

# Technologie digitálního restaurování starých fotografií budov pro tvorbu virtuálních 3D modelů městské zástavby



Radek Richtr, Petr Pauš, Jiří Chludil



Milan Talich, Klára Vacková, Filip Antoš, Jan Havrlant, Marcel Brejcha, Pavel Petřík, Vladislav Šmejkal

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM



Josef Märc, Eva Semotanová, Lucie Drmolová

Srpen 2024

Tento text byl podpořen z prostředků Ministerstva kultury ČR, Programu NAKI III,  
projekt: Most - město, které nezaniklo, číslo projektu: DH23P03OVV048.

<b>1. Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2. Přehled použité technologie</b>	<b>4</b>
2.1 Algoritmy a umělá inteligence	4
2.2 Fotogrammetrie a modelování	9
2.3 Generativní obsah	12
2.4 Shrnutí	16
<b>3. Restaurování starých fotografií</b>	<b>18</b>
3.1 Obecný postup rekonstrukce	18
3.2 Rozhodovací strom	21
3.3 Retušování vs. Kolorizace	23
<b>4. Retušování digitalizovaných starých fotografií</b>	<b>25</b>
4.1 Postup A1: Plně automatické rekonstrukce v Photoshopu	25
4.2 Postup A2: Automatické rekonstrukce v Photoshopu s manuální korekcí	29
4.3 Postup A3: Manuální retuš pomocí AI nástrojů generativního obsahu	37
4.4 Postup A4: Plně automatické rekonstrukce v Bringing-Old-Photos-Back-to-Life	47
<b>5. Kolorizace</b>	<b>49</b>
5.1 Základní nástroje pro kolorizaci fotografií	49
5.2 Photoshop	64
5.3 Postup B1: Plně Automatická Kolorizace ve Photoshopu	66
5.4 Postup B2: Automatická kolorizace s jednoduchou manuální korekcí	69
5.5 Postup B3: Automatická kolorizace ve Photoshopu s komplexní manuální korekcí	75
5.6 Příklady kolorizace	84
5.7 Ukázky kolorizace a vylepšení kvality fotek	90
<b>6. Volně dostupné pokročilé automatické nástroje pro restaurování fotografií</b>	<b>93</b>
6.1 Vylepšení fotek pomocí naučené neuronové sítě Bringing-Old-Photos-Back-to-Life	93
<b>7. Použití ručně kolorovaných fotografií a maleb jako referencí pro kolorizaci</b>	<b>100</b>
7.1 Úvod	100
7.2 Doporučený postup	101
7.3 Barevné kódy nejčastějších materiálů	102
<b>Příloha: Zpráva o ověření</b>	<b>104</b>
Obsah příloh	104
Část A: Kolorizace a retuš fotek Mírového náměstí	105
Část B: Retuš fotek Mírového náměstí se zaměřením na odstranění nežádoucích objektů v kompozici fotografie	111
Část C: Retuš a kolorizace interiérových fotografií	120
Část D: Kolorizace a retuš velkých historických fotografií	127
Závěr	143

# 1. Úvod

Restaurování starých fotografií je klíčovou činností pro uchování historických a kulturních záznamů. Fotografie jsou nejen uměleckými díly, ale i cennými dokumenty, které zachycují okamžiky z minulosti a přenášejí je do současnosti. Historické fotografie města Most, které dokumentují jeho proměny a život jeho obyvatel, jsou skvělým příkladem toho, jak důležité je zachovat tyto vizuální záznamy pro budoucí generace.

Město Most, se svou bohatou historií a dramatickými změnami, nabízí nespočet fascinujících příběhů zachycených na fotografiích. Tyto snímky nám umožňují nahlédnout do minulosti a pochopit sociální, kulturní a ekonomické změny, které město zažilo. Například fotografie z období před demolicí starého města v 60. letech 20. století nám poskytují cenné vizuální svědectví o architektonickém dědictví, které bylo ztraceno, a o životě lidí v té době.

Proces restaurování těchto fotografií je nezbytný pro zachování jejich historické hodnoty. Staré snímky často trpí různými formami poškození, jako jsou škrábance, prach, ztráta barev a rozmazání. K zajištění jejich trvanlivosti a kvality je vhodné použít pokročilé technologie a metody, které umožňují obnovu a vylepšení obrazů.

Tento dokument se zaměřuje na podrobný popis technologií používaných pro vylepšení kvality starých snímků. Prozkoumáme dvě hlavní oblasti restaurování: kolorizaci a odstranění nepřesností a škrábanců. Kolorizace černobílých fotografií přidává nový rozměr historickým snímkům a umožňuje nám lépe pochopit atmosféru a kontext doby, ve které byly pořízeny. Odstranění nepřesností a škrábanců je pak klíčové pro obnovu estetické a vizuální kvality fotografií, což umožňuje jejich plné ocenění.

Restaurování fotografií má také významné sociální a kulturní dopady. Uchování historických snímků umožňuje komunitám udržovat spojení s jejich minulostí a identitou. Pro město Most, které prošlo dramatickými změnami, je restaurování starých fotografií způsobem, jak si připomenout a uchovat jeho bohatou historii. Tyto fotografie mohou být použity v muzeích, výstavách, publikacích a online archivech, což umožňuje široké veřejnosti přístup k historickým záznamům a zvyšuje povědomí o kulturním dědictví města.

Cílem tohoto dokumentu je poskytnout ucelený přehled o metodách, nástrojích a postupech, které jsou k dispozici pro efektivní restaurování starých fotografií. Doufáme, že naše práce přispěje k dalšímu výzkumu a vývoji v této oblasti a podpoří úsilí o uchování historických a kulturních záznamů pro budoucí generace. Restaurování fotografií je nejen technickým úkolem, ale také formou umění, která spojuje minulost s přítomností a umožňuje nám znovu prožít okamžiky zachycené na starých snímcích.

## 2. Přehled použité technologie

Technologie pro restaurování fotografií využívají kombinaci pokročilých algoritmů, umělé inteligence (AI) a strojového učení (ML) k vylepšení obrazových dat. Tyto technologie umožňují detailní analýzu a zpracování obrazů, čímž zajišťují jejich obnovu a vylepšení. V této kapitole krátce prozkoumáme jednotlivé oblasti technologie, které jsou využívány při restaurování fotografií.

### 2.1 Algoritmy a umělá inteligence

Pokročilé algoritmy pro restaurování fotografií mohou být pro jednoduchost rozděleny do dvou hlavních kategorií: metody využívající umělou inteligenci a strojové učení, a deterministické metody, které AI nevyužívají.

#### 2.1.1 Metody využívající AI a ML

Umělá inteligence a strojové učení přináší do oblasti restaurování fotografií revoluční pokroky. Tyto technologie umožňují automatizovat a zlepšit procesy, které byly dříve časově náročné a vyžadovaly manuální zásahy. Algoritmy založené na AI a ML jsou schopny se učit z obrovského množství obrazových dat a aplikovat naučené vzory a techniky na nové fotografie. To nejen zrychluje proces restaurování, ale také výrazně zvyšuje kvalitu výsledků. Klíčové technologie v této oblasti zahrnují neurální sítě, generativní adversariální sítě (GAN) a konvoluční neurální sítě (CNN).

#### Neuronové sítě

Neuronové sítě (či alternativně neurální sítě) jsou inspirovány biologickými procesy v lidském mozku. Jsou trénovány na obrovských souborech dat, aby rozpoznávaly a opravovaly různé druhy poškození na fotografiích, jako jsou škrábance, prach a rozmazání. Hluboké neuronové sítě (deep neural networks) jsou zvláště účinné díky své schopnosti automaticky extrahovat a učit se relevantní rysy z dat bez potřeby explicitního programování těchto rysů.

- **Trénovací data:** Neurální sítě vyžadují velké množství trénovacích dat, která zahrnují jak poškozené, tak nepoškozené fotografie. Data jsou často anotována, což znamená, že jsou označeny specifické oblasti poškození a jejich správné opravy.
- **Architektura sítě:** Typická architektura hluboké neurální sítě pro zpracování obrazu zahrnuje více vrstev, které zpracovávají data na různé úrovně abstrakce. První vrstvy mohou rozpoznávat základní rysy, jako jsou hrany a textury, zatímco hlubší vrstvy mohou identifikovat složitější struktury a vzory.
- **Příklad aplikace:** Nástroj DeOldify využívá hluboké neurální sítě k automatické kolorizaci černobílých fotografií. Tato technologie analyzuje černobílý obraz, rozpoznává objekty a scény a aplikuje vhodné barvy na základě tréninku na rozsáhlém souboru barevných obrázků.



## Generativní adversariální síť (GAN)

Generativní adversariální síť představují pokročilý typ neurálních sítí, které se skládají ze dvou částí: generátoru a diskriminátoru. Tyto dvě sítě spolu soupeří v procesu, který vede k neustálému zlepšování kvality generovaných obrazů.

- **Generátor:** Tento model vytváří nové obrazové údaje z náhodného vstupu nebo z existujícího obrazu. Generátor se snaží vytvořit realistické obrazy, které jsou k nerozeznání od skutečných fotografií.
- **Diskriminátor:** Tento model hodnotí obrazy generované generátorem a snaží se rozlišit, zda jsou skutečné nebo uměle vytvořené. Poskytuje zpětnou vazbu generátoru, což umožňuje neustálé zlepšování kvality.
- **Tréninkový proces:** GAN jsou trénovány v iterativním procesu, kde generátor a diskriminátor neustále zlepšují své schopnosti. Tento proces vede k vytváření stále realističtějších obrazů.
- **Příklad aplikace:** GAN mohou být použity k odstranění šumu a vylepšení detailů na starých fotografiích. Jeden model generuje vylepšený obraz, zatímco druhý model ho hodnotí a poskytuje zpětnou vazbu, což vede k optimalizaci výsledku.

## Konvoluční neurální síť (CNN)

Konvoluční neurální síť jsou zvláště účinné pro zpracování obrazů díky své schopnosti rozpoznat a zachovat jemné detaily a struktury při obnově a vylepšení fotografií. CNN využívají konvoluční vrstvy, které aplikují filtry na vstupní obraz a extrahují relevantní rysy.

- **Konvoluční vrstvy:** Tyto vrstvy aplikují různé filtry na obraz, které jsou schopny detekovat specifické rysy, jako jsou hrany, textury a barvy. Filtry jsou trénovány, aby optimalizovaly rozpoznávání těchto rysů.
- **Pooling vrstvy:** Tyto vrstvy redukuje rozměry dat, což snižuje počet parametrů a výpočetní náročnost sítě. Pooling vrstvy také pomáhají síti odolávat menším posunům a deformacím v obraze.
- **Plně propojené vrstvy:** Tyto vrstvy kombinují extrahované rysy a provádějí konečné klasifikace nebo regresní úkoly. V kontextu restaurování fotografií mohou tyto vrstvy pomoci určit, které oblasti obrazu vyžadují opravu a jaké techniky použít.
- **Příklad aplikace:** CNN mohou být použity pro automatické retušování fotografií, kde se analyzují vstupní obrazy a aplikují se techniky pro odstranění škrábanců, prachu a dalších vad. Tyto sítě mohou také pomoci při zaostřování obrazu tím, že identifikují oblasti, které potřebují zvýšenou ostrost.

### 2.1.2 Deterministické metody

Deterministické metody, které nevyužívají AI, spoléhají na předem definované algoritmy a postupy. Tyto metody jsou často rychlejší a méně náročné na výpočetní výkon, což je činí vhodnými pro rychlé a efektivní zpracování velkého množství fotografií. Ačkoli mohou být méně flexibilní a přizpůsobivé než metody založené na AI, stále poskytují vysokou kvalitu výsledků v mnoha aplikacích. Klíčové techniky zahrnují filtry pro odstranění šumu a škrábanců, dekonvoluci a histogramové vyrovnání. Především pak není problém je použít i na běžných zařízeních, případně vytvořit vlastní proprietární software.

## Filtry pro odstranění šumu a škrábanců

Odstranění šumu a škrábanců je zásadním krokem při restaurování starých fotografií. Šum může být způsoben různými faktory, včetně věku fotografie, kvality tisku a prostředí, ve kterém byla fotografie uložena. Škrábance a jiné vady jsou často výsledkem fyzického poškození. K odstranění těchto vad se používají různé filtry.

- **Mediánový filtr:** Mediánový filtr je účinný při odstraňování šumu typu "sůl a pepř" (náhodné bílé a černé body). Funguje tak, že pro každý pixel v obraze určuje medián hodnot v jeho okolí a tuto hodnotu pak použije jako novou hodnotu pixelu. Tento proces zachovává hrany a detaily lépe než průměrové filtry.
  - *Postup:* Algoritmus se pohybuje po obraze a nahrazuje každý pixel mediánem hodnot v definovaném okně (např. 3x3 pixely).
  - *Výhody:* Efektivní odstranění šumu bez rozmazání hran.
  - *Nevýhody:* Může být méně účinný při odstraňování komplexních vad.
- **Gaussian blur:** Gaussian blur je běžně používaný k odstranění jemného šumu a ke zjemnění obrazu. Tento filtr aplikuje Gaussianovu funkci na hodnoty pixelů v definovaném okně, což má za následek rozmazání obrazu.
  - *Postup:* Algoritmus aplikuje vážený průměr pixelů v okolí, přičemž váhy jsou dány Gaussianovou funkcí.
  - *Výhody:* Efektivní při odstraňování jemného šumu a zjemnění obrazu.
  - *Nevýhody:* Rozmazává hrany a může způsobit ztrátu detailů.
- **Adaptive Thresholding:** Tato technika je užitečná pro odstranění šumu v obrazech s nerovnoměrným osvětlením. Místo globálního prahu se pro každou část obrazu určuje lokální práh na základě okolních pixelů.
  - *Postup:* Algoritmus rozděluje obraz na malé bloky a aplikuje lokální prahovou hodnotu pro každý blok.
  - *Výhody:* Zlepšuje kontrast a detaily v různých částech obrazu.
  - *Nevýhody:* Může zvýraznit šum v homogenních oblastech.
- **Filtry pro odstranění šumu a škrábanců pomocí AI:** Pokročilé algoritmy využívající umělou inteligenci poskytují nové možnosti pro efektivní odstranění šumu a škrábanců z historických fotografií. Tyto metody zahrnují:
  1. **Deep Learning Inpainting:** využívá hluboké učení k vyplňování chybějících nebo poškozených oblastí obrazu na základě kontextu okolních pixelů.
    - *Postup:* Poškozené oblasti jsou vybrány a algoritmus AI generuje doplněné oblasti, které odpovídají původnímu vzhledu obrazu.
    - *Výhody:* AI modely jsou trénovány na rozsáhlých datových sadách a mohou generovat realistické opravy i v oblastech s komplexními texturami a vzory.
    - *Nevýhody:* Vyžaduje výpočetní výkon a kvalitní trénované modely.
  2. **Generative Adversarial Networks (GANs):**
    - *Postup:* Poškozené oblasti jsou vybrány a generátor GAN vytváří opravené oblasti, které se integrují s okolními částmi obrazu.
    - *Výhody:* Generuje velmi realistické opravy, které se dobře integrují s původním obrazem.
    - *Nevýhody:* Trénování GANů je náročné na výpočetní výkon a může vyžadovat hodně času a dat. Zároveň trénovací množina nemusí být

vhodně pro každý problém (např. obsahuje data jen z jiných historických období).

## Dekonvoluce

Dekonvoluce je pokročilá technika používaná k zaostření rozmazaných fotografií. Rozmazání může být způsobeno pohybem kamery, špatným zaostřením nebo dlouhou expozicí. Dekonvoluční algoritmy inverzně aplikují rozmazávací funkci, čímž obnovují ostrost obrazu.

- **Princip dekonvoluce:** Dekonvoluce se snaží odhadnout původní ostrý obraz, který byl rozmazán známou nebo odhadnutou rozmazávací funkcí (PSF - Point Spread Function). Tato funkce popisuje, jakým způsobem bylo světlo rozptýleno během expozice.
  - *Postup:* Algoritmus použije inverzní transformaci, aby odstranil efekt PSF z obrazu.
  - *Algoritmy:* Wienerova dekonvoluce, Richardson-Lucy dekonvoluce.
  - *Výhody:* Obnovuje detail a ostrost v rozmazaných fotografiích.
  - *Nevýhody:* Vyžaduje přesnou znalost nebo odhad PSF, může zvýšit šum, pokud není PSF správně určena.
- **Richardson-Lucy dekonvoluce:** Tato iterativní metoda je obzvláště účinná pro odstranění pohybového rozmazání a dalších typů rozmazání. Iterativně optimalizuje obraz, aby minimalizovala rozdíly mezi rozmazaným obrazem a obrazem po aplikaci PSF.
  - *Postup:* Algoritmus opakovaně aplikuje dekonvoluční operaci a aktualizuje odhad původního obrazu.
  - *Výhody:* Vysoká přesnost při odstraňování rozmazání.
  - *Nevýhody:* Vyšší výpočetní náročnost, může být citlivá na šum.

## Histogramové vyrovnání

Histogramové vyrovnání je technika používaná k zlepšení kontrastu fotografií. Tato metoda rovnoměrně distribuuje intenzity pixelů v celém rozsahu hodnot, což vede k výraznějšímu a detailnějšímu obrazu.

- **Princip histogramového vyrovnání:** Tato metoda redistribuuje histogram obrazu tak, aby intenzity pixelů byly rovnoměrně rozloženy. Tím se zvýrazní detaily v tmavých a světlých oblastech.
  - *Postup:* Algoritmus počítá kumulativní distribuční funkci (CDF) histogramu a používá ji k transformaci původních intenzit pixelů.
  - *Výhody:* Zlepšuje kontrast a odhaluje detaily skryté v tmavých a světlých oblastech.
  - *Nevýhody:* Může zvýšit šum v homogenních oblastech, není vhodná pro obrazy s už dobře rozloženým histogramem.
- **Adaptivní histogramové vyrovnání (AHE):** Tato metoda je vylepšením klasického histogramového vyrovnání. Rozděluje obraz na malé bloky a provádí histogramové vyrovnání pro každý blok zvlášť.
  - *Postup:* Obraz je rozdělen na bloky, pro každý blok je proveden klasický histogramový vyrovnání a výsledky jsou kombinovány.

- *Výhody:* Efektivní pro obrazy s nerovnoměrným osvětlením.
- *Nevýhody:* Může zvýraznit šum, zvláště v homogenních oblastech.
- **Kontrastní omezené adaptivní histogramové vyrovnání (CLAHE):** CLAHE zlepšuje AHE tím, že omezuje zisk kontrastu, aby se zabránilo nadměrnému zvýraznění šumu.
  - *Postup:* Po rozdělení obrazu na bloky je histogram každého bloku omezen (klipován) a redistribuován, aby se minimalizoval šum.
  - *Výhody:* Zlepšuje kontrast bez zvýšení šumu.
  - *Nevýhody:* Složitější implementace a vyšší výpočetní náročnost.

## Inpainting (Contextual Filling-in)

Inpainting, neboli kontextové doplňování, je technika používaná k rekonstrukci chybějících nebo poškozených částí obrazu tak, aby opravená oblast byla vizuálně konzistentní s okolím. Tato metoda je zvláště užitečná při opravách fotografií s výraznými škrábanci, trhlinami nebo jiným poškozením.

- **Texturální inpainting:** Texturální inpainting se zaměřuje na obnovu textur v poškozených oblastech. Používá vzory z okolí poškozené oblasti k vytvoření konzistentní textury.
  - *Postup:* Algoritmus analyzuje textury v okolí poškozené oblasti a syntetizuje novou texturu, která odpovídá kontextu.
  - *Výhody:* Vytváří přirozeně vypadající výsledky u texturovaných oblastí.
  - *Nevýhody:* Méně účinný u složitých scén s mnoha různými texturami.
- **Strukturální inpainting:** Strukturální inpainting se zaměřuje na obnovu struktury a hrany v obraze. Tato metoda používá interpolaci a extrapolaci k rekonstrukci geometrických tvarů a linií.
  - *Postup:* Algoritmus identifikuje hrany a struktury v okolí poškozené oblasti a pokračuje v těchto strukturách do poškozené oblasti.
  - *Výhody:* Efektivní pro obnovu geometrických tvarů a linií.
  - *Nevýhody:* Méně účinný pro obnovu jemných textur.
- **Patch-based inpainting:** Tato metoda používá malé bloky (patches) z nepoškozených částí obrazu k opravě poškozených oblastí. Bloky jsou vybírány tak, aby co nejlépe odpovídaly okolnímu kontextu.
  - *Postup:* Algoritmus vybírá a kopíruje malé bloky z okolních oblastí do poškozené oblasti.
  - *Výhody:* Vytváří přirozeně vypadající opravy v různých kontextech.
  - *Nevýhody:* Výpočetně náročný a může být pomalý u velkých oblastí poškození.
- **Exemplar-based inpainting:** Tento algoritmus je založen na kopírování a přesouvání pixelů z nepoškozených oblastí do poškozených oblastí, s důrazem na zachování konzistence textur a struktur.
  - *Postup:* Algoritmus postupně vyplňuje poškozenou oblast tím, že hledá nejvhodnější vzorky v okolí.
  - *Výhody:* Vysoká kvalita opravy a zachování konzistence textur a struktur.
  - *Nevýhody:* Vyšší výpočetní náročnost.

*V případě této pokročilé technologie je třeba zdůraznit, že výsledný obraz je v klasických metodách bez AI stvořen z vzorků okolních oblastí (např. zkopírování zastíněného okna), ale*

*v případě velkých neurálních sítí to tak už být nemusí. V případě velkých sítí, které se učí z velkého množství dat jsou syntetizovaná data **nová** a nemusí odpovídat realitě. Jsou to tedy pravděpodobné odhady bez přesné vazby k realitě a konkrétnímu vyfocenímu místu. Jde tedy o způsob jak velmi dobře a pravděpodobně **odhadnout možnou podobu** oblastí, o jejíž podobě neexistují žádné důkazy. Tyto metody tedy nemohou odhalit co se nacházelo v zastíněných oblastech, poskytují k tomu však velmi dobrý odhad.*

## 2.2 Fotogrammetrie a modelování

Vylepšené fotografie mají široké uplatnění nejen v oblasti restaurování, ale i v moderních technologiích, jako je fotogrammetrie. Fotogrammetrie je technika, která využívá fotografie k měření a modelování objektů a prostředí, což umožňuje vytvářet 3D modely domů, měst a čtvrtí. Tato kapitola se zaměří na využití vylepšených fotografií ve fotogrammetrii a na vhodnost různých metod pro tuto aplikaci.

### 2.2.1 Využití ve fotogrammetrii

Pro fotogrammetrii jsou důležité vysoce kvalitní fotografie s minimem šumu a maximální ostrostí. Vylepšené fotografie mohou výrazně zlepšit přesnost a detailnost 3D modelů. Zde jsou některé aplikace:

#### Rekonstrukce historických budov

Pomocí vylepšených fotografií lze přesněji rekonstruovat historické budovy a městské oblasti, které byly poškozeny nebo zničeny. Fotogrammetrie umožňuje vytvořit detailní 3D modely na základě historických snímků, což může být užitečné pro:

- **Restaurování a konzervace:** Detaily z vylepšených fotografií mohou být použity k přesnému obnovování architektonických prvků a dekorací.
- **Virtuální muzeum:** Digitální rekonstrukce historických budov mohou být použity v muzeích nebo online platformách, které umožňují návštěvníkům prohlížet a zkoumat historické lokace ve virtuálním prostředí.

#### Urbanistické studie

Vylepšené fotografie mohou být použity k vytváření podrobných 3D modelů měst a čtvrtí, což je užitečné pro urbanistické plánování a analýzy. Fotogrammetrie umožňuje analyzovat prostorové uspořádání, zástavbu a další urbanistické prvky:

- **Plánování infrastruktury:** Detailní 3D modely mohou pomoci při plánování nové infrastruktury, jako jsou silnice, mosty a budovy.
- **Analýza změn v čase:** Porovnání historických a současných modelů umožňuje studium urbanistického rozvoje a změn ve struktuře města.

#### Virtuální realita (VR)

Kvalitní 3D modely vytvořené z vylepšených fotografií mohou být použity ve VR aplikacích, které umožňují virtuální prohlídky historických míst. To je zvláště užitečné pro:

- **Vzdělávací účely:** Virtuální prohlídky mohou být použity ve školách a univerzitách k výuce historie a architektury.
- **Turistický průmysl:** Virtuální prohlídky mohou přitáhnout turisty a zvýšit zájem o historická místa.

## 2.2.2 Vhodnost metod pro fotogrammetrii

Pro účely fotogrammetrie (FM), jsou některé metody vhodnější než jiné. Kvalita a typ metod použité pro restaurování fotografií mohou významně ovlivnit výsledky při tvorbě 3D modelů. Zde je detailní rozbor vhodnosti a nevhodnosti jednotlivých metod pro fotogrammetrii.

### Metody založené na AI

#### Výhody

- **Vysoce kvalitní výsledky:** Metody založené na AI, jako jsou neurální sítě a GAN, mohou produkovat velmi realistické a detailní výsledky. Tyto výsledky jsou ideální pro přesné modelování ve fotogrammetrii.
- **Automatizace:** AI algoritmy mohou automaticky zpracovávat velké množství dat, což usnadňuje práci s rozsáhlými fotografickými archivy.
- **Rekonstrukce složitých detailů a textur:** AI metody jsou schopny rekonstruovat jemné detaily a textury, což je klíčové pro realistické 3D modely.

#### Nevýhody

- **Vysoké nároky na výpočetní výkon:** AI algoritmy jsou často náročné na výpočetní výkon, což může být limitující faktor pro některé aplikace.
- **Potřeba velkých tréninkových datových sad:** Pro efektivní trénink AI modelů jsou zapotřebí velké množství tréninkových dat, což může být nákladné a časově náročné.
- **Vyšší časová náročnost:** Trénink a aplikace AI algoritmů mohou být časově náročné, což může zpomalit celý proces restaurování a modelování.
- **Nedeterministické vylepšení:** AI metody mohou vnést do vylepšených fotografií určitý stupeň náhodnosti, což může zhoršit konzistenci a kvalitu výsledné fotogrammetrie. Tento nedeterministický přístup může způsobit, že jednotlivé fotografie nebudou přesně sladěné, což ovlivní přesnost 3D modelů.

### Deterministické metody

#### Výhody

- **Nižší nároky na výpočetní výkon:** Deterministické metody, jako jsou filtry a dekonvoluce, mají obecně nižší nároky na výpočetní výkon, což je činí vhodnými pro rychlé zpracování velkého množství fotografií.
- **Rychlejší zpracování:** Tyto metody jsou často rychlejší, což umožňuje efektivní zpracování v časově omezených projektech.
- **Spolehlivé výsledky pro jednoduché úlohy:** Deterministické metody poskytují spolehlivé výsledky pro základní úlohy, jako je odstranění šumu a zlepšení kontrastu.

#### Nevýhody

- **Méně přesné a detailní výsledky:** Ve srovnání s metodami založenými na AI mohou být výsledky deterministických metod méně detailní a realistické.
- **Omezené schopnosti při zpracování komplexních scén a textur:** Deterministické metody mohou mít problémy s rekonstrukcí složitých textur a struktur, což může vést k méně přesným 3D modelům.

## Kombinace metod

### Výhody

- **Optimalizace kvality a efektivity:** Kombinace deterministických metod a metod založených na AI může nabídnout nejlepší z obou světů, poskytující vysoce kvalitní výsledky při efektivním využití výpočetního výkonu.
- **Preprocessing a postprocessing:** Deterministické metody mohou být použity pro předběžné zpracování fotografií, zatímco AI metody mohou být použity pro finální vylepšení detailů a textur.

### Nevýhody

- **Složitější workflow:** Kombinace různých metod může vést ke složitějšímu workflow, který vyžaduje pečlivou koordinaci a integraci různých technologií.
- **Potřeba specializovaných znalostí:** Efektivní využití kombinovaných metod může vyžadovat hlubší technické znalosti a zkušenosti s různými algoritmy a nástroji.
- **Nedeterministické výsledky:** Kombinace metod může vnést určitou míru nedeterminismu, zejména pokud se AI metody používají v kritických částech procesu. To může vést k nekonzistentním výsledkům a ovlivnit kvalitu fotogrammetrie.

## 2.2.3 Realistická data vs. odhady

- **Vytváření nových dat:** Metody založené na AI, zejména inpainting a filling-in algoritmy, vytvářejí *nová data*, která vyplňují chybějící nebo poškozené části obrazu.
- **Pravděpodobnost, nikoli jistota:** Tato nově vytvořená data *nejsou autentická* ani *historicky přesná*; představují pouze *pravděpodobnou rekonstrukci* založenou na analýze okolních pixelů a vzorců a starších podobných fotek.
- **Vizuální přesvědčivost vs. historická přesnost:** I když tato data mohou být vizuálně přesvědčivá a esteticky příjemná, nemusí nutně odpovídat skutečné podobě původního objektu nebo scény.
- **Dopad na fotogrammetrii:** V důsledku těchto odhadů může dojít k tomu, že výsledky fotogrammetrie nebudou plně odpovídat realitě, což může ovlivnit věrohodnost a přesnost 3D modelů vytvořených na základě těchto fotografií.
- **Nutnost zohlednění:** Při využití těchto metod ve fotogrammetrii je proto nezbytné brát v úvahu, že výsledné modely mohou obsahovat prvky, které jsou pouze pravděpodobnými odhady, nikoli skutečnými historickými daty.

## 2.3 Generativní obsah

Jednou z klíčových a zároveň velmi kontroverzních technologií v oblasti restaurování a úpravy historických fotografií je použití nástrojů pro generativní obsah. Tyto nástroje, které zahrnují

technologie jako inpainting, filling-in a generative adversarial networks, umožňují vytváření nových obrazových dat v místech, kde originální informace chybí nebo jsou poškozené. Ačkoli tyto technologie mohou výrazně zlepšit vzhled poškozených fotografií, zároveň vyvolávají zásadní etické a historické otázky.

### Proč je generativní obsah kontroverzní?

- **Vytváření nehistorických dat:** Generativní nástroje vytvářejí nové části obrazu na základě analýzy okolních pixelů a pravděpodobnostních modelů. Výsledkem jsou části obrazu, které nikdy neexistovaly v původní podobě. Tyto nové prvky jsou pouze odhadem toho, jak by mohly vypadat chybějící nebo poškozené části, a nejsou historicky přesné. Tím se do historického záznamu vnášejí prvky, které mohou zkreslit skutečnou podobu zachycených scén.
- **Ztráta autenticity:** Použití generativního obsahu může vést ke ztrátě autenticity fotografie. Historické fotografie jsou často ceněny pro svou věrnost a schopnost zachytit skutečný obraz minulosti. Vytváření nových, neexistujících dat může narušit tuto autenticitu, což je obzvláště problematické, pokud jsou tyto fotografie používány pro vědecké, historické nebo vzdělávací účely.
- **Nesprávná interpretace minulosti:** Generativní algoritmy mohou vytvářet vizuálně přesvědčivé, ale nepřesné detaily, které mohou být nesprávně interpretovány jako skutečné historické záznamy. To může vést k mylným závěrům o podobě a charakteru historických událostí nebo objektů, což má dalekosáhlé důsledky pro historickou vědu a veřejné vnímání historie.
- **Etické otázky:** Použití generativního obsahu vyvolává otázky týkající se etiky úpravy historických materiálů. Mělo by být jasně označeno, kdy a kde byly generativní nástroje použity, aby byl zachován rozdíl mezi původním historickým materiálem a nově vytvořenými prvky. Transparentnost v tomto ohledu je klíčová, aby nedošlo k neúmyslnému klamání badatelů nebo veřejnosti.

### Nepřesná data a jejich dopad

Generativní obsah vnáší do fotografií prvky, které mohou být technicky dokonalé, ale historicky nepřesné. V kontextu restaurování historických fotografií to znamená, že výsledek může vypadat lépe, než by byl při použití konzervativnějších metod, ale může také vést k neúmyslnému zkreslení historie. Z tohoto důvodu je nezbytné používat generativní technologie s rozvahou a důrazem na transparentnost a přesnost, zejména pokud jsou výsledné fotografie určeny pro historický výzkum nebo veřejnou prezentaci.

Pro dobrou představu pro schopnosti této metody je nejvhodnější demonstrovat je na příkladu. V následující fotce se nachází velké množství objektů, které zastiňují budovu za nimi.





Příklad odstraněných objektů - veškeré objekty za ženou i stromem jsou odhady.



I Po odstranění ženy a stromu se nachází na fotce mnoho nežádoucích objektů. jejich odstranění může poskytnout mnoho kvalitních, ale velmi odlišných výsledků.





I Po odstranění ženy a stromu se nachází na fotce mnoho nežádoucích objektů. jejich odstranění může poskytnout mnoho kvalitních, ale velmi odlišných výsledků.

Pro využití ve fotogrametrii je proto vhodné použít fotografie, ve kterých nejsou doplněny velké oblasti pomocí AI metod. Zprvė v různých fotkách stejného objektu mohou být doplněna různá data, zadruhé je otázka, jak moc historicky věrné zobrazení je požadováno.

Je proto vhodné poskytovat několik různých výsledků jak podle použité technologie, tak techniky - originální vrstvu, vrstvu s opravenými škrábanci a chybami, kolorovanou vrstvu a finálně vrstvu s inpaintovanými daty.

## 2.4 Shrnutí

Následující tabulka shrnuje vhodnost a nevhodnost jednotlivých metod pro fotogrametrii:

Metoda	Vhodnost pro FM	Výhody	Nevýhody
<b>Neurální sítě (AI)</b>	Vysoká	Vysoce kvalitní výsledky, automatizace, rekonstrukce složitých detailů	Vysoké nároky na výpočetní výkon, potřeba velkých datových sad, vyšší časová náročnost, nedeterministické vylepšení
<b>GAN (AI)</b>	Střední	Realisticky vypadající vylepšení obrazů, neustálé zlepšování kvality	Vysoké nároky na výpočetní výkon, potřeba velkých datových sad, vyšší časová náročnost, nedeterministické vylepšení
<b>CNN (AI)</b>	Vysoká	Efektivní zpracování obrazů, zachování jemných detailů a struktur	Vysoké nároky na výpočetní výkon, potřeba velkých datových sad, nedeterministické vylepšení
<b>Medianový filtr (Deterministický)</b>	Střední	Nižší nároky na výpočetní výkon, rychlé zpracování	Méně účinný při odstraňování komplexních vad, méně detailní výsledky
<b>Gaussian blur (Deterministický)</b>	Nízká	Nižší nároky na výpočetní výkon, efektivní odstranění jemného šumu	Rozmazává hrany, ztráta detailů

<b>Dekonvoluce</b> (Deterministický)	Střední	Obnovuje detail a ostrost, vhodné pro zaostření rozmazaných fotografií	Potřeba přesné znalosti PSF, citlivost na šum
<b>Histogramové vyrovnání</b> (Deterministický)	Střední	Zlepšuje kontrast, odhaluje skryté detaily	Zvýšení šumu v homogenních oblastech
<b>Inpainting</b> (Deterministický)	Vysoká	Rekonstrukce poškozených oblastí, zachování konzistence textur a struktur	Výpočetně náročné, může být pomalé u velkých oblastí poškození
<b>Kombinace metod</b>	Vysoká	Optimalizace kvality a efektivity, vyvážený přístup	Složitější workflow, potřeba specializovaných znalostí, nedeterministické výsledky

## 3. Restaurování starých fotografií

Staré fotografie, zejména z historických měst jako Most, často trpí různými poškozeními, jako jsou škrábance, prach, skvrny a jiné vady. Tyto defekty mohou výrazně ovlivnit kvalitu a vizuální přitažlivost snímků. Restaurování těchto chyb je klíčové pro zachování a revitalizaci historických fotografií. Tento proces zahrnuje různé techniky, které kombinují vědecké a umělecké přístupy k obnově obrazového materiálu.

Zde předkládáme celkový obecný postup celé rekonstrukce. Jeho jednotlivé kroky budou rozebrány níže v podobě přesných postupů a technik.

### 3.1 Obecný postup rekonstrukce

#### Krok 1. Digitalizace a Předběžná Analýza

Obrazový materiál je nejprve třeba kvalitně naskenovat v dostatečném rozlišení a kvalitě.

##### Digitalizace

- Proces restaurování začíná digitalizací fyzických fotografií pomocí **vysoce kvalitních skenerů**. To umožňuje vytvoření digitálních kopií, které lze snadno upravovat.
- **Vysoké rozlišení:** Pro zajištění maximální kvality je důležité skenovat fotografie ve vysokém rozlišení (minimálně 600 dpi). To umožní detailní práci při následné rekonstrukci.
  - Je doporučeno, aby rozlišení skenované fotografie bylo takové, aby pixely obrazu reprezentovalo zrno skenované fotografie.

*POZOR: V případě vysokého rozlišení a dpi na kvalitním skeneru lze očekávat, krom zdlouhavého digitalizačního procesu, i velký objem dat kolem 500MB až 1GB na každou fotografii.*

##### Předběžná analýza

- Po digitalizaci je nezbytné provést detailní analýzu stavu fotografie. To zahrnuje identifikaci všech viditelných poškození, jako jsou škrábance, prach, skvrny, vyblednutí barev a jiné artefakty.
- **Histogramová analýza:** Pomocí histogramů lze analyzovat tonalitu a expozici fotografie, což pomáhá při plánování kroků restaurování.
- **Zálohování dat:** vždy zálohujte naskenovaná data v originálním rozlišení.

#### Krok 2. Kolorizace

Finálním krokem pro rekonstrukci fotek je jejich kolorizace, a to ať už se jedná o fotografie plně černobílé, nebo např. sépiové.

## Automatizované techniky:

- **Webové nástroje:** Existuje několik online nástrojů pro automatickou kolorizaci černobílých fotografií, které využívají umělou inteligenci k aplikaci realistických barev na staré snímky. Mezi nejpoblárnější patří Colourise.com, Img2Go a DeepAI Colorizer. Tyto nástroje jsou uživatelsky přívětivé a umožňují rychlé výsledky.
- **Colourise.com:**
  - **Jednoduché použití:** Colourise.com je ideální pro rychlou a snadnou kolorizaci. Uživatelé mohou jednoduše nahrát fotografii a nechat nástroj automaticky přidat barvy.
  - **Omezená velikost vstupu:** Tento nástroj má omezení velikosti nahrávaných souborů, což může být nevýhoda při práci s vysoce kvalitními skeny.
- **Img2Go:**
  - **Kvalita výstupu:** Img2Go je známý pro vysokou kvalitu výstupu a poskytuje více možností pro přizpůsobení výsledné kolorizace.
  - **Dostupnost:** Tento nástroj je zdarma dostupný, což je výhodné pro studenty a učitele, kteří chtějí používat kvalitní nástroje bez finančních nákladů.
- **DeepAI Colorizer:**
  - **Pokročilá technologie:** DeepAI Colorizer využívá pokročilé algoritmy umělé inteligence k dosažení přesných a realistických výsledků. Je vhodný pro detailní a precizní kolorizaci.
  - **Snadné použití:** Tento nástroj je uživatelsky přívětivý a poskytuje rychlé výsledky.
- **Deep-Exemplar-based-Video-Colorization**
  - **Open-source technologie** využívající naučenou síť pro obarvení videa (ale je možné kolorovat i fotky v menším rozlišení). Pro dobrou funkci je třeba mít referenční barevný obrázek.
  - **Použití na příkazovou řádku:** Tento nástroj vyžaduje použití linuxového terminálu a vlastního výkonného hardwaru s grafickou kartou NVidia.
  - **Cena:** Framework je poskytován zcela zdarma.
  - **Link:** <https://github.com/zhangmozhe/Deep-Exemplar-based-Video-Colorization>

## Automatická, asistovaná, či ruční kolorizace:

- **Adobe Photoshop:** Pro detailní a přizpůsobenou kolorizaci je Adobe Photoshop jedním z nejlepších nástrojů. Umožňuje ruční přidávání barev s vysokou úrovní kontroly nad výsledným vzhledem.
  - **Neurální sítě a AI:** Moderní metody využívají umělou inteligenci a hluboké učení k automatické detekci a opravě poškození. Tyto algoritmy jsou trénovány na rozsáhlých datových sadách a jsou schopny odhadnout barevnou tonalitu na základě natrénovaných dat.
  - Proces může být **zcela automatický**, ale i plně manuální, stejně jako automatický s drobnou manuální korekcí.

### Krok 3. Odstraňování prachu a škrábanců

Prvním krokem pro rekonstrukci fotografií je analýza stavu fotografie a doplnění chybějících dat ať už manuálními, nebo automatickými technikami.

#### Manuální retušování:

- **Klonovací razítko (Clone Stamp Tool):** Tento nástroj se používá k ručnímu odstranění škrábanců a prachu tím, že klonuje části obrazu z jedné oblasti a aplikuje je na poškozenou oblast.
- **Náplastový nástroj (Healing Brush Tool):** Tento nástroj kombinuje texturu a barvu z vybrané oblasti a aplikuje je na poškozenou oblast, což umožňuje přirozenější opravu.
- **Inpainting algoritmy:** Pokročilé algoritmy, jako je "Content-Aware Fill", využívají kontextuální informace k rekonstrukci chybějících částí. Tyto algoritmy analyzují okolní oblasti a inteligentně doplňují poškozené části obrazu.

#### Automatizované techniky:

- **Filtrování:** Filtry, jako je "Dust & Scratches" ve Photoshopu, mohou automaticky detekovat a odstraňovat malé defekty na fotografiích. Tento proces zahrnuje nastavení prahové hodnoty a poloměru, aby se odstranily defekty bez ovlivnění detailů.
- **Neurální sítě a AI:** Moderní metody využívají umělou inteligenci a hluboké učení k automatické detekci a opravě poškození. Tyto algoritmy jsou trénovány na rozsáhlých datových sadách a jsou schopny rozpoznat a rekonstruovat složité vzory a textury.

### Krok 4. Korekce barev a kontrastu (volitelné)

V případě manuálního doplňování je vhodné provést barevnou korekci a vyvážení obrazu. V případě automatické rekonstrukce je tento krok obvykle plně integrován do retušovacího procesu.

#### Histogramové úpravy:

- **Úrovně (Levels):** Tento nástroj umožňuje úpravu tonalit a kontrastu obrazu pomocí histogramu. Korekcí úrovní lze odstranit vyblednutí a zlepšit celkový vzhled fotografie.
- **Křivky (Curves):** Křivky poskytují detailnější kontrolu nad tonalitou a kontrastem. Můžete upravovat jednotlivé kanály (RGB) pro jemné doladění barev a expozice.

#### Vyvážení barev:

- **Color Balance:** Tento nástroj umožňuje úpravu barevných odstínů na různých úrovních (stíny, středy, světlé oblasti), což pomáhá při obnově původních barev.

### Krok 5: Uložení a Export

- **Uložení:**
  - Uložte práci ve formátu PSD (v případě photoshopu), abyste zachovali všechny vrstvy.
  - Exportujte hotový obraz do formátu JPEG (ztrátová komprese), TIFF, či PNG.
  - Nepřepisujte původní data!



## 3.2 Rozhodovací strom

Restaurování a kolorizace historických fotografií může být složitý proces, který vyžaduje správný přístup a nástroje. Abychom pomohli najít ideální techniku pro různé potřeby různých institucí, vytvořili jsme rozhodovací strom, který zohledňuje různé schopnosti, dostupné nástroje, preference, či možnost finanční investice do postupu. Tento rozhodovací strom je navržen tak, aby poskytl jasné a jednoduché pokyny pro výběr nejvhodnější metody restaurování a kolorizace starých fotografií.

### 3.2.1 Úvod k Rozhodovacímu stromu

Rozhodovací strom je nástroj, který čtenářům pomůže rychle a efektivně určit nejlepší přístup k restaurování fotografií na základě několika klíčových faktorů:

#### 1. Dostupnost nástrojů:

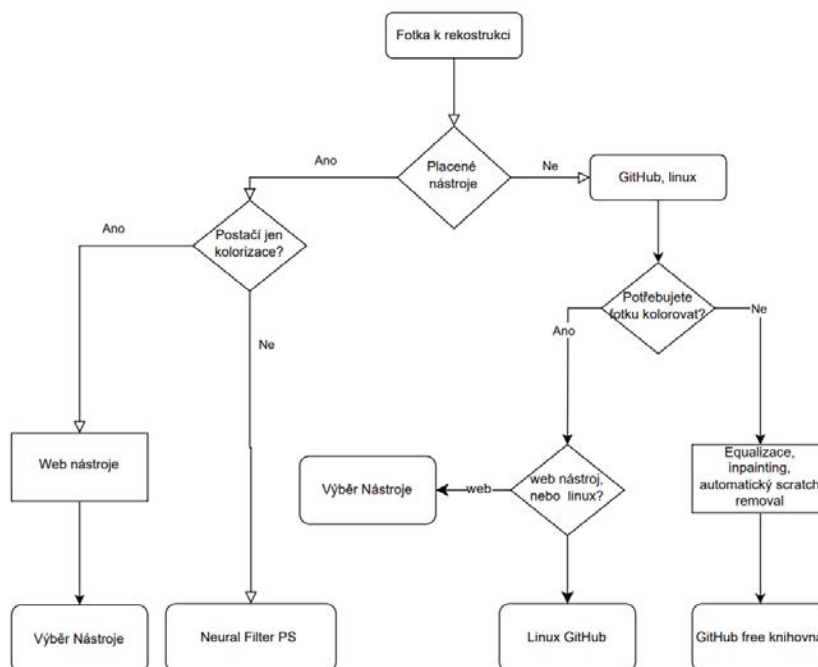
- **Free nástroje:** Dostupné bezplatné nástroje pro restaurování a kolorizaci. Jsou vhodné pro první kroky, či ozkoušení si nástrojů primárně pro kolorizaci.
- **Placené nástroje:** Komerční software, který může nabídnout mnohem pokročilejší funkce a vyšší kvalitu.

#### 2. Specifické potřeby projektu:

- **Kolorizace:** Potřeba automatické nebo manuální kolorizace.
- **Odstraňování škrábanců a chyb:** Potřeba odstranění prachu, škrábanců a jiných vad.

#### 3. Zdroj nástroje

- **Webový nástroj:** není potřeba nic instalovat, nástroj lze ovládat přes stránku dostupnou na internetu. Je vyžadováno kontinuální připojení a veškerý výpočetní výkon je prováděn v cloudu, mimo uživatelský počítač.
- **Instalovatelný software:** Nástroj, který je třeba nainstalovat. Výpočet pak probíhá v daném počítači, záleží tedy na jeho výkonu.
- **Cloudový nástroj:** Nástroj, který je třeba nainstalovat, nicméně samotný výpočet neprobíhá v daném počítači, nezáleží tedy na jeho výkonu.



### 3.2.2 Popis Rozhodovacího Stromu

Diagram rozhodovacího stromu je strukturován tak, aby uživatelům poskytl přehledný postup při výběru techniky a nástrojů na základě jejich specifických potřeb a schopností. Poskytuje odpověď na základní otázky a nabízí ideální nástroje a postupy.

#### Fotografie k rekonstrukci

Prvním krokem je identifikace fotografie, která vyžaduje rekonstrukci. Odtud se uživatelé rozdělí na základě toho, zda chtějí použít placené, nebo neplacené nástroje.

#### Placené nástroje

Existuje mnoho nástrojů, které jsou placené a slouží k retuší, či kolorizaci. Pro komplexní použití je ideálním nástrojem Photoshop. Pokud je pro projekt potřeba jen kolorizace, existují kvalitní webové nástroje, které tuto službu poskytují velmi levně a jednoduše.

#### Neplacené nástroje

I v případě neplacených nástrojů není výběr malý. Pokud je potřeba pouze kolorizace, lze využít buď nástroje webové, nebo volně šířené balíčky primárně pro operační systém Linux. V případě retuše lze doporučit buď software jako je GIMP, který je volnou alternativou Photoshopu (ovšem bez neurálních filtrů), či opět volně šířené balíčky pro operační systém Linux. Prvé lze použít pro manuální práci, druhé jsou ideální pro automatickou a dávkovou práci.

- **Free nástroje:** Pokud se rozhodnou pro bezplatné nástroje, je další otázkou, zda postačí automatická kolorizace.
  - **Postačí kolorizace:** Použijí webové nástroje, jako jsou Img2Go nebo Colourise.com.

- **Nejprve proved'te kolorizaci pomocí free nástroje:** Poté lze použít bezplatný software pro odstranění škrábanců, například GIMP.
- **Placené nástroje:** Z komerčních nástrojů lze doporučit mnoho nástrojů:
  - Placený software jako Silverfast pro automatickou kolorizaci a restaurování s AI, či k automatickému i ručnímu odstraňování škrábanců a kolorizaci pomocí pokročilých nástrojů Adobe Photoshop.

### 3.2.3 Závěr

Rozhodovací strom je navržen tak, aby čtenářům poskytl jasné a strukturované pokyny pro výběr správných technik a nástrojů pro restaurování a kolorizaci starých fotografií. Ať už mají uživatelé základní nebo pokročilé dovednosti, možnost koupit placený nástroj, či jen nástroj poskytovaná zdarma, tento rozhodovací strom jim pomůže najít nejvhodnější přístup k jejich specifickým potřebám a cílům.

## 3.3 Retušování vs. Kolorizace

Při restaurování starých fotografií se často klade otázka, zda je vhodnější nejdříve retušovat (odstraňovat škrábance, prach a jiné chyby) a pak kolorovat, nebo naopak. Oba postupy mají své výhody a nevýhody, pro staré fotky doporučujeme následující pořadí:

**Doporučený postup: nejprve kolorizace, poté retušování**

**Proč nejprve kolorovat?**

- **Identifikace detailů a struktur:** Kolorizace může pomoci lépe identifikovat různé detaily a struktury na fotografii, které by mohly být v černobílém formátu snadno přehlédnuty. Barva poskytuje dodatečný kontext, který může usnadnit retušování složitých textur a detailů.
- **Vylepšení vnímání obrazu:** Barva zlepšuje celkové vnímání obrazu a usnadňuje rozhodování o tom, které oblasti vyžadují další úpravy. Po kolorizaci může být snazší určit, kde je třeba provést jemnější nebo agresivnější retuše, protože barevné rozdíly a nedokonalosti jsou lépe viditelné.
- **Zamezení nechtěných artefaktů:** Při retušování po kolorizaci lze lépe sladit nově vytvořené barvy s texturou a detaily obrazu, čímž se minimalizuje riziko vzniku nechtěných artefaktů. Tento přístup umožňuje zajistit, že barvy a textury budou působit přirozeně a harmonicky.
- **Přizpůsobení barevné palety:** Kolorizace jako první krok umožňuje následné jemné doladění barevné palety celého obrazu. Po kolorizaci je snazší sjednotit barvy různých částí fotografie a odstranit jakékoli nesrovnalosti, které by mohly vzniknout během retuše.
- **Šíření chyby:** Při retuši černobíle fotografie je možné degradovat zdrojový materiál způsobem, které není poznatelný v černobíle verzi, ale bude vidět až po kolorizaci.

### Výhody retušování po kolorizaci:

- **Konzistentní výsledky:** Retušování po kolorizaci umožňuje provádět úpravy na finálním barevném obraze, což zajišťuje, že výsledky budou konzistentní a esteticky příjemné.
- **Jednodušší identifikace vad:** Barva může zvýraznit vady a nedokonalosti, které jsou v černobílém obraze méně zřetelné. Díky tomu může být retušování přesnější a efektivnější.
- **Přirozenější vzhled:** Upravování barev a textur současně zajišťuje, že výsledný obraz bude působit přirozeněji a bude lépe odpovídat reálným podmínkám.

Tento přístup může být zvláště výhodný při práci s fotografiemi, které mají složité textury nebo obsahují jemné detaily. Postup, kdy se nejprve aplikuje kolorizace a následně retuš, umožňuje dosáhnout přirozenějších a konzistentnějších výsledků.

Ve velmi specifických případech (velmi poškození fotky) může být vhodné postupovat nejdříve automatické rekonstrukcí, následně kolorizací fotky a posléze zvolit znovu automatickou, či manuální rekonstrukci.

## 4. Retušování digitalizovaných starých fotografií

### 4.1 Postup A1: Plně automatické rekonstrukce v Photoshopu

Adobe Photoshop nabízí pokročilé nástroje pro rekonstrukci a kolorizaci starých fotografií, včetně použití neurálních filtrů. Tyto filtry využívají technologie umělé inteligence k automatickému vylepšení a obnově obrazového materiálu. Níže je podrobný návod, jak využít neurální filtry ve Photoshopu pro automatickou rekonstrukci fotografií.

Návod je psán tak, aby i laik byl schopen provést základní vylepšení starých fotek, které nejsou kriticky poškozené.

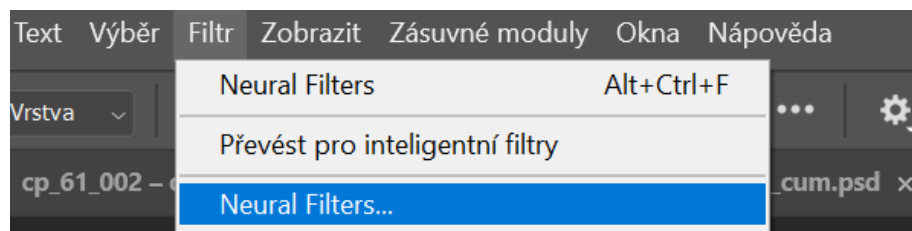
#### 4.1.1 Postup

##### Krok 1: Otevření fotografie ve Photoshopu

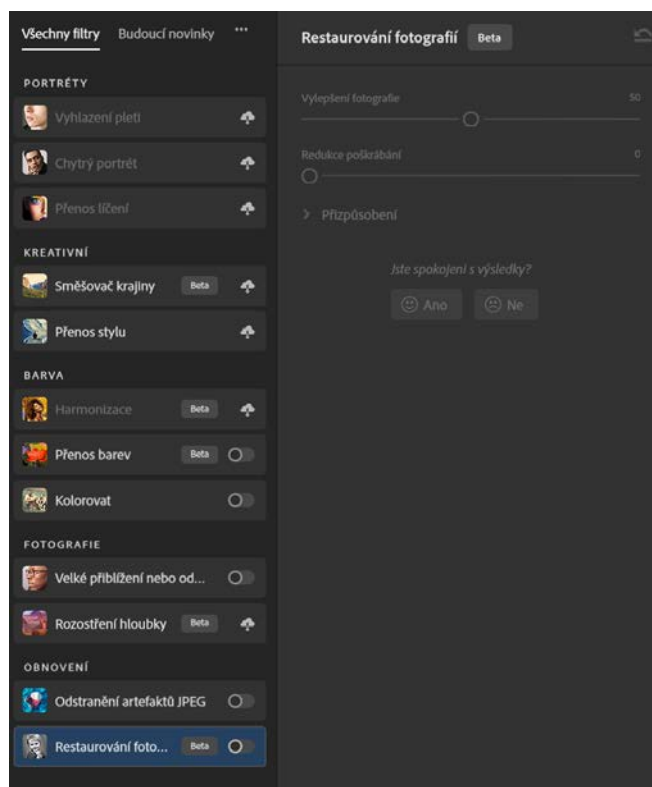
1. **Spustíte Adobe Photoshop:**
  - Otevřete aplikaci Adobe Photoshop na vašem počítači.
2. **Otevření fotografie:**
  - Přejděte na **File > Open (Soubor > Otevřít)** a vyberte fotografii, kterou chcete rekonstruovat.

##### Krok 2: Přístup k Neurálním Filtrům

1. **Otevření panelu Neurálních Filtrů:**
  - Přejděte na **Filter > Neural Filters (Fitry > Neural Filters)**.



2. **Výběr filtru pro rekonstrukci fotografie:**
  - V panelu Neurálních Filtrů najdete sekci „Obnovení“ (Restoration).
  - Aktivujte filtr „Restaurování fotografií“ (Photo Restoration) přepnutím přepínače do polohy „On“.
    - i. Po přepnutí do polohy „On“ začne **okamžitě** prvotní výpočet. Ujistěte se, že máte veškerou jinou práci uloženou.



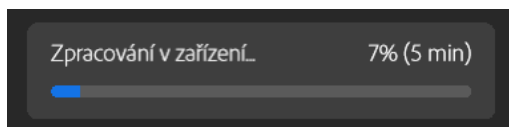
### Krok 3: Nastavení parametrů filtru

#### 1. Vylepšení fotografie:

- Posuňte posuvník „Vylepšení fotografie“ (Photo Enhancement) nejdříve na nulu.

#### 2. Redukce poškrábání:

- Posuňte posuvník „Redukce poškrábání“ (Scratch Reduction) pro odstranění škrábanců. Začněte s hodnotou 0 a postupně ji zvyšujte, dokud nedosáhnete požadovaného výsledku.
- I pro velmi poškozené fotky postačuje poměrně malá hodnota (5-15), začnete s nízkými hodnotami.
- Proces může v závislosti na hardwaru počítače, zvolené hodnotě a především velikosti vstupních dat zabrat nemalý čas - od 5 minut do hodiny.



#### 3. Vylepšení fotografie:

- Posuňte posuvník „Vylepšení fotografie“ (Photo Enhancement) pro nastavení úrovně vylepšení fotografie. Doporučená hodnota je kolem 50, ale můžete ji upravit podle potřeby (viz příklad dole).
- Vylepšení fotografie upraví kontrast fotky a vyvážení její histogram. Staré fotky jsou obvykle velmi vybledlé, postup tedy fotku obvykle ztmaví a vytvoří kontrastnější, živější nevybledlou fotografii.

## Krok 4: Aplikace a úpravy filtru

### 1. Aplikace filtru:

- Po nastavení všech parametrů klikněte na tlačítko „OK“ nebo „Apply“ pro aplikaci filtru na fotografii.

### 2. Kontrola výsledků:

- Zkontrolujte výsledek aplikace filtru. Pokud nejste spokojeni, můžete se vrátit zpět a upravit nastavení filtru nebo zkusit další ruční úpravy.
- Pokud nejste spokojeni s výsledkem, zvolte částečně manuální postup.

## Krok 5: Uložení a export

### 1. Uložení práce:

- Uložte soubor ve formátu PSD, abyste zachovali všechny vrstvy a možnost budoucích úprav (File > Save As).

### 2. Export hotové fotografie:

- Exportujte finální hotový obraz do formátu JPEG nebo PNG pro sdílení nebo archivaci (File > Export > Export As).

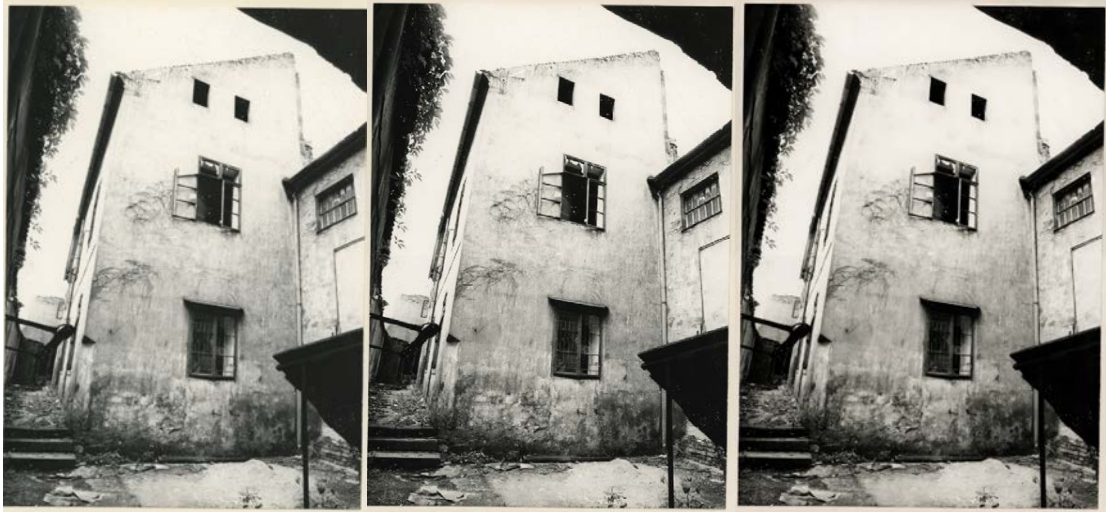
## 4.1.2 Shrnutí

Použití neurálních filtrů ve Photoshopu pro automatickou rekonstrukci fotografií je efektivní a extrémně jednoduchý způsob, jak rychle a jednoduše obnovit staré a poškozené fotografie. Tento postup využívá pokročilou technologii umělé inteligence k vylepšení kvality obrazu a odstranění vad, což umožňuje dosažení profesionálních výsledků s minimálním úsilím.

## 4.1.3 Příklady výsledků automatické retuše



Vlevo původní (uměle) poškozená fotografie, vpravo automaticky rekonstruovaná fotografie.



Nastavení parametru “vylepšení fotografie” na hodnotu 0 (vlevo), 50 (uprostřed), 100 (vpravo).



## 4.2 Postup A2: Automatické rekonstrukce v Photoshopu s manuální korekcí

Adobe Photoshop nabízí pokročilé nástroje pro automatickou rekonstrukci a kolorizaci starých fotografií pomocí neurálních filtrů. Pro dosažení co nejlepších výsledků je často vhodné kombinovat automatickou rekonstrukci s manuálními korekcemi. Tento návod podrobně popisuje, jak použít neurální filtry ve Photoshopu pro automatickou rekonstrukci a jak následně provést manuální korekce pro optimalizaci výsledků.

### 4.2.1 Definice typů chyb

Před samotným postupem je vhodné definovat různé typy chyb, které lze poloautomatickou metodou odstranit. Níže je detailní rozbor čtyř klíčových parametrů: Redukce šumu, Redukce barevného šumu, Redukce artefaktů půltónu a Redukce artefaktů JPEG.

#### 1. Redukce šumu (Noise Reduction)

**Co to je:**

- Redukce šumu je proces odstraňování nežádoucího vizuálního šumu, který se často vyskytuje v **digitálních fotografiích**, zejména v podmínkách s nízkým osvětlením nebo při vysokých hodnotách ISO.

**Co dělá:**

- Tento parametr analyzuje obraz a identifikuje oblasti s vysokým šumem. Poté aplikuje algoritmy pro hladké odstranění šumu, aniž by došlo k významné ztrátě detailů.
- Redukce šumu je užitečná pro odstranění zrnitosti a jemných rušivých bodů, což vede k čistšímu a profesionálnějšímu vzhledu fotografií.

**Nastavení:**

- Uživatelé mohou upravit posuvník pro zvýšení nebo snížení úrovně redukce šumu. Vyšší hodnoty znamenají větší redukci šumu, ale mohou také vést k mírnému rozostření detailů.

#### 2. Redukce barevného šumu (Color Noise Reduction)

**Co to je:**

- Barevný šum se projevuje jako **náhodné barevné skvrny** na obrázku, často viditelné ve stínech nebo tmavých oblastech fotografie. Tento šum je obvykle způsoben nedostatečným osvětlením nebo vysokým ISO nastavením.

**Co dělá:**

- Redukce barevného šumu identifikuje a odstraňuje tyto barevné skvrny, čímž zlepšuje celkovou kvalitu a uniformitu barev na fotografii.

- Tento parametr je klíčový pro dosažení přirozenějšího vzhledu bez rušivých barevných anomálií.

#### **Nastavení:**

- Posuvník umožňuje nastavit intenzitu redukce barevného šumu. Doporučuje se postupovat opatrně, aby nedošlo k odstranění barevných detailů, které jsou důležité pro autenticitu obrazu.

### **3. Redukce artefaktů půltónu (Halftone Artifacts Reduction)**

#### **Co to je:**

- Artefakty půltónu jsou **běžné u fotografií, které byly skenovány z tištěných materiálů, jako jsou noviny nebo časopisy**. Tyto artefakty se projevují jako **pravidelné vzory nebo tečky**, které jsou viditelné na skenovaném obrázku.

#### **Co dělá:**

- Redukce artefaktů půltónu analyzuje obraz a identifikuje tyto vzory. Poté je odstraní, aby se obnovil hladký a jednolitý vzhled fotografií.
- Tento parametr je obzvláště užitečný pro skenované dokumenty a historické fotografie z tištěných zdrojů.

#### **Nastavení:**

- Uživatelé mohou upravit úroveň redukce podle potřeby, aby odstranili půltónové artefakty bez ztráty detailů v obraze.

### **4. Redukce artefaktů JPEG (JPEG Artifacts Reduction)**

#### **Co to je:**

- Artefakty JPEG vznikají při **kompresi obrazu do formátu JPEG**, což je ztrátový formát. Tyto artefakty se obvykle projevují jako bloky nebo kruhy, které mohou degradovat kvalitu obrazu.

#### **Co dělá:**

- Redukce artefaktů JPEG identifikuje a odstraňuje tyto kompresní artefakty, čímž zlepšuje čistotu a kvalitu fotografie.
- Tento parametr je obzvláště důležitý pro fotografie, které byly uloženy v nízké kvalitě nebo opakovaně komprimovány.

#### **Nastavení:**

- Posuvník umožňuje nastavit intenzitu redukce artefaktů JPEG. Vyšší hodnoty mohou efektivněji odstranit artefakty, ale je důležité sledovat, aby nedošlo k nadměrnému vyhlazení detailů.

## Jak tyto parametry používat v praxi

Kombinace těchto parametrů umožňuje komplexní rekonstrukci a vylepšení starých fotografií. Zde je doporučený postup, jak je použít efektivně:

- 1. Začněte s Redukcí šumu a Barevného šumu:**
  - Nejprve upravte parametry pro redukci šumu a barevného šumu, abyste odstranili základní šum a skvrny.
  - Nastavte hodnoty tak, aby byl šum efektivně redukován, aniž by se ztratily důležité detaily.
- 2. Pokračujte s Redukcí artefaktů pŕltónů:**
  - Pokud vaše fotografie obsahuje pŕltónové artefakty, upravte tento parametr, abyste obnovili hladký vzhled fotografie.
  - Sledujte, aby nedošlo k odstranění jemných textur, které jsou důležité pro autenticitu obrazu.
- 3. Dokončete s Redukcí artefaktů JPEG:**
  - Pokud jsou na fotografii viditelné kompresní artefakty JPEG, použijte tento parametr pro jejich odstranění.
  - Nastavte hodnotu tak, aby artefakty zmizely, ale detaily zůstaly ostré.

## 4.2.2 Postup

### Krok 1: Otevření fotografie ve Photoshopu

- 1. Spustěte Adobe Photoshop:**
  - Otevřete aplikaci Adobe Photoshop na vašem počítači.
- 2. Otevření fotografie:**
  - Přejděte na **File > Open** a vyberte fotografii, kterou chcete rekonstruovat.

### Krok 2: Přístup k Neurálním Filtrům

- 1. Otevření panelu Neurálních Filtrů:**
  - Přejděte na **Filter > Neural Filters**.
- 2. Výběr filtru pro rekonstrukci fotografie:**
  - V panelu Neurálních Filtrů najděte sekci „Obnovení“ (Restoration).
  - Aktivujte filtr „Restaurování fotografií“ (Photo Restoration) přepnutím přepínače do polohy „On“.

### Krok 3: Nastavení parametrů filtru

- 1. Vylepšení fotografie:**
  - Posuňte posuvník „Vylepšení fotografie“ (Photo Enhancement) nejdříve na nulu.
- 2. Redukce poškrábání:**
  - Posuňte posuvník „Redukce poškrábání“ (Scratch Reduction) pro odstranění škrábanců. Začněte s hodnotou 0 a postupně ji zvyšujte, dokud nedosáhnete požadovaného výsledku.

- I pro velmi poškozené fotky postačuje poměrně malá hodnota (5-15), začnete s nízkými hodnotami.
  - Proces může v závislosti na hardwaru počítače, zvolené hodnotě, a především velikosti vstupních dat zabrat nemalý čas - od 5 minut do hodiny.
- 3. Vylepšení fotografie:**
- Posuňte posuvník „Vylepšení fotografie“ (Photo Enhancement) pro nastavení úrovně vylepšení fotografie. Doporučená hodnota je kolem 50, ale můžete ji upravit podle potřeby (viz příklad dole).
  - Vylepšení fotografie upravit kontrast fotky a vyvážení její histogram. Staré fotky jsou obvykle velmi vybledlé, postup tedy fotku obvykle ztmaví a vytvoří kontrastnější, živější nevybledlou fotografii.
- 4. Redukce šumu:**
- Posuňte posuvník „Redukce šumu“ (Noise Reduction) pro snížení šumu v obraze. Nastavte hodnotu podle potřeby, aby se odstranil šum bez ztráty detailů.
    - i. Tento parametr je podstatná především o digitálních fotoaparátu nebo u velmi nekvalitních fotografií.
    - ii. Kombinace Redukce šumu a Odstranění škrábanců je časově i výkonnostně **velmi** náročná operace.
      1. Ujistěte se, že máte veškerou práci uloženou
      2. Kombinace zatěžuje grafický procesor, nepř. přehrávání hudby může být v této době problematické. Doporučujeme pozastavit jiné programy využívající grafický procesor.
- 5. Redukce barevného šumu:**
- Posuňte posuvník „Redukce barevného šumu“ (Color Noise Reduction) pro odstranění barevného šumu. Tento parametr je užitečný zejména pro odstranění nežádoucích barevných skvrn.
  - Tyto skvrny mohou vznikat jak velkým fyzickým poškozením fotografií, nebo například focením proti zdroji světla.
  - Obvykle postačují nízké hodnoty kolem 10-20, postupně zvyšuje hodnotu dokud nedosáhnete požadovaného výsledku.
- 6. Redukce artefaktů půltónu:**
- Posuňte posuvník „Redukce artefaktů půltónu“ (Halftone Artifacts Reduction) pro odstranění artefaktů vzniklých půltónovým tiskem.
  - Pro většinu fotek je ideální hodnota 50-70
- 7. Redukce artefaktů JPEG:**
- Pokud pracujete s fotografií ve formátu JPEG, jsou li JPEG chyby okem viditelné, nastavte parametr na hodnotu 80-95.
    - i. Zkuste použít lupu, artefakty jsou viditelné především u kontrastních hran. Může dojít k i nepatrnému barevnému posuvu (viz příklad), v takovém případě zvolte hodnotu 95-100.



Ukázka redukce JPEG komprese, patrné především i kontrastních hran.

#### **Krok 4: Aplikace a úpravy filtru**

##### **1. Aplikace filtru:**

- Po nastavení všech parametrů klikněte na tlačítko „OK“ nebo „Apply“ pro aplikaci filtru na fotografii.

##### **2. Kontrola výsledků:**

- Zkontrolujte výsledek aplikace filtru. Pokud nejste spokojeni, můžete se vrátit zpět a upravit nastavení filtru nebo zkusit další ruční úpravy.

#### **Krok 5: Manuální Korekce**

##### **1. Další retuše:**

- Po aplikaci neurálního filtru můžete provést další ruční úpravy pomocí nástrojů jako Clone Stamp Tool, Healing Brush Tool, nebo Patch Tool pro odstranění zbylých vad a jemné doladění detailů.

##### **2. Clone Stamp Tool:**

- Vyberte Clone Stamp Tool (S).
- Držte Alt a klikněte na čistou oblast poblíž vady pro nastavení zdroje klonování.
- Malujte přes vady, abyste je odstranili.

##### **3. Healing Brush Tool:**

- Vyberte Healing Brush Tool (J).
- Klikněte na čistou oblast pro nastavení zdroje a malujte přes poškozenou oblast pro přirozenější opravu.

##### **4. Patch Tool:**

- Vyberte Patch Tool (J).
- Vyberte poškozenou oblast a přetáhněte výběr na čistou část obrazu pro rekonstrukci.

## Krok 6: Uložení Výsledku

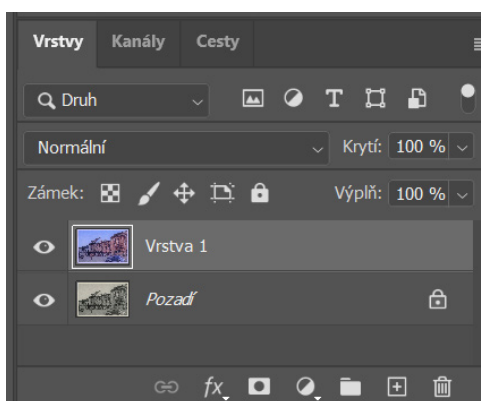
### 1. Uložení souboru ve formátu PSD:

- Doporučujeme uložit upravený soubor ve formátu PSD, abyste mohli případně provést další úpravy v budoucnu. Jděte na **File > Save As (Soubor > Uložit jako...)** a vyberte **Photoshop (\*.PSD, \*.PDD)**.

### 2. Export hotové fotografie:

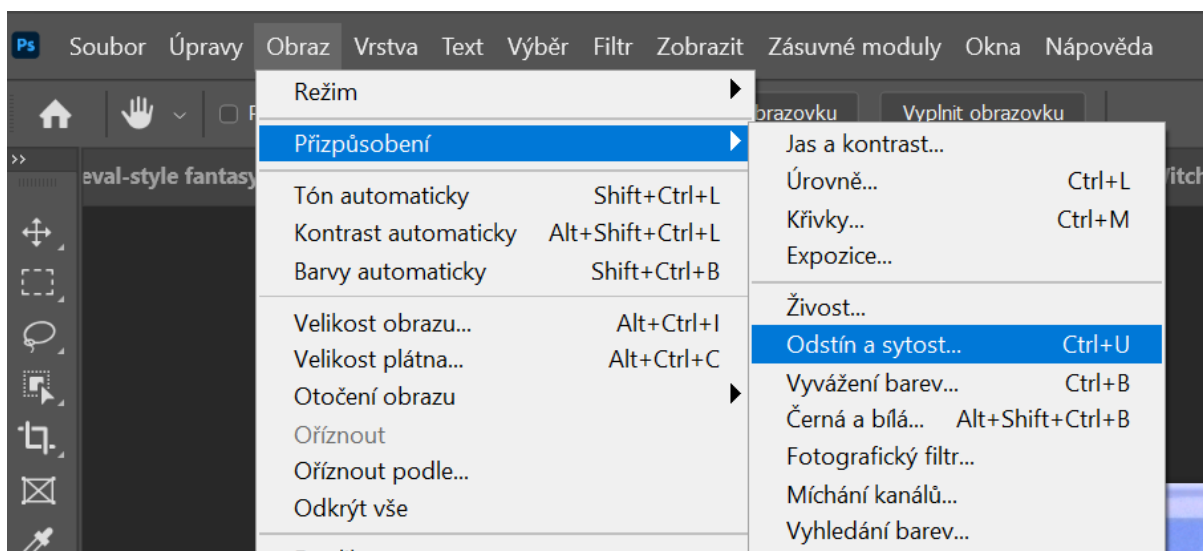
- Pro sdílení nebo tisk můžete exportovat finální kolorizovaný obrázek do běžného formátu, jako je JPEG nebo PNG.
- Jděte na **File > Export > Export As**.
- Vyberte požadovaný formát (např. JPEG nebo PNG) a nastavte kvalitu a rozlišení podle potřeby.
- Klikněte na **Export** a vyberte umístění pro uložení souboru.
  - i. Pro rychlejší export lze zvolit možnost **Fast export as PNG (Rychle exportovat jako PNG)** z kontextového menu

## Krok 7: Práce s Vrstvami (volitelné)



### 1. Panel Vrstvy:

- Ujistěte se, že máte otevřený panel Vrstvy (Layers). Pokud není viditelný, můžete jej otevřít přes **Window > Layers** nebo stisknutím klávesy **F7**.
- Pokud jste filtr nastavili správně, jsou vidět dvě vrstvy. První, nižší, je originál, obvykle nazvaná **Background (Pozadí)**. Druhá vznikla jako výsledek kolorizace: Layer 1 (Vrstva 1)
- Pomocí ikonky **oka** lze přepínat mezi zobrazením vrstev (zobrazují se odshora dopod, je možné je pomocí myši (drag and drop) vyměnit). Pomocí ikonky koše lze vrstvu smazat.
- Kliknutím pravého tlačítka myši a volbou **Duplikovat vrstvu** můžete vytvořit duplikát vhodný k libovolným experimentům s vyvážením barev.
- Pro další úpravu se ujistěte, že je vybrána kolorovaná vrstva.



## 2. Přizpůsobení obrazu:

- Výběrem **Window > Adjustment (Obraz > Přizpůsobení)** můžete přistoupit k obdobným úpravám. Zde se krom jiných nachází především dvě vhodné položky, a to **Vyvážení barev** a **Fotografický filtr**.
- **Vyvážení barev** má obdobný účel jako v Neurálním filtru. Zde se však jedná o deterministickou (a tedy i rychlou) metodu. Vyvážení je vhodné k rychlému testování a finální úpravě.

## Tipy pro Použití

### 1. Zpět

- Veškeré akce lze vzít zpět volbou **Úpravy > zpět**, případně zkratkou **Ctrl + Z**.

### 2. Vrstvy

- Kdykoliv se můžete vrátit k práci na původním obrazu smazáním nepotřebné vrstvy, vybráním původního obrázku a kolorizací.
- Kliknutím pravého tlačítka myši a volbou **Duplikovat vrstvu** můžete vytvořit duplikát vhodný k libovolným experimentům s vyvážením barev.

### 3. Kvalita vstupního obrazu:

- Vyberte černobílou fotografii s vysokým rozlišením a dobrou kvalitou. Vyšší kvalita vstupního obrazu zajišťuje lepší výsledky kolorizace.

### 4. Experimentujte s různými nastaveními:

- Nebojte se experimentovat s různými profily a posuvníky, abyste našli ideální kombinaci pro váš obrázek. Vždy zálohujte původní data.

### 5. Použití adjustačních vrstev:

- Pro jakoukoli práci můžete přidat další adjustační vrstvy (např. Hue/Saturation, Color Balance) pro další jemné doladění barev a tónů.

### 6. Pravidelná kontrola výsledků:

- Průběžně kontrolujte výsledky a porovnávejte je s původní fotografií, aby byl zajištěn realistický a vyvážený vzhled.

### 4.2.3 Shrnutí

Použití neurálních filtrů ve Photoshopu pro automatickou rekonstrukci fotografií, kombinované s manuálními korekcemi, je efektivní způsob, jak dosáhnout vysoce kvalitních výsledků při obnově starých a poškozených fotografií. Tento postup umožňuje využít pokročilé technologie umělé inteligence k rychlému vylepšení obrazu a následně provést jemné doladění pomocí manuálních technik, čímž se dosáhne profesionálního vzhledu a zachování historické hodnoty fotografií.

*Pro manuální úpravu doporučujeme použít nástroj Photoshopu - vrstvy, který umožní snadno provádět nedestruktivní editace, porovnávat postupy, či se vracet v procesu retušování.*

*Postup A1 i A2 pracuje s daty, které jsou přítomny v dané fotografii. Použité postupy jsou buď deterministické, nebo vycházejí přímo z okolí poškozených částí (např. mediánový filtr). **To je hlavní rozdíl oproti dalšímu postupu A3.***

*Zároveň je vhodné říci, že postup A2 je nejen nejsložitější, ale i nejméně využívaný. Na většinu retuší postačuje postup A1, nebo A3.*



## 4.3 Postup A3: Manuální retuš pomocí AI nástrojů generativního obsahu

Rekonstrukce starých fotografií může být výrazně zlepšena použitím pokročilých nástrojů pro generativní obsah, které využívají umělou inteligenci (AI). Tyto nástroje umožňují efektivní manuální retuš, která kombinuje automatické algoritmy s přesnou kontrolou uživatele. Následující kapitola podrobně popisuje postup pro manuální retuš pomocí AI nástrojů generativního obsahu, včetně konkrétních kroků a technik, které lze použít pro dosažení nejlepších výsledků. Metodou lze opravit největší chyby fotografie tak, aby ji bylo možné opravit automaticky, případně je následně kolorovat.

### Úvod k AI nástrojům generativního obsahu

AI nástroje generativního obsahu, jako jsou Adobe Photoshop's Content-Aware Fill, Inpainting a další, využívají pokročilé algoritmy strojového učení k automatickému vyplňování a opravě poškozených oblastí na fotografiích. Tyto nástroje analyzují okolní pixely a generují realistické textury a detaily, které odpovídají zbytku obrazu. Výsledkem je přesnější a přirozenější oprava, která vyžaduje méně manuálního zásahu.

*Zároveň je vhodné zdůraznit, že Neurální filtr vytváří obsah nejen na základě dat okolí, ale i na základě obrovské trénovací množiny dat. Ač umožňuje nahradit celé nemalé oblasti obrazu obsahem, který na základě analýzy okolí a předchozích dat jsou pro tu oblast, jde jen o odhad a pravděpodobný obsah. **Nejedná se o historická, nebo přesná data.** Jen o pravděpodobné, byť často velmi kvalitní, odhady.*

### 4.3.1 Postup

#### Krok 1: Otevření fotografie ve Photoshopu

1. **Spustíte Adobe Photoshop:**
  - Otevřete aplikaci Adobe Photoshop na vašem počítači.
2. **Otevření fotografie:**
  - Přejděte na **File > Open** a vyberte fotografii, kterou chcete rekonstruovat.

#### Krok 2: Předběžná analýza fotografie

1. **Analýza stavu fotografie:**
  - Prohlédněte si fotografii a identifikujte oblasti, které vyžadují opravu, jako jsou škrábance, trhliny, chybějící části a jiné poškození.
2. **Vytvoření kopie vrstvy:**
  - Vytvořte kopii původní vrstvy (pravým kliknutím na vrstvu a výběrem Duplicate Layer), abyste mohli porovnat opravy s původním obrazem.
  - Nepřeskakujte tento krok! Průběžně vytvářejte nové vrstvy pro zálohování postupu retuše.

#### Krok 3: Použití nástroje Content-Aware Fill

## 1. Výběr poškozené oblasti:

- Vyberte poškozenou oblast pomocí nástroje **Lasso Tool (L)**, který se nachází v panelu vlevo.
  - i. V případě jasně definovaných objektů (například člověk, či auto), lze využít poloautomatický nástroj **Výběr objektu (W)**. Nástroj využívá výběr pomocí obdélníku. Vyberte oblast tak, aby nežádoucí objekt byl zcela uvnitř. Po puštění tlačítka myši se oblast přepočítá a vybere pouze objekt.
- Myší obkružte chybějící, či poškozenou oblast. Obkružte i část původních dat. Jakmile pustíte tlačítko myši, oblast se uzavře a uvidíte animovaný výběr.
- U oblasti se zobrazí panel generativní výplně.

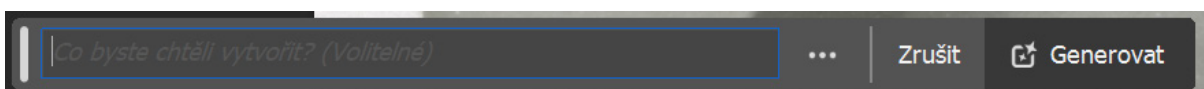
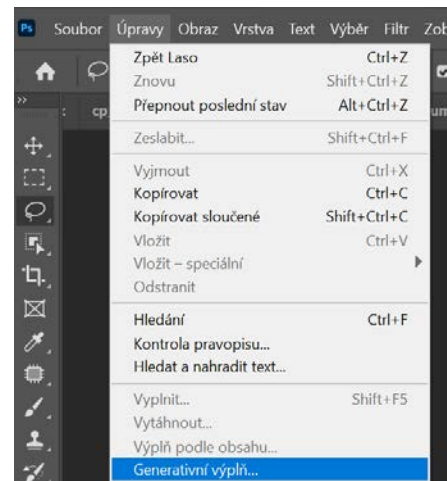


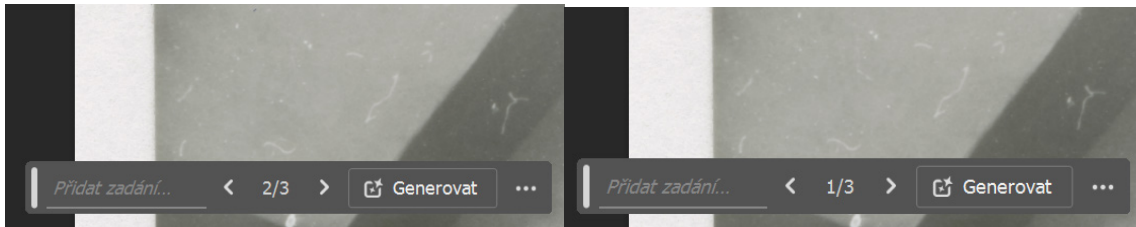
## 2. Aplikace Content-Aware Fill:

- Pokud se panel nezobrazí, zapnete jej volnou **Edit > Fill (Úpravy > Generativní výplň)**.
- Klikněte na „Generativní výplň“ a následně na „Generovat“ pro aplikaci opravy.

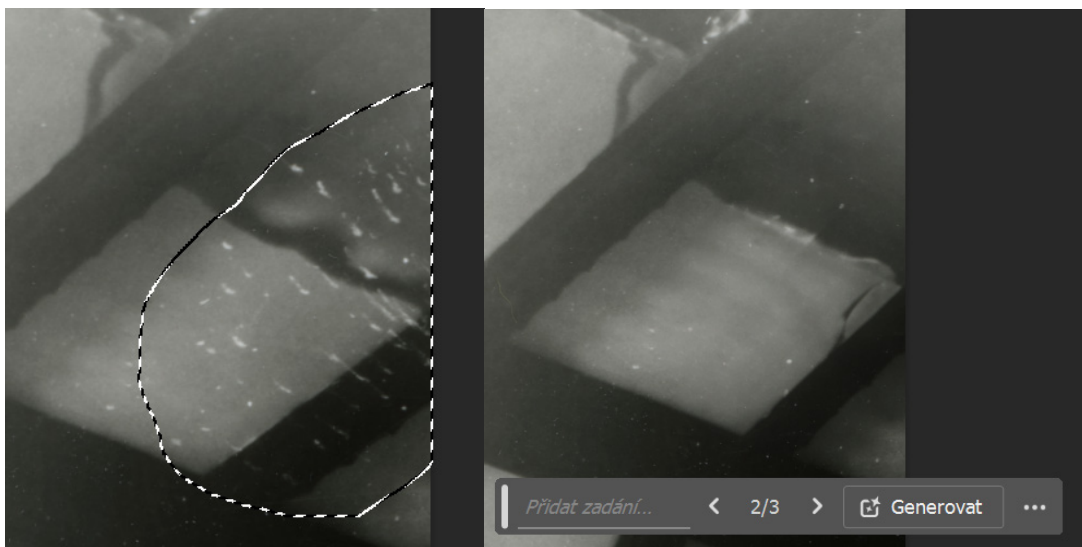
## 3. Kontrola výsledků:

- Algoritmus vytvoří tři různé možné opravy vybrané oblasti, mezi kterými můžete volit pomocí “<” a “>”, zvolené číslo opravy je zobrazené vedle jako “2 / 3” apod.
- Opětovným kliknutím na “generovat” vytvoříte další tři možné opravy. Proces opakujte dokud nebudete spokojeni.
  - i. Pokud nejste spokojeni ani po několika iteracích, znovu vybrat oblast a použijte těsnější obkroužení.
- Zkontrolujte opravenou oblast a případně zopakujte proces, pokud je třeba provést další úpravy.
- Pro retušování historických fotek se vyvarujte zadávání textu (viz kapitolu Generativní výplň níže)





Opakujte s každou problematickou oblastí. Každá aplikace vytváří novou vrstvu, které překrývá původní obrázek. Jednotlivé vzorky můžete v panelu Vrstvy (Layers), který zapnete pomocí F7 skrývat a porovnávat kvalitu retuše.



Dbejte na to, aby se jednotlivé opravy **nepřekrývaly!** Pokud je vadných oblastí více u sebe, obkružte je najednou (vlevo původní poškozená fotografie, vpravo po aplikaci filtru)

#### Krok 4: Použití nástroje Healing Brush a Clone Stamp (volitelné)

Drobné chyby a finalizace je možné opravit čistě manuálně. Tento proces není složitý, ale je časově velmi náročný.

##### 1. Healing Brush Tool:

- Vyberte Healing Brush Tool (J).
- Nastavte velikost a tvrdost štětce podle velikosti poškozené oblasti.
- Držte Alt a klikněte na čistou oblast poblíž poškozené části nastavení zdroje.
- Malujte přes poškozenou oblast pro její opravu.
- Štětec **kopíruje texturu ze zdrojové oblasti**. Je vhodný pro částečně náhodné oblasti s opakující se strukturou jako jsou stěny, tráva a podobně.



pro

## 2. Clone Stamp Tool:

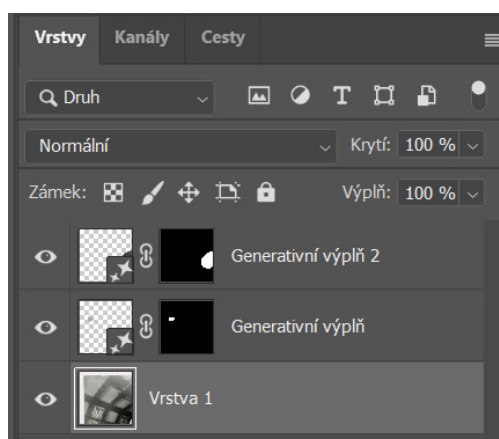
- Vyberte Clone Stamp Tool (S).
- Nastavte velikost a tvrdost štětce.
- Držte Alt a klikněte na čistou oblast pro nastavení zdroje klonování.
- Malujte přes vady, abyste je odstranili.
- Štětec **kopíruje přesně kusy obrazu**. Je vhodný pro repetitivní oblasti, jako jsou střechy, dlažba a podobně.



### Krok 5: Sloučení vrstev (volitelné)

Je důležité si uvědomit, že po tomto kroku bylo vytvořeno několik nových vrstev. Náhled výsledku je kombinací těchto vrstev, kdy celá fotografie se nachází nejnižší a je na konkrétních místech překryta malými opravenými vzorky.

Pokud chcete nyní pracovat s obrazem jako s celkem, je potřeba tyto vrstvy sjednotit.

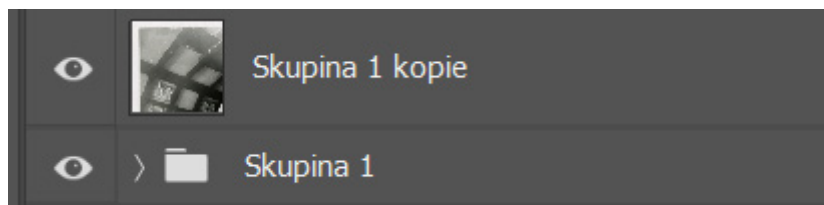


#### 1. Panel Vrstvy - vytvoření a duplikace skupiny

- Klávesou F7 zobrazíte panel vrstvy
- Pomocí levého tlačítka myši a klávesy Shift vyberte všechny vrstvy.
- Pomocí Ctrl+G vytvoříte z vrstev jednu skupinu.
- Klikněte pravým tlačítkem myši na "Duplikova skupinu"

#### 2. Panel Vrstvy - sloučení skupiny

- Kliknete na nově vytvořenou skupinu (je výše) a vyberte možnost Sloučit skupinu (Ctrl + E)

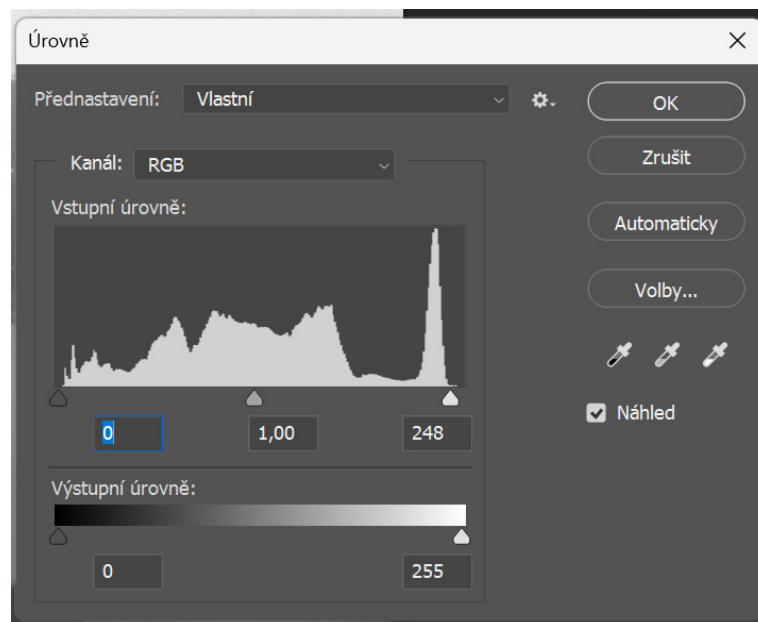


Nyní máte jak zálohovaná původní data, tak sloučenou vrstvu, s kterou můžete pracovat jako s celkem. Duplikační krok není nezbytný, ale je velmi doporučený pro další práci.

## Krok 6: Korekce barev a kontrastu

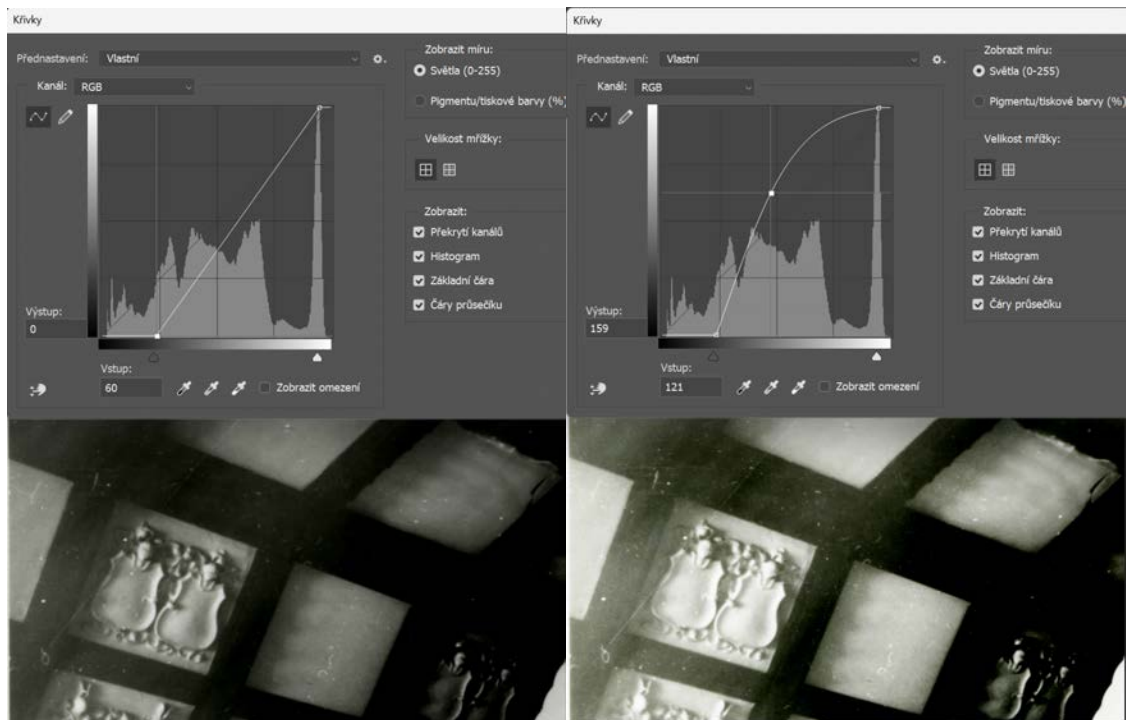
### 1. Histogramové úpravy:

- Otevřete Image > Adjustments > Levels.
- Upravte vstupní a výstupní úrovně pro zlepšení kontrastu a tonalit.
- Pokud histogram není plně rozprostřen mezi minimální hodnotou (bílá) a maximální (černá), pohněte s krajními šipkami pod histogramem tam, aby úžeji obepnuly histogram.
  - i. Dojde k přepočti úplně bílé a úplně černé barvy v obraze. vzhledem k povaze historických fotografií je obvykle vhodné, aby obsahovaly oba extrémy (např. obloha vs. stín).
  - ii. Přepočet je lineárním vzorkováním.



### 2. Křivky (Curves):

- Otevřete Image > Adjustments > Curves.
- Upravte křivky pro jemné doladění barev a kontrastu.
- Podobného výsledku lze dosáhnout i pomocí křivek. Křivný nabízí **nelineární** přepočet světlosti a umožňuje například více zvýraznit tmavé oblasti při ponechání světlých.
- Význam křivky v histogramu je přepočtový: Spodní hodnoty (osa x) jsou vstupní a převádí vynesemím na křivky na hodnoty osy y.



Ukázka funkce křivek. Na obou křivkách se více tmavých barev převádí na plně černou. na křivce vpravo pak dochází k nelineárnímu přepočtu světlých oblastí.

## Krok 7: Uložení a export

### 1. Uložení práce:

- Uložte soubor ve formátu PSD, abyste zachovali všechny vrstvy a možnost budoucích úprav (File > Save As).

### 2. Export hotové fotografie:

- Exportujte hotový obraz do formátu JPEG nebo PNG pro sdílení nebo archivaci (File > Export > Export As).



### 4.3.2 Příklady použití



Ukázka postupného odstraňování nežádoucích objektů a vytvoření nezastíněného objektu. Výsledná fotka je připravena ke kolorizaci a k použití pro fotogrammetrii.



Ukázka provedená retuše dle postupu výše.





Ukázka kombinace automatické a manuální retuše (automatická retuš pro odstranění hlavních vad, manuální pro pravou sekci obrazu)



Ukázka komplexnější retuše: Odstranění škrábanců, inpainting nežádoucích objektů, a následná ekvalizace obrazu,

## 4.4 Postup A4: Plně automatické rekonstrukce v Bringing-Old-Photos-Back-to-Life

Tento postup využívá open-source software popsaný v kapitole [6.1 Vylepšení fotek pomocí přepracované neuronové sítě](#). Jedná se o software ovládaný z linuxového terminálu využívající naučené neuronové sítě běžící na vlastním hardwaru. Počáteční instalace a použití je pro nezkušené uživatele trochu komplikované, ale následně lze plně automaticky a hromadně zpracovat velké množství fotek najednou. Instalace je popsána ve zmíněné kapitole. Lze od sebe oddělit kroky pro detekci a retuš poškození fotek a pro celkové zlepšení kvality fotek.

### 4.4.1 Postup (jen vylepšení kvality)

#### Krok 1: Zmenšení rozlišení

Rozlišení fotek zmenšíme tak, aby delší ze stran neměla víc než 5000 pixelů. Pro zmenšení fotek je možno použít například Malování v MS Windows (manuální zmenšení po jedné fotce) nebo pro dávkové zpracování například XN View MP. Zmenšení rozlišení je třeba hlavně z důvodu paměťové náročnosti dalších kroků na grafickou kartu.

#### Krok 2: Umístění fotek do zdrojové složky

Všechny zdrojové fotky ve formátu png, jpg nebo tiff nakopírujeme do složky `data-img` (viz instalace).

#### Krok 3: Spuštění algoritmu

Spustíme skript `restore`, který provede dávkové zpracování fotek. Samotné zpracování jedné fotky trvá cca 15 - 60 s v závislosti na velikosti (rozlišení). Skript `restore` provede úpravy barev a ostrosti fotek, doladí některé detaily fotek.

#### Krok 4: Kontrola výsledků

Výstup bude ve složce `output`.

### 4.4.2 Postup (vylepšení kvality a odstranění poškození)

Kroky 1 a 2 stejné jako v kapitole 4.4.1.

#### Krok 3: Spuštění algoritmu

Spustíme skript `scratch_restore`, který provede zpracování fotek. Samotné zpracování jedné fotky trvá cca 20 - 120 s v závislosti na velikosti (rozlišení). Skript `scratch_restore` nejprve detekuje poškození a vytvoří masku, následně provede jejich odstranění a nakonec provede úpravy barev a ostrosti fotek, doladí některé detaily fotek.

#### Krok 4: Kontrola výsledků

Výstup bude ve složce `output2`.

### 4.4.3 Výsledky algoritmu

Porovnání vstupu a výstupu toho algoritmu je uvedeno v kapitolách [6.1.3 Výsledky úprav \(verze bez odstranění poškození\)](#) a [6.1.4 Výsledky úprav \(verze s odstraněním škrábanců\)](#).

## 5. Kolorizace

Kolorizace starých černobílých fotografií je fascinující proces, který umožňuje převést staré černobílé snímky do moderního barevného formátu. Tento proces nejen přináší nový život historickým fotografiím, ale také umožňuje lepší porozumění a emocionální propojení s minulostí. S rozvojem technologie a umělé inteligence (AI) se kolorizace stala dostupnější a snadnější než kdy dříve. Dnes existuje několik online nástrojů a webových stránek, které umožňují uživatelům automaticky kolorizovat své černobílé fotografie.

Nejdříve porovnáme dostupné nástroje, vybereme ty nejvhodnější a vytvoříme a popíšeme podrobně ideální postup pro kolorování starých fotografií. Technický postup si klade za cíl to, aby krok po kroku popsal způsob kolorizace fotografií, a to včetně výběru technologie - ať už podle schopností uživatele, nebo například možnosti použít placený nástroj.

Tato kapitole se věnuje především nástrojům pro nezkušené uživatele, kteří pomocí tohoto technického postupu budou schopni kolorovat staré fotografie tak, jak je uvedeno například v následujícím příkladu:



Ukázka (automatické) kolorizace

### 5.1 Základní nástroje pro kolorizaci fotografií

Existuje několik populárních a efektivních webových nástrojů, které umožňují kolorizaci fotografií pomocí pokročilých algoritmů strojového učení. Tyto nástroje analyzují černobílé fotografie a aplikují na ně realistické barvy na základě rozsáhlých tréninkových dat. Ty nejvýznamnější nástroje jsou:

#### **Colourise.com**

- Colourise.com je jednoduchý a efektivní nástroj, který využívá umělou inteligenci k automatické kolorizaci fotografií. Jeho výhodou je rychlost a snadné použití, nevýhodou může být omezené přizpůsobení výsledků.
- Nabízí velmi omezené použití online zdarma

## Img2Go

- Img2Go nabízí širokou škálu nástrojů pro úpravu obrázků, včetně kolorizace. Tento nástroj je vhodný pro uživatele, kteří chtějí více možností přizpůsobení a úprav. Nevýhodou může být složitější rozhraní pro začátečníky.
- Nabízí zdarma licence pro učitele a studenty

## DeOldify

- DeOldify je open-source projekt, který poskytuje vysoce kvalitní kolorizaci díky pokročilým algoritmům strojového učení. Tento nástroj může být použit online prostřednictvím různých platform nebo lokálně po stažení a instalaci. Výhodou je vysoká kvalita výstupu, nevýhodou může být složitější nastavení pro lokální použití.
- Online verze projektu se úzce svázaná s projektem MyHeritage a její online použití tak není snadné.

## DeepAI Colorizer

- DeepAI Colorizer využívá pokročilou technologii umělé inteligence pro kolorizaci černobílých fotografií. Tento nástroj je známý svou vysokou kvalitou a přesností kolorizace. Jeho výhodou je rychlý a jednoduchý proces, nevýhodou může být omezené možnosti pro úpravu výsledků.

### 5.1.1 Výhody a omezení online nástrojů pro kolorizaci

#### Výhody:

1. **Snadnost použití:**
  - Většina online nástrojů pro kolorizaci je navržena tak, aby byla uživatelsky přívětivá a snadno použitelná i pro úplné začátečníky. Uživatelé často potřebují pouze nahrát černobílý obrázek a nástroj se postará o zbytek.
2. **Rychlost:**
  - Online nástroje jsou obvykle rychlé a dokáží kolorizovat fotografie během několika sekund až minut.
  - Výpočet probíhá na serverové straně a rychlost tedy není omezena hardwarem uživatele.
3. **Dostupnost:**
  - Tyto nástroje jsou dostupné zdarma nebo za nízký poplatek, což je činí přístupnými pro širokou veřejnost.
4. **Automatizace:**
  - Díky použití AI a strojového učení mohou tyto nástroje automaticky aplikovat realistické barvy bez potřeby manuálního zásahu.

#### Omezení:

1. **Omezené přizpůsobení:**
  - Některé nástroje mohou nabízet omezené možnosti pro ruční přizpůsobení výsledků, což může být nevýhodou pro uživatele, kteří chtějí větší kontrolu nad finální podobou kolorizovaného obrázku.

- Některé platformy mohou omezovat velikost vstupu např. maximálním rozlišením.
2. **Kvalita výstupu:**
- Kvalita kolorizace může kolísat v závislosti na složitosti obrázku a schopnostech algoritmu. Některé obrázky mohou být kolorizovány lépe než jiné.
3. **Závislost na internetu:**
- Online nástroje vyžadují připojení k internetu, což může být omezení pro uživatele s pomalým nebo nespolehlivým připojením.
  - Problematická je i kolorizace fotek s velkým rozlišením.
4. **Bezpečnost a soukromí:**
- Nahrávání osobních fotografií na online platformy může vzbuzovat obavy ohledně bezpečnosti a ochrany soukromí. Uživatelé by měli vybírat důvěryhodné a zabezpečené služby. Je vhodné si důkladně přečíst licenční podmínky (např. u DeOldify na platformě MyHeritage).



## Příklady Výstupů

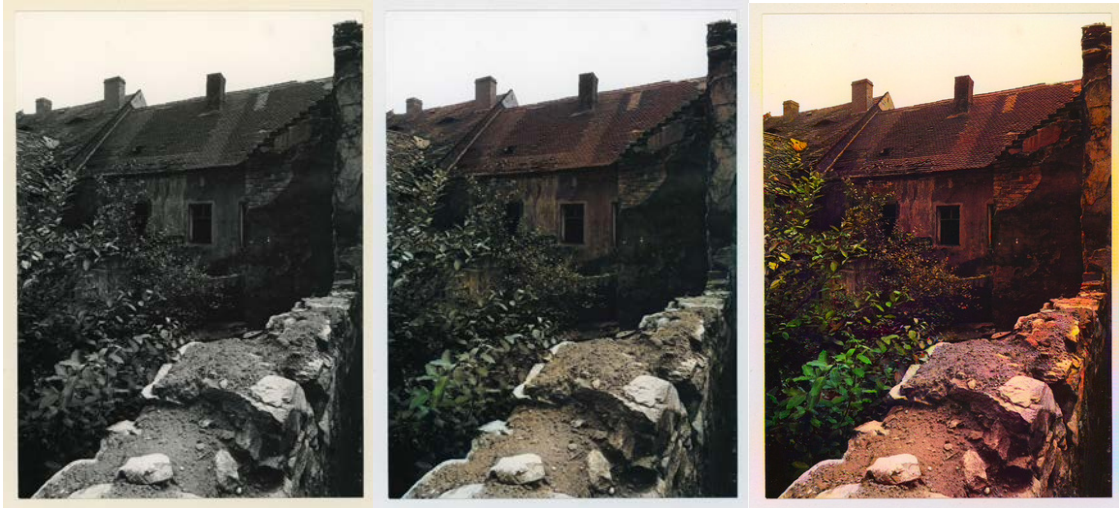


Příklad 1, Kolorováno pomoci Img2Go, hlavní parametr 35





Příklad 2, Kolorováno pomoci DeepAI



Příklad 3, vlevo originál, uprostřed **Img2Go**, vpravo **DeepAI**



Příklad 4, Kolorováno pomoci **Img2Go**, hlavní parametr 35



Příklad 5, Kolorováno pomoci **Img2Go**, hlavní parametr 35

## 5.1.2 Vybrané Metody

Kolorizace černobílých fotografií je proces, který může být realizován pomocí různých metod a nástrojů. Pro snadnou kolorizaci byly vybrány tři klíčové metody: **Colourise.com**, **Img2Go** a **DeepAI Colorizer**. Tyto metody byly vybrány na základě jejich jednoduchosti použití, kvality výstupu a dostupnosti pro studenty a učitele. Níže je podrobný popis těchto metod, jejich výhod a omezení.

### Colourise.com

**Colourise.com** je webový nástroj, který využívá umělou inteligenci k automatické kolorizaci černobílých fotografií. Tato metoda byla vybrána pro svou triviálnost a jednoduché použití, což ji činí ideální pro rychlé a snadné oživení historických snímků.

#### Výhody:

- **Snadné použití:** Colourise.com je navržen tak, aby byl uživatelsky přívětivý, což umožňuje i začátečnickům snadno kolorizovat své fotografie.
- **Rychlost:** Proces kolorizace je velmi rychlý, často trvá jen několik sekund až minut.

#### Omezení:

- **Velikost vstupu:** Jedním z hlavních omezení Colourise.com je jeho omezená velikost vstupních souborů (5MB, 1200x1200px). Uživatelé mohou nahrát pouze fotografie do určité velikosti, což může být limitující pro vysoce kvalitní skeny historických snímků.
- **Omezené přizpůsobení:** Nástroj neposkytuje mnoho možností pro přizpůsobení barev nebo jemné doladění výsledků, což může být nevýhoda pro pokročilejší uživatele hledající větší kontrolu nad finální podobou kolorizovaných obrázků.

### Img2Go

**Img2Go** byl vybrán jako ideální metoda pro kolorizaci díky své vysoké kvalitě výstupu a možnosti volného použití, což je obzvláště výhodné pro studenty a učitele. Tento nástroj nabízí širokou škálu funkcí a možností přizpůsobení, které umožňují detailní a přesnou kolorizaci.

#### Výhody:

- **Vysoká kvalita výstupu:** Img2Go poskytuje vynikající výsledky díky pokročilým algoritmům pro kolorizaci. Výstupy jsou detailní a realistické.
- **Široká škála funkcí:** Nástroj nabízí mnoho možností pro úpravy, včetně jemného doladění barev, jasů, kontrastu a dalších parametrů, což umožňuje uživatelům dosáhnout požadovaného výsledku.
- **Dostupnost pro vzdělávání:** Img2Go je dostupný zdarma, což ho činí ideálním nástrojem pro vzdělávací účely. Studenti a učitelé mohou tento nástroj využívat bez finančních omezení.

#### Omezení:

- **Složitější rozhraní:** Pro začátečníky může být rozhraní Img2Go trochu složitější na pochopení ve srovnání s jednoduššími nástroji, jako je Colourise.com.

## DeepAI Colorizer

**DeepAI Colorizer** byl vybrán jako druhá nejlepší doporučená alternativa díky své vysoké kvalitě výstupu a pokročilým možnostem kolorizace. Tento nástroj využívá pokročilou technologii umělé inteligence k dosažení co nejpřesnějších a nejrealističtějších výsledků.

### Výhody:

- **Vysoká přesnost:** DeepAI Colorizer je známý svou schopností přesně kolorizovat černobílé fotografie s realistickými barvami. Jeho pokročilé algoritmy jsou schopny rozpoznat různé objekty a aplikovat na ně vhodné barvy.
- **Jednoduché použití:** Přestože je DeepAI Colorizer velmi výkonný, jeho použití je stále jednoduché, což umožňuje uživatelům rychle a efektivně kolorizovat své fotografie.

### Omezení:

- **Omezené možnosti přizpůsobení:** Podobně jako Colourise.com, i DeepAI Colorizer nabízí omezené možnosti pro ruční přizpůsobení výsledků. Uživatelé, kteří hledají větší kontrolu nad výsledkem, mohou považovat toto za nevýhodu.

### 5.1.3 Rozhodovací strom online kolorizaci

Vybrané metody pro kolorizaci černobílých fotografií v projektu Most, město které nezaniklo byly pečlivě zvoleny na základě jejich jednoduchosti použití, kvality výstupu a dostupnosti. **Colourise.com** poskytuje rychlé a jednoduché řešení pro základní kolorizaci, zatímco **Img2Go** nabízí pokročilejší funkce a vysokou kvalitu výstupu, což ho činí ideálním pro vzdělávací účely. **DeepAI Colorizer** představuje vynikající alternativu díky své přesnosti a jednoduchosti použití. Kombinací těchto nástrojů můžeme dosáhnout optimálních výsledků při kolorizaci historických fotografií a jejich integraci do virtuální rekonstrukce města Most, čímž přinášíme historii zpět k životu pro budoucí generace:

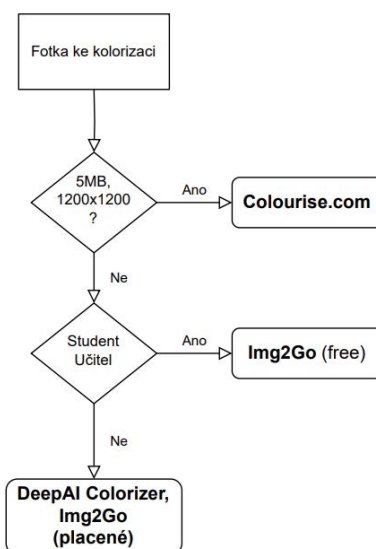


Schéma 2: Výběr jednoduché kolorizační metody pro online použití



### 5.1.3 Různé výsledky kolorizace různými metodami

Kolorizace černobílých fotografií pomocí různých metod může vést k odlišným výsledkům. Toto je dobře ilustrováno na příkladu dvou různých kolorizací stejné historické fotografie, kde barva cedule nad obchodem se jednou zobrazuje jako modrá a jindy jako červená (Příklad 1 a Příklad 2). Tento jev je způsoben několika faktory souvisejícími s algoritmy a datovými sadami, které různé metody používají.

#### 1. Algoritmy strojového učení

**Různé algoritmy:** Každý nástroj pro kolorizaci používá jiný algoritmus strojového učení. Tyto algoritmy jsou trénovány na *různých datech* a mohou používat různé techniky pro přidávání barev.

- **Neurální síť:** Většina moderních nástrojů pro kolorizaci používá hluboké neurální síť, jako jsou konvoluční neurální síť (CNN). Tyto síť analyzují obrazové rysy a na základě těchto rysů přiřazují barvy.
- **Specifické předtrénované modely:** Některé algoritmy mohou být předtrénovány na specifických typech obrázků, což ovlivňuje výsledky. Například algoritmus trénovaný na fotografiích přírody může přidávat jiné barvy než algoritmus trénovaný na historických městských snímcích.

#### 2. Datové sady pro trénink

**Různé datové sady:** Algoritmy strojového učení jsou trénovány na rozsáhlých datových sadách barevných fotografií, které slouží jako reference pro kolorizaci.

- **Rozmanitost dat:** Kvalita a rozmanitost datové sady mohou významně ovlivnit výsledky. Algoritmus trénovaný na různorodé datové sadě a na datech podobného typu jako jsou fotografie k obarvení, bude pravděpodobně lépe schopen generovat realistické a přesné barvy.
  - Některé metody přímo nabízí konkrétní přetrénované modely a sady dat, které jsou výhodnější na konkrétní typy fotografií.
- **Historické reference:** Některé nástroje mohou být trénovány na datových sadách, které obsahují historické reference, což jim umožňuje lépe zachytit autentické barvy pro dané období - například typické barvy cedulí pro dané historické období. Jiným ikonickým příkladem může být červeno-modro-bíle cedule značící holičství.

#### 3. Kontextuální porozumění

**Kontext obrázku:** Algoritmy používají kontext obrázku k rozhodování o barvách. Pokud je kontext nejednoznačný nebo neobsahuje dostatek informací, algoritmus může použít různé barvy.

- **Omezené informace:** Pokud je například cedule na obrázku černobílá a neexistují žádné jasné vizuální stopy, algoritmus může přiřadit barvu na základě nejpravděpodobnějšího scénáře podle svého tréninku.

#### 4. Parametry a předvolby uživatele

**Uživatelské nastavení:** Některé nástroje umožňují uživatelům upravovat parametry kolorizace, což může vést k různým výsledkům.

- **Manuální zásahy:** Pokud uživatel upravuje barvy manuálně, může to vést k různým interpretacím stejné scény.
- **Automatické nastavení:** Automatické nástroje mohou použít přednastavené parametry, které nemusí být vždy vhodné pro všechny obrázky.
- **V případě pokročilejších modelů:** je možné uživatelsky zadat některé barvy - například známou barvu fasády, cedule, či auta.

#### Příklad: DeepAI vs. Img2Go

V uvedených příkladech:

1. **Modrá cedule:** Algoritmus mohl rozhodnout, že modrá je pravděpodobnější barva na základě svého tréninku na datové sadě, která obsahovala více modrých cedulí v podobných kontextech.
2. **Červená cedule:** Jiný algoritmus mohl mít tréninkovou datovou sadu, která obsahovala více červených cedulí nebo mohla použít jinou heuristiku k rozhodnutí o barvě.

Různé výsledky kolorizace černobílých fotografií jsou bohužel běžným jevem způsobeným variabilitou algoritmů, datových sad a kontextuálních interpretací. Při použití těchto základních nástrojů je důležité mít na paměti, že **výsledky mohou být subjektivní** a že konečný výstup může být ovlivněn mnoha faktory. Proto může být užitečné porovnat více metod a případně provést manuální úpravy pro dosažení co nejpřesnějších a nejrealističtějších výsledků.

#### 5.1.4 Přínosy Kolorizace v projektu Most, město které nezaniklo.

Jako příklad využití kolorizace fotografií můžeme uvést projekt "Most, město které nezaniklo". Tento projekt si klade za cíl znovuvytvoření původního města Most ve virtuální realitě (VR) pomocí fotogrammetrie a 3D modelování. Most, historické město, které bylo z velké části zničeno během 20. století, je ideálním kandidátem pro tento typ historické rekonstrukce.

#### Využití Kolorizace v Projektu Most, město které nezaniklo

V rámci projektu budou použity černobílé fotografie starého města jako primární zdrojový materiál.

Kolorizace fotografií v projektu Most, město které nezaniklo má několik klíčových přínosů:

1. **Oživení Historie:** Barevné fotografie umožňují lepší vizualizaci a porozumění historickým událostem a každodennímu životu ve starém Mostu.
2. **Vzdělávací Hodnota:** Kolorizované fotografie byly použity ve vzdělávacích materiálech a výstavách, což pomohlo vzdělávat veřejnost o historii města.
3. **Kulturní Zachování:** Projekt přispěl k zachování kulturního dědictví tím, že historické fotografie byly převedeny do moderního formátu, který je atraktivní pro širší publikum.

Kolorizace černobílých fotografií je tedy nejen technickým procesem, ale také prostředkem pro kulturní a historické zachování. Projekty jako Most, město které nezaniklo, ukazují, jak mohou moderní technologie a umělá inteligence přispět k oživení naší minulosti a umožnit nám lépe porozumět našemu kulturnímu dědictví.

### Rekonstrukce ve Virtuální Realitě

Kolorizované fotografie budou sloužit jako základ pro vytvoření 3D modelů budov a ulic ve virtuální realitě. Proces rekonstrukce bude zahrnovat následující kroky:

#### 1. Fotogrammetrie

- Pomocí kolorizovaných fotografií a fotogrammetrických technik budou vytvořeny přesné 3D modely historických budov a ulic. Tento proces zahrnuje identifikaci klíčových bodů na fotografiích a jejich přeměnu na trojrozměrné body, které budou následně spojeny do celkových modelů.

#### 2. 3D Modelování

- 3D modeláři budou využívat kolorizované fotografie jako reference pro detaily a textury modelů. To zajistí, že výsledné 3D modely budou nejen přesné, ale také esteticky věrné historické skutečnosti.

#### 3. Implementace ve VR

- Finální modely budou integrovány do VR prostředí, což umožní uživatelům procházet se původním městem Most a zažít jeho atmosféru tak, jak vypadala před zničením. VR technologie umožní interaktivní prohlídky, kde se uživatelé budou moci ponořit do historického prostředí a získat lepší porozumění životu v minulosti.

### 5.1.5 Závěr

Kolorizace černobílých fotografií představuje nejen technologický pokrok, ale také významný kulturní a historický přínos. Tento proces umožňuje převést staré, často zapomenuté snímky do moderního barevného formátu, čímž oživuje vzpomínky a historické momenty, které by jinak mohly být zastřené. S rozvojem umělé inteligence a pokročilých algoritmů strojového učení se kolorizace stala dostupnou pro širokou veřejnost, což umožňuje nejen profesionálům, ale i amatérům oživit své rodinné alba a historické fotografie.

Jedním z konkrétních příkladů, kde byla kolorizace využita, je projekt **Most, město které nezaniklo**. Tento projekt se zaměřuje na oživení historických fotografií Starého Mostu, města s bohatou historií a významným kulturním dědictvím. Použitím několika online nástrojů pro kolorizaci byly tyto fotografie převedeny do barevné podoby, což umožnilo lepší vizuální představu o minulosti města a jeho obyvatelích.

## 5.1.6 Podrobný návod na kolorizaci fotek pomocí Colourise.com

### Krok 1: Otevření webového prohlížeče a přístup na Colourise.com

1. **Otevřete webový prohlížeč:**
  - Doporučuje se používat moderní prohlížeče jako Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge nebo Safari pro optimální výkon.
2. **Přejděte na webovou stránku Colourise.com:**
  - Zadejte následující URL do adresního řádku prohlížeče: <https://colourise.com/>

### Krok 2: Nahrání obrázku

1. **Nahrání obrázku z vašeho počítače:**
  - Na hlavní stránce Colourise.com klikněte na tlačítko "Upload" nebo "Choose Photo".
  - Vyberte černobílý obrázek, který chcete kolorizovat, ze svého počítače. Podporované formáty zahrnují JPEG a PNG.
  - Ujistěte se, že rozlišení vašeho obrázku je maximálně 1200px na 1200px
  - Ujistěte se, že velikost vašeho obrázku je maximálně 5MB

### Krok 3: Automatická kolorizace

1. **Inicializace kolorizace:**
  - Po nahrání obrázku začne proces kolorizace automaticky. Colourise.com používá pokročilé algoritmy strojového učení pro analýzu a aplikaci barev na černobílý obrázek.
  - Proces obvykle trvá několik sekund, v závislosti na velikosti a složitosti obrázku.

### Krok 4: Zobrazení výsledku

1. **Kontrola výsledku:**
  - Po dokončení procesu se zobrazí náhled kolorizovaného obrázku vedle původního černobílého obrázku. To vám umožní snadno porovnat výsledek s originálem.
  - Zkontrolujte kvalitu kolorizace a ujistěte se, že jste s výsledkem spokojeni.

### Krok 5: Stáhnutí kolorizovaného obrázku

1. **Stažení a uložení:**
  - Pokud jste s výsledkem spokojeni, klikněte na tlačítko "Download" pro stažení kolorizovaného obrázku do vašeho počítače.
  - Uložte obrázek do požadovaného adresáře.

### Tipy a Doporučení

1. **Výběr kvalitního obrázku:**
  - Používejte obrázky s vysokým rozlišením pro lepší výsledky. Nižší rozlišení může vést k méně kvalitní kolorizaci.



- Proveďte základní postupy pro vylepšení fotky, jako je odstranění škrábanců, vyvážení histogramu a podobně.
- 2. **Experimentujte s různými obrázky:**
  - Pokud nejste spokojeni s výsledkem, zkuste nahrát jiný obrázek. Různé obrázky mohou vyžadovat různé přístupy a mohou mít odlišné výsledky.
- 3. **Zálohování původního obrázku:**
  - Před zahájením jakýchkoliv úprav si vždy vytvořte zálohu původního obrázku, abyste se mohli kdykoliv vrátit k originálu.
- 4. **Dodatečné úpravy:**
  - Pokud chcete provést další úpravy kolorizovaného obrázku, můžete použít další grafické editory, jako je Adobe Photoshop (placený) nebo GIMP (neplacený), pro jemné doladění barev, kontrastu a dalších parametrů.
- 5. **Kompatibilita formátů:**
  - Ujistěte se, že obrázek, který chcete kolorizovat, je ve formátu podporovaném Colourise.com

### Poznámky k technologii

- **Strojové učení a AI:**
  - Colourise.com využívá technologii strojového učení a umělé inteligence pro analýzu černobílých obrázků a aplikaci realistických barev. Tyto algoritmy jsou trénovány na velkých sadách dat, aby dokázaly rozpoznat různé objekty a jejich typické barvy. Fungují dobře na fotkách lidí, přírody a architektury, v jiném případě může kvalita kolorizace silně kolísat.
- **Cloudová služba:**
  - Proces kolorizace je prováděn na serverech Colourise.com, což znamená, že výpočetní výkon vašeho zařízení není omezujícím faktorem. To umožňuje rychlé a efektivní zpracování i u složitějších obrázků.

## 5.1.7 Podrobný návod na kolorizaci fotek pomocí Img2Go

### Krok 1: Otevření webového prohlížeče a přístup na Img2Go

1. **Otevřete webový prohlížeč:**
  - Doporučuje se používat moderní prohlížeče jako Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge nebo Safari pro optimální výkon.
2. **Přejděte na webovou stránku Img2Go<sup>1</sup>:**
  - Zadejte následující URL do adresního řádku prohlížeče: <https://www.img2go.com>

### Krok 2: Výběr nástroje pro kolorizaci fotek

1. **Navigace na hlavní stránce:**
  - Na hlavní stránce Img2Go můžete vidět několik různých kategorií a nástrojů. V kategorii "Barva" nebo "Color" vyberte možnost "AI Colorize."

### Krok 3: Nahrání obrázku

1. **Nahrání obrázku z různých zdrojů:**
  - Klikněte na tlačítko "Vybrat soubor" (Choose File) pro nahrání obrázku z vašeho počítače.
  - Alternativně můžete nahrát obrázek z Dropboxu, Google Drive, nebo vložením URL odkazu.
  - Podporované formáty zahrnují JPEG, PNG, BMP a další běžné formáty obrázků.
    - i. Doporučujeme formát PNG

### Krok 4: Nastavení parametrů kolorizace

1. **Přizpůsobení parametrů:**
  - Po nahrání obrázku se vám zobrazí možnosti pro úpravu parametrů kolorizace.
  - Vyberte algoritmus nebo styl kolorizace, pokud je tato možnost k dispozici.
    - i. Pro prezentované výsledky a projekt Most, město které nezaniklo byly jako ideální parametry detekovány:
      1. **Nature and People** jako trénovací model
      2. **35** jako render faktor.
  - U některých nástrojů můžete nastavit intenzitu barev, jas, kontrast nebo specifické barevné tóny.

### Krok 5: Spuštění procesu kolorizace

1. **Inicializace kolorizace:**
  - Klikněte na tlačítko "Start" nebo "Kolorizovat" (Colorize) pro spuštění procesu.

---

<sup>1</sup> Služba je placená:  
Premium: 5,5€\* / měsíc 60 retuší a barvení = 0,0916666667€ za každou kolorizace  
Business: 19,5€ / měsíc 400 retuší a barvení = 0,04875€ za 1 kolorizace  
Enterprise: 64€ / měsíc 1600 retuší a barvení = 0,04€ za 1 kolorizace  
Tarif Premium je zdarma pro učitele a studenty.

- Proces může trvat několik sekund až minut v závislosti na velikosti a složitosti obrázku.
- Během tohoto procesu server Img2Go používá pokročilé algoritmy pro analýzu a aplikaci barev na černobílý obrázek.

### **Krok 6: Stáhnutí kolorizovaného obrázku**

#### **1. Kontrola výsledku:**

- Po dokončení procesu se zobrazí náhled kolorizovaného obrázku.
- Zkontrolujte výsledek, zda odpovídá vašim očekáváním.

#### **2. Stažení a uložení:**

- Klikněte na tlačítko "Stáhnout" (Download) pro stažení upraveného obrázku do vašeho počítače.
- Uložte obrázek do požadovaného adresáře.

### **Krok 7: Další úpravy (Volitelné)**

#### **1. Dodatečné úpravy:**

- Pokud chcete provést další úpravy obrázku, využijte další nástroje na Img2Go, jako je ořezávání, změna velikosti, přidání efektů nebo úprava jasu a kontrastu.
- Každá z těchto úprav může být provedena na samostatné vrstvě, což umožňuje nedestruktivní editaci.

### **Tipy a Doporučení**

#### **1. Výběr kvalitního obrázku:**

- Používejte obrázky s vysokým rozlišením pro lepší výsledky. Nižší rozlišení může vést k méně kvalitní kolorizaci.
- V případě velmi poškozeného obrázku může být vhodné nejdříve provést vylepšení - například odstranění škrábanců (**kap X**).

#### **2. Experimentujte s nastaveními:**

- Pokud nejste spokojeni s výsledkem, zkuste změnit nastavení parametrů a znovu spustit proces kolorizace. Různé obrázky mohou vyžadovat různé přístupy.
- Pokud jsou barvy moc mdlé, pokračujte na krok vylepšení kvality fotografie (Kap XY)..

#### **3. Použití náhledu:**

- Vždy využívejte náhled před konečným uložením obrázku. To vám umožní provést potřebné úpravy bez nutnosti opětovného nahrávání obrázku.
- Použití náhledu obvykle neguje kreditová poplatek (ten je stržen až při stáhnutí výsledku).

#### **4. Zálohování původního obrázku:**

- Před zahájením jakýchkoli úprav si vždy vytvořte zálohu původního obrázku, abyste se mohli kdykoliv vrátit k originálu.

## 5.2 Photoshop

Neurální filtry v Adobe Photoshopu představují špičku v oblasti digitálního zpracování obrazu, využívající pokročilé technologie umělé inteligence (AI) a strojového učení (ML) pro automatizaci a zdokonalení různých úprav obrázků. Nejvhodnější možností vyvažující vysokou kvalitu výsledku a přívětivost použití pro neznalé uživatele je kolorizační neurální filtr. Je navržen tak, aby přinesl realistické a přesné barvy do starých snímků, což umožňuje jejich moderní revitalizaci.

### 5.2.1 Schopnosti Neurálního filtru

Neurální filtr pro kolorizaci využívá hluboké konvoluční neurální sítě (CNN), které jsou trénovány na rozsáhlých datových sadách barevných fotografií. Tento trénink umožňuje filtru rozpoznat různé objekty a textury v černobílých fotografiích a přiřadit jim nejpravděpodobnější barvy. Hlavní schopnosti tohoto filtru zahrnují:

- 1. Automatická analýza a detekce objektů:**
  - Filtr je schopen automaticky rozpoznat a identifikovat různé prvky na fotografii, jako jsou obličeje, vegetace, architektura a další objekty, a přiřadit jim vhodné barvy na základě naučených vzorů.
- 2. Realistická rekonstrukce barev:**
  - Díky pokročilým algoritmům strojového učení filtr generuje realistické barevné odstíny, které odpovídají skutečnosti, čímž se zajišťuje, že kolorizované fotografie vypadají věrohodně a esteticky příjemně.
- 3. Adaptivní učení:**
  - Filtr se neustále zdokonaluje s více daty, což znamená, že výsledky se postupem času zlepšují. Algoritmy se adaptují na nové vzory a textury, což umožňuje stále přesnější kolorizaci.
- 4. Flexibilita a přizpůsobení:**
  - Neurální filtr nabízí uživatelům možnost jemného doladění výsledků, což umožňuje dosažení ideálního vzhledu prostřednictvím manuálních úprav a použití separátních vrstev.

### 5.2.2 Možnosti Kolorizace

V rámci tohoto Technického postupu budou navrženy a podrobně rozebrány tři základní postupy odstupňované dle uživatelské náročnosti tak, aby i nový uživatel byl schopen kvalitně kolorovat historické fotografie jak automaticky, tak manuálně dle tohoto navrženého technického postupu.

#### 1. Plně Automatická Kolorizace

##### Popis:

- Tento režim umožňuje uživatelům rychle a snadno aplikovat barvy na černobílé fotografie bez potřeby **jakýchkoliv** manuálních úprav. Filtr automaticky analyzuje obraz, rozpozná objekty a aplikuje vhodné barvy.

### **Výhody:**

- Rychlost a jednoduchost.
- Ideální pro uživatele, kteří hledají rychlé řešení bez potřeby detailních úprav.

## **2. Automatická kolorizace s manuálním doladěním**

### **Popis:**

- Tento režim kombinuje automatickou kolorizaci s možností jemného doladění výsledků. Uživatelé mohou upravit jednotlivé barvy, sytost, kontrast a další parametry podle svých preferencí.
- V technickém postupu navrhne vhodné hodnoty a doporučíme jednoduchý postup pro zvýšení kvality kolorizace.

### **Výhody:**

- Umožňuje dosažení přesnějších a realističtějších výsledků.
- Poskytuje kontrolu nad finálním vzhledem fotografie.

### **Nevýhody:**

- Některé úpravy mohou zabrat čas vzhledem k hardwarovému vybavení počítače

## **3. Automatická kolorizace s manuálním doladěním a pomocí separátní vrstvy**

### **Popis:**

- Tento režim nabízí nejvyšší úroveň kontroly, kde automatická kolorizace je kombinována s manuálním doladěním a použitím separátních vrstev pro přidání nebo úpravu barev. Uživatelé mohou vytvářet nové vrstvy, aplikovat barvy na specifické oblasti a použít maskování pro precizní úpravy.

### **Výhody:**

- Maximální kontrola a flexibilita.
- Z velké části jde stále o automatizovaný postup.
- Možnost dosáhnout velmi živých a realistických výsledků.

### **Nevýhody:**

- Některé úpravy mohou zabrat čas vzhledem k hardwarovému vybavení počítače
- Přestože se nejedná o postup obtížný, jeho jednotlivé kroky vyžadují čas

Neurální filtry pro kolorizaci ve Photoshopu představují výkonný nástroj, který kombinuje sílu umělé inteligence s flexibilitou manuálních úprav. Uživatelé mají možnost volby mezi plně automatickou kolorizací, automatickou kolorizací s manuálním doladěním a pokročilým režimem využívajícím separátní vrstvy. Každý z těchto přístupů nabízí své vlastní výhody, které umožňují dosáhnout optimálních výsledků při kolorizaci černobílých fotografií. Tímto

způsobem lze historické snímky revitalizovat a přenést je do moderního světa v živých barvách.

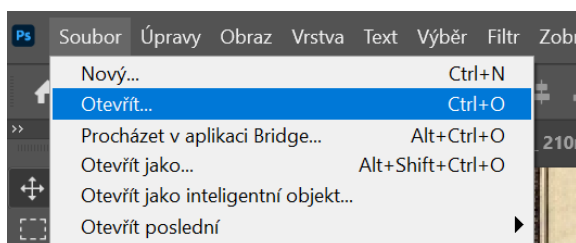
## 5.3 Postup B1: Plně Automatická Kolorizace ve Photoshopu

Neurální filtry ve Photoshopu umožňují snadnou a rychlou plně automatickou kolorizaci černobílých fotografií. Tento postup je ideální pro uživatele, kteří chtějí dosáhnout rychlých výsledků bez potřeby manuálních úprav. Níže je podrobný návod pro plně automatickou kolorizaci, včetně tipů pro použití a způsobu uložení výsledku.

### 5.3.1 Postup

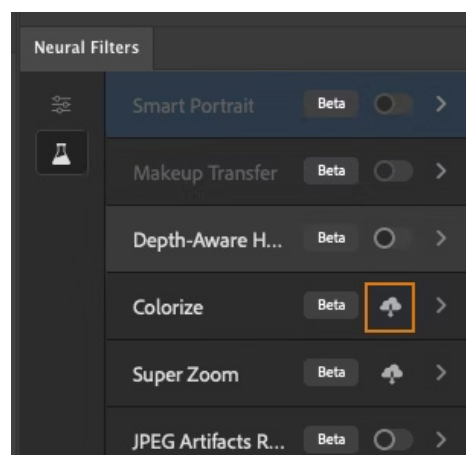
#### Krok 1: Otevření fotografie

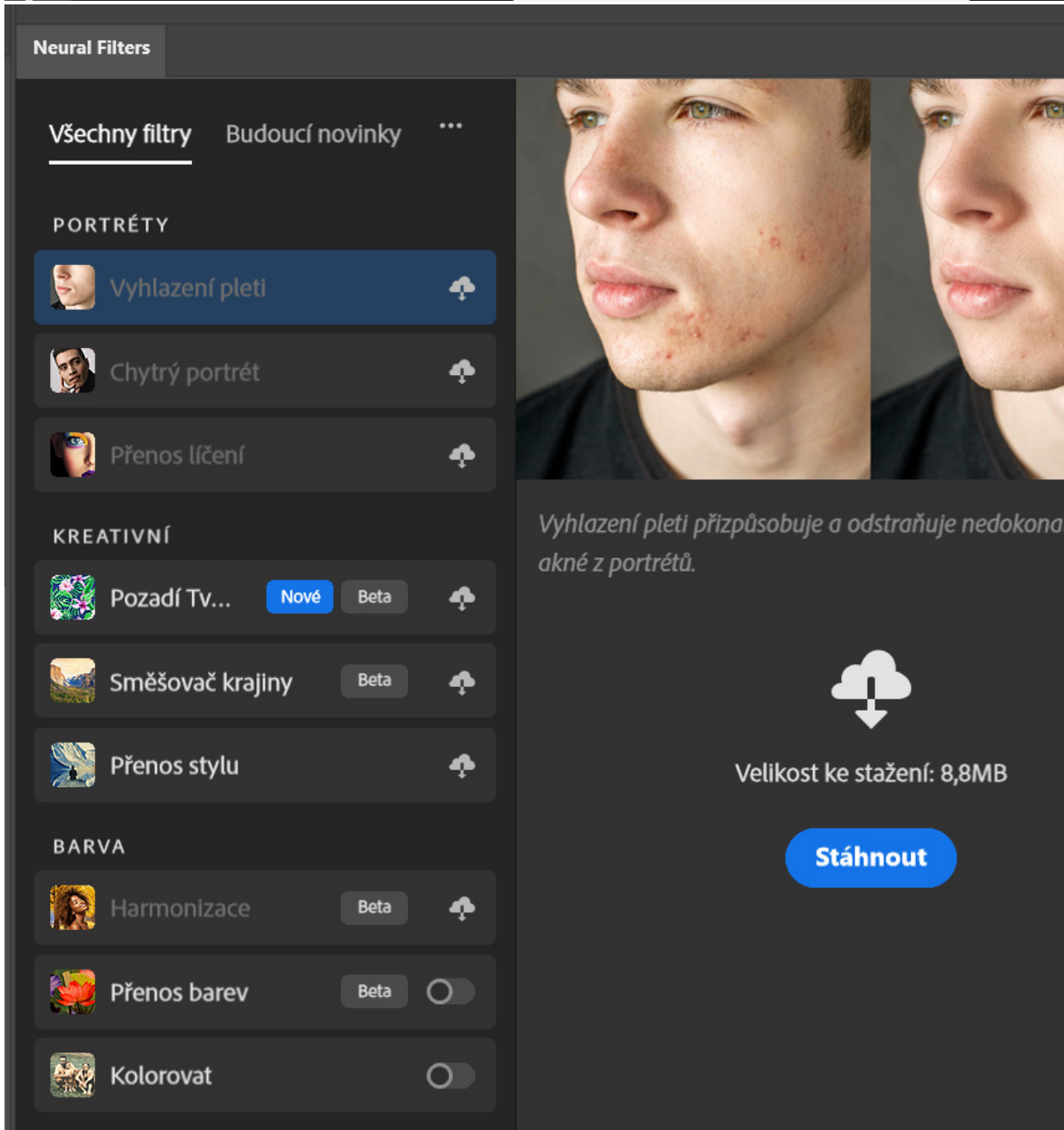
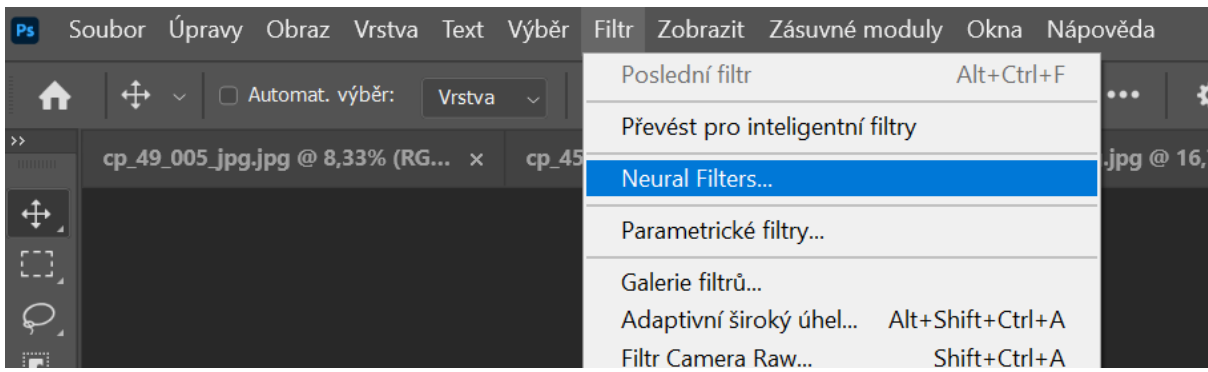
1. **Spustíte Adobe Photoshop:**
  - Otevřete program Adobe Photoshop na vašem počítači.
2. **Načtení fotografie:**
  - Otevřete (černobílou) fotografii, kterou chcete kolorizovat. Jděte na **File > Open (Soubor > Otevřít)** a vyberte soubor z vašeho počítače.



#### Krok 2: Aktivace neurálního filtru

1. **Přístup k neurálním filtrům:**
  - V horním menu Photoshopu klikněte na **Filter > Neural Filters (Filtr > Neural Filters)**.
2. **Výběr filtru Colorize:**
  - V okně Neural Filters, které se otevře, vyhledejte a zapněte přepínačem filtr **Colorize (Kolorovat)**.
  - Pokud provádíte tuto akci poprvé, je třeba daný filtr nejdříve stáhnout, to provedete pomocí ikony mraku s šipkou.
    - i. Filtr má zhruba 326Mb, doba jeho stahování je závislá na parametrech připojení k internetu.





### Krok 3: Automatická Kolorizace

#### 1. Nastavení výstupu

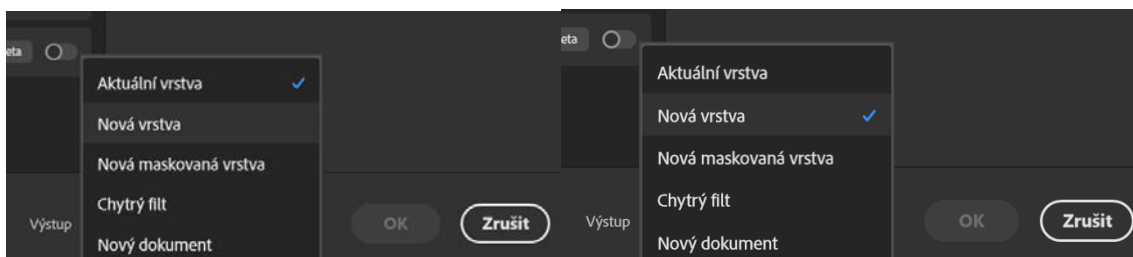
- Ujistěte se, že jako výstup (vpravo dole) je nastavena **(New layer) Nová vrstva**. Proces bude nedestruktivní. Nedojde tedy k obarvení původní vrstvy, ale k vytvoření nové.

#### 2. Aplikace filtru:

- Po aktivaci filtru Colorize bude Photoshop automaticky analyzovat fotografii a aplikovat na ni barvy. Tento proces trvá několik sekund až minut, v závislosti na velikosti a složitosti fotografie.

#### 3. Náhled výsledku:

- Po dokončení procesu se vlevo zobrazí náhled kolorizované fotografie.



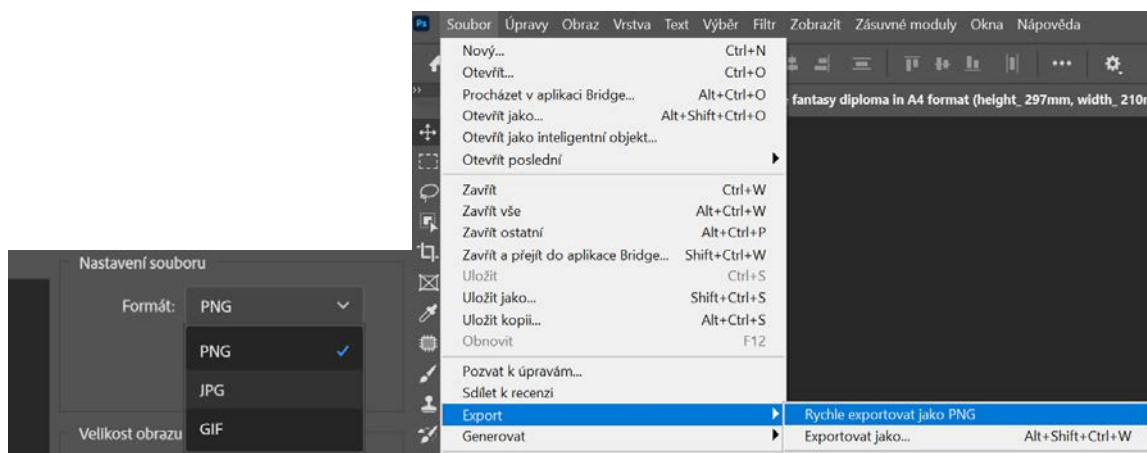
### Krok 4: Uložení Výsledku

#### 1. Uložení souboru ve formátu PSD:

- Doporučujeme uložit upravený soubor ve formátu PSD, abyste mohli případně provést další úpravy v budoucnu. Jděte na **File > Save As (Soubor > Uložit jako...)** a vyberte **Photoshop (\*.PSD, \*.PDD)**.

#### 2. Export hotové fotografie:

- Pro sdílení nebo tisk můžete exportovat finální kolorizovaný obrázek do běžného formátu, jako je JPEG nebo PNG.
- Jděte na **File > Export > Export As**.
- Vyberte požadovaný formát (např. JPEG nebo PNG) a nastavte kvalitu a rozlišení podle potřeby.
- Klikněte na **Export** a vyberte umístění pro uložení souboru.
  - i. Pro rychlejší export lze zvolit možnost **Fast export as PNG (Rychle exportovat jako PNG)** z kontextového menu





## Tipy pro Použití

- 1. Kvalita vstupního obrazu:**
  - Vyberte černobílou fotografii s vysokým rozlišením a dobrou kvalitou. Vyšší kvalita vstupního obrazu zajišťuje lepší výsledky kolorizace.
- 2. Pravidelná kontrola výsledků:**
  - Průběžně kontrolujte náhled kolorizace. Pokud nejste spokojeni s výsledkem, můžete zkusit další úpravy nebo použít jiný filtr.
- 3. Použití různých fotografií:**
  - Experimentujte s různými fotografiemi, abyste zjistili, jak filtr funguje s různými typy obrázků. Některé fotografie mohou vyžadovat jemné doladění, zatímco jiné budou vypadat skvěle již po automatické kolorizaci.
- 4. Kompatibilita a aktualizace:**
  - Ujistěte se, že máte nejnovější verzi Adobe Photoshopu. Neurální filtry jsou pravidelně aktualizovány a vylepšovány, což může ovlivnit kvalitu výsledků.
- 5. Obsah fotografie**
  - Výsledky kolorizace jsou kvalitnější, pokud fotografie obsahuje snadno barvitelné části - např. oblohu, nebo zeleň.

Plně automatická kolorizace pomocí neurálních filtrů ve Photoshopu je jednoduchý a efektivní způsob, jak oživit staré černobílé fotografie. Tento postup je ideální pro rychlé a snadné úpravy, které nevyžadují manuální zásahy. Uložení výsledku ve formátu PSD si zachováte možnost budoucích úprav, zatímco export do formátu JPEG nebo PNG umožní snadné sdílení a tisk finálního obrazu.

## 5.4 Postup B2: Automatická kolorizace s jednoduchou manuální korekcí

Částečně manuální kolorizace kombinuje automatické schopnosti neurálního filtru s možností jemného doladění výsledků. Tento postup umožňuje uživatelům provést automatickou kolorizaci a poté ručně upravit specifické parametry, aby dosáhli ideálního výsledku. Následuje podrobný návod pro částečně manuální kolorizaci, včetně tipů pro použití a způsobu uložení výsledku

### 5.4.1 Postup

#### Krok 1: Otevření Fotografie

- 1. Spustíte Adobe Photoshop:**
  - Otevřete program Adobe Photoshop na vašem počítači.
- 2. Načtení fotografie:**
  - Otevřete černobílou fotografii, kterou chcete kolorizovat. Jděte na **File > Open (Soubor > Otevřít...)** a vyberte soubor z vašeho počítače.

#### Krok 2: Aktivace neurálního Filtru

- 1. Přístup k neurálním filtrům:**

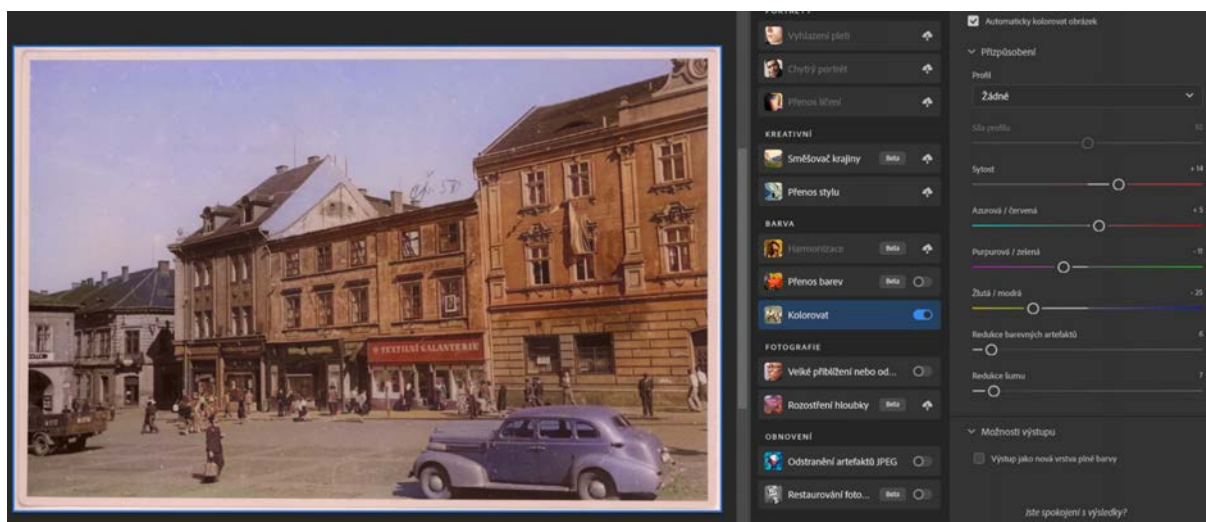
- V horním menu Photoshopu klikněte na **Filter > Neural Filters (Filtr > Neural Filters)**.
2. **Výběr filtru Colorize:**
- V okně Neural Filters, které se otevře, vyhledejte a zapněte filtr **Colorize (Kolorovat)**.

### Krok 3: Automatická Kolorizace

#### 1. Aplikace filtru:

- Po aktivaci filtru Colorize bude Photoshop automaticky analyzovat fotografii a aplikovat na ni barvy. Tento proces trvá několik sekund až minut, v závislosti na velikosti a složitosti fotografie.

### Krok 4: Manuální Doladění



#### 1. Přizpůsobení parametrů:

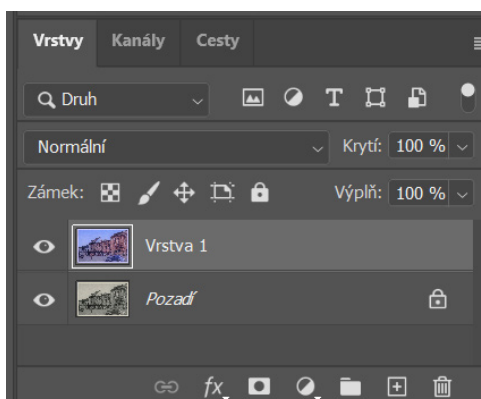
- Po automatické kolorizaci můžete ručně doladit výsledky pomocí následujících parametrů v okně filtru (viz přiložený obrázek):
- **Profil:**
  - Ponechte „Žádné.“
- **Síla profilu:**
  - Nenastavujte.
- **Sytost:**
  - Nastavte úroveň sytosti podle potřeby. Vyšší sytost zvýrazní barvy, zatímco nižší sytost je zmírní.
  - Většina starších fotek trpí vyblednutím, je proto vhodnější nastavovat vyšší hodnoty. To platí i pro sépiové fotky, zde totiž taky dochází splývání blízkých barev, které filtr sám ekvalizuje.
- **Azurová/červená:**
  - Upravte tento posuvník pro jemné doladění barevného posunu mezi azurovou a červenou a upravení teploty fotografie.
  - Pro historické fotky není toto vyvážení příliš využitelné, lehký posun na červenou stranu pocitově zlepší teplotu obrázku (viz Kapitola Barevné modely níže)

- **Purpurová/zelená:**
    - Tento posuvník slouží k doladění barevného posunu mezi purpurovou a zelenou. Použijte ho pro dosažení vyváženějších barev.
    - V případě výskytu vegetace je vhodné nastavení nízké kladné hodnoty (5-15), pro fotky měst je výhodnější naopak nízká hodnota (-10 a -20).
  - **Žlutá/modrá:**
    - Upravte tento posuvník pro doladění barevného posunu mezi žlutou a modrou. Posun směrem ke žluté může dodat teplejší tón, zatímco směrem k modré dodá chladnější tón.
    - Upravuje teplotu fotografie. Žlutá je vhodná například pro interiéry, modrá naopak pro zimní scény.
    - Doporučená hodnota pro urbanistické fotografie je -15 až -25.
  - **Redukce barevných artefaktů:**
    - Použijte tento posuvník pro snížení nežádoucích barevných artefaktů, které mohou vzniknout při kolorizaci.
    - **POZOR:** I nízké hodnoty mohou vést k extenzivním výpočtům. Ujistěte se, že nemáte neuloženou rozpracovanou práci. Poslední dvě hodnoty měňte až jako poslední.
    - Pro obvyklou kolorizaci postačí nízká hodnota 5 - 10.
  - **Redukce šumu:**
    - Upravte tento posuvník pro snížení šumu v obrázku, což může zlepšit celkovou kvalitu fotografie.
    - **POZOR:** I nízké hodnoty mohou vést k extenzivním výpočtům. Ujistěte se, že nemáte neuloženou rozpracovanou práci. Poslední dvě hodnoty měňte až jako poslední.
    - Pro obvyklou kolorizaci postačí nízká hodnota 5 - 10.
2. **Náhled a kontrola:**
- Průběžně kontrolujte náhled upravené fotografie a ujistěte se, že jste s výsledkem spokojeni.

## Krok 5: Uložení Výsledku

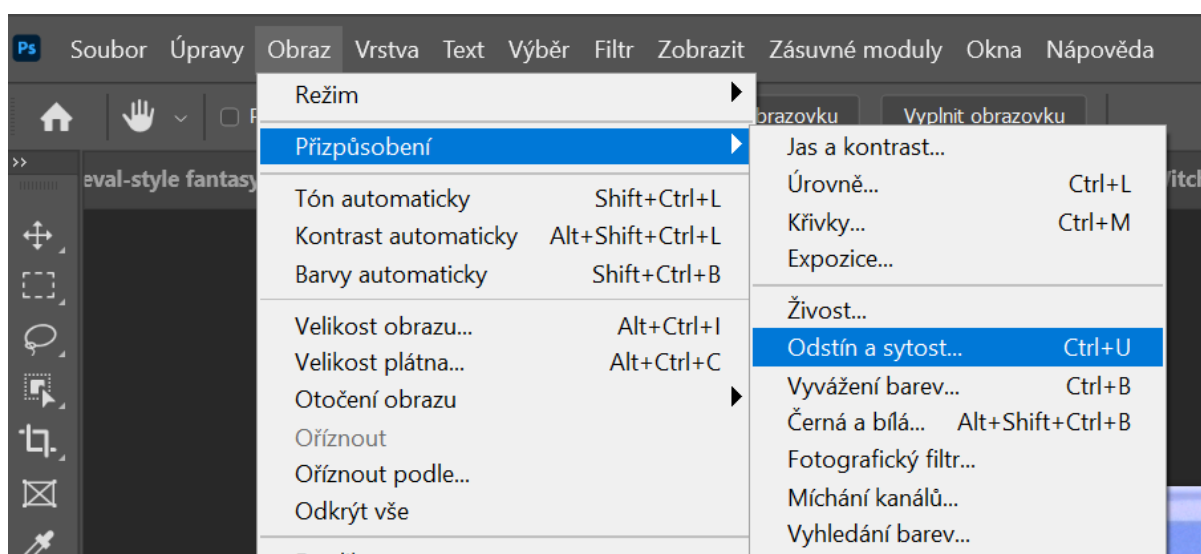
1. **Uložení souboru ve formátu PSD:**
  - Doporučujeme uložit upravený soubor ve formátu PSD, abyste mohli případně provést další úpravy v budoucnu. Jděte na **File > Save As (Soubor > Uložit jako...)** a vyberte **Photoshop (\*.PSD, \*.PDD)**.
2. **Export hotové fotografie:**
  - Pro sdílení nebo tisk můžete exportovat finální kolorizovaný obrázek do běžného formátu, jako je JPEG nebo PNG.
  - Jděte na **File > Export > Export As**.
  - Vyberte požadovaný formát (např. JPEG nebo PNG) a nastavte kvalitu a rozlišení podle potřeby.
  - Klikněte na **Export** a vyberte umístění pro uložení souboru.
    - i. Pro rychlejší export lze zvolit možnost **Fast export as PNG (Rychle exportovat jako PNG)** z kontextového menu

## Krok 6: Práce s Vrstvami (volitelné)



### 1. Panel Vrstvy:

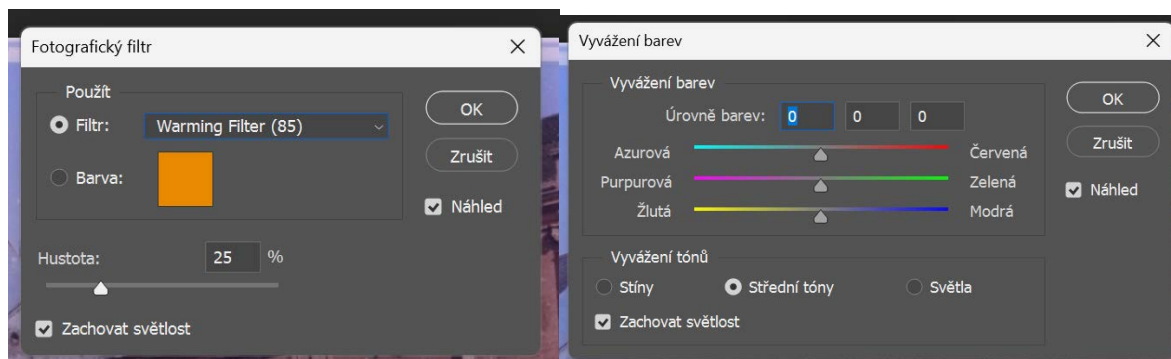
- Ujistěte se, že máte otevřený panel Vrstvy (Layers). Pokud není viditelný, můžete jej otevřít přes **Window > Layers** nebo stisknutím klávesy **F7**.
- Pokud jste filtr nastavili správně, jsou vidět dvě vrstvy. První, nižší, je originál, obvykle nazvaná **Background (Pozadí)**. Druhá vznikla jako výsledek kolorizace: Layer 1 (Vrstva 1)
- Pomocí ikonky oka lze přepínat mezi zobrazením vrstev (zobrazují se odshora dopod, je možné je pomocí myši (drag and drop) vyměnit). Pomocí ikonky koše lze vrstvu smazat.
- Kliknutím pravého tlačítka myši a volbou **Duplikovat vrstvu** můžete vytvořit duplikát vhodný k libovolným experimentům s vyvážením barev.
- Pro další úpravu se ujistěte, že je vybrána kolorovaná vrstva.



### 2. Přizpůsobení obrazu:

- Výběrem **Window > Adjustment (Obraz > Přizpůsobení)** můžete přistoupit k obdobným úpravám. Zde se krom jiných nachází především dvě vhodné položky a to **Vyvážení barev** a **Fotografický filtr**.

- **Vyvážení barev** má obdobný účel jako v Neurálním filtru. Zde se však jedná a deterministickou (a tedy i rychlou) metodu. Vyvážení je vhodné k rychlému testování a finální úpravě.
- **Fotografický filtr** je jednoduchý poloautomatický filtr. Pro většinu starých kolorovaných fotek je ideální vybrat **Warming filter (85)** s Hustotou 25 procent.



## Tipy pro Použití

- Zpět**
  - Veškeré akce lze vzít zpět volbou **Úpravy > zpět**, případně zkratkou **Ctrl + Z**.
- Vrstvy**
  - Kdykoliv se můžete vrátit k práci na původním obrazu smazáním nepotřebné vrstvy, vybráním původního obrázku a kolorizací.
  - Kliknutím pravého tlačítka myši a volbou **Duplikovat vrstvu** můžete vytvořit duplikát vhodný k libovolným experimentům s vyvážením barev.
- Kvalita vstupního obrazu:**
  - Vyberte černobílou fotografii s vysokým rozlišením a dobrou kvalitou. Vyšší kvalita vstupního obrazu zajišťuje lepší výsledky kolorizace.
- Experimentujte s různými nastaveními:**
  - Nebojte se experimentovat s různými profily a posuvníky, abyste našli ideální kombinaci pro váš obrázek. Vždy zálohujte původní data.
- Použití adjustačních vrstev:**
  - Pro jakoukoli práci můžete přidat další adjustační vrstvy (např. Hue/Saturation, Color Balance) pro další jemné doladění barev a tónů.
- Pravidelná kontrola výsledků:**
  - Průběžně kontrolujte výsledky a porovnávejte je s původní fotografií, aby byl zajištěn realistický a vyvážený vzhled.

Částečně manuální kolorizace pomocí neurálních filtrů ve Photoshopu poskytuje flexibilitu a kontrolu nad finálním výsledkem, což umožňuje dosáhnout detailních a realistických barev. Tento postup je ideální pro uživatele, kteří chtějí automatickou kolorizaci s možností jemného doladění. Uložení výsledku ve formátu PSD si zachováte možnost budoucích úprav, zatímco export do formátu JPEG nebo PNG umožní snadné sdílení a tisk finálního obrazu.

## 5.4.2 Význam a role barevných os v kolorizaci

Při kolorizaci fotografií pomocí nástrojů ve Photoshopu jsou barvy Azurová/červená, Purpurová/zelená a Žlutá/modrá klíčovými osami pro úpravy barevných tónů. Tyto barevné osy jsou založeny na principu komplementárních barev v barevném modelu RGB (červená, zelená, modrá) a jejich význam spočívá v možnosti přesně a efektivně doladit barevné vyvážení obrazu.

### Komplementární Barvy a Barevné Modely

Komplementární barvy jsou páry barev, které leží naproti sobě na barevném kole. Když jsou kombinovány, vzájemně se vyvažují, což vytváří neutrální barvy, jako je šedá nebo bílá. V barevném modelu RGB jsou komplementární páry následující:

1. **Azurová/červená** (Cyan/Red)
2. **Purpurová/zelená** (Magenta/Green)
3. **Žlutá/modrá** (Yellow/Blue)

Tyto páry jsou také základem pro další barevné modely, jako je CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Key/Black) používaný v tisku.

### Význam Barevných Os

#### 1. Azurová/Červená (Cyan/Red)

- **Azurová a červená** jsou komplementární barvy.
- **Význam:**
  - **Červená** je jednou ze základních barev v RGB modelu a je často dominantní v barevných fotografiích, zvláště u pleťových tónů.
  - **Azurová** je komplementární barva k červené, což znamená, že její přidání může neutralizovat červené tóny.
- **Použití:**
  - Posuvník Azurová/červená umožňuje doladit teplotu obrázku. Pokud je obraz příliš červený (teplý), přidání azurové (chladné) ho může vyvážit, a naopak.

#### 2. Purpurová/Zelená (Magenta/Green)

- **Purpurová a zelená** jsou další dvojicí komplementárních barev.
- **Význam:**
  - **Purpurová** je směsí červené a modré, což jí dává bohaté a živé vlastnosti.
  - **Zelená** je komplementární k purpurové, což znamená, že její přidání může neutralizovat purpurové tóny.
- **Použití:**
  - Tento posuvník je užitečný pro vyvážení barev v obraze, kde jsou přítomny zelené a purpurové prvky, jako jsou vegetace a stíny. Například přidání zelené může zlepšit vzhled krajiny, zatímco purpurová může být použita pro korekci barev u stínů nebo tmavých oblastí.

#### 3. Žlutá/Modrá (Yellow/Blue)

- **Žlutá a modrá** jsou poslední dvojicí komplementárních barev v tomto kontextu.
- **Význam:**
  - **Žlutá** je výsledkem kombinace červené a zelené v RGB modelu, což jí dává jasný a teplý vzhled.
  - **Modrá** je komplementární k žluté, což znamená, že její přidání může neutralizovat žluté tóny.
- **Použití:**
  - Tento posuvník se často používá k úpravě teploty obrázku. Přidání žluté může dodat teplejší vzhled, což je užitečné pro západy slunce nebo interiéry. Přidání modré může dodat chladnější vzhled, což je vhodné pro zimní scény nebo stínované oblasti.

## Shrnutí

Použití barevných os Azurová/červená, Purpurová/zelená a Žlutá/modrá v kolorizaci umožňuje precizní kontrolu nad barevným vyvážením obrázků. Tyto osy jsou založeny na principu komplementárních barev, které se vzájemně neutralizují, což umožňuje efektivní korekci a doladění barev. Tento přístup zajišťuje, že upravené fotografie vypadají realisticky a esteticky příjemně, což je klíčové pro profesionální kolorizaci a restaurování historických fotografií.

## 5.5 Postup B3: Automatická kolorizace ve Photoshopu s komplexní manuální korekcí

Kolorizace černobílých fotografií pomocí neurálních filtrů ve Photoshopu nejenže přináší rychlé a realistické výsledky, ale také umožňuje pokročilé doladění a přizpůsobení výsledné barvy pomocí manuálních úprav. Tato část popisuje postup, jak kombinovat automatickou kolorizaci s manuálním doladěním a využitím separátní vrstvy pro obarvení.

V této části představíme jednoduchý, ověřený postup, pomocí kterého lze kolorovat historické fotky a manuálně řídit, jak samotný postup kolorizace, tak případně upravit i výslednou kolorizaci za pomoci pokročilé manipulace s vrstvami Photoshopu.

### 5.5.1 Postup

#### Krok 1: Otevření fotografie

1. **Spustíte Adobe Photoshop:**
  - Otevřete program Adobe Photoshop na vašem počítači.
2. **Načtení fotografie:**
  - Otevřete černobílou fotografii, kterou chcete kolorizovat. Jděte na **File > Open (Soubor > Otevřít...)** a vyberte soubor z vašeho počítače.

#### Krok 2: Aktivace neurálního filtru

1. **Přístup k neurálním filtrům:**
  - V horním menu Photoshopu klikněte na **Filter > Neural Filters (Filtry > neural filters)**.

## 2. Výběr filtru Colorize:

- V okně Neural Filters, které se otevře, vyhledejte a zapněte filtr **Colorize (Kolorovat)**.

### Krok 3: Automatická kolorizace

#### 1. Aplikace filtru:

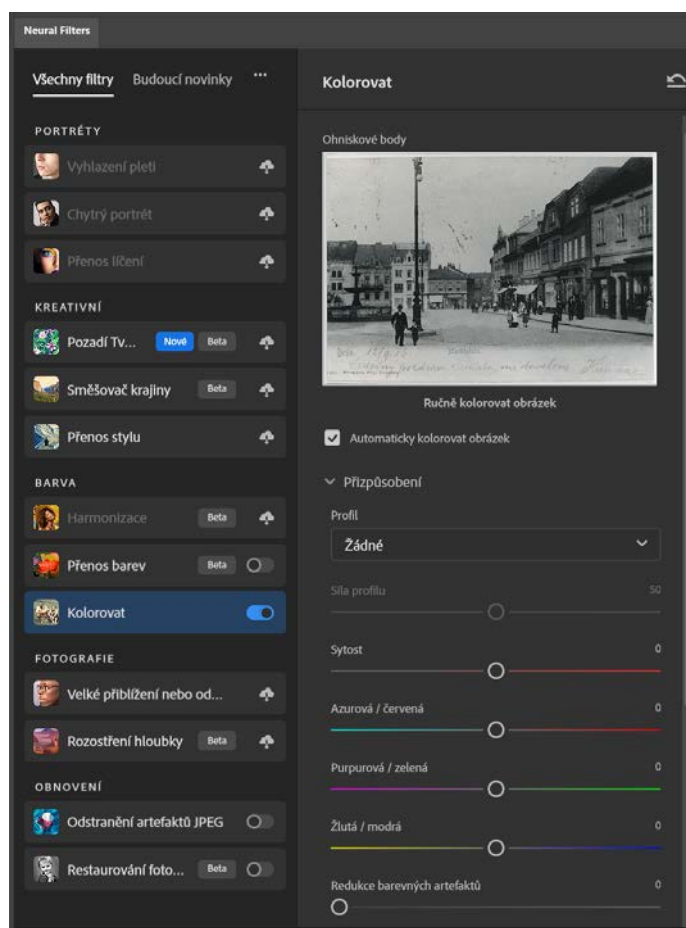
- Po aktivaci filtru Colorize bude Photoshop automaticky analyzovat fotografii a aplikovat na ni barvy. Tento proces trvá několik sekund až minut, v závislosti na velikosti a složitosti fotografie.

#### 2. Náhled výsledku:

- Po dokončení procesu se zobrazí (vlevo) náhled kolorizované fotografie. Zkontrolujte, zda jste s výsledkem spokojeni.

### Krok 4: Manuální doladění

Manuální doladění se provádí pomocí miniatury kolorované fotografie. Umístěním ohniskových bodů (tzv. pinů) s pevně nastavitelnou barvou lze kolorizačnímu procesu nastavit konkrétní, přesnou a požadovanou barvu daného objektu.

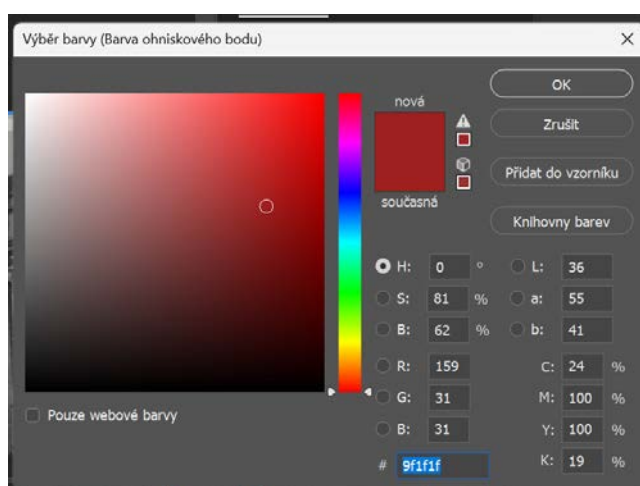


#### 1. Použití Color Picker:

- V případě, že chcete použít jinou barvu než tu, kterou automaticky vybral filtr, můžete přidat vlastní barvy.



- Prozatím **ponechte zvolenou možnost** “Automaticky kolorovat obrázek”
- Klikněte na **náhled** pod náhledem obrázku a vyberte požadovanou barvu.
- Otevře se volba barvy, kterou chcete použít. Vyberte barvu, které například na základě historických znalostí má objekt mít.
  - Žádaná barva se vybírá buď pomocí barevného modelu RGB, HSB, CMYK, HSB, nebo interaktivně ze schématu vlevo.
  - Po vybrání vhodné barvy klikněte na **OK**.
  - Náhled kolorizace vlevo se po chvíli aktualizuje.
  - V miniatuře vpravo uvidíte umístěný pin s vybranou barvou.
  - Tímto způsobem přidáte pin na zvolené místo a vyplníte **související oblast** vybranou barvou.
  - Pokud vám přijde související oblast malá (či naopak velká) je možné upravit **sílu** každého ohniskového bodu.



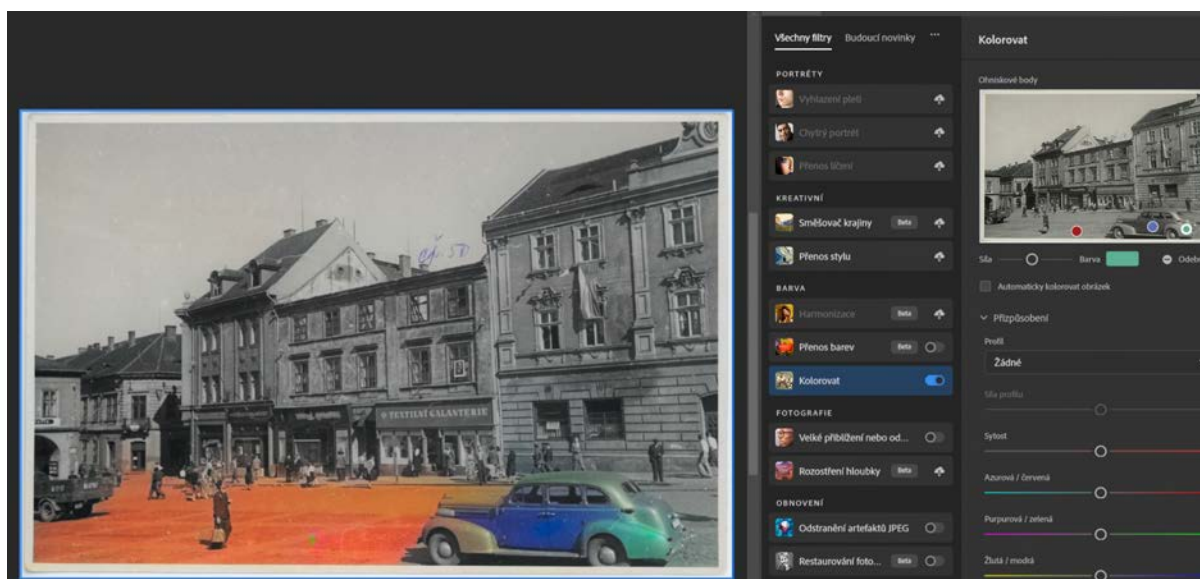
### Editace pinů:

- Vyberte pin pro úpravu barvy nebo přetáhněte pin na jiné místo.
- Pokračujte v přidávání pinů a výběru barev podle potřeby.
  - Pin má implicitně stejnou barvu, jako pin předchozí.
- Pro změnu barvy již přidávaného pinu klikněte dvakrát do barevného obdélníku **Barva**.
- Pin lze odebrat kliknutím na konkrétní pin a následně na **Odebrat**.
- Držte klávesu **Alt** a přetáhněte existující pin pro duplikování barvy na jiné místo v obrázku.
- Je vždy **lepší použít více pinů s nižší silou**, než jednoho silného (viz příklady na konci postupu).



## Plně manuální kolorizace:

- Dle předchozího postupu je manuální uživatelský vstup brán jako dodatečný parametr automatické kolorizace. Algoritmus bude dál obarvovat zbytek obrázku.
- Při odškrtnutí volby automatické kolorizace nebude zbytek obrázku kolorován **vůbec**:



- Tento postup je vhodný jen v případě jednoduchých fotek, které obsahují jasně ohraničení objekty.
- Na příkladu nahoře lze vidět kontrastní barvou obarvené objekty dlažby a auta.

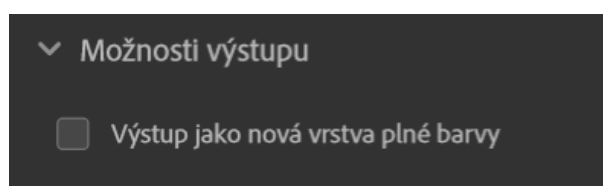
## 2. Přizpůsobení dalších parametrů (viz předchozí postup)

### Krok 5: Použití separátní vrstvy pro obarvení

Pro drobné a další manuální úpravy je vhodné oddělit od sebe samotná data fotografie a informace o obarvení (přesný princip funkce viz samostatnou kapitolu **Jak fungují vrstvy Barevnosti**).

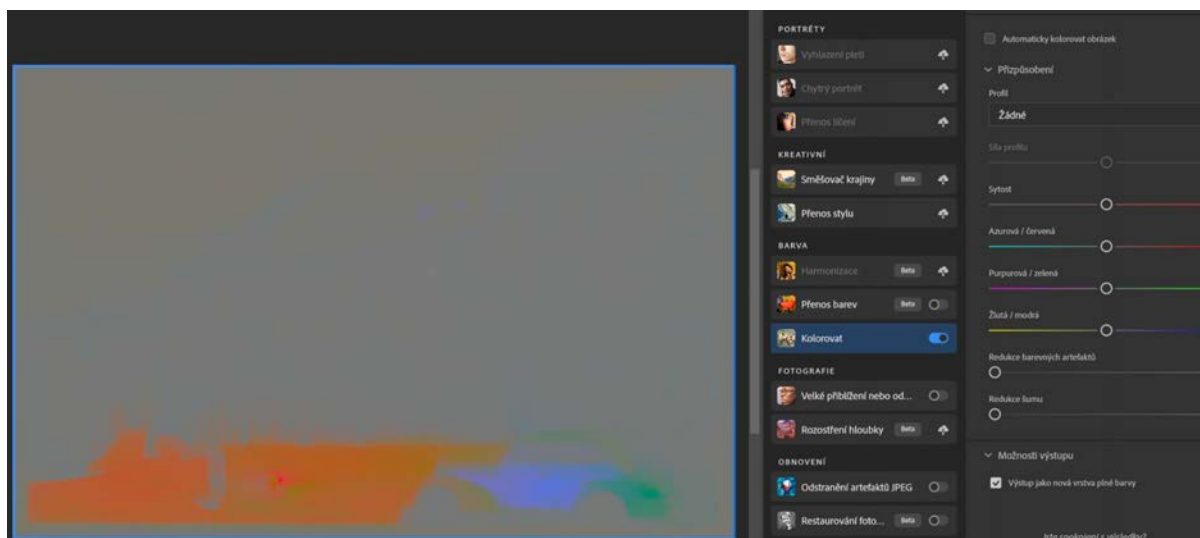
#### 1. Separátní výstup barvy

- V panelu kolorizace dole zaškrtněte možnost **Výstup jako nová vrstva plné barvy**.



- Náhled vlevo se změní, zůstanou jen zvolené barvy (což je patrné především při plně manuálním obarvení).

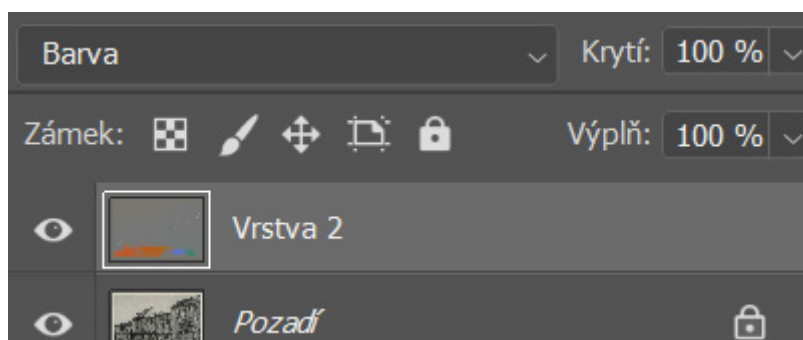
- Při manuálním obarvení lze tak snadno nahlédnout, které části fotografie jsou už kolorovány a které ne (šedá barva).
- Takovou vrstvu lze zároveň snadno **upravovat manuálně** běžnými nástroji jako jsou **Tužka**, **Guma**, či **Štětec**, jakmile bude kolorizace dokončena.



## 2. Dokončete kolorizaci

### 3. Nastavení režimu vrstvy:

- Po dokončení kolorizace bude vytvořena nová, *částečně průhledná* vrstva složená *jen z barvy*.
  - i. Výsledek, který je vidět v hlavním okně je nyní **kombinace podkladové vrstvy** (Pozadí) a **částečně průhledné vrstvy nad ním** (Vrstva 2).



- Můžete změnit režim nové vrstvy na „Color“ (barva) nebo „Overlay“ (překrýt) v rozbalovacím menu v horní části panelu Vrstvy. Tento režim zajistí, že barva promítne na podkladovou černobílou vrstvu bez ovlivnění detailů. Pro podrobnosti a přesný výpočet barvy viz kapitolu **Jak fungují vrstvy Barevnosti**.
- Manuálně upravujete tu vrstvu, které je vybraná (podbarvená), vyberte vrstvu s barevností.

#### 4. Použití nástroje Brush Tool:

- Vyberte nástroj Brush Tool (B) a v panelu nástrojů vyberte barvu, kterou chcete použít. Použijte Color Picker pro přesné určení barvy.
- Můžete manuálně upravit libovolné části vrstvy.
- Pro snadnější použití můžete v menu Vrstvy skrýt (ikonka oka) podkladovou vrstvu. Uvidíte tak pouze barevnost.

#### 5. Malování na novou vrstvu:

- Malujte vybranou oblast pomocí štětce. Ujistěte se, že pracujete na nové vrstvě, aby úpravy byly nedestruktivní.

#### 6. Použití gumy a dalších nástrojů

- V případě nejasných hran lze tyto části obrázku upravit manuálně.

### Krok 6: Uložení a Export

#### 1. Uložení souboru ve formátu PSD:

- Doporučujeme uložit upravený soubor ve formátu PSD, abyste mohli případně provést další úpravy v budoucnu. Jděte na **File > Save As** a vyberte **Photoshop (\*.PSD, \*.PDD)**.
- Soubor **PSD** ukládá i neviditelné vrstvy, proto je to vhodný postup pro uložení rozpracované práce, či práce ke které se budete chtít někdy vrátit.

#### 2. Export hotové fotografie:

- Pro sdílení nebo tisk můžete exportovat finální kolorizovaný obrázek do běžného formátu, jako je JPEG nebo PNG.
- Export vytváří jedinou finální vrstvu a tu uloží jako obrázek. Slouží tedy vrstvu barevnosti i podkladu.
  - i. ujistěte se, že jste jednu z vrstev neskryli.
- Jděte na **File > Export > Export As**.
- Vyberte požadovaný formát (např. JPEG nebo PNG) a nastavte kvalitu a rozlišení podle potřeby.
- Klikněte na **Export** a vyberte umístění pro uložení souboru.

### 5.5.2 Popis výpočtu finálního vzhledu z jednotlivých vrstev

Neurální filtry v Adobe Photoshopu využívají pokročilé algoritmy strojového učení k automatické kolorizaci černobílých fotografií. Jedním z efektivních způsobů, jak toho dosáhnout, je použití dvou vrstev: jedna vrstva obsahuje původní černobílý podklad a druhá vrstva obsahuje pouze barvu. Tento proces kombinuje informace z obou vrstev pro dosažení realistického barevného výsledku.

Režimy vrstev "Color" a "Overlay" jsou v Adobe Photoshopu často používány pro úpravy barev a tonální přizpůsobení. Každý z těchto režimů má specifické vlastnosti a poskytuje různé vizuální výsledky, které mohou být vhodné pro různé typy úprav.

#### Režim Vrstvy "Color"

Vizuální Vzhled

- **Režim "Color"** kombinuje barevné informace (odstín a sytost) z aktuální vrstvy s jasovými informacemi z vrstev pod ní.

- Tento režim nezmění světlost nebo kontrast obrázku, ale pouze barvu.

#### Příklady Použití

##### 1. Kolorizace černobílých fotografií:

- Režim "Color" je ideální pro přidávání barvy do černobílých fotografií, protože zajišťuje, že původní kontrast a detaily obrazu zůstanou nezměněny.

##### 2. Barevné korekce:

- Lze jej použít k opravě barevných tónů bez ovlivnění světlosti nebo kontrastu obrázku. Například změna barvy objektu nebo části obrazu.

#### Výhody

- Zachovává světlost a kontrast.
- Vhodný pro precizní barevné úpravy a kolorizaci.

#### Nevýhody

- Nemění jas a kontrast, což může být nevýhodné, pokud chcete kombinovat barevné změny s úpravami jasu.

### Režim Vrstvy "Overlay"

#### Vizuální Vzhled

- **Režim "Overlay"** kombinuje režimy "Multiply" a "Screen". Zesvětluje světlé oblasti a ztmavuje tmavé oblasti, což zvyšuje kontrast a saturaci barev.
- Tento režim zesiluje světlé oblasti a ztmavuje tmavé oblasti, což vede k výraznějšímu kontrastu a často i živějším barvám.

#### Příklady Použití

##### 1. Zvýšení kontrastu a saturace:

- Režim "Overlay" je skvělý pro přidání dynamiky a kontrastu k obrázkům. Často se používá k oživení plochých nebo vybledlých obrázků.

##### 2. Efekty svícení a stínování:

- Používá se k vytváření dramatických efektů světla a stínu na obrázcích, což může být užitečné pro umělecké nebo dramatické úpravy.

#### Výhody

- Zvyšuje kontrast a saturaci, což může oživit ploché nebo vybledlé obrázky.
- Vhodný pro dramatické efekty a zvýraznění detailů.

#### Nevýhody

- Může snadno přehánět kontrast a saturaci, což vede k příliš výrazným a nepřirozeným výsledkům.
- Nevhodný pro jemné barevné úpravy, kde je důležité zachovat přirozený vzhled.

### 5.5.3 Princip kolorizace pomocí dvou vrstev

#### Podkladová vrstva:

- Obsahuje původní (černobílý) obrázek. Tato vrstva zajišťuje detailní textury, kontrast a jas fotografie.

#### Barevná vrstva:

- Obsahuje informace o barvách generovaných neurálním filtrem. Tato vrstva je obvykle aplikována v režimu „Color“ nebo „Overlay“, aby se barvy promítly na podkladovou vrstvu bez ovlivnění detailů.

#### Matematický Model Kolorizace

Kolorizaci lze popsat matematicky pomocí maticové reprezentace obrázků. Předpokládejme, že máme černobílý obrázek  $I_{BW}$  a barevnou vrstvu  $I_{Color}$

1. **Podkladová vrstva  $I_{BW}$** 
  - Tento obrázek je reprezentován jako matice intenzit světla  $I_{BW}=\{I_{ij}\}$ , kde  $I_{ij}$  je intenzita pixelu na pozici  $(i,j)$
2. **Barevná vrstva  $I_{Color}$** 
  - Barevná vrstva je reprezentována jako matice barev  $I_{Color}=\{C_{ij}\}$ , kde  $C_{ij}$  je vektor obsahující barevné složky (např. RGB) na pozici  $(i,j)$ .

**Výsledný obrázek  $I_{Result}$**  je kombinací těchto dvou vrstev:

$$I_{Result}(i, j) = f(I_{BW}(i, j), I_{Color}(i, j))$$

kde  $f$  je funkce kombinující intenzitu černobílého obrázku s barevnými informacemi.

#### Režim „Color“

Při použití režimu „Color“ se barva z vrstvy  $I_{Color}$  promítne na intenzitu z vrstvy  $I_{BW}$ :

$$I_{Result}(i, j) = I_{Color}(i, j) \cdot \frac{I_{BW}(i, j)}{\max(I_{BW})}$$

kde  $\max(I_{BW})$  je maximální hodnota intenzity v černobílém obrázku, což normalizuje intenzitu pro správnou aplikaci barvy.

#### Režim „Overlay“

V režimu „Overlay“ je barva aplikována podle specifického vzorce, který kombinuje režimy „Multiply“ a „Screen“ v závislosti na intenzitě podkladového pixelu:

$$\begin{cases} 2 \cdot I_{BW}(i, j) \cdot I_{Color}(i, j) & \text{pro } I_{BW}(i, j) < 0.5 \\ 1 - 2 \cdot (1 - I_{BW}(i, j)) \cdot (1 - I_{Color}(i, j)) & \text{pro } I_{BW}(i, j) \geq 0.5 \end{cases}$$

Kolorizace pomocí dvou vrstev – podkladové černobílé a barevné vrstvy – v Adobe Photoshopu využívá pokročilé algoritmy strojového učení k dosažení realistických výsledků. Kombinace těchto vrstev pomocí různých režimů, jako je „Color“ a „Overlay“, umožňuje zachovat detaily a textury původního obrázku, zatímco se přidávají barvy. Tento proces poskytuje flexibilitu a kontrolu, které jsou nezbytné pro profesionální kolorizaci a restauraci historických fotografií.

Implicitní způsob překryvu je režim „Barva,“ který funguje velmi jednoduše, ale u oblastí s velkou tmavostí je vliv barvy vizuálně nižší.

### Kdy Použít "Color" a Kdy "Overlay"

#### Použití "Color"

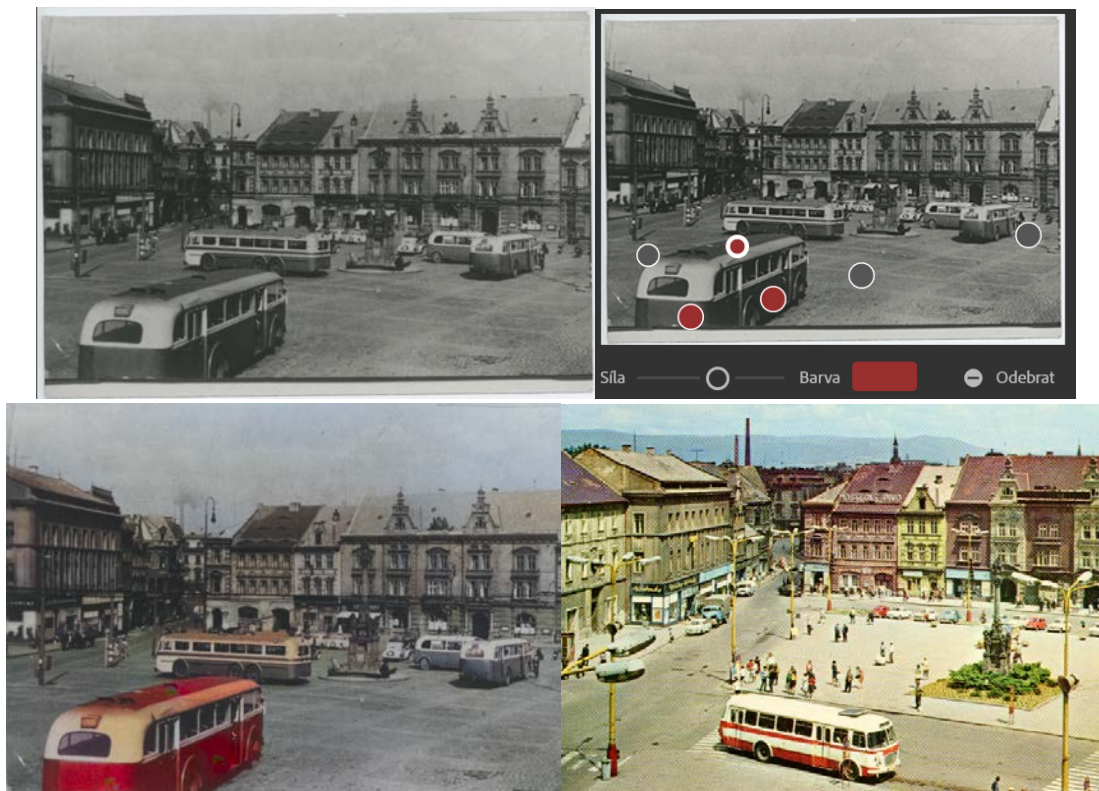
- **Kolorizace černobílých fotografií:** Když chcete přidat barvy, aniž byste změnil původní světlost a kontrast.
- **Barevné korekce:** Když potřebujete opravit nebo změnit barvu objektů, aniž byste ovlivnili tonální rozsah obrázku.
- **Přizpůsobení tónů:** Pro jemné doladění barevných tónů bez ovlivnění jasu a kontrastu.

#### Použití "Overlay"

- **Zvýšení kontrastu a saturace:** Když chcete zvýšit dynamiku obrázku a dodat mu živější vzhled.
- **Efekty svícení a stínování:** Když chcete vytvořit dramatické efekty světla a stínu, které zdůrazňují hloubku a texturu.
- **Oživení vybledlých obrázků:** Když potřebujete dodat plochým nebo vybledlým obrázkům nový život.



## 5.6 Příklady kolorizace



Příklad 1, Demonstrace vlivu ohniskových bodů, vybrána červená barva dle historické, původní barevné fotografie: Vlevo nahoře originální fotografie, vpravo nahoře ohniskové body, vlevo dole: výsledná kolorizace. Vpravo dole: historická, barevná fotografie.





Příklad 2, porovnání nastavení hodnoty "Redukce šumu", vlevo: 80, vpravo: 5



Příklad 3, detail kolorované fotografie (vlevo) a zdrojová fotka (vpravo)

### **5.6.1 Typické chyby**

Kolorizace černobílých fotografií pomocí neurálních filtrů ve Photoshopu představuje pokročilý nástroj, který dokáže automaticky přidávat barvy na základě analýzy obrazu a tréninkových dat. Tento proces může být velmi efektivní a rychlý, ale často se vyskytují situace, kdy model chybně interpretuje určité části obrazu. Typickým příkladem je přemíra zelené barvy na velkých rovných plochách, které jsou nesprávně identifikovány jako tráva nebo vegetace. Tento jev je důsledkem toho, že modely jsou často trénovány na hezkých fotografiích, kde jsou zelené plochy běžné. V tomto kontextu se manuální doladění a nastavení ohniskových bodů stává nezbytným krokem k dosažení realistických a přesných výsledků.

### **5.6.2 Automatická Kolorizace a Její Limity**

Automatická kolorizace využívá neurální sítě, které analyzují obrazové rysy a aplikují barvy na základě předchozího tréninku na rozsáhlých databázích barevných fotografií. Tento přístup je velmi užitečný pro rychlou kolorizaci a často poskytuje překvapivě dobré výsledky. Nicméně modely mohou mít tendenci přidávat barvy, které odpovídají častým vzorcům ve tréninkových datech, což vede k problémům v určitých scénářích.

Jedním z hlavních problémů je přemíra zelené barvy na velkých rovných plochách, jako jsou silnice nebo betonové plochy, které jsou chybně interpretovány jako tráva. Tento problém vyžaduje manuální zásah, aby se zajistilo, že barvy odpovídají skutečnosti.

### **5.6.3 Manuální Nastavení Ohniskových Bodů**

Pro opravu těchto chyb je nutné použít manuální nastavení ohniskových bodů. Tento proces zahrnuje použití nástroje Color Picker a přidávání pinů na specifické oblasti obrázku, kde chcete změnit automaticky vybranou barvu.

Například pokud je velká rovná plocha chybně zbarvena zeleně, můžete použít Color Picker k výběru správné barvy, jako je šedá pro asfaltovou silnici. Poté kliknete na náhled obrázku na místě, kde chcete změnit barvu, čímž přidáte pin. Tento pin přinutí filtr znovu zbarvit oblast kolem něj pomocí nové vybrané barvy. Tento proces můžete opakovat pro všechny problematické oblasti, přidávat další piny a nastavovat správné barvy, dokud nebude celá fotografie správně kolorizována.

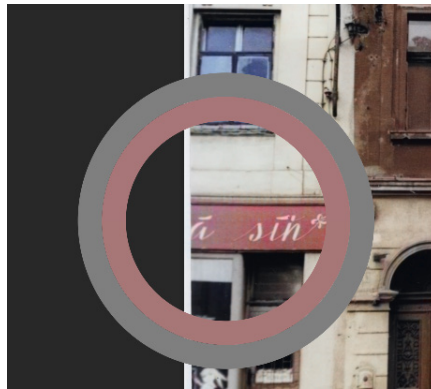


Příklad 4: Příklad chybné automatické kolorizace (dlažba, pravděpodobně jeden z autobusů)

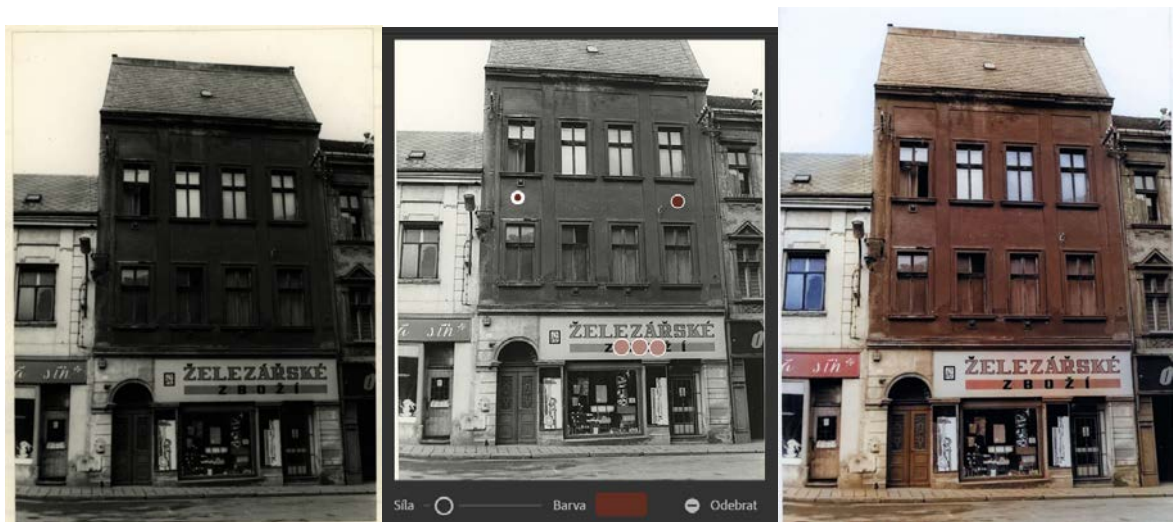


Příklad 5: Příklad chybné automatické kolorizace (cedule)

V první příkladě lze kolorizaci manuálně vylepši přidáním šedomodrého pinu na plochu dlažby. V druhém příkladě vidíme zjevně chybně obarvenou ceduli "ZBOŽÍ." Zatímco v prvním příkladě je třeba barvy dlažby odhadnout (či použít barvy obdobná dlažby), v druhém případě můžeme využít iterativního obarvení - nejdříve použít automatické obarvení, akceptovat jej a pomocí nástroje **kapátko** z něj vybrat vhodné barvy k vytvoření ohniskových bodů a vytvoření finální kolorizace opětovnou aplikací filtru na zdrojovou vrstvu.



Ilustrace výběru barvy, na vnitřním kruhu lze vidět vybranou barvu.



Příklad 6: Vlevo: Originální fotografie, Uprostřed: Ohniskové body, Vpravo: Výsledná finální kolorizace



## 5.7 Ukázky kolorizace a vylepšení kvality fotek

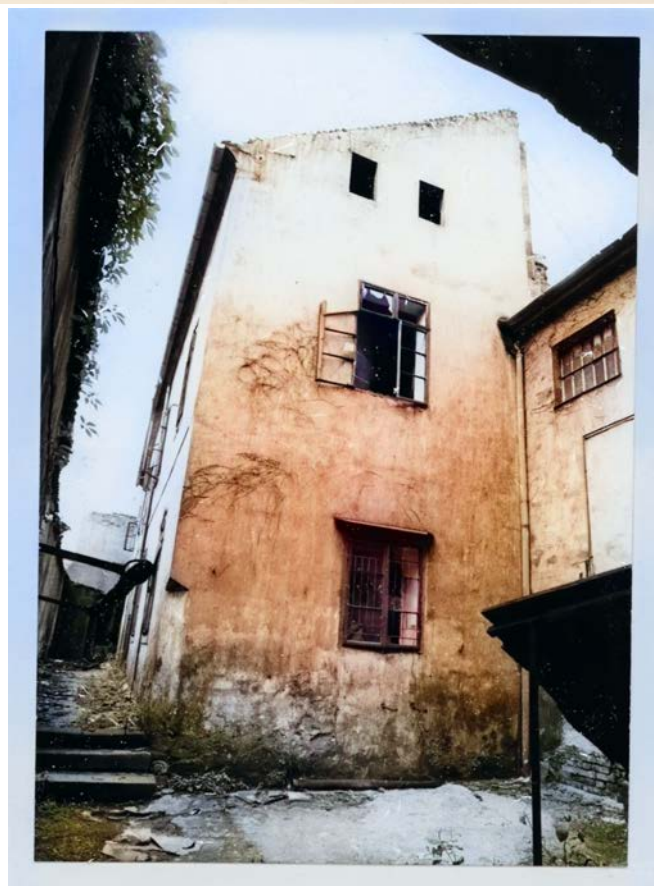


Příklad 7: Velmi poškozená kolorovaná fotografie.



Příklad 8: Opakování postupu odstranění škrábanců => kolorizace => odstranění škrábanců pro velmi poškozenou fotku





Příklad 9: Silně poškozená fotka, automatické odstranění škrábanců, automatická kolorizace



## 6. Volně dostupné pokročilé automatické nástroje pro restaurování fotografií

Restaurování fotografií pomocí metod počítačové grafiky je po mnoho let zkoumaná oblast. Kromě běžných algoritmů se spolu s rostoucím výkonem počítačů do popředí dostává automatické zpracování pomocí neuronových sítí a algoritmů umělé inteligence. Těchto algoritmů lze v literatuře najít celkem velký počet. Jedním z nich je následující metoda **Bringing-Old-Photos-Back-to-Life**.

### 6.1 Vylepšení fotek pomocí naučené neuronové sítě Bringing-Old-Photos-Back-to-Life

Tento software vytvořený během několikaletého výzkumu týmem vědců z Hong-Kongské univerzity lze získat zde: <https://github.com/microsoft/Bringing-Old-Photos-Back-to-Life>.

Software pracuje na principu využití naučené neuronové sítě, která v několika krocích detekuje poškození fotek, opravuje je a následně pomocí další neuronové sítě vylepší celkový vzhled fotky.

#### 6.1.1. Lokální instalace

Instalaci je třeba provést na linuxové distribuci (doporučeno Ubuntu) nebo případně na Windows s nainstalovaným Ubuntu ve WSL. Je třeba mít grafickou kartu NVidia s podporou CUDA a alespoň 8 GB grafické paměti.

**V linuxovém terminálu je třeba provést následující kroky:**

1. Nainstalovat Python3 (minimálně ve verzi 3.6), cmake a git.
2. Naklonovat repozitář s projektem příkazem:  

```
git clone https://github.com/microsoft/Bringing-Old-Photos-Back-to-Life
```

a následně do této složky přejít.
3. Následně je třeba stáhnout naučené modely pomocí příkazů:  

```
cd Face_Enhancement/models/networks/  
git clone https://github.com/vacancy/Synchronized-BatchNorm-PyTorch  
cp -rf Synchronized-BatchNorm-PyTorch/sync_batchnorm .  
cd ../../../  
  
cd Global/detection_models  
git clone https://github.com/vacancy/Synchronized-BatchNorm-PyTorch  
cp -rf Synchronized-BatchNorm-PyTorch/sync_batchnorm .  
cd ../../..
```
4. Volitelně je možné stáhnout data pro detekci tváří, ale vzhledem k tématu projektu to není třeba.

```

cd Face_Detection/
wget http://dlib.net/files/shape_predictor_68_face_landmarks.dat.bz2
bzip2 -d shape_predictor_68_face_landmarks.dat.bz2
cd ../

```

5. Nainstalovat potřebné balíčky pro Python3:

```
pip install -r requirements.txt
```

6. Dále je třeba udělat skript na spouštění dávkové konverze. Do souboru s názvem `restore` umístěného ve složce z Githubu vložíme následující řádky:

```

cd Global/

python test.py --Quality_restore \

--test_input ../../data-img \

--outputs_dir ../../output2 \

--test_mode Full \

--HR

```

7. A do souboru `scratch_restore` vložíme:

```

cd Global/

python detection.py --test_path ../../data-img \

--output_dir ../../output \

--input_size full_size

python test.py --Scratch_and_Quality_restore \

--test_input ../../output/input \

--test_mask ../../output/mask \

--outputs_dir ../../output2 \

--HR

```

8. Dále je třeba vytvořit složku se zdrojovými fotkami. Tu vytvoříme na stejné úrovni, jako se složka se samotným projektem z Githubu, a pojmenujeme `data-img`
9. Tím je instalace dokončena.

### 6.1.2. Poznámky

Zpracování fotek na GPU pomocí NVidia Cuda spotřebovává mnoho grafické paměti a nelze tedy zpracovat fotky v originálním naskenovaném rozlišení. Na stroji s 8 GB GPU paměti je třeba fotky zmenšit alespoň na 50 % původní velikosti (při větším poškození fotky i na zhruba 33 % původní velikosti).

### 6.1.3 Výsledky úprav (verze bez odstranění poškození)

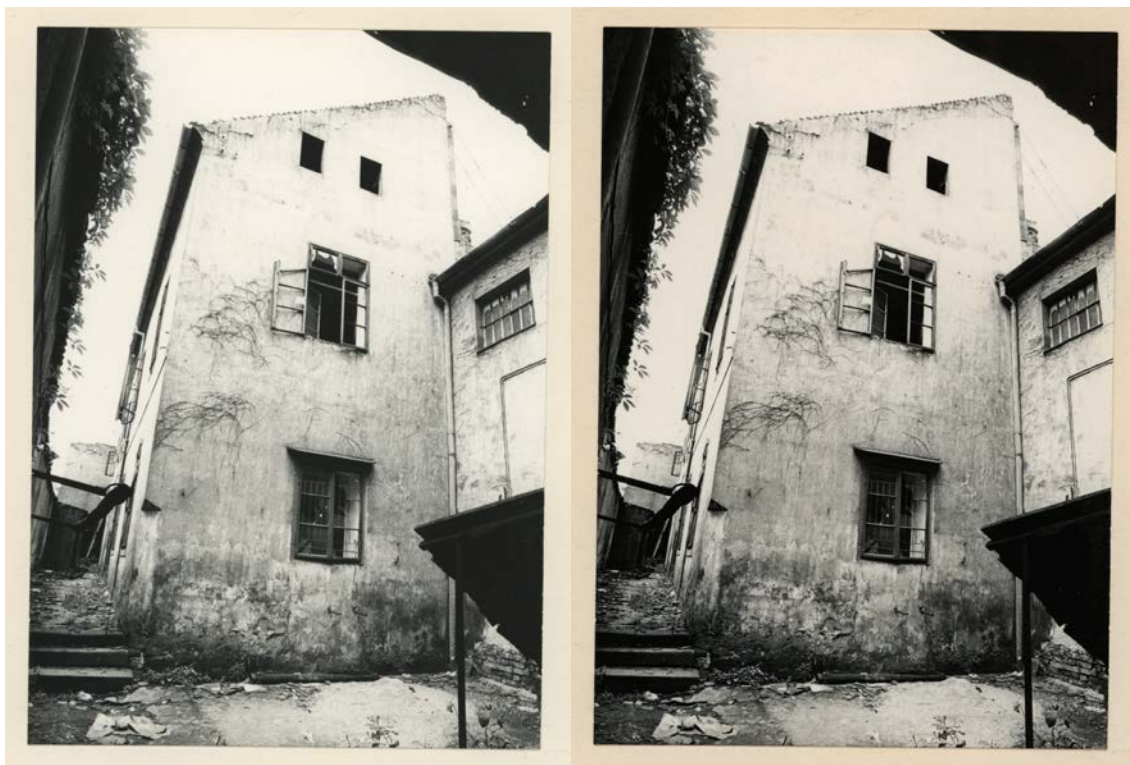
Na fotky byl aplikován plně automatizovaný proces vylepšení kvality fotek pomocí postupu v kapitole [4.4 Postup A4: Plně automatické rekonstrukce v Bringing-Old-Photos-Back-to-Life](#).

Na levé straně je původní obrázek, na pravé je upravený.





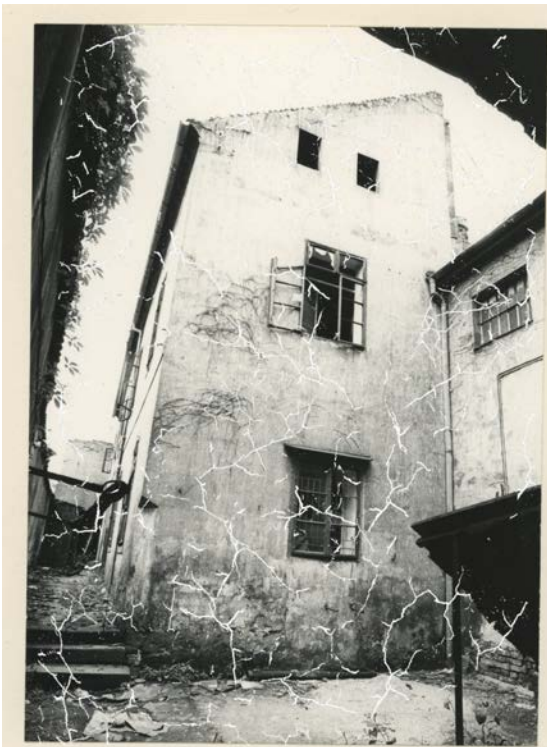




### Zhodnocení úprav

Tyto úpravy zlepšují kontrast fotek a doplňují některé ztracené detaily. Z ukázek je vidět, že fotky jsou většinou hezčí na pohled. Bohužel natrénovaný model není příliš vhodný na fotky, kde se nachází drobnější písmo, které není dobře zpracováno a stává se nečitelným (například poslední dvojice obrázků, texty na tabuli).

#### 6.1.4 Výsledky úprav (verze s odstraněním škrábanců)



## **Zhodnocení úprav**

K dispozici nebyly fotky, které by byly výrazně poškozené, proto jsme provedli testování na uměle vložených škrábancích. Z výsledků je vidět, že menší poškození byla odstraněna celkem dobře, ale u větších dochází k velkému rozmazání vnitřku i okolí škrábance. Tyto úpravy jsou tedy spíše vhodné pro fotky s menším rozlišením nebo pro fotky s méně detaily.

### **6.1.5 Závěr**

Tento open-source software založený na strojovém učení je vhodný spíše pro doladění kvality a kontrastu fotek. Odstranění poškození škrábanci a podobně dává spíše horší výsledky. Výhodou je dávkové zpracování velkého množství fotek.

## 7. Použití ručně kolorovaných fotografií a maleb jako referencí pro kolorizaci

Při kolorizaci historických černobílých fotografií může automatická kolorizace pomocí nástrojů, jako je Adobe Photoshop, někdy selhat, zejména pokud jde o přesné zachycení barevných odstínů, které byly původně přítomny. V těchto případech může být užitečné využít jako referenci ručně kolorované fotografie nebo malby, které poskytují vizuální vodítko pro barvy a jejich distribuci v konkrétním historickém období. Tento přístup má své výhody, ale také nevýhody, které je třeba pečlivě zvážit.

### 7.1 Úvod

#### Pozitiva použití ručně kolorovaných fotografií a maleb

- **Historická věrohodnost:** Ručně kolorované fotografie a malby často vznikaly v době, kdy byly vytvořeny původní černobílé snímky, a proto mohou poskytovat cenný vhled do autentických barevných schémat té doby. Malíři a koloristé, kteří tyto obrazy vytvářeli, mohli mít přímý přístup k tehdejším objektům a scénám, což zvyšuje pravděpodobnost, že použité barvy jsou věrné skutečnosti.
- **Estetická hodnota:** Ručně kolorované obrazy a fotografie mají obvykle vyšší estetickou hodnotu, protože byly vytvořeny s ohledem na vizuální harmonii a umělecký dojem. Při použití těchto děl jako referencí může být výsledná kolorizace přirozenější a vizuálně přitažlivější.
- **Detailní barevné informace:** Ručně kolorované fotografie a malby mohou nabídnout detailní informace o barvách, které jsou jinak obtížně rekonstruovatelné. Například barva oděvů, vegetace nebo architektonických prvků může být přesněji zachycena, což přispívá k větší autentičnosti výsledné kolorizace.
- **Doplňkový zdroj:** Tyto obrazy mohou sloužit jako doplňkový zdroj pro automatické kolorizace, které se mohou mýlit v tonálních hodnotách nebo přiřazení konkrétních barev k objektům. Kombinace automatických technik s manuálními referencemi může vést k přesnějším výsledkům.

#### Negativa použití ručně kolorovaných fotografií a maleb

- **Subjektivní interpretace barev:** Ručně kolorované fotografie a malby mohou být výsledkem subjektivní interpretace umělce. Koloristé a malíři mohli používat barvy podle vlastního uvážení nebo vkusu, což znamená, že výsledné obrazy nemusí vždy přesně odpovídat skutečným barvám. Tato subjektivita může vést k nesprávné kolorizaci historických fotografií.
- **Technická omezení:** Ručně kolorované fotografie a malby mohou být technicky omezené, pokud jde o přesnost barev. Omezené palety, techniky aplikace barev a degradace materiálů v průběhu času mohou zkreslit původní vzhled, což může vést k chybným závěrům při použití těchto děl jako referencí.
- **Nesoulad s fotografickými detaily:** Ručně kolorované fotografie a malby nemusí vždy věrně zachycovat jemné detaily a textury, které jsou přítomny na černobílých



fotografiích. Při pokusu o integraci těchto děl s moderními digitálními technologiemi může dojít k nesouladu, který ovlivní celkovou kvalitu a konzistenci kolorizace.

- **Riziko stylizace:** Malby a ručně kolorované fotografie mohou být stylizovány a přizpůsobeny uměleckým záměrům spíše než věrnému zachycení reality. Pokud jsou použity jako reference, mohou přenést tuto stylizaci do výsledné kolorizace, což může být nevhodné pro vědecké nebo dokumentární účely. Nicméně, pokud je k dispozici tabulka reálných vzhledů materiálů, stylizovaná fotografie může být použita jako vodítko pro identifikaci materiálu. Následně je možné vybrat odpovídající materiál z této tabulky a použít jej pro přesnější kolorizaci, což zajistí vyšší věrohodnost výsledného obrazu.

## 7.2 Doporučený postup

1. **Příprava černobílé fotografie:**
  - Skenujte černobílou fotografii ve vysokém rozlišení do formátu TIFF nebo PNG, aby byla zajištěna co nejlepší kvalita obrazu pro následnou kolorizaci.
2. **Shromáždění referencí:**
  - Najděte a shromážděte ručně kolorované fotografie nebo barevné malby, které zachycují podobné objekty, scény nebo období, jako je fotografie, kterou chcete kolorovat.
3. **Porovnání a analýza:**
  - Analyzujte kolorované fotografie a malby a určete, jaké barvy byly použity pro různé objekty a materiály (např. cihly, omítky, vegetace, oděvy).
  - Zkontrolujte, zda jsou barvy na referenčních snímcích v souladu s tabulkami reálných materiálů. Pokud jsou stylizované, použijte referenční snímky pouze jako vodítko pro výběr správného materiálu z tabulky.
4. **Aplikace barev:**
  - Pomocí softwaru jako Adobe Photoshop začněte s kolorizací černobílé fotografie. Můžete využít automatické nástroje pro kolorizaci a následně ručně doladit barvy podle referencí.
  - Použijte barvy identifikované z kolorovaných fotografií a maleb pro různé části snímku, přičemž dbejte na věrnost a autenticitu barev.
  - Pokud automatická kolorizace není dostatečná, aplikujte barvy ručně pomocí nástrojů pro výběr a vyplnění.
5. **Retušování:**
  - Pokud je fotografie poškozená, proveďte základní retušování pomocí nástrojů pro odstranění škrábanců, prachu a dalších vad.
6. **Kontrola a finalizace:**
  - Porovnejte výsledný barevný obraz s původními referencemi a tabulkami materiálů, abyste zajistili, že barvy odpovídají historické skutečnosti.
  - Proveďte potřebné finální úpravy, včetně doladění sytosti, kontrastu a dalších parametrů, aby byl výsledný obraz esteticky příjemný a historicky věrohodný.
7. **Uložení a archivace:**
  - Uložte finální kolorovaný obraz v bezztrátovém formátu (např. PNG), abyste zachovali maximální kvalitu.
  - Archivujte původní černobílý sken spolu s kolorovanou verzí a referenčními materiály pro budoucí použití a dokumentaci.

## Závěr

Použití ručně kolorovaných fotografií a maleb jako referencí pro kolorizaci historických černobílých fotografií může být cenným nástrojem pro dosažení věrohodných a esteticky příjemných výsledků. Nicméně je třeba pečlivě zvážit jejich subjektivní povahu a technická omezení, aby se předešlo chybám a zkreslení v historické rekonstrukci. Kombinace těchto manuálních referenčních zdrojů s moderními digitálními technikami, včetně použití tabulek reálných vzhledů materiálů, umožní dosáhnout co nejpřesnějších a nejuvěrnějších výsledků, které budou užitečné pro historický výzkum a dokumentaci.

## 7.3 Barevné kódy nejčastějších materiálů

Pro určování arbitrárních hodnot stavebních materiálů je vhodné znát ideální barvy a odstíny různých materiálů. Mnoho barevných odstínů (např. hnědá barva dřeva) a jejich nastavení nemusí být v rozhraní různých typech softwaru intuitivní. Pro nejčastější, či problematické materiály byly proto vytvořeny následující návodné tabulky barevných hodnot.

Tato tabulky obsahují různé RGB a CMYK nastavení pro stavební materiály a může sloužit jako zdroj barevných informací pro vytváření ohniskových bodů dle postupu **B2**.

### 7.3.1 Tabulka barev pro stavební materiály

Pro vytvoření podobné tabulky pro stavební materiály jako jsou cihly, kámen, dlažba, a střecha z pálených tašek, se zaměříme na odstíny, které jsou běžně používány v architektuře. Budeme zahrnovat různé barevné variace pro každý materiál, které mohou odrážet různé tóny světlosti v závislosti na osvětlení.

#### Stavební materiály a jejich barvy

Materiál	Světlý Tón	Střední Tón	Tmavý Tón
<b>Cihly</b>	RGB: 205, 92, 92 CMYK: 0, 55, 55, 20	RGB: 178, 34, 34 CMYK: 0, 81, 81, 30	RGB: 139, 0, 0 CMYK: 0, 100, 100, 45
<b>Kámen</b>	RGB: 169, 169, 169 CMYK: 0, 0, 0, 34	RGB: 105, 105, 105 CMYK: 0, 0, 0, 59	RGB: 47, 79, 79 CMYK: 40, 0, 0, 69
<b>Dlažba</b>	RGB: 233, 150, 122 CMYK: 0, 36, 48, 9	RGB: 210, 105, 30 CMYK: 0, 50, 86, 18	RGB: 139, 69, 19 CMYK: 0, 50, 86, 45

**Střecha (Pálené tašky)**      RGB: 244, 164, 96    RGB: 210, 105, 30    RGB: 165, 42, 42  
                                          CMYK: 0, 33, 61, 4      CMYK: 0, 50, 86, 18      CMYK: 0, 74, 74, 35

**Beton**                      RGB: 190, 190, 190    RGB: 128, 128, 128    RGB: 85, 85, 85  
                                          CMYK: 0, 0, 0, 25      CMYK: 0, 0, 0, 50      CMYK: 0, 0, 0, 67

### 7.3.2 Příklady a významy barev

#### 1. Cihly:

- **Světlý Tón (RGB: 205, 92, 92; CMYK: 0, 55, 55, 20):** Používá se často pro moderní, světlé fasády.
- **Střední Tón (RGB: 178, 34, 34; CMYK: 0, 81, 81, 30):** Typický pro tradiční stavby s červenými cihlami.
- **Tmavý Tón (RGB: 139, 0, 0; CMYK: 0, 100, 100, 45):** Vhodný pro historické nebo rustikální budovy.

#### 2. Kámen:

- **Světlý Tón (RGB: 169, 169, 169; CMYK: 0, 0, 0, 34):** Světlý kámen pro moderní designy.
- **Střední Tón (RGB: 105, 105, 105; CMYK: 0, 0, 0, 59):** Tradiční šedý kámen pro většinu staveb.
- **Tmavý Tón (RGB: 47, 79, 79; CMYK: 40, 0, 0, 69):** Tmavý kámen pro historické nebo elegantní stavby.

#### 3. Dlažba:

- **Světlý Tón (RGB: 233, 150, 122; CMYK: 0, 36, 48, 9):** Světlá dlažba pro moderní exteriéry.
- **Střední Tón (RGB: 210, 105, 30; CMYK: 0, 50, 86, 18):** Typická hnědá dlažba pro tradiční chodníky a terasy.
- **Tmavý Tón (RGB: 139, 69, 19; CMYK: 0, 50, 86, 45):** Tmavá dlažba pro rustikální a elegantní vzhled.

#### 4. Střecha (Pálené tašky):

- **Světlý Tón (RGB: 244, 164, 96; CMYK: 0, 33, 61, 4):** Světlé pálené tašky pro moderní domy.
- **Střední Tón (RGB: 210, 105, 30; CMYK: 0, 50, 86, 18):** Tradiční barva pro většinu střech.
- **Tmavý Tón (RGB: 165, 42, 42; CMYK: 0, 74, 74, 35):** Tmavé pálené tašky pro historické nebo rustikální stavby.

#### 5. Beton:

- **Světlý Tón (RGB: 190, 190, 190; CMYK: 0, 0, 0, 25):** Světlý beton pro moderní, světlé stavby.
- **Střední Tón (RGB: 128, 128, 128; CMYK: 0, 0, 0, 50):** Typický šedý beton pro většinu konstrukcí.
- **Tmavý Tón (RGB: 85, 85, 85; CMYK: 0, 0, 0, 67):** Tmavý beton pro moderní, minimalistické stavby.

# Příloha: Zpráva o ověření

## Obsah příloh

<b>Příloha: Zpráva o ověření</b>	<b>105</b>
Obsah příloh	105
Část A: Kolorizace a retuš fotek Mírového náměstí	107
Část B: Retuš fotek Mírového náměstí se zaměřením na odstranění nežádoucích	111
Část C: Retuš a kolorizace interiérových fotografií	122
Část D: Kolorizace a retuš velkých historických fotografií	129
Závěr	145

# Část A: Kolorizace a retuš fotek Mírového náměstí

*Radek Richtr*

## 1. Úvod

V oblasti restaurování starých fotografií dochází k výrazným pokrokům díky novým technologiím, které kombinují pokročilé algoritmy, umělou inteligenci (AI) a strojové učení (ML). Cílem této zprávy je ověřit účinnost a spolehlivost těchto technologií, které umožňují zaostření, kolorizaci a odstranění nepřesností a škrábanců z historických fotografií. V rámci ověření technologie jsme použili navržené nástroje a metody a analyzovali jejich výkon a výsledky.

## 2. Specifikace dat

Data použitá v tomto projektu pocházejí z historických fotografií města Most. Tyto fotografie jsou cennými vizuálními dokumenty, které zachycují město před jeho zbořením v 60. a 70. letech 20. století. Most, historické město s bohatou kulturní a architektonickou tradicí, bylo z velké části zničeno kvůli těžbě uhlí. Fotografie z této doby poskytují unikátní pohled na město, jeho infrastrukturu, architekturu a každodenní život obyvatel.

Pro tuto zprávu byly využity anotované fotografie Mírového náměstí vyfocené v průběhu července 1975.

**49** **10A**



PAMÁTKOVÉ ODD.		KSPPOP ÚSTÍ n. L.	
OKRES: <i>Mladá</i>	OBEC: <i>Mladá</i>	Ok. map. č. <i>154</i>	
Ulice: <i>Na zámku</i>	č. p. <i>57</i>	aut. č. <i>2 adresa</i>	
PŘEDMĚT: <i>Pohled na zadní stranu původní domu č. 58 s vjezdem do nádvoří. Vlevo vidět patřilo domu 57.</i>			
<i>data registrace:</i>			

*XI/D*

**49** **31**



PAMÁTKOVÉ ODD.		KSPPOP ÚSTÍ n. L.	
OKRES: <i>Mladá</i>	OBEC: <i>Mladá</i>	Ok. map. č. <i>3</i>	
Ulice: <i>Mlýnské nádv.</i>	č. p. <i>3</i>	aut. č. <i>2 adresa</i>	
PŘEDMĚT: <i>Pohled na fasádu zářezového domu Gottwalda (vidět pouze kus střechy) V ulici za zářezem vidět budovy vězeňské, a cípoch domu č. 110 - dříve je Gottwaldova zbrojovna.</i>			
<i>data registrace:</i>			

*XI/D*

**49** **30 AC**



PAMÁTKOVÉ ODD.		KSPPOP ÚSTÍ n. L.	
OKRES: <i>Mladá</i>	OBEC: <i>Mladá</i>	Ok. map. č. <i>4</i>	
Ulice: <i>Mlýnské nádv.</i>	č. p. <i>4</i>	aut. č. <i>2 adresa</i>	
PŘEDMĚT: <i>Pohled ze dvora k pravé straně domu s rekonstrukční ochrannou budovou při střeše s nádvorem budovou zářezového č. 5 (voda zd.)</i>			
<i>data registrace:</i>			

*XI/D*

**49** **29 AD**



PAMÁTKOVÉ ODD.		KSPPOP ÚSTÍ n. L.	
OKRES: <i>Mladá</i>	OBEC: <i>Mladá</i>	Ok. map. č. <i>5</i>	
Ulice: <i>Mlýnské nádv.</i>	č. p. <i>5</i>	aut. č. <i>2 adresa</i>	
PŘEDMĚT: <i>Pohled na bok dvora obytné budovy (pořazení) z masité střechy zářezového domu zářezového č. 6. - dříve vidět dělníci zeď praporek a v zářezovém dvorac střeše domu č. 5, č. 6 střeše s plochou střechou.</i>			
<i>data registrace:</i>			

*XI/D*

Obr 1. Ukázka zdrojových dat

### 3. Popis dat

U zdrojových dat se jedná o sken fyzických černobílých v digitálním formátu (TIFF) ve vysokém rozlišení. Fotografie jsou doplněny o anotované informace. Sken v bitové hloubce 24b, rozlišení 4986 x 6914.

Stav fotografií

Viditelné škrábance, známky degradace materiálu, blednutí barev, ztráta kontrastu, rozmazání způsobené technologickými omezeními fotoaparátů dané doby.

Použitý hardware

Pro veškeré úpravy fotek s vysokým rozlišením je používán hardware Lenovo Legion Pro 7, který poskytuje dostatečný výpočetní výkon pro zpracování a restaurování historických fotografií (Procesor: Intel Core i9, Grafická karta: NVIDIA GeForce RTX 4090, RAM 32GB)

### 4. Postup retušování

Pro retušování byl vybrán postup s nejkvalitnějšími výsledky, tedy manuální a polomanuální postup v sw Photoshop s využitím AI a neuronových filtrů. Pro fotografie byl zvolen postup kolorizace **A2**.

Kolorizace

Před kolorizací byl zdrojový sken ořezán tak, aby se kolorovala pouze část skenu s danou fotografií. Automatický sken s Neurálním filtrem a AI poskytl dostatečně kvalitní výsledek. Ve shodě s doporučeným nastavením byly nastaveny parametry kolorizace shodně sytost +23 a redukce šumu +5, purpurová/zelená -15 a žlutá/modrá -15.





Obr 2. Výsledky kolorizace



Obr 3. Výsledky kolorizace

#### Retuš

U fotek, kde je to potřeba byla provedena drobná manuální retuš postupem **A1** odstraňující nežádoucí artefakty a škrábance. Nejprve byly automaticky detekovány a odstraněny škrábance a drobné defekty na fotkách postupem **A1** a až v případě nutnosti (viz níže) byl aplikován následně postup **A3** pro vyplnění velmi poškozených a nežádoucích oblastí algoritmem generative content fill.

#### Obtíže

V případě některých systematických poškození (Obr 3.) není automatický filtr odstranění poškození dostatečný ani s ideálním nastavením - ve výsledných fotografiích je původní poškození stále patrné (Obr. 3, uprostřed). Pro jeho odstranění bylo zapotřebí oblast vybrat manuálně a nahradit ji generovaným obsahem (Obr 3, vpravo). Detail poškozené oblasti je vidět znovu na Obr 4.

#### Časová dotace

Jak pro kolorizaci, tak pro retušování fotek byl čas strávený úpravou v rozsahu jedné až tří minut.



Obr 3. Problematické části retuše (vlevo fotografie po kolorizaci, uprostřed automatická retuš, vpravo manuální)



Obr 4. Detail poškozené části z Obr. 3 (nahore: poškozený originál, uprostřed: automatická oprava, dole: manuální retuš)

## 5. Dílčí závěr

Nastavení automatické kolorizace fotografií města Most bylo provedeno s navrženými parametry dle navržené technologie výše. Automatický retušovací proces byl aplikován k odstranění viditelných škrábanců a prachu, jež je pro staré fotografie typické. Nicméně, jak ukázaly výsledky, automatická retuš je v některých případech nedostatečná a není schopna zcela odstranit všechny nedokonalosti.

V takových krajních případech je nezbytné provést finální manuální úpravy, které zajistí maximální kvalitu a věrnost obnoveného obrazu. Tyto manuální úpravy byly provedeny i zde tak, aby bylo dosaženo co nejlepších výsledků, jak je demonstrováno na Obr. 4. Výsledky ukazují, že kombinace automatických a manuálních technik poskytuje vysoce kvalitní obnovu historických fotografií, která je důležitá pro jejich další využití v historických studiích a digitálních archivech.

# Část B: Retuš fotek Mírového náměstí se zaměřením na odstranění nežádoucích objektů v kompozici fotografie

*Radek Richtř*

## 1. Úvod

V oblasti restaurování starých fotografií města Most se setkáváme nejen s technickými problémy jako jsou škrábance, prach a degradace materiálu, ale také s kompozičními výzvami. Tyto fotografie často obsahují objekty, jako jsou auta, značky, a lidé, které zakrývají klíčové architektonické prvky budov. Cílem této zprávy je ověřit úspěšnost navrženého technologického postupu **A3** k odstranění těchto překážek a obnovení čistých pohledů na fasády budov, které jsou nezbytné pro jejich další rekonstrukci.

## 2. Specifikace dat

Fotografie použité v tomto projektu pocházejí z historických záznamů města Most, zachycujících město před jeho zbořením v 60. a 70. letech 20. století. Tyto fotografie jsou cennými vizuálními dokumenty, které poskytují unikátní pohled na městskou architekturu a infrastrukturu. Pro zprávu byly použity fotografie z Mírového náměstí.

## 3. Stav fotografií

Historické fotografie byly skenovány ve vysokém rozlišení do digitálního formátu TIFF. Tyto skeny zahrnují:

- **Černobílé fotografie:** Přesněji se jedná o barevné skeny černobílých fotografií doplněných o ručně psaná metadata.
- **Rozlišení:** 4986 x 6914 pixelů, bitová hloubka 24b.
- **Fyzické poškození:** Viditelné škrábance, trhliny, prach a rozmazání způsobené technologickými omezeními doby.
- **Kompoziční problémy:** Přítomnost aut, značek, lidí a dalších objektů, které zakrývají architektonické prvky budov.

## 4. Použitý hardware

Pro veškeré úpravy fotek s vysokým rozlišením byl použit notebook Lenovo Legion Pro 7, který poskytuje dostatečný výpočetní výkon pro zpracování a restaurování historických fotografií. Technické specifikace zahrnují:

- **Procesor:** Intel Core i9
- **Grafická karta:** NVIDIA GeForce RTX 4090
- **RAM:** 32GB
- **Úložiště:** 1TB SSD

## 5. Postup retušování a odstranění překážek

Pro odstranění nechtěných objektů z fotografií byly použity kombinované metody zahrnující automatizované nástroje a manuální úpravy.



## Automatizované metody

- **Detekce a odstranění škrábanců a drobných objektů:** Pomocí algoritmů pro detekci objektů byly identifikovány a odstraněny nežádoucí prvky, jako jsou auta a značky. Tyto algoritmy využívají konvoluční neurální sítě (CNN) pro efektivní rozpoznání a odstranění překážek.
- **Inpainting:** Po provedení automatických oprav drobných vad byly fotografie dokončeny pomocí poloautomatické retuše algoritmem generative content fill, který využívá vzory okolní oblasti k doplnění chybějících částí obrazu.

## Manuální úpravy

- **Ruční retuš:** V případech, kde automatizované metody nebyly dostatečné, byly provedeny ruční úpravy pomocí nástrojů v Adobe Photoshopu. Tento proces zahrnoval pečlivou rekonstrukci zakrytých architektonických prvků a odstranění nežádoucích objektů.

## 6. Výsledky

Výsledky kombinace automatizovaných a manuálních metod ukazují významné zlepšení v odstranění kompozičních problémů a obnově čistých pohledů na fasády budov. Obrázky před a po úpravě demonstrují efektivitu těchto technik.

U objektů je třeba pečlivě volit jejich pořadí ve směru odpředu-dozadu, tedy od fotoaparátu až k fasádě cílové budovy.



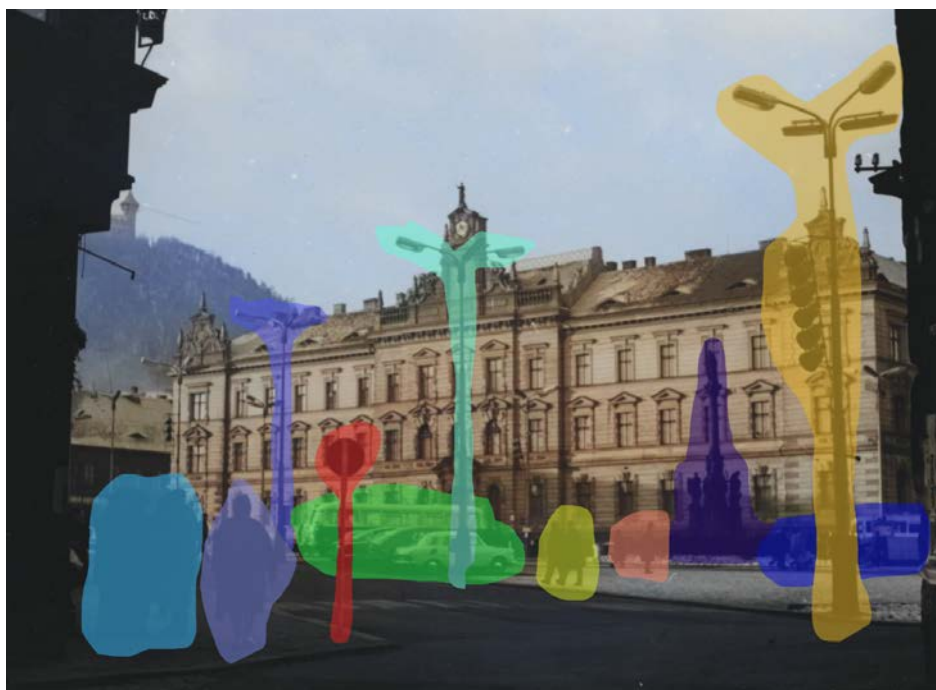
**Obr.1:** Vizualizace retuše domu č.p. 48; vlevo originál, uprostřed kolorizace, vpravo fotografie s odstraněnými objekty (auty).



**Obr. 2:** Původní sken černobílé fotografie (výřez skenu obsahující jen relevantní obrazová data) domu č.p. 1.



**Obr. 3:** Původní, již kolorovaná fotografie s překážkami.



**Obr. 4:** Fotografie s 11 vyznačenými oblastmi obsahujícími objekty k odstranění



**Obr. 5:** Postupné odstranění objektů pomocí výběru oblasti a vyplnění generativním obsahem, první 4 kroky.





**Obr. 6:** Postupné odstranění objektů pomocí výběru oblasti a vyplnění generativním obsahem, posledních 6 kroků.



**Obr. 6:** Finální retuš fotografie.



**Obr. 7:** Vizualizace postupu retuše u fotografii domu č.p. 45. od zdrojové fotografie (vlevo nahoře), její kolorizaci, odstranění objektů až k finální rekonstrukci (vpravo dole)





**Obr. 8:** Dům č.p. 9; vlevo nahoře původní sken fotografie, následně kolorizace a postupná retuš objektů. Vpravo dole: finální retuš fotografie.

## 7. Dílčí závěr

Nastavení automatické detekce a odstranění překážek bylo provedeno s navrženými parametry dle technologie využívající konvoluční neurální sítě a inpainting. Pro odstranění nežádoucích objektů bylo zapotřebí volit postup pro manuální retuši **A3** s cílem k dosažení maximální kvality a věrnosti obnoveného obrazu.

Výsledky ukazují, že kombinace automatických a manuálních technik poskytuje vysoce kvalitní obnovu historických fotografií, která je důležitá pro jejich další využití v historických studiích a digitálních archivech. Technologie a metodologie popsané v této zprávě se ukázaly jako efektivní a spolehlivé nástroje pro restaurování fotografií s problematickou kompozicí.

Stále je však třeba brát v potaz, že postup A3 může vést ke ztrátě autenticity fotografie. Historické fotografie jsou často ceněny pro svou věrnost a schopnost zachytit skutečný obraz minulosti. Vytváření nových, neexistujících dat může narušit tuto autenticitu, což je obzvláště

problematické, pokud jsou tyto fotografie používány pro vědecké, historické nebo vzdělávací účely. Generativní algoritmy mohou vytvářet vizuálně přesvědčivé, ale nepřesné detaily, které mohou být nesprávně interpretovány jako skutečné historické záznamy. Toto je třeba brát v potaz při použití těchto postupů.

# Část C: Retuš a kolorizace interiérových fotografií

Radek Richtr

## 1. Úvod

Restaurování interiérových fotografií přináší specifické výzvy, které se liší od těch, které se týkají exteriérových snímků. Přestože se projekt specializuje na fotografie budov a architektonických prvků, může být vhodné v některých příkladech využít i fotky interiéru například pro vytvoření dokonalejšího modelu u velmi důležitých budov. Interiérové fotografie často trpí špatným osvětlením, viditelným opotřebením a poškozením v důsledku času. Tato zpráva se zaměřuje na proces retuše a kolorizace historických interiérových fotografií, popisuje použité technologie a postupy a analyzuje dosažené výsledky.

## 2. Specifikace dat

Fotografie použité v tomto projektu pocházejí z historických interiérů budov v městě Most, které byly zachyceny před jeho zbořením. Konkrétně se jedná o fotografie slavnostní (obřadní) síně Mosteckého MNV v době likvidace budovy. Tyto fotografie poskytují cenný vhled do interiérového designu a architektonických detailů, které byly typické pro tuto dobu. Fotografie, které byly použity, jsou ve velmi špatném stavu, což představuje další výzvu při jejich restaurování.

## 3. Stav fotografií

Historické interiérové fotografie byly skenovány ve vysokém rozlišení do digitálního formátu TIFF. Tyto skeny zahrnují:

- **Černobílé fotografie:** Fotografické snímky byly pořízeny v černobílém formátu.
- **Rozlišení:** 4986 x 6914 pixelů, bitová hloubka 24b.
- **Fyzické poškození:** Viditelné škrábance, trhliny, prach a další poškození způsobená časem a nedostatečným skladováním.
- **Problémy s expozicí:** Zřejmě špatně nafocené fotografie, kde kontrast mezi vnitřním a venkovním osvětlením způsobil problémy s viditelností detailů. Tato fotografie vykazuje problémy s přeexponovanými oblastmi, které jsou velmi světlé, a podexponovanými oblastmi, které jsou naopak velmi tmavé.

## 4. Použitý hardware

Pro veškeré úpravy fotek s vysokým rozlišením byl použit notebook Lenovo Legion Pro 7, který poskytuje dostatečný výpočetní výkon pro zpracování a restaurování historických fotografií. Technické specifikace zahrnují:

- **Procesor:** Intel Core i9
- **Grafická karta:** NVIDIA GeForce RTX 4090
- **RAM:** 32GB

## 5. Postup retušování a kolorizace

Pro retušování a kolorizaci interiérových fotografií byly použity kombinované metody zahrnující automatizované nástroje a manuální úpravy. Vybraný postup byl postup **A4** a **B3** vzhledem k nutnosti manuální kolorizace i retuše.

### Retušování

- **Automatická detekce a odstranění škrábanců a prachu:** Pomocí algoritmů pro detekci škrábanců a prachu byly identifikovány a odstraněny nežádoucí prvky (drobné bílé skvrnky). Tyto algoritmy využívají konvoluční neurální sítě (CNN) pro efektivní rozpoznání a odstranění poškození.
- **Inpainting:** Pro vyplnění oblastí po odstraněných poškozeních byl použit algoritmus generative content fill, který využívá vzory okolní oblasti k doplnění chybějících částí obrazu.
- **Manuální úpravy:** V případech, kde automatizované metody nebyly dostatečné, byly provedeny ruční úpravy pomocí nástrojů v Adobe Photoshopu. Tento proces zahrnoval pečlivou rekonstrukci poškozených oblastí a odstranění viditelných defektů.

### Kolorizace

- **Automatická kolorizace:** Použití nástroje Photoshop pro automatickou kolorizaci černobílých fotografií. Tento nástroj využívá hluboké neurální sítě k aplikaci realistických barev na černobílé snímky.
- **Nastavení parametrů:** Před kolorizací byly fotografie ořezány a upraveny pro optimální výsledek. Byly nastaveny parametry jako sytost a redukce šumu podle doporučených hodnot.

## 6. Výsledky

Výsledky kombinace automatizovaných a manuálních metod ukazují významné zlepšení v retuši a kolorizaci interiérových fotografií. Obrázky před a po úpravě demonstrují efektivitu těchto technik. Přesto by v takových případech byla ideální kontrola například s pamětníkem.

### Krvácení barev

Zatímco u trámů algoritmus správně pozná hnědou barvu, u přesvětlených oblastí kolem trámů dochází zřejmě k tzv. přejímaná barev, či krvácení barev (color bleeding). Přesvětlená hnědá barva se mění na červenou a ovlivňuje bílou barvu okolí. Jelikož se nejedná o urbanistické fotky, nebyl nastaven (dle postupu B2) parametr žlutá/modrá na -15 až -25 ale na hodnotu 10. Obdobně parametr purpurová/zelená byl nastaven na hodnotu 3.

### Extenzivní poškození

Fotografie jsou značně mechanicky poškozené. K odstranění poškození byl aplikován postup A3 s hodnotou parametru odstranění šumu 80 a to dvakrát za sebou s následnou manuální opravou dvou zbylých oblastí a vyplněním generativním obsahem. Jak varuje postup A3, hodnota 80 vede k časově náročným opravám, každá iterace filtru zabrala 8-10 minut.

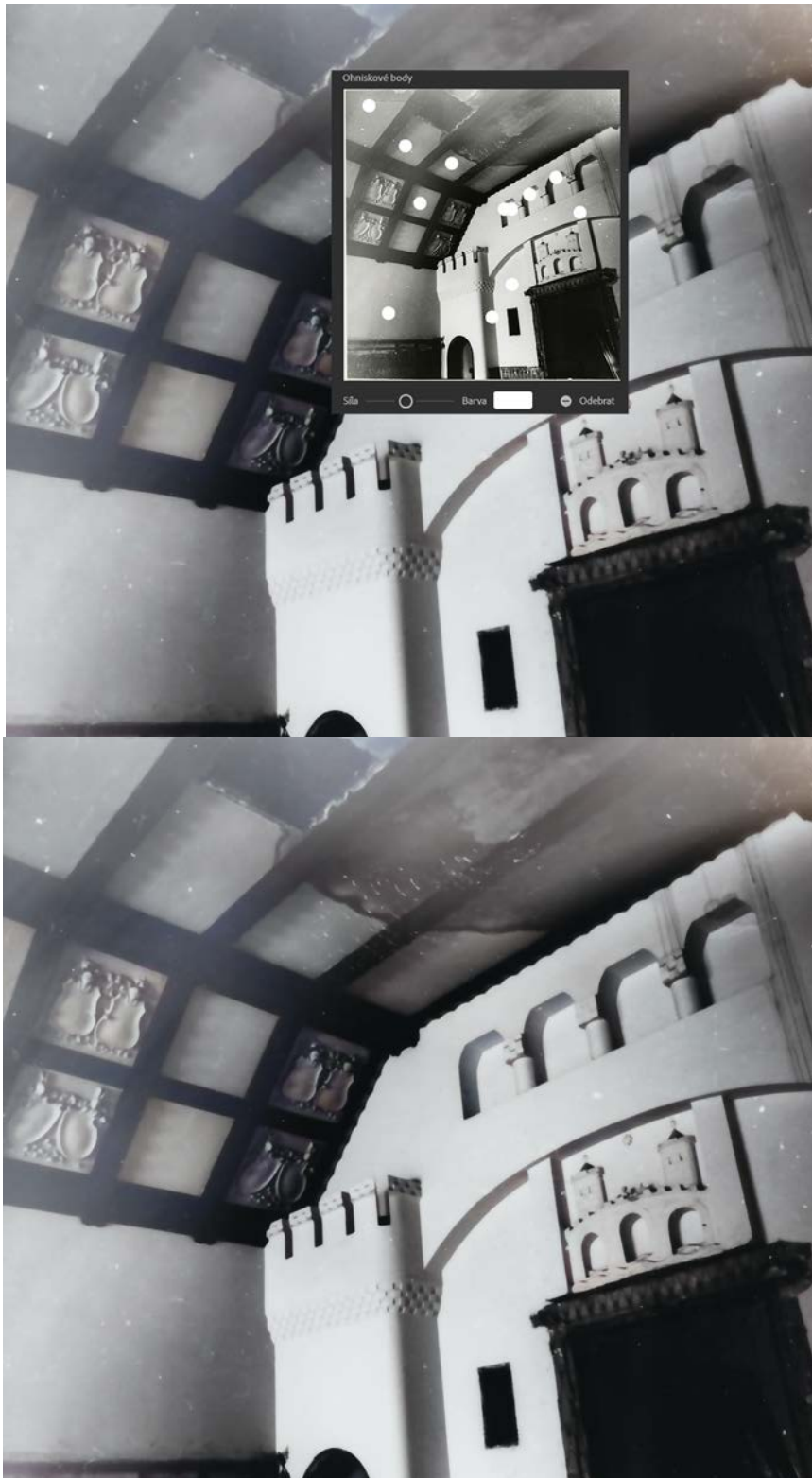




**Obr. 1:** Původní interiérová fotografie s viditelnými poškozeními a problémy s expozicí.



**Obr. 2:** Fotografie po automatické kolorizaci. Díky původnímu přsvětlení jsou barvy nastaveny zcela špatně a je zapotřebí manuální korekce pomocí ohniskových bodů.



**Obr. 3:** Nastavení ohniskových bodů definujících (předpokládanou) bílou barvu stěny (nahore), výsledek manuální kolorizace (dole).



**Obr. 4:** Fotografie po finálních automatických a manuálních úpravách dle postupu **B3**.

## 7. Dílčí závěr

Nastavení automatické kolorizace a retuše bylo provedeno s navrženými parametry dle technologie využívající konvoluční neurální sítě a inpainting. Přestože automatické metody poskytly uspokojivé výsledky, v těchto případech byly nutné finální manuální úpravy k dosažení maximální kvality a věrnosti obnoveného obrazu. Zároveň vzhledem k vysokému mechanickému poškození bylo nutno zvolit maximální doporučené hodnoty, což vedlo z extrémnímu skoku časové náročnosti, a to i na použitém hardware.

Výsledky ukazují, že přestože jsou původní postupy navrženy primárně pro exteriérové fotografie budou, je možné je použít (při změně některých parametrů, jak je navrženo v jednotlivých postupech) i na fotografie interiéru. Technologie a metodologie popsané v této zprávě se ukázaly jako efektivní a spolehlivé nástroje pro restaurování interiérových fotografií.

# Část D: Kolorizace a retuš velkých historických fotografií

*Radek Richtr*

## 1. Úvod

Kolorizace a retuš historických fotografií je klíčovou činností pro uchování a prezentaci kulturního a historického dědictví. V této zprávě se zaměříme na procesy a technologie použité při kolorizaci a retuši velkých historických fotografií z města Most. Tyto fotografie byly digitalizovány do formátu TIFF, které poskytují bezztrátovou kompresi a zachovávají vysokou kvalitu obrazu. Tento dokument popisuje ověření postupů, technické specifikace a časovou dotaci potřebnou pro obnovu těchto fotografií.

## 2. Specifikace vstupních dat

### Typ fotografie

- **Typ fotografie:** Barevné skeny černobílých fotografií
- **Lokalita:** Exteriéry budov v městě Most před jeho zbořením

### Formát a velikost souborů

- **Původní formát:** TIFF (Tagged Image File Format)
  - **Velikost:** 500 - 750 MB

### Rozlišení a kvalita

- **Rozlišení:** cca 11497 x 14279 pixelů (v závislosti na natočení skenovaného materiálu)
- **Bitová hloubka:** 24 bitů

### Stav a poškození

- **Fyzické poškození:** Viditelné škrábance, trhliny, prach a další poškození způsobená časem a nedostatečným skladováním. Časté drobné mechanické poškození (prasklinky fotografie).
- **Problémy s expozicí:** Některé fotografie vykazují problémy s přeexponovanými oblastmi, které jsou světlejší, což je problém pro automatickou kolorizaci.

## 3. Použitý hardware

Pro veškeré úpravy fotek s vysokým rozlišením byl použit notebook Lenovo Legion Pro 7, který poskytuje dostatečný výpočetní výkon pro zpracování a restaurování historických fotografií. Technické specifikace zahrnují:

- **Procesor:** Intel Core i9
- **Grafická karta:** NVIDIA GeForce RTX 4090
- **RAM:** 32GB



## 4. Postup kolorizace a retuše

Pro kolorizaci a retuš těchto velkých historických fotografií byly použity primárně postupy automatické kolorizace **B1** a retuše **A1**. V případě nedostatečného výsledku pak s manuální úpravou kolorizace **B2**. Nežádoucí objekty byly odstraněny postupem **A3**.

### Kolorizace

- **Automatická kolorizace:** Použití nástroje Photoshop pro automatickou kolorizaci černobílých fotografií. Tento nástroj využívá hluboké neurální sítě k aplikaci realistických barev na černobílé snímky.
- **Nastavení parametrů:** Před kolorizací byly fotografie ořezány a upraveny pro optimální výsledek. Byly nastaveny parametry dle postupu **B1** a **B2**.
- **Manuální doladění barev:** Po automatické kolorizaci byly fotografie v případě přexponování manuálně doladěny v Adobe Photoshopu postupem **B2**, aby se dosáhlo co nejpřesnějšího a nejrealističtějšího výsledku.

### Retušování

- **Automatická detekce a odstranění škrábanců a prachu:** Pomocí algoritmů pro detekci škrábanců a prachu byly identifikovány a odstraněny nežádoucí prvky postupem **A1**. Tyto algoritmy využívají konvoluční neurální sítě (CNN) pro efektivní rozpoznání a odstranění poškození.
- **Inpainting:** Pro vyplnění oblastí po odstraněných poškozeních byl použit algoritmus generative content fill dle postupu **A3**, který využívá vzory okolní oblasti k doplnění chybějících částí obrazu.

## 5. Časová dotace

Časová dotace pro úpravu těchto velkých fotografií se liší podle míry poškození a potřeby manuálních úprav. Naskenované fotografie jsou poměrně velké jak rozlišením, tak paměťově. Je vhodné zmínit, že už prostá manipulace s nimi (načtení, uložení, atd) může trvat i několik minut.

- **Optimální případ (pouze automatické úpravy):** cca 10 minut na fotografii.
- **Středně poškozené fotografie (potřeba manuálních úprav):** 25-30 minut na fotografii.
- **Silně poškozené fotografie (mnoho drobných poškození):** Až 3 hodiny na fotografii.

Zhruba 50% - 60% naskenovaných fotek lze opravit jednoduchými automatickými postupy. nejčastější chybou je problematické expoziční, která vyžaduje manuální zásahy do kolorizace (postup B2), které jsou sice jednoduché, ale vzhledem k velikosti fotek časově nákladné. jen jednotky fotek jsou tak poškozeny, že jak automatické kolorizace, tak odstranění šumu a vad zabere více než tři hodiny času. obvykle se jedná o velmi velké množství velmi malých chyb, které není vhodné odstranit postupem **A3** (generativní obsah), ale naopak vyžaduje vysokou časovou dotaci automatického postupu **A1**.



## 6. Výsledky

Výsledky kombinace automatizovaných a manuálních metod ukazují významné zlepšení v kolorizaci a retuších historických fotografií. Obrázky před a po úpravě demonstrují efektivitu těchto technik.



**Obr. 1:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.



**Obr. 2:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.



**Obr. 3:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.





**Obr. 4:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.



**Obr. 5:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.



**Obr. 6:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.





**Obr. 7:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.



**Obr. 8:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.



**Obr. 9:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.





**Obr. 10:** Ukázky obarvených a retušovaných fotografií; vlevo originál, vpravo upravená fotografie.



**Obr. 11:** Nahoře: detail poškozené fotografie. Vlevo dole: ukázky již obarvené fotografie (snímek z procesu odstranění z Photoshopu), která obsahuje vysoké množství drobných chyb (škrábance, prasklinky). Odhadovaný čas tří hodin narostl až na 342 minut. Vpravo dole: Detail výstupu.



**Obr. 12:** Ukázka dalšího typu vady k retuši.





**Obr. 13:** Velmi poškozená fotografie s množstvím velmi drobných chyb



**Obr. 14:** Velmi poškozená fotografie, kolorováno, retušováno. Čas automatické retuše 133 minut.

## 7. Dílčí závěr

Nastavení automatické kolorizace a retuše bylo provedeno s navrženými parametry dle technologie využívající konvoluční neurální sítě a inpainting. Přestože automatické metody poskytly uspokojivé výsledky, v některých případech byly nutné finální manuální úpravy k dosažení maximální kvality a věrnosti obnoveného obrazu. Použití těchto postupů je sice jednoduchá, ale časově náročná vzhledem k velikostem a detailu fotek však očekávané.

Výsledky ukazují, že kombinace automatických a manuálních technik poskytuje vysoce kvalitní obnovu historických fotografií, která je důležitá pro jejich další využití v historických studiích a digitálních archivech. Technologie a metodologie popsané v této zprávě se ukázaly jako efektivní a spolehlivé nástroje pro kolorizaci a retuš velkých historických fotografií, a to i s použitím přibližných referenčních hodnot z původních, kolorovaných fotografií, či barevných kreseb.

## Závěr

Na základě provedených testů a analýz můžeme potvrdit, že bylo ověřeno, že technologie digitálního restaurování starých fotografií budov pro tvorbu virtuálních 3D modelů městské zástavby splňuje požadavky na provádění kolorizace a retuše historických fotografií, zejména těch s velkým rozlišením a významným stupněm poškození. Testování ukázalo, že tato technologie je schopna efektivně zpracovávat fotografie, obnovovat detaily, eliminovat škrábance, prach a další nedokonalosti, a zároveň poskytuje vysoce kvalitní výsledky jak v automatických, tak manuálních režimech.

Technologie se ukázala jako spolehlivá nejen v případech, kde byly požadovány základní automatické úpravy, ale i v situacích, kdy byly nezbytné pokročilé manuální zásahy. Ačkoli některé úkony, zejména u velkých a detailních fotografií, vyžadují nemalou časovou dotaci, celkové výsledky potvrzují, že kombinace automatizovaných a manuálních postupů zajišťuje maximální věrnost a kvalitu obnoveného obrazu.

Tímto potvrzujeme, že technologie digitálního restaurování starých fotografií budov pro tvorbu virtuálních 3D modelů městské zástavby je plně vhodná pro použití v historických studiích a digitálních archivech, a že poskytuje nástroje nezbytné pro zachování a prezentaci kulturního dědictví s důrazem na přesnost a autentický vzhled výsledných fotografií.