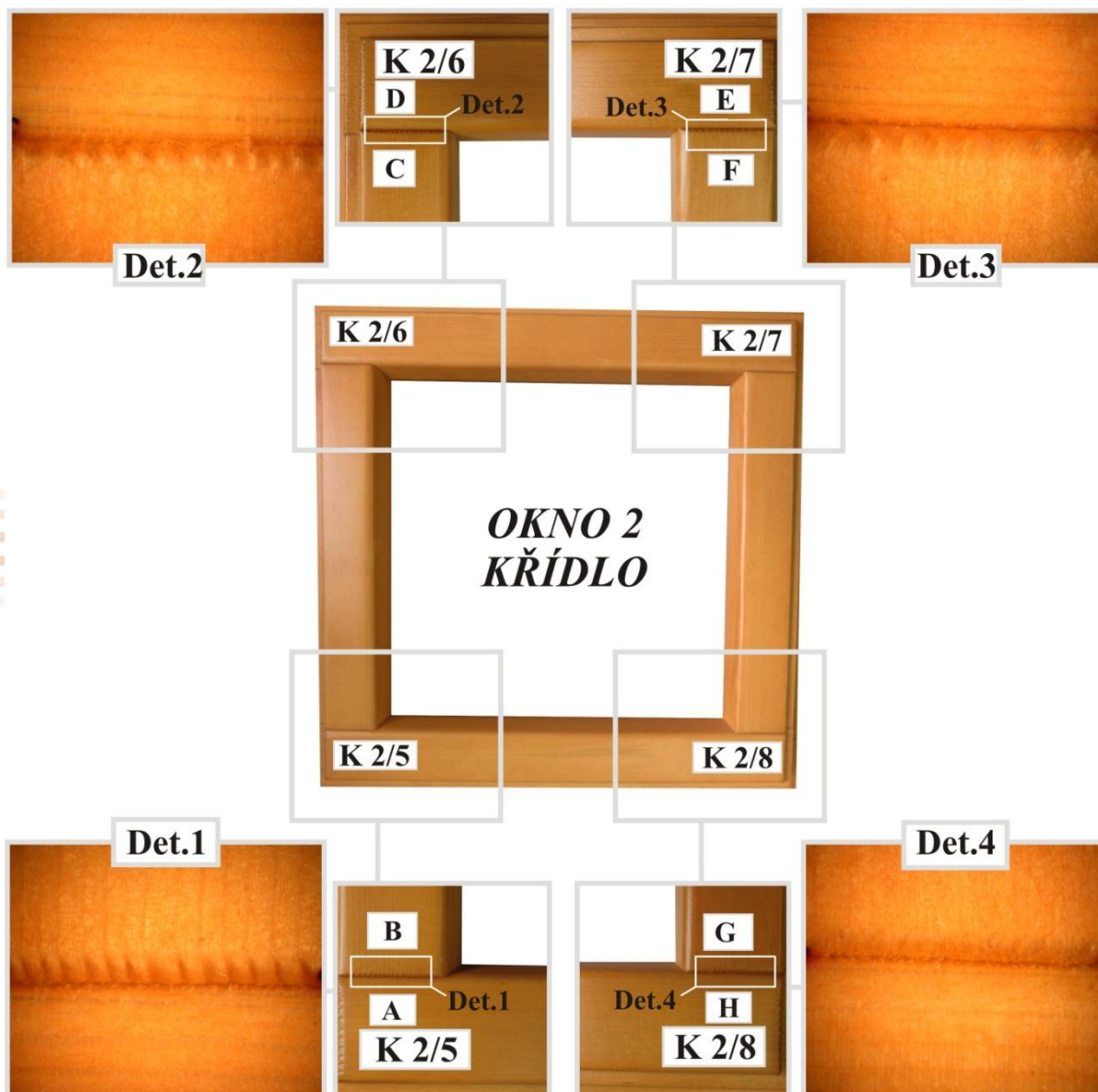


Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	126	G	123
B	124	H	135
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>125</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>129</b>

Obr. 20 – OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled A

5.3.1.2.2 OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	121	E	109
D	119	F	106
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>120</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>107,5</b>



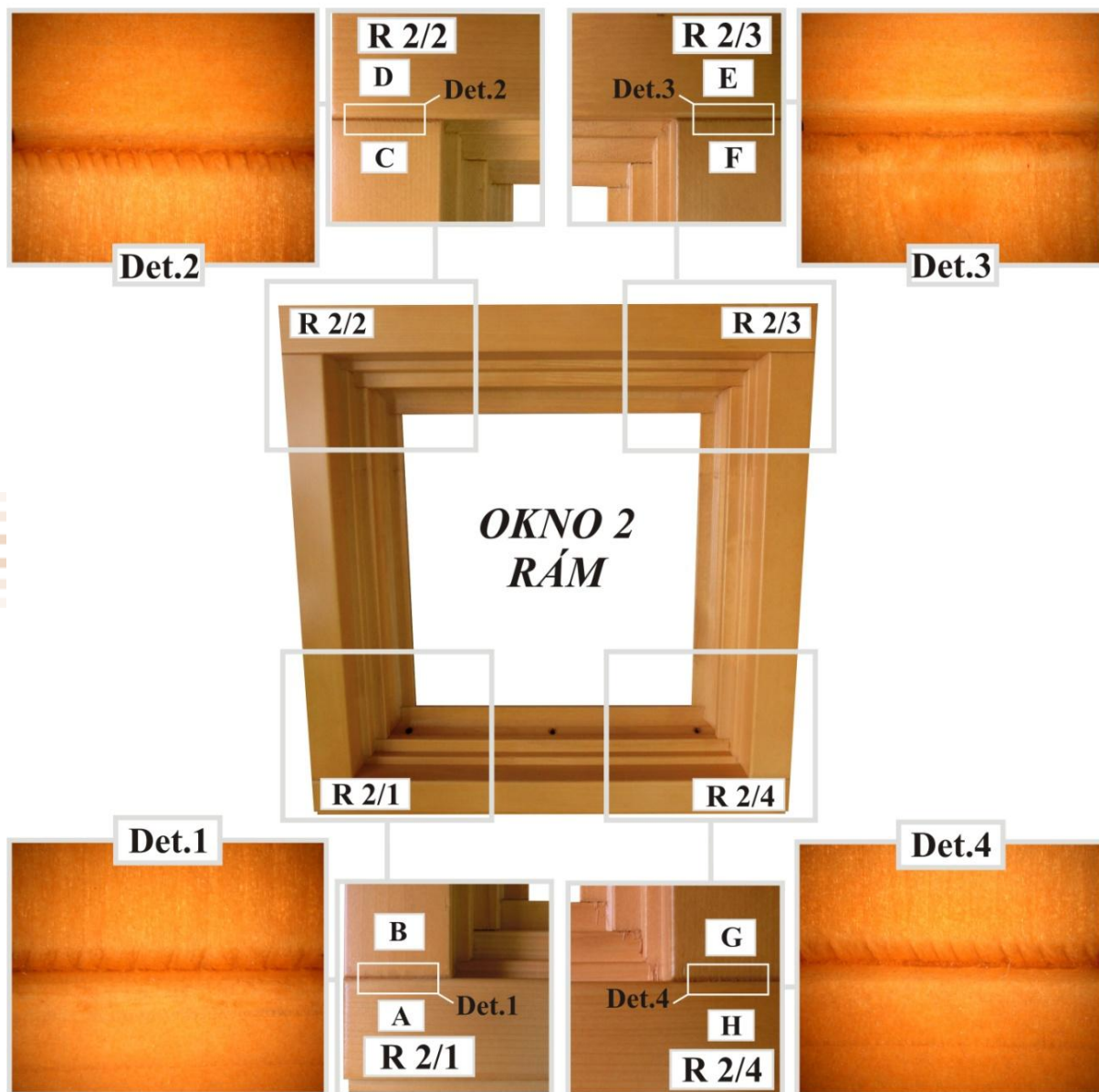
Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	107
B	117
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>112</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
G	120
H	116
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>118</b>

Obr. 21 – OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled B

5.3.1.2.3 OKNO 2 – RÁM/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	102	E	105
D	106	F	105
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>104</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>105</b>

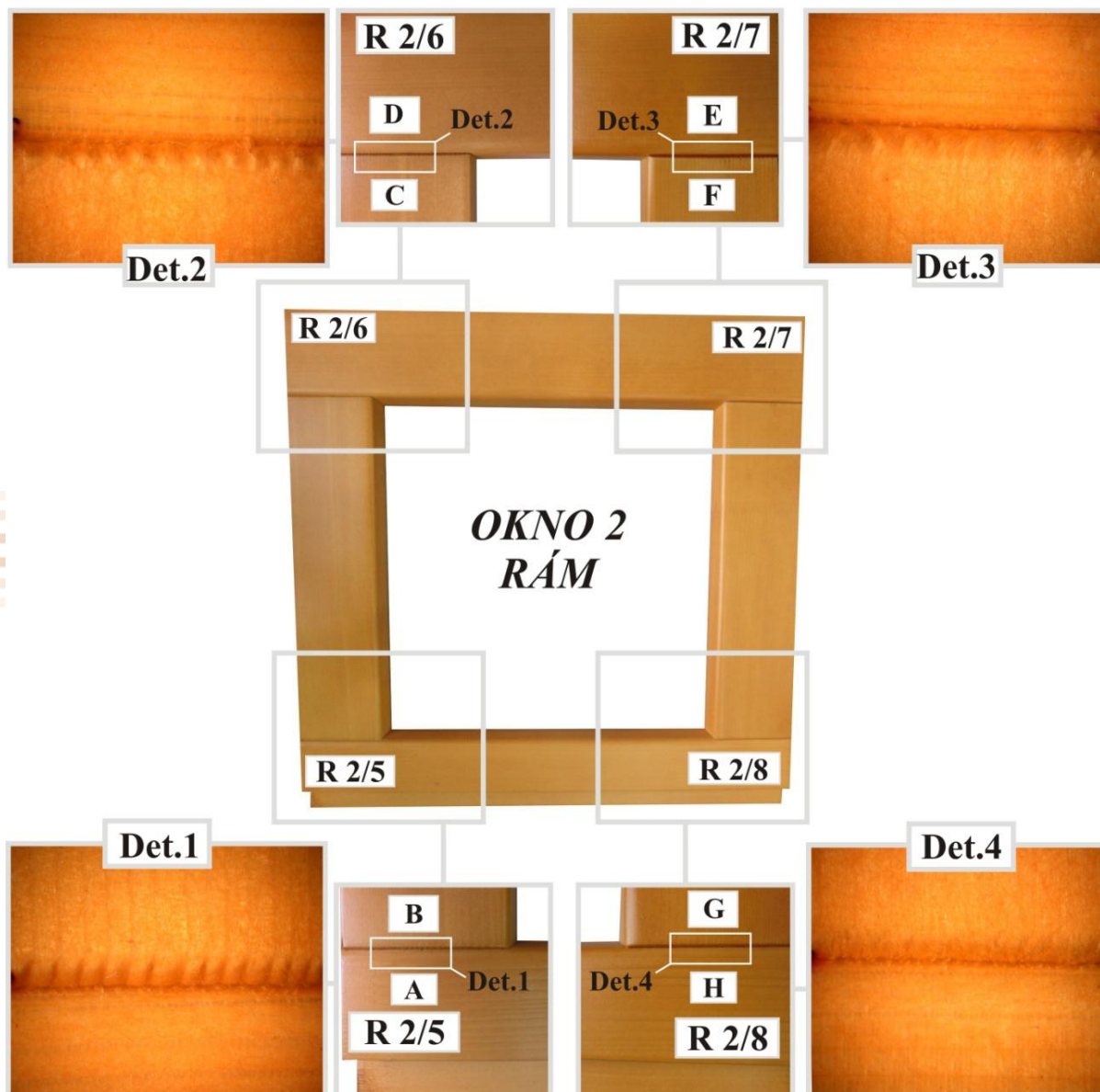


Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	103	G	95
B	103	H	102
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>103</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>98,5</b>

Obr. 22 – OKNO 2 – RÁM/ Pohled A

5.3.1.2.4 OKNO 2 – RÁM/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	103	E	143
D	100	F	139
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>101,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>141</b>



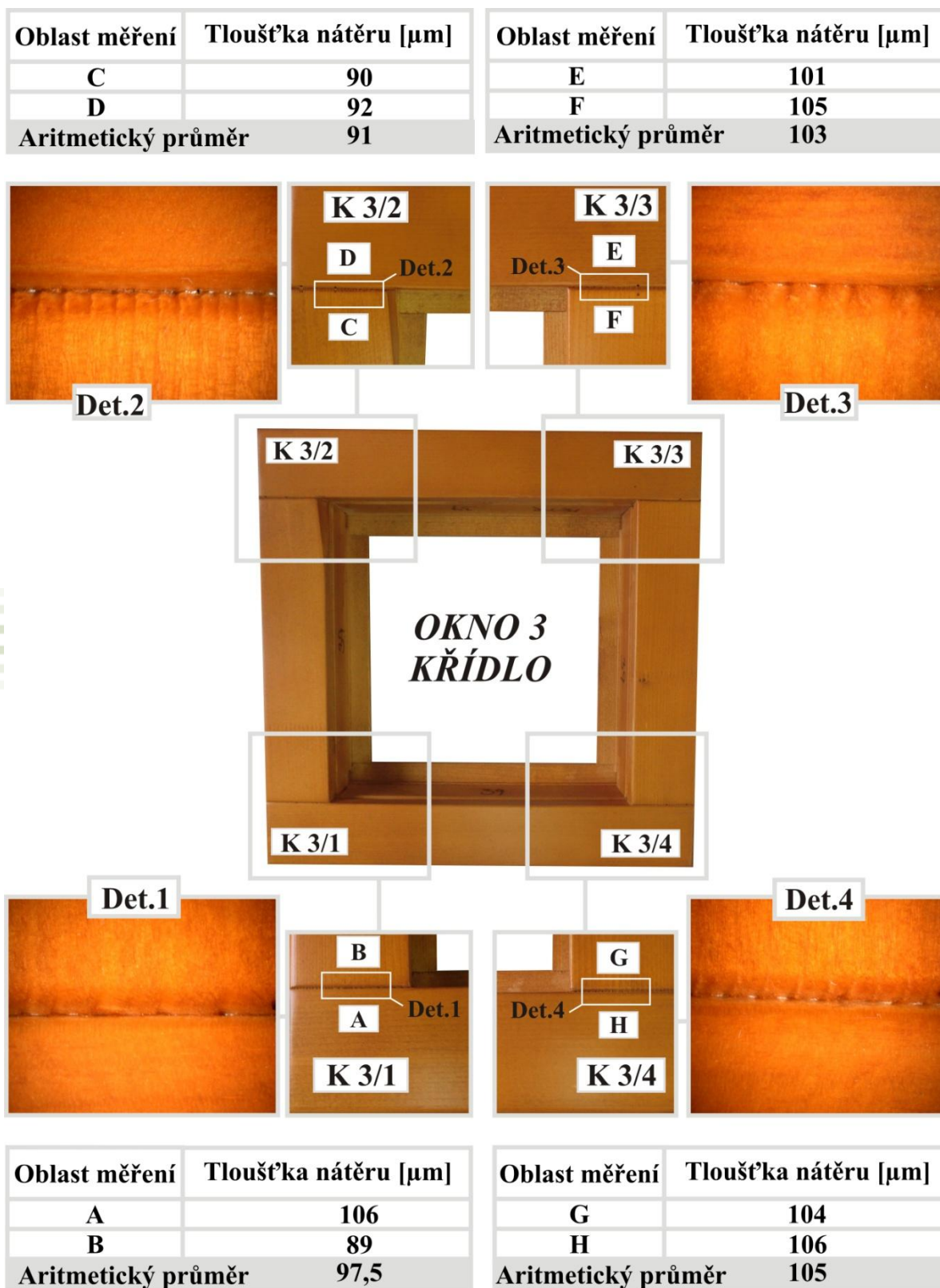
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	105
B	101
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>103</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	136
H	126
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>131</b>

Obr. 23 – OKNO 2 – RÁM/ Pohled B

### 5.3.1.3 Počáteční stav – OKNO 3

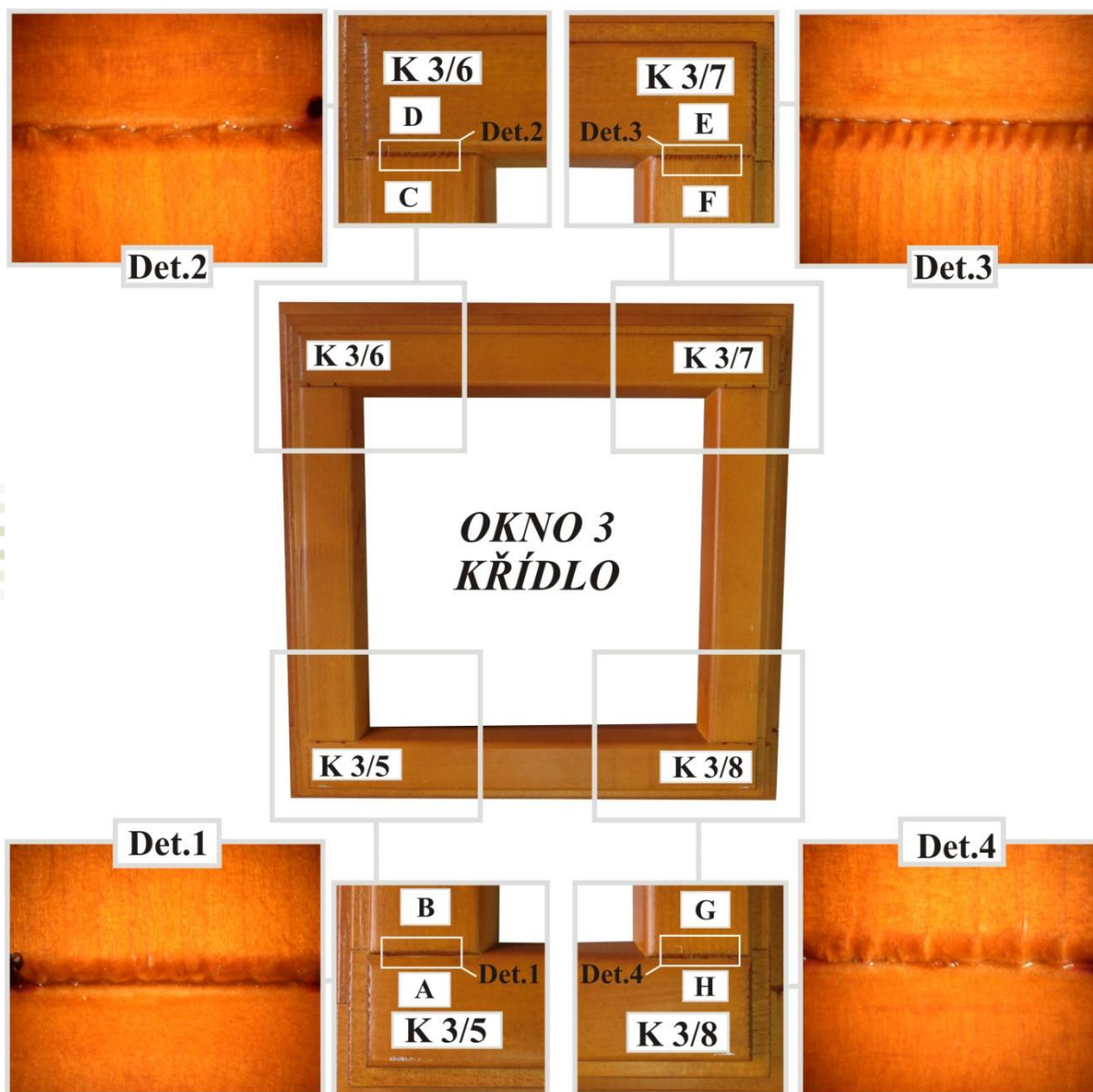
#### 5.3.1.3.1 OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled A



Obr. 24 – OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled A

5.3.1.3.2 OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	117	E	121
D	110	F	117
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>113,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>119</b>



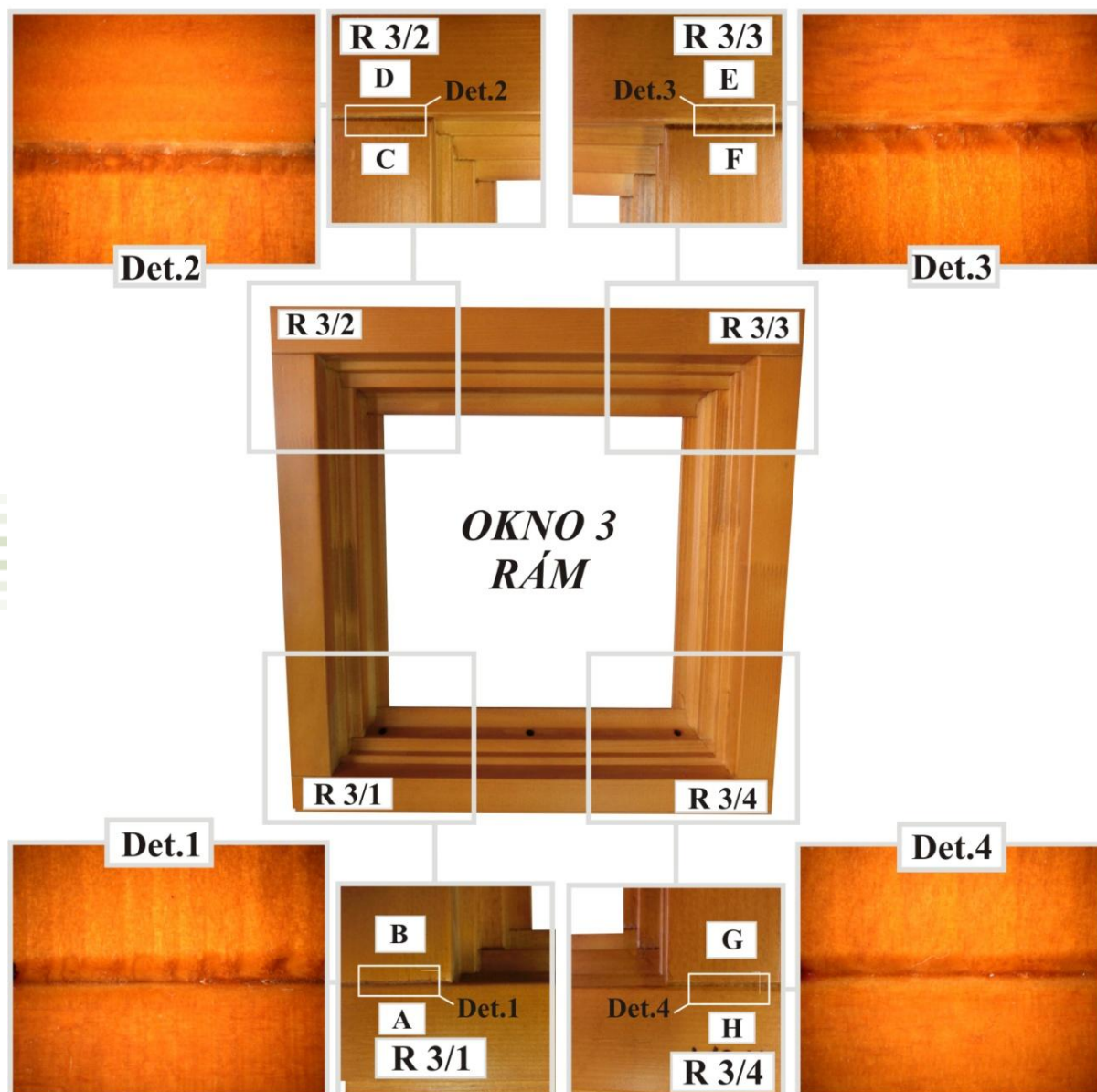
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	96
B	91
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>93,5</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	125
H	118
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>121,5</b>

Obr. 25 – OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled B

### 5.3.1.3.3 OKNO 3 – RÁM/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	102	E	104
D	101	F	105
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>101,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>104,5</b>



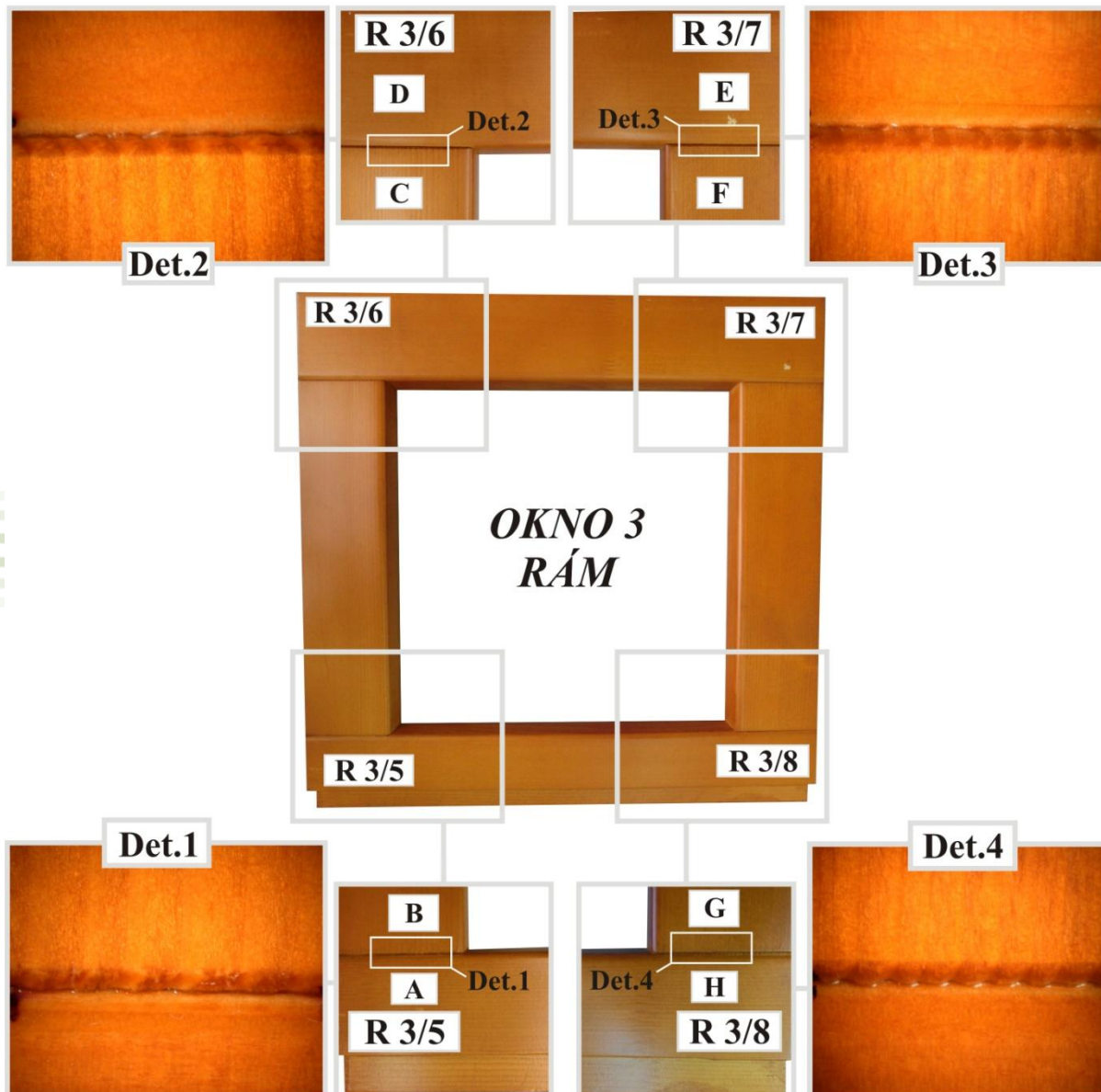
Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	102	G	100
B	88	H	97
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>95</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>98,5</b>

Obr. 26 – OKNO 3 – RÁM/ Pohled A



5.3.1.3.4 OKNO 3 – RÁM/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	88	E	102
D	105	F	92
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>96,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>97</b>



Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	100
B	90
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>95</b>

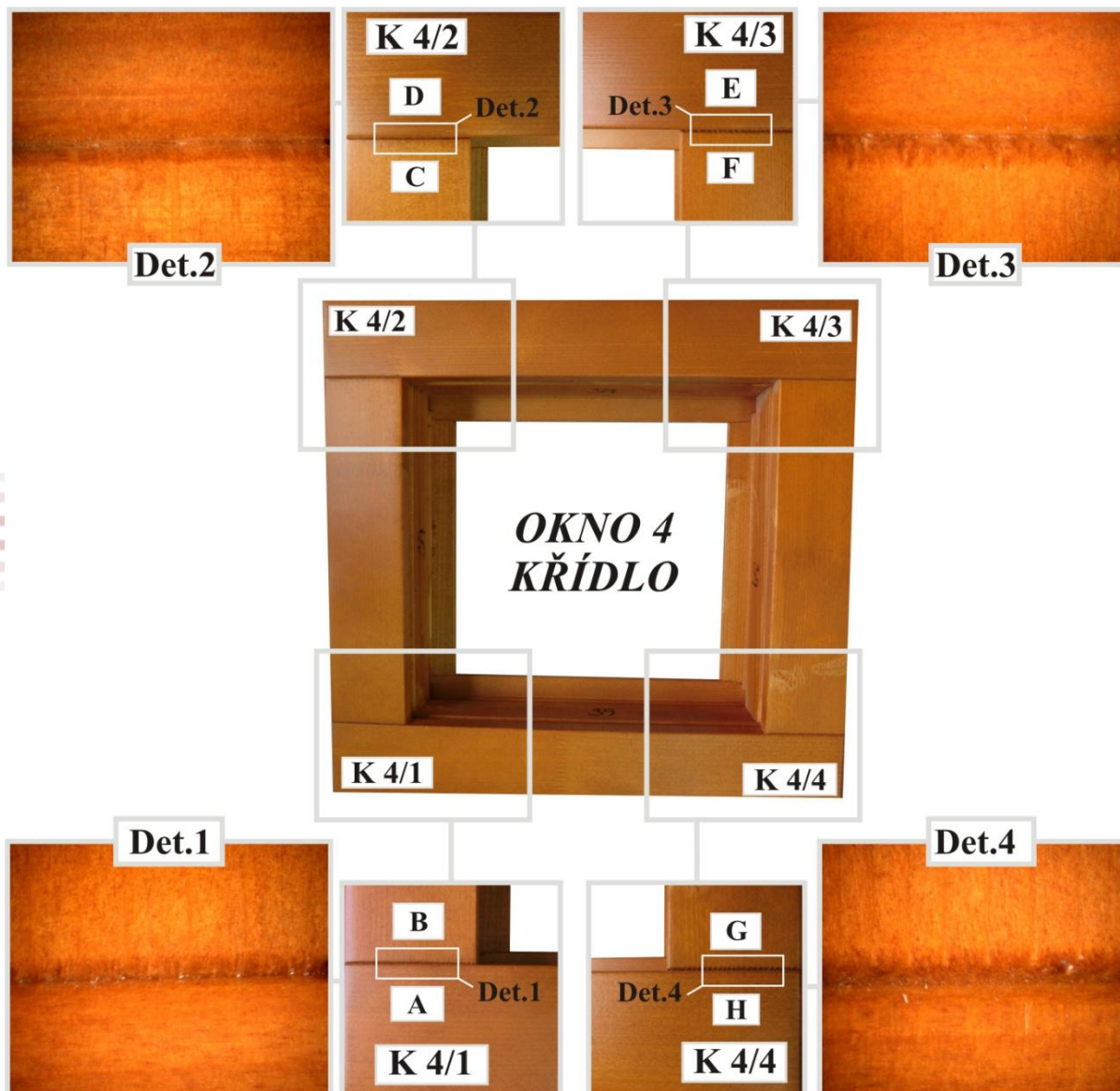
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	105
H	88
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>96,5</b>

Obr. 27 – OKNO 3 – RÁM/ Pohled B

### 5.3.1.4 Počáteční stav – OKNO 4

#### 5.3.1.4.1 OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	83	E	102
D	106	F	95
Aritmetický průměr	94,5	Aritmetický průměr	98,5



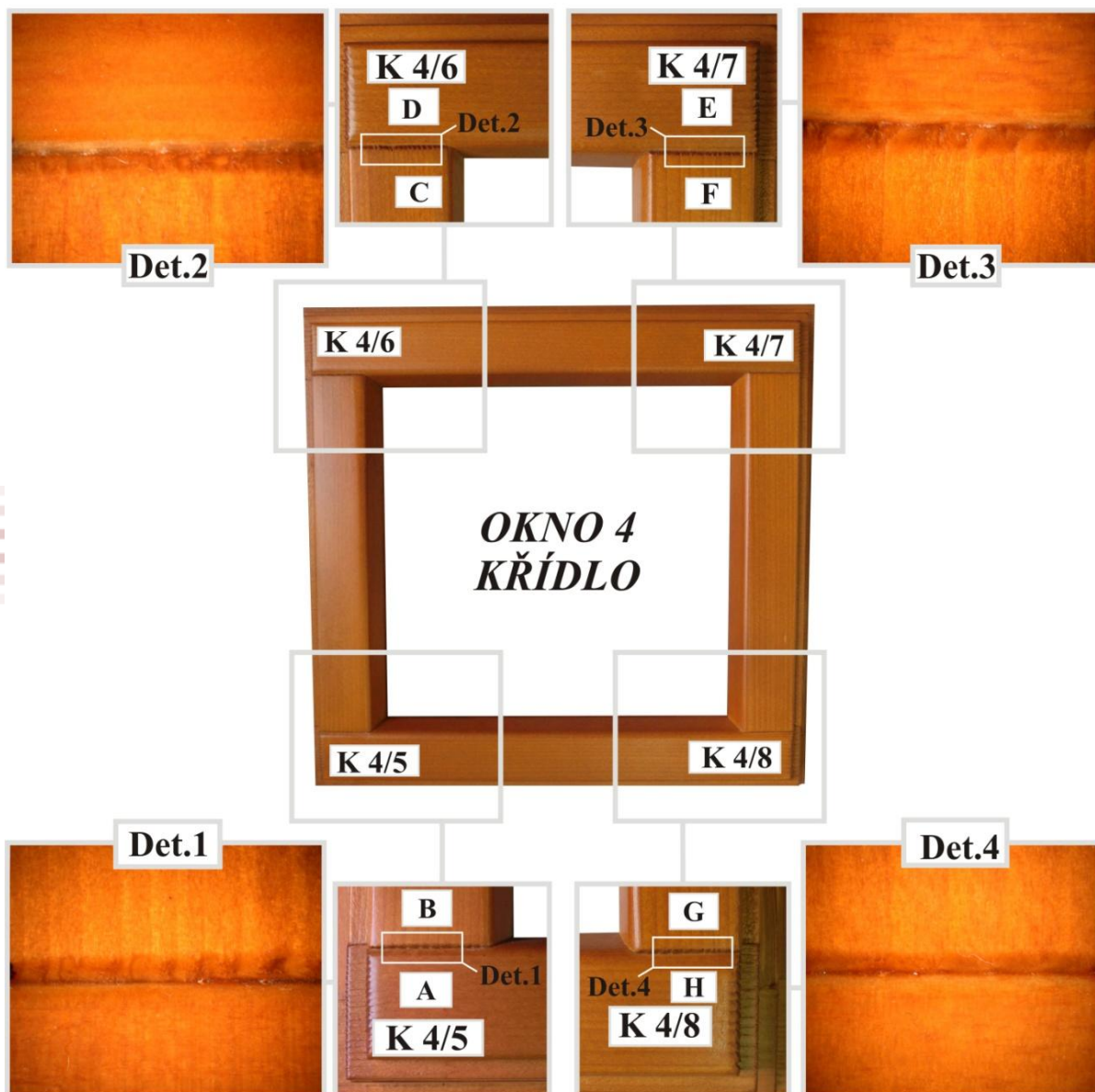
Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	80
B	98
Aritmetický průměr	89

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
G	90
H	86
Aritmetický průměr	88

Obr. 28 – OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled A

5.3.1.4.2 OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	89	E	104
D	87	F	100
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>88</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>102</b>



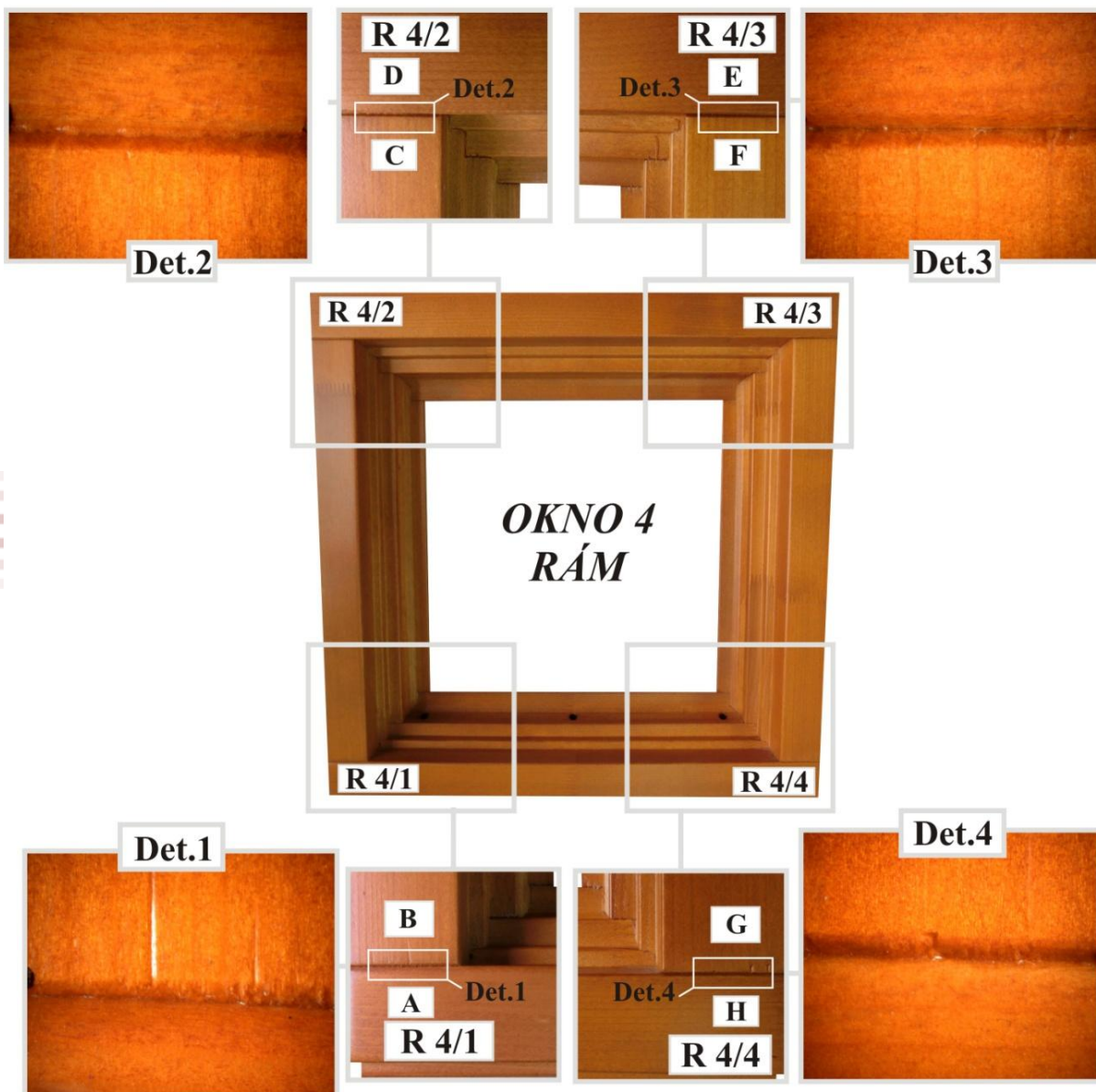
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	111
B	106
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>108,5</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	104
H	101
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>102,5</b>

Obr. 29 – OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled B

5.3.1.4.3 OKNO 4 – RÁM/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	96	E	92
D	102	F	79
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>99</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>85,5</b>

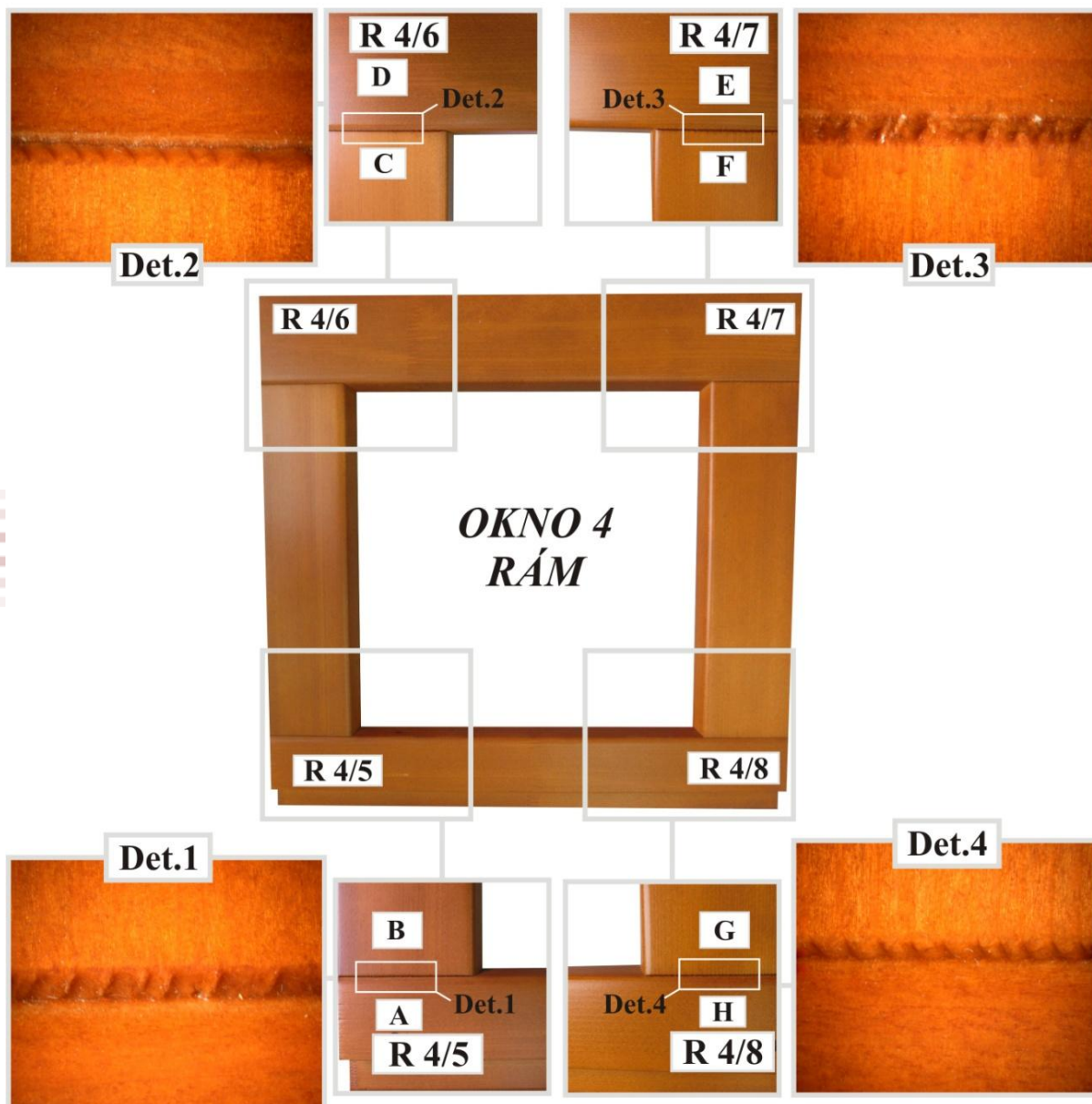


Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	118	G	110
B	103	H	103
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>110,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>106,5</b>

Obr. 30 – OKNO 4 – RÁM/ Pohled A

5.3.1.4.4 OKNO 4 – RÁM/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	91	E	86
D	90	F	105
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>90,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>95,5</b>



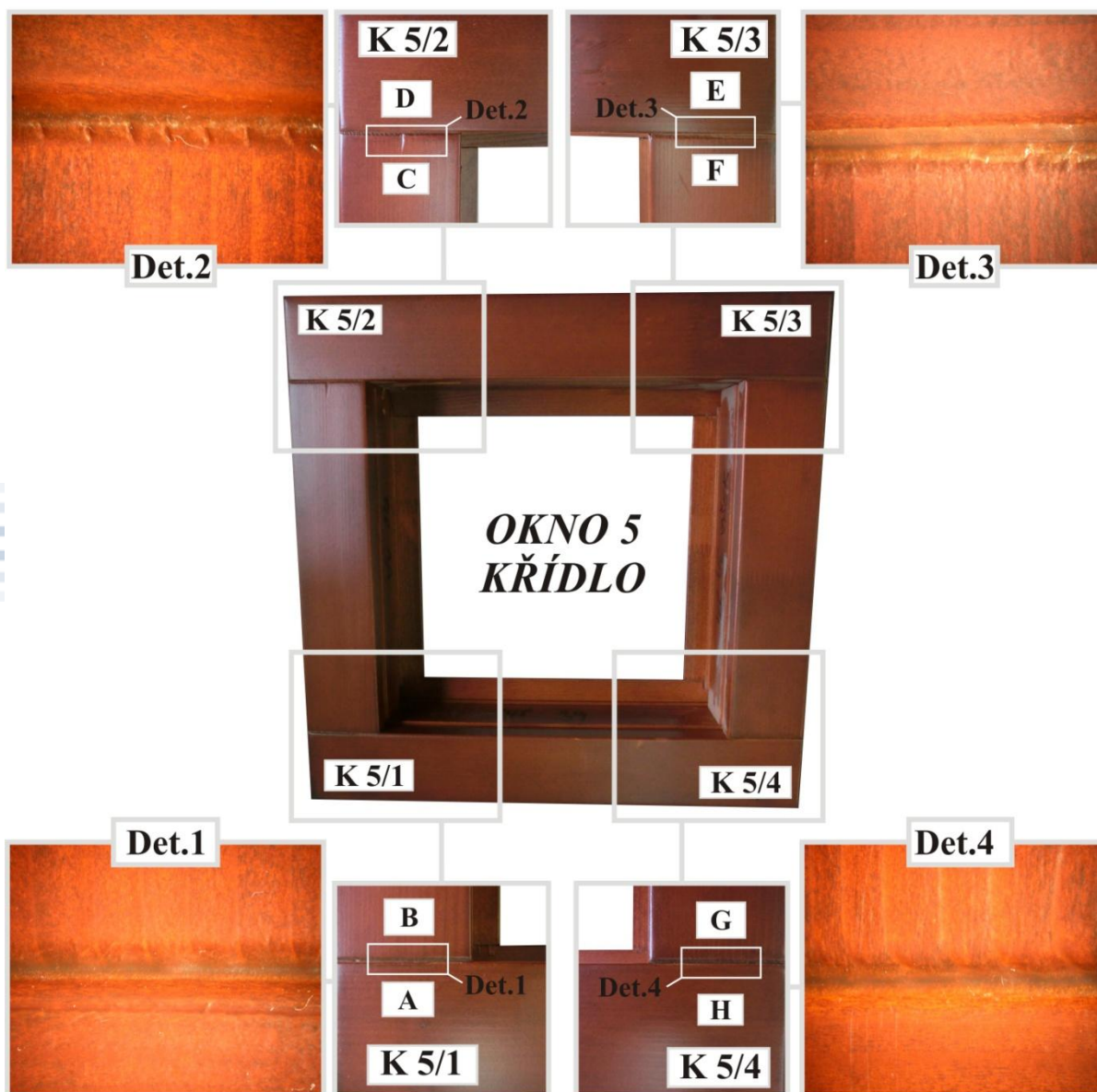
Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	112	G	91
B	104	H	95
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>108</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>93</b>

Obr. 31 – OKNO 4 – RÁM/ Pohled B

### 5.3.1.5 Počáteční stav – OKNO 5

#### 5.3.1.5.1 OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka nátěru [µm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [µm]
C	92	E	125
D	87	F	119
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>89,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>122</b>

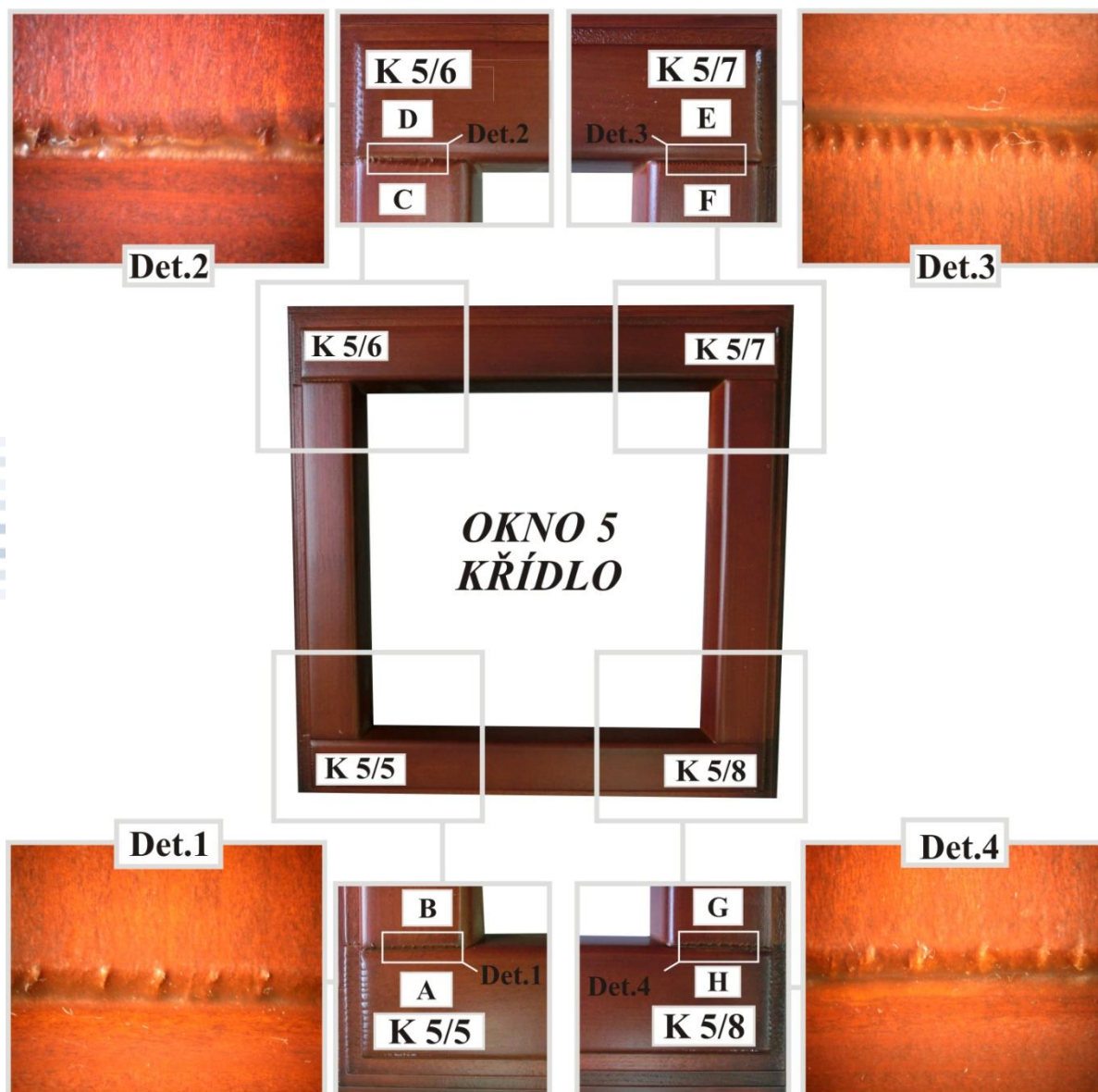


Oblast měření	Tloušťka nátěru [µm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [µm]
A	119	G	122
B	125	H	111
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>122</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>116,5</b>

Obr. 32 – OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled A

5.3.1.5.2 OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	105	E	118
D	104	F	137
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>104,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>127,5</b>

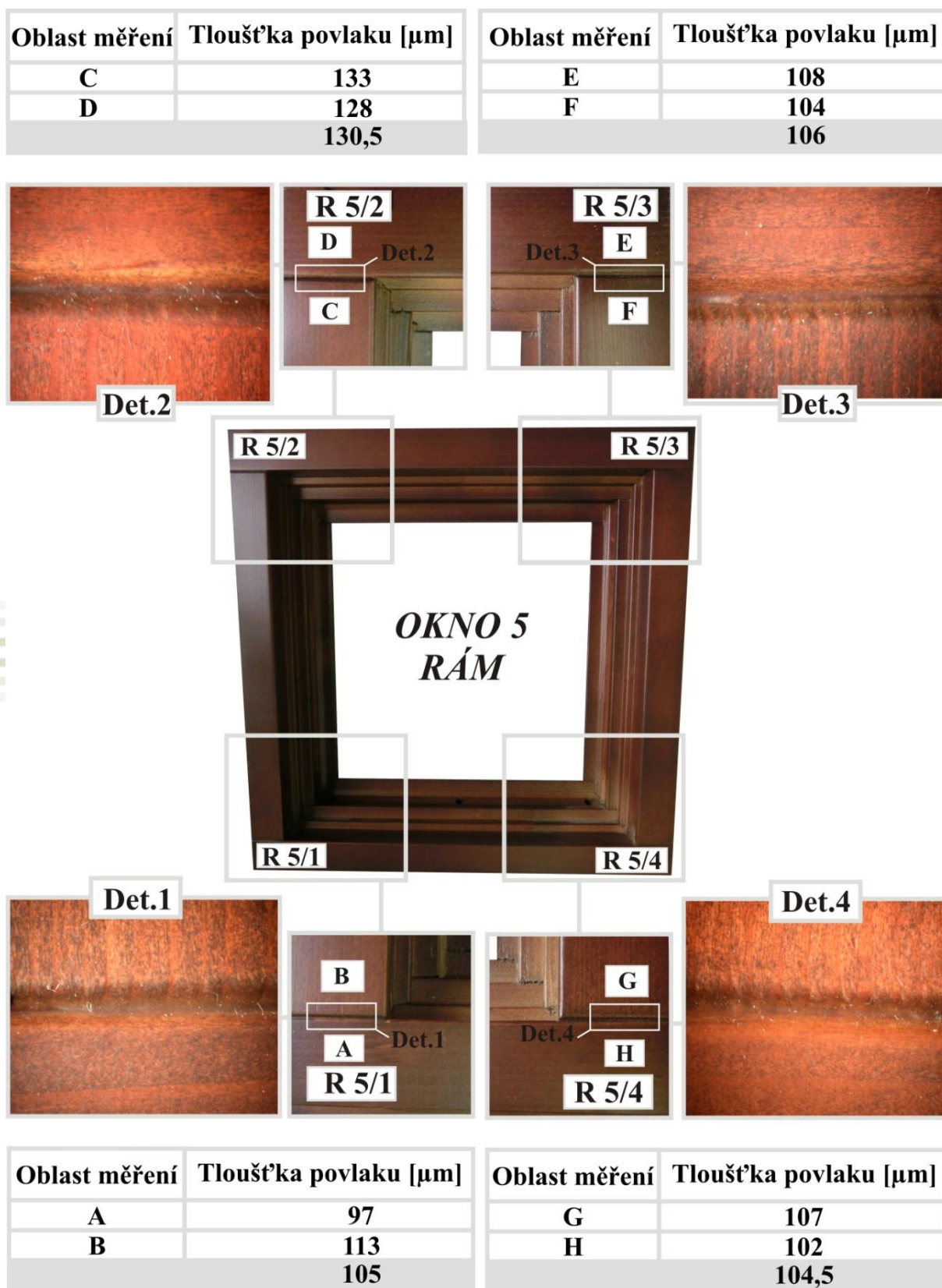


Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	123
B	122
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>102,5</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	135
H	124
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>259</b>

Obr. 33 – OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled B

5.3.1.5.3 OKNO 5 – RÁM/ Pohled A

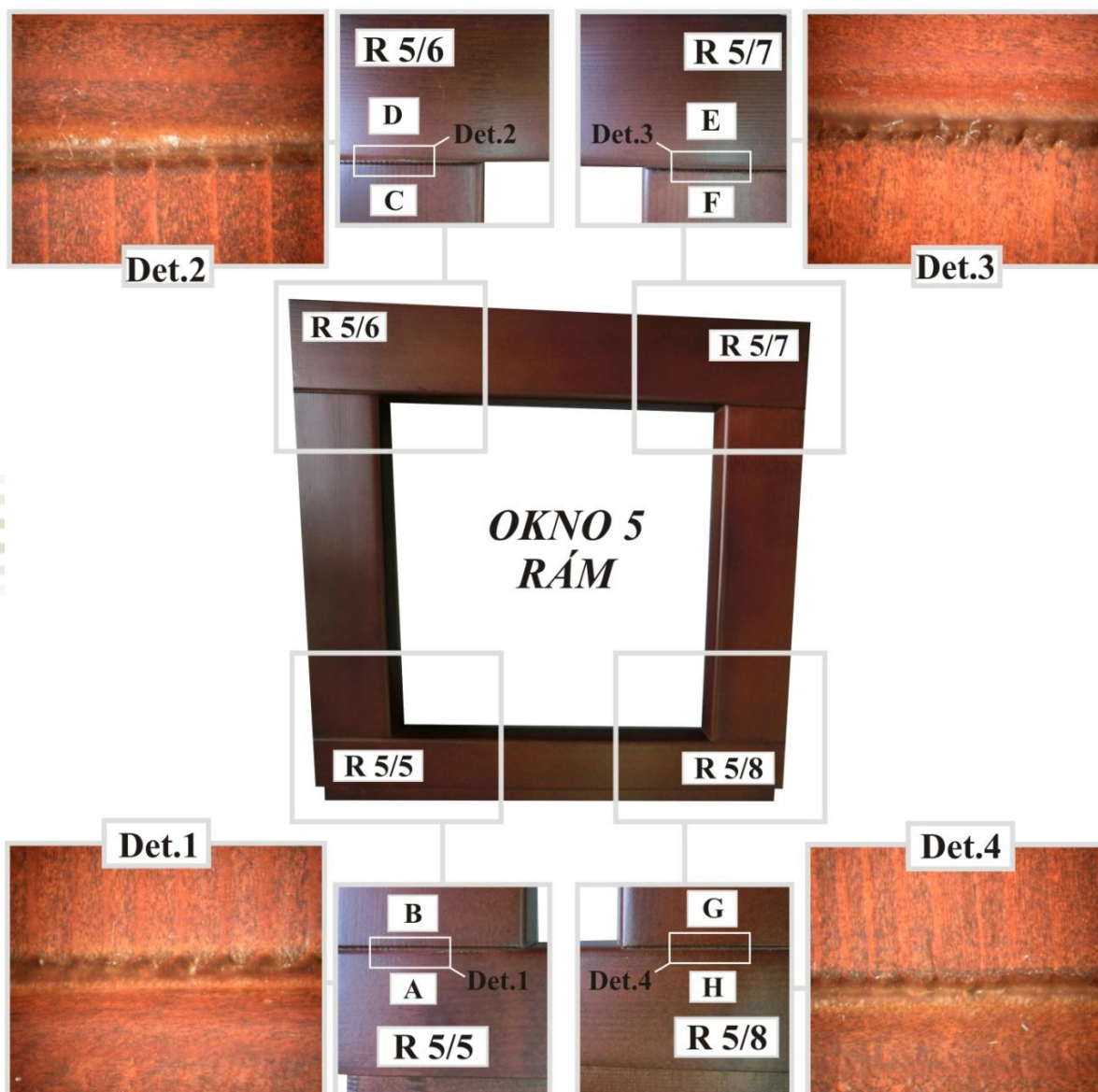


Obr. 34 – OKNO 5 – RÁM/ Pohled A



5.3.1.5.4 OKNO 5 – RÁM/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	109	E	109
D	101	F	106
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>105</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>107,5</b>



Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	102
B	122
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>112</b>

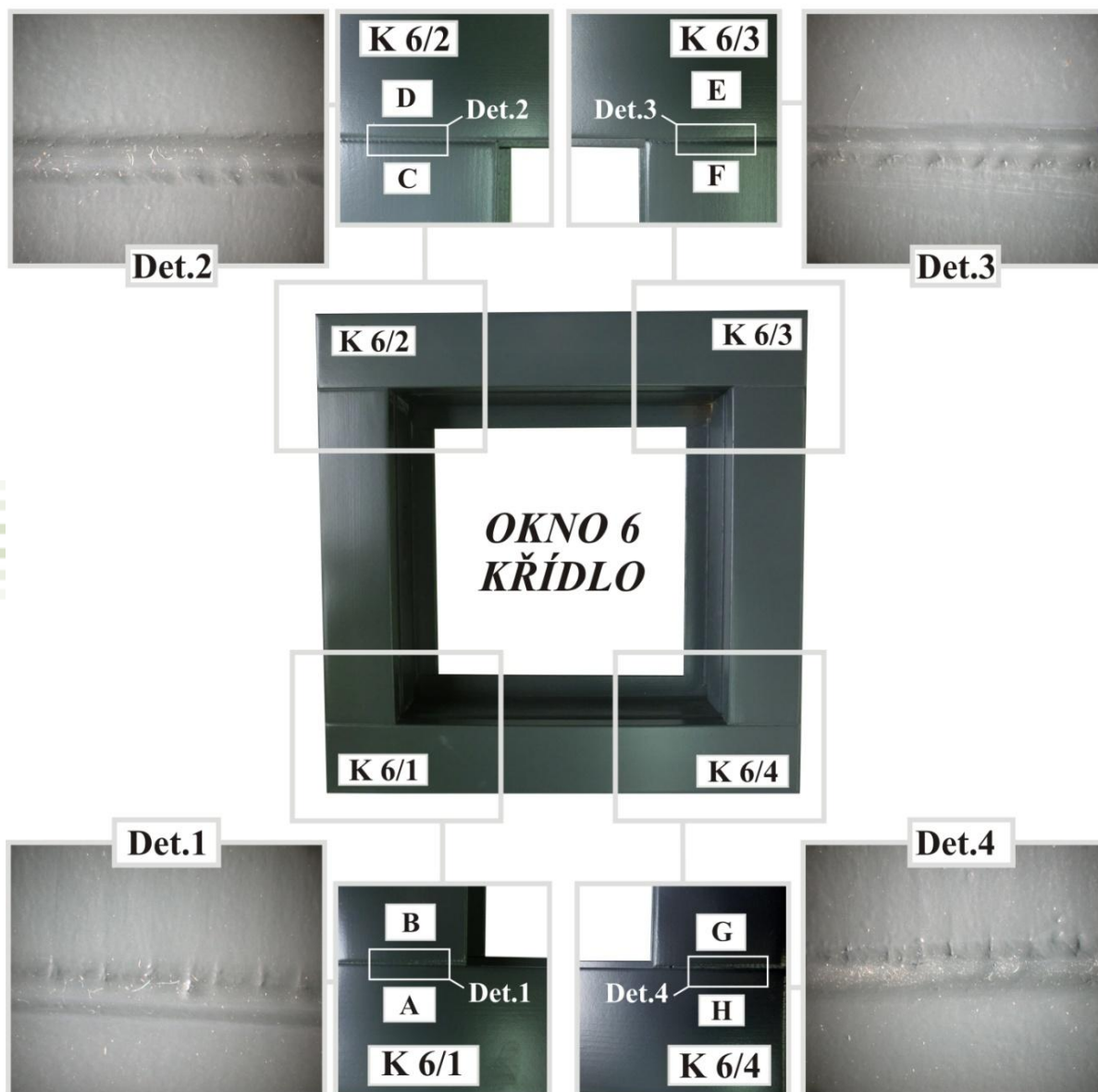
Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
G	106
H	102
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>104</b>

Obr. 35 – OKNO 5 – RÁM/ Pohled B

### 5.3.1.6 Počáteční stav – OKNO 6

#### 5.3.1.6.1 OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	108	E	109
D	112	F	118
Aritmetický průměr	110	Aritmetický průměr	113,5



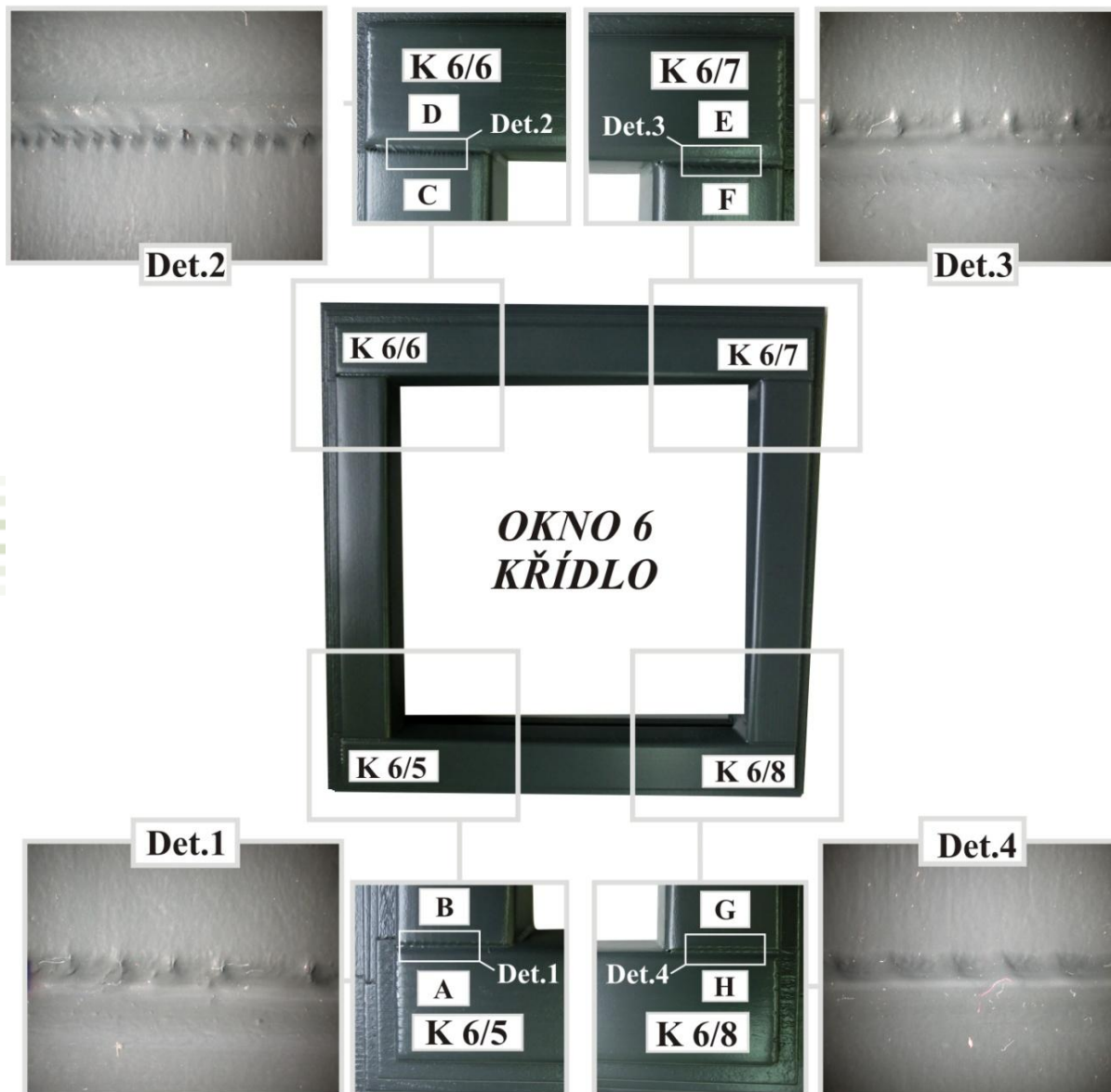
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	134
B	125
Aritmetický průměr	129,5

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	129
H	119
Aritmetický průměr	124

Obr. 36 – OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled A

5.3.1.6.2 OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	110	E	125
D	111	F	123
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>110,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>124</b>

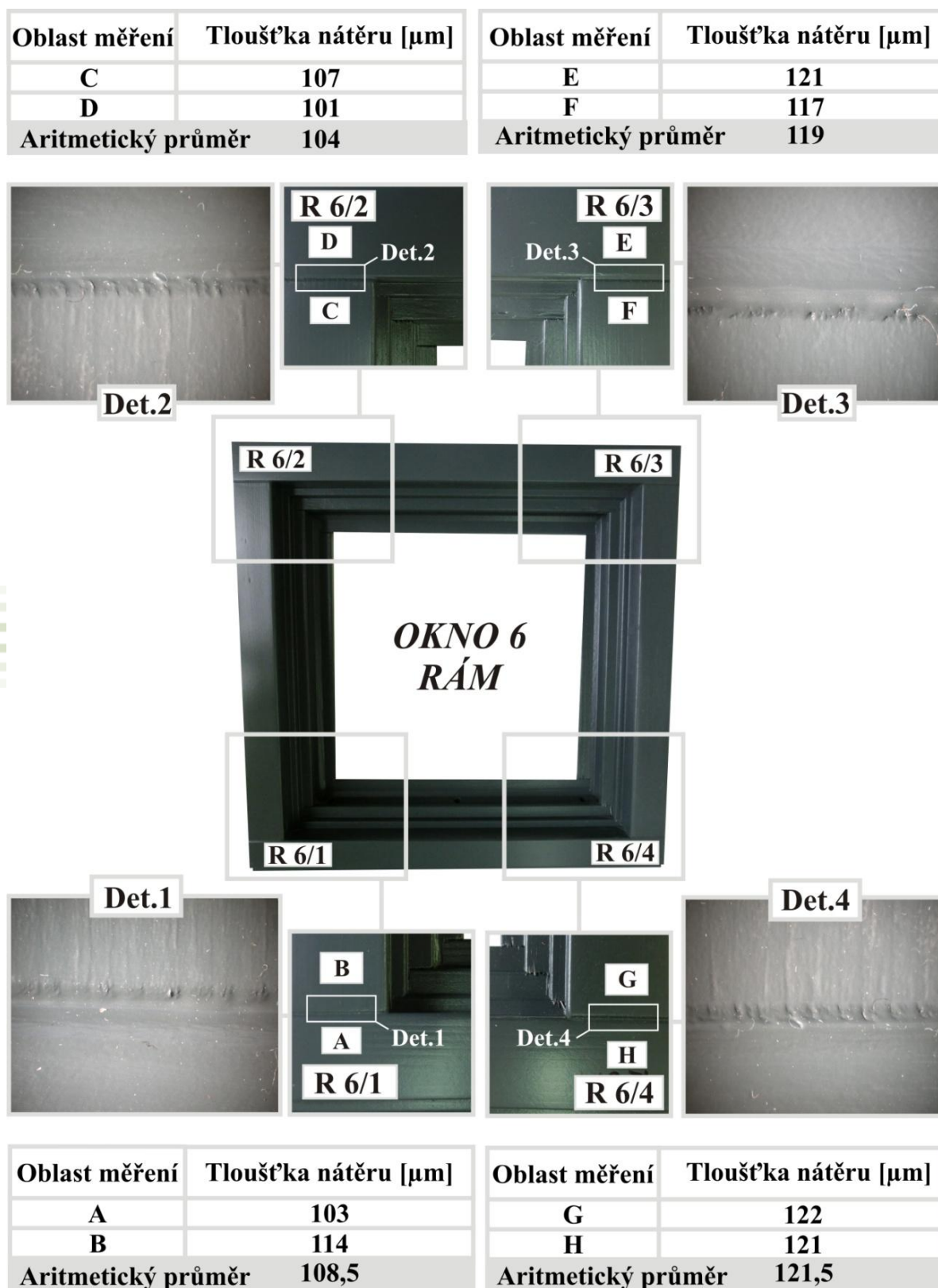


Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	109
B	117
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>113</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	125
H	118
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>121,5</b>

Obr. 37 – OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled B

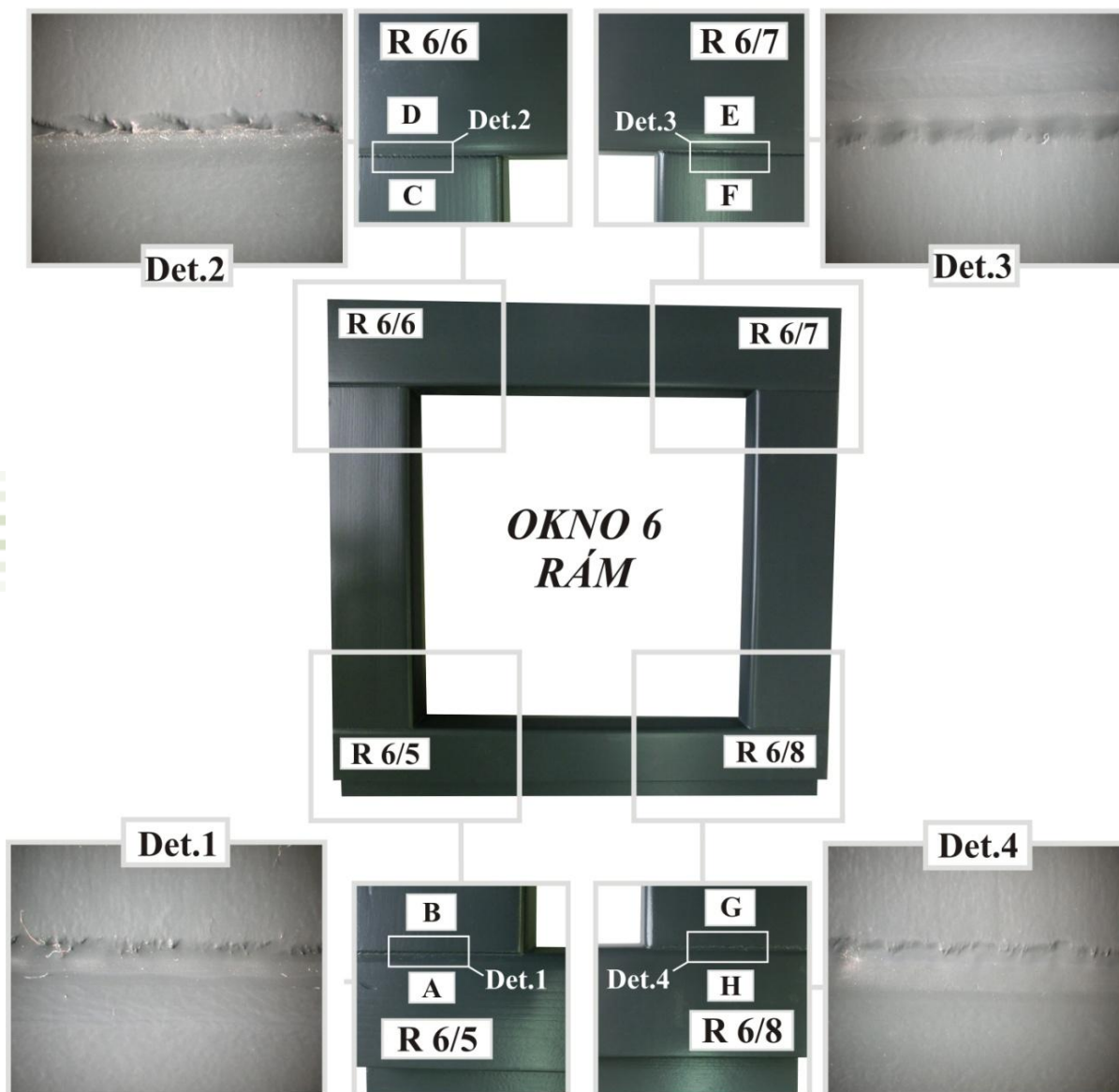
5.3.1.6.3 OKNO 6 – RÁM/ Pohled A



Obr. 38 – OKNO 6 – RÁM/ Pohled A

5.3.1.6.4 OKNO 6 – RÁM/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	109	E	109
D	101	F	106
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>105</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>107,5</b>



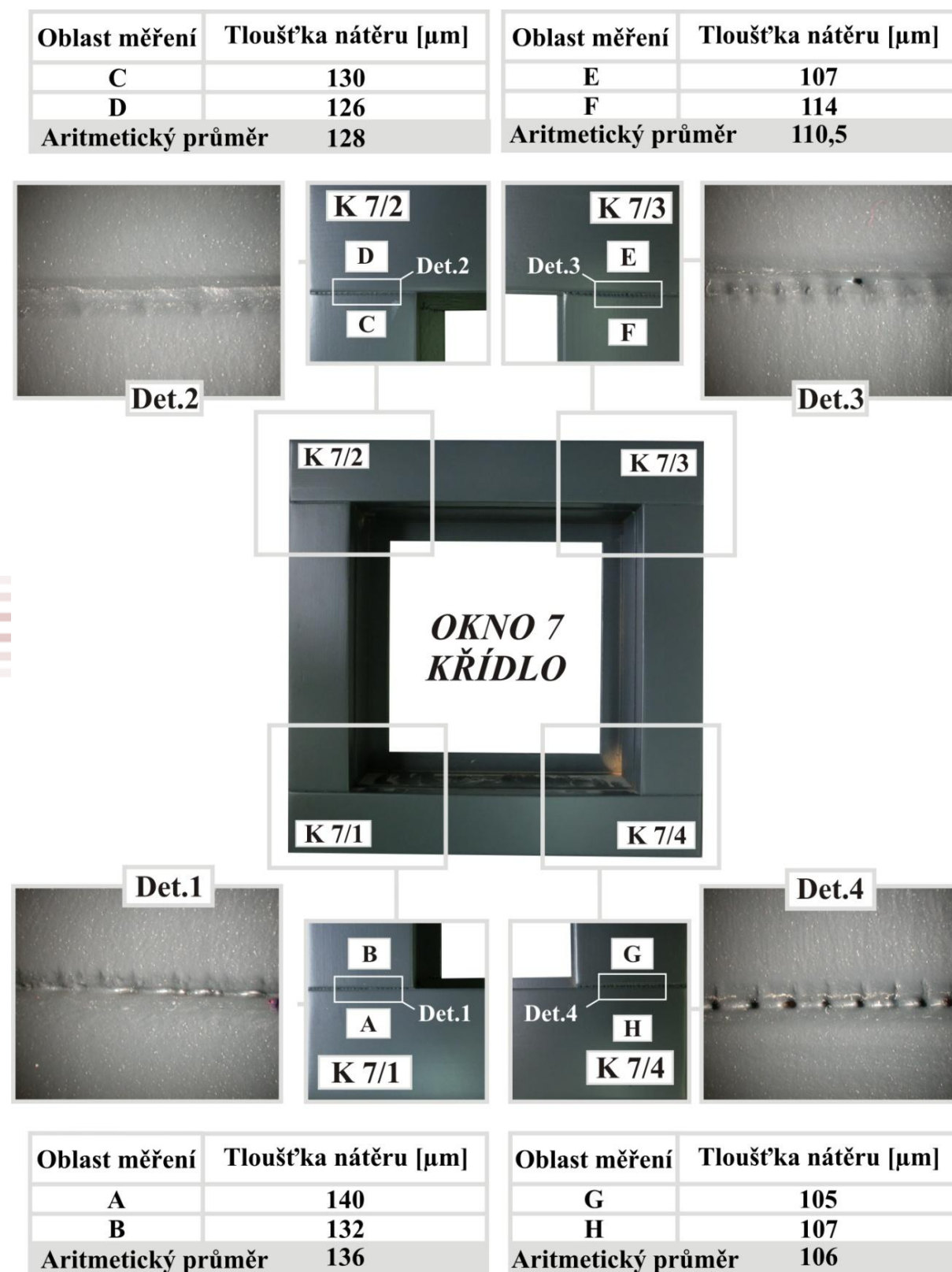
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	102
B	122
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>112</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	106
H	102
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>104</b>

Obr. 39 – OKNO 6 – RÁM/ Pohled B

### 5.3.1.7 Počáteční stav – OKNO 7

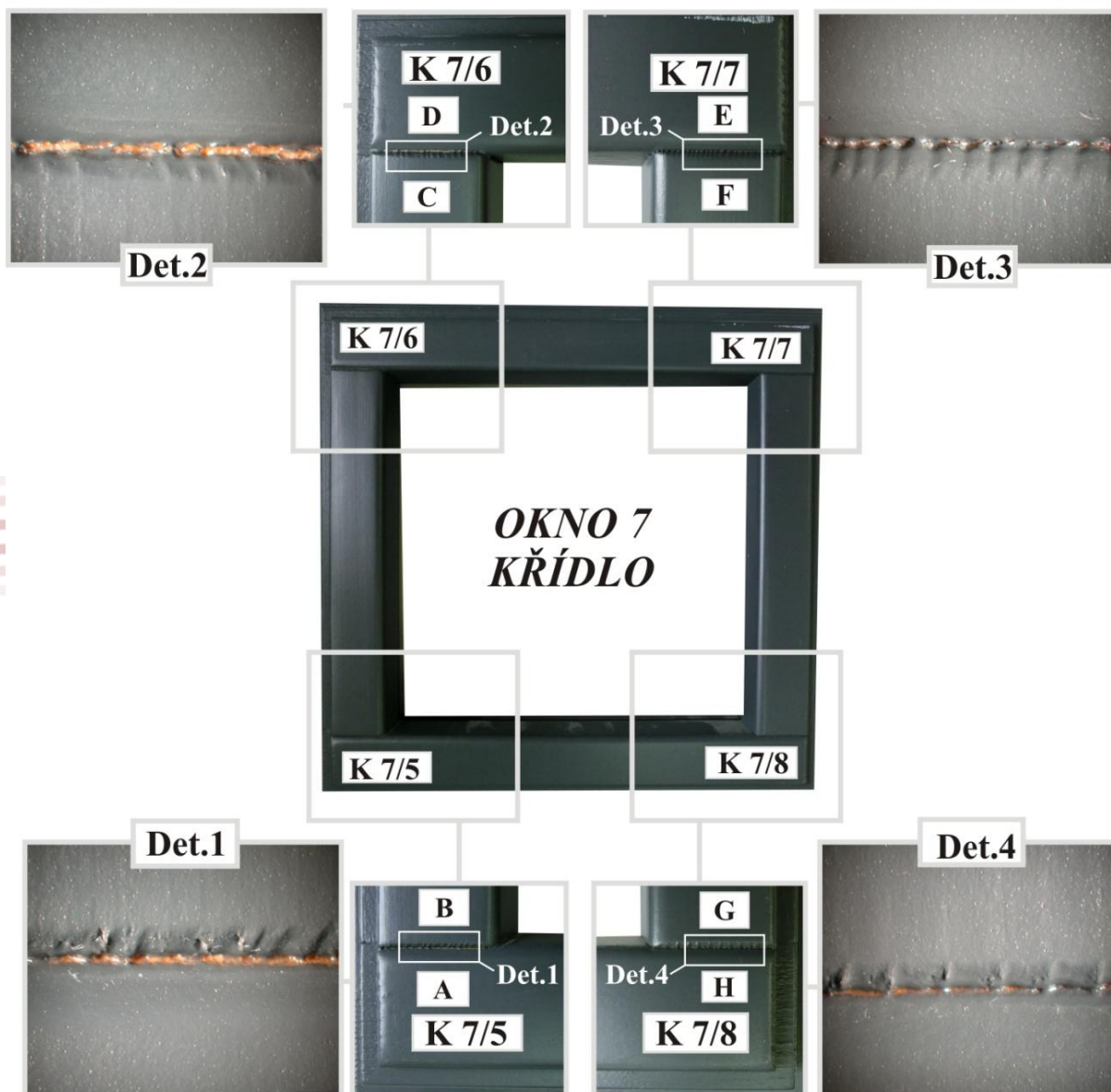
#### 5.3.1.7.1 OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled A



Obr. 40 – OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled A

5.3.1.7.2 OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	127	E	109
D	127	F	106
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>127</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>107,5</b>



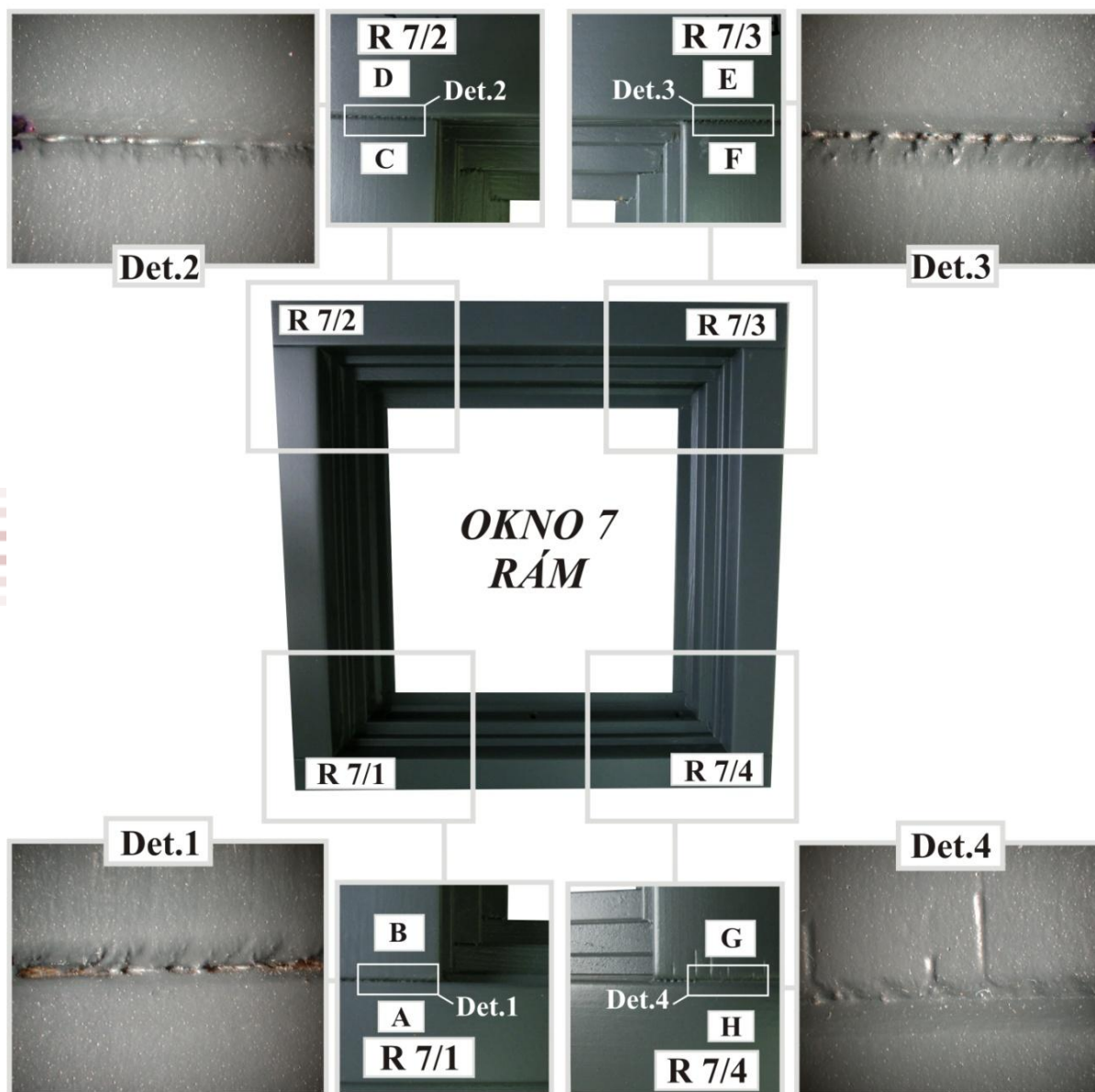
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	122
B	119
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>120,5</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	106
H	107
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>106,5</b>

Obr. 41 – OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled B

5.3.1.7.3 OKNO 7 – RÁM/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka povlaku [μm]	Oblast měření	Tloušťka povlaku [μm]
C	103	E	117
D	103	F	122
	103		119,5

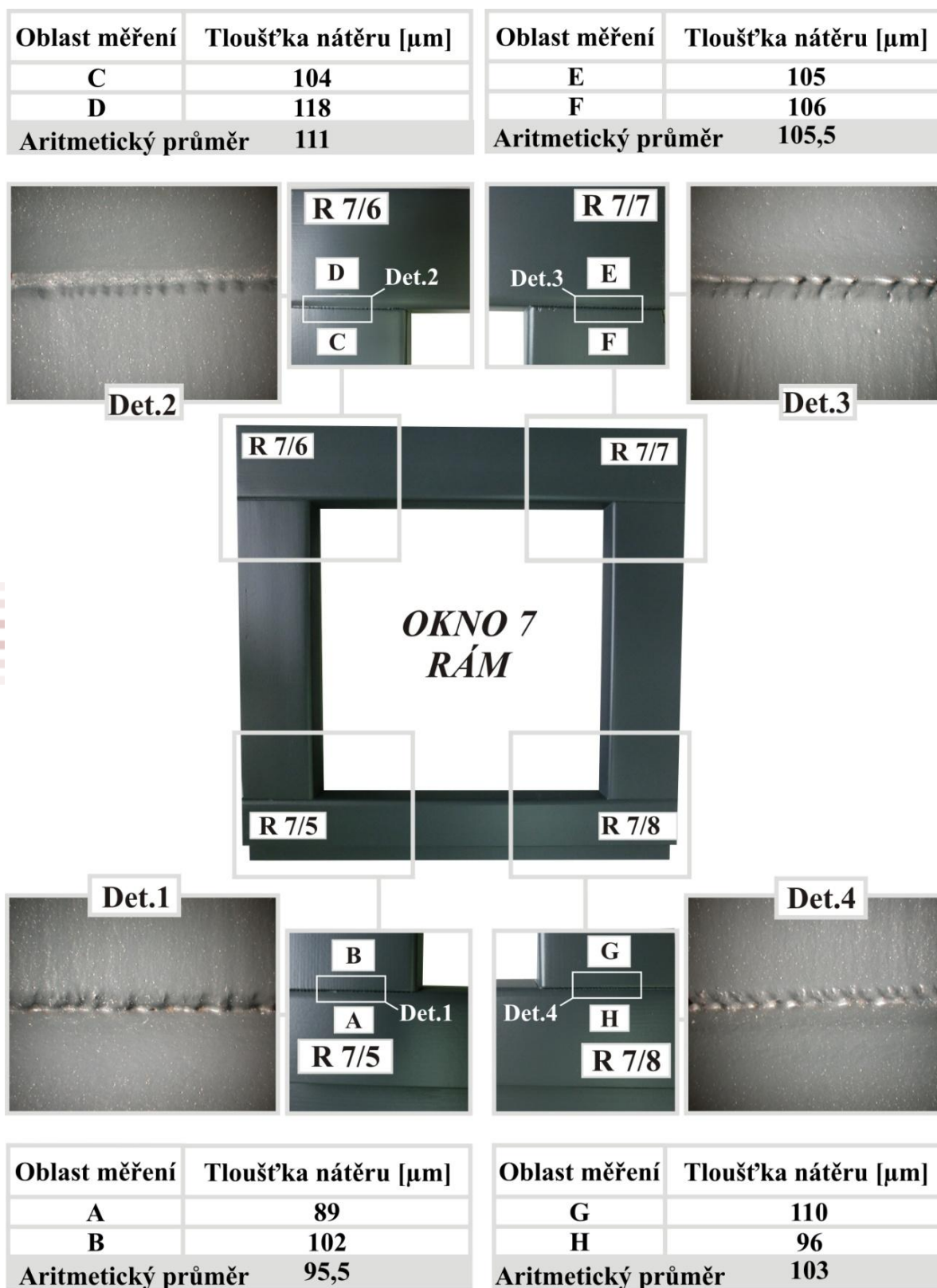


Oblast měření	Tloušťka povlaku [μm]	Oblast měření	Tloušťka povlaku [μm]
A	101	G	123
B	101	H	119
	101		121

Obr. 42 – OKNO 7 – RÁM/ Pohled A



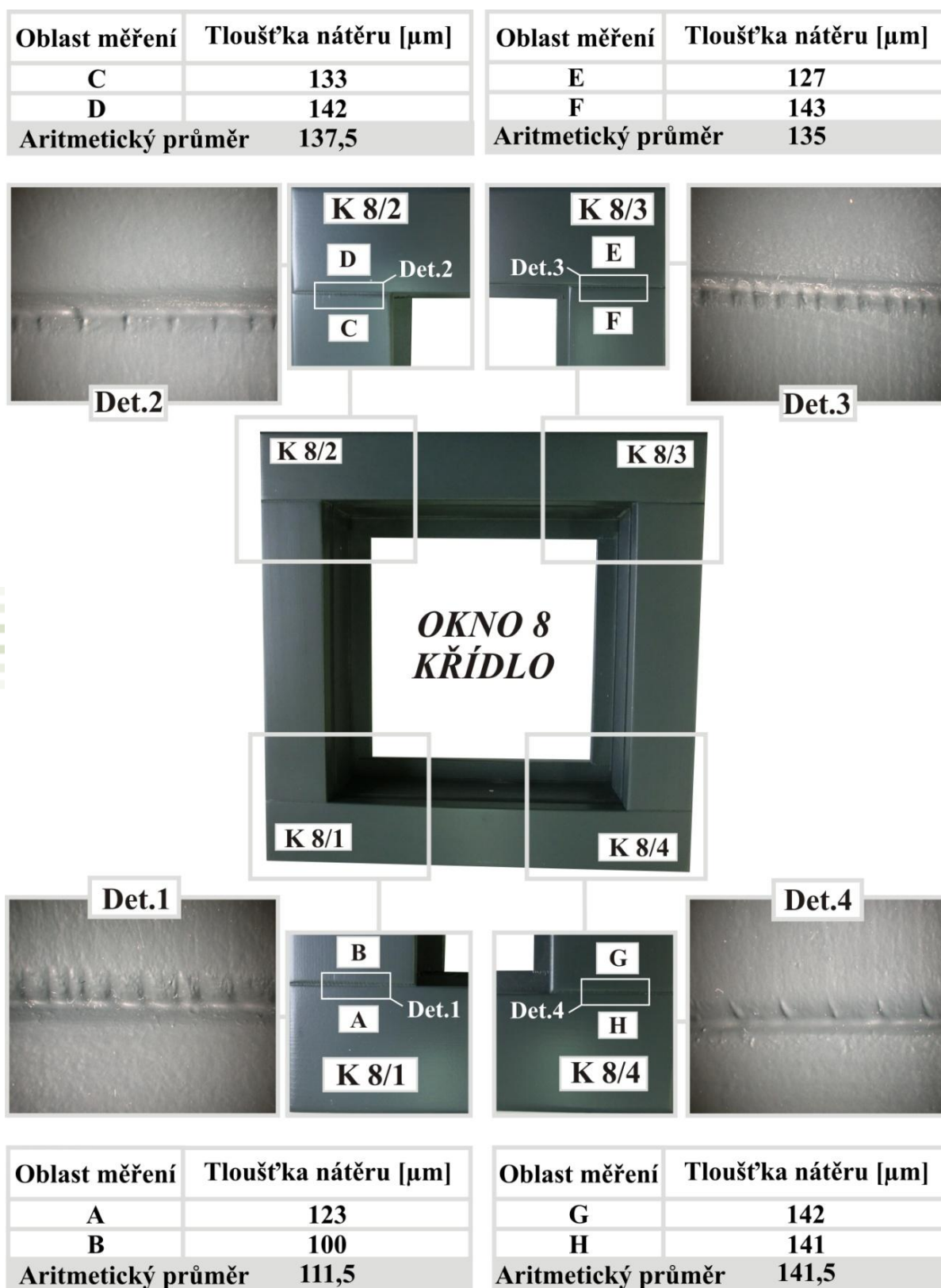
### 5.3.1.7.4 OKNO 7 – RÁM/ Pohled B



Obr. 43 – OKNO 7 – RÁM/ Pohled B

### 5.3.1.8 Počáteční stav – OKNO 8

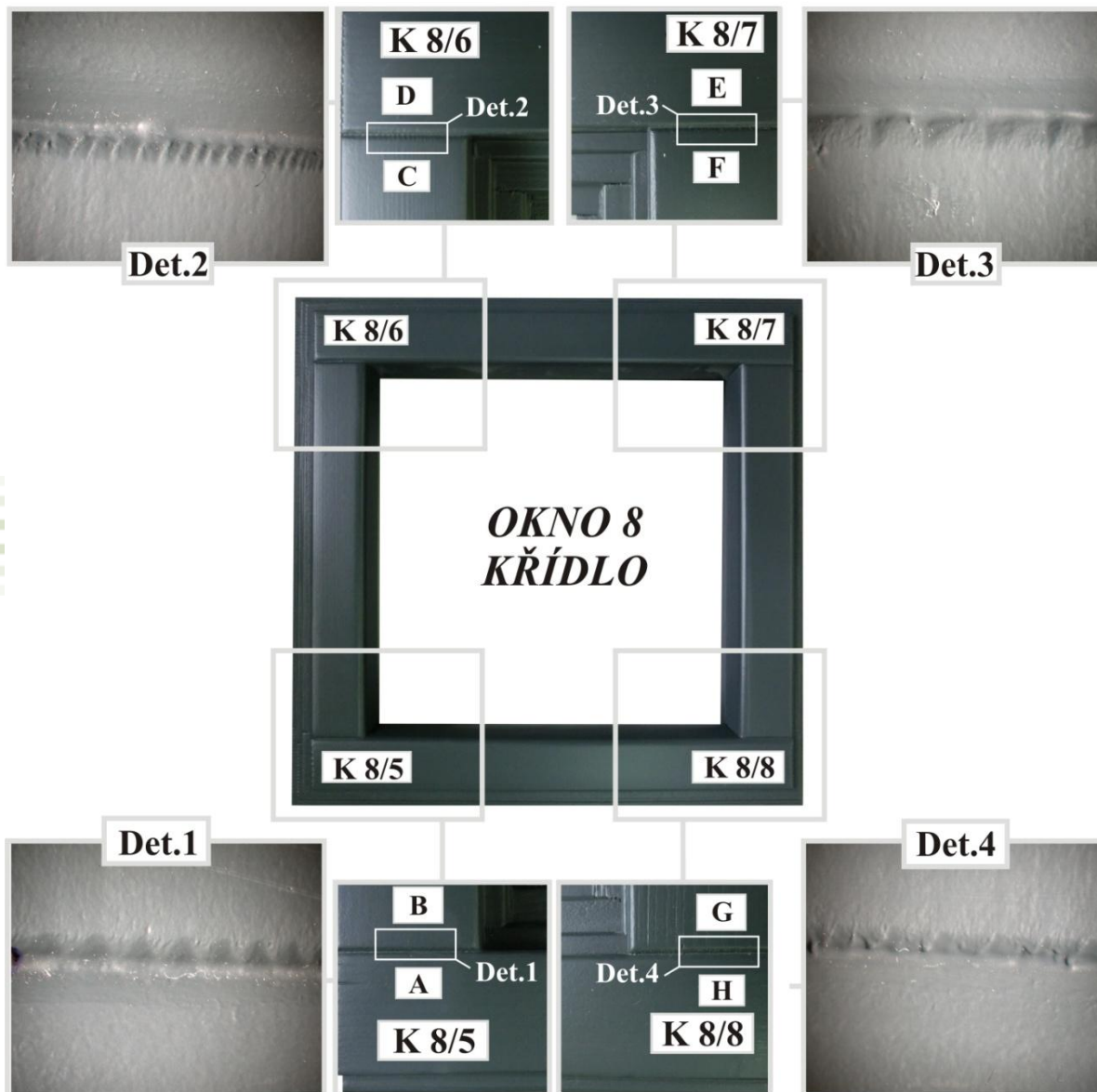
#### 5.3.1.8.1 OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled A



Obr. 44 – OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled A

5.3.1.8.2 OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
C	141	E	151
D	127	F	133
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>134</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>142</b>



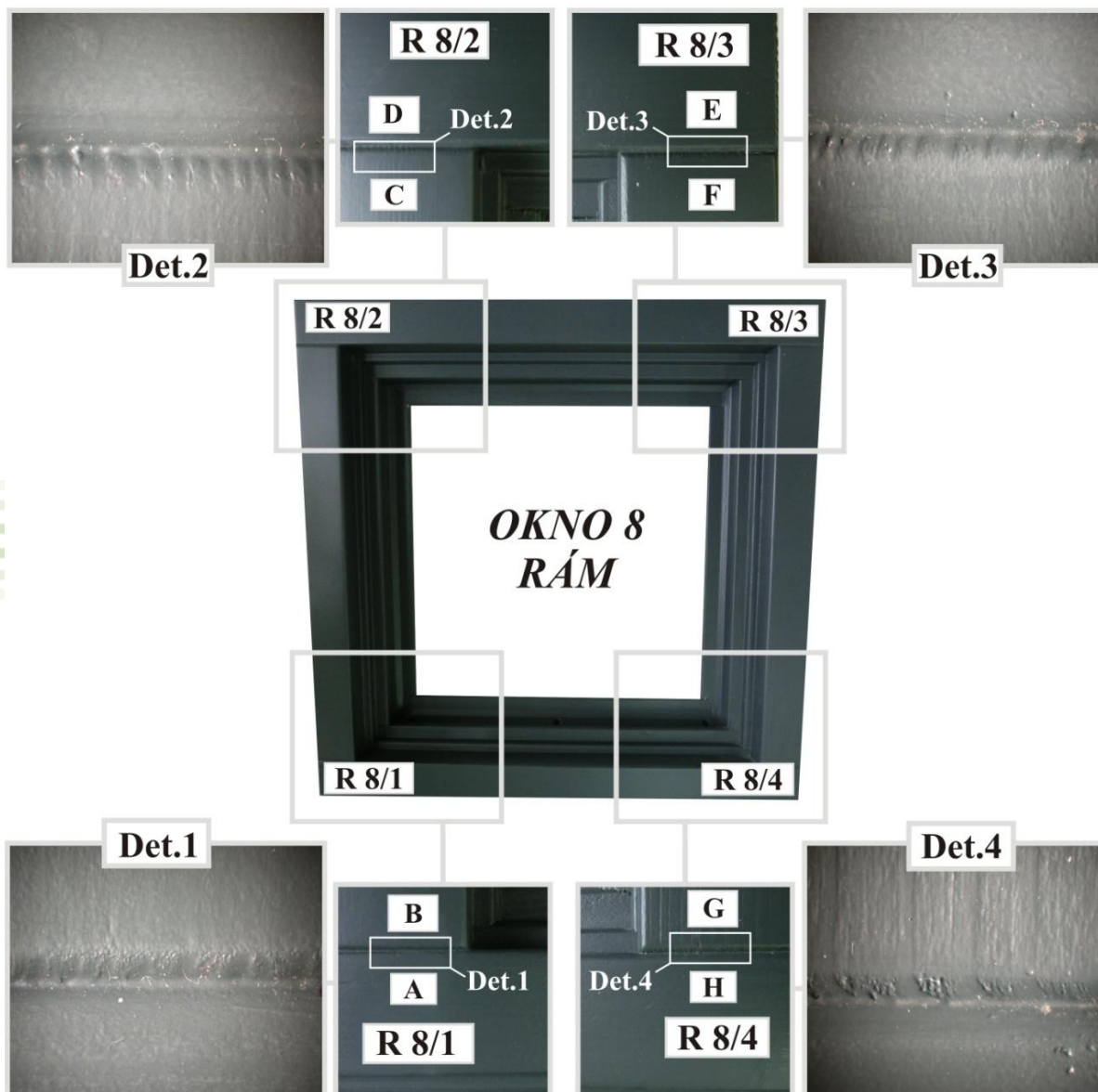
Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
A	134
B	123
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>128,5</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [μm]
G	140
H	156
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>148</b>

Obr. 45 – OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled B

### 5.3.1.8.3 OKNO 8 – RÁM/ Pohled A

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	107	E	108
D	122	F	105
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>114,5</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>106,5</b>



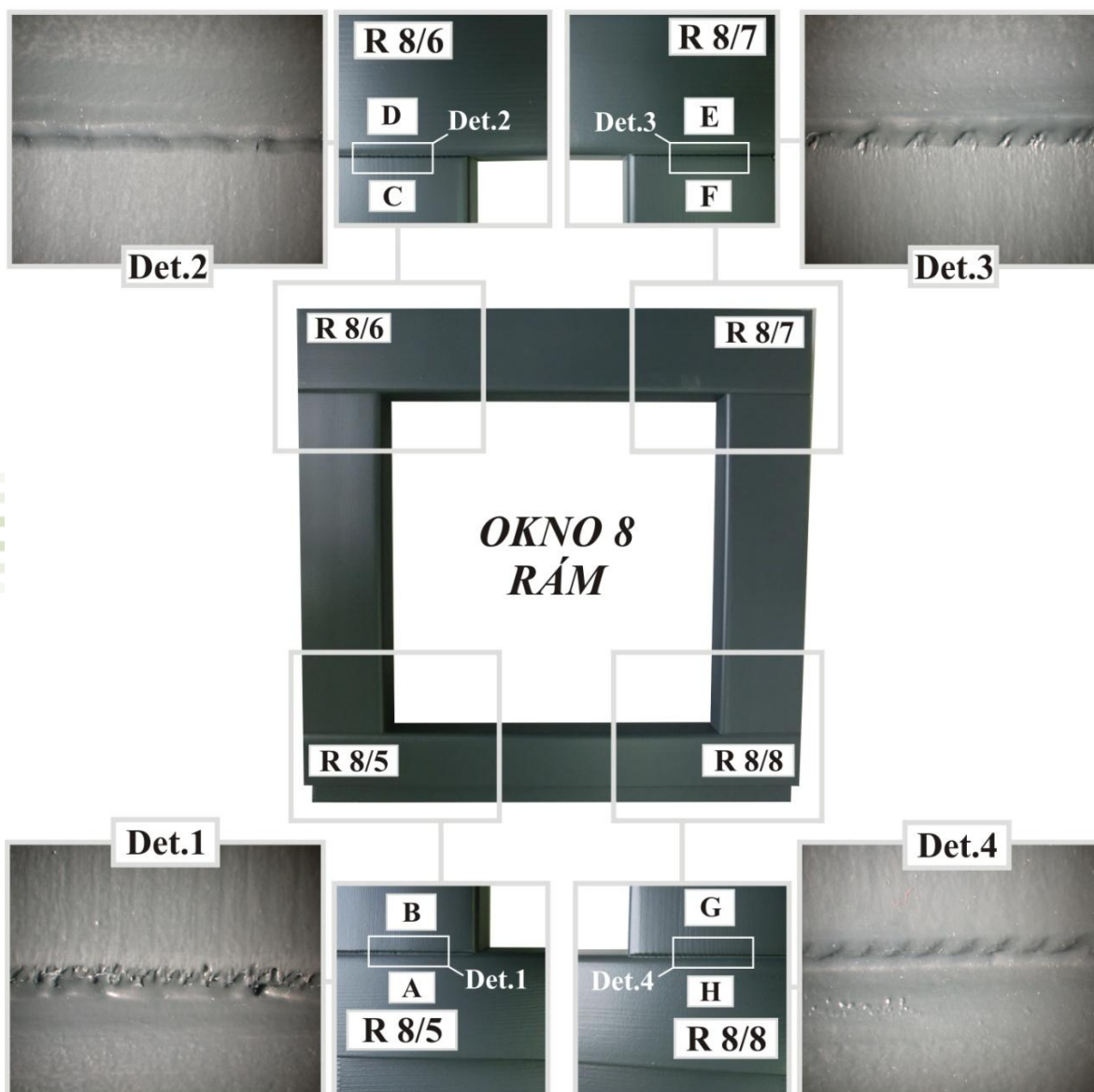
Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	104
B	101
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>102,5</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
G	122
H	121
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>121,5</b>

Obr. 46 – OKNO 8 – RÁM/ Pohled A

5.3.1.8.4 OKNO 8 – RÁM/ Pohled B

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]	Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
C	123	E	123
D	121	F	126
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>122</b>	<b>Aritmetický průměr</b>	<b>124,5</b>



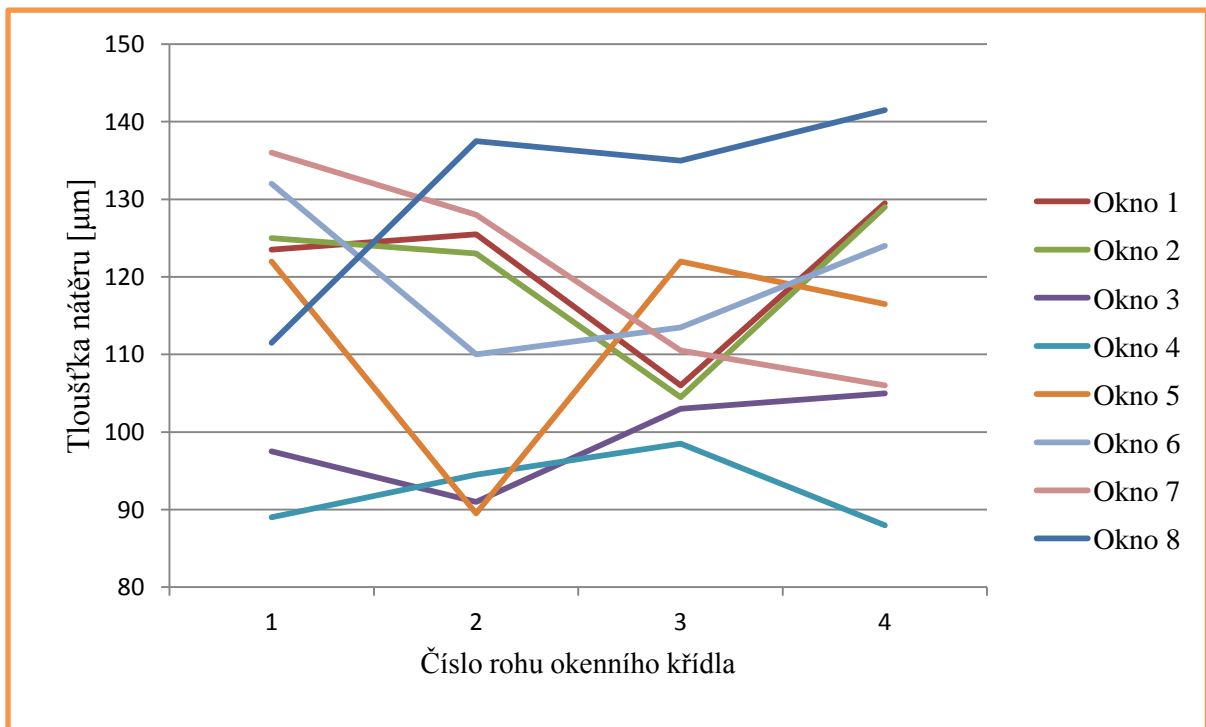
Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
A	119
B	122
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>120,5</b>

Oblast měření	Tloušťka nátěru [ $\mu\text{m}$ ]
G	147
H	122
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>134,5</b>

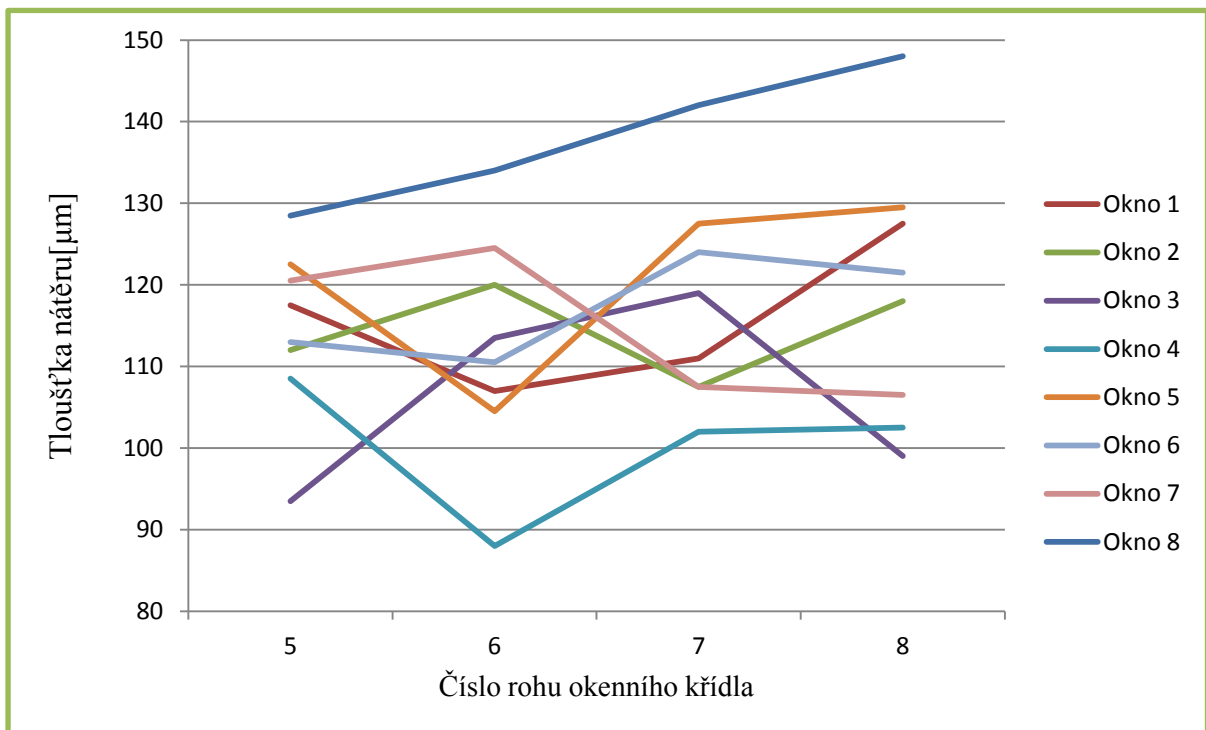
Obr. 47 – OKNO 8 – RÁM/ Pohled B

### 5.3.1.9 Vyhodnocení tloušťky nátěrů

#### 5.3.1.9.1 Průměrná hodnota tloušťky nátěru okenních křídel

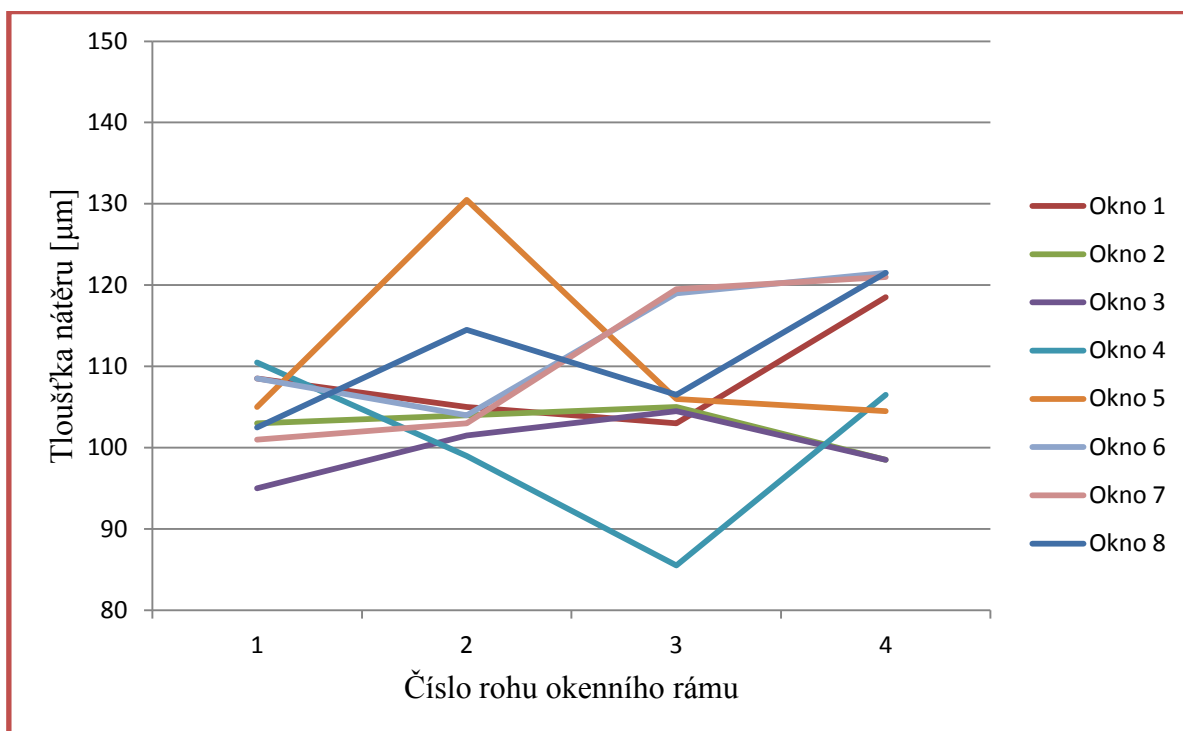


Graf 1 – Tloušťka nátěru okenních křídel - interiér

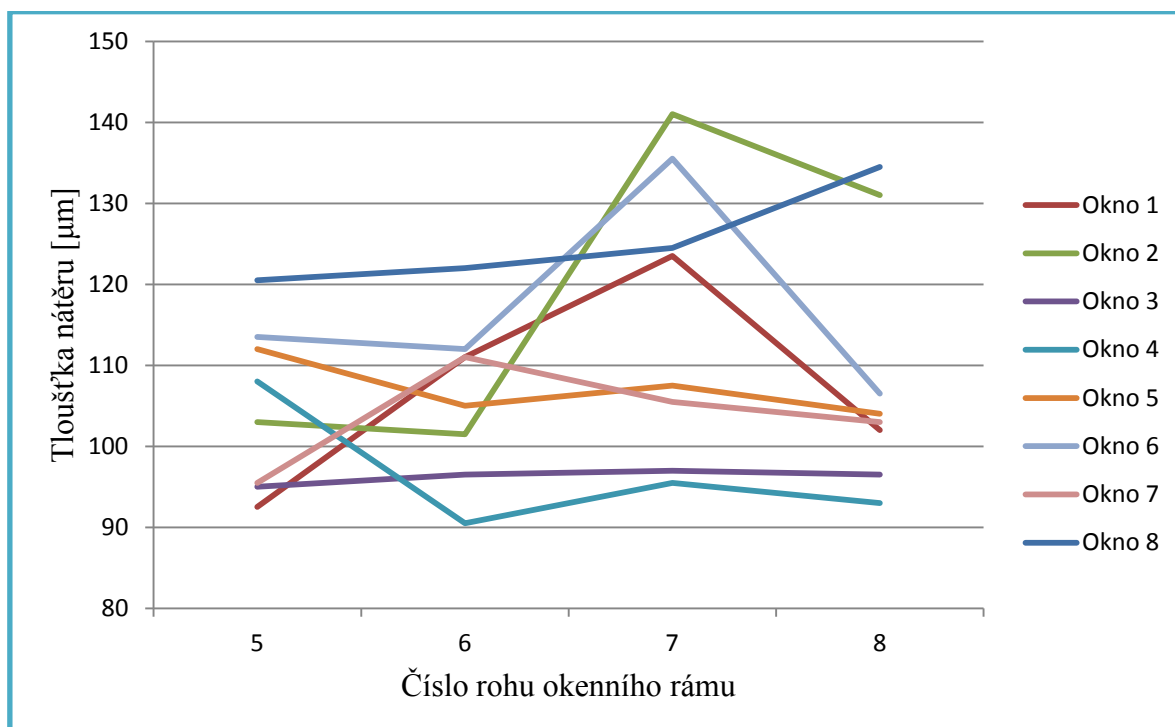


Graf 2 – Tloušťka nátěru okenních křídel - exteriér

### 5.3.1.9.2 Průměrná hodnota tloušťky nátěru okenních ráků



Graf 3 – Tloušťka nátěru okenních ráků - interiér



Graf 4 – Tloušťka nátěru okenních ráků - exteriér

## 5.3.2 Vyhodnocení odolnosti nátěrů

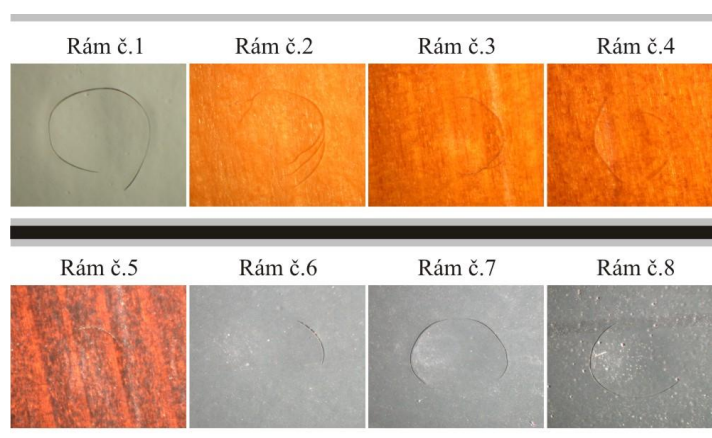
### 5.3.2.1 Výsledky odolnosti proti nárazu koulí o malém průměru

#### 5.3.2.1.1 Teplotní cyklus

Zkušební vzorky (rámy oken) byly po úvodní klimatizaci testovány na odolnost proti nárazu koulí a následně vystaveny teplotním cyklům, po kterých následovalo opakované provedení zkoušky. Na vzorky se působilo střídavě teplotou 70 °C a -20 °C. Každá teplota byla udržována 12 hodin, poté bylo toto cyklování 4x opakováno.

Tab. 4 – Odolnost nátěru teplotní cyklus

Rám okna číslo:	Poškození nátěrového filmu – počáteční stav [N]	Poškození nátěrového filmu – po cyklování [N]
1	18	16
2	12	12
3	10	10
4	13	12
5	10	12
6	10	16
7	10	12
8	12	12



Obr. 48 – Poškození nátěrového filmu po teplotním cyklování

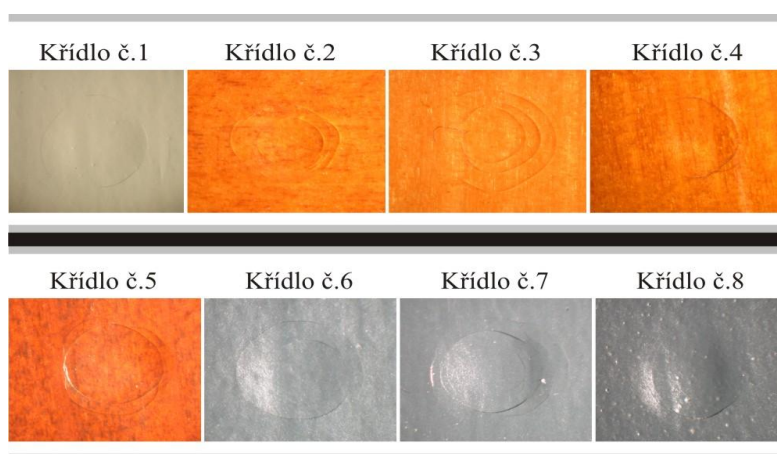


### 5.3.2.1.2 Vlhkostní cyklus

Na vzorcích okenních křídel byla provedena zkouška odolnosti nárazu koulí o malém průměru, v počátečním stavu v době dodání. Vzorky byly následně vystaveny vlhkostním cyklům. Prvních 17 dnů ve vlhkém prostředí, kdy teplota dosahovala 20 °C a relativní vlhkost vzduchu 85 %, poté byly vzorky testovány na odolnost proti nárazu koulí. Následně byly vzorky na 17 dnů umístěny v suchém prostředí při teplotě 20 °C a relativní vlhkost vzduchu 30 %. Po ukončení vlhkostních cyklů byla zkouška provedena opakovaně.

Tab. 5 – Odolnost nátěru vlhkostní cyklus

Křídlo okna číslo:	Poškození nátěrového filmu – počáteční stav [N]	Poškození nátěrového filmu – po cyklování [N]	Poškození nátěrového filmu – po cyklování [N]
1	11	11	10
2	12	10	10
3	10	10	10
4	13	10	10
5	10	10	10
6	10	10	10
7	10	10	12
8	12	10	10



Obr. 49 – Poškození nátěrového filmu po vlhkostním cyklování

### 5.3.2.2 *Vyhodnocení teplotního cyklování*

Výsledná změna estetických, ochranných a elastických vlastností nátěrového filmu je posouzena pod mikroskopem. U všech rámu proběhla podrobná fotodokumentace, která je obsažena v přílohové části.

### 5.3.2.3 *Vyhodnocení vlhkostního cyklování*

Výsledné změny povrchové úpravy působením střídání relativní vlhkosti byly zkoumány pod mikroskopem a fotograficky zdokumentovány. Tyto výsledky jsou zaznamenány v přílohové části diplomové práce.

### 5.3.2.4 *Vyhodnocení zkoušky přilnavosti nátěrů*

#### 5.3.2.4.1 *Expozice 1 – teplotní cyklování*

Okenní rámy byly po úvodní klimatizaci a následném stanovení přilnavosti nátěru vystaveny teplotnímu cyklování. Po cyklování bylo znovu provedeno stanovení přilnavosti nátěru.

*Tab. 6 – Vyhodnocení zkoušky – expozice 1*

Číslo vzorku	Klasifikace přilnavosti	Klasifikace přilnavosti
	- počáteční stav	po cyklování
1	1	0
2	0	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	0	0
7	1	0
8	0	0

Z tabulky 6 na straně 58 můžeme vypočítat, že 50 % zkušebních vzorků podle tabulky 1. Klasifikace výsledků zkoušek na straně 17, vyhověla odloupení malých šupinek povlaku v místech křížení řezu. Zasažená plocha není větší než 5 % plochy mřížky.

### 5.3.2.4.2 Expozice 2 – vlhkostní cyklování

Okenní křídla byla po úvodní klimatizaci a následném stanovení přilnavosti nátěru vystavena vlhkostnímu klimatu. Stanovení přilnavosti nátěru bylo klasifikováno po vlhkém a suchém klimatu.

Tab. 7 – Vyhodnocení zkoušky – expozice 2

Číslo vzorku	Klasifikace přilnavosti - počáteční stav	Klasifikace přilnavosti po vlhkém klimatu	Klasifikace přilnavosti po suchém klimatu
1	0	0	0
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	0	1	1
6	0	0	1
7	0	0	1
8	0	0	0



Obr. 50 – Detail provedení mřížové zkoušky

### **5.3.3 Vyhodnocení zkoušky celistvosti nátěru**

#### **5.3.3.1 Expozice A – celistvost po teplotním cyklování**

❖ Zkušební vzorky byly po úvodní klimatizaci vystaveny následujícímu cyklování:

- 12 hod, teplota 70 °C
- 12 hod, teplota -20 °C
- opakováno 4x
- 38 dnů klima: teplota 16 – 21 °C, vlhkost 30 – 40 %

Po tomto cyklování byly vzorky posouzeny z hlediska celistvosti nátěru v místech rohového napojení.

#### **5.3.3.2 Expozice B – celistvost po vlhkostním cyklování**

❖ Zkušební vzorky byly po úvodní klimatizaci vystaveny následujícímu klimatu:

- 17 dnů ve vlhkém prostředí – teplota 20 °C, relativní vlhkost vzduchu 85 %
- 17 dnů v suchém prostředí – teplota 20 °C, relativní vlhkost vzduchu 30 %
- 3 dny klima: teplota 16 – 21 °C, vlhkost 30 – 40 %

Po tomto cyklování byly vzorky posouzeny z hlediska celistvosti nátěru v místech rohového napojení.

Zkoušky byly vyhodnoceny v souladu s tabulkou 2. U každého zkušební vzorku byly hodnoceny všechny rohové spoje, tj. 4 hodnoty u každého zkušební vzorku.

Tab. 8 – Vyhodnocení zkoušky – expozice A

<b>Popis vzorku</b>	<b>Klasifikace celistvosti - počáteční stav</b>	<b>Klasifikace celistvosti po teplotním cyklování – expozice 1</b>
<b>Rám - 1</b>	1 – u všech čtyř spojů	5, 4, 5, 5
<b>Rám - 2</b>	1 – u všech čtyř spojů	2, 4, 4, 3
<b>Rám - 3</b>	1 – u všech čtyř spojů	4, 4, 3, 3
<b>Rám - 4</b>	1 – u všech čtyř spojů	3, 2, 4, 2
<b>Rám - 5</b>	1 – u všech čtyř spojů	3, 3, 3, 2
<b>Rám - 6</b>	1 – u všech čtyř spojů	3, 2, 2, 3
<b>Rám - 7</b>	1 – u všech čtyř spojů	5, 3, 3, 4
<b>Rám - 8</b>	1 – u všech čtyř spojů	1, 1, 2, 1

Tab. 9 – Vyhodnocení zkoušky – expozice B

<b>Popis vzorku</b>	<b>Klasifikace celistvosti - počáteční stav</b>	<b>Klasifikace celistvosti po vlhkostních cyklech – expozice 2</b>
<b>Křídlo - 1</b>	1 – u všech čtyř spojů	3, 2, 1, 3
<b>Křídlo - 2</b>	1 – u všech čtyř spojů	1, 1, 1, 1
<b>Křídlo - 3</b>	1 – u všech čtyř spojů	3, 2, 3, 3
<b>Křídlo - 4</b>	1 – u všech čtyř spojů	2, 2, 1, 1
<b>Křídlo - 5</b>	1 – u všech čtyř spojů	2, 2, 2, 2
<b>Křídlo - 6</b>	1 – u všech čtyř spojů	2, 2, 2, 2
<b>Křídlo - 7</b>	1 – u všech čtyř spojů	4, 2, 4, 2
<b>Křídlo - 8</b>	1 – u všech čtyř spojů	2, 1, 1, 2

## 6 DISKUZE:

Zkoušky vlastností nátěrových hmot jsou velmi rozsáhlou problematikou, kterou nelze chápat jako univerzální pro všechny výrobky. Je důležité, aby se testovala povrchová úprava, pokud možno, u hotových výrobků takovým způsobem, jakým se bude podílet na konečných vlastnostech výrobku, jejich funkci a v neposlední řadě i životnosti. Z toho vyplývá, že povrchová úprava je dnes velmi specifickou záležitostí a je nutné používat nátěrové hmoty pro konkrétní prostředí, kterému odpovídají jejich vlastnosti. Neméně důležitým faktorem je druh dřeva nebo materiálu na bázi dřeva, který povrchově upravujeme.

Nátěrové hmoty na dřevo dnes podléhají jiným požadavkům, než tomu bylo dříve. Jejich nejzásadnější vlastností je v současnosti difuzní propustnost vodních par. Snahou výrobců nátěrových systémů je, aby film zabraňoval pronikání vlhkosti do dřeva. Pokud ale dřevo vlhkost obsahuje, musí mít možnost vodní páry odvést do exteriéru. S touto vlastností souvisí také elasticita filmu. Dříve byl nátěrový film tlustý a nepropustný. Brzy ale podléhal degradaci vlivem klimatických podmínek. Po dvou až třech letech bylo nutné povrch obnovovat. V současné době je běžná sedmi nebo desetiletá garantovaná životnost nátěrového filmu.

Náš experiment byl zaměřen konkrétně na sledování změn povrchové úpravy v místech rohových spojů okenních rámců a křídel, vystavených v laboratoři extrémním podmínkám. Doba nutná pro jednotlivé dílčí zkoušky byla stanovena na základě zkušenosti odborných pracovníků Zkušebny stavebně truhlářských výrobků ve Zlíně. Ukázalo se, že byla dostatečná pro to, aby se projevil tvarové změny ve spojích.

Pro naše testování bylo nutné vymyslet metodiku. Existují normy na dílčí zkoušky nátěrových hmot, ale v tomto konkrétním případě jsme museli běžně prováděné postupy přizpůsobit danému problému na konkrétním výrobku. Samozřejmě, že ani tento experiment nemůže zcela nahradit skutečné podmínky, které budou na výrobek působit v reálném prostředí a čase.

Z našich zkoušek vyllynulo několik překvapivých zjištění, které jistě budou zajímavé pro širší odbornou veřejnost. Aby byly výsledky dále upotřebitelné, bylo nutné po celou dobu testování provádět podrobnou fotodokumentaci s osminásobným zvětšením. Všechny sledované spoje na křídlech i rámech byly zdokumentovány, což je patrné z barevné přílohy diplomové práce. Volné listy přílohy s vyobrazením dílčích změn nátěrového filmu je možné

porovnávat s barevnými listy umístěnými v textu práce, kde je zachycen počáteční stav každého vzorku okna.

Jednou z důležitých zkoušek bylo zjišťování tloušťky nátěrového filmu. V grafech 1 až 4 můžeme sledovat, že při stanovení tloušťky suchého filmu pomocí ultrazvukového tloušťkoměru, byly výsledky pro všechny rámy i okenní křídla obdobné, ale velmi rozdílné, co se týká jednotlivých rohů v každém rámu. Tloušťka suchého filmu silnovrstvé lazury je stanovena výrobcí v rozmezí 80 – 120  $\mu\text{m}$ . Téměř u poloviny vzorků byla tato hodnota překročena nebo se hodnotě 120  $\mu\text{m}$  blíží. Nepravidelnost tloušťky filmu je dána tím, že se vlysy, a později celé rámy, stříkají ručně a velmi záleží na tom, jak a kdo tuto operaci provádí. Vizuálně rozdíly nezaznamenáme, ale až po provedení této zkoušky se ukázalo, jak lidský faktor výrazně ovlivňuje konečný stav povrchové úpravy. Nutno dodat, že překročení povoleného limitu směrem nahoru je menším prohřeškem, než kdyby tloušťka filmu byla nedostatečná. V tomto ohledu můžeme konstatovat, že všechny vzorky splnily podmínku tloušťky nátěru potřebnou pro použití výrobku v exteriéru.

Mřížková zkouška prokázala dobré vlastnosti přilnavosti všech použitých nátěrových hmot. Mezi vzorky okenních ráků a křidel nebylo dosaženo velkých rozdílů. Největší poškození dosáhlo jen prvního stupně, to znamená, že došlo pouze k odlupování malých šupinek povlaku v místech křížení řezu, a že zasažená plocha není větší než 5 % plochy mřížky. Tento výsledek byl vyhodnocen u poloviny zkušebních vzorků.

Zkouška odolnosti filmu proti nárazu koulí simulovala poškození nátěrové hmoty kroupami. Toto poškození je v praxi poměrně časté, ale velmi podceňované. Drobné praskliny filmu nemusí být na první pohled vidět, po delší době se ale začnou zvětšovat a pod film se proniká voda. Ta způsobí, mimo jiné, tmavé zabarvení, takže rámy získají „kropenatý“ efekt, který je často pro majitele oken nepřijatelný. V tomto případě není jiná možnost, než nátěr obrousit a nanést tmavší odstín lazury. Proto je nutné po každé bouřce s kroupami zkontrolovat okna, případně je ošetřit speciálním ochranným prostředkem. Zkouška byla provedena vždy v rohu, u kterého byla zjištěna nejmenší tloušťka filmu. Všechny testované vzorky splnily stanovenou hodnotu odolnosti proti nárazu.

Z fotodokumentace provedených zkoušek je patrné, že k největším změnám v celistvosti filmů nátěrových hmot došlo v rohových spojích ráků i křidel, především ve vnitřních profilech rámu i křídla, bez výjimky. Je to dáno tím, že dřevo pracuje nerovnoměrně

v různých směrech a v extrémních podmínkách je nuceno se rychle vyrovnávat s napětím, které vzniká při změnách teplot a vlhkosti. Je zřejmé, že samotný film neudrží svou pevnost v případě, že dojde k vytvoření mezery mezi sousedními vlysy rámu. U kolíkového spoje se následky deformace dřeva projeví více, než u čepu a rozporu. Hlavním důvodem je, že u kolíkového spoje se vlysy jen dotýkají (profil/kontraprofil), a jejich spojení je pouze v místech, kde jsou vlepeny kolíky. U čepových spojů jsou vlysy navzájem propojeny a při seschnutí se tedy nevytvoří průběžná spára. K největšímu poškození došlo u vzorku rámu číslo 1 (bílá krycí). Na tomto vzorku byla povrchová úprava v místě napojení vlysů zřetelně porušena. Vyskytly se zde výrazné trhliny a praskliny. Tyto trhliny byly v celé délce sledovaného spoje. Z tabulky devět můžeme vyčíst, že okno číslo 7 (šedá krycí) dosáhlo také nejhoršího stupně poškození. Na ploše ve „V“ spáře nebylo porušení nátěrových filmů výrazné, protože zde se počítá se zaplněním spáry speciálním elastickým tmelem. Tato operace je nezbytná, zvláště z exteriérové strany nesmí dojít k průniku vody do oblasti rohového spoje.

Na základě všech zjištěných poznatků můžeme konstatovat, že všechny nátěrové hmoty splnily požadavky na ně kladené, to znamená, že v zásadních zkouškách obstály. Vzniklé spáry v rohových vnitřních profilech jsou důsledkem extrémního namáhání, ke kterému v praxi většinou nedojde v tak velkém rozsahu. Na plochách v oblasti „V“ spár nebyly deformace filmu prakticky patrné nebo byly minimální.



## 7 ZÁVĚR

Z výčtu zkoušek uvedených v experimentální části diplomové práce a jejich časové náročnosti je zřejmé, že testování nátěrových hmot v celé šíři jejich vlastností není zcela rutinní záležitostí. Povrchové úpravy dřeva bychom neměli považovat za uzavřenou disciplínu, je na ně nutné nahlížet jako na proces, který se v průběhu životnosti nátěrových hmot neustále mění.

Díky zjištěným vlastnostem můžeme konstatovat, že velký vliv na nejkritičtější místo konstrukce oken má nejen nátěrová hmota, ale i typ rohového spoje, případně druh dřeva a správné vyplnění „V“ spár speciálním tmelem. Všechny čtyři faktory se navzájem ovlivňují. V praxi je běžné, že výrobce ve fázi přípravy výroby oken dlouho experimentuje, než dojde k uspokojivému výsledku. Velký vliv na kvalitu provedení povrchové úpravy má lidský faktor. Větší firmy proto dnes přecházejí na strojní nanášení nátěrových hmot, kde je zajištěn rovnoměrný nános filmu po celé ploše rámu a také je zde menší spotřeba nátěrové hmoty.

Nutnou podmínkou našeho výzkumu bylo vypracování nové metodiky práce. Ve Zkušebně STV ve Zlíně dosud žádný test v takovém rozsahu neprováděli. Hlavním cílem bylo zjistit odolnost nátěrů ve „V“ spojích. Laboratorní testování tvořilo několik dílčích zkoušek, které šly v určitém časovém sledu za sebou. Okenní rámy s křídly byly posouzeny z hlediska stanovení tloušťky nátěru, výsledky jsou shrnuty v kapitole 5.3.1. Druhým cílem bylo zkoušení a vyhodnocení jednotlivých vzorků podle ČSN EN: Dekorativní vysokotlaké lamináty, kde byly vzorky zkoušeny na odolnost proti nárazu koulí o malém průměru. Při této zkoušce byly okenní rámy s křídly testovány a posouzeny v místě nárazu příslušné plochy nátěru pod mikroskopem. V průběhu zkoušek vyvstaly otázky, které by mohly být zodpovězeny při dalších podobných experimentech. Například, zda by bylo vhodné kolíkový spoj lepit nejen v místě kolíků, ale i na styčné ploše, nebo jaký vliv na borcení dřeva bude mít orientace vláken ve středových lamelách lepených hranolů.

Závěrem lze říci, že výsledky našeho experimentu jsou velmi pozitivní z hlediska kvality průmyslově používaných nátěrových hmot určených pro otvorové výplně. Testovali jsme nejvíce prodávané systémy povrchové úpravy od čtyř renomovaných zahraničních výrobců, kteří mnoho let spolupracují s českými výrobci stavebně truhlářských výrobků i dřevěných konstrukcí.

## 8 SUMMARY

From the list of the tests mentioned in the experimental part of the work and due time consumption, it is obvious that coating testing of wide range of properties is not a routine. Timber surface treatments should not be considered a closed discipline, it is necessary to perceive it as a process that is constantly changing during the life-time of a coating.

Thanks to detected characteristics it can be concluded that a great influence on the most critical features of window constructions were not only coating materials, but also the types of corner joints, the types of wood and the correct finishing of "V" joints with a specific fillers. All four factors affect each other. In practice, it is common that manufacturers prepare a series of tests in the preparation phase before they get any satisfactory results. A human factor has a great influence on the quality of a surface finish. Larger companies therefore have made a transition to the coating machinery which can assure a uniform film thickness over the entire surface of the frame and less coating matter consumption.

A necessary condition of the research was to develop a new methodology. There was no test in such an extent carried out in the testing room to joinery in Zlin before. The main objective was to determine the resistance of coatings in "V" joints. Laboratory testing was formed by several examinations followed one by another. Window frames with casements were assessed in terms of film thickness determination; the results are summarized in chapter 5.3.1. The second aim was to test and evaluate individual samples according to ČSN EN: Decorative high-pressure laminates samples were used in testing for resistance to small diameter balls impact and their shock. In this test, window frames with casements were tested and assessed at the impact area under a microscope. During the tests, several questions that could be answered at other similar experiments have arisen. For example, whether it would be advisable to glue pin joints not only at the place of the pins, but also at the interface; or what influence does a fiber orientation within the center lamellas of glued blocks have on wood collapsing.

To sum it up, the results of the experiment were very positive in terms of quality of industrially applied coatings of windows. The best-selling coating systems from four renowned foreign manufacturers with many years of collaborations with Czech joinery and wooden structures producers were tested.

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 – Ultrazvukový tloušťkoměr</i> .....	11
<i>Obr. 2 – Funkce ultrazvukového tloušťkoměru</i> .....	11
<i>Obr. 3 – Přístroj pro zkoušku nárazem</i> .....	12
<i>Obr. 4 – Stupnice v Newtonech</i> .....	12
<i>Obr. 5 – Přístroj znázorněný se stlačenou pružinou úderníku (technické údaje přístroje)</i> .....	13
<i>Obr. 6 – Poškození nátěrového filmu</i> .....	13
<i>Obr. 7 – Vtisky do nátěrového filmu</i> .....	13
<i>Obr. 9 – Zkouška odolnosti nárazu</i> .....	14
<i>Obr. 8 – Pozorování povrchu nátěrového filmu</i> .....	14
<i>Obr. 10 – Sušárna Binder</i> .....	15
<i>Obr. 11 – Oblast zkoušky přilnavosti nátěru</i> .....	16
<i>Obr. 12 – Řezný nástroj PIG</i> .....	16
<i>Obr. 13 – Přípravek PIG umožňující provedení mřížové zkoušky (technické údaje přístroje)</i> .....	17
<i>Obr. 14 – Popis okenní konstrukce</i> .....	21
<i>Obr. 15 – Oblast měření</i> .....	21
<i>Obr. 16 – OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled A</i> .....	22
<i>Obr. 17 – OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled B</i> .....	23
<i>Obr. 18 – OKNO 1 – RÁM/ Pohled A</i> .....	24
<i>Obr. 19 – OKNO 1 – RÁM/ Pohled B</i> .....	25
<i>Obr. 20 – OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled A</i> .....	26
<i>Obr. 21 – OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled B</i> .....	27
<i>Obr. 22 – OKNO 2 – RÁM/ Pohled A</i> .....	28
<i>Obr. 23 – OKNO 2 – RÁM/ Pohled B</i> .....	29
<i>Obr. 24 – OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled A</i> .....	30
<i>Obr. 25 – OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled B</i> .....	31
<i>Obr. 26 – OKNO 3 – RÁM/ Pohled A</i> .....	32
<i>Obr. 27 – OKNO 3 – RÁM/ Pohled B</i> .....	33
<i>Obr. 28 – OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled A</i> .....	34
<i>Obr. 29 – OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled B</i> .....	35
<i>Obr. 30 – OKNO 4 – RÁM/ Pohled A</i> .....	36
<i>Obr. 31 – OKNO 4 – RÁM/ Pohled B</i> .....	37
<i>Obr. 32 – OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled A</i> .....	38
<i>Obr. 33 – OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled B</i> .....	39
<i>Obr. 34 – OKNO 5 – RÁM/ Pohled A</i> .....	40
<i>Obr. 35 – OKNO 5 – RÁM/ Pohled B</i> .....	41
<i>Obr. 36 – OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled A</i> .....	42
<i>Obr. 37 – OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled B</i> .....	43
<i>Obr. 38 – OKNO 6 – RÁM/ Pohled A</i> .....	44
<i>Obr. 39 – OKNO 6 – RÁM/ Pohled B</i> .....	45
<i>Obr. 40 – OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled A</i> .....	46

<i>Obr. 41 – OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled B</i> .....	47
<i>Obr. 42 – OKNO 7 – RÁM/ Pohled A</i> .....	48
<i>Obr. 43 – OKNO 7 – RÁM/ Pohled B</i> .....	49
<i>Obr. 44 – OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled A</i> .....	50
<i>Obr. 45 – OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled B</i> .....	51
<i>Obr. 46 – OKNO 8 – RÁM/ Pohled A</i> .....	52
<i>Obr. 47 – OKNO 8 – RÁM/ Pohled B</i> .....	53
<i>Obr. 48 – Poškození nátěrového filmu po teplotním cyklování</i> .....	56
<i>Obr. 49 – Poškození nátěrového filmu po vlhkostrním cyklování</i> .....	57
<i>Obr. 50 – Detail provedení mřížové zkoušky</i> .....	59

➤ Pokud není uvedeno jinak, autor obrázků Jana Hadačová

## **10 SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1– Klasifikace výsledků zkoušek</i> .....	17
<i>Tab. 2 – Klasifikace celistvosti nátěru v místech rohového napojení</i> .....	19
<i>Tab. 3 – Barevná škála oken</i> .....	20
<i>Tab. 4 – Odolnost nátěru teplotní cyklus</i> .....	56
<i>Tab. 5 – Odolnost nátěru vlhkostrní cyklus</i> .....	57
<i>Tab. 6 – Vyhodnocení zkoušky – expozice 1</i> .....	58
<i>Tab. 7 – Vyhodnocení zkoušky – expozice 2</i> .....	59
<i>Tab. 8 – Vyhodnocení zkoušky – expozice A</i> .....	61
<i>Tab. 9 – Vyhodnocení zkoušky – expozice B</i> .....	61

## **11 SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf 1 – Tloušťka nátěru okenních křidel interiér</i> .....	54
<i>Graf 2 – Tloušťka nátěru okenních křidel exteriér</i> .....	54
<i>Graf 3 – Tloušťka nátěru okenního rámu interiér</i> .....	55
<i>Graf 4 – Tloušťka nátěru okenního rámu exteriér</i> .....	55

## 12 CITOVANÁ LITERATURA

PUŠKÁR, Anton. *Okna, dveře, prosklené stěny*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2003, 255 s. ISBN 80-88905-47-8.

BÁČOVÁ, Marie. *Obnova okenních výplní a výkladců*. 1. vyd. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště, 2010, 147 s. Odborné a metodické publikace (Národní památkový ústav). ISBN 978-80-87104-58-3.

MAŘAS, Zdeněk. *Historický a současný vývoj konstrukce dvojitých oken*.

ZEMIAR, Ján. *Technológia výroby*. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2009, 287 s. ISBN 978-80-228-2064-6.

REINPRECHT, Ladislav. *Ochrana dřeva*. 1. Vyd. Zvolen: Vydavateľstvo technickej univerzity vo Zvolene, 2008, 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6

NUTSCH, Wolfgang. *Příručka pro truhláře*. Praha: Sobotáles, 1999, 540 s. ISBN 80-85920-60-3.

ŽÁK, Jaroslav a Ladislav REINPRECHT. *Ochrana dřeva ve stavbě: odborná příručka pro stavebníky, investory, projektanty a architekty*. Vyd. 1. Praha: ABF, 1998, 95 s. ISBN 80-86165-00-0.

### Normy:

ČSN EN ISO 2808: Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru, 2007

ČSN 67 3098: Nátěrové hmoty – Stanovení odolnosti proti střídání teplot, 1988

ČSN EN ISO 2409: Nátěrové hmoty – Mřížková zkouška, 2013

ČSN EN: Dekorativní vysokotlaké lamináty (HPL). Desky na bázi termosetických pryskyřic. Část 2: Stanovení vlastností, 2005

Internetové zdroje:

<http://www.zstv.cz/>

## 13 PŘÍLOHY

### KLIMATICKÉ PROSTŘEDÍ LABORATOŘE:

Hodnoty mikroklima v laboratoři, kde probíhaly zkoušky (Zkušebna stavebně truhlářských výrobků ve Zlíně)

Datum	Čas	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Ros.bod [°C]	Tlak [hPa]
3.11.2014	12:00:00	19,2	47,4	7,7	998,9
3.11.2014	16:00:00	19,4	47,7	8	986,1
3.11.2014	20:00:00	18,8	48,9	7,8	985,2
4.11.2014	0:00:00	18,3	49,4	7,5	982,7
4.11.2014	4:00:00	17,9	49,8	7,5	980,6
4.11.2014	8:00:00	19,2	48,5	8	980,2
4.11.2014	12:00:00	19,7	48,1	8,4	978,8
4.11.2014	16:00:00	19,2	49,8	8,5	977,8
4.11.2014	20:00:00	18,8	50,6	8,3	977,7
5.11.2014	0:00:00	18,6	50	8	977
5.11.2014	4:00:00	18,5	50,1	7,8	976,7
5.11.2014	8:00:00	19,2	48,6	8,1	977,5
5.11.2014	12:00:00	19,4	49,6	8,5	978,2
5.11.2014	16:00:00	18,8	51	8,5	978,1
5.11.2014	20:00:00	18,8	50,8	8,4	979,7
6.11.2014	0:00:00	18,8	50,8	8,4	980,5
6.11.2014	4:00:00	18,8	51,2	8,5	981,1
6.11.2014	8:00:00	19,5	50,4	8,9	983,5
6.11.2014	12:00:00	19,4	51,3	9,1	985
6.11.2014	16:00:00	19	52,5	9,1	985,8
6.11.2014	20:00:00	19	52,2	9	986,4
7.11.2014	0:00:00	18,7	52,4	8,8	986,2
7.11.2014	4:00:00	18,5	52,6	8,6	984
7.11.2014	8:00:00	19,2	51,5	8,9	983,8
7.11.2014	12:00:00	19,7	52,2	9,6	982,9
7.11.2014	16:00:00	19,5	53,3	9,8	981,8
7.11.2014	20:00:00	19,1	54	9,6	983
8.11.2014	0:00:00	18,8	54,2	9,4	984,1
8.11.2014	4:00:00	18,6	54,8	9,4	986,2
8.11.2014	8:00:00	18,5	54,9	9,3	989,2
8.11.2014	12:00:00	18,5	55,1	9,3	990,3
8.11.2014	16:00:00	18,3	55,2	9,1	989,6
8.11.2014	20:00:00	18,1	54,8	8,9	989,3
9.11.2014	0:00:00	18	54,7	8,7	988
9.11.2014	4:00:00	17,9	54,5	8,6	986,7
9.11.2014	8:00:00	17,8	54,5	8,4	987,3
9.11.2014	12:00:00	17,9	54,8	8,7	986,3
9.11.2014	16:00:00	17,8	55,6	8,8	986,3
9.11.2014	20:00:00	17,6	55,4	8,6	987

10.11.2014	0:00:00	17,6	55,3	8,5	987,3
10.11.2014	4:00:00	17,4	55,3	8,4	986,9
10.11.2014	8:00:00	18,9	53	9,1	988
10.11.2014	12:00:00	19,7	52,4	9,6	988
10.11.2014	16:00:00	19,9	52,4	9,9	987,9
10.11.2014	20:00:00	19,3	54,3	9,8	987,9
11.11.2014	0:00:00	18,8	54,7	9,4	988,1
11.11.2014	4:00:00	18,5	54,9	9,2	988
11.11.2014	8:00:00	19,5	53,3	9,7	988,3
11.11.2014	12:00:00	19,9	53,4	10,1	987,2
11.11.2014	16:00:00	19,5	54,7	10,2	986
11.11.2014	20:00:00	19,2	55,1	9,9	985,9
12.11.2014	0:00:00	18,8	55,2	9,6	985,2
12.11.2014	4:00:00	18,6	55,3	9,5	983,5
12.11.2014	8:00:00	19,3	53,6	9,6	982,8
12.11.2014	12:00:00	19,7	53,2	9,9	982,2
12.11.2014	16:00:00	20,1	52,8	10,2	981,5
12.11.2014	20:00:00	19,5	54	10	981,8
13.11.2014	0:00:00	19,2	54,2	9,7	983,1
13.11.2014	4:00:00	18,9	54,2	9,5	983,7
13.11.2014	8:00:00	19,4	52,4	9,4	985,5
13.11.2014	12:00:00	19,8	52,8	9,9	986,1
13.11.2014	16:00:00	19,5	54,1	10	986,5
13.11.2014	20:00:00	19,3	54,2	9,8	988
14.11.2014	0:00:00	19	54,1	9,5	989
14.11.2014	4:00:00	18,6	53,8	9,1	988,8
14.11.2014	8:00:00	19,4	51,7	9,2	989,8
14.11.2014	12:00:00	19,5	21,1	9,4	988,9
14.11.2014	16:00:00	19,9	52,2	9,8	988,3
14.11.2014	20:00:00	19,4	53	9,5	988
15.11.2014	0:00:00	19,1	53,1	9,3	987,9
15.11.2014	4:00:00	18,9	53,1	9,1	986,1
15.11.2014	8:00:00	18,8	53,1	9,1	985,5
15.11.2014	12:00:00	18,8	53,1	9,1	984,3
15.11.2014	16:00:00	18,7	53,3	9	982,1
15.11.2014	20:00:00	18,6	53	8,8	982,2
16.11.2014	0:00:00	18,5	52,7	8,6	980,2
16.11.2014	4:00:00	18,4	52,6	8,5	979,2
16.11.2014	8:00:00	18,3	52,5	8,4	978,6
16.11.2014	12:00:00	18,3	52,8	8,5	980,1
16.11.2014	16:00:00	18,2	52,9	8,4	980,7
16.11.2014	20:00:00	18,1	52,5	8,2	981,8
17.11.2014	0:00:00	18	52,4	8,1	982,4
17.11.2014	4:00:00	17,9	52,4	8	982,3
17.11.2014	8:00:00	17,9	52,3	8	983
17.11.2014	12:00:00	17,8	52,8	8	983,3
17.11.2014	16:00:00	17,8	52,6	7,9	983,5
17.11.2014	20:00:00	17,6	52,4	7,7	984,2

18.11.2014	0:00:00	17,6	52,2	7,6	984
18.11.2014	4:00:00	17,4	52	7,5	982,5
18.11.2014	8:00:00	18,8	49,3	8	982,2
18.11.2014	12:00:00	19,4	49,1	8,4	980,4
18.11.2014	16:00:00	19,6	49,7	8,8	980,9
18.11.2014	20:00:00	18,8	51,1	8,5	981,8
19.11.2014	0:00:00	18,3	51,6	8,1	984,1
19.11.2014	4:00:00	17,8	51,6	7,7	984,8
19.11.2014	8:00:00	18,8	49,4	8	986,9
19.11.2014	12:00:00	19,9	49,2	8,9	988,3
19.11.2014	16:00:00	20,2	49,1	9,2	990,6
19.11.2014	20:00:00	19,3	51,2	8,9	992,8
20.11.2014	0:00:00	18,6	51,2	8,3	995,2
20.11.2014	4:00:00	18,1	51,3	7,9	996,4
20.11.2014	8:00:00	18,8	49,3	8	997,8
20.11.2014	12:00:00	19,2	49,5	8,3	997,9
20.11.2014	16:00:00	19,1	49,7	8,3	997,8
20.11.2014	20:00:00	18,6	50,6	8,1	998,1
21.11.2014	0:00:00	18,1	51,1	7,8	998,2
21.11.2014	4:00:00	17,8	51,3	7,6	997,9
21.11.2014	8:00:00	18,7	49,5	7,9	998,1
21.11.2014	12:00:00	19	49,3	8,2	998,7
21.11.2014	16:00:00	19,2	48,6	8,1	997,8
21.11.2014	20:00:00	18,7	49,4	7,9	997,8
22.11.2014	0:00:00	18,1	49,7	7,4	997,9
22.11.2014	4:00:00	17,8	49,6	7,1	997,5
22.11.2014	8:00:00	17,6	49,7	6,9	998,2
22.11.2014	12:00:00	17,4	50	6,8	999,2
22.11.2014	16:00:00	17,2	49,8	6,8	998,9
22.11.2014	20:00:00	17	49,3	6,3	999,6
23.11.2014	0:00:00	16,8	49	6	1000,2
23.11.2014	4:00:00	16,7	48,8	5,8	1000,2
23.11.2014	8:00:00	16,5	48,7	5,6	1001,3
23.11.2014	12:00:00	16,5	48,9	5,7	1002
23.11.2014	16:00:00	16,3	48,8	5,5	1001,1
23.11.2014	20:00:00	16,1	48,1	5,1	1001,4
24.11.2014	0:00:00	16	47,5	4,8	1001,1
24.11.2014	4:00:00	17	45,3	5	999,9
24.11.2014	8:00:00	18	43,6	5,4	999,4
24.11.2014	12:00:00	18,6	42,8	5,8	998,5
24.11.2014	16:00:00	18,6	43,4	5,9	998,4
24.11.2014	20:00:00	18	45,2	6	999,8
25.11.2014	0:00:00	17,3	46,4	5,7	1000,5
25.11.2014	4:00:00	16,9	47	5,4	1000,2
25.11.2014	8:00:00	18,2	44,4	5,9	1000,6
25.11.2014	12:00:00	18,6	44,2	6,2	1000,6
25.11.2014	16:00:00	18,8	44,8	6,5	999,8
25.11.2014	20:00:00	18,1	46,1	6,3	999,6



<b>26.11.2014</b>	0:00:00	17,4	46,8	5,9	999,2
<b>26.11.2014</b>	4:00:00	17	46,5	5,4	998
<b>26.11.2014</b>	8:00:00	18,2	43,3	5,5	998
<b>26.11.2014</b>	12:00:00	18,6	43,2	5,9	997
<b>26.11.2014</b>	16:00:00	19	44,1	6,5	995,5
<b>26.11.2014</b>	20:00:00	18	45,6	6,1	995
<b>27.11.2014</b>	0:00:00	17,4	46,2	5,7	994,1
<b>27.11.2014</b>	4:00:00	17,1	46,3	5,5	992,8
<b>27.11.2014</b>	8:00:00	18,3	43,3	5,6	992,5
<b>27.11.2014</b>	12:00:00	19	43,2	6,2	991,9
<b>27.11.2014</b>	16:00:00	19	42,3	5,9	990,9
<b>27.11.2014</b>	20:00:00	18,1	44,4	5,8	990,8
<b>28.11.2014</b>	0:00:00	17,5	44,3	5,2	990,9
<b>28.11.2014</b>	4:00:00	17,2	44,3	4,9	990,4
<b>28.11.2014</b>	8:00:00	18,2	42	5,1	991,3
<b>28.11.2014</b>	12:00:00	18,5	41,7	5,3	991,5
<b>28.11.2014</b>	16:00:00	18,8	41,4	5,4	991,8
<b>28.11.2014</b>	20:00:00	18,2	43,4	5,5	992,8
<b>29.11.2014</b>	0:00:00	17,5	44,4	5,2	993,1
<b>29.11.2014</b>	4:00:00	17,1	44,6	5	992,7
<b>29.11.2014</b>	8:00:00	16,9	44,7	4,7	993,2
<b>29.11.2014</b>	12:00:00	16,6	44,7	4,5	993
<b>29.11.2014</b>	16:00:00	16,3	44,4	4,2	992,8
<b>29.11.2014</b>	20:00:00	16,1	44	3,8	993,3
<b>30.11.2014</b>	0:00:00	15,9	43,7	3,6	992,7
<b>30.11.2014</b>	4:00:00	15,8	43,4	3,3	992,6
<b>30.11.2014</b>	8:00:00	16,5	41,6	3,4	991,8
<b>30.11.2014</b>	12:00:00	16,3	42,7	3,6	991,1
<b>30.11.2014</b>	16:00:00	16,3	42	3,3	989,8
<b>30.11.2014</b>	20:00:00	16,5	41,3	3,3	990
<b>1.12.2015</b>	0:00:00	17,4	39	3,2	989,7
<b>1.12.2015</b>	4:00:00	17,7	38,9	3,5	989,4
<b>1.12.2015</b>	8:00:00	18,5	39,7	4,5	989
<b>1.12.2014</b>	12:00:00	18,6	31,4	1,3	989,2
<b>1.12.2014</b>	16:00:00	18,8	38,4	4,4	986,8
<b>1.12.2014</b>	20:00:00	18,3	40,3	4,5	985,9
<b>2.12.2014</b>	0:00:00	17,6	41,3	4,2	985,9
<b>2.12.2014</b>	4:00:00	17,2	41,5	4	985,5
<b>2.12.2014</b>	8:00:00	18,5	39,7	4,5	986,4
<b>2.12.2014</b>	12:00:00	19	39,1	4,7	987
<b>2.12.2014</b>	16:00:00	18,9	38,5	4,5	987,6
<b>2.12.2014</b>	20:00:00	18,4	40,5	4,7	988,5
<b>3.12.2014</b>	0:00:00	17,8	40,7	4,2	990,2
<b>3.12.2014</b>	4:00:00	17,4	40,8	4	990,6
<b>3.12.2014</b>	8:00:00	18,6	38,8	4,3	992,5
<b>3.12.2014</b>	12:00:00	19	38,6	4,5	993,3
<b>3.12.2014</b>	16:00:00	19	38,9	4,7	993,9
<b>3.12.2014</b>	20:00:00	18,6	40,2	4,8	994,3

4.12.2014	0:00:00	18	40,7	4,5	994,3
4.12.2014	4:00:00	17,7	40,8	4,2	994,4
4.12.2014	8:00:00	18,8	39	4,5	994,4
4.12.2014	12:00:00	19,3	39,7	5,2	993,7
4.12.2014	16:00:00	19,4	40,7	5,7	993
4.12.2014	20:00:00	18,4	42,2	5,3	992,7
5.12.2014	0:00:00	17,8	42,2	4,7	992,7
5.12.2014	4:00:00	17,4	40,5	4,4	992,1
5.12.2014	8:00:00	18,4	40,9	4,7	999,2
5.12.2014	12:00:00	19,6	41,2	6	992,1
5.12.2014	16:00:00	19,8	42,7	6,2	991,5
5.12.2014	20:00:00	18,8	43,1	5,9	991,6
6.12.2014	0:00:00	18,3	43,2	5,6	991,9
6.12.2014	4:00:00	18,1	43,3	5,3	991,4
6.12.2014	8:00:00	17,8	43,6	5,2	992,3
6.12.2014	12:00:00	17,6	43,8	5,1	992,4
6.12.2014	16:00:00	17,4	43,7	5	992,1
6.12.2014	20:00:00	17,2	43,6	4,8	992,2
7.12.2014	0:00:00	17,2	43,5	4,7	992,2
7.12.2014	4:00:00	16,9	43,3	4,4	991,1
7.12.2014	8:00:00	16,8	43,5	4,2	991,5
7.12.2014	12:00:00	16,7	43,5	4,2	990,8
7.12.2014	16:00:00	16,6	43	4,1	990
7.12.2014	20:00:00	16,5	41,9	3,9	989,9
8.12.2014	0:00:00	17,2	41	4,1	989,8
8.12.2014	4:00:00	17,6	40,4	4,1	989,3
8.12.2014	8:00:00	18,5	40	4,7	989,8
8.12.2014	12:00:00	19	39,3	5,1	990,3
8.12.2014	16:00:00	18,9	41	4,8	990,8
8.12.2014	20:00:00	18,4	41,6	4,9	991,7
9.12.2014	0:00:00	17,8	41,5	4,5	992,1
9.12.2014	4:00:00	17,4	39,2	4,1	993
9.12.2014	8:00:00	18,4	38,2	4,3	995,2
9.12.2014	12:00:00	18,9	36,5	4,3	996,7
9.12.2014	16:00:00	19	38,5	3,8	998,6
9.12.2014	20:00:00	18,1	39,3	3,8	999,2
10.12.2014	0:00:00	17,6	39,3	3,6	1000,2
10.12.2014	4:00:00	17,2	37,1	3,3	998,8
10.12.2014	8:00:00	18,3	35,9	3,4	997,6
10.12.2014	12:00:00	18,9	37	3,4	995,6
10.12.2014	16:00:00	18,2	38,4	3,9	994
10.12.2014	20:00:00	17,8	38,6	3,8	992,8
11.12.2014	0:00:00	17,4	39	3,5	991,9
11.12.2014	4:00:00	18,5	37,1	3,3	991,3
11.12.2014	8:00:00	19	38,1	3,6	989,7
11.12.2014	12:00:00	19,1	38	4,4	988,5
11.12.2014	16:00:00	18,3	38,8	4,4	987,5
11.12.2014	20:00:00	17,9	38,9	4,1	986,9

12.12.2014	0:00:00	17,6	39,2	3,7	986,2
12.12.2014	4:00:00	18,5	37,6	3,5	988
12.12.2014	8:00:00	19	38,4	3,8	988,7
12.12.2014	12:00:00	19,3	37,9	4,5	986,7
12.12.2014	16:00:00	18,6	38,7	4,6	984,3
12.12.2014	20:00:00	18,1	39,2	4,2	983,2
13.12.2014	0:00:00	17,8	39,7	4	983,9
13.12.2014	4:00:00	17,5	40	3,9	984,4
13.12.2014	8:00:00	17,5	4,4	3,7	986,8
13.12.2014	12:00:00	17,2	41,1	3,9	986,8
13.12.2014	16:00:00	17	40,9	3,9	988,3
13.12.2014	20:00:00	16,9	40,6	3,6	989,7
14.12.2014	0:00:00	16,7	40,4	3,4	990,5
14.12.2014	4:00:00	16,5	40,2	3,2	990,2
14.12.2014	8:00:00	16,5	40,8	2,9	991,1
14.12.2014	12:00:00	16,3	41,1	3,1	992
14.12.2014	16:00:00	17,2	38,8	3,1	991,7
14.12.2014	20:00:00	16,7	40,1	3,1	992,7
15.12.2014	0:00:00	17,4	38,7	3,1+	993,2
15.12.2014	4:00:00	18,3	37,6	3,1	991,8
15.12.2014	8:00:00	18,8	38	3,6	991,8
15.12.2014	12:00:00	19	38,7	4,2	991,8
15.12.2014	16:00:00	18,3	40,2	4,6	991,1
16.12.2014	20:00:00	17,8	40,8	4,5	990,8
16.12.2014	0:00:00	17,4	41,2	4,3	990,2
16.12.2014	4:00:00	18,6	39,9	4,1	988,3
16.12.2014	8:00:00	19	40,8	4,7	987,4
16.12.2014	12:00:00	19,2	40,6	5,3	985,8
16.12.2014	16:00:00	18,7	41,7	5,5	984,3
16.12.2014	20:00:00	18,2	42,2	5,4	984,1
17.12.2014	0:00:00	17,9	42,4	5,1	984,3
17.12.2014	4:00:00	18,8	40,8	5	984,5
17.12.2014	8:00:00	19,2	41	5,2	985,8
17.12.2014	12:00:00	18,9	41,6	5,7	985,8
17.12.2014	16:00:00	18,5	41,5	5,6	984,4
17.12.2014	20:00:00	18,1	41,4	5,2	983,9
18.12.2014	0:00:00	17,8	41,5	4,8	983,8
18.12.2014	4:00:00	18,5	40,1	4,5	984,8
18.12.2014	8:00:00	19	39,9	4,7	987,2
18.12.2014	12:00:00	19,1	40,8	5,1	988,3
18.12.2014	16:00:00	18,8	41,3	5,5	988,6
18.12.2014	20:00:00	18,4	42,3	5,4	988,4
19.12.2014	0:00:00	18,4	42,1	5,3	987,5
19.12.2014	4:00:00	18,1	43,3	5,4	987,3
19.12.2014	8:00:00	18,9	43,7	6,3	988,2
19.12.2014	12:00:00	19,4	44	6,8	988
19.12.2014	16:00:00	19,5	44,1	6,9	986,4
19.12.2014	20:00:00	19	44,2	6,5	986,1

20.12.2014	0:00:00	18,6	44,4	6,3	987,1
20.12.2014	4:00:00	18,4	44,4	6,1	989,4
20.12.2014	8:00:00	18,1	44,2	5,7	992,7
20.12.2014	12:00:00	18,1	43,1	5,3	992,3
20.12.2014	16:00:00	17,8	43,1	5,1	989,8
20.12.2014	20:00:00	17,6	42	4,6	989
21.12.2014	0:00:00	17,4	41,1	4	989,2
21.12.2014	4:00:00	17,2	41	3,8	991,8
21.12.2014	8:00:00	17	41	3,7	994,9
21.12.2014	12:00:00	16,9	40,1	3,2	998,3
21.12.2014	16:00:00	16,7	40	3,1	998,2
21.12.2014	20:00:00	16,6	40,2	3	998,6
22.12.2014	0:00:00	17,6	37,9	3	996,7
22.12.2014	4:00:00	17,1	38,4	2,8	993,9
22.12.2014	8:00:00	18,5	36,4	3,3	992,2
22.12.2014	12:00:00	19,5	36,7	4,3	991,4
22.12.2014	16:00:00	19,2	37,1	4,2	989,8
22.12.2014	20:00:00	18,3	38,7	4	990,6
23.12.2014	0:00:00	17,8	39,7	3,9	990
23.12.2014	4:00:00	17,6	40,1	3,8	990,3
23.12.2014	8:00:00	17,4	40,3	3,7	990,8
23.12.2014	12:00:00	17,3	40,9	3,9	991,1
23.12.2014	16:00:00	17,3	41,4	4,1	990,8
23.12.2014	20:00:00	17,2	41,2	3,9	991,4
24.12.2014	0:00:00	17	41	3,7	991,8
24.12.2014	4:00:00	17	40,9	3,6	991,2
24.12.2014	8:00:00	16,8	40,8	3,4	991,2
24.12.2014	12:00:00	17	40,9	3,6	989,5
24.12.2014	16:00:00	16,7	40,1	3,1	990,8
24.12.2014	20:00:00	16,6	39,4	2,7	990,3
25.12.2014	0:00:00	16,5	39,4	2,6	989,8
25.12.2014	4:00:00	16,4	39,5	2,6	989,2
25.12.2014	8:00:00	16,3	39,9	2,7	990,6
25.12.2014	12:00:00	16,4	40,4	2,9	991,7
25.12.2014	16:00:00	16,4	40,1	2,6	992,4
25.12.2014	20:00:00	16,1	39,2	2,2	992,7
26.12.2014	0:00:00	16	38,7	1,9	992,7
26.12.2014	4:00:00	15,8	38,6	1,7	991,6
26.12.2014	8:00:00	15,8	38,4	1,6	992,7
26.12.2014	12:00:00	15,6	38,5	1,5	995,5
26.12.2014	16:00:00	15,4	36,6	0,6	996
26.12.2014	20:00:00	15,2	37,1	0,7	995,7
27.12.2014	0:00:00	15	36,8	0,4	994,7
27.12.2014	4:00:00	16,3	34,5	0,6	992,7
27.12.2014	8:00:00	15,6	33,1	-0,5	989,9
27.12.2014	12:00:00	16,4	33	0,1	985,2
27.12.2014	16:00:00	15,4	34,3	-0,3	981,4
27.12.2014	20:00:00	16,5	32,4	-0,1	979,5

<b>28.12.2014</b>	0:00:00	15,6	32,2	-0,9	979,5
<b>28.12.2014</b>	4:00:00	16,4	31,8	-0,4	980,2
<b>28.12.2014</b>	8:00:00	16,7	31,9	-0,1	983,7
<b>28.12.2014</b>	12:00:00	16	32,5	-0,4	986,3
<b>28.12.2014</b>	16:00:00	16,2	30,5	-1	989,4
<b>28.12.2014</b>	20:00:00	16,1	28,3	-2,1	993,2
<b>29.12.2014</b>	0:00:00	16,5	28,9	-1,5	995,6
<b>29.12.2014</b>	4:00:00	15,8	29,7	-1,6	995,8
<b>29.12.2014</b>	8:00:00	16	29,8	-1,4	995,3
<b>29.12.2014</b>	12:00:00	16,5	29,9	-1,1	995,1
<b>29.12.2014</b>	16:00:00	16,7	30,3	-0,8	996,1
<b>29.12.2014</b>	20:00:00	16,7	29,6	-1	998,8
<b>30.12.2014</b>	0:00:00	15,8	28,8	-2	1001,7
<b>30.12.2014</b>	4:00:00	16,1	29,2	-1,6	1002,1
<b>30.12.2014</b>	8:00:00	16,3	28,7	-1,7	1002,8
<b>30.12.2014</b>	12:00:00	16,7	28,1	-1,7	1003,2
<b>30.12.2014</b>	16:00:00	15,4	29,8	-1,9	1003,4
<b>30.12.2014</b>	20:00:00	16,3	27,4	-2,3	1004,7
<b>31.12.2014</b>	0:00:00	16,2	27,1	-2,4	1004,9
<b>31.12.2014</b>	4:00:00	16,3	27,1	-2,4	1005,3
<b>31.12.2014</b>	8:00:00	17	26,8	-1,9	1006,2
<b>31.12.2014</b>	12:00:00	16,3	28,4	-1,8	1007,2
<b>31.12.2014</b>	16:00:00	16,4	27,8	-2	1006,8
<b>31.12.2014</b>	20:00:00	16,6	27,2	-2,1	1007,6
<b>1.1.2015</b>	0:00:00	16,9	26,9	-2	1007,2
<b>1.1.2015</b>	4:00:00	17,1	27,4	-1,6	1006,5
<b>1.1.2015</b>	8:00:00	16,2	28	-2	1006,2
<b>1.1.2015</b>	12:00:00	16,3	28,7	-1,7	1006,2
<b>1.1.2015</b>	16:00:00	16,9	28,1	-1,5	1006,4
<b>1.1.2015</b>	20:00:00	15,8	29,3	-1,5	1006,1
<b>2.1.2015</b>	0:00:00	16,1	29,5	-1,1	1004,8
<b>2.1.2015</b>	4:00:00	16,8	29,3	-1,3	1002
<b>2.1.2015</b>	8:00:00	15,8	30,6	-1,3	1000,5
<b>2.1.2015</b>	12:00:00	16,7	30,7	-0,6	997,8
<b>2.1.2015</b>	16:00:00	15,7	32,2	-0,8	996,1
<b>2.1.2015</b>	20:00:00	15,9	32	-0,7	997,4
<b>3.1.2015</b>	0:00:00	15,8	32,7	-0,5	998,2
<b>3.1.2015</b>	4:00:00	16,3	32	-0,4	999,5
<b>3.1.2015</b>	8:00:00	15,8	32,2	-0,7	999,5
<b>3.1.2015</b>	12:00:00	16,5	31,8	-0,3	997,3
<b>3.1.2015</b>	16:00:00	15,8	32,6	-0,6	992,4
<b>3.1.2015</b>	20:00:00	16,6	31,5	-0,3	989
<b>4.1.2015</b>	0:00:00	15,7	32,7	-0,6	985,7
<b>4.1.2015</b>	4:00:00	16,5	32	-0,2	986,5
<b>4.1.2015</b>	8:00:00	15,8	33	-0,4	988,9
<b>4.1.2015</b>	12:00:00	15,2	34	-0,5	990,8
<b>4.1.2015</b>	16:00:00	14,7	33	-1,2	992
<b>4.1.2015</b>	20:00:00	15,7	32,2	-0,8	994,3

5.1.2015	0:00:00	14,9	33	-1,1	995,9
5.1.2015	4:00:00	15,4	31,5	-1,2	997,4
5.1.2015	8:00:00	16,3	31,3	-0,7	997,6
5.1.2015	12:00:00	17,9	30,9	0,5	994,6
5.1.2015	16:00:00	18	32	1,1	994
6.1.2015	8:00:00	18,3	31,5	1,1	999,3
6.1.2015	12:00:00	18,6	31,3	1,2	999,5
6.1.2015	16:00:00	18,9	31,8	1,8	1000,1
6.1.2015	20:00:00	17,7	32,9	1,1	1001,7
7.1.2015	0:00:00	17	32,2	0,2	1001,6
7.1.2015	4:00:00	16,5	31,5	-0,4	1002,3
7.1.2015	8:00:00	18,1	29,9	0,2	1002,7
7.1.2015	12:00:00	18,6	30,2	0,8	1003,1
7.1.2015	16:00:00	18,7	30,5	1	1003,2
7.1.2015	20:00:00	17,8	31,8	0,8	1004,5
8.1.2015	0:00:00	17,2	32	0,4	1004,7
8.1.2015	4:00:00	16,8	32	0	1004,2
8.1.2015	8:00:00	18,3	30,5	0,6	1004,3
8.1.2015	12:00:00	19,2	30,5	1,4	1003,6
8.1.2015	16:00:00	19,2	30,2	1,3	1001,2
8.1.2015	20:00:00	18,3	31,6	1,1	999,3
9.1.2015	0:00:00	17,6	32,1	0,7	995,7
9.1.2015	4:00:00	17,2	32,5	0,5	996,9
9.1.2015	8:00:00	18,5	31,5	1,2	997,4
9.1.2015	12:00:00	18,8	31,6	1,5	993
9.1.2015	16:00:00	18,8	32,3	1,9	986,7
9.1.2015	20:00:00	18,5	33	1,9	983,7
10.1.2015	0:00:00	17,9	34,4	2	982,6
10.1.2015	4:00:00	17,6	34,7	1,8	981,8
10.1.2015	8:00:00	17,4	35,3	1,8	981,3
10.1.2015	12:00:00	17,2	35,9	2	980,2
10.1.2015	16:00:00	17,1	37	2,3	978,3
10.1.2015	20:00:00	17,1	38,3	2,8	978,8
11.1.2015	0:00:00	16,9	39,7	3,1	981,9
11.1.2015	4:00:00	16,8	37,7	2,3	982,6
11.1.2015	8:00:00	16,6	37,4	2	982,8
11.1.2015	12:00:00	17,6	35,3	2,1	983,4
11.1.2015	16:00:00	18	33,4	1,6	985,1
11.1.2015	20:00:00	17,4	33,7	1,2	986,6
12.1.2015	0:00:00	17,8	32,7	1,2	988,6
12.1.2015	4:00:00	17,9	32,5	1,2	990,1
12.1.2015	8:00:00	18,6	33,4	2,2	992,8
12.1.2015	12:00:00	18,8	33,5	2,4	993,9
12.1.2015	16:00:00	19	33,6	2,6	993
12.1.2015	20:00:00	18,6	33,9	2,4	993,4
13.1.2015	0:00:00	18	34,2	2	992,7
13.1.2015	4:00:00	17,6	33,9	1,5	992,9
13.1.2015	8:00:00	18,8	32,8	2,1	992

13.1.2015	12:00:00	19,2	33,1	2,5	989,5
13.1.2015	16:00:00	19,4	33,9	3	989,5
13.1.2015	20:00:00	18,5	34,4	2,5	989,3
14.1.2015	0:00:00	18,2	34,3	2,2	988,4
14.1.2015	4:00:00	17,9	34,3	1,9	987,7
14.1.2015	8:00:00	18,8	33,1	2,2	987,6
14.1.2015	12:00:00	19,2	33,5	2,8	987,4
14.1.2015	16:00:00	19,3	34,2	3,1	986,7
14.1.2015	20:00:00	18,6	34,8	2,8	988,7
15.1.2015	0:00:00	18,3	35,2	2,6	988,7
15.1.2015	4:00:00	17,9	35,5	2,4	991,7
15.1.2015	8:00:00	19	33,8	2,6	992,2
15.1.2015	12:00:00	19,5	33,9	3,2	991,4
15.1.2015	16:00:00	19,4	34,4	3,3	987,9
15.1.2015	20:00:00	18,9	35,1	3,1	987,7
16.1.2015	0:00:00	18,4	35,4	2,8	986,6
16.1.2015	4:00:00	18,1	35,6	2,6	986
16.1.2015	8:00:00	19,2	34,2	3	986,7
16.1.2015	12:00:00	19,5	34,7	3,5	986
16.1.2015	16:00:00	19,4	35,2	3,6	984,7
16.1.2015	20:00:00	19,1	36,1	3,7	983,7
17.1.2015	0:00:00	18,6	36,5	3,4	982,7
17.1.2015	4:00:00	18,4	36,7	3,3	981,3
17.1.2015	8:00:00	18,1	36,8	3,1	981,5
17.1.2015	12:00:00	18,1	36,9	3,1	983,8
17.1.2015	16:00:00	17,9	37,1	3	985,7
17.1.2015	20:00:00	17,7	37,1	2,8	987
18.1.2015	0:00:00	17,6	37,1	2,7	988,9
18.1.2015	4:00:00	17,4	37	2,6	989,7
18.1.2015	8:00:00	17,2	36,8	2,3	990,8
18.1.2015	12:00:00	17,2	37,1	2,4	990,9
18.1.2015	16:00:00	17,1	37	2,3	989,8
18.1.2015	20:00:00	18,1	35,2	2,5	989,3
19.1.2015	0:00:00	17,4	35,7	2,1	989,3
19.1.2015	4:00:00	18	34,2	2	987,8
19.1.2015	8:00:00	18,8	33,9	2,5	987,3
19.1.2015	12:00:00	19,1	33,9	2,8	986,9
19.1.2015	16:00:00	19,2	34,1	2,9	985,4
19.1.2015	20:00:00	18,7	35,3	3	985,8
20.1.2015	0:00:00	18,2	35,7	2,8	985,7
20.1.2015	4:00:00	17,8	36,1	2,5	985,2
20.1.2015	8:00:00	19	34,5	3	985,3
20.1.2015	12:00:00	19,5	34,7	3,5	984,2
20.1.2015	16:00:00	19,5	34,8	3,5	983,8
20.1.2015	20:00:00	18,8	35,9	3,4	984,3
21.1.2015	0:00:00	18,5	36	3,1	984,8
21.1.2015	4:00:00	18,1	36,4	3	985,4
21.1.2015	8:00:00	19,2	34,8	3,3	986,8

21.1.2015	12:00:00	19,5	34,9	3,6	987,5
21.1.2015	16:00:00	19,7	35,1	3,9	987,2
21.1.2015	20:00:00	19	36,3	3,7	987,4
22.1.2015	0:00:00	18,6	36,6	3,4	987,5
22.1.2015	4:00:00	18,3	36,5	3,2	986,8
22.1.2015	8:00:00	19,2	34,8	3,3	987,4
22.1.2015	12:00:00	19,7	35,2	3,9	986,4
22.1.2015	16:00:00	19,7	36	4,2	986,1
22.1.2015	20:00:00	19,1	36,8	4	987,2
23.1.2015	0:00:00	18,6	37,1	3,7	987,5
23.1.2015	4:00:00	18,4	37,3	3,5	987,4
23.1.2015	8:00:00	19,4	36,2	4	988,2
23.1.2015	12:00:00	19,5	36,7	4,3	989
23.1.2015	16:00:00	19,4	36,8	4,2	989,6
23.1.2015	20:00:00	19	35,9	3,5	991,5
24.1.2015	0:00:00	18,4	33,6	2,1	991,6
24.1.2015	4:00:00	17,8	31,5	0,7	990,7
24.1.2015	8:00:00	17,5	32,3	0,7	989,6
24.1.2015	12:00:00	17,2	31,7	0,2	987,8
24.1.2015	16:00:00	16,9	32,5	0,3	986,9
24.1.2015	20:00:00	16,7	32,7	0,2	987,6
25.1.2015	0:00:00	16,5	33,3	0,3	989
25.1.2015	4:00:00	17,5	32	0,6	990,1
25.1.2015	8:00:00	17,9	31,5	0,8	991,8
25.1.2015	12:00:00	17,5	32,8	0,9	993,1
25.1.2015	16:00:00	18	32,2	1,2	993,9
25.1.2015	20:00:00	18,1	31,8	1,1	955,8
26.1.2015	0:00:00	17,5	32,5	0,8	996,7
26.1.2015	4:00:00	17,8	32,1	0,9	996,9
26.1.2015	8:00:00	18,6	31,3	1,3	997,8
26.1.2015	12:00:00	19,5	31,6	2,1	997,1
26.1.2015	16:00:00	19,7	31,9	2,5	995,2
26.1.2015	20:00:00	18,6	33,2	2,1	993,5
27.1.2015	0:00:00	17,6	33	1,1	990,7
27.1.2015	4:00:00	17	32,8	0,6	987,2
27.1.2015	8:00:00	18,5	30,7	0,9	986,6
27.1.2015	12:00:00	18,8	30,9	1,3	986,6
27.1.2015	16:00:00	19	32,1	2	987,2
27.1.2015	20:00:00	18,3	33,1	1,8	988,8
28.1.2015	0:00:00	17,6	33,6	1,3	989,8
28.1.2015	4:00:00	17	33,9	1	989,3
28.1.2015	8:00:00	18,3	31,9	1,3	989,4
28.1.2015	12:00:00	18,8	32	1,8	988,4
28.1.2015	16:00:00	19	32,3	2	985,4
28.1.2015	20:00:00	18,3	33	1,7	982,2
29.1.2015	0:00:00	17,5	33,4	1,2	977,9
29.1.2015	4:00:00	17,9	32,1	1	973,7
29.1.2015	8:00:00	18,5	31,5	1,3	972,3



<b>29.1.2015</b>	12:00:00	18,9	31,2	1,5	972,3
<b>29.1.2015</b>	16:00:00	19	32,2	2	969,4
<b>29.1.2015</b>	20:00:00	183	32,6	1,6	966,6
<b>30.1.2015</b>	0:00:00	17,6	33,1	1,1	961
<b>30.1.2015</b>	4:00:00	17	33,3	0,8	954,3
<b>30.1.2015</b>	8:00:00	18,3	32	1,4	952,1
<b>30.1.2015</b>	12:00:00	18,7	32,3	1,8	950,7
<b>30.1.2015</b>	16:00:00	18,7	33,2	2,2	948,9
<b>30.1.2015</b>	20:00:00	18,3	33,5	1,9	950,7
<b>31.1.2015</b>	0:00:00	17,6	34	1,5	950,6
<b>31.1.2015</b>	4:00:00	17	34	1,1	952,2
<b>31.1.2015</b>	8:00:00	17,9	32,3	1,1	955,4
<b>31.1.2015</b>	12:00:00	17,4	33,5	1,1	958
<b>31.1.2015</b>	16:00:00	17,2	33,4	1	959
<b>31.1.2015</b>	20:00:00	17,2	32,8	0,7	961,6
<b>1.2.2015</b>	0:00:00	17,5	32,3	0,7	962,6
<b>1.2.2015</b>	4:00:00	17,5	31,8	0,5	963,2
<b>1.2.2015</b>	8:00:00	17,5		0,3	964,3
<b>1.2.2015</b>	12:00:00	17,8	31,5	0,7	965,3
<b>1.2.2015</b>	16:00:00	17	32,8	0,5	965,8
<b>1.2.2015</b>	20:00:00	17,5	31,7	0,5	967,6
<b>2.2.2015</b>	0:00:00	17,6	31,2	0,4	968,4
<b>2.2.2015</b>	4:00:00	17,7	30,9	0,3	968,4
<b>2.2.2015</b>	8:00:00	18,2	30,5	0,5	969,9
<b>2.2.2015</b>	12:00:00	18,6	30,7	1,1	970,7
<b>2.2.2015</b>	16:00:00	18,6	31,1	1,2	971,2
<b>2.2.2015</b>	20:00:00	17,9	31,8	0,9	972,4
<b>3.2.2015</b>	0:00:00	17,2	32,3	0,5	973,6
<b>3.2.2015</b>	4:00:00	17,8	31,1	0,5	974,5
<b>3.2.2015</b>	8:00:00	18,3	30,7	0,7	975,8
<b>3.2.2015</b>	12:00:00	18,9	30,9	1,4	976,9
<b>3.2.2015</b>	16:00:00	19	31,2	1,6	977,3
<b>3.2.2015</b>	20:00:00	18,2	32,4	1,4	978,9
<b>4.2.2015</b>	0:00:00	17,4	32,5	0,7	979
<b>4.2.2015</b>	4:00:00	16,9	32,7	0,4	979,1
<b>4.2.2015</b>	8:00:00	18,3	31,1	0,9	980,4
<b>4.2.2015</b>	12:00:00	18,8	30,7	1,2	981,6
<b>4.2.2015</b>	16:00:00	18,8	31,5	1,5	983,2
<b>4.2.2015</b>	20:00:00	18,1	32,6	1,4	986,2
<b>5.2.2015</b>	0:00:00	17,4	32,5	0,7	988,3
<b>5.2.2015</b>	4:00:00	17,9	30,7	0,4	989,1
<b>5.2.2015</b>	8:00:00	18,3	29,2	0	990,5
<b>5.2.2015</b>	12:00:00	19	31,2	1,1	991,5
<b>5.2.2015</b>	16:00:00	19	30,4	1,2	992,2
<b>5.2.2015</b>	20:00:00	18,1	31,2	0,8	993,2
<b>6.2.2015</b>	0:00:00	17,4	31,3	0,2	993
<b>6.2.2015</b>	4:00:00	16,8	31,2	-0,3	993,1
<b>6.2.2015</b>	8:00:00	18,1	29,3	-0,1	993

6.2.2015	12:00:00	18,5	28,8	0	992,9
6.2.2015	16:00:00	18,7	28,3	0	993,3
6.2.2015	20:00:00	17,8	29,3	-0,3	995
7.2.2015	0:00:00	17	29,9	-0,7	996,3
7.2.2015	4:00:00	16,4	30,1	-1	997,5
7.2.2015	8:00:00	17,3	28,9	-0,8	997,9
7.2.2015	12:00:00	16,7	30	-0,9	996,8
7.2.2015	16:00:00	16,2	31,1	-0,8	994,3
7.2.2015	20:00:00	16,9	29,9	-0,8	991
8.2.2015	0:00:00	17,3	29,1	-0,8	986,7
8.2.2015	4:00:00	17,2	29	-0,8	981,7
8.2.2015	8:00:00	17,5	29	-0,6	980,3
8.2.2015	12:00:00	16,1	27,2	-2,5	984,1
8.2.2015	16:00:00	16,7	25,7	-2,7	987,2
8.2.2015	20:00:00	17	27	-1,9	990,5
9.2.2015	0:00:00	16,9	27,3	-1,9	991,8
9.2.2015	4:00:00	17,2	27,5	-1,5	991,7
9.2.2015	8:00:00	17,8	28,3	-0,8	990,5
9.2.2015	12:00:00	18,3	28,1	-0,4	988,1
9.2.2015	16:00:00	18,6	29,1	0,2	987,3
9.2.2015	20:00:00	17,7	30,6	0,2	989,1
10.2.2015	0:00:00	16,7	33	0,3	991,4
10.2.2015	4:00:00	16,2	33,5	0,1	992,8
10.2.2015	8:00:00	17,8	31,5	0,7	995,1
10.2.2015	12:00:00	18,5	31,7	1,4	996,4
10.2.2015	16:00:00	18,6	32,4	1,8	997
10.2.2015	20:00:00	17,9	33,4	1,6	998,9
11.2.2015	0:00:00	17,2	34	1,2	999,5
11.2.2015	4:00:00	16,8	34,3	1	999,3
11.2.2015	8:00:00	18,2	32,5	1,4	999,7
11.2.2015	12:00:00	18,6	32,7	1,9	999,5
11.2.2015	16:00:00	18,7	33,3	2,2	998,6
11.2.2015	20:00:00	17,8	34,5	1,9	999,3
12.2.2015	0:00:00	17,3	34,7	1,6	999,5
12.2.2015	4:00:00	16,9	34,8	1,2	999,3
12.2.2015	8:00:00	18,3	32,8	1,6	1000,2

### Vyhodnocení teplotního cyklování:

- OKNO 1 – RÁM/ Pohled A (interiér) po teplotním cyklování
- OKNO 1 – RÁM/ Pohled B (exteriér) po teplotním cyklování
- OKNO 2 – RÁM/ Pohled A (interiér) po teplotním cyklování
- OKNO 2 – RÁM/ Pohled B (exteriér) po teplotním cyklování
- OKNO 3 – RÁM/ Pohled A (interiér) po teplotním cyklování

- OKNO 3 – RÁM/ Pohled B (exteriér) po teplotním cyklování
- OKNO 4 – RÁM/ Pohled A (interiér) po teplotním cyklování
- OKNO 4 – RÁM/ Pohled B (exteriér) po teplotním cyklování
- OKNO 5 – RÁM/ Pohled A (interiér) po teplotním cyklování
- OKNO 5 – RÁM/ Pohled B (exteriér) po teplotním cyklování
- OKNO 6 – RÁM/ Pohled A (interiér) po teplotním cyklování
- OKNO 6 – RÁM/ Pohled B (exteriér) po teplotním cyklování
- OKNO 7 – RÁM/ Pohled A (interiér) po teplotním cyklování
- OKNO 7 – RÁM/ Pohled B (exteriér) po teplotním cyklování
- OKNO 8 – RÁM/ Pohled A (interiér) po teplotním cyklování
- OKNO 8 – RÁM/ Pohled B (exteriér) po teplotním cyklování

#### **Vyhodnocení vlhkostního cyklování:**

- OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 1 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 2 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 3 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 4 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 5 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 6 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 7 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled A (interiér) po vlhkostním cyklování
- OKNO 8 – KŘÍDLO/ Pohled B (exteriér) po vlhkostním cyklování