

**Laboratorní průzkum stratigrafie  
a barevnosti povrchových úprav fasád  
v památkové praxi**

**Petr Kuneš**

**PRAHA 2023**

## **Laboratorní průzkum stratigrafie a barevnosti povrchových úprav fasád v památkové praxi**

### **Autor:**

Ing. Petr Kuneš, Ph.D.

### **Odborní oponenti:**

doc. Ing. Zuzana Slížková, Ph.D.

MgA. Zuzana Wichterlová

### **Dedikace:**

Památkový postup vznikl v rámci řešení výzkumného úkolu financovaného z institucionální podpory Ministerstva kultury na dlouhodobý koncepční rozvoj (IP DKRVO) Národního památkového ústavu.

### **Anotace:**

Památkový postup je věnován problematice využití laboratorního průzkumu stratigrafie souvrství povrchových úprav jako součásti průzkumu vývoje barevnosti fasád historických staveb a návrhu řešení barevnosti při jejich obnově. Postup cílí na metodické zakotvení laboratorního průzkumu barevnosti v širším kontextu průzkumu a přípravy obnovy fasád, vymezuje základní požadavky na zpracování stratigrafického průzkumu a doporučuje vhodnou posloupnost kroků při jeho zpracování. Postup dále tematizuje technické a metodické limity laboratorního průzkumu stratigrafie a upozorňuje na nejčastější rizika a chyby při interpretaci stratigrafických nálezů v praxi. Postup průzkumu, jeho zpracování i typové stratigrafické nálezy ilustruje obrazová příloha.

### **Klíčová slova:**

stratigrafie, mikroskopie, nábrus, povrchové úpravy, barevnost, historické stavby, historické fasády, úprava fasád, památková péče, obnova fasád, průzkum barevnosti, stratigrafický průzkum

# OBSAH

<b>I. Úvod</b> .....	<b>5</b>
<b>II. Cíle památkové postupu</b> .....	<b>6</b>
<b>III. Laboratorní průzkum barevnosti v kontextu průzkumu fasád a jejich obnovy</b> .....	<b>7</b>
3.1 Přínos laboratorního průzkumu .....	7
3.2 Laboratorní průzkum jako podklad pro obnovu .....	8
<b>IV. Princip metody</b> .....	<b>9</b>
<b>V. Postup laboratorního stratigrafického průzkumu barevnosti</b> .....	<b>10</b>
5.1 Odběr vzorků .....	10
5.1.1 Návaznost na in situ průzkum a vytipování oblastí odběru vzorků .....	10
5.1.2 Konkretizace míst odběru, počet vzorků .....	11
5.1.3 Technika odběru vzorku .....	11
5.1.4 Dokumentace, označení, adjustace a transport vzorků .....	12
5.1.5 Shrnutí zásad a doporučení pro odběr vzorků .....	13
5.2 Laboratorní analýza vzorků .....	14
5.2.1 Makroskopické ohledání a dokumentace .....	14
5.2.2 Zhotovení nábrusů .....	14
5.2.3 Mikroskopie nábrusů .....	16
5.2.4 Rozšiřující instrumentální analýzy .....	17
5.2.5 Zpracování výsledků mikroskopie a protokol .....	17
5.2.6 Archivace průzkumu a nábrusů .....	18
5.3 Interpretace laboratorních nálezů stratigrafie .....	19
5.3.1 Obecné principy, vrstva, úprava, nátěr, podkladní a pohledový nátěr .....	19
5.3.2 Nejstarší úprava, druhotné úpravy .....	20
5.3.3 Vzájemné porovnání vzorků, etapy barevného řešení .....	21
<b>VI. Limity laboratorního průzkumu barevnosti fasád</b> .....	<b>23</b>
6.1 Úplnost souvrství .....	23
6.2 Optické vlastnosti úprav v ploše a na řezu .....	24
6.3 Změny barevnosti při impregnaci vzorku pryskyřicí .....	24
6.4 Změny barevnosti nátěrů vlivem jejich stárnutí .....	25
6.5 Širší souvislosti ovlivňující vnímání barevnosti .....	25

<b>VII. Rizika a nejběžnější chyby při využití výsledků laboratorního průzkumu barevnosti v památkové praxi .....</b>	<b>26</b>
7.1 Apriorní návrat k nejstarší nalezené barevnosti .....	26
7.2 Volba odstínu dle stratigrafického snímku .....	26
7.3 Záměna podkladu a pohledové úpravy.....	28
7.4 Záměna pohledových úprav na aktivních prvcích fasád .....	28
7.5 Záměna vrstvy znečištění a pohledové úpravy.....	29
7.6 Absence stratigrafického průzkumu.....	30
<b>VIII. Formální náležitosti protokolu laboratorního průzkumu stratigrafie a barevnosti fasád.....</b>	<b>31</b>
<b>IX. Doporučená literatura.....</b>	<b>33</b>



# I. Úvod

Stratigrafický průzkum vzorků souvrství povrchových úprav odebraných s primárním cílem zjistit vývoj barevnosti úprav se řadí mezi nejběžnější materiálové průzkumy využívané v oblasti památkové péče. V případě průzkumu fasád laboratorní analýza stratigrafie rozšiřuje poznatky dostupné průzkumem *in situ* a přináší nové, jinak v podstatě nedostupné informace o souslednosti a barevnosti povrchových úprav.

Pro svoji dostupnost a operativnost se laboratorní průzkum stratigrafie stal standardní součástí průzkumu historických fasád a přípravy jejich obnovy – samozřejmě jen v těch případech, kde se starší úpravy a nátěry vyskytují.<sup>1)</sup> Přesto v praxi opakovaně dochází ze stran aktérů obnovy, tj. památkářů, projektantů, ale také technologů nebo restaurátorů, k určitému zkreslování představ o možnostech laboratorního vyšetření barevnosti a jeho přínosech pro obnovu a návrh barevného řešení. V praxi se lze setkat jak s podceňováním, tak přeceňováním významu laboratorního průzkumu stratigrafie i jeho částečnými dezinterpretacemi.<sup>2)</sup> Tyto nedostatky ukazují, že odborná obec stále není s tímto typem průzkumu, jeho možnostmi a úskalími dostatečně seznámena, což se stalo motivací pro vznik tohoto památkového postupu.

Barevnost architektury představuje jedno ze zásadních témat odborné památkové péče, které se prolíná s řadou dalších klíčových otázek moderní péče o historické stavby.<sup>3)</sup> Barevnost fasád je zřejmě nejčastěji řešeným, v rámci zásahu z podstaty neopominutelným úkolem památkových obnov, který zároveň zcela zásadně ovlivňuje celkový vizuální dojem jednotlivých historických staveb. To se jednak promítá na veřejném hodnocení a přijetí uskutečněných obnov, jednak dlouhodobě spoluutváří výtvarný charakter širších urbanistických celků. Barevnost historické architektury samozřejmě nelze redukovat na problematiku barevnosti nátěrů,<sup>4)</sup> jejich relativně krátká životnost i jejich proměnnost podléhající dobovému vkusu ale obvykle představují pro poznání historického vývoje barevnosti nejnáročnější výzvu. Správné začlenění laboratorního stratigrafického průzkumu a jeho výsledků do procesu průzkumu a obnovy staveb tak v konečném důsledku přispívá k celkové kultivaci historického prostředí.

---

1) Nejedná se pouze o zaměření průzkumu na původní nátěry povrchů. Ve vztahu k poznání proměn stavby a možné aktualizaci barevného řešení je nezbytné třeba poznat všechny dochované časové vrstvy úprav a pokusit se vyhodnotit jejich historickou a památkovou relevanci.

2) Setkat se lze se situacemi, kdy není laboratorní průzkum barevnosti vyžadován ani přes existenci bohatých nálezů souvrství nátěrů, i s případy zcela opačnými, kdy památková péče podmiňuje v závazném stanovisku provedení nového nátěru analýzou předem daného počtu vzorků z fasády, která byla recentně kompletně rekonstruována a starší úpravy nenese.

3) Problematika barevnosti historické architektury úzce souvisí s obecnějšími metodickými otázkami. Těmi jsou například oprávněnost vědecké rekonstrukce určité hodnotné, časově konzistentní etapy architektury v polaritě k její historické, někdy až organické vrstevnatosti a proměnlivosti, míra přiznání stáří povrchů v opozici k nově provedeným nátěrům, pojednání kamenosochařských děl, která jsou součástí architektury, nátěry, vhodnost užití moderních funkčních prvků fasád nebo soudobých materiálů včetně moderních nátěrových hmot a řada dalších.

4) Kromě natíraných povrchů fasád se uplatňuje barevnost širokého spektra pohledových materiálů, které jsou součástí jak výzdobných, tak funkčních prvků staveb a spolu s natíranými povrchy vytvářejí více či méně složitý barevný akord. Kromě kamene, keramiky, terakoty a dalších materiálů se na této souhře významně podílí také barevnost střešní krytiny nebo zasklení oken.

## II. Cíle památkové postupu

Cílem památkového postupu je popsat proces provádění laboratorního průzkumu barevnosti fasád od výběru míst odběru vzorků až po sestavení nálezové zprávy, zasadit stratigrafický průzkum do širšího kontextu průzkumu historických fasád a přípravy jejich obnovy a upozornit na jeho metodická a technická omezení. V širším významu je cílem tohoto metodického textu u odborné veřejnosti, zejména té její části, která se přímo podílí na zkoumání historických staveb a přípravě jejich obnovy, zvýšit povědomí o možnostech laboratorního stratigrafického průzkumu, jeho roli při návrhu barevného řešení obnovovaných fasád a úskalích, se kterými se lze v praxi nejčastěji setkat.

Památkový postup chce svým zaměřením navázat na v současnosti nejrelevantnější metodický dokument k problematice historické barevnosti fasád – metodiku *Barevnost fasád. Průzkum, dokumentace, vyhodnocení a obnova exteriéru historických staveb*<sup>5)</sup> a rozšířit jej o související otázky laboratorního průzkumu barevnosti. Památkový postup chce také nastavit základní požadavky na výstup tohoto laboratorního průzkumu a tím přispět ke zlepšení celkové úrovně prováděných průzkumů barevnosti fasád. Ty jsou v současné době v oboru poskytovány v poměrně rozkolísané kvalitě. Tato základní kritéria je možné využít také při posuzování kvality již zpracovaných průzkumů a hodnocení jejich relevance při přípravě a realizaci památkových obnov.

---

5) MACEK 2009.

## III. Laboratorní průzkum barevnosti v kontextu průzkumu fasád a jejich obnovy

Laboratorní průzkum stratigrafie a barevnosti nátěrů slouží jednak **k ověření poznatků získaných *in situ*** průzkumem fasády, zároveň také **přináší další informace, které jsou samotným *in situ* průzkumem nedostupné**. Obecně lze tyto do velké míry objektivní, nicméně obvykle dílčí poznatky o proměnách úprav fasád využít v rámci standardního stavebněhistorického průzkumu staveb, v praxi jsou však často součástí dílčích průzkumů prováděných v rámci přípravy a realizace opravných zásahů a obnov. Jedná se o různě intenzivní zásahy od provedení nového nátěru fasády až po celkovou rekonstrukci objektu, kdy průzkum barevnosti může mít z celé řady důvodů pouze operativní charakter.

### 3.1 Přínos laboratorního průzkumu

**Za hlavní přínosy laboratorního průzkumu barevnosti fasád lze považovat:**

1. **Objektivizaci souslednosti (chronologie) dochovaných nátěrů** v rámci lokálního nálezu úprav.
2. **Základní určení barevnosti jednotlivých nátěrů.**
3. **Určení typů jednotlivých nátěrů** (podklad, pohledová úprava, převažující pojivo apod.).
4. **Hodnocení původnosti nejstarší úpravy** v rámci zkoumaného povrchu (např. původně nenatíraný versus natíraný prvek).
5. **Objektivizaci etap celkového pojednání fasády** nátěry na základě syntézy nálezů na odebraném souboru vzorků (a jejich konfrontaci s *in situ* průzkumem, ikonografií, archivním průzkumem ad.).

Praktický přínos laboratorního průzkumu barevnosti je při zkoumání konkrétní stavby závislý zejména na **vytipování relevantních míst odběru vzorků** pro průzkum a na schopnosti laboratorní nález posléze **zasadit do kontextu konkrétní fasády**. Oba uvedené faktory stojí na širším poznání historie i aktuálního stavu fasády, které jsou však **laboratorně zcela nedostupné**. Samotnému **odběru vzorků proto musí vždy předcházet průzkum fasády *in situ***, jehož rozsah je přizpůsoben složitosti konkrétního nálezu i cílům průzkumu. Principy a postupy provádění *in situ* průzkumu fasád, na který se odběr vzorků pro stratigrafický průzkum váže, směřují nad rámec tohoto památkového postupu, lze se však s nimi podrobně seznámit v dostupné metodické literatuře.<sup>6)</sup>

6) MACEK 2009. – BERÁNEK/MACEK 2015.

### Faktory podmiňující smysluplnost provedení laboratorního průzkumu barevnosti:

1. **Dochování povrchů** – v praxi zejména omítek, které byly v historii stavby s různou frekvencí opravovány, obnovovány nebo zcela nahrazeny, ale i dalších povrchů, které byly v minulosti opakovaně čištěny či dokonce přesekány apod.
2. **Dostupnost relevantních částí fasády** – snadno dostupná místa fasád (sokly, nižší partie dostupné ze žebříku, ostění oken ad.) relativně často procházela změnami a nemusí nést z hlediska průzkumu historicky významných etap úprav fasády podstatné informace. Naopak místa, kde lze takové nálezy předpokládat v největším rozsahu (např. římsy, plastická výzdoba), jsou obvykle dostupná obtížně. Průzkum barevnosti a odběr vzorků z těchto partií je tak vhodné načasovat na úvodní fázi realizace zásahu po zpřístupnění fasády. Druhou možností je pak odběr vzorků v rámci samostatného průzkumu fasády provedený v předstihu, kdy je v potřebném rozsahu zajištěn dostatečný přístup k fasádě z vysokozdvíže plošiny, menšího lešení, případně z lana apod.
3. **Orientace v nálezové situaci** – jak pro určení relevantních míst odběru vzorků, tak pro zasazení výsledků laboratorního průzkumu do kontextu *in situ* nálezů je nutná přiměřená orientace v nálezové situaci, dle její složitosti se může jednat o poměrně jednoduché operativní ohledání, rozsáhlejší sondážní průzkum nebo komplexní restaurátorský průzkum.
4. **Načasování a finanční krytí průzkumu** – výsledky laboratorního průzkumu je třeba zajistit s dostatečným předstihem před návrhem řešení barevnosti a jeho vlastní realizací. Při dobré organizaci je mezi zpřístupněním fasády (tj. postavením lešení) a provedením finálních nátěrů dostatečný prostor na průzkumu, návrh i provedení zkoušek barevnosti. Průzkum v typickém případě nepředstavuje výraznější finanční zátěž relativně k celkovým nákladům na opravu fasády, v praxi jde tak primárně o zahrnutí průzkumu do rozpočtu zásahu a o jeho včasné naplánování.

## 3.2 Laboratorní průzkum jako podklad pro obnovu

V případech, kdy se laboratorní průzkum barevnosti fasády má stát podkladem pro návrh nového barevného řešení, je zásadní, aby jeho využití bylo **přiměřené významu laboratorního nálezů**. Poznání vývoje barevnosti fasády je obvykle omezené a liší se také rámcem památkových hodnot, které mají být v konkrétní situaci zásahem přednostně chráněny. Klíčovou roli v tomto rozhodovacím procesu proto obvykle hraje **památkový garant**, který by měl být obeznámen s možnostmi a limity stratigrafického průzkumu a být také schopen **vyhodnotit relevanci jeho výsledků v kontextu dané obnovy**. Zásadní je v tomto hodnocení zasazení konkrétního laboratorního nálezů do širších souvislostí vývoje objektu a cílů památkové obnovy.

Pro jednotlivá dílčí rozhodnutí (počet barev, barevnost, barevnost konkrétních prvků apod.) mohou mít velký význam i dílčí zjištění laboratorního průzkumu. V jiných situacích bude pro odpovědné rozhodnutí nutné, aby průzkum barevnosti přinesl poměrně komplexní a konzistentní poznatky, které bude možné jasně zasadit do uměleckohistorického kontextu stavby. Od počátku je proto třeba průzkum barevnosti (či obecněji fasády) uzpůsobit konkrétní nálezové situaci i cílům zásahu a podle toho také **dimenzovat jeho rozsah a hloubku** – dle konkrétní situace požadovat komplexní průzkum stavebněhistorického charakteru, podrobný restaurátorský průzkum nebo jednoduchý operativní sondážní průzkum a ve všech těchto případech také vyhodnotit potřebu navazujícího laboratorního průzkumu vzorků stratigrafie.<sup>7)</sup>

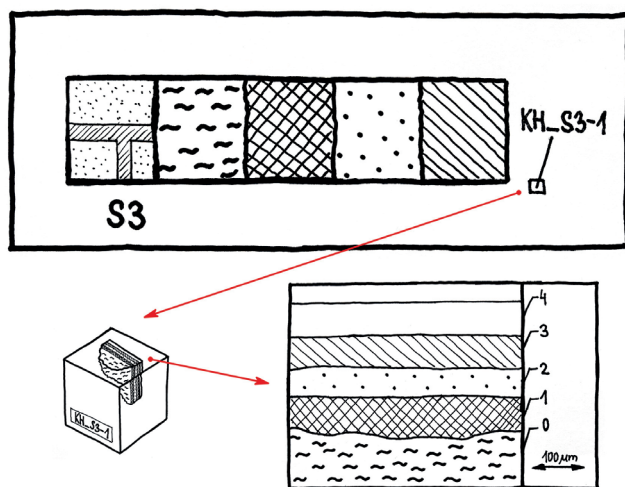
**Průzkum barevnosti fasády, který se omezuje pouze na odběr vzorků a jejich laboratorní analýzu, obvykle nevede k výsledkům, které by bylo možné ve vztahu k vývoji barevnosti fasády uspokojivě interpretovat.** Paradoxně může v takových situacích váha objektivit stratigrafických nálezů vést **k zásadní dezinterpretaci historické barevnosti fasády** a s tím někdy spojené domnělé potřebě dochovanou barevnost na základě dílčích nálezů zásadně měnit. Je na odpovědnosti odborných pracovníků památkové péče, aby byli schopni relevanci těchto dílčích podkladů v konkrétní situaci přiměřeně vyhodnotit. Nejčastější rizika a chyby spojené s využitím výsledků laboratorního průzkumu stratigrafie barevnosti v rámci přípravy obnovy fasád tematizuje **kapitola 7**.

7) Zároveň je třeba říci, že složitost nálezové situace nemusí být před zásahem zcela zjevná. I ve zdánlivě triviálních situacích je třeba určitá otevřenost všech zúčastněných stran k novým zjištěním, která mohou vzniknout až během realizace zásahu. Příkladem může být fasáda, která prošla novodobou celkovou rekonstrukcí s náhradou omítek a až samotný zásah odhalí lokálně zachované historické omítky s nátěry. Takový nečekaný nález je vhodnou příležitostí pro operativní laboratorní analýzu stratigrafie nalezených nátěrů, která může (ale nemusí) ovlivnit také výsledné řešení barevnosti fasády.

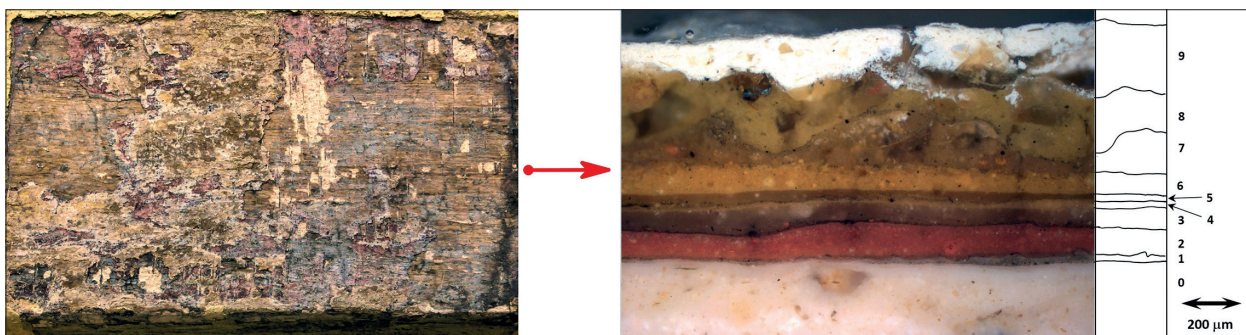
## IV. Princip metody

Laboratorní průzkum stratigrafie barevnosti je postup vyšetření odebraného vzorku souvrství povrchových úprav na řezu kolmém na rovinu těchto úprav. Za tímto účelem je odebraný vzorek souvrství zalit do transparentní polymerní pryskyřice, ze které je po jejím vytvrzení zhotoven **příčný řez souvrstvím, tzv. nábrus (obr. 1)**. Samotná analýza spočívá v **optické mikroskopii** tohoto řezu v dopadajícím světle a **vyhodnocení charakteru, barvy a souslednosti nalezených úprav**, případně dalších povrchových fenoménů. V případě potřeby může být zhotovený nábrus nad rámeček běžné stratigrafické analýzy barevnosti dále zkoumán **instrumentálními metodami**, které rozšiřují paletu získaných poznatků například o identifikaci pojiv nebo určení použitých pigmentů a plniv.

Popsaný princip metody zásadně ovlivňuje dostupné informace o zkoumaných úpravách – na nábrusu jsou velmi dobře pozorovatelné jevy, které souvisí s vrstvením a které jsou v ploše obvykle obtížně vyhodnotitelné. Těmi je zejména **souslednost úprav, tloušťka nátěrů, kvalita jejich zakotvení na podklad nebo přítomnost nehomogenit mezi nátěry** (viz **obr. 2**). Stratigrafii naopak zanikají nebo jsou deformovány jevy, které se uplatňují zejména nebo výhradně v ploše – jedná se například o malbu, lazury, stínování, mramorování, translucenční efekty některých nátěrů<sup>8)</sup> apod. Při provádění stratigrafického průzkumu a každé interpretaci jeho nálezů v rámci poznávání historického vývoje barevnosti fasád je třeba mít tyto souvislosti na paměti. Detailněji jsou možnosti a limity laboratorní analýzy barevnosti popsány **v částech 5.3 a 6**.



Obr. 1. Idealizované znázornění principu stratigrafické analýzy nátěrů fasády. Ze vzorku KH\_S3-1, který byl odebrán v místě sondy S3, byl zhotoven leštěný nábrus (vlevo dole) a ten pozorován mikroskopicky. Pozorování řezu souvrstvím (opravo dole) umožňuje přímo zkoumat souslednost úprav a jejich rozhraní.



Obr. 2. Stratigrafie povrchových úprav primárně vyjasňuje chronologii (časovou souslednost) nátěrů, která může být in situ na fasádě (viz fotografie vlevo) značně nepřehledná.

8) Translucenční, tzn. průsvitné jsou například tence nanesené vápenné neplněné nátěry, které mají schopnost propouštět část dopadajícího světla. Jejich optické působení je tak dáno nejen barevností světla odraženého od nátěru, ale také světelnou složkou, která se odrazila z hlubších částí souvrství, například od podkladu.



## V. Postup laboratorního stratigrafického průzkumu barevnosti

Kapitola shrnuje doporučené kroky a zásady, které je v obvyklých situacích vhodné při provádění laboratorního průzkumu barevnosti sledovat. Průzkum je členěn do tří navazujících částí – **odběr vzorků, vlastní laboratorní průzkum a interpretace nálezů**. Vzhledem k tomu, že stratigrafický průzkum je v praxi prováděn v rámci různě motivovaných potřeb (od zcela operativního ověření jednotlivých dílčích otázek až po komplexní restaurátorský průzkum), je vždy vhodné uvedená obecná doporučení dále **přízpůsobit dané situaci a konkrétním dílčím cílům průzkumu**.

### 5.1 Odběr vzorků

Při laboratorní analýze barevnosti jsou rozsáhlé plochy fasád zastoupeny velmi malými vzorky povrchů. **Vytipování vhodných, reprezentativních míst pro jejich odběr, kvalita jejich odběru, označení a zaznamenání důležitých vztahů**, které vzorky reprezentují, je důležitým předpokladem pro další kroky laboratorního průzkumu. Odběr vzorků pro laboratorní analýzu může, splní-li dále uvedené požadavky, obecně provádět restaurátor, pracovník provádějící stavebněhistorický průzkum nebo operativní dokumentaci, památkový garant, zpracovatel laboratorního průzkumu, případně projektant nebo poučený zástupce stavby. V případě děl s vysokou uměleckou nebo uměleckořemeslnou hodnotou, která mohou být součástí fasády, je odběr vzorků nutné **považovat za destruktivní zásah, který je vždy podmíněn závazným stanoviskem příslušného orgánu státní památkové péče** a odběr tak může provádět pouze **restaurátor s licencií MK ČR**.

#### 5.1.1 Návaznost na *in situ* průzkum a vytipování oblastí odběru vzorků

Jak již bylo vysvětleno, odběr vzorků musí navazovat na *in situ* průzkum fasády nebo alespoň na její základní ohledání. Orientace v nálezové situaci by pro účely průzkumu barevnosti měla zahrnovat základní představu o **výskytu omítek, jejich chronologii a předpokládaném stáří** a také celkový přehled o **nálezech pozůstatků souvrství nátěrů** v rámci fasády či stavby. Jak bude podrobněji rozebráno dále, v drobné ploše **sondážně odhalené nálezy úprav** (tam, kde lze mechanické odkrytí na určitou vrstvu provést) **jsou zásadní pro věrohodné hodnocení barevnosti**. Zároveň tyto *in situ* odhalené vrstvy představují **důležitou referenci** pro pozdější vyhodnocení vrstev nátěrů na nábrusech (**obr. 3**).

Při průzkumu fasády je **největší šance zachycení starších úprav** (tj. omítek a nátěrů) jednak na chráněných místech, jako jsou **partie pod římsami** či **parapety oken**, nebo v blízkosti **tektonických a plastických prvků**, kde byl původní povrch důkladně mechanicky zpracován a při opravách obvykle jen nedůsledně čištěn a nejspíše jen znovu přetřeno. Uvedené partie nejsou obvykle dostupné z terénu, oken či balkonů, což v těchto případech v praxi znamená, že průzkum je třeba načasovat na dobu, kdy je přistaveno lešení, nebo ho provést z přistavené vysokozdvizné plošiny. Cenné nálezy starších nátěrů mohou poskytnout také **omítky zabíhající za mladší přízdívky, druhotně upravené konstrukce a přístavby**, skryté mohou být také pod nejruznějšími **prvky osazenými na fasádu** druhotně (např. reklamní cedule, cedule s čísly domů, označením ulic apod.).



Obr. 3. Sondážní odkrytí starších povrchů, které dává základní představu o postupných proměnách fasády i o rozsahu dochování starších úprav, je důležitým předpokladem pro odběr vzorků určených pro laboratorní průzkum.

## 5.1.2 Konkretizace míst odběru, počet vzorků

Konkrétní místa odběru vzorků v rámci fasády volíme vždy tak, aby byl každý vzorek odebírán **s explicitně položenou otázkou či otázkami**, na které má jeho analýza odpovědět. Tyto otázky mohou směřovat například k jediné etapě (nejstarší úprava, konkrétní identifikovaná úprava v rámci *in situ* nálezu apod.), k výskytu známé časové etapy, která však nebyla v daném místě *in situ* jednoznačně identifikována, k ověření konkrétní barevnosti, která se sondážně projevila, ale je nejasné její chronologické zařazení, k porovnání nálezu ze dvou odlišných míst a podobně. Konkretizace takových otázek již při odběru výrazně prohlubuje možný přínos laboratorního průzkumu oproti situaci, kdy je vzorek odebrán s obecným zadáním zjištění stratigrafie. **Náhodně odebrané vzorky nebo vzorky odebrané tzv. pro doplnění** (v praxi překvapivě častý jev) **obvykle relevantní poznatky nepřinesou**, naopak mohou nálezy z cíleně odebraných vzorků ředit a znejasňovat.

Optimální počet vzorků pro laboratorní průzkum nelze vzhledem k variabilitě nálezových situací zobecnit. V principu je samozřejmě dán **složitostí pojednání fasády** (například předpokladem současného použití dvou a více barevných tónů), **vrstevnatostí vývoje fasády** (kolika změnami fasáda prošla) a **rozsahem dochování starších úprav** (kolik těchto změn je alespoň ve fragmentu zachováno). Nejběžnější situaci představují fasády s **barevně odděleným řešením ploch a tektonických prvků**, čímž je dáno **základní rozdělení míst odběru vzorků**. V řadě jiných situací ale barevnost plastickou výzdobu fasády nesledovala (např. eklektické fasády 19. století) nebo pracovala s více než dvěma barevnými tóny. **Z každého typového místa** (plocha, vybrané aktivní prvky) je vhodné odebrat nejméně **dva vzorky**, aby bylo možné alespoň minimální porovnání nálezu.

Při nálezech vícebarevného pojednání výrazně roste složitost barevného rozvrhu, který respektuje logiku plastického členění fasády, a tím také nároky na laboratorní průzkum a počet zkoumaných vzorků oproti dvoubarevnému řešení. Nejnáročnější situaci na interpretaci a vzájemné přiřazení časově odpovídajících vrstev představují nálezy pozůstatků více etap úprav, při kterých byl různým způsobem měněn barevný rozvrh jednotlivých prvků.

Samostatnou problematiku pak představují průzkumy malovaných či výtvarně náročně řešených partií fasád (iluzivní nebo ornamentální malba, mramorování atd.), které přesahují problematiku průzkumu barevnosti fasád a spadají již spíše do oblasti **restaurátorského průzkumu**.

## 5.1.3 Technika odběru vzorku

Důležitým krokem průzkumu, který ovlivňuje kvalitu a relevanci výsledků, je samotný odběr vzorků. Jeho cílem je vzorkovat vybrané místo s nálezem úprav tak, aby relativně drobný **vzorek dobře reprezentoval nálezovou situaci, souvrství zůstalo po odběru celistvé** a nejlépe také **neslo část svého podkladu** (typicky omítky nebo štku). Vzorky odebrané bez podkladu nebo ve více částech souvrství (zejména jedná-li se o systematický nedostatek) značně komplikují interpretaci nálezu. Kromě zručnosti a zkušeností osoby, která odběr provádí, je úspěšnost dána použitím vhodných nástrojů, zejména přiměřeně drobného a dostatečně ostrého dlátka.

**Ideální parametry vzorku**, které odpovídají jak technice jeho odběru, tak jeho dalšímu zpracování, má fragment zhruba obdélného tvaru velikosti cca 10 x 10 mm zachycující souvrství úprav včetně podkladu. **Zachování celistvosti vzorku** s podkladem pomáhá postup, kdy se nejprve vysekne oblast vzorku dostatečně prudkým, ale měkkým úderem pomocí ostrého dlátka a dřevěné paličky po obvodu tří stran, a to pod vhodným úhlem ve směru od vzorku. Následně se pod úhlem směřujícím již pod vzorek vysekne čtvrtá strana (**obr. 4 a 5**). V ideálním případě se již vzorek dále nedělí, a je tedy přímo vzorkováno vybrané místo ve velikosti zpracovatelné v rámci nábrusu. Alternativně, například tam, kde je evidentní **riziko rozpadu souvrství během transportu**, lze takové fragmenty (v rámci jednoho značeného vzorku) odebrat dva; předpokladem je, aby oba fragmenty reprezentovaly shodnou situaci, **znehodnocené fragmenty je vhodné odstranit**.

Uvedený postup je doporučen zejména pro běžné omítky, **v případě kamenných povrchů nebo velmi pevných, šlechtěných omítek, terakoty apod.** je třeba postup přizpůsobit s ohledem na odlišné vlastnosti těchto materiálů a **minimalizaci poškození spojeného s odběrem**. V některých případech není odběr s podkladem možný, potom je třeba identifikovat rub nebo líc fotograficky nebo slovním popisem v dokumentaci.

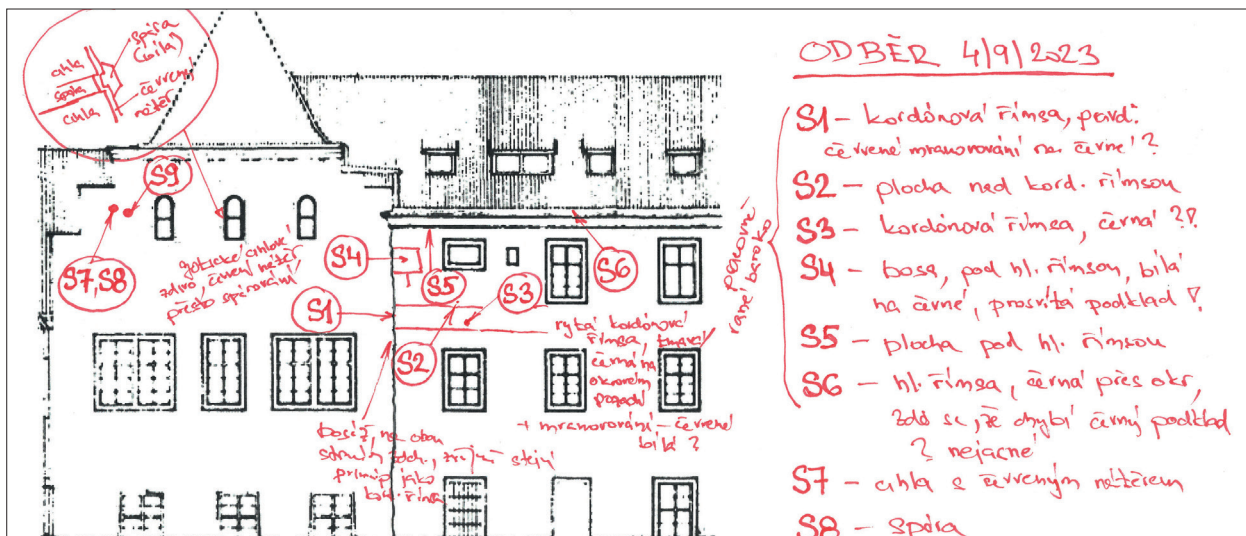
Velké vzorky omítek zachycující plochu s různými fragmentárně zachovalými zbytky úprav jsou akceptovatelné pouze v případech, kdy se *in situ* nedaří odebrat konkrétní vzorek reprezentující nálezu. V těchto situacích však obvykle opět platí, že v laboratoři (bez kontextu) je nejasný vzorek interpretovatelný ještě obtížněji než při odběru *in situ*.



Obr. 4 a 5. Informační hodnotu odebraných vzorků ovlivňuje nejen vytipování místa, ale také zvolená technika odběru vzorků a použití přiměřených nástrojů. Při odběru je třeba zajistit, aby vzorek obsahoval celé souvrství úprav z vytipovaného místa včetně podkladu.

#### 5.1.4 Dokumentace, označení, adjustace a transport vzorků

Místa odběru vzorků je nutné před odběrem a ideálně též po něm **dokumentovat fotograficky**, aby bylo posléze možné laboratorní nález konfrontovat s bezprostřední situací kolem místa odběru vzorku. Ideální je **přímo na fotografiích zachytit označení vzorku** (viz dále) a to například drobným popisem měkkou tužkou přímo na fasádu. V případě, že je při odběru vzorků pořizována nejen pracovní, ale také vlastní dokumentace sond s odhalenými úpravami, je vhodné fotografii doplnit o barevný standard vhodné velikosti. Pro vlastní identifikaci místa odběru vzorku v rámci fasády je pak nevhodnější použít **zakreslení do výkresu**, případně do celkové fotografie fasády. Pro předání zpracovateli průzkumu by zde měly být zaznamenány také poznámky upřesňující celkovou nálezovou situaci, kontext jednotlivých odběrů a konkretizované otázky na laboratorní vyšetření (**obr. 6**). Uvedeno by zde mělo být také, **kdo a kdy odběr provedl** a jaká je **návaznost odběru na související průzkumy** (SHP, OPD, restaurátorský průzkum apod.). Podklady, které je při odběru vzorků třeba zajistit, shrnuje **část 5. 1. 5**.



Obr. 6. Podrobná terénní dokumentace odběru vzorků se slovními popisy širšího kontextu dotčených míst a jejich vzájemných vztahů hraje pro následnou interpretaci laboratorního nálezu zásadní roli. Laboratorní nález, který není do takového kontextu zasazen, se stává jen formálním naplněním požadavků na stratigrafický průzkum.



Každý vzorek je třeba **ihned po odběru samostatně uložit do vhodného obalu a jednoznačně označit** jak na obalu, tak ve výkresu. Pro transport vzorků se nejlépe osvědčily PE zipové sáčky přiměřené velikosti, které je možné v terénu snadno popsat lihovým fixem nebo opatřit papírovým štítkem (**obr. 7**). Křehké a málo soudržné vzorky je možné před umístěním do sáčku opatrně zabalit do papírového ubrousku. Celý soubor odebraných vzorků v sáčcích včetně přiložené dokumentace odběru je vhodné uložit do přiměřeně velkého zipového sáčku nebo jiného vhodného obalu.



Obr. 7. Pečlivost a systematická odběr, označení a uložení vzorků pro zpracovatele laboratorního průzkumu odráží skutečný zájem zadavatele o výsledky laboratorního šetření.

### 5.1.5 Shrnutí zásad a doporučení pro odběr vzorků

#### Při odběru vzorků je vhodné sledovat následující zásady:

- počet vzorků má **reflektovat složitost nálezů a být přiměřený cílům průzkumu**,
- každý vzorek má být odebírán **s cílem odpovědět na explicitní otázku** (či otázky) vyslovenou v kontextu konkrétní fasády či prvku,
- počet vzorků by měl být **omezen na nejjasněji definované nálezové situace**, výsledky laboratorního průzkumu vzorků z náhodných odběrových situací bez zřejmého kontextu interpretaci spíše komplikují,
- vzhledem k časté neúplnosti souvrství je rozumné **z každého typového místa** (dle situace např. plocha, římsa, konkrétní opakující se plastický prvek, obecný plastický prvek apod.) odebrat alespoň **dva vzorky** pro vzájemné porovnání.

#### Při odběru vzorků je třeba zajistit tyto náležitosti:

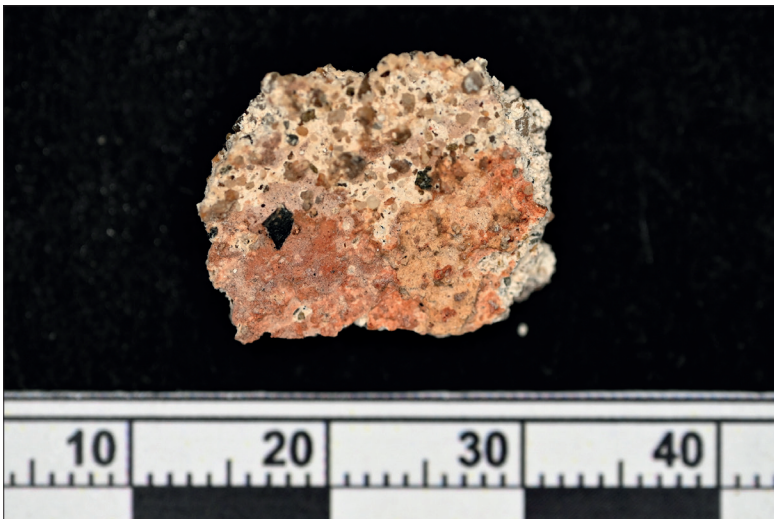
- **fotografie místa odběru** před (ideálně i po) odběru s označením vzorku, při dokumentaci odhalených úprav *in situ* používat barevný standard nebo pokročilejší metody kalibrace barev,
- **samostatně uložené a jednoznačně označené vzorky** (1–2 fragmenty optimální velikosti cca 10 x 10 mm celistvého souvrství s podkladem reprezentující jedno odběrové místo),
- **výkres fasády s vyznačením vzorků dle jejich označení**,
- stručný **popis celkové nálezové situace, cílů průzkumu a konkretizovaných otázek** na jednotlivé vzorky,
- **fotografie širšího kontextu** zkoumaných partií, prvků, celku fasády atd.,
- případně **další relevantní podklady** zpracované v rámci OPD, SHP, restaurátorského průzkumu apod.

## 5.2 Laboratorní analýza vzorků

Stratigrafická analýza vzorků prováděná ve specializované laboratoři představuje poměrně rutinní postup navazujících kroků od **makroskopického ohledání vzorků**, přes **přípravu nábrusů** až po vlastní **mikroskopické techniky**. Jejich výsledkem je **obrazový záznam stratigrafického řezu**, jehož pozorování je na závěr popsáno ve výsledném **protokolu**. Následující části popisují jednotlivé na sebe navazující kroky zpracování vzorků v laboratoři.

### 5.2.1 Makroskopické ohledání a dokumentace

Laboratorní průzkum začíná ohledáním zkoumaného souboru **vzorků makroskopicky a s pomocí binokulární lupy**. Vzhledem k následnému znehodnocení vzorků zalitím do pryskyřice je vždy třeba vzorky makroskopicky **zdokumentovat (obr. 8)**. Ve složitějších případech to posléze usnadňuje interpretaci nálezů ve vztahu k situaci na fasádě – makrosnímky vzorků představují důležitý mezikrok dokumentace mezi obrazovým záznamem stratigrafického řezu a fotografií místa odběru vzorku pořízenou *in situ*. Předpokladem následující analýzy samotných, již značně bezkontextových nábrusů je seznámit se se vstupní dokumentací a makroskopickým charakterem vzorků.<sup>9)</sup> Již v rámci ohledání je třeba posoudit relevanci každého vzorku a případně provést **selekcí fragmentů** (vyřadí se fragmenty přebytečné, bez evidentního nálezu, znehodnocené během transportu apod.).



*Obr. 8. Makrosnímek vzorku dovoluje věrně zachytit barevnost a další charakteristiky na povrchu viditelných úprav. Vzhledem k zániku vzorku jeho zalitím do pryskyřice fotodokumentace následně slouží jako důležitá reference při interpretaci mikroskopických nálezů.*

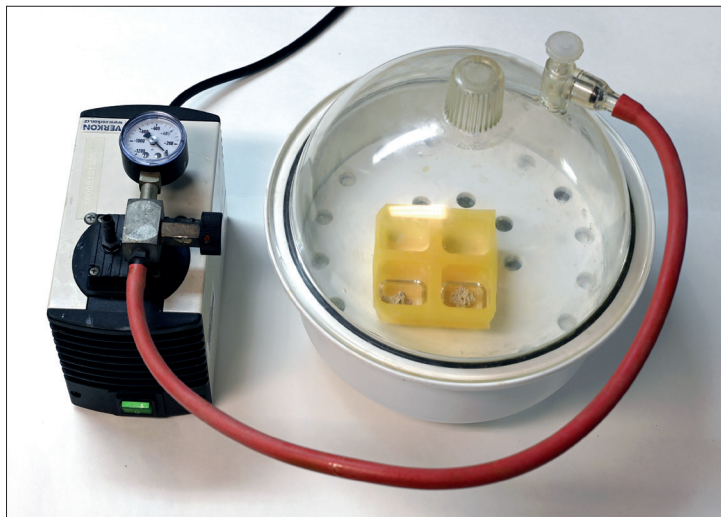
### 5.2.2 Zhotovení nábrusů

Nábrusy se připravují tzv. **zalitím a impregnací vzorků vytvrzující pryskyřicí** vhodných vlastností do přiměřeně velkých forem. Pro uvedenou velikost vzorku cca 10 x 10 mm je přiměřená velikost formy, která následně usnadňuje broušení nábrusu, v případě úprav na omítkách orientačně 2 x 2 x 2 cm. Pryskyřice musí splňovat několik parametrů, aby byla pro přípravu nábrusů vhodná. Jednak musí po smíšení složek před svým vytvrzením vykazovat po dostatečně dlouhou dobu **nízkou viskozitu**, aby dobře impregnovala vzorek, po vytvrzení musí mít **čirou barvu a přiměřenou tvrdost**, která umožňuje její stejnoměrné broušení s materiálem vzorku. Na trhu jsou v současné době dostupné vhodné pryskyřice určené přímo pro tuto nebo podobnou aplikaci – nejčastěji se jedná o dvousložkové epoxidové nebo polyesterové transparentní zalévací hmoty.<sup>10)</sup>

9) To platí zejména v těch případech, kdy nebyly vzorky odebrány přímo zpracovatelem laboratorního průzkumu.

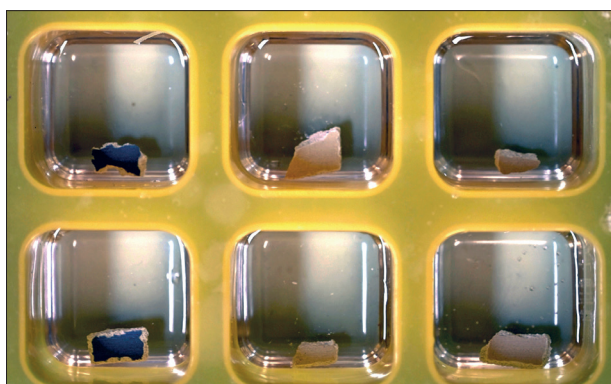
10) Příkladem běžně užívaných produktů, které jsou technicky označovány jako zalévací pryskyřice, jsou epoxidové pryskyřice značky Epothin nebo Araldite.

Dokonalého prosycení vzorku a zaplnění pórů pryskyřicí je dosaženo dočasným snížením tlaku a následným opětovným zavzdušněním<sup>11)</sup> během první fáze zalití vzorků a síťování pryskyřice. Pro **zalévání nábrusů za sníženého tlaku** lze využít jednoduchou aparaturu s vývěvou s dostatečným podtlakem (**obr. 9**). Vzhledem ke značně poréznímu charakteru nátěrů a podkladu (nejčastěji omítky) je zalití za sníženého tlaku obvykle nutností, bez tohoto kroku zůstávají v pryskyřici uzavřené četné bublinky vzduchu.

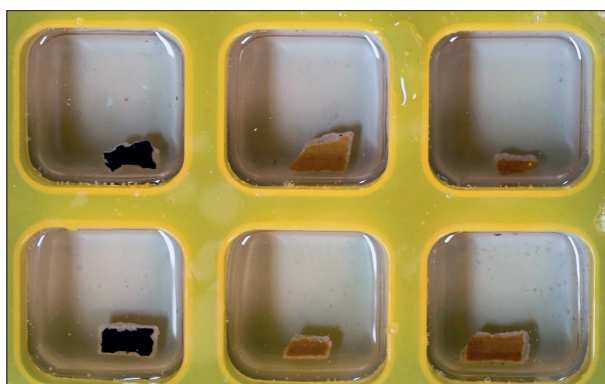


*Obr. 9. Ukázka jednoduché aparatury s vývěvou, která umožňuje pracovat s formami potřebné velikosti a při přípravě nábrusů dosáhnout dostatečného podtlaku k úplnému prosycení vzorků nízkoviskózní zalévací pryskyřicí.*

Vzorky fasádních úprav lze považovat za relativně velké stratigrafické preparáty, a proto je snadné je zalévat do forem s již připravenými podložkami zhotovenými z pryskyřice (**obr. 10 a 11**). Velký rozměr umožňuje vzorek definovaně uložit na podložku, k čemuž lze obvykle s výhodou využít rovinu povrchu fasády. Tím je zaručena **planparalelnost vzorku a nábrusu** a následně lze snadno dosáhnout řezu kolmého na rovinu úprav. **Zachování stejné orientace všech vzorků** usnadňuje identifikaci lícové, respektive rubové strany vzorků po zalití. Nábrusy jsou posléze dolity pryskyřicí s dostatečným přebytkem



*Obr. 10. Ukázka formy se vzorky připravenými k zalití pryskyřicí za sníženého tlaku. Postup využívá předem připravené podložky zhotovené ze zalévací pryskyřice. V tomto případě jsou modelové vzorky orientovány lícem nahoru.*



*Obr. 11. Forma se vzorky z obr. 10 po zalití a vytvorení pryskyřice. Z porovnání snímků před a po zalití je dobře patrné prosycení nátěrů pryskyřicí.*

11) Postup se označuje jako impregnace za sníženého tlaku, někdy také nepřesně vakuová impregnace.



a následuje krok odvodušnění za sníženého tlaku. Alternativní techniky postupu zalévání nábrusů<sup>12)</sup> jsou vhodné spíše pro menší vzorky. Nábrusy je třeba od počátku **pečlivě označit**, aby nemohlo dojít k záměně vzorků během zalévání, vyjímání z forem a následném dalším zpracování. Ideální formu označení, která je trvalá jak z hlediska následující manipulace s nábrusy, tak z hlediska jejich dlouhodobé archivace, představuje **zalití malého štítku s označením vzorku přímo do pryskyřice** s takovým umístěním, aby nedošlo k poškození štítku během broušení nábrusu.

Po vytvrzení pryskyřice jsou vzorky vyjmuty z forem a (obvykle za mokra) **broušeny a leštěny** na diskové rotační brusce tak, aby byly získány leštěné řezy kolmé na rovinu úprav (obr. 12). Vzhledem k velikosti vzorků a obvyklé tloušťce fasádních nátěrů se nejedná o tak náročný postup jako například v případě vzorků umělecké malby, riziko znehodnocení vzorku probroušením je zde malé a po standardizaci postupů v laboratoři nebývá vlastní příprava tohoto typu nábrusů problematická.



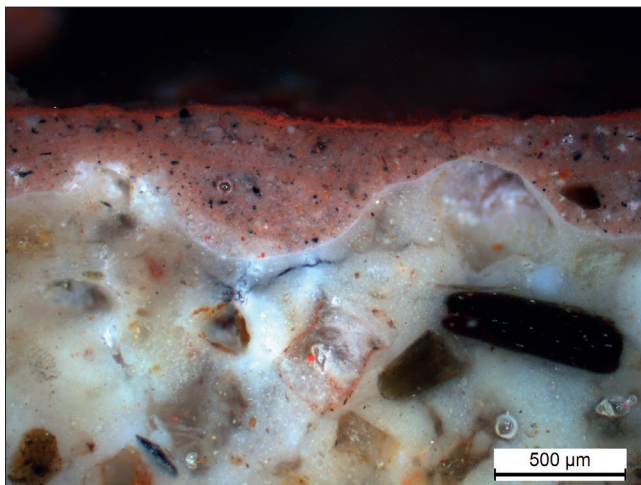
Obr. 12. Vybroušený a vyleštěný nábrus vzorku z obr. 8 připravený pro optickou mikroskopii. Fixaci vzorku na plastelině lze zajistit, aby rovina řezu byla při pozorování kolmo na optickou osu mikroskopu.

### 5.2.3 Mikroskopie nábrusů

Základní technikou analýzy stratigrafických preparátů je jejich **pozorování v optickém mikroskopu v dopadajícím bílém světle** (obr. 13), které z hlediska analýzy barevnosti jednotlivých úprav přináší nejvíce relevantní informace. Vzhledem k typické tloušťce fasádních nátěrů (cca desítky až stovky mikrometrů) se obvykle využívá spíše menší zvětšení, typicky objektivy se zvětšením 5–10 $\times$ . V současné době je výsledkem pozorování **digitální fotografie** v dostatečném bodovém a tonálním rozlišení. Pro věrnou dokumentaci barevnosti nátěrů je pak klíčové **vyvážení bílé** barvy snímku.<sup>13)</sup> Lepšího rozlišení nátěrů na nábrusu je obvykle dosaženo při pozorování s krycím sklem s imerzí, k osvětlení nábrusu lze využít mód temného pole s příslušnými objektivy, nebo boční přísvit, dnes obvykle pomocí vláknových světlovodů.

Kromě **časové posloupnosti, charakteru a barevnosti** samotných úprav se při mikroskopii posuzuje celá řada dalších fenoménů, které se na nábrusu uplatňují a mohou přinést z hlediska průzkumu barevnosti relevantní informace (k tomu podrobněji **část 5.3**). Pozorování v bílém světle lze doplnit o další na mikroskopu dostupné pozorovací módy, které mohou nepřímo přispět i k průzkumu barevnosti. Nejčastěji jde o využití **fluorescence vybuze- né UV zářením**, které přináší dílčí informace o kompozici úprav, zejména obsahu organických látek nebo některých pigmentů s charakteristickou fluorescencí.

Obr. 13. Výsledný mikrosnímek nábrusu vzorku z obr. 8 a 12 v dopadajícím bílém světle. Samotný snímek zachycuje méně informací, než bylo získáno mikroskopii, součástí pozorování-tak musí být poznámky, které se posléze promítnou do popisu a interpretace nálezu v protokolu.



12) Například zalití nadvrát s fixací vzorku do již tuhnoucí pryskyřice nebo zalití do formy bez podložky s fixovaným vzorkem v určené poloze apod.  
13) Současné systémy standardně umožňují barevný tón záznamu korigovat přímou kalibrací na bílý mikroskopický preparát, korigují tedy posuny způsobené možným zažloutnutím pryskyřice, spektrální nedostatky zdroje světla použitého pro pozorování i možné posuny v rámci záznamu obrazu. Nedostatečná pozornost věnovaná vyvážení bílé může vést ke zkreslení a dezinterpretaci nálezu barevnosti.

Při pozorování je třeba kromě dokumentace nábrusů vést paralelně ke každému vzorku **záznamy z pozorování**, které popisují dílčí nálezy a zachycují informace, které nelze posléze z fotografií dovodit nebo ověřit.

#### 5.2.4 Rozšiřující instrumentální analýzy

Zpracovaný nábrus je možné podrobit dalším rozšiřujícím analýzám, které již nelze považovat za součást standardního průzkumu barevnosti fasád, ale ve specifických případech mohou pomoci interpretovat stratigrafické nálezy. Největší přínos z hlediska průzkumu barevnosti fasád má zejména **elektronová mikroskopie (SEM)** obvykle výhodně kombinovaná s prvkovou mikroanalýzou. Elektronovou mikroskopií je v daném kontextu možné využít nejen k identifikaci řady pigmentů či plniv nátěrů, ale také k lepší stratifikaci nálezu, určení technologického charakteru nalezených vrstev, jejich původnosti a časové návaznosti. S výhodou lze analýzu provádět přímo na připravených nábrusech. Dalšími metodami, které mohou v určitých případech přispět průzkumu barevnosti a bližšímu zařazení jednotlivých úprav, jsou **molekulární spektroskopické metody**. Nejčastěji se jedná o infračervenou spektroskopii (FTIR), popřípadě Ramanovu spektroskopii, které lze využít zejména při určení povahy organického podílu úprav (v případě fasádních nátěrů tedy například odhalit obsah syntetických polymerních pojiv v recentních úpravách, přídavky přírodních organických pojiv v historických úpravách apod.). Ve specifických situacích může být ve vztahu k průzkumu barevnosti přínosná i řada dalších instrumentálních metod, jejichž potřebu vyhodnotí specialista technolog nebo analytik. Podrobnější informace k využití instrumentálních metod v oblasti průzkumu barevné vrstvy lze získat v dostupné literatuře.<sup>14)</sup>

#### 5.2.5 Zpracování výsledků mikroskopie a protokol

Výsledkem stratigrafického průzkumu barevnosti je **protokol**, který prezentuje mikrofotografie stratigrafických řezů jednotlivých vzorků, popisuje nalezené vrstvy a diskutuje nález ve vztahu k cílům průzkumu. Vlastní stratigrafický nález je v protokolu reprezentován minimálně **snímkem ve viditelném odraženém světle s graficky označenými jednotlivými vrstvami** a přidruženou **tabulkou s popisem těchto vrstev (obr. 14)**.


Z hlediska transformace získaných dat do podoby protokolu je třeba si uvědomit, že **maximum informací je dostupné pouze přímým pozorováním** nábrusu mikroskopem. Střídáním různých zvětšení, různých pozorovacích módů a postupnou prohlídkou různých částí nábrusu získává zpracovatel syntetický obraz o zkoumaném souvrství. **Výběr snímků nábrusů je tedy již určitou interpretací nálezu**. Vybírána jsou místa i způsoby pozorování vyhodnocená jako nejlépe reprezentující celkový nález, respektive nejlépe odpovídající na kladené otázky (tj. například snímky konkrétních vzorků mohou být v konečném důsledku pro různá zadání průzkumu různé). Interpretace objektivních nálezů a z podstatné části obrazových dat je do velké míry otázkou subjektivních zkušeností zpracovatele průzkumu a jeho schopnosti vždy jedinečný nález interpretovat v kontextu řady dalších souvisejících situací, se kterými se již v rámci své praxe setkal. Základním principům interpretace stratigrafických řezů se věnuje samostatná **část 5.3**.

Protokol sleduje obvyklé členění výstupů materiálového průzkumu – v úvodní části je identifikován zkoumaný objekt a jsou vytyčeny cíle průzkumu, dále je popsán odběr vzorků a jejich označení, použité metody studia a dokumentace stratigrafických řezů, následuje část prezentující a diskutující výsledky průzkumu členěná obvykle dle posloupnosti jednotlivých vzorků a konečně závěr, který shrnuje nejdůležitější dosažené poznatky a odpovídá na v úvodu vytyčené otázky. Je běžné, že průzkum na některé otázky přinese odpovědi pouze dílčí, nebo spojené s větší či menší mírou nejistoty. Při interpretaci výsledků je **proto třeba komentovat také míru pravděpodobnosti závěrů**, které pozorování přináší, od nálezů jednoznačných po nerozhodné situace. Výčet minimálních náležitostí, které by měl protokol ze stratigrafického průzkumu barevnosti fasády obsahovat, je uveden v **kapitole 8**.


14) Ucelený přehled nejběžnějších instrumentálních metod a jejich využití podávají publikace KOPECKÁ/SVOBODOVÁ 2019 a KOPECKÁ/NEJEDLÝ 2005.

47-19, SZ Duchcov, fasáda konfren  
stratigrafie povrchových úprav

**Vzorek 100/47-19** – západní průčelí, patka pilastru, zabíhá za přizděnou bránu



**Obrázek 9 a 10:** Místo odběru vzorku 100/47-19, západní průčelí, patka pilastru za přizděnou bránu

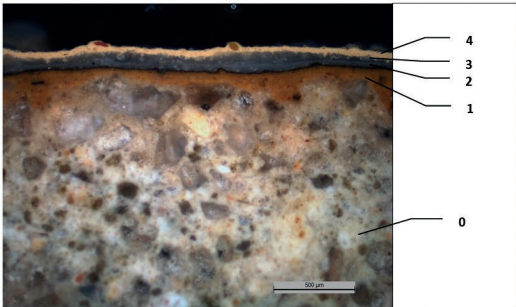


**Obrázek 11:** Detail vzorku 100/47-19, povrch omítky s úpravami, dílek měřítka odpovídá 1 cm

Národní památkový ústav, generální ředitelství | Valdešské nám. 162/3, 118 01 Praha 1 – Malá Strana  
T +420 257 010 111 | F +420 257 010 168 | E [epodatelna@npu.cz](mailto:epodatelna@npu.cz) | DS 2cy9H6t | IČO 75032333 | DIČ CZ75032333

7/13

47-19, SZ Duchcov, fasáda konfren  
stratigrafie povrchových úprav



**Obrázek 12:** Vzorek 100/47-19, stratigrafie povrchových úprav, odražené bílé světlo

**Tabulka 4:** Popis vrstev stratigrafie vzorku 100/47-19

Vrstva	Popis
4	okrový nátěr, současná pohledová úprava
3	bělavý nátěr, součást podkladu úpravy 3
2	bělavý nátěr, součást podkladu úpravy 3
1	žlutookrový nátěr, zřejmě původní pohledová úprava omítky, silné znečištění povrchu
0	jemnozrná omítka/štuk

**Diskuze:**

Na jemnozrné omítce byl zachycen zřejmě původní pohledový žlutookrový nátěr nanesený bez podkladu na omítku, dle rozhraní nátěru a omítky se může jednat o původní úpravu omítky. Žlutookrový nátěr nese intenzivní zašpinění, druhotná pohledová úprava okrové barvy je provedena na dvou bělavých podkladních nátěrech.

Národní památkový ústav, generální ředitelství | Valdešské nám. 162/3, 118 01 Praha 1 – Malá Strana  
T +420 257 010 111 | F +420 257 010 168 | E [epodatelna@npu.cz](mailto:epodatelna@npu.cz) | DS 2cy9H6t | IČO 75032333 | DIČ CZ75032333

8/13

Obr. 14. Ukázka části protokolu prezentující výsledky stratigrafické analýzy úprav zabíhající omítky. Druhotně přizděná konstrukce v tomto případě ochránila nátěry před poškozením a zároveň datací svého vzniku ohraničuje stáří poslední zachycené úpravy.

## 5.2.6 Archivace průzkumu a nábrusů

Protokol z laboratorního průzkumu barevnosti má kromě operativního významu také zásadní význam **budoucího archivního pramene**. Z památkářské praxe je zřejmé, že jeho hodnota v tomto ohledu spočívá v **jednoznačném a detailním slovním popisu a interpretaci nálezů**, role obrazového záznamu je zde spíše jen ilustrační a možnost jeho budoucí opakované interpretace (z tištěného protokolu či komprimovaného dokumentu) je velmi omezená. Zejména v případě povrchových úprav **nálezové situace obvykle postupně zanikají** a nezřídka se při opakovaných obnovách již nepodaří průzkumem odhalit dříve komentované nálezy s dostatečnou relevancí. Bez dostupných dříve zhotovených nábrusů jsou pak jedinými doklady úprav starší průzkumy a jedinou indicií, o kterou lze v takové situaci opřít aktualizaci poznání starších stratigrafických průzkumů, je (dobovými kritérii měřená) **kvalita zpracování protokolu**. Naopak dohledatelný nábrus představuje téměř neměnný časový záznam nálezové situace, který je možné i s velkým časovým odstupem znovu přebrousit a mikroskopicky vyhodnotit, často navíc v kontextu nových poznatků. Systematická **archivace nábrusů** včetně jejich evidence by tak měla být nedílnou součástí postupů laboratorních specializujících se na průzkum kulturního dědictví.

## 5.3 Interpretace laboratorních nálezů stratigrafie

Jak je u laboratorních průzkumů prováděných na vzorcích obvyklé, také laboratorní analýza barevnosti zahrnuje nejméně **dva následné interpretační kroky**. V prvním kroku jde o **interpretaci přímého měření nebo pozorování ve vztahu k jednotlivým analyzovaným fenoménům** – v případě stratigrafie například pozorované vrstvy a jejího významu („vrstva 1 je podkladní nátěr“). V druhém kroku pak o **interpretaci identifikovaných fenoménů v rámci zkoumaného celku**, v daném případě vývoje barevného pojednání fasády/díla („světlo okrový nátěr zachycený jako vrstva 2 lze považovat za nejstarší úpravu římsy“). Vědomá snaha oba (do jisté míry nezávislé) interpretační kroky oddělit je předpokladem pro objektivní zpracování stratigrafických nálezů a jejich využití při obnově nebo ideové rekonstrukci vývoje barevnosti stavby.

**Výpovědní hodnota laboratorního průzkumu** barevnosti nebývá černobílá a pohybuje se na škále **od spolehlivé evidence k neprůkaznosti**. To nelze pokládat za vadu stratigrafického průzkumu, kterou by bylo třeba zakrýt suverénní interpretací, ale za legitimní a pro památkovou péči hodnotnou součást fundovaného posouzení výsledků průzkumu jeho zpracovatelem. Jak již bylo vysvětleno, interpretace nálezů barevnosti je do určité míry subjektivní, závislá na zkušenostech zpracovatele a jeho schopnosti výsledky smysluplně vysvětlit v kontextu vývoje zkoumaného objektu. Kromě vlastní interpretace nálezů by tedy **protokol měl vždy obsahovat také kritické zhodnocení průkaznosti nálezů**. Kvalitně zpracovaný průzkum reflektuje také skutečnosti dané technickými omezeními metody (k tomu viz **kapitola 6**), možnou neúplnost a změny dochovaného souvrství nátěrů a ne vždy zcela vyjasněný stavebněhistorický kontext nálezů. Klíčovými aspekty interpretace nálezů stratigrafické analýzy jsou věnovány následující části.

### 5.3.1 Obecné principy, vrstva, úprava, nátěr, podkladní a pohledový nátěr

Základním interpretačním principem stratigrafie je **chronologické vrstvení úprav** – vrstvy odpovídají časové posloupnosti provedených úprav, mladší úpravy mohou pronikat do porušených starších vrstev, výjimečně pak může při natírání fasády dojít k zabudování fragmentu souvrství starších úprav v mladší úpravě.<sup>15)</sup>

V případě průzkumu fasád je vhodné **rozlišovat mezi vrstvou, úpravou a nátěrem**, při popisu stratigrafického nálezu se pro jednoznačnost používá vždy co nejužší označení dané vrstvy:

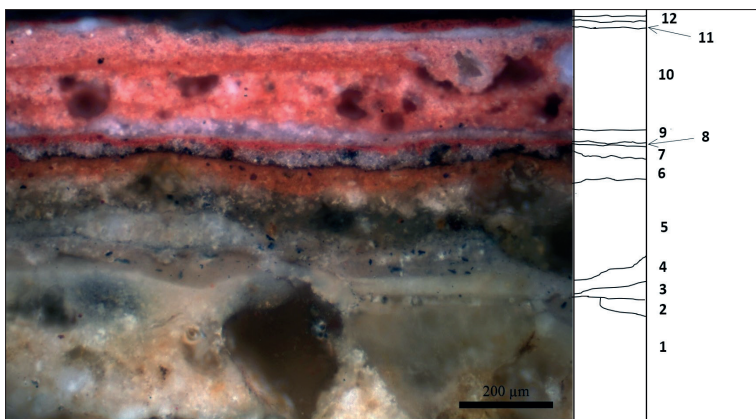
- vrstva** – znamená obecnou rozlišitelnou vrstvou identifikovatelnou v rámci stratigrafie, může představovat vrstvu nečistot, fasádního nátěru, vrstvu štuky a podobně,
- úprava** – je záměrně nanesená vrstva, tedy například obecný nátěr, stěrka, štuk, lazura a podobně (tedy nikoli již vrstva nečistot nebo krusta),
- nátěr** – označuje jasně definovanou vrstvou úpravy fasády aplikovanou natíráním, nátěr se obvykle skládá z plniva, pojiva a pigmentů a lze mu přiřadit barevnost.<sup>16)</sup>

15) Nejedná se až o tak vzácný jev, jak by bylo možné vzhledem k velikosti vzorku očekávat. Fragment starších nátěrů může být v mladším souvrství převrácen, což nemusí být vždy snadno rozpoznatelné. Nežřídko je pak takový fragment v druhotné poloze jediným dokladem starších úprav, které nejsou na kontinuálním stratigrafickém záznamu zkoumaných vzorků jinak zachyceny, a proto může být jejich bližší časová interpretace obtížná.

16) V této souvislosti je vhodné poznamenat, že při popisování vrstev se nedoporučuje používat slovo barva ve smyslu nátěru, ale výhradně pro popis barevnosti.



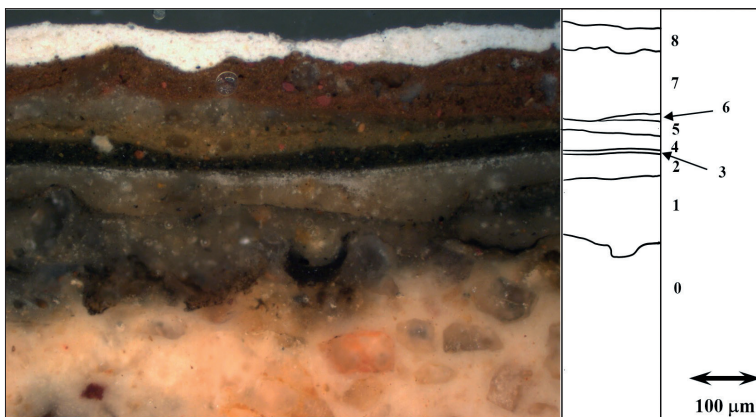
**Nátěry** se při popisování obecně dělí na **podkladní**, které sloužily ke sjednocení a přípravě povrchu, a **pohledové**, které se po určitou dobu uplatňovaly na fasádě pohledově. V případě úprav fasád je velmi běžné, že pohledové probarvené nátěry byly systematicky podkládány neutrálními, obvykle bílými podkladními nátěry – na stratigrafickém záznamu pak **alternují bílé podkladní nátěry, barevné pohledové nátěry** a větší či menší **vrstvy nečistot**, které svědčí o expozici pohledových nátěrů vlivům povětrnosti (**obr. 15**).



*Obr. 15. Na stratigrafii je patrné pravidelné střídání bílých podkladních nátěrů (5, 7, 9, 11), které se na dotčeném pruhu nikdy pohledově neuplatňovaly a červených pohledových nátěrů (6, 8, 10, 12). Nález starších úprav bélaové barvy pod těmito souvrstvími (dvě bílé etapy odpovídající vrstvám 3 a 4) pak pravděpodobně dokládá výraznou barevnou proměnu tohoto pruhu.*

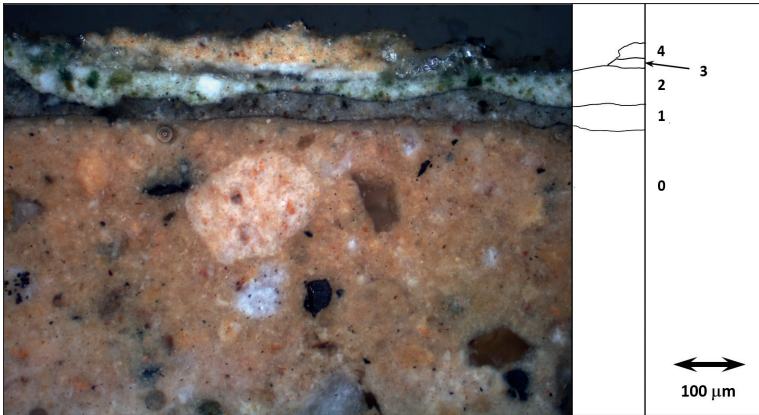
### 5.3.2 Nejstarší úprava, druhotné úpravy

Stratigrafický průzkum často cílí na otázku, zda byl prvek (štuk, kamenné, terakotové a další výzdobné prvky, ale také omítkové plochy) **původně opatřen nátěrem** nebo byl v první fázi prezentován **bez nátěru jako rezný**. Nábrus umožňuje pozorovat povrch prvku, rozsah jeho povrchového narušení a znečištění a také míru nehomogenit na rozhraní povrchu a prvního nátěru. Ačkoli se z povahy pozorování nejedná o vždy zcela jednoznačný doklad, v řadě případů lze toto pozorování pokládat za průkazné. Povrch prvku mohl být v minulosti také **narušen procesy čištění nebo intenzivní degradace**, které setřely starší doklady nátěrů nebo i povrchových nečistot (**obr. 16**). V případě běžných postupů čištění povrchů (špachtle, smývání apod.) bývají relikty a stopy čištění patrné i na nábrusu, rozpoznatelný je také natřený, povětrností degradovaný povrch. V případě razantnějších postupů čištění povrchu, které se v historii vyskytovaly (např. přesekání povrchu, zbroušení), jsou stopy obvykle dobře pozorovatelné *in situ*. Při vytváření řady prvků vzniká dosti **charakteristický povrch, který odráží způsob zpracování prvku** (hlazení omítky, modelace špachtlí, lití apod.), případně také odráží **proces zrání materiálu** (rychlá karbonatace kontaktního povrchu omítky s atmosférou apod.). Narušení expozicí nebo naopak bezprostřední překrytí tohoto charakteristického povrchu nátěrem je při stratigrafické analýze dobrou **indicií počáteční fáze prezentace** dotčeného prvku (**obr. 17**). Zároveň je v této souvislosti vhodné upozornit na v praxi poměrně běžnou dezinterpretaci nejstarších nátěrů (podrobně viz **část 7**).



*Obr. 16. Na nábrusu je patrné značně nehomogenní rozhraní mezi omítkou (0) a nejstarším nalezeným nátěrem (1), povrch omítky je výrazně znečištěn. Také negativní zjištění (zde ve smyslu doložitelnosti charakteru původní úpravy povrchu omítky) mají pro průzkum historické fasády důležitou hodnotu a mohou přispět k pochopení jejího vývoje. Nelze vyloučit, že popisované výrazné znečištění povrchu v minulosti ovlivnilo tmavou paletu mladších úprav, které se na nábrusu posléze objevují.*

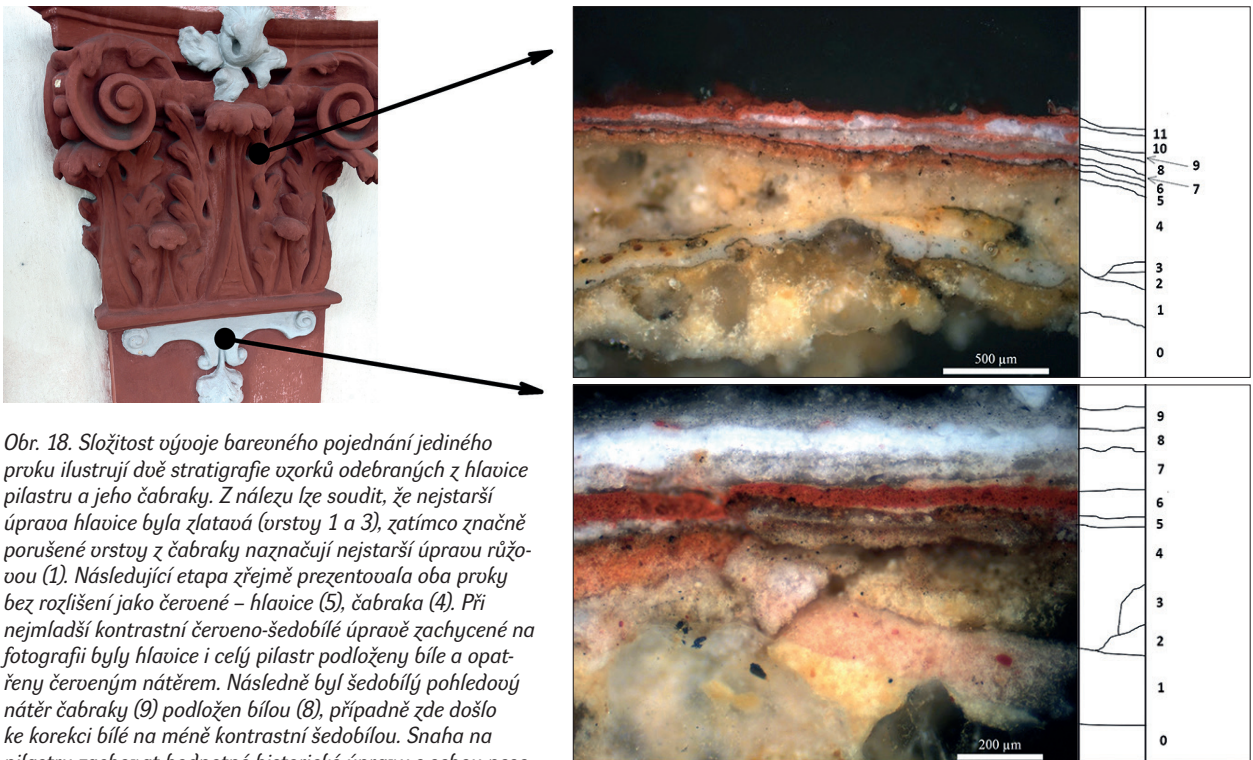




Obr. 17. Na stratigrafii vzorku, který byl odebrán z litého fasádního prvku, je patrné výrazné zašpinění původního povrchu odlitku (0). Z nečistot a neporušeného povrchu odlitku lze usuzovat, že prvek byl nejprve na fasádě prezentován bez nátěru. Nejstarší druhotný nátěr prvku (1) má světle šedou barvu, z jeho znečištění vyplývá, že byl pohledový.

### 5.3.3 Vzájemné porovnání vzorků, etapy barevného řešení

Možnosti interpretace jednotlivých nalezených vrstev v rámci jednoho vzorku (zkoumaného prvku) výrazně rozšiřuje **vzájemné porovnání nálezů v rámci celého souboru**. Porovnáním stratografií je tak možné rozlišit, které nátěry se vyskytují systematicky na celé fasádě a které pouze na určitých prvcích, a dále také identifikovat poměrně běžné situace, kdy na konkrétním vzorku určitá část souvrství úprav z druhotných důvodů (odpadnutí, čištění apod.) chybí (viz **část 6.1**). Přiměřeně ke složitosti vývoje fasády a průzkumem získaných informací je možné identifikovat **hypotetické fáze barevného ztvárnění celé fasády**, a to s většími či menšími nekonzistentnostmi či nedořešenými etapami. Jak již bylo řečeno, náročnost přiřazení vzájemně si časově odpovídajících úprav výrazně roste s počtem použitých tónů a s dílčími, někdy až chaotickými proměnami barevného rozvrhu (**obr. 18**).



Obr. 18. Složitost vývoje barevného pojednání jediného prvku ilustrují dvě stratigrafie vzorků odebraných z hlavičky pilastru a jeho čabraky. Z nálezů lze soudit, že nejstarší úprava hlavičky byla zlatavá (vrstvy 1 a 3), zatímco značně porušené vrstvy z čabraky naznačují nejstarší úpravu různou (1). Následující etapa zřejmě prezentovala oba prvky bez rozlišení jako červené – hlavička (5), čabraka (4). Při nejmladší kontrastní červeno-šedobílé úpravě zachycené na fotografii byly hlavička i celý pilastr podloženy bíle a opatřeny červeným nátěrem. Následně byl šedobílý pohledový nátěr čabraky (9) podložen bílou (8), případně zde došlo ke korekci bílé na méně kontrastní šedobílou. Snaha na pilastru zachovat hodnotné historické úpravy s sebou nese daň v podobě čím dál většího zaslepení detailů modelace.

Zejména v případě většího počtu vzorků zachycujících bohatší souvrství je pro interpretaci i prezentaci nálezů vhodné sestavit tabulku, která pro jednotlivé vzorky (např. uvedené ve sloupcích) přiřadí identifikované vrstvy (nátěry, markantní vrstvy nečistot, opravné stěrky, zlacení apod.). Tabulka usnadňuje přiřadit vrstvy, které si odpovídají, a také identifikovat vrstvy, které na konkrétním vzorku chybí nebo se vyskytují nesystematicky. Ukázka možného zpracování výsledků stratigrafického průzkumu je zachycena na **obr. 19**.

**Složitější nebo nejasný laboratorní nález je vhodné přímo konzultovat s dalšími odbornými účastníky** průzkumu nebo stavební obnovy, tedy zejména s restaurátorem, garantem památkové obnovy, zpracovatelem stavebněhistorického průzkumu a projektantem. Tento přímý dialog obvykle rychle vyjasní **interpretační rámec i relevanci nálezu** pro další kroky. **Důležitá je také průběžná komunikace probíhajících průzkumů a jejich výsledků s vlastníkem objektu.**

VRSTVA										
12	červená		červená							
11	bílá		bílá							
10	růžová		růžová			červená				
9	bílá		bílá			bílá		šedobílá		
8	červená		červená	šedobílá		růžová		bílá		
7	bílá	bílá	bílá	bílá	bílá	bílá		bílá (stopy modré)	šedobílá	
6	červená	bílá	červená	štuk	červená		červená	červená	bílá	
5	štuk	bílá	štuk	červená	bílá	šedobílá	bílá	bílá	bílá (stopy modré)	
4	lom. bílá	bílá	žlutookrová	světle šedá	červená	bílá	růžová	růžová	červená	
3	šedobílá ?	bílá	bílá	šedočerná (fragment)	štuk	bílá (stopy modré)	štuk	štuk	bílá	
2	lom. bílá	šedomodrá	žlutookrová	červená	žlutookrová	červená	sv. růžová	sv. růžová	červená	
1	omítka	omítka	štuk?	štuk	omítka ?	omítka	štuk	štuk	omítka ?	
VZOREK	L1 korunní římsa	L2 plocha, pod korunní římsou	L3 střední pilastr, hlavice	L4 pilastr, čabraka pod hlavicí	L5 nástavec pilastru nad hlavicí	L6 šambrána okna v 2. patře	L7 rozvilina suprafenestry v 2. patře	L8 rozvilina na soklu pilastru	L9 šambrána okna v 1. patře	

Obr. 19. Závěrečné vzájemné porovnání stratigrafických nálezů v rámci širšího souboru vzorků umožňuje oddělit systematické vlivy od náhodných, lépe určit jednotlivé etapy vývoje barevnosti, a tedy pochopit celek. Uvedený příklad souhrnného zpracování výsledků kromě nátěrů zachycuje také stupeň znečištění na jednotlivých rozhraních (míru znečištění znázorňuje tloušťka horizontálních linií).

## VI. Limity laboratorního průzkumu barevnosti fasád

Cílem kapitoly je shrnout nejdůležitější omezení, která vyplývají z techniky stratigrafického průzkumu a která mohou mít podstatné důsledky pro interpretaci laboratorních nálezů v památkářské praxi – zejména pro návrh řešení barevnosti v rámci přípravy a provádění obnov. Dále **nastíněné limity omezují využití laboratorního nálezu stratigrafie pro jednoznačné určení barevnosti** konkrétního nátěru. V odůvodněných případech, kdy se má tento nález stát východiskem pro stanovení nového řešení barevnosti, je proto třeba laboratorním průzkumem nalezenou barevnost kriticky posoudit v rámci nálezů *in situ* průzkumu. Tam, kde jsou *in situ* nálezy neprůkazné, je třeba barevnost doloženou stratigrafií pokládat spíše za orientační a konkrétní barevný tón určené barevnosti vždy hledat v rámci celkového barevného řešení fasády a s přihlédnutím k často změněnému kontextu stavby.<sup>17)</sup> S riziky dezinterpretace výsledků stratigrafického průzkumu při návrhu barevnosti pak blíže seznamuje **kapitola 7**.

### 6.1 Úplnost souvrství

V nejširším smyslu je záznam barevných proměn ztvárnění fasády **limitován zejména stářím omítek**, které barevné úpravy nesou.<sup>18)</sup> Pro interpretaci průzkumu je tak vždy nutná alespoň základní představa o stáří zkoumaných omítek a dalších povrchů, ať už se jedná o omítky celkově provedené, nebo v různé míře dochované fragmenty staršího omítnutí, štukových prvků apod. V rámci existujících omítek je pak třeba také **uvážit úplnost záznamu** souvrství úprav, neboť pravděpodobnost, že v minulosti došlo v rámci některé z oprav fasády k plošnému odstraňování nátěrů, je poměrně velká. Doklady o snímání nátěrů lze najít zejména *in situ* (stopy po škrabání, dojezdy špachtle, drobné stopy nátěrů v hloubkách apod.), ale mohou být patrné také na nábrusu povrchu omítky mikroskopicky (systematicky nehomogenní povrch omítky se stopami poškození, hojné poruchy na rozhraní prvního nátěru a omítky apod.). Tyto indicie by měly být komentovány v protokolu ze stratigrafického průzkumu a zohledněny při jeho celkové interpretaci.

Běžná je také situace, kdy jsou v rámci zkoumaného souboru vzorků nalezeny na jednotlivých vzorcích **pouze určité části celkové chronologie úprav**, kterou je možné rekonstruovat teprve kombinací nálezů na celém souboru. Z tohoto důvodu je ve složitějších situacích výhodné, aby každý zkoumaný prvek nebo část fasády byly, jak je uvedeno v **části 5.1** věnované odběru vzorků, reprezentovány dvěma vzorky odebranými z různých míst. To umožní úplnost zachyceného souvrství výrazně lépe vyhodnotit.

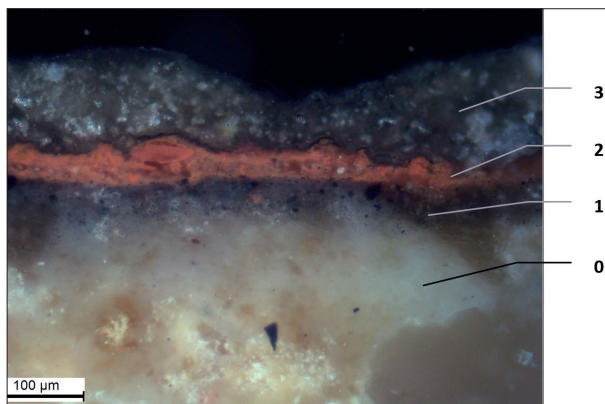
17) V tomto ohledu se lze v praxi někdy setkat s poměrně striktními požadavky zadavatele průzkumu určit na základě stratigrafie konkrétní tóny (například dle vzorníku RAL) tak, aby je bylo možné přenést do návrhu barevnosti. Obdobný požadavek může být také formulován jako zkratkovitá podmínka závazného stanoviska ve smyslu formulace „barevné řešení vyplyne ze stratigrafického průzkumu“. Před těmito zavádějícími postupy je třeba jednoznačně varovat.

18) Podobně v minulosti docházelo (ať už přirozenou degradací nebo úmyslným odstraňováním) ke ztrátám povrchů také v případě kamenných, litých, štukových a dalších prvků. I v jejich případě je tak časový záznam povrchových úprav značně narušený. Na druhou stranu v případě plastických prvků je vysoká šance nalezení pozůstatků úprav v obtížně dostupných hloubkách modelace.



## 6.2 Optické vlastnosti úprav v ploše a na řezu

Hodnocení barevnosti nátěrů fasád ze stratigrafických řezů (nábrusů) je limitováno skutečností, že nátěr **může vykazovat jiné vizuální charakteristiky na fasádě** při svém plošném uplatnění, **než vykazuje při pozorování na řezu**. Historicky nejběžnější nátěry fasád na bázi vápna mají, jsou-li nanášeny v tenké vrstvě, translucenční vlastnosti a jejich optický charakter na fasádě je dán odrazem světla z různých hloubek nátěru i jeho podkladu (blíže viz pozn. 11). Tato vlastnost, která propůjčuje vápenným nátěrům jedinečnou živost, se uplatňovala jak na všedních fasádách, tak s ní bylo záměrně pracováno na výtvarně náročnějších površích (zatírané intonako, kletovaný povrch, mramorování apod.). Na nábrusu kolmém na rovinu nátěrů **se tyto efekty neprojevují**, a nelze je proto přímo vyhodnotit. Na řezu se neuplatňuje nebo jen omezeně uplatňuje také řada dalších fenoménů, které mohly v ploše pohledovou barevnost nátěru zásadně ovlivňovat. Jde například o použití lazur, vrstvení více blízkých tónů, mramorování apod. Jak ilustruje snímek reálné nálezové situace a příslušná stratigrafie mramorování (**obr. 20 a 21**), **tyto fenomény lze jednoznačně identifikovat pouze in situ** – laboratorně jsou bez znalosti nálezové situace v podstatě nezachytitelné.



Obr. 20. Stratigrafie vzorku červeného mramorování (2) provedeného na tmavě šedém pozadí (1). Bez znalosti širších vztahů odebraného vzorku (viz obr. 21) by z nábrusu nebylo možné zjistit, že jde o mramorování.

## 6.3 Změny barevnosti při impregnaci vzorku pryskyřicí

Znatelný dopad na barevnost nátěru může mít samotné zalití vzorku do pryskyřice a prosycení jinak porézních a nasákových nátěrů pryskyřicí. Obvyklé historické fasádní nátěry jsou poměrně porézní, při impregnaci je vzduch v pórech nátěru nahrazen pryskyřicí, která má značně odlišný index lomu světla.<sup>19)</sup> Nahrazení vzduchu pryskyřicí vede k výraznému snížení rozptylu světla v nátěru, což se projeví jeho **probarvením**, respektive **ztmavnutím**.<sup>20)</sup> Tento efekt ilustrují fotografie vzorků před a po zalití do pryskyřice na **obr. 10 a 11**.

Změna indexu lomu prostředí, které v nátěru obklopuje zrna pigmentů, se může poměrně výrazně odrazit také na barevné intenzitě nátěru – kryvost neboli **krycí mohutnost pigmentu** je dána rozdílem indexů lomu světla pigmentu a pojiva, které ho obklopuje. Výrazný nárůst indexu lomu



Obr. 21. Reálná nálezová situace s odhalenými, značně poškozenými původními úpravami fasády. Iluzivní kordonová římsa oddělená patrným rysem je provedena tmavě šedě, na tmavém pozadí jsou v ploše viditelné nepravidelné, jasně ohraničené červené skvrny, které byly in situ interpretovány jako mramorování. Stratigrafii úprav v místě červeného mramorování, která této hypotéze odpovídá, zachycuje obr. 20.

19) Index lomu světla zjednodušeně vyjadřuje rychlost, jakou se světlo daným materiálem šíří, tzv. optickou hustotu materiálu. Při průchodu světla z jednoho prostředí do prostředí s odlišným indexem lomu dochází na rozhraní těchto prostředí k lomu světla, který je úměrný právě rozdílu indexů lomů těchto prostředí. Index lomu světla vzduchu je cca 1,0003, u zalévací pryskyřice se pohybuje kolem hodnoty 1,5.

20) K podobnému efektu ztmavnutí či probarvení dochází také například při namočení nasákových fasádních nátěrů. Někdy lze tento efekt využít také v rámci průzkumu barevnosti ke zvýraznění barevnosti odhalených a značně degradovaných úprav in situ.

světla prostředí, které obklopuje zrna pigmentů po impregnaci pryskyřicí, tak může „odbarvit“ či vyblednout pozorovanou vrstvu na nábrusu a vést k **posunu v interpretaci barevnosti pozorovaného nátěru**.

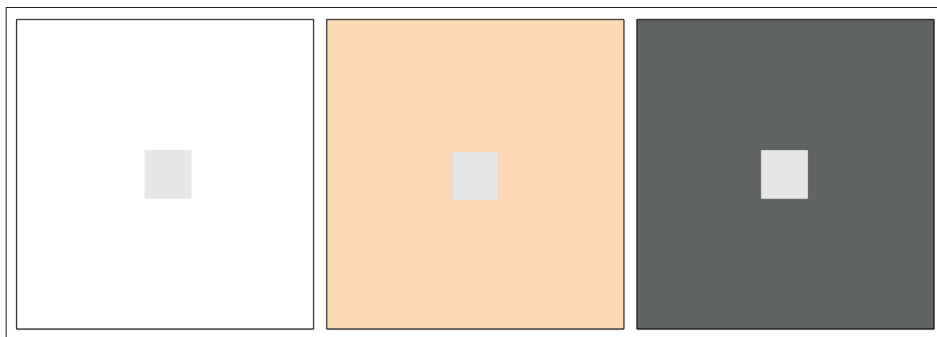
Oba popsané efekty se nejvíce projevují u značně porézních, degradovaných vápenných nátěrů. U kompaktnějších nebo na organický podíl bohatších nátěrů je dopad impregnace vzorku pryskyřicí na barevnost nátěrů menší.

## 6.4 Změny barevnosti nátěrů vlivem jejich stárnutí

Určité barevné změny nátěrů lze spojovat s **expozicí nátěru vlivům povětrnosti**. Někdy se hovoří o barevné změně způsobené změnou barevnosti exponovaného pigmentu, ovšem ta je v praxi spíše ojedinělá. Až na výjimky byly pro úpravu fasád historicky používány stabilní přírodní pigmenty, nejčastěji na bázi jílu, hlinek, oxidů železa nebo uhlíkatých černí. Tyto pigmenty jsou za běžných podmínek stabilní a větší barevné změny u nich nelze předpokládat.<sup>21)</sup> Barevné změny nátěrů fasád souvisí spíše se **stárnutím a degradací nátěru jako takového**, kdy může docházet k druhotným změnám jako je rekrystalizace nebo vyplavování pojiva, nárůst porozity, sprášování nátěru nebo jeho chemická přeměna. Uvedené pochody obvykle vedou ke **snížení barevné intenzity nátěru**, jeho určitému vyblednutí (opět se zde uplatňuje změna indexu lomu světla v okolí zrn pigmentu a celkový nárůst rozptylu světla v porušené vrstvě nátěru). Míru dopadu těchto změn na původní barevnost nátěru nelze jednoduše vyhodnotit. Nejedná se o omezení přímo související se stratigrafickým průzkumem, ale při hodnocení referenčních povrchů *in situ* je třeba je vzít v úvahu. Výše diskutované probarvení nátěrů na nábrusu po zalití do pryskyřice (viz **část 6.3**) může efekt vyblednutí do jisté míry kompenzovat.

## 6.5 Širší souvislosti ovlivňující vnímání barevnosti

Je třeba si uvědomit, že **na vnímané barevnosti nátěru fasády se projevuje celá řada aspektů, které s objektivní (tj. měřitelnou) barevností nátěru nesouvisí** a nelze je (ani při minimalizaci ostatních omezení laboratorního pozorování) z nábrusu dovodit. Celkový vjem barevnosti je v reálné situaci ovlivněn hrubostí povrchu, na který je nátěr aplikován, křivostí natřeného povrchu (velké rovinné plochy bez stínů versus zakřivené plochy, hluboce modelované reliéfy, různá ostrost modelace a hran apod.), dále kombinací barev, které se na fasádě v různých poměrech ploch uplatňují (kromě nátěrů jde samozřejmě také o barevnost uplatněných materiálů, oken, střešní krytiny atd.), i širšími souvislostmi lokálních světelných podmínek (barevnost protilehlých fasád, zatravněné plochy, skleněné odrazivé plochy fasád moderních budov apod.). Jak ilustruje **obr. 22** tyto naznačené vztahy sice nemění barevnost konkrétního nátěru, ale **mohou zásadně ovlivňovat výsledný vjem barevnosti**. Účinek těchto vlivů na konkrétní fasádě nelze při návrhu barevnosti podceňovat, konkretizace tónu proto vždy vyžaduje vynesení zkušebních ploch *in situ* (viz též **kapitola 7**).



*Obr. 22. Lidské vnímání barevnosti je značně komplexní fenomén, který nezávisí jen na absolutní barvě pozorovaného předmětu. Objektivní barevnost vnitřních šedých ploch na obrázku je ve všech třech případech shodná, její vjem se však liší v závislosti na okolí. Shodně je lidská mysl ovlivňována při vnímání barevnosti fasád i stratigrafických nálezů.*

21) V ojedinělých případech nelze barevné změny tonality nátěrů vyloučit. Může být spojeno s použitím pigmentů, které jsou na povětrnosti (nebo ve vápenném pojivu apod.) nestabilní (např. blednutí šmolky, na fasádách spíše teoretické zelenání modrých mědnatých pigmentů). Experimentálně dosud spíše nepodložené jsou úvahy o změnách barevnosti vápenných nátěrů s železitymi hlinkami v dlouhém časovém měřítku.

## VII. Rizika a nejběžnější chyby při využití výsledků laboratorního průzkumu barevnosti v památkové praxi

Jak již bylo řečeno v úvodu, barevné řešení fasády a jeho realizace představuje jeden ze zásadních rozměrů většiny obnov historických staveb. Rostoucí důraz odborné památkové péče na objektivní poznání historické podoby staveb podložené exaktními průzkumy může v některých případech (například kvůli nedostatku historických pramenů, ikonografie, odborné kompetence situaci správně vyhodnotit nebo kvůli formalizaci kroků návrhu barevnosti) vést k **nekritickému spoléhání na laboratorní průzkumy**. V praxi je dlouhodobě rozšířena řada zjednodušujících a zavádějících představ, někdy zcela implicitně předpokládaných, jak poznatky stratigrafického průzkumu při návrhu řešení barevnosti v rámci obnov historických staveb využít.<sup>22)</sup> Následující části shrnují nejběžnější metodické problémy využití výsledků průzkumu, se kterými se lze v současné praxi setkat.

### 7.1 Apriorní návrat k nejstarší nalezené barevnosti

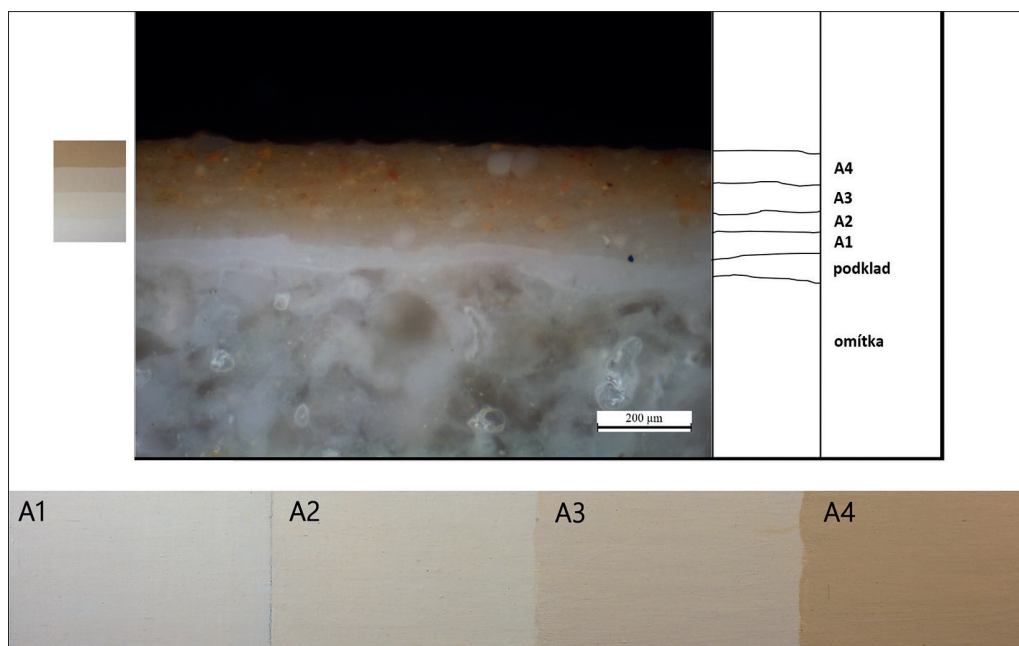
Dosud poměrně rozšířenou **chybou je apriorní předpoklad, že při návrhu barevného řešení je nejlegitimnější cestou návrat k nejstarší nalezené barevnosti**, která má být doložena stratigrafickým průzkumem. Ačkoli může být stratigrafický náález poměrně průkazný, z celé řady metodických důvodů **nelze přenesení nejstarší nalezené barevnosti do nového návrhu barevnosti pokládat za obecně nejvhodnější řešení**. Návrat k nejstarší barevnosti může být nekonzistentní s možnými mladší proměnami fasády (např. modernizace oken, změny detailů, mladší stavební úpravy, dostavby) nebo změnami okolního kontextu (aktuální barevnost okolních fasád, proměna širšího urbanistického prostředí apod.). **Výchozím řešením by proto naopak měla být ochrana dochovaného stavu památky**. Jakékoli změny dochovaného stavu musí být důkladně zvaženy po vyhodnocení všech průzkumů a souvislostí a pečlivě vyargumentovány.

### 7.2 Volba odstínu dle stratigrafického snímku

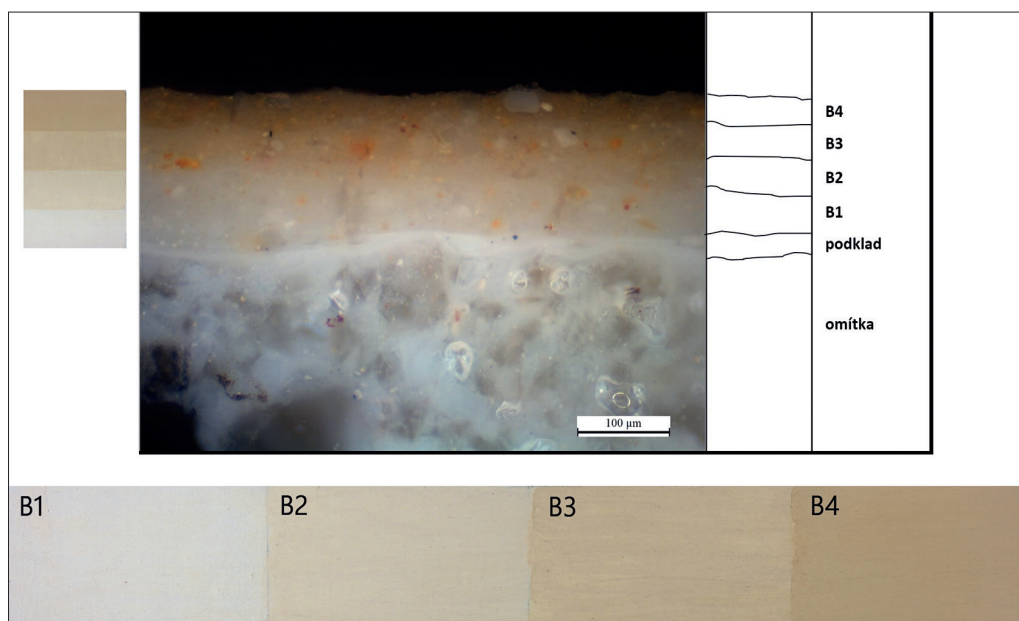
V odůvodněných případech může být po zvážení všech souvislostí a nálezu přistoupeno k rekonstrukci starší barevnosti, která vychází ze stratigrafického průzkumu. I v těchto případech je třeba stratigrafický náález brát jako objektivní doklad určité barevnosti (např. tmavší okr, světle zelená, bílá), ale **konkrétní barevný tón nelze ze stratigrafie do návrhu přenášet**. Jak bylo vysvětleno v **kapitole 6**, stratigrafie je zatížena řadou technických omezení, která náález deformují, konkrétní tonalita jednotlivých nátěrů barevného řešení tak **musí být laděna vždy vzájemně a v reálných podmínkách na fasádě**. Podobně problematická je proto obhajoba již realizovaného barevného řešení, které údajně vyplynulo ze stratigrafického průzkumu nebo požadavek na určení barevného tónu laboratorně nalezeného nátěru podle vzorníku RAL.

Rozdíly mezi barevnými tóny nátěrů v ploše a na jejich stratigrafických řezech ilustrují tři modelové příklady zachycené na **obr. 23, 24 a 25**. Na zkušební plochy byly přes sebe postupně nanášeny modelové škály čtyř vápenných nátěrů s rostoucím obsahem pigmentu (použity byly tři sady pigmentací). Odchylky v barevnosti ploch nátěrů a jejich stratografií jsou z obrázků zřejmé. Při rekonstrukci, respektive při návrhu konkrétního tónu fasádního nátěru mohou být tyto rozdíly pro výsledné výtvarné působení celku podstatné. Navíc si je třeba uvědomit, že v reálné situaci není pro hodnocení nálezu k dispozici žádná „škála“, se kterou by bylo možné stratigrafický náález porovnávat, a proto ze stratigrafie není možné konkrétní světlost nalezeného barevného tónu nátěru jednoznačně určit.

22) Podrobnou analýzu nedostatků při obnově barevnosti fasád v památkových rezervacích a zónách podává GIRSA/HOLEČEK 2005. Ačkoli se jedná o starší zdroj, většina identifikovaných problémů přetrvává.

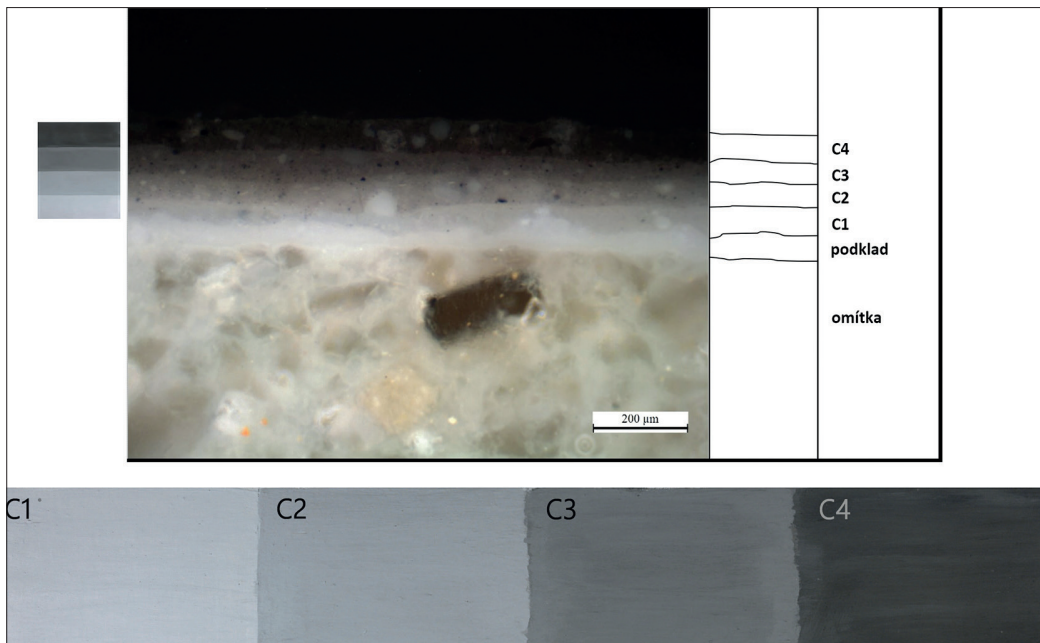


Obr. 23. Přímé porovnání barevnosti reálných nátěrů a jejich stratigrafií. Fotografie dole ukazuje zleva doprava postupně nanášenou modelovou škálu vápenných nátěrů s rostoucím obsahem pigmentů (přírodní okr Chlumčany + satinobr). V horní části je stratigrafie těchto nátěrů, pro snadnější porovnání je nalevo vedle stratigrafie umístěna zmenšená fotografie zkušební plochy.



Obr. 24. Přímé porovnání barevnosti reálných nátěrů a jejich stratigrafií. Fotografie dole ukazuje zleva doprava postupně nanášenou modelovou škálu vápenných nátěrů s rostoucím obsahem pigmentu (přírodní okr Chlumčany). V horní části je stratigrafie těchto nátěrů, pro snadnější porovnání je nalevo vedle stratigrafie umístěna zmenšená fotografie zkušební plochy.





Obr. 25. Přímé porovnání barevnosti reálných nátěrů a jejich stratografií. Fotografie dole ukazuje zleva doprava postupně nanášenou modelovou škálu vápenných nátěrů s rostoucím obsahem pigmentu (železitá čern). V horní části je stratigrafie těchto nátěrů, pro snadnější porovnání je nalevo vedle stratigrafie umístěna zmenšená fotografie zkušební plochy.

### 7.3 Záměna podkladu a pohledové úpravy

Častou chybou, se kterou se lze při interpretaci stratigrafického nálezu v praxi setkat, je **nesprávné určení podkladních či přípravných nátěrů a jejich záměna za úpravy pohledové**. Bylo již uvedeno, že nátěry fasád byly obvykle prováděné na sjednocující nátěr neutrální barevnosti. Teprve na tento přípravný podklad byl posléze aplikován jeden či dva nátěry pohledové. Plošný bílý nátěr vápnem (tzv. přelíčení) byl v některých případech v minulosti závěrečným krokem zednického provedení fasády před předáním hrubé stavby objednateli, přičemž vlastní **barevnost fasády byla realizována až s určitým, někdy i markantním odstupem** (například po dostavbě dalších částí nebo staveb). Stratigrafie nábrusu obvykle umožňuje na základě znečištění povrchu nátěru, homogenity souvrství následných úprav i celkové logiky výstavby souvrství poměrně spolehlivě **rozeznat podkladní nátěr od pohledové úpravy. Metoda sondážního průzkumu a snímání jednotlivých vrstev může v těchto situacích vést k zavádějícím závěrům**, které lze laboratorně upřesnit.

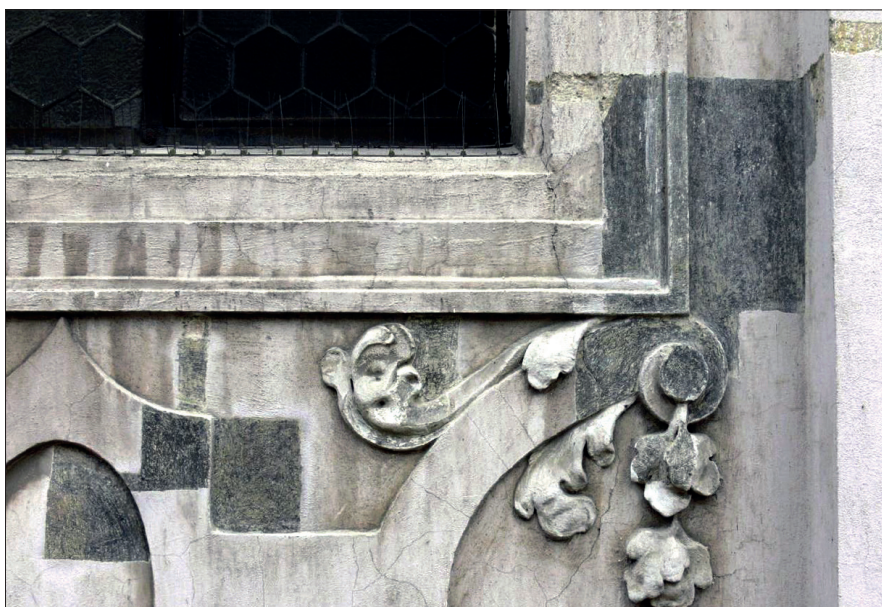
### 7.4 Záměna pohledových úprav na aktivních prvcích fasád

Obvyklou (i když ne zcela striktní) praxí při pojednávání vícebarevných fasád nátěry byla (a dosud je) **celoplošná aplikace nátěru pasivních částí fasády** (tj. zejména ploch) a **následné selektivní natření aktivních prvků cílovým pohledovým tónem** podle zvoleného barevného schématu. Tento postup se promítá do stratigrafického záznamu úprav na aktivních prvcích vícebarevných fasád, kde se kromě uplatněných pohledových úprav vyskytují také nátěry pasivních částí fasády, které se však nikdy na těchto prvcích pohledově neuplatňovaly. Pokud se tato eventualita pomine, může to při průzkumu vést k dezinterpretaci historické barevnosti a jejich časových etap. Odlišení takové situace od skutečně celoplošného nátěru je možné pomocí stratigrafického průzkumu, a to na základě nehomogenit a nečistot na rozhraní následných úprav a celkové logiky vrstvení v rámci souboru vzorků. Stratigrafický průzkum v tomto ohledu obvykle nabízí objektivnější posouzení nálezu nežli průzkum sondážní, kdy **mechanické snímání jednotlivých nátěrů nemusí tuto situaci dostatečně zpřehlednit**. *In situ* lze naopak sondážně přímo odhalit úpravy na rozhraní aktivních a pasivních prvků.



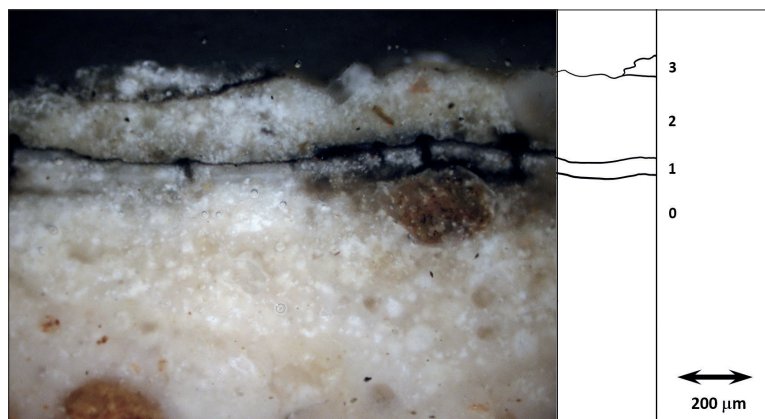
## 7.5 Záměna vrstvy znečištění a pohledové úpravy

V městském prostředí docházelo od 19. století v důsledku masivního nárůstu spalování uhlí k intenzivnímu špinění povrchu fasád sazími a také ke zvýšené sulfatizaci vápenných povrchů.<sup>23)</sup> Sulfatizací přeměněné vrstvy znečištěných nátěrů lze na mnoha městských fasádách nalézt pod vrstvami mladších úprav v překvapivém rozsahu jako souvislé, tmavě šedé až černé vrstvy. Jejich povrch může i ve větší, sondou odhalené ploše **svojí intenzitou a homogenitou věrně připomínat šedý nebo černý nátěr (obr. 26)**. Tyto *in situ* nálezy někdy vedou k mylné dezinterpretaci záměrné historické úpravy fasády černými nebo tmavě šedými nátěry. Stratigrafický průzkum, který lze dále doplnit o prvkovou analýzu vrstev, obvykle dokáže jednoznačně odlišit popsanou nálezuovou situaci od skutečného výskytu probarveného tmavého nátěru (obr. 27). Řada zkoumaných stratigrafických vzorků úprav fasád historických staveb ukazuje podobnou posloupnost, kdy **po silném znečištění povrchu následovala radikální proměna palety fasádních nátěrů a z původní světlé barevnosti je fasáda posléze prezentována v tónech šedé či šedohnědé (viz obr. 28, podobně také nálezy na obr. 16, 17 a 27)**.

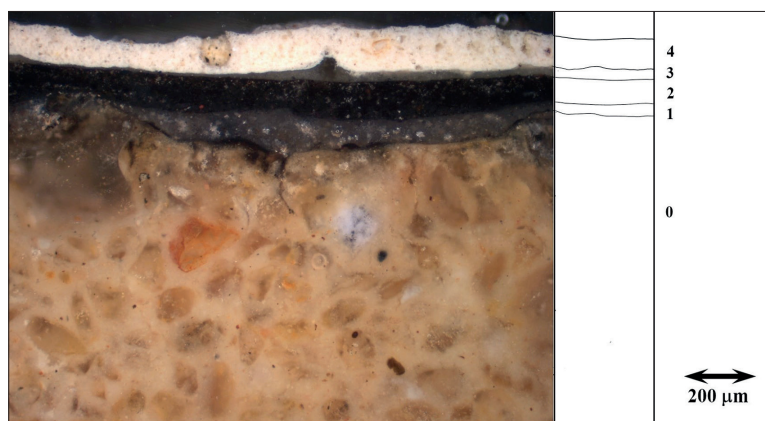


*Obr. 26. Sondážně odhalený povrch omítky s výrazně šedou barevností. Kompaktnost a homogenita povrchu i jednodušnost šedého zbarvení v praxi může vést k domněnce, že se jedná o nátěr černé či tmavě šedé barevnosti. Jak dokládá obrázek 27, stratigrafický průzkum v těchto případech obvykle dobře odliší nátěr od znečištění.*

23) Sulfatizaci lze jednoduše popsat jako reakci oxidu siřičitého rozpuštěného ve srážkách s uhličitými materiály (zde zejména vápennými nátěry a omítkami) za vzniku málo rozpustného sádrovce. Sádrovec se sráží v povrchové vrstvě materiálu a postupným zabudováním prachových částic a sazí v sulfatizované vrstvě vzniká tmavá až černá vrstva.



Obr. 27. Stratigrafie ozorku tmavě šedého povrchu fasády z fotografie na obr. 26. Mikroskopie v tomto případě nedává pochyb, že se jedná o silné znečištění povrchu, které vyplňuje praskliny ve starších nátěrech omítky. Nečistoty, převážně černé saze, byly fixovány na povrchu ukládáním sádrouce, který vznikl sulfatizací vápenných složek exponovaných atmosféře znečištěné oxidy síry.



Obr. 28. Příklad poměrně běžného nálezu stratigrafie, kdy se relativně výrazné černé znečištění povrchu (zde omítky, 0) velmi pravděpodobně promítlo do barevnosti následných úprav (1, 2). Je otázkou, nakolik bylo toto rozhodnutí nevědomým následováním domnělé starší barevnosti fasády a nakolik vědomým záměrem zachovat například určitý výtvorný charakter znečištěného povrchu.

## 7.6 Absence stratigrafického průzkumu

Výše uvedené případy představují situace, kdy je výsledek stratigrafického průzkumu v rámci interpretace nálezů starší barevnosti fasády využit chybně, nekriticky nebo je jeho relevance v některém aspektu přeceněna. V praxi však stále dochází také k nežádoucí **úplné rezignaci na provedení laboratorního průzkumu**, a to i při odhalení bohatšího souvrství historických úprav. Z důvodů finančních, časových nebo i pouhé laxnosti se průzkum barevnosti omezí pouze na *in situ* sondáž a zběžnou dokumentaci bez dalších ambic zhodnocení dnes stále vzácnějších nálezů historických úprav. Vzhledem k tomu, že stratigrafie nabízí oproti *in situ* průzkumu objektivnější vhled do vrstvení a etapizace dochovaných úprav, může jít o promarněnou příležitost získat zásadní poznatky o vývoji barevného řešení, která se v lepším případě nemusí na dlouhou dobu opakovat, v horším může jít i o příležitost poslední.

## VIII. Formální náležitosti protokolu laboratorního průzkumu stratigrafie a barevnosti fasád

Výsledkem stratigrafického průzkumu barevnosti fasád je **protokol**, který by měl splňovat určité formální a obsahové požadavky. To je nejen předpokladem dalšího smysluplného využití získaných poznatků, ale také základem pro rozlišení faktických nálezů od jejich dobově podmíněných interpretací.<sup>24)</sup> Jak je rozebráno v **kapitole 5.3**, protokol má obsahovat nejen naměřená data (tj. zejména mikrofotografie stratigrafií) a jejich interpretaci (tj. obecně určení vrstev), ale také slovní komentář týkající se určitosti těchto nálezů. **Kritické zhodnocení míry nejistoty uvedených interpretací a hypotéz<sup>25)</sup>** zpracovatelem průzkumu, který sám má nejlepší vhled do získaných výsledků, v konečném důsledku **určuje další využitelnost výstupu**. Nedostatky ve formálních náležitostech protokolu a jeho nekonzistentnost obvykle samy upozorňují na omezenou relevanci a využitelnost výstupu.

Následující body shrnují **minimální formální náležitosti**, které by měly být součástí protokolu ze stratigrafického průzkumu barevnosti fasád. Konkrétní členění protokolu nemůže být zcela závazné a rigidní, musí odrážet různé cíle průzkumu, jeho složitost i rozsah použitých metod, a proto je ponecháno na zpracovateli průzkumu.

### Minimální náležitosti protokolu z laboratorního průzkumu barevnosti fasád:

#### a) Identifikace objektu a jeho částí

- identifikace zkoumaného objektu, jeho fasád a dalších částí, kterých se průzkum týká

#### b) Zadavatel průzkumu

- informace o zadavateli průzkumu a jeho roli při provádění akce

#### c) Cíle průzkumu

- popis cílů průzkumu a upřesnění kontextu, proč se průzkum provádí, na jaké průzkumy a poznatky navazuje apod.

#### d) Informace o odběru vzorků

- kdo, kdy a jakým způsobem odběr provedl
- jak byla místa při odběru vytipována/dostupná, jak odběr navazuje na *in situ* průzkum apod.

#### e) Výčet vzorků

- výčet vzorků s přiřazením jejich jedinečného označení (obvykle ve formě tabulky)
- vyznačení míst odběru vzorků v rámci celku (ideálně zakreslením ve výkresu, případně ve fotografii celku)
- fotografie míst odběru vzorků s dostatečným detailem, konkretizované otázky na daný vzorek (formální členění dle složitosti průzkumu, lze řadit v části g)

24) K tomu může docházet i se značným časovým odstupem a někdy bez možnosti získat další bližší informace o průzkumu mimo protokol. Z tohoto důvodu je nanejvýš vhodné v protokolu standardně uvádět alespoň stručný popis kontextu průzkumu – v rámci čeho je prováděn, co je jeho cílem, jak navazuje na starší průzkumy atd.

25) Protokol by měl kromě věcně přesných popisů odrážet také systematickou snahu o kritické hodnocení nejistoty pozorování – např. namísto strohého konstatování „nejstarší úprava římsy je červená“ může jít o popis jako „nejstarší stratigrafií zachycená úprava římsy je červená, na základě mikroskopie ji lze považovat za původní nátěr“ nebo „nejstarší stratigrafií zachycená úprava římsy je červená, na základě mikroskopie nelze rozhodnout, zda se jedná o původní nebo druhotnou úpravu římsy“.

**f) Popis postupu**

- stručný popis způsobu zpracování vzorků, použitých materiálů, metod pozorování a použité techniky včetně záznamové
- popis způsobu následného zpracování digitálních dat (obrazových, v případě analytických metod spektrálních dat atd.)

**g) Výsledky pozorování/měření**

- mikrofotografie stratigrafických řezů s měřítkem a systematickým označením identifikovaných vrstev
- slovní popis identifikovaných vrstev včetně jejich základní interpretace (např. podklad, pohledová úprava, opravná vrstva štuky apod.) a určení jejich barevnosti
- konzistentní pojmenování barevných tónů v rámci zkoumaného souboru
- hodnocení míry určitosti interpretovaných nálezů

**h) Diskuze výsledků**

- diskuze výsledků zaměřená na interpretaci nálezů na zkoumaném vzorku a zodpovězení dílčích konkretizovaných otázek dle zadání průzkumu
- syntéza poznatků získaných v rámci souboru vzorků

**ch) Závěr**

- shrnutí nejdůležitějších poznatků ve vztahu k cílům průzkumu
- kritické zhodnocení výpovědní hodnoty těchto výsledků ve vztahu ke starším barevným pojednání prvků/fasády/objektu
- doporučení dalších navazujících kroků (typicky ověření konkrétních hypotéz *in situ*, doporučení rozšíření odběru na konkrétní místa apod.)

## IX. Doporučená literatura

- MACEK 2009 – Petr MACEK: *Barevnost fasád. Průzkum, dokumentace, vyhodnocení a obnova exteriéru historických staveb*. Praha 2009. Ke stažení na <https://www.npu.cz/cs/e-shop/491-barevnost-fasad-pruzkum-dokumentace-vyhodnoceni-a-obnova-exteriuru-historickyh-staveb>, vyhledáno 25. 5. 2023.
- BERÁNEK/MACEK 2015 – Jan BERÁNEK / Petr MACEK (edd.): *Metodika stavebněhistorického průzkumu*. Praha 2015. Ke stažení na <https://www.npu.cz/cs/npu-a-pamatkova-pece/npu-jako-institute/publikace/9937-metodika-stavebnehistorickeho-pruzkumu>, vyhledáno 25. 5. 2023.
- BLÁHA/JESENSKÝ/MACEK/RAZÍM/SOMMER/VESELÝ 2005 – Jiří BLÁHA / Vít JESENSKÝ / Petr MACEK / Vladislav RAZÍM / Jan SOMMER / Jan VESELÝ: *Operativní průzkum a dokumentace historických staveb*. Praha 2005. Ke stažení na <https://www.npu.cz/cs/e-shop/7378-operativni-pruzkum-a-dokumentace-historickyh-staveb>, vyhledáno 25. 5. 2023.
- GIRSA/HOLEČEK/JERIE/MICHOINOVÁ 2004 – Václav GIRSA / Josef HOLEČEK / Pavel JERIE / Dagmar MICHOINOVÁ: *Předprojektová příprava a projektová dokumentace v procesu péče o stavební památky*. Praha 2004. Ke stažení na <https://www.npu.cz/cs/e-shop/7405-predprojektova-priprava-a-projektova-dokumentace-v-procesu-pece-o-stavebni-pamatky>, vyhledáno 25. 5. 2023.
- KUNEŠ 2019 – Petr KUNEŠ: Stratigrafický průzkum barevnosti fasád. *Zprávy památkové péče* 2019, roč. 79, č. 3, s. 341–346 (DOI: 10.56112/zpp.2019. 3. 12). Ke stažení na [https://zpp.npu.cz/artkey/zpp-201903-0012\\_stratigraphic-survey-of-facade-colors.php](https://zpp.npu.cz/artkey/zpp-201903-0012_stratigraphic-survey-of-facade-colors.php), vyhledáno 25. 5. 2023.
- Práce s barvami v památkové péči. Problematika výběru a použití barev při obnově historických objektů*. Zpravodaj Společnosti pro technologie ochrany památek, svazek 19, 2017.
- GIRSA/HOLEČEK 2014 – Václav GIRSA / Josef HOLEČEK: *Metodický materiál pro obnovu fasád na územích památkových rezervací a památkových zón. Část 6 – Barevnost fasád*. Praha 2014.
- KOLLER 1996 – Manfred KOLLER: Historické fasády: průzkum a opatření k záchraně památky. *Zprávy památkové péče* 1996, roč. 56, č. 4, s. 182–186.
- KOPECKÁ/SVOBODOVÁ 2019 – Ivana KOPECKÁ / Eva SVOBODOVÁ. *Metody průzkumu historických materiálů*. Praha 2019.
- KOPECKÁ/NEJEDLÝ 2005 – Ivana KOPECKÁ / Vratislav NEJEDLÝ. *Průzkum historických materiálů. Analytické metody pro restaurování a památkovou péči*. Praha 2005.
- SOCHOCKA/FRIDELL 2017 – Anna SOCHOCKA / Anter Karin FRIDELL. Perceived façade colours in different daylight situations: Survey in the Old Town of Warsaw. *Journal of the International Colour Association* 17, 2017, s. 92–119.
- Final report of International workshop *Colour Measurement and Documentation in Architectural Paint Research*. 22–25 October 2019, Tallinn and Kirna, Estonia, 2020. Ke stažení na <https://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1432104/FULLTEXT01.pdf>, vyhledáno 25. 5. 2023.
- Technická norma ČSN EN 16085 (961512): Ochrana kulturního dědictví – Metodika odběru vzorků z objektů kulturních památek – Obecná pravidla (účinná od 1. 3. 2013).

# **Laboratorní průzkum stratigrafie a barevnosti povrchových úprav fasád v památkové praxi**

**Petr Kuneš**

Vydal Národní památkový ústav,  
Valdštejnské nám 3/162, 118 01 Praha 1  
v roce 2023 jako 117. svazek  
edice odborné a metodické publikace

1. vydání

Redakce: Jakub Bachtík  
Grafická úprava a sazba: Jaroslav Ježek

Tisk: H.R.G., spol. s.r.o., Svitavská 1203, Litomyšl

ISBN 978-80-7480-194-5 (tištěná verze); 978-80-7480-195-2 (PDF)