

Digitalizace fotografických předloh

Jan Hubička

Muzeum fotografie Šechtla a Voseček
Tábor

Efektivní rozlišení filmů

Udáváno výrobcí už od 20. let

Měřeno podle počtu čar na milimetr, které může film prokreslit při kontaktní kopii v ideálním kontrastu

Lze snadno přepočítat na digitální období
(počet bodů na palec: DPI)

Budeme uvádět rozlišení v DPI

Zdroj: Timothy Vitale, Image File Formats: TIFF, JPEG & JPEG2000.

Efektivní rozlišení filmů

Moderní černobílý negativ
s velkým rozlišením **8128 DPI**

Moderní barevný film
s velkým rozlišením **5080 DPI**

Běžný černobílý film **3912 DPI**

Běžný pozitiv na papíře **200 DPI**

Průměr černobílých filmů
z roku 1940 kromě mikrofilmů **2590 DPI**

Průměr černobílých filmů **3530 DPI**

Průměr černobílých filmů
1970-2004 **6400 DPI**

Vliv čoček na rozlišení negativu

Čočky jsou často limitující faktor procesu

Moderní optika pro 35mm snižuje rozlišení
CCA o 25%

Optika velkého formátu cca o 40%

Optika velkého formátu z let 1890-1920
o 60-80%

Optika většího formátu dosahuje horšího množství
čar na palec; používá více skla

Efektivní rozlišení čoček

Optika z let 1840-1930	20 lp/mm 900 DPI
Průměrná optika	40 lp/mm 2100 DPI
Kvalitní optika velkého formátu	60 lp/mm 3000 DPI
Skvělá optika velkého formátu	80 lp/mm 4200 DPI
Schneider 150 APO Symmar f5.6 na f8	100 lp/mm 5400 DPI
Nikkor & Canon 50mm & 80mm na f8, na stativu, pouze na filmu	120 lp/mm
Leica/Zeiss 35mm a střední formát	140 lp/mm

Efektivní rozlišení kombinace čočka 80 lp/mm + film

Barevný negativ	2170 DPI
Barevný diapozitiv	1620 DPI
Historický černobílý negativ	1700 DPI
Velký formát	1024 DPI
Poválečný černobílý negativ	2100 DPI
Moderní černobílý negativ	2400 DPI

**Digitalizace je doporučena vždy
na vyšším rozlišení
(přibližně dvojnásobku, pokud
je k dispozici)**



Knihkupectví ARNOŠTA PEŠLA

2

AD
PR
AN

Prvního
Kalendář

Prvního
Kalendář

AD
PR
AN

Prvního
Kalendář

Prvního
Kalendář



Rozlišení použité v našem projektu

Historické negativy (skleněné a nitrátové)	2400 DPI
Historické negativy s portréty (nad 13x18cm)	1200 DPI
Historické kinofilmy	5400 DPI
Negativy středního formátu	4000 DPI
Zvětšované pozitivy	400 DPI
Kontaktní tisky bez rastru	800 DPI
Vizitky a pozitivy s rastrem/strukturou	1200 DPI

Dynamický rozsah filmů

Měřeno jako poměr nejsvětlejšího DMIN a nejtmašího DMAX odstínu, udáváno v logaritmické stupnici o základu 10.

Nitrátový negativ: průměr 2.0-2.6,
DMAX ale až 3.4-3.8d

Kinofilm kodak, 1943: 1.4-1.6d

Barevný diapozitiv: 3.2d

Kodachrom: 2.3d

Tisky na papíře max. 2.4d lesklé, 1.8 matné

Rozsah může zvýšit retuš či poškození!

Skener by vždy měl přesahovat odhadovaný dynamický rozsah originálu

Základní typy skenerů

Poloprofesionální stolní skenery

CCD snímače

Snímač šíře celého skeneru pohybující se jedním směrem

Každý snímací element má svou čočku

Epson, Canon, HP, Microtek, UMAX

Profesionální stolní skenery

Snímače pohybující se ve všech směrech

Optika středního formátu, ostření.

Kodak (Creo), Fuji Lanovia, ...

Filmové skenery

Základní princip stejný jako u stolních skenerů

Méně univerzální konstrukce: omezení na maximální velikost filmu
(35mm nebo střední formát)

Odstraňují sklo z optické cesty
(zdůrazňováno při marketingu, ale není to podstatné)

Optika srovnatelná s profesionálními skenery

Většinou se pohybuje film vůči snímači

Nikon, Minolta, Microtek

Virtuální buben

Pouze skenery Imacon/Hasselblad

Film je upnut do magnetické planžety a skener skrotí film do válce, čímž jej vyrovná

Robusní konstrukce podobná zvětšovacímu přístroji s rozptylovačem světla, kvalitním objektivem a CCD snímačem

Nejrychlejší filmové skenery vůbec (řádově sekundy na sken v plné kvalitě)

Starší modely mají příliš směrové světlo

Nepodporuje odstraňování škrábanců

Bubnové skenery

Filmové materiály se lepí na válcový buben

Skener snímá jen několik bodů naráz pomocí laseru orientovaným pomocí zrcadel přes film do velkého snímače (MFT)

Nejkvalitnější snímače vůbec. Optické rozlišení záleží na nastavení zrcadel. Kontrola nad šíří paprsku světla

Skenování je pomalé, náročné na originál

Bubnové skenery se dnes nevyrábí

Přefotografování

Nejrychlejší a nejšetrnější forma digitalizace

Existují digitální stěny s velkým rozlišením (cca 7000 pixelů šíře) s pojízdným snímačem (jako u stolního skeneru)

“single shot” zadní stěny s rozlišením CCA 20MB

Je potřeba volit kvalitní optiku a podsvit

Kvalitní optika velkého formátu dosahuje 60-80lp/mm, tedy cca 3000-4000DPI.

Rychlé a citlivé snímače generují větší množství šumu.

Rozlišení skenerů

Udáváno v počtu bodů na palec

Výrobce většinou udává:

Optické rozlišení

Počet snímků na palec

Optika skenerů často nedosahuje slibovaných parametrů

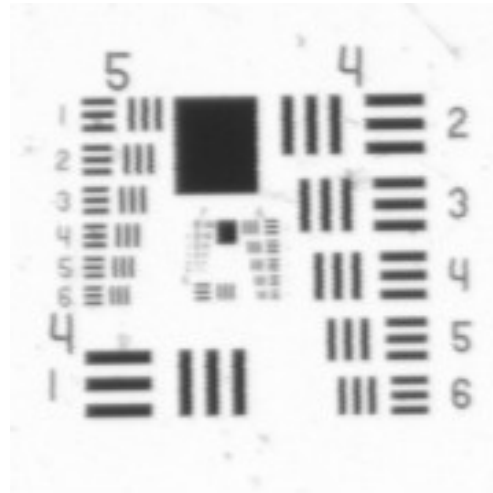
Interpolované rozlišení

Naprosto nesmyslný parametr jak moc dokáže software obrázek zvětšit

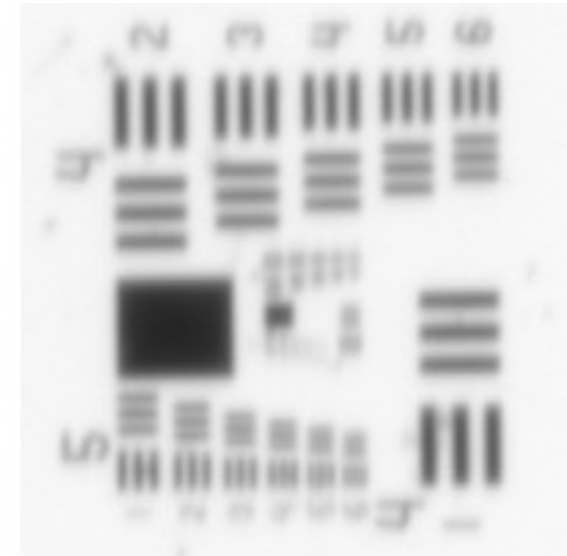
Efektivní rozlišení

Počítáno podle rodle
počtu čar rozlišených
na milimetr

Lze snadno přepočítat
na počet bodů na
palec

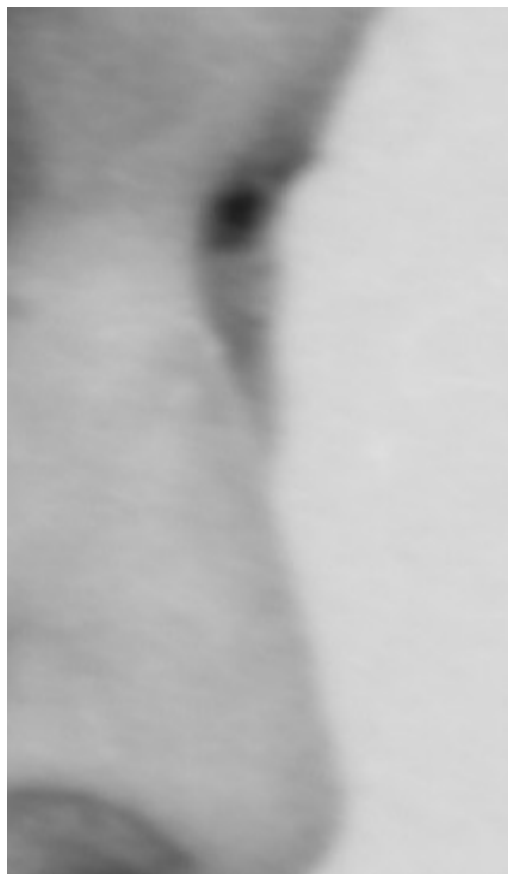


Nikon LS-4000
4000dpi

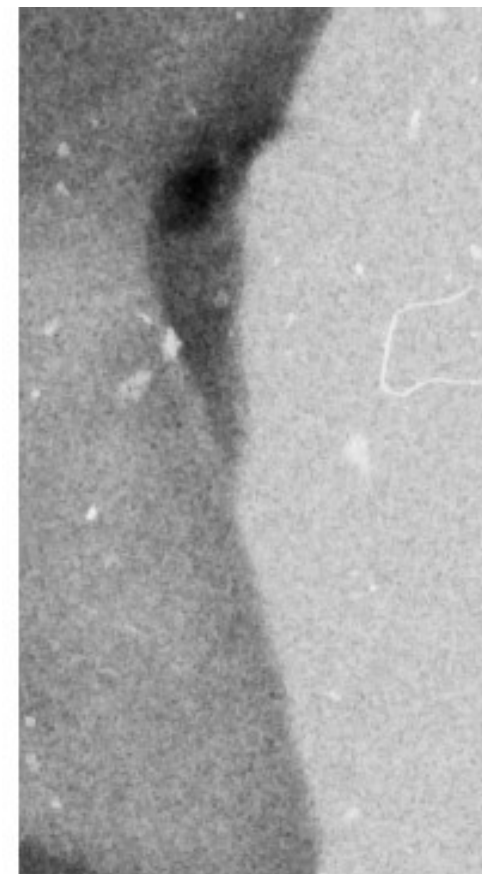


Epson 4870
4800dpi

Efektivní rozlišení
2000DPI



Efektivní rozlišení
5400DPI



Efektivní rozlišení

Přibližné hodnoty

Stolní skenery: **1800-2040 DPI** (Epson V750)

Profesionální stolní skenery: **4000 DPI**

Filmové skenery: **4000 DPI** (Nikon) **5400 DPI**
(Minolta)

Virtuální buben: **4000 DPI** (Imacon)

Bubnové skenery: **>4000 DPI**

Přefotografování: max. **3000 DPI**

Bitová hloubka skeneru

Počet bitů na pixel sejmutý D/A převodníkem

Většinou buď 8, 12, 14 a nebo 16 bitů na kanál
24, 36, 42 nebo 48 bitů na pixel v RGB

Více než 8 bitů hloubky je velmi podstatné pro digitalizaci negativů a diapozitivů

Moderní skenery mají téměř vždy 16bitové převodníky

Software je často omezený na 8 bitů výstupu

Dynamický rozsah

DMIN je nejsvětlejší skenovatelná barva v logaritmické škále o základu 10

DMAX je nejtmavší skenovatelná barva

Dynamický rozsah: rozdíl mezi DMAX a DMIN ve fixní expozici.

Výrobci často uvádí rozsah podle bitové hloubky: 2.4d pro 8 bitů, 3.6d pro 36 bitů, 4.8d pro 48bitů

CCD převodníky nepřesahují 4.0d

Dynamický rozsah

Měření dynamického rozsahu záleží na metodě, teplotě snímačů a dalších faktorech

Výsledky publikované silverfastem:

Nikon LS-5000 3.53d, 4.24d s násobnou expozicí (výrobce udává 4.8d)

Epson Perfection 4990 a 700 3.11d, 3.33d s násobnou expozicí (výrobce uvádá 4.0d)

Největší rozsah dosahují bubnové skenery s MFT

Omezující faktor hlavně pro barevné diapozitivy.

Orientační parametry běžných skenerů

Epson 4990: **1600-2000 DPI, 3.1d**

Epson V750: **2000-2300 DPI, 3.1d**

Canon 9950F: **1600 DPI**

Microtek i900: **1400-1600 DPI**

Microtek F1: **2000 DPI**

Nikon Coolscan 9000ED: **3600-4000 DPI, 3.5d**

Minolta DiIMAGE 5400: **4600-5400 DPI**

Více na <http://www.filmscanner.info>

Software pro digitalizaci

Podstatné vlastnosti:

Kontrola nad expozicí

Uložení master souboru v nemodifikované podobě bez ztráty bitové hloubky

Podpora násobného skenování, expozice zvláště pro diapozitivy a negativy

Podpora tvorby ICC profilu skeneru

U levnějších typů skenerů lze často dodávaný software nahradit programem vuescan či silverfast.

Prokreslení filmového zrna

Zrno v emulzi i škrábance rozptylují světlo

Bubnové skenery a některé filmové skenery používají směrové světlo a v tomto případě “oslepnou”

Kinofilmové skenery Nikon Coolscan jsou extrémně směrové!

Většina skenerů používající LCD jako zdroj světla

Směrové světlo zvyšuje rychlost skenování a hloubku ostrosti

Některé skenery omezují vliv rozptýleným světlem

Stolní skenery často používají rozptýlené výbojky

Minolta 5400 obsahuje volitelnou matnici (není v modelu Minolta 5400-II)

Pro Nikon a Minoltu je dostupný rozptylovač Scanhancer.

Flextight od modelu 948 obsahuje rozptylovač světla

Prokreslení filmového zrna

Alternativní metoda je wet mounting:
film se ponoří do “oleje” přibližně stejné hustoty jako je emulze. Omezí se tím rozptyl světla.

Téměř nutné pro digitalizaci na bubnovém skeneru

Existují solventy které nezanechávají reziduum. Tim Vitale je doporučuje I pro nitrátové filmy

Stanice pro wet mounting jsou dostupné pro stolní skenery Epson 750Pro, profesionální stolní skenery I pro skener Nikon Coolscan 9000 ED.

Prokreslení filmového zrna

Na bubnovém skeneru lze ovládat aperture, šíří paprsku skenujícího negativ. Širší aperture redukuje ostrost a snižuje vliv zrna

K dispozici jsou i softwarová řešení, zejména NoiseNinja a NeatImage. Nenahradí ale kvalitní sken.

Automatické retušování

Technologie Digital ICE používá infračervený sken pro detekci škrábanců

Běžné barevné diapozitivy a filmy jsou v infračerveném světle průhledné a jsou vidět nečistoty

Neplatí o černobílých filmech a částečně o Kodachromu: stříbrná zrnka jsou neprůhledná v infračerveném světle.

Kalibrace barev

Problémy:

CCD snímače nejsou lineární

Spektra filtrů ve skeneru neodpovídají vnímání lidského oka ani spektrům jednotlivých složek filmů

Zdroj světla ve skeneru neodpovídá dennímu světlu, stárne a není stabilní

Dochází tak k netriviálním barevným posunům závislým na daném skeneru a na typu skenovaného materiálu

Problém nejde odstranit jednoduchou manipulací s výsledkem ve photoshopu

Kalibrace barev je podstatným krokem při digitalizaci všech barevných předloh

Kalibrace barev

Terčík IT-8 obsahuje vzorky jednotlivých barev na daném materiálu.

Dodávané CD obsahuje přesné údaje proměřené na daném terčíku

Skenovací program může spočítat převod z barevného prostoru skeneru

Kvalita profilu závisí na kvalitě implementace kalibrace, na typu terčíku atd.

Kalibraci je nutné čas od času opakovat

Levný zdroj relativně kvalitních terčíků na množství materiálů: **Wolf Faust**, <http://www.coloraid.de>

Náročnost digitalizace na originál

Poškození světlem

Podle studia Tima Vitale, množství světla u CCD skenerů odpovídá 1-15 luxhodinám, 1-2% denní dávky světla při vystavení v muzeu. Studená katoda vydává 0.7-2.4% UV světla.

Bubnové skenery jsou nejnáročnější, fotografování s fleší nejméně náročné

Poškození teplem

Poškození otřesy

Mechanické poškození při manipulaci s originálem

Umístění skroucených filmů do držáku bývá náročné. Negativy se často skenují emulzí dolů.

Negativy s uvolněnou emulzí lze skenovat obráceně.

Skenování na stolním i filmovém skeneru je přijatelné u většiny originálů. Je vhodné minimalizovat počet skenů.

Doba digitalizace

Stolní a filmové skenery:

Deska 18x24cm, Epson Perfection 4990, 2400 DPI.
CCA 8 minut

Kabinetka, Epson Perfection 4990, 1200DPI,
CCA 20 sekund

Negativ 6x6cm, Nikon Coolscan 9000, 4000 DPI, CCA
5.5 minuty

Diapozitiv 6x7, Nikon Coolscan 9000, 4000 DPI, CCA 6
minut

Skenování na skeneru Flextight či s digitální zadní stěnou
trva řádově sekundy

Celková doba digitalizace s očištěním, skenováním,
přidáním do databáze je CCA 20 minut.

Velikost výsledných souborů

Černobíle, JPEG2000 bezztrátově

Kinofilm, 5400DPI: 50-60MB

Negativ 13x18cm, 2400DPI: 230-290MB

Negativ 18x24cm, 2400DPI: 430-450MB

6x6 film, 4000DPI, 130-170MB

Úspora bezztrátového JPEG2000 vůči TIFF cca 30-40%

Ztrátová komprese JPEG2000 při 98% kvalitě použita pro vše ostatní, úspora CCA 98%

Základní procedura digitalizace

Co je nutné rozhodnout během skenování

- Očištění originálu

- Rozlišení skenu, režim digitalizace

- Doba expozice

- Zaostření skeneru

- Výřez obsahující celý originál a okraje

Co není nutné

- Vývážení gradace a barev

- Digitální dostření

- Digitální redukce šumu

Použití software podporující uložení nemodifikovaného obrazu v plné kvalitě výrazně snižuje pravděpodobnost chyb

Kontrola kvality skenů

Kontrola kvality skenu na monitoru je možná jen do určité míry

Nízké rozlišení neumožňuje posoudit množství šumu a zrna

8bitů přenosu nezobrazí úplnou informaci o odstínech na skenu

Expozici a barevnou věrnost lze posoudit z obrazů v nízkém rozlišení.

Je vhodné pravidelně pořizovat zvětšeniny a tisky z archívu

Je nutné namátkově kontrolovat výsledné soubory pro problémy s expozicí, mechanické poruchy skeneru, kalibraci barev, čistotu skenů

Příklady problémů v našem projektu

Po určité době si skenerista ušetřil práci a přestal dělat náhledy před skenem u stejně velkých negativů: problémy s expozicí

Náraz do stolu posunul desku ve skeneru

Problémy s rovností filmů ve flmovém skeneru Minolta 5400

Špatně volené výřezy neobsahující celý originál

Některé negativy přesahují velikost skeneru

Nová verze programu pro zpracování formátu TIFF obsahovala chybu a zahazovala horních 8 bitů u 16-ti barevných souborů: ztráta CCA 300 skenů

Problémy s expozicí u rozbitých a nebo krytých negativů

Archív na DVD byl přesunut pod střešní okno (ztráta CCA 200 DVD)

Uložení digitálních fotografií

Master soubory s minimální úpravou

Nutný plán pro dlouhodobou migraci

Otevřené formáty (bez závislosti na daném výrobci).

Podpora 16 bitů hloubky a barevných prostorů

Je doporučena bezztrátová komprese: umožňuje snadnou migraci na nové algoritmy. Migrace z jednoho ztrátového algoritmu na nový zvětšuje ztrátu.

Pracovní kopie v nižší kvalitě a ztrátovém formátu

Nejčastější formáty

TIFF

De-facto otevřený standard pro digitální formáty

Nejrozšířenější formát vůbec

Nekvalitní podpora komprese (dnes alespoň bez patentů)

JPEG2000

Moderní formát s kvalitní kompresí (bezztrátově cca 1/3 velikosti, ztrátově až 1/100 bez znatelných artefaktů)

Odolnost vůči poškození, rychlé nahrávání v nízké kvalitě

Špatná podpora v běžných programech pro zpracování obrázků

Problematické formáty

RAW

Ukládá data z digitálních fotoaparátů bez ztráty informace

Závislý na výrobci a proto nevhodný pro archivaci. Zajímavé alternativy jsou RAW-TIFF v programu vuescan a DNG (“univerzální raw”) firmy Adobe.

JPEG

Nepodporuje 16 bitů hloubky

Ztrátová komprese se zastaralým algoritmem

Uložení digitálních dat

Digitální nosiče mají živostnost cca 5 let a technologie zastarává. (dnes nemáme zařízení pro čtení 20 let starých datových nosičů)

Digitální data umožňují neomezenou migraci s nosiče na nosič. Pravidelná migrace na moderní nosiče je tedy řešením.

Cena uložení 1MB dat se sníží na 1/10 přibližně za každé 4 roky. Uložení fotografií ve vysokém rozlišení tedy nepředstavuje neřešitelný problém

Zastarávání formátů vyžaduje migraci na nový formát přibližně jednou za 10-20 let.

Správa digitálních archívů není příliš drahá ale vyžadují stálou péči.