

Zpřesnění vyhodnocení vysokorychlostních dějů pomocí kamerového systému Olympus i-Speed II

Bc. Martina Radenová

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martina Radenová**
Osobní číslo: **T12852**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení jakosti**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Zpřesnění vyhodnocení vysokorychlostních dějů pomocí kamerového systému Olympus i-Speed II**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte rešerši pro snímání a hodnocení vysokorychlostních dějů pomocí vysokorychlostních kamerových systémů
2. Provedte nasnímaní zadaného vysokorychlostního děje za simulovaných problematických expozičních podmínek
3. Provedte obrazovou korekci nasnímaného vysokorychlostního děje pomocí grafických programů Gimp a Adobe Premiere
4. Porovnejte výsledky korigovaného vysokorychlostního děje s původním záznamem
5. Vyhodnoťte využitelnost grafických programů na zpřesnění vyhodnocení výsledků

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] PATA, Vladimír. Vysokorychlostní kamerové systémy. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-480-X

[2] PONEC, Jan a Milič JIRÁČEK. Digitální fotografie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2002, ISBN 80-244-0533-4

[3] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Encyklopedie fyziky [online]. (c)2006-2013. Dostupné: <http://fyzika.jreichl.com/>

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Vladimír Pata
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

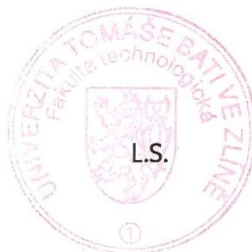
10. února 2014

Termín odevzdání diplomové práce:

12. května 2014

Ve Zlíně dne 10. února 2014


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zaoberá problematikou snímania vysokorýchlostných dejov pomocou kamerového systému Olympus i-Speed II.

Teoretická časť práce je zameraná na snímanie a spracovanie vysokorýchlostných dejov a vplyvy, ktoré pôsobia na výslednú kvalitu záznamu. Ďalej rozoberá problematiku vysokorýchlostných kamerových systémov a možnosti vylepšenia obrazu pomocou grafických programov.

Praktická časť je zameraná na spresnenie vyhodnotenia vysokorýchlostných dejov, ktoré boli nasnímané za nevhodných expozičných podmienok. Súčasťou praktickej časti je úprava týchto záznamov pomocou grafických programov Adobe Premiere a Gimp.

Kľúčové slová: vysokorýchlostný kamerový systém, Olympus i-Speed II, expozícia, Gimp, Adobe Premiere

ABSTRACT

This thesis deals with the high-speed processes scanning by using camera system Olympus i-Speed II.

The theoretical part of the thesis is focused on scanning and processing of high-speed processes and factors that could influence final output quality. Further it discusses topic of high-speed camera systems and options of frame improvement by using of various graphical programs.

The practical part of the thesis is focused on improvement of evaluating of the high-speed processes, which were scanned in inappropriate exposure conditions. Practical part includes processing of these outputs by using graphic programs Adobe Premiere and Gimp.

Keywords: high-speed camera system, Olympus i-Speed II, Exposure, Gimp, Adobe Premiere

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČASŤ	11
1 ÚVOD DO TEÓRIE SIGNÁLU	12
1.1 KLASIFIKOVANIE SIGNÁLOV	13
1.2 MATEMATICKÉ ZÁKLADY DIGITALIZÁCIE.....	14
1.3 FOURIEROVA ANALÝZA	16
2 OPTIKA	19
2.1 GEOMETRICKÁ OPTIKA	19
2.2 ŠÍRENIE SVETLA	20
2.3 LOM A ODRAZ SVETLA.....	20
2.3.1 Lom svetla	21
2.3.2 Odraz svetla.....	22
2.4 ZÁKLADY OPTICKÉHO ZOBRAZOVANIA	23
2.4.1 Zobrazovanie šošovkami.....	24
2.4.2 Zobrazovanie tenkou šošovkou.....	25
2.4.3 Sústava tenkých šošoviek.....	27
3 FARBA DIGITÁLNEHO OBRAZU	28
3.1 ZÁKLADNÉ FAREBNÉ MODELY.....	30
3.1.1 Model RGB	30
3.1.2 Model CMY (CMYK).....	31
3.1.3 Modely CIE LAB a CIE LUV	31
3.1.4 Modely zobrazovania farebného priestoru.....	32
4 UCHOVANIE DIGITÁLNEHO OBRAZU	33
4.1 KOMPRESIA	33
4.2 KOMPRESNÉ METÓDY	34
4.3 PREHLAD GRAFICKÝCH FORMÁTOV	35
5 VYSOKORÝCHLOSTNÉ KAMEROVÉ SYSTÉMY	37
5.1 VYUŽITIE VYSOKORÝCHLOSTNÝCH KAMIER V PRAXI	37
5.2 PODMIENKY SNÍMANIA DEJA	38
5.2.1 Expozícia.....	38
5.2.2 Osvetlenie.....	39
5.2.3 Shuttering	42
5.3 VÝROBCOVIA VYSOKORÝCHLOSTNÝCH KAMIER	44
6 OLYMPUS I-SPEED II	46
6.1 SNÍMKOVÝ KMITOČET	47
6.2 ČAS UZÁVIERKY	48
6.3 OBJEKTÍV	48
6.4 ZÁKLADNÉ PARAMETRE KAMERY PRI SNÍMANÍ.....	49
6.5 ZAPOJENIE.....	50
6.5.1 Ovládač displeja	51
6.5.2 Diaľkové ovládanie	51

6.6	PRIPOJENIE SYSTÉMU	52
6.6.1	Pripojenie k CDU	53
6.6.2	Pripojenie k RCP.....	54
6.7	SOFTWARE OLYMPUS I-SPEED II	54
7	GIMP A ADOBE PREMIERE	56
7.1	GIMP	56
7.2	ADOBE PREMIERE	57
II	PRAKTICKÁ ČASŤ	58
8	PROSTREDIE A PODMIENKY PRI SNÍMANÍ	59
9	DÔVODY POUŽITIA GRAFICKÝCH PROGRAMOV	65
10	ADOBE PREMIERE	66
10.1	VYTVORENIE PROJEKTU	66
10.2	PRACOVNÉ PROSTREDIE	68
10.3	FILTRE.....	71
10.3.1	Efekty úpravy	73
10.3.2	Vkladanie filtrov	76
10.4	ULOŽENIE PROJEKTU	78
11	GRAFICKÁ ÚPRAVA ZÍSKANÝCH ZÁZNAMOV	80
11.1	ÚPRAVA ZÁZNAMU_1	80
11.2	ÚPRAVA ZÁZNAMU_2	88
11.3	ÚPRAVA ZÁZNAMU_3	93
11.4	ÚPRAVA ZÁZNAMU_4	99
11.5	MOŽNOSTI VYUŽITIA ĎALŠÍCH EFEKTOV PRI ÚPRAVE	104
11.5.1	Mriežka	104
11.5.2	Lightening	105
11.5.3	Transform	106
11.5.4	Vkladanie filtrov na viac záznamov naraz	107
11.5.5	Preloženie záznamu.....	110
12	GIMP	114
12.1	PRACOVNÉ PROSTREDIE PROGRAMU.....	114
12.2	VLOŽENIE SÚBORU	115
12.3	NÁSTROJE	116
12.4	ULOŽENIE SÚBORU	117
13	ÚPRAVA SNÍMKY.....	119
13.1	PRELOŽENIE SNÍMOK	125
13.2	VLOŽENIE KRIVKY.....	126
13.3	ĎALŠIE ÚPRAVY OBRAZU	128
14	VYHODNOTENIE.....	129
	ZÁVER	132
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	134
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	137
	ZOZNAM OBRÁZKOV	138

ZOZNAM TABULIEK	143
ZOZNAM GRAFOV	144

ÚVOD

Vysokorychlostné kamerové systémy nachádzajú využitie v rôznych oblastiach priemyslu, vo výskume, či vývoji. Vysokorychlostné kamery dokážu detailne nasnímať skúmaný dej, a tým poskytnúť užitočné informácie pri riešení vzniknutých problémov.

Pri snímaní je dôležité nastavenie osvetlenia, rýchlosti uzávierky a použitie vhodného objektívu so správne zvolenou ohniskovou vzdialenosťou, na koľko ovplyvňujú výslednú kvalitu získaného záznamu.

Problematika vysokorychlostných dejov mnohokrát spočíva v nemožnosti opakovania nasnímaného deja, prípadne je opakovanie tohto deja finančne náročné. V praxi sa stáva, že nastavené podmienky snímania nevyjdú a vysokorychlostné deje nie sú kvalitne nasnímané. To znemožňuje kvalitné a presné vyhodnotenie. V konečnom dôsledku môže nastať situácia, že nasnímaný záznam je pre vyhodnotenie nepoužiteľný.

V tomto prípade na úpravu záznamu nemusí stačiť software-ové vybavenie kamerového systému, a preto je cieľom diplomovej práce:

Využitie grafických programov na úpravu nasnímaných vysokorychlostných dejov pri problematických expozičných podmienkach za účelom spresnenia a vyhodnotenia skúmaných dejov.

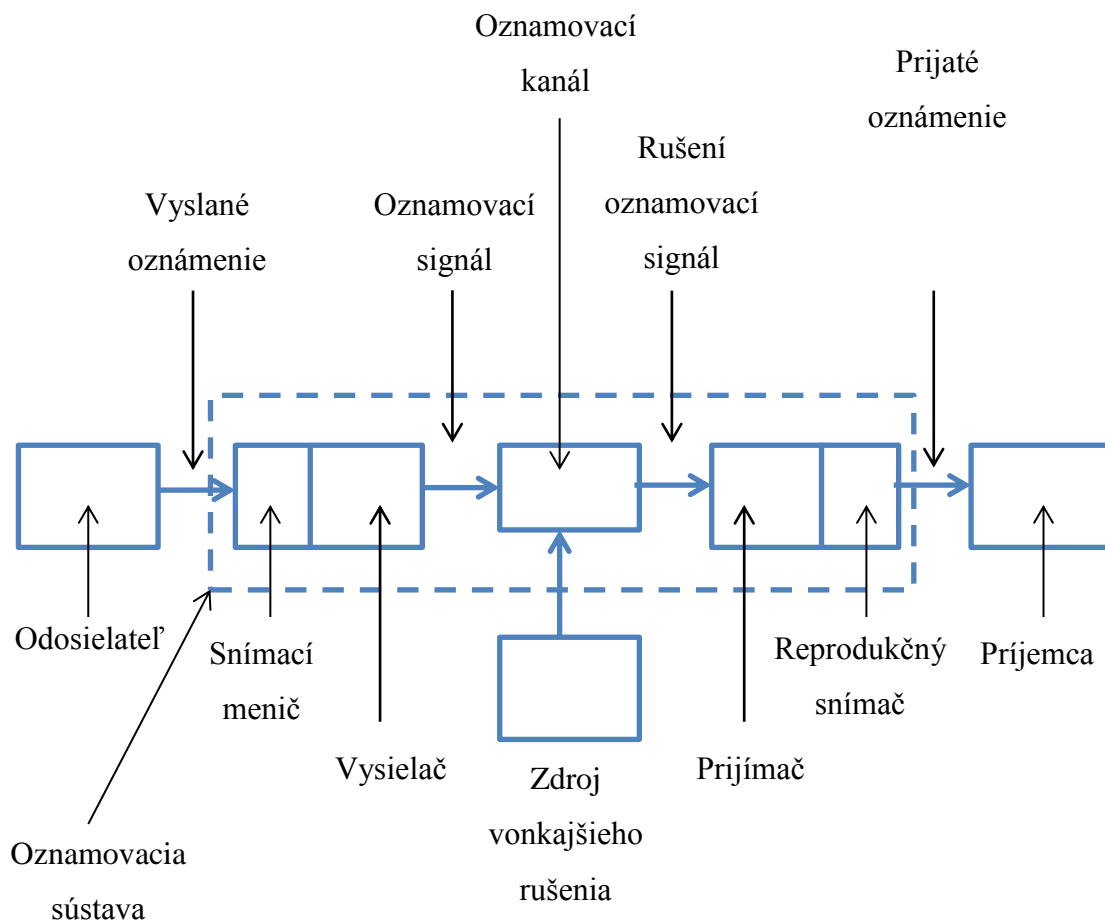
Grafické programy na úpravy obrazu a videí poskytujú užívateľovi upraviť obraz pomocou rôznych funkcií a filtrov, ktoré sa bežne nenachádzajú v software-rovom vybavení vysokorychlostných kamerových systémov. V prípade nekvalitne nasnímaného deja a nemožnosti opakovania snímania sa znižuje možnosť využiteľnosti získaného záznamu a jeho presného vyhodnotenia.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 ÚVOD DO TEÓRIE SIGNÁLU

Signál je možné definovať ako časový priebeh determinovanej alebo náhodnej fyzikálnej veličiny, [3] teda závislosť nejakej veličiny s na určitom čase t . Za závislú veličinu možno považovať napr. napätie, prúd, zvuk, či elektromagnetické vlnenie. V praxi sa signály využívajú veľmi často a každý z nich má svoje charakteristické vlastnosti, ktoré možno vyjadrovať pomocou funkcií. [4]

Užitočný signál sa nazýva *oznamovacím signálom* a prostredie, v ktorom prebieha prenos takého to signálu, nazývame *oznamovací* či *komunikačný kanál*. *Spojenie* nastáva, ak sa oznámenie dostane od odosielateľa k príjemcovi. Na prenos pôsobia rušivé vplyvy - *rušenie*, ktoré spôsobuje *skreslenie* pôvodného signálu a zhoršuje jeho kvalitu. [3]



Obr. 1 Schéma jednocestnej oznamovacej sústavy [3]

Odosielateľ vysiela oznámenie (informáciu) na *snímací menič* (napr. mikrofón), na ktorého konci získame elektrickú formu oznámenia – signál. V snímači sa kóduje signál pomocou kódovacieho kľúča a postupuje ďalej prostredníctvom *oznamovacieho kanála*. Na ozna-

movací kanál pôsobia *rušivé vplyvy* znehodnocujúce kvalitu signálu. Signál prijatý do prijímača sa spätne dekóduje pomocou *reprodukčného snímača* pre príjemcu do podoby oznámenia. [3]

1.1 Klasifikovanie signálov

Finitné signály – priebeh je ohraničený časovou hranicou. Majú svoj začiatok a koniec.

Periodické signály – majú nekonečnú dobu trvania.

Reálne signály – hodnoty signálov nadobúdajú reálne hodnoty. V určitých prípadoch je vhodné vnímať tieto signály ako **komplexné**, čo umožňuje zaznamenávať súčasne dve veličiny, napr. amplitúdy a fázy. Dá sa povedať, že reálny signál je zvláštnym prípadom komplexného signálu.

Deterministický signál – známa závislosť signálu na čase.

Náhodný signál – opak deterministického signálu, tj. nepoznáme časovú závislosť a spracovanie tohto typu signálu je založené na pravdepodobnosti → *štatistické spracovanie signálu*. [4]

Delenie podľa definičného oboru:

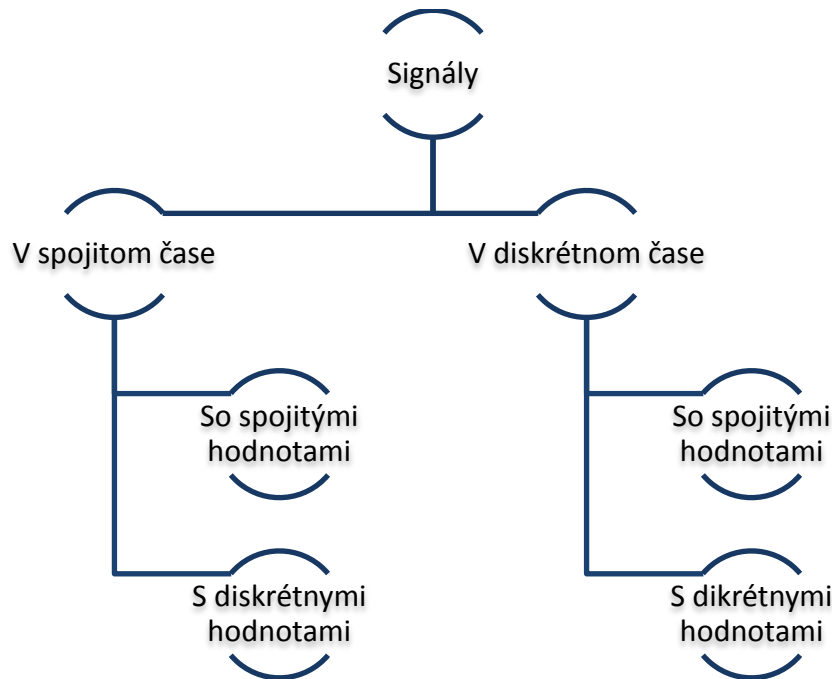
Signály v spojitom čase – čas nadobúda hodnoty z množiny reálnych čísel.

Signály v diskretnom čase – čas nadobúda hodnoty z množiny celých čísel. Tieto signály sa nazývajú *signály postupnosti*. [4]

Delenie podľa oboru hodnôt:

Signály so spojitými hodnotami – signál nadobúda hodnoty z množiny reálnych čísel. Ak sú tieto signály nadobudnuté v diskretnom čase, označujú sa ako **analogové**.

Signály s diskretnými hodnotami – signál nadobúda hodnoty z množiny, ktorej veľkosť poznáme (konečná, spočetná množina reálnych čísel). Ak sa takéto signály získajú v diskretnom čase, hovoríme o **digitálnych** signáloch. [4]



Obr. 2 Delenie signálu podľa definičného oboru a oboru hodnôt [4]

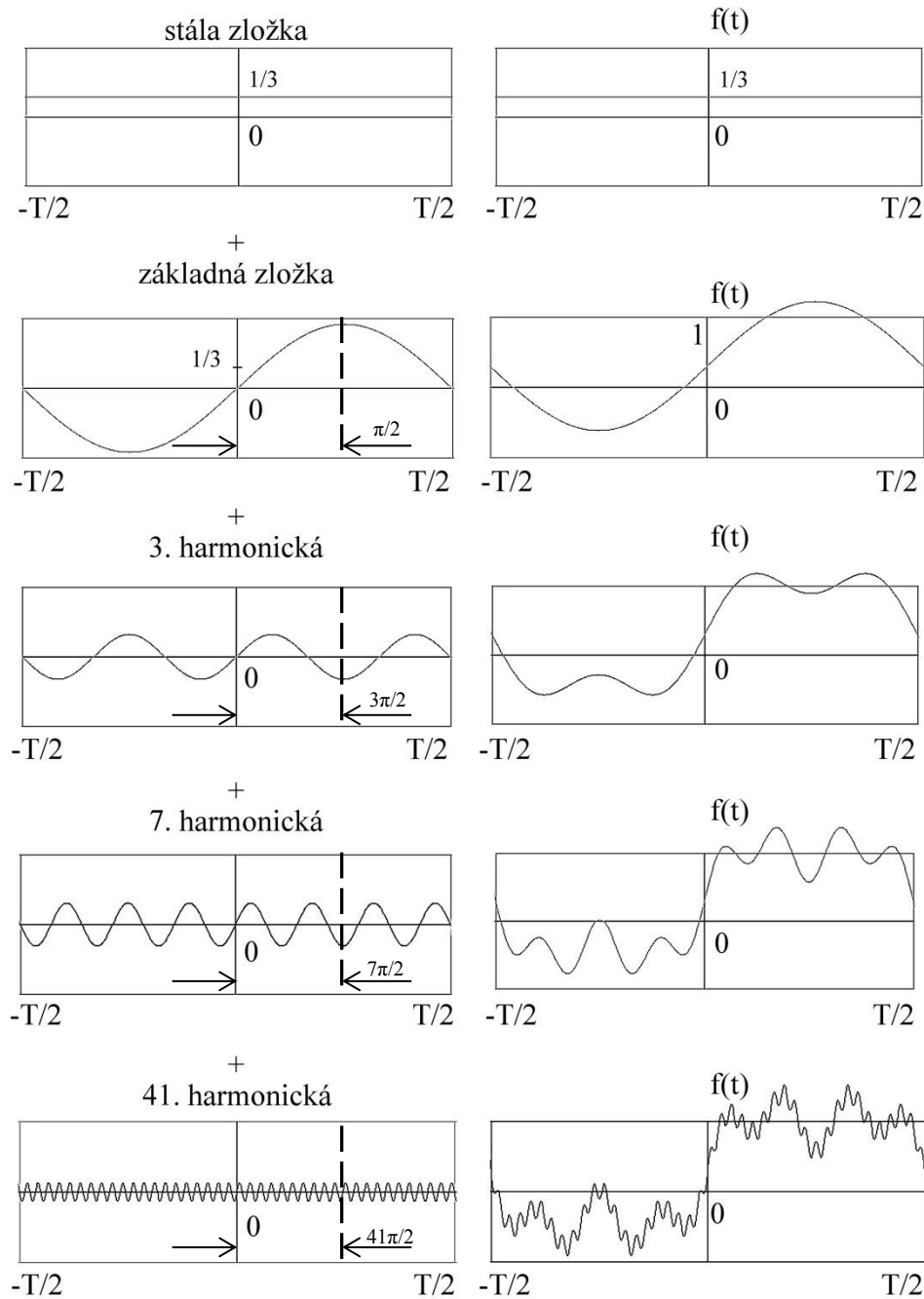
Kvantovaním vznikajú signály s diskretnými hodnotami zo spojitých signálov, tj. spojitaj hodnote je priradená určitá diskretná úroveň. Taktiež môže nastať stav, kedy signály v diskretnom čase vznikajú v spojitom čase, tento jav nazývame *vzorkovanie*, kedy sa vyberajú hodnoty v diskretnými časových okamihoch. V praxi sa môžeme stretnúť so signálmi, ktoré nemajú žiadny spojitý originál. [4]

1.2 Matematické základy digitalizácie

Jednofarebné zobrazenie optického signálu matematicky popisujú plochy x, y . Poradovník z určuje hodnotu amplitúdy pre veličiny ako je jas, osvetlenie, sčernenie citlivej vrstvy, resp. iné veličiny, ktoré charakterizujú obraz alebo záznam v danej polohe bodu a v obrazovej rovine. Pridanie ďalšej veličiny môže zmeniť trojrozmerný priebeh na štvorrozmerný (napr.: pridanie farby – priradenie spektra každému bodu v priebehu). Viacrozmerý obraz sa môže popisovať pomocou vektorov, pri rozbere podstatných vlastností sa dá popísať jednorozmerným zobrazením, tj. jedným rezom plochy a následne previesť do dvojrozmerného zobrazenia. [2]

Postup uľahčujúci rozbor i spracovanie signálu je založený na jeho rozklade na jednoduchšie zložky. Rozklad umožňuje signál opäť zložiť do pôvodného stavu. Výhodou rozboru je odhalenie skrytých vlastností signálu a realizácia operácií, ktoré by neboli možné pri signáli v jeho pôvodnom tvare. Princíp rozkladu funkcie spočíva vo vynásobovaní signálu a

náhradných funkcií so zhodnými súradnicami, násobky sa sčítajú. Ich výsledkom je miera zhody porovnávaných priebehom. [2]



Obr. 3 Příklad harmonického rozkladu

Obrázok popisuje skladbu signálu z jednotlivých zložiek z pôvodného signálu v tvare obdĺžnika.

1.3 Fourierova analýza

Na rozklad signálu sa najčastejšie používa Fourierova analýza, ktorá rozkladá funkcie na sínusové a kosínusové zložky. Metóda sa využíva pri signáloch periodického charakteru, ktorého jednotlivé zložky popisujú kmitočet (počet kmitov za jednotku času Hz), z ktorých sa dá poskladať signál. Vyhodnocované spektrum zložené z jednotlivých diskretných čiar je daný dĺžkou periódy T . [2]

Súčtom jednosmerných a_o a kmitočtových sínusových a kosínusových zložiek o daných amplitúdach a_n, b_n, n , kde n je počet odpočítaných hodnôt vzťahujúci sa k dobe periódy, je daný tvar pôvodnej funkcie $f(x)$. [2]

$$f(x) = \frac{a_o}{2} + \sum_{-T/2}^{T/2} \left[a_n \cdot \cos\left(2\pi \frac{n}{T} x\right) + b_n \cdot \sin\left(2\pi \frac{n}{T} x\right) \right]$$

$$a_o = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) \cdot dx$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) \cdot \cos\left(2\pi \frac{n}{T} x\right) \cdot dx$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) \cdot \sin\left(2\pi \frac{n}{T} x\right) \cdot dx$$

Fourierova transformácia je určená na rozklad rozborov periodických priebehov. Dá sa využiť u neperiodických priebehoch za predpokladu rozloženia na periodické zložky. Priebeh sa nerealizuje na jednej perióde o určitom rozsahu, ale môže rásť. Aby sa nemuseli vyjadrovať jednotlivé zložky sínusov a kosínusov oddelene, sú nahradené exponenciálnym výrazom, pričom transformovaný priebeh sa označuje súčiniteľom c_n . Ak sa rozsah periódy T blíži k nekonečnu, mení sa pomer n/T na priestorový kmitočet. Súčty integrálu a funkcie $f(x)$ sa získavajú vynásobením hodnoty Fourierovej transformácie $F(u)$ výrazom $e^{j2\pi ux}$. [2]

$$\cos\varphi + i \sin\varphi = e^{-j\varphi}$$

$$\cos\varphi + i \sin\varphi = e^{-j\varphi}$$

$$f(x) = \frac{1}{2} \sum c_n \cdot e^{j2\pi \frac{n}{T} x}$$

$$c_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) \cdot e^{-j2\pi \frac{n}{T} x} \cdot dx$$

$$F(u) \xrightarrow{F^{-1}} f(x)$$

$$T \rightarrow \infty; \frac{n}{T} = u$$

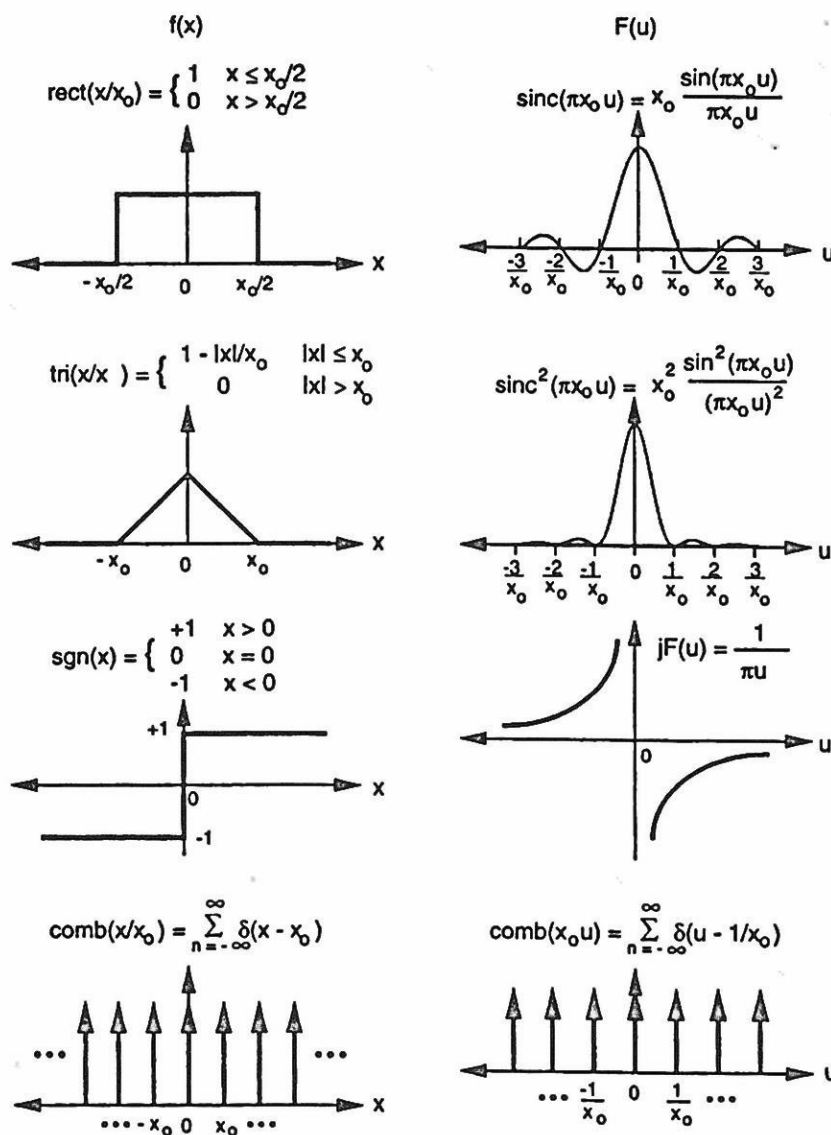
$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{j2\pi ux} \cdot du \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-j2\pi ux} \cdot dx$$

$\xleftrightarrow{F(u)}$

$$F(u) = \int f(x) e^{-j2\pi ux} \cdot dx$$

$$f(x) \xrightarrow{F} F(u)$$

Výsledkom výpočtov je vyvodenie vzťahov Fourierovej transformácie i spätnej Fourierovej transformácie.



Obr. 4 Príklad funkcií a ich Fourierovej transformácie [2]

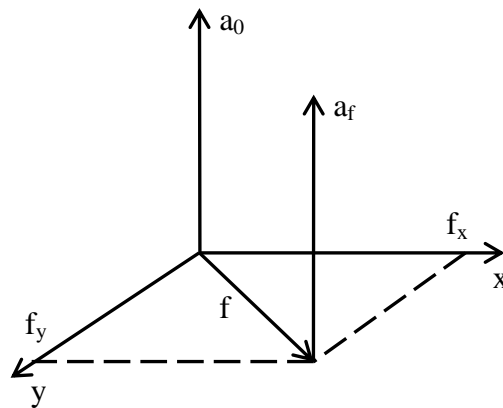
Obrazové diskrétné dáta sa dajú previesť pomocou vzorcov Fourierovej transformácie do diskrétného tvaru, pričom obraz obsahuje $M \times N$ obrazových elementov, ktoré sa vypočítajú zo spektra $X(u, v)$ a rozsahom kmitočtov U a V v oboch smeroch. [2]

$$x(m, n) = \frac{1}{UV} \sum_0^{U-1} \sum_0^{V-1} X(u, v) \cdot e^{j2\pi \frac{mu}{U}} \cdot e^{j2\pi \frac{nv}{V}}$$

$$X(u, v) = \frac{1}{UV} \sum_0^{M-1} \sum_0^{N-1} x(m, n) \cdot e^{-j2\pi \frac{mu}{U}} \cdot e^{-j2\pi \frac{nv}{V}}$$

Priestorový kmitočtet sa dá charakterizovať ako periodická (sínusová, kosínusová) závislosť zmeny obrazovej veličiny v priestore, tj. súradnicová závislosť na x alebo y . Základnou jednotkou je počet cyklov na jednotku dĺžky alebo zorného uhlu. Vlnová dĺžka je voči kmitočtu nepriamo úmerná, tzn. kmitočtet je priamo úmerný prevrátenej hodnote vlnovej dĺžky. [2]

Pri spracovávaní jednorozmerného spektra, ktoré je zložené z jednorozmerných funkcií, je v niektorých prípadoch potreba používať dvojrozmerné spektrá. Priestorové kmitočty sa zobrazujú na ploche, kde sú kmitočtom priradené vektory určujúce smer a veľkosť priestorového kmitočtu. Ten sa rozkladá na zložky f_x a f_y s amplitúdou a_f . Amplitúda a_0 je zobrazenie jednosmernej zložky. [2]



Obr. 5 Rovina priestorových kmitočtov [2]

2 OPTIKA

Optika je veda skúmajúca podstatu svetla a zákonitosti svetelných javov, ktoré vznikajú prechodom svetla cez prostredia a ich rozhraniami v rôznych podmienkach. Súčasťou štúdie optiky je vznik a zánik svetla pri vzájomnom pôsobení s látkou.

Svetlo je ponímané ako elektromagnetické vlnenie a jeho vlastnosti sú položené v základoch teórie nestacionárneho magnetického poľa.

Optika sa delí na tri hlavné odbory na základe metódy skúmania:

- **Geometrická (lúčová) optika** sa zaoberá zákonmi svetelného žiarenia na princípe priamočiareho šírenia svetla,
- **vlnová optika** skúma vlnové vlastnosti žiarenia a popisuje rady optických javov,
- **kvantová optika** študuje základné vlastnosti žiarenia (vznik, absorpcia). [5]

2.1 Geometrická optika

Geometrická optika je založená na princípoch obyčajnej geometrie a používa sa k štúdiu optického zobrazenia. Vychádza z predpokladov:

- a. Svetlo sa šíri v prostredí svetelnými lúčmi, ktoré sa považujú za priamky,
- b. Bod, z ktorého vychádzajú lúče všetkými smermi, je geometrický bod a vytvára homocentrický zväzok lúčov,
- c. Homocentrické zväzky lúčov sú nezávislé,
- d. Na rozhraní prostredí sa lúče riadia zákonmi odrazu a lomu. [5]

Cieľom je premeniť vychádzajúci homocentrický zväzok lúčov zo svietiaceho bodu na zbiehajúci sa homocentrický zväzok do obrazového bodu. Lúčová optika sleduje priebeh lúčov optickou sústavou, určuje zväzok lúčov v priestore a upravuje zväzky pomocou optických sústav tak, aby sa priblížili k pôvodným homocentrickým zväzkom.

Rýchlosť svetelného lúča závisí od prostredia, v ktorom sa nachádza a na farbe svetla. Maximálna rýchlosť svetla je c ($2,998 \cdot 10^8$ m/s). Meranie veľkých rýchlostí svetla je problematické, preto sa definuje pomocou indexu lomu \bar{n}_λ ako pomer rýchlosti svetla vo vákuu c a rýchlosti svetla v meranom prostredí v_λ pre určitú vlnovú dĺžku λ : [5]

$$\bar{n}_\lambda = \frac{c}{v_\lambda}$$

Index lomu sa v praxi uvádza vzhľadom ku vzduchu. Ak rýchlosť svetla je $v_{0\lambda}$ pre svetlo vlnovej dĺžky λ , pre index lomu platí vzťah: [5]

$$n_{\lambda} = \frac{v_{0\lambda}}{v_{\lambda}}$$

Platí vzťah:

$$\bar{n}_{\lambda} = n_{\lambda} \cdot \frac{c}{v_{0\lambda}} = n_{\lambda} \cdot v_{0\lambda}$$

2.2 Šírenie svetla

Prostredie ovplyvňuje prechod svetla prostredím. V praxi môžu nastať tieto prípady:

- priebeh svetla bez zmeny (priehľadné prostredie ako je sklo, voda),
- absorpcia svetla, kedy svetlo prechádza do určitých vlnových dĺžok,
- disperzia svetla je rozptyľovanie, ktoré nepravidelne mení smer lúčov (matné prostredie),
- odraz svetla je jav, kedy nedochádza k prechodu lúčov prostredím, ale k odrazu (zrkadlo). [15]

Optické prostredie môže byť:

- *priehľadné* a nedochádza k rozptylu svetla,
- v *priesvitnom* prostredí svetlo prechádza a z časti sa rozptyľuje,
- v *nepriehľadnom* prostredí je svetlo pohlcované, ale môže sa odrážať na rozhraní s daným prostredím. [15]

Z hľadiska optických vlastností je prostredie

- *homogénne* – optické prostredie s rovnakými optickými vlastnosťami,
- *izotropné* – optické prostredie, ktorého vlastnosti sú nezávislé na smere,
- *anizotropné* – vlastnosti optického prostredia závisia na smere. [15]

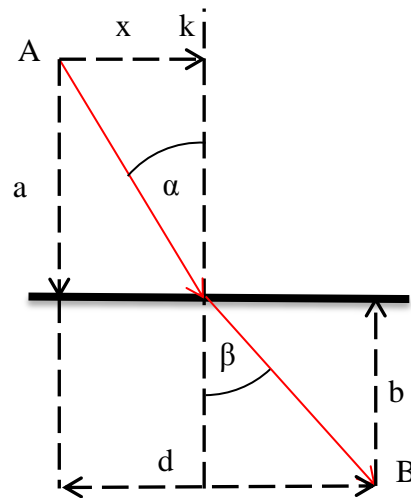
2.3 Lom a odraz svetla

Odraz a lom svetla sú fyzikálne javy, ktoré sa riadia rovnakými zákonmi. Tie boli odvodené pre mechanické vlnenie podľa Huygensovho princípu, kedy platí, že ak svetelný lúč

dopadá na rozhranie dvoch odlišných optických prostredí, svetlo sa čiastočne odráža a čiastočne láme do druhého prostredia. [16]

2.3.1 Lom svetla

Jednou z možností odvodenia zákona lomu svetla je pomocou Fermatovho princípu najmenšieho času. Princíp lomu svetla vychádza z predpokladu, že svetelný lúč prechádza jedným v jednom optickom prostredí bodom A a v druhom optickom prostredí bodom B , pričom vzdialenosť medzi bodom AB prejde za minimálny možný čas.



Obr. 6 Lom sveteleného lúča [16]

Výpočet dráh v prostrediach:

1. Prostredie: $s_1 = \sqrt{a^2 + x^2}$
2. Prostredie: $s_2 = \sqrt{a^2 + (d - x)^2}$

Čas potrebný na prekonanie vzdialenosti medzi dvoma prostrediami:

$$t = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2} = \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{v_1} + \frac{\sqrt{a^2 + (d - x)^2}}{v_2}$$

v_1, v_2 – rýchlosť svetla v prvom a druhom prostredí

Hľadáme minimum funkcie $t(x)$, ktorú zderivujeme podľa premennej x :

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{v_1} \cdot \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} - \frac{1}{v_2} \cdot \frac{d - x}{\sqrt{a^2 + (d - x)^2}}$$

Hľadáme extrém funkcie $t(x)$ v bode, v ktorom platí: $\frac{dt}{dx} = 0$

$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$

$$\sin \beta = \frac{d - x}{\sqrt{a^2 + (d - x)^2}}$$

Platí:

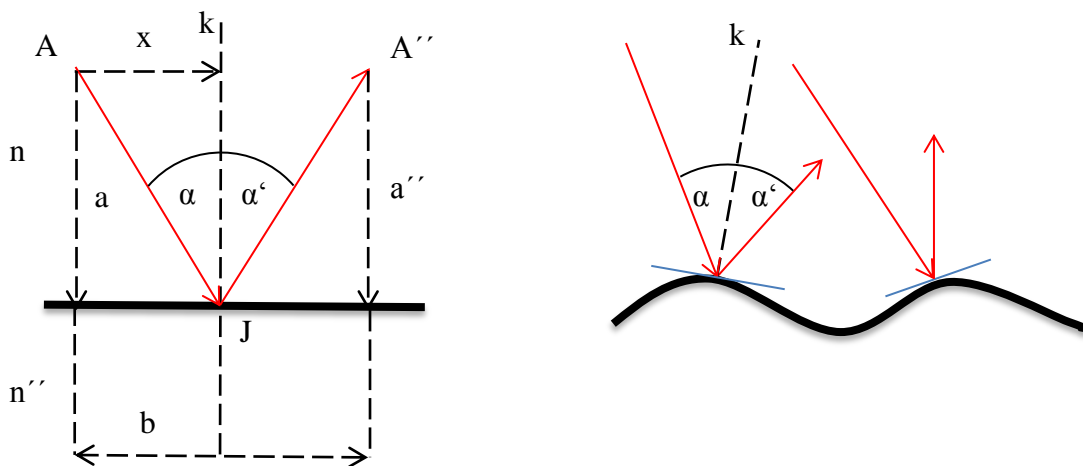
$$\frac{\sin \alpha}{v_1} - \frac{\sin \beta}{v_2} = 0$$

Dostávame Snellov zákon lomu: [17]

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$$

2.3.2 Odraz svetla

Odraz svetla sa definuje ako dopad svetelného lúča na rozhranie dvoch optických prostredí pod určitým *uhlom dopadu* α , ktorý je zvieraný *kolmicou dopadu* k v bode dopadu lúča J na rozhraniach prostredí. Ak nastane situácia odrazu lúča na nerovinnom povrchu, kolmica sa zakresľuje na dotyčnicu v bode dopadu svetelného lúča. Svetelný lúč a kolmica dopadu tvoria *rovinu dopadu* a odrazený lúč je zvieraný kolmicou a uhlom α' . [18]



Obr. 7 Odraz svetelného lúča na rovinnom a nerovinnom povrchu [18]

Výpočet času na prejde dráhy lúča z bodu A do bodu A'' :

$$t = \frac{AJ}{v} + \frac{JA''}{v'} = \frac{n}{c} \cdot \left[\sqrt{a^2 + x^2} + \sqrt{a'^2 + (b - x)^2} \right]$$

Hľadá sa extrém výrazu podľa vzdialenosti x označujúci polohu bodu J . Dosadíme nasledovné vzťahy $\frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}} = \sin \alpha$ a $\frac{b-x}{\sqrt{a'^2+(b-x)^2}} = -\sin \alpha'$, dostaneme:

$$\frac{dt}{dx} = \frac{n}{c} (\sin \alpha - \sin \alpha') = 0$$

Získame tvar zákona odrazu pri zohľadnení orientácie uhlov dopadu a odrazu. [5]

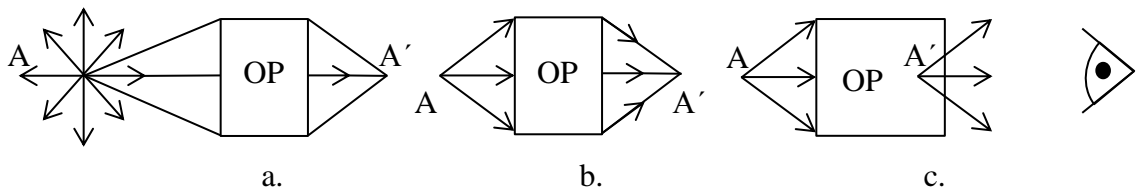
$$\alpha' = -\alpha$$

2.4 Základy optického zobrazovania

Funkcia prístrojov, ktoré vytvárajú obrazy predmetov, fungujú na základe zákonov optiky. Funkcia jednotlivých prístrojov (kamera, mikroskop, ďalekohľad) sú založené na princípoch geometrickej optiky (viď kapitola Geometrická optika) a tvoria optickú sústavu. [19]

Každý predmet vyžaruje svetelné lúče, ktoré vytvárajú zväzok. Predmety môžu svetlo vyžarovať, a teda sú zdrojom svetla alebo môžu svetlo rozptyľovať a odrážať. Zväzky lúčov môžu byť *zbiehavé* alebo *rozbiehavé*. [19]

Optická sústava je usporiadanie optických prostredí, ktoré menia smer chodu lúčov. Postup, ktorým získame optické obrazy bodov (predmetov), sa nazýva optické zobrazenie. [19]

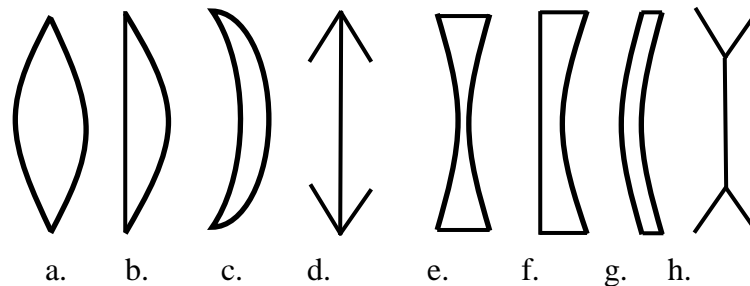


Obr. 8 Optické zobrazenie pri zbíhavých a rozbiehavých lúčoch [20]

Pomocou optickej sústavy (OP), je možné zmeniť rozbiehavý zväzok lúčov na zbíhavý, a tým doceliť zobrazenie predmetu (obrázok a.). V prípade, že sú svetelné lúče zbíhavé, v priesečníku lúčov vzniká *reálny obraz* (obrázok b.). Ak optická sústava vytvorí rozbiehavý zväzok lúčov, nie je možné zachytiť obraz bodu a skutočný obraz nevzniká (obrázok c.). V tomto prípade vzniká *zdanlivý obraz*, kedy je ľudské oko schopné zmeniť rozbiehavý zväzok na zbíhavý a obraz pozoruje v priesečníku, ktorý vznikne spätným predĺžením pôvodných lúčov. [20]

2.4.1 Zobrazovanie šošovkami

V popisovaní zrkadla sa uplatňoval odraz svetelných lúčov. V praxi pri používaní optických zariadení sa využíva zobrazenie lomom za pomoci šošoviek. Takéto šošovky sa vyrábajú so skla s vyšším indexom lomu ako je index lomu okolitého prostredia, teda vzduchu. Povrch tvoria dve plochy, jedna guľová a jedna rovinná. Svetlo prechádza šošovkou, a preto sa rozlišuje priestor na *predmetový* (z neho vychádza svetlo) a *obrazový* (svetlo do neho vstupuje po priechode šošovkou). [21]



Obr. 9 Typy zobracovacích šošoviek [21]

Typy šošoviek:

Spojky

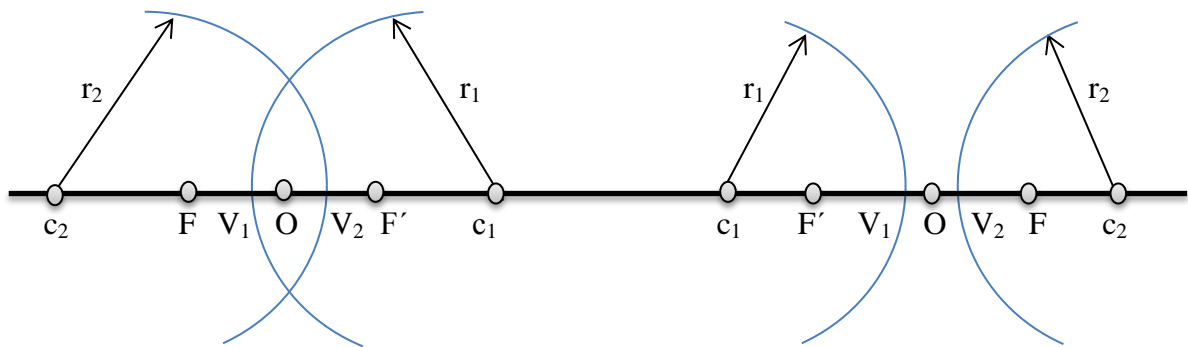
- a. Dvojvypuklá
- b. Ploskovypuklá
- c. Dutovypuklá
- d. Značka spojky

Rozptylky

- e. Dvojdutá
- f. Ploskodutá
- g. Vypuklodutá
- h. Značka rozptylky [21]

Popis šošovky:

Optická os prechádza cez stredy krivostí optických plôch c_1 a c_2 , kde polomery krivosti optických plôch šošovky predstavujú ich vrcholy V_1 a V_2 . Polomery krivosti sú označené ako r_1 a r_2 a hrúbka šošovky je daná vzdialenosťou $|V_1V_2|$. Optický stred O je daný vzťahom $V_1 = V_2 = O$, tzn. že tieto body čiastočne splynú. [21]



Obr. 10 Popis parametrov šošovky [21]

Vlastnosti šošoviek:

- Lúče prechádzajúce optickým stredom šošovky nemenia smer.
- Rovnobežné lúče s optickou osou sa v predmetovom priestore lámu a v obrazovom priestore smerujú do bodu na optickej osi, ktorý sa nazýva *obrazové ohnisko* F' .
- Lúče, ktoré prechádzajú *predmetovým ohniskom* F , sú po priechode šošovkou v obrazovom priestore rovnobežné s optickou osou. Pri zobrazovaní rozptylkou sa nachádza predmetové ohnisko v obrazovom priestore a zbievavé lúče sú po priechode rovnobežné s optickou osou. [21]

Vzdialenosť medzi bodmi F a O je *predmetová ohnisková vzdialenosť*, ktorá sa označuje písmenom f . Vzdialenosť bodu F od bodu O' sa nazýva *obrazová ohnisková vzdialenosť* s označením f' . Ak sú obe prostredia pred i za šošovkou rovnaké, platí $f = f'$ a pre vzdialenosť f sa používa názov *ohnisková vzdialenosť šošovky* f . Ohnisková vzdialenosť je závislá od indexov lomu skla n_2 a okolitého prostredia n_1 a na polomeroch krivosti optických plôch r_1 a r_2 : [21]

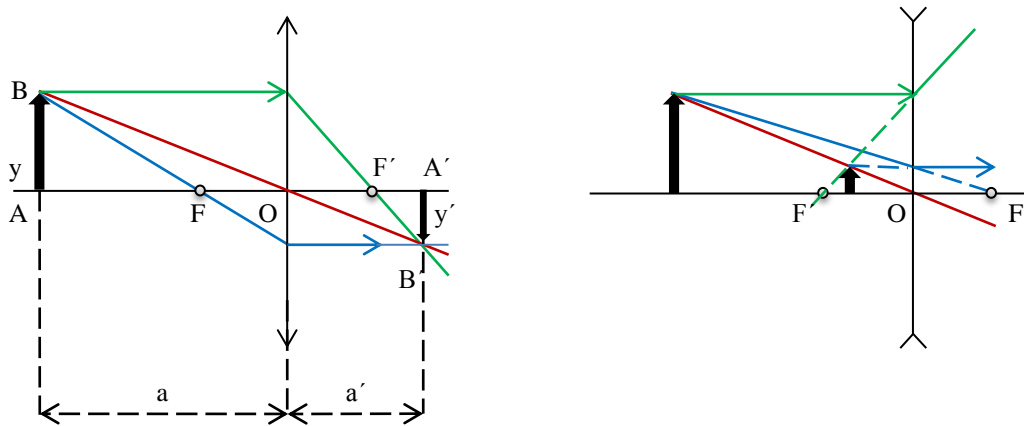
$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$$

2.4.2 Zobrazovanie tenkou šošovkou

Na zobrazovanie tenkou šošovkou sa používajú lúče, ktoré sa chovajú podľa fyzikálnych zákonov, hlavne podľa zákona lomu. Každý lúč má po prechode šošovkou určitelný smer.

Pri zobrazovaní tenkou šošovkou má lúč tieto smery:

- rovnobežný s optickou osou,
- prechádzajúci stredom optickej šošovky,
- prechádzajúci predmetovým ohniskom. [22]



Obr. 11 Smer lúčov pri zobrazovaní obrazu rozptylkou a spojkou [22]

Predmetová vzdialenosť je $a = |AO|$. Obrazová vzdialenosť je definovaná ako $a' = |A'O|$.

Priečne zväčšenie sa udáva ako vzťah:

$$z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a} = -\frac{a' - f}{f} = -\frac{f}{a - f}$$

Vzťahy rovnice sú zhodné taktiež pre zobrazovanie guľovými zrkadlami. Ďalej môžeme odvodiť zobrazovaciu rovnicu tenkej šošovky zo vzťahu:

$$\frac{a'}{a} = -\frac{a' - f}{f}$$

Dostaneme:

$$a'f + af = aa'$$

Výsledná zobrazovacia rovnica je rovnaká ako pre guľové zrkadlá: [22]

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$$

Poloha predmetu na optickej osi ovplyvňuje vlastnosti obrazu zobrazovaného cez tenkú šošovku. Vlastnosti obrazu popisuje nasledujúca tabuľka:

Tab 1 *Vlastnosti zobrazovaného obrazu podľa vzdialenosti* [22]

Vzdialenosť		Vlastnosti obrazu
Predmetu	Obrazu	
$a > 2f$	$f < a' < 2f$	Zmenšený, prevrátený, skutočný
$a = 2f$	$a' = 2f$	Rovnako vysoký, prevrátený, skutočný
$f < a < 2f$	$a' > 2f$	Zväčšený, prevrátený, skutočný
$a = f$	$a' \rightarrow \infty$	$y' \rightarrow \infty$
$a < f$	$0 < a' < \infty$	Zväčšený, vzpriamený, zdanlivý

2.4.3 Sústava tenkých šošoviek

Podstatou sústavy šošoviek je zobrazovanie predmetu pomocou jednotlivých tenkých šošoviek. Obraz, ktorý sa vytvorí jednou šošovkou, sa stáva predmetom ďalšej šošovky. Ohniskovú vzdialenosť sústavy tenkých šošoviek vyjadríme vzájomnou vzdialenosťou d ohniskových vzdialeností f_1 a f_2 : [23]

$$f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2 - d}$$

Do rovnice doplníme optickú mohutnosť (dioptria):

$$\varphi = \frac{1}{f}$$

Dostaneme:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 - d\varphi_1\varphi_2$$

Ak sa šošovky nachádzajú v tesnom kontakte a platí $d = 0$, rovnica bude: [23]

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$$

3 FARBA DIGITÁLNEHO OBRAZU

Farba ako zmyslový vnem sa spája so svetlom, resp. s dopadom svetelného žiarenia na sietnicu oka a je prostriedkom kvalitatívneho vyhodnotenia svetla. Odlišnosť farieb sa popisuje jednotlivými názvami (modrá, červená). Táto odlišnosť sa nazýva *tón* farby a na jeho popísanie sa používajú dve základné charakteristiky *jas* a *sýtosť* farby. [2]

Jas – množstvo svetelnej energie, ktoré vstupuje do oka alebo detektora.

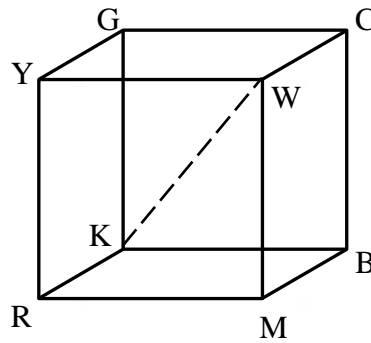
Sýtosť – podiel farby zrakového vnemu. Farby sa delia na *pestré (chromatické)* a *nepestré (achromatické)*. Chromatické farby zastupujú farby ako zelená, žltá a iné z farebného radu a ich kombinácie. Achromatické sú odtiene sivej farby, teda farby od bielej až po čieru. [2]

Ak farba vychádza zo zdroja vysielaného žiarenia, je to *chromatickosť*. Ak sa popisuje farba, ktorá je odrazená alebo je len čiastočne prepustená, hovoríme o *kolorite*. [2]

Spektrum je fyzikálnym vzorkovníkom rozkladajúceho sa bieleho svetla. Každá farba spektra sa určuje pomocou jej vlnovej dĺžky, tzn. farba sa zhoduje tónom s farbou zo spektra, dá sa vyjadriť jej tón náhradnou vlnovou dĺžkou. Ak na ľudské oko dopadnú veľmi rýchlo alebo súčasne dve jednofarebné spektrálne svetlá, je schopné zachytiť len jeden farebný tón, a to ležiaci uprostred farebných tónov. Na základe toho sa rozdeľujú farby na *doplňkové* (napr. kombinácia modrej a žltej) a *základné* (modrá, červená, zelená). [2]

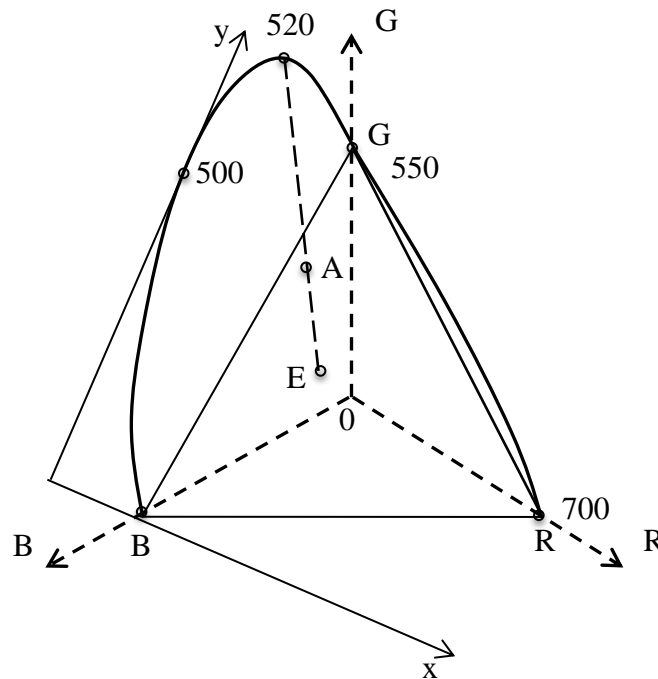
Zobrazovací proces farieb je náročný a závislý na vzájomných vzťahoch viacerých činiteľov, a to v jednotlivých stupňoch vzniku, samotného záznamu a výslednej reprodukcie zobrazenia dát farieb. Zložitosť zobrazenia nie je závislá len na technickom procese, ale i na schopnosti a na vlastnostiach farebného vnímania. [2]

Zobrazenie spektra farieb vyžaduje, aby boli definované tri základné zdroje farieb, kedy sa volia hodnoty vlnovej dĺžky nasledovne: R (červená) = 700nm, G (zelená) = 546,1nm, B (modrá) 435,7nm. [2]



Obr. 12 Farebný priestor
RGB spektra [2]

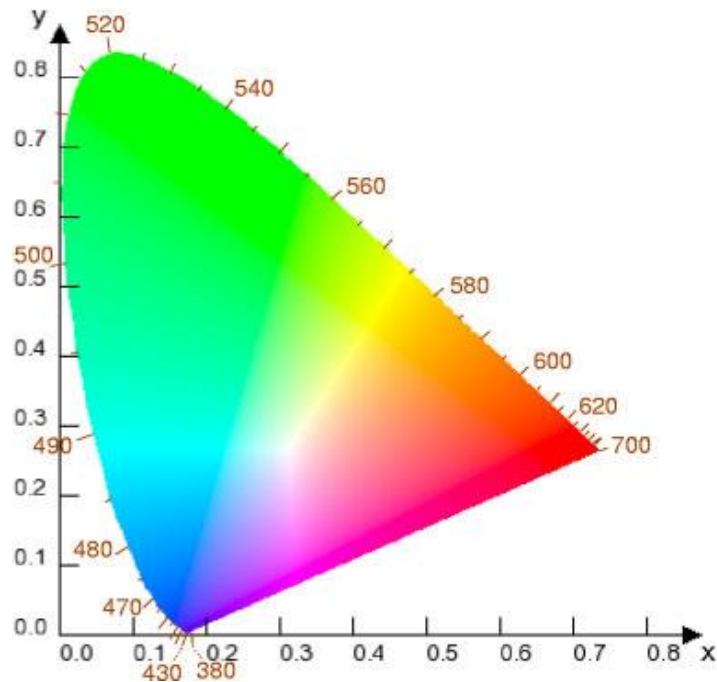
Priestor RGB vytvára pravouhlými súradnicami kocku. Počiatkom spektra je bod K (čierna) spájajúci sa s bodom W (biela), čo je priestor sivých farieb. Vrcholy s značením C (azúrová), M (purpurová) a Y (žltá) sú v tomto prípade doplnkové farby. [2]



Obr. 13 Vytvorenie dvojrozmerného zobrazenia
farieb v súradnicovom systéme xy [2]

RGB model zobrazenia farieb je nevýhodný, preto sa pretína ďalšou rovinou, na ktorej sa farby zobrazujú ako priesečníky roviny spojnic bodov farby v kocke s počiatkom súradníc. V novovzniknutej rovine je možné zobrazovať farby, ktoré sa za použitia bežného modelu nachádzajú mimo základnú oblasť RGB a musela by im byť priradená záporná hodnota vyjadrujúca jas zložiek farieb. [2]

Preto bola zavedená sústava nereálnych farieb v rovine XYZ, súradnicový systém, v ktorom platí podmienka: $x + y + z = 1$. Nereálne farby v súradnicovom systéme nadobúdajú hodnoty $X[1,0]$, $Y[0,1]$ a $Z[0,0]$, pričom každá reálna farba je vyjadrená určitým bodom vo vnútri krivky spektra. [2]



Obr. 14 Farebný trojuholník CIE [14]

3.1 Základné farebné modely

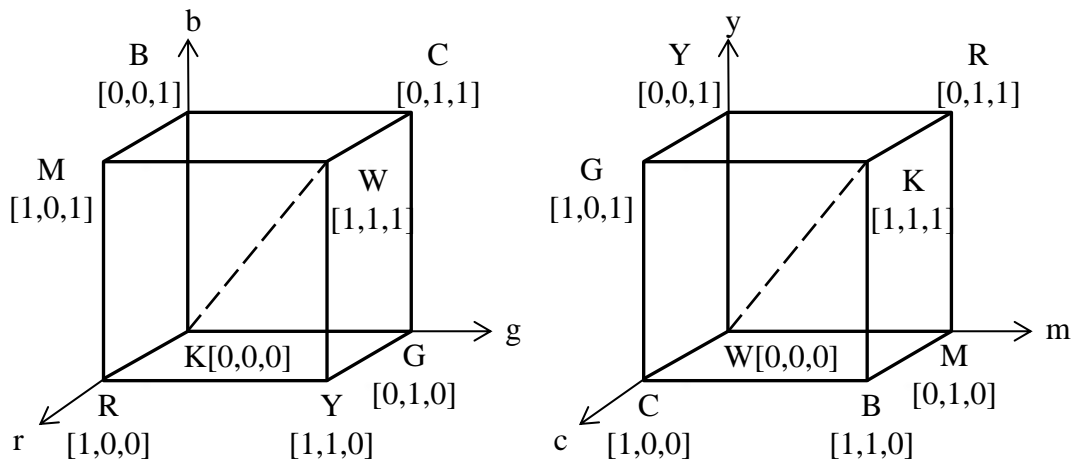
V praxi sa používajú rôzne modely na popis záznamu a reprodukcie farieb. Najčastejšie sa používajú modely RGB a CMY (CMYK). Spracovanie obrazovej informácie počítačom využíva model CIELAB (CIELUV). Modely obsahujú základné farby, možnosť ich miešania a charakteristické vlastnosti farieb. [2]

3.1.1 Model RGB

RGB je základný model nazývaný sa model monitoru, či svetiel. Je využívaný pre zobrazače, displeje a monitory. Základným znakom je, že model je trichromatický, obsahuje tri základné farby (červená, zelená, modrá) z pôvodného zdroja vysielaného žiarenia. Ďalšou vlastnosťou je aditívne (doplňkové) skladanie farieb. Farebný priestor sa zobrazuje pomocou jednotkovej kocky. Kocka je charakterizovaná osami r-g-b, počiatok je vo vrchole K, ktorý je spojený s vrcholom W. Vrcholy na definovaných osiach odpovedajú základným farbám, vrcholy mimo osí patria aditívnym farbám. [2]

3.1.2 Model CMY (CMYK)

Doplňkový model sa využíva pri tlači. V prípade modelu RGB sa pridávaním farieb zvyšoval jas, v prípade modelu CMY sa jas znižuje a vytvára tým tmavšiu farbu. Pri zlúčení všetkých zložiek (azúrová, purpurová, žltá) v maximálnej a rovnakej hodnote získame čiernu, avšak len teoreticky. Pri zlúčení týchto zložiek dosiahneme tmavohnedú a v tlači dochádza k nedokonalému prekrytiu. Nakoľko jednotlivé farby vznikajú vzájomných prekrytím, nedostatok modelu sa vyriešil pridaním čiernej farby – vznik modelu CMYK, kde sa pomocou čiernej farby dosiahne požadovaná čierna farba. Farebný priestor je obdobný ako u RGB, rozdiel nastáva v definovaných osiach c, m, y. [2]

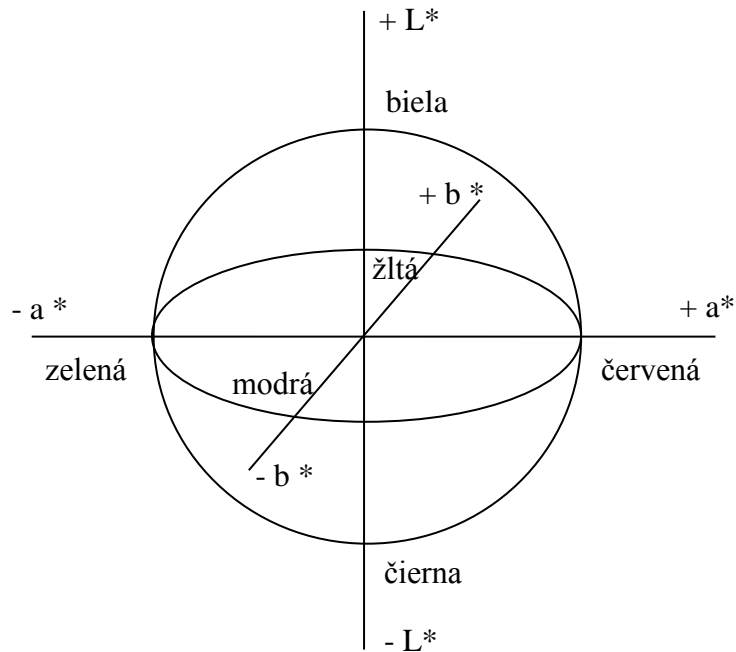


Obr. 15 Porovnanie farebných modelov RGB a CMY [2]

3.1.3 Modely CIE LAB a CIE LUV

Štandard farebnej definície predstavujú modely podľa CIE (Medzinárodná komisia pre osvetlenie), ktoré definujú nezávislé farebné priestory. Pre vyjadrenie farieb bola vytvorená v roku 1931 norma, ktorá bola prepracovaná v roku 1976. [2]

Súčasťou nezávislého farebného priestoru sú všetky farby spektra, kde sú definované súradnicami. Najčastejšie používaný farebný priestor je CIE LAB, kde je priestor definovaný tromi súradnicami: L^* (luminancia) – svetlosť a jas farby, a^* – prechod zelenej k červenej farbe, b^* – prechod modrej farby k žltej. Farebný priestor CIE LAB pochádza z pôvodnej normy z roku 1931, zatiaľ čo CIE LUV z upraveného štandardu. Medzi oboma priestormi existujú prevodné vzťahy. Tieto typy modelov sú najúplnejšie, pretože obsahujú všetky farby modelov RGB a CMY. [2]

Obr. 16 Farebný priestor $L^*a^*b^*$ [2]

3.1.4 Modely zobrazovania farebného priestoru

HSB – model určený farebným tónom (H – hue), sýtosťou (S – saturation) a jasom (B – brightness). Spektrálnu farbu určuje farebný tón, sýtosť určuje prímies jednotlivých farieb a jas množstvo svetla. Na zobrazenie sa používa šesťboký ihlan, kde dolné vrcholy ihlanu popisujú farby modelov RGB a CMY. Stred podstavy je definovaný bielou farbou a vrchol ihlanu čiernou farbou, pričom jas sa smerom k vrcholu znižuje. Sýtosť sa určuje vzdialenosťou od osi ihlanu, čo je nedostatok tohto modelu, na koľko je rôzna farba pre rôzne tóny. Farebný tón je určený uhlom od $0^\circ - 360^\circ$. [2]

HLS – model definovaný istými parametrami ako HSB. Na rozdiel od neho obsahuje model svetlosti na miesto jasů a má tvar dvojitého kužeľu. [2]

4 UCHOVANIE DIGITÁLNEHO OBRAZU

Aparát (kamera, fotoaparát) zaznamenáva detektorom analógový obraz vytvorený objektívom. Za pomoci software ho spracuje, premení na digitálny obraz a presunie na záznamové médium. Na spracovanie takýchto dát využívame dve metódy. [2]

1. Metóda – *rozklad obrazu na maticu jednotlivých bodov*. Informácie o farbe sú zapísané v grafickom bitmapovom súbore. Jedná sa o bitmapový formát (pixelový alebo rastrový spôsob uloženia dát). Existuje množstvo formátov odlišujúce sa od seba spôsobom kódovania a radením informácií o jednotlivých bodoch obrazu. Líšia sa v rozlíšení a farebnou hĺbkou, tzn. každý formát je schopný pracovať na inej úrovni. Využíva sa kompresia formátov.

Príklady: JPEG, GIF, BMP, TGA

2. Metóda – *ukladá informácie prostredníctvom vektorového formátu*. Nepopisujú sa jednotlivé body, ale množina bodov so spoločnými vlastnosťami. Formáty majú znížený objem zaznamenávaných dát, preto sa kompresia obrazovej informácie v tomto prípade nepoužíva. Nepoužíva sa pri digitálnej fotografii.

Príklady: CDR, CGM, WMF [2]

4.1 Kompresia

Pri zaznamenávaní obrazu platí, že čím je vyššia kvalita zaznamenávaného obrazu, tým je väčší objem dát. Dáta je potrebné spracovať, predávať a ukladať, preto je nutná úspora miesta a zníženie ich doby prenosov. Pri transformácii sa používa *kompresia* dát, ktorá môže byť stratová alebo bezstratová. [2]

Stupeň kompresie sa dá vyjadriť viacerými spôsobmi. Najjednoduchší spôsob je porovnať pôvodný objem dát s komprimovanými dátami. Nekomprimovaný objem je možné vypočítať ako násobok počtu obrazových plôšok obrazu počtom byte-ov, ktoré pripadajú na jednu plôšku. ($3B/\text{pixel} = 24\text{bit}/\text{pixel}$). [2]

Hodnota informácie na jeden znak sa dá vypočítať z pravdepodobnosti výskytu znakov, čo je entropia správy, tzn. pravdepodobnosť výskytu znakov dosahuje maximálnu entropiu (náhodnosť). [2]

Stratová kompresia – minimalizuje objem dát. Nevýhodou je, že sa týmto spôsobom stráca časť informácií v závislosti na kompresnom pomere.

Bezstratová kompresia – uloženie dát, kedy príde ku komprimácii počas doby uloženia. Pôvodné dáta sa dajú späťne získať pomocou dekompresie.

Symetrická kompresia – čas kompresie a dekompresie je približne rovnaký.

Asymetrická kompresia – na jeden z úkonov je potreba dlhšieho času. [2]

4.2 Kompresné metódy

RLE kompresia

Jedna z najstarších metód bezstratovej symetrickej kompresie. Typická je v pomerne vysokej rýchlosti kódovania s nízkym kompresným pomerom. Redukovanie opakujúcich sa znakov, ktoré sa kódujú do RLE paketu. Označenie je pomocou dvoch čísel, kde prvé označuje počet opakovaní a druhé charakteristický znak.

Príklad formátov: PCX, PSD, CGM, IFF, BMP, TGA, TIFF [2]

CCITT kódovanie

Vhodné pre čiernobiele prenosy obrazu. Kompresia má vysokú rýchlosť kódovania a de-kódovania, pričom časy oboch úkonov sú zhodné. Princípom kódovania je nachádzanie postupností a ich interval opakovania.

Formáty: TIFF, CGM [2]

LZW kódovanie

Nestratová kompresia založená na princípe adaptívneho a modifikovateľného slovníka. Funguje na princípe hľadania opakovaní medzi znakmi. Opakujúci znak má pridelený kód.

Formáty: TIFF, GIF, PNG, ZIP [2]

Huffmanovo kódovanie

Jedná sa o nestratovú kompresiu, ktorá pracuje s binárnym stromom. [2]

Aritmetické kódovanie

Sú v ňom odstránené chyby a nedostatky z Huffmanovho kódovania. [2]

Stratová kompresia JPEG

Metóda založená na rozklade radu harmonických funkcií obsahujúce nekonečný počet frekvencií, tj. signál je súčtom funkcií (priama kosínusová transformácia). Algoritmus JPEG najprv prevedie obraz do iného farebného modelu, kde rozdelí farby na dve zložky,

pri čom na jednu z nich je ľudské oko viac, či menej citlivejšie. Vytvorí sa skupiny 8x8pixelov a prevedie sa transformácia. Koeficienty rád sa zaokrúhľia na celé čísla a zlúčia podľa kompresného pomeru, čím sa dosiahne plynulejší prechod medzi jednotlivými farebnými prechodmi. [2]

Fraktálna kompresia

Metóda stratovej kompresie, avšak veľmi efektívna. Pomerne nová metóda je výrazne asymetrická. Čas kódovania výrazne prevyšuje čas dekódovania. Pracuje na báze slovníka, kedy je obraz rozdelený na jednotlivé oblasti a v nich sa vyhľadávajú opakujúce sa informácie. Oblasti, ktoré sa porovnávajú, sa neustále zmenšujú a je potrebné nájsť čo najmenej opakujúcich sa motívov. Výsledkom fraktálnej kompresie je slovník vzorov a zodpovedajúce transformácie. [2]

4.3 Prehľad grafických formátov

- .AVI súbor na ukladanie multimediálnych informácií, hlavne obrázkov.
- .BMP Bit Mapped Picture, súbor popisujúci bitovú mapu a obrázok obsahuje popis rozmerov obrázku, či počet farieb.
- .CDR skratka vektorového formátu zavedená firmou Corel a znamená Core DRaw File
- .DWG DraWinG, vektorový formát využívaný pre programy AutoCAD.
- .DXF jeden z najpoužívanejších formátov programov AutoCAD.
- .GIF Graphics Interchange Format, formát pre webové stránky, ukladá obrazové informácie o 256 farbách. Možnosť použitia priehľadnej farby.
- .JFF obdoba JPG.
- .JFT kombinácia formátu TIFF s použitím kompresnej metódy JPEG.
- .JPG najrozšírenejší formát ukladania obrazovej informácie, rastrový obraz je komprimovaný stratovou metódou JPEG s voliteľným kompresným pomerom.
- .MPEG pohybová verzia JPEG slúži na ukladanie video dát so zvukom.
- .PCD formát zavedený spoločnosťou Kodak.
- .PDF Portable Document Format, formát zavedený spoločnosťou Adobe, ktorý obsahuje dáta o texte vektorových a bitmapových objektoch.

- .PNG Portable Network Graphics je nová verzia formátu GIF.
- .PSD formát spoločnosti Adobe pre súbory vytvárané v programe AdobePhotoshops
- .RAW ukladanie dát bez komprimovania.
- .TIF skrátenie formátu TIFF. Obrazový formát s popisom a často je výstupným formátom pre skenery. V nekomprimovanej podobe je lepší ako BMP.

V súčasnosti existuje množstvo ďalších formátov, s ktorými pracujú obrazové editory. Tie lepšie umožňujú konverziu na štandardne používané formáty. Najčastejšie používané sú TIFF a RAW pri nekomprimovanom ukladaní dát a pre komprimované obrázky sa používa najčastejšie formát JPEG alebo GIF. [2]

5 VYSOKORÝCHLOSTNÉ KAMEROVÉ SYSTÉMY

Vysokorýchlostné kamerové systémy sú optoelektronické zariadenia, pomocou ktorých sa vytvára obrazový záznam vysokou frekvenciou snímania. Fungujú na rovnakom princípe ako klasické kamery. Dokážu spracovať obraz v čiernobielej, ale i farebnej verzii. Vzhľadom na veľkosť dát sa využívajú na zaznamenávanie kamery snímajúce čiernobiely obraz. Od bežných kamier sa však odlišujú vzhľadom. Oproti nim sa dá povedať, že majú nevzhľadný tvar s vystupujúcim objektívom a bez displeja. [12]

Vysokorýchlostná kamera má minimum ovládacích prvkov. Na ovládanie slúžia externé zariadenia alebo software-ové vybavenie počítača. Hlavným rozdielom medzi užívateľskou kamerou a vysokorýchlostným kamerovým systémom je rozdiel v rýchlosti snímania obrazu, tzn. že vysokorýchlostná kamera dokáže za rovnaký čas snímania nasnímať väčší počet snímok sledovaného deja. Bežná kamera zaznamenáva dej rýchlosťou akou ho dokáže vnímať ľudské oko (cca. 20 – 25 snímok za sekundu) a vysokorýchlostná kamera môže snímať dej rýchlosťou od 1000 snímok za sekundu a viac. [12]

Uplatnenie nachádzajú vysokorýchlostné systémy pri analýze zobrazovaného deja, ale umožňuje taktiež kvantitatívnu analýzu, teda vyhodnocovať dej za pomoci aktuálnych hodnôt fyzikálnych veličín. Jednotlivým snímkam je možné priradiť reálny relatívny čas a porovnaním susedných snímok stanovovať jednotlivé vektory pre rýchlosť, či zrýchlenie pohybujúcich sa prvkov, zmenu tvaru v čase alebo vizuálne prejavy dejov. [12]

Typy vysokorýchlostných kamier:

- Kompaktná zostava (integrovaný displej)
- Samostatná kamera (možnosť pripojenia k periférnemu zariadeniu) [7]

5.1 Využitie vysokorýchlostných kamier v praxi

Vysokorýchlostné kamerové systémy majú široké uplatnenie v rámci technických aplikácií, avšak snímané deje v praxi musia byť extrémne krátke a rýchle. Technika snímania vysokorýchlostných dejov nachádza uplatnenie v rôznych odboroch. Nezastupiteľná je napr. v oblasti balistiky, využíva sa pri crash testoch, či pri snímaní elektrických výbojov. [12]

V priemysle umožňuje nájdanie a odstránenie vôlí v uložení pohyblivých častí zariadení, nesynchronných pohybov prístrojov a iných porúch, ktoré sú príčinou vzniknutých nepodarkov vo výrobe. [25]

Ďalšie uplatnenie nachádzajú vo vede a výskume, kde sú využívané pre laboratórne, ale i externé použitie pri výskumoch a vývojoch strojov, zariadení, či ich častí. Patria sem pevnostné a dynamické skúšky materiálov, *crash* testy, lomové skúšky materiálov alebo snímanie reakcií chemických zlúčenín. [25]

Vysokorýchlostné kamery majú svoje uplatnenie v oblasti zbraní a pyrotechniky, kde sa využívajú nielen pri vývoji zbraní, ale i na samotnú analýzu účinkov a vlastností explózií. Využitie nachádzajú taktiež v oblasti športu na snímanie podania alebo rýchlosti odpalu lopty, techniku skoku alebo plávania. [25]

5.2 Podmienky snímania deja

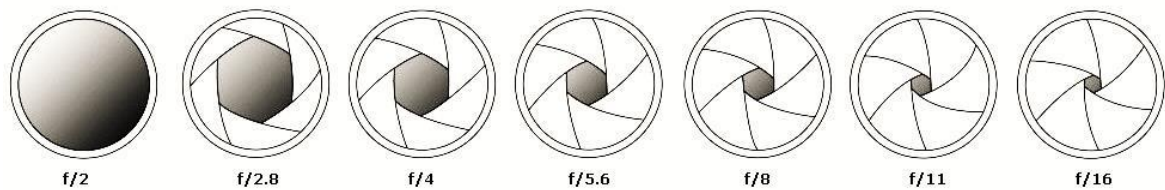
Analyzovanie veličín je však ovplyvnené rozlíšením záznamu, bitovou hĺbkou, metódou kvantifikácie získaných dát a v neposlednom rade kvalitou optickej sústavy. Pri snímaní je dôležité zaostrenie objektívu. Jedným z problémov zaznamenávania rýchlostného deja je závislosť rozlíšenia obrazu na rýchlosti snímkovania (*shuttering*). Dôležitým faktorom pri snímaní je dostatočné osvetlenie, preto sa využíva výkonné osvetlenie scény pomocou halogénových alebo výbojkových svietidiel. [12]

5.2.1 Expozícia

Expozíciu možno charakterizovať ako celkové množstvo svetla dopadajúce na fotografické médium. Médium môže predstavovať napr. film, digitálny čip, či fotografická doska. Expozíciu ovplyvňujú tri základné faktory, nazývané *expozičný trojuholník*:

- Clona
- Expozičná doba
- ISO citlivosť [9]

Clona – mechanické zariadenie obmedzujúce množstvo svetla, ktoré dopadá a prechádza objektívom. Clona je zostavená z tenkých polmesiakovitých lamiel, ktoré sa prekrývajú a vytvárajú kruhový otvor. Čím viac lamiel obsahuje clona, tým viac vnútorný otvor približuje ku kruhu, pričom lamely môžu mať okrem kruhového tvaru, aj tvar rovný. V súčasnosti existuje clona pevná, bez možnosti zmeny, príp. s možnosťou zmeny. [9]



Obr. 17 Príklady clony [24]

Množstvo svetla, ktoré prechádza objektivom závisí tiež od ohniskovej vzdialenosti objektívu. Pri objektivoch sa udáva clonové číslo:

$$k = \frac{f}{D}$$

k – clonové číslo

f – ohnisková vzdialenosť

D – priemer otvoru šošovky, resp. otvoru clony [9]

Veľkosť clony ovplyvňuje ostrosť snímky a platí, že čím je otvor clony menší, tým sú lúče svetla užšie a výsledný obraz je ostrejší. [9]

Expozičná doba – rýchlosť uzávierky je čas, počas ktorého je fotocitlivý materiál (digitálny čip) vystavený účinkom svetla dopadajúceho a prechádzajúceho objektivom.

Typy závierky:

- Centrálna závierka je tvorená listami a pracuje na obdobnom princípe ako clona. Otvára sa z centra k okraju.
- Štrbinová obsahuje dve lamely odkrývajúce a zakrývajúce fotocitlivý materiál.
- Elektronická závierka umožňuje regulovať snímanie údajov a zbierať len údaje, ktoré predstavujú expozičnú dobu. [9]

ISO citlivosť – zvyšovanie digitálneho šumu alebo zrno filmu. Využíva sa pri nedostatku svetla. Platí, že čím je ISO vyššie, tým vyšší šum snímky. [9]

5.2.2 Osvetlenie

Účelom osvetlenia je dosiahnuť správneho kontrastu na snímanom objekte alebo deji, pričom je potreba minimalizovať vplyv zmien v okolí. Kontrast medzi snímaným objektom (dejom) a rušivým okolím možno vytvárať dvoma spôsobmi:

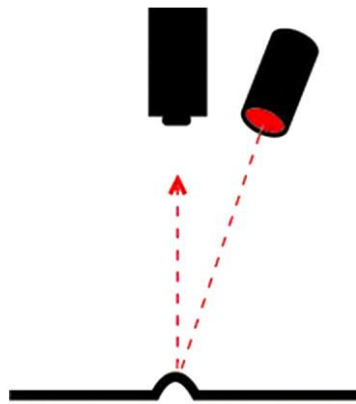
- Využitie rozdielu absorpcie svetla

- Využitie rozdielu jasů na základe osvetlenia [8]

Na základe týchto spôsobov sa vytvára optimálny návrh osvetľovacej sústavy a na základe analýzy sa stanovujú možnosti osvetlenia a eliminácia rušivých vplyvov.

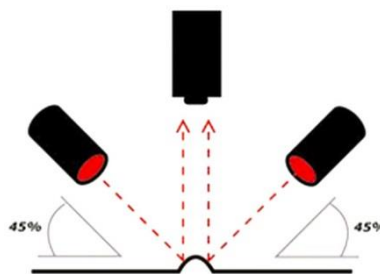
Po vyhodnotení vlastností snímaného deja a stanovení potrebných vlastností svetla môžeme určiť geometriu osvetlenia:

- Predné osvetlenie v jasnom zornom poli snímania
- Predné osvetlenie v temnom zornom poli snímania
- Zadné svetlo (podsvietenie) [8]



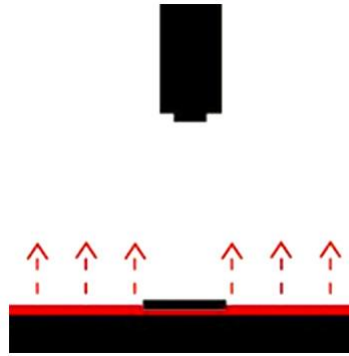
Obr. 18 *Osvetlenie v jasnom zornom poli* [8]

Predné (priame) osvetlenie v jasnom obrazovom poli osvetľuje snímaný objekt (dej) tak, aby sa svetelné lúče, ktoré naň dopadajú, odrazili do objektívu na obrazový snímač. Je to najbežnejšie používané osvetlenie, je vhodný pre generovanie kontrastu a zvýšenie topografických detailov. [8]



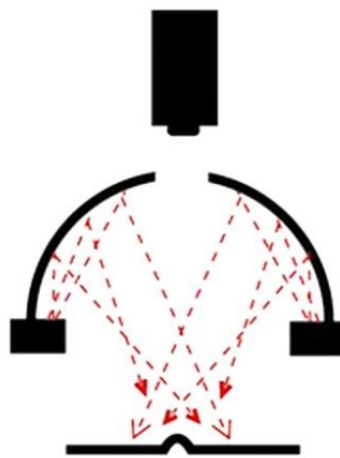
Obr. 19 *Osvetlenie v temnom zornom poli* [8]

Priame osvetlenie v temnom zornom poli je uložené mimo zorného poľa kamery tak, že svetelné lúče sa odrážajú od členitých častí do objektívu a na snímač obrazu a povrch ako celok odráža svetlo mimo priestoru objektívu. [8]



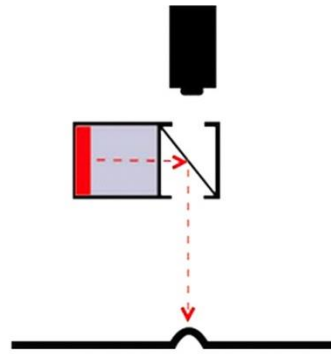
Obr. 20 Podsvietenie [8]

Zadné osvietenie, resp. podsvietenie sa používa na zobrazovanie obrysov objektov, využíva sa pri meraní rozmerov a vytvára kontrastný obrys objektu za priehľadnou lesklou prekážkou. [8]



Obr. 21 Difúzne osvetlenie [8]

Jednou z možností osvetlenia je *difúzne osvetlenie* poľa, kedy sa svetlo rovnomerne rozptýli na snímaný objekt zo všetkých smerov, avšak na použitie je nutná bezprostredná blízkosť snímaného objektu. [8]

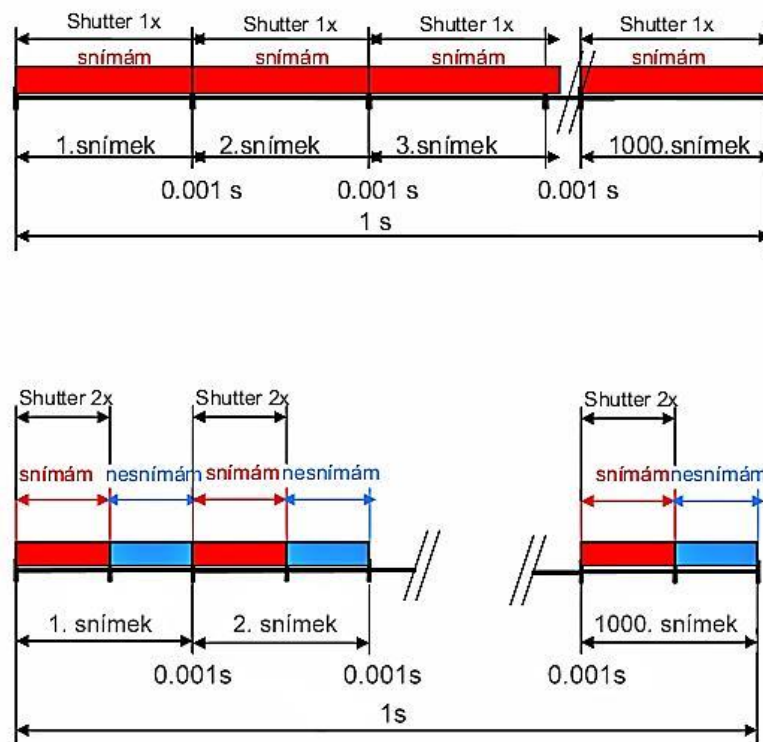


Obr. 22 *Súosové osvetlenie* [8]

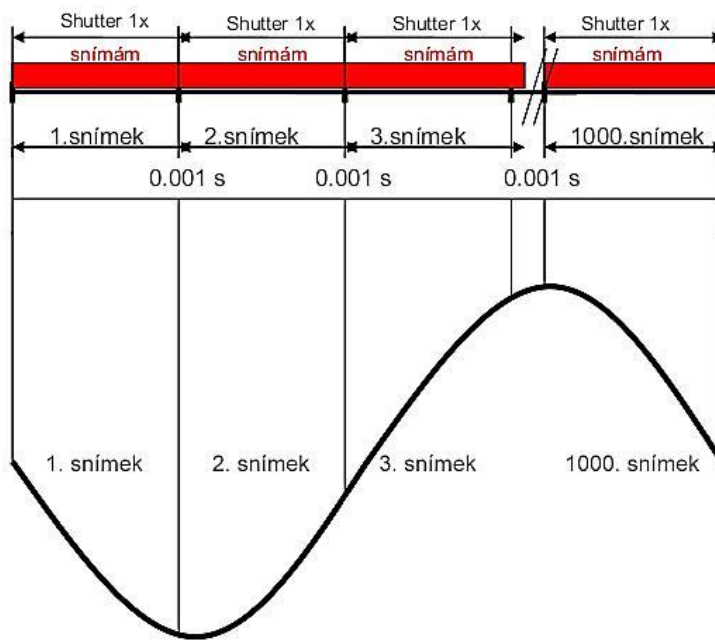
V praxi sa využíva taktiež *súosové osvetlenie*, ktorého výhodou je osvetlenie bez vzniku tieňa.

5.2.3 Shuttering

Shutter umožňuje sledovať vysokorýchlostné deje, ktoré sú rýchlejšie než doba odpovedajúca danej snímke. Bežne môže nastať situácia, že zachytená snímka je rozmazaná, resp. nemusí byť dobrý zachytený sledovaný dej. [7]

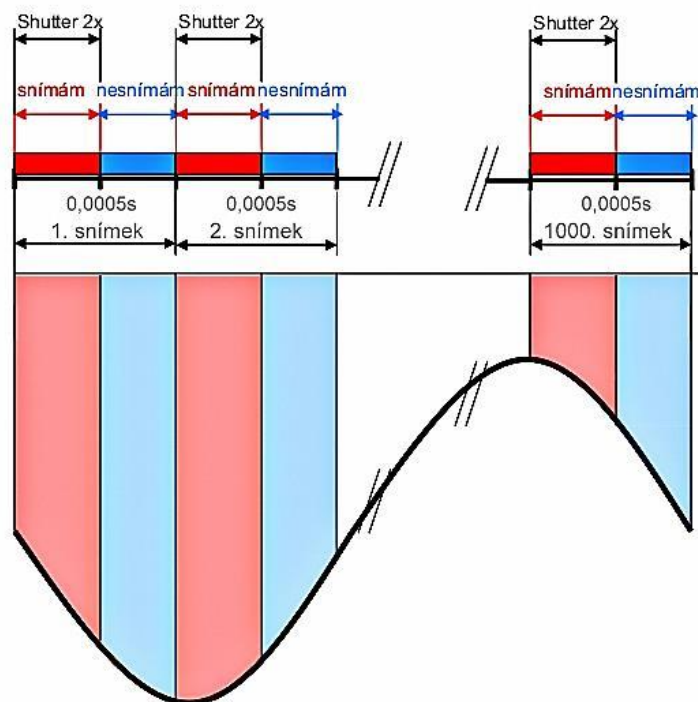


Obr. 23 *Porovnanie snímania pri použití Shutter 1x vs. Shutter 2x* [7]



Obr. 24 *Shutter 1x* [7]

Úlohou Shuttering-u je rozdeliť snímky do sekcií od 1x až 100x Shutter-u, kedy samotný Shutter začína od 2x a jeho využitie v praxi nastáva pri snímaní nad 1000 snímok za sekundu (sn/s). Pri nastavení vyššieho Shutter-u sa nastavuje kratšia expozičná doba, tzn. že pri rýchlosti 10 000sn/s za sekundu a Shutter 2x dostaneme relatívnu rýchlosť 20 000 sn/s, tj. snímka je vytvorená za polovičný čas. [7]



Obr. 25 *Shutter 2x* [7]

Tab 2 Porovnanie použitia Shuttering-u [7]

	Vyššia rýchlosť záznamu Nižší Shutter	Nižšia rýchlosť záznamu Vyšší Shutter
<i>Plynulosť pohybu</i>	Zlepšuje sa	Zhoršuje sa
<i>Optická definícia</i>	Zlepšuje sa	Zhoršuje sa
<i>Rozlíšenie obrazu</i>	Zhoršuje sa	Zlepšuje sa
<i>Svetlosť deja</i>	Zlepšuje sa	Zhoršuje sa

5.3 Výrobcovia vysokorýchlostných kamier

Na trhu pôsobí niekoľko spoločností, ktoré ponúkajú vysokorýchlostné kamerové systémy:

- Olympus (i-Speed LT, i-Speed II, i-Speed TR, i-Speed III, i-Speed FS)
- Redlake (séria M3 – MotionScope M3/M5, séria N – MotionXtra N3/N4/N5)
- Photron (Fastcam SA1 – SA5, Fastcam MC2, Fastcam MH4-10K)
- Shimadzu (Hypervision HPV-2)
- PCO Imaging (PCO.Dimax HS/S/D, PCO.1200 hs/s)
- NAC Imaging (NAC Memrecam HX-1 – HX-6, NAC Memrecam GX-ir/1 – 8)
- AVT Pike (Inspector Pike)
- AOS Technologies (TRI-VIT, X-EMA, X-TREME, SMIZE, S-MOTION) [13]



Obr. 26 Olympus i-Speed II a i-Speed TR [10]



Obr. 27 Redlake M3, N3, Y3 [13]



Obr. 28 AOS Technologies X-EMA, S-MOTION, TRI-VIT [13]

6 OLYMPUS I-SPEED II

System kamery Olympus i-Speed II má navrhnuté ľahko použiteľné ovládanie, ktoré ponúka ovládanie funkcií pomocou jednoduchého menu. Niektoré funkcie môžu byť na ovládanie náročnejšie vzhľadom k zložitosti procesov ako je zaobstarávanie videosekvencií s vysokým snímkovým kmitočtom. [1]



Obr. 29 Olympus i-Speed II [10]

Každá kamera z radu i-Speed II je k dispozícii ako čiernobiela alebo farebná jednotka s možnosťou voľby veľkosti pamäte.

Tab 3 Prevedenie kamery [6]

Veľkosť pamäte/model	Doba záznamu v plnom rozlíšení (s)
2 GB monochromatický	4,5
4 GB monochromatický/HG	9,0
2 GB farebný	4,5
4 GB farebný/HG	9,0

Tab 4 Charakteristika kamery [6]

Rozmery	115 (š) x 110 (v) x 233 (d) mm
Váha	2 kg
Vstupné napätie	12 V \pm 10%

Príkon	Max. 36 W
Montáž statívu	5 x 1/4" Whitworthov závit
Montáž objektívu	C – mount

6.1 Snímkový kmitočet

Olympus i-Speed II využíva špecializovaný snímač, ktorého obmedzenie je v limite počtu obrazových bodov (pixely) nasnímaných za sekundu. Rýchlosť snímania je teda obmedzená na 1000sn/s. V prípade potreby rýchlejšieho snímania dochádza k zníženiu pixelov. Vysokorýchlostný kamerový systém dokáže pracovať režime až 33 000 sn/s. [1]

Kamera má elektronickú pamäť na ukladanie zaznamenaných dejov, ktorá je schopná uložiť len určitý počet snímok pri danom rozlíšení, resp. pevne stanovenej rýchlosti snímania.

Využitie úsporného režimu zabezpečuje zníženie počtu bodov tvoriacich snímok pod hodnotu pri danom snímkovom kmitočte, a tým snímať len potrebnú časť vysokorýchlostného deja. Zníženie rozlíšenia zároveň umožňuje uložiť do pamäte väčší počet snímok alebo predĺžiť dobu záznamu. [1]

Pri zvyšovaní snímkového kmitočtu dochádza k obmedzeniu doby snímky i maximálneho možného času uzávierky (potreba vyššej intenzity svetla). [1]

Tab 5 Funkcie na snímanie obrazu [6]

Typ senzoru	CMOS
Rozlíšenie	800 x 600 (1000 sn/s)
Maximálna rýchlosť snímania	33 000 sn/s
Formát záznamu	AVI/MPEG
Shutter	5 μm
Pixelová veľkosť	14 micron
Pomer strán	4:3
Veľkosť snímača	14 mm (diagonálne) 8,4 x 11,2 mm
Bitová hĺbka	8 bit

6.2 Čas uzávierky

Ak sa pohybuje sledovaný objekt prirýchlo, môže nastať situácia, že nasnímaný obraz bude rozmazaný. Preto Olympus i-Speed II pracuje s možnosťou skrátenia času uzávierky na zlomok doby snímky. Čas uzávierky je daný pomerom prevrátenej hodnoty snímkového kmitočtu a času otvorenia uzávierky ($x_{10} = 1/10$ doby snímania). [1]

Nevýhodou skrátenia času uzávierky je pokles svetla dopadajúceho na snímač, tzn. že výsledný záznam bude tmavší, preto je potrebné zvýšiť intenzitu osvetlenia snímaného objektu. [1]

6.3 Objektív

Zvolenie vhodného objektívu pre snímanie deja závisí od snímaného objektu a vzdialenosti kamery od objektu. Ak snímame dej na krátku vzdialenosť, používajú sa objektívy s krátkou ohniskovou vzdialenosťou. Objektívy s dlhou ohniskovou vzdialenosťou umožňujú sledovať malú plochu z väčšej diaľky, jeho nevýhodou je nižšia svetelnosť. [1]

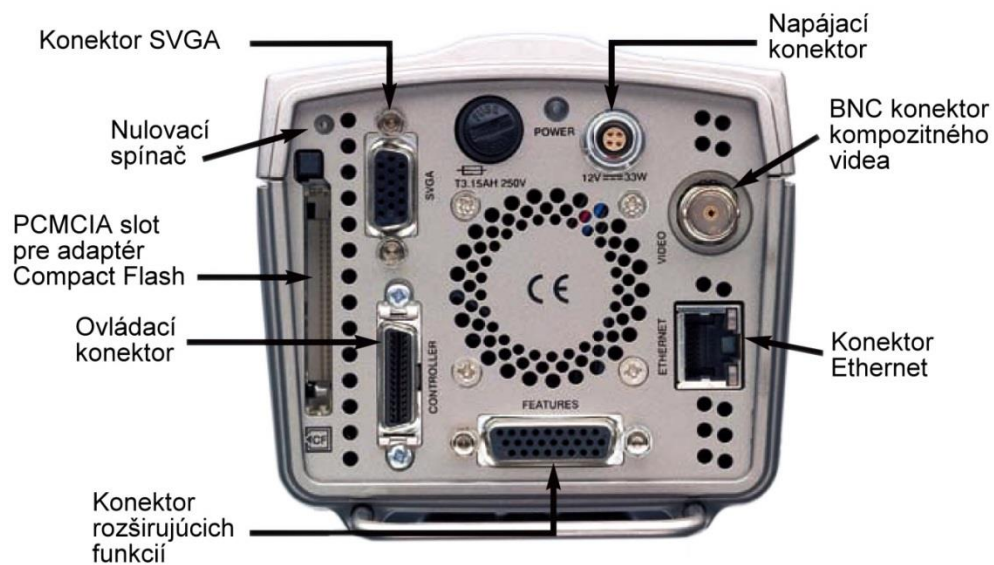
Objektívy majú nastaviteľnú clonu (viď kapitola Expozícia). Zvyšovanie clonového čísla umožňuje zvyšovanie hĺbky ostrosti nasnímaného deja, avšak znižuje množstvo dopadajúceho svetla na objektív, čo je dôležitý faktor pri vysokých snímkových kmitočtoch a krátkych časoch uzávierky. [1]

6.4 Základné parametre kamery pri snímaní

Tab 6 Základné parametre snímky pri rôznej rýchlosti snímania [1]

Rýchlosť snímania	Čas záznamu (s)	Rozlíšenie (šírka)	Rozlíšenie (výška)	Rozlíšenie snímky	Obrázky v pamäti	Pomer priblíženia (Zoom)
60	74,55	800	600	480000	4473	1.00
100	44,73	800	600	480000	4473	1.00
150	29,82	800	600	480000	4473	1.00
200	22,37	800	600	480000	4473	1.00
300	14,91	800	600	480000	4473	1.00
400	11,18	800	600	480000	4473	1.00
500	8,95	800	600	480000	4473	1.00
600	7,46	800	600	480000	4473	1.00
800	5,59	800	600	480000	4473	1.00
1000	4,47	800	600	480000	4473	1.00
1500	4,23	672	504	338688	6340	1.19
2000	4,32	576	432	248832	8630	1.39
3000	4,76	448	336	150528	14266	1.79
4000	4,85	384	288	110592	19418	2.08
5000	5,59	320	240	76800	27962	2.50
6000	5,75	288	216	62208	34521	2.78
8000	5,46	256	192	49152	43690	3.13
10000	5,71	224	168	37632	57065	3.57
15000	7,46	160	120	19200	111848	5.00
20000	8,74	128	96	12288	174762	6.25
33000	9,41	96	72	6912	310689	8.33

6.5 Zapojenie



Obr. 30 Popis konektorov pre zapojenie [6]

Napájací konektor – pripojenie napájacieho napätia kamery, ktoré zabezpečuje prevádzku kamery a jednotiek CDU alebo RCP.

BNC konektor – poskytuje kompozitný farebný video signál. Je to priemyselný štandard pre tento druh signálu a súčasť tvorí kábel kompozitného videa s BNC konektormi.

Ethernet konektor – konektor so zabudovanými LED kontrolkami a napomáha k automatickému pripojeniu systému Olympus i-Speed k sieti, ku ktorej je pripojený. Prvky Ethernet by mali podporovať normu 100-T, aby sa zabezpečila vyššia prevádzková rýchlosť sieťovej karty zabudovanej v kamere.

Konektor rozširujúcich funkcií – rad prenášaných signálov je zhromaždený v jednom konektore.

Ovládací konektor – pripojenie CDU alebo RCP jednotky ku kamere.

PCMCIA slot – umožňuje kamere pracovať s *flash* pamäťami vo formáte PCMCIA a používať karty ATA FLASH. S pomocou PCMCIA adaptéru je možné používať karty Compact Flash na rozširovanie pamäťovej kapacity.

SVGA konektor – prenos signálu SVGA s videoobrazom cez zobrazovaciu grafiku. Konektor umožňuje napájanie na PC monitor.

Na zadnej časti vysokorýchlostnej kamery sa nachádza *LED kontrolka*, ktorá signalizuje zapnutie, *poistka* a *spínač na obnovu systému*. [1]

6.5.1 Ovládač displeja

Ovládač displeja CDU zobrazuje obraz z kamery v reálnom čase. Pripája sa k ovládaciemu konektoru ovládacím káblom a preberá z kamery videosignál. Na základe pripojenia dokáže kamera rozoznať pripojenie na PC alebo TV monitor a prispôbiť menu ovládania. [1]



Obr. 31 Ovládací jednotka CDU [10]

Software-ové tlačidlá - funkcia jednotlivých tlačidiel je závislá od funkčných popisom na obrazovke.

Funkčné tlačidlá – majú pevne priradené funkcie *text*, *späť*, *hore* a *dole*. [1]

6.5.2 Diaľkové ovládanie

Diaľkové ovládanie RCP sa pripojuje k ovládaciemu konektoru, ktoré kamera rozpozná a zobrazuje na PC alebo TV monitore špecializované menu. RCP slúži na ovládanie tohto menu. V prípade, že sa prechádza z ovládacej jednotky RCP na CDU, je potrebné kameru vypnúť a znova zapnúť. [1]



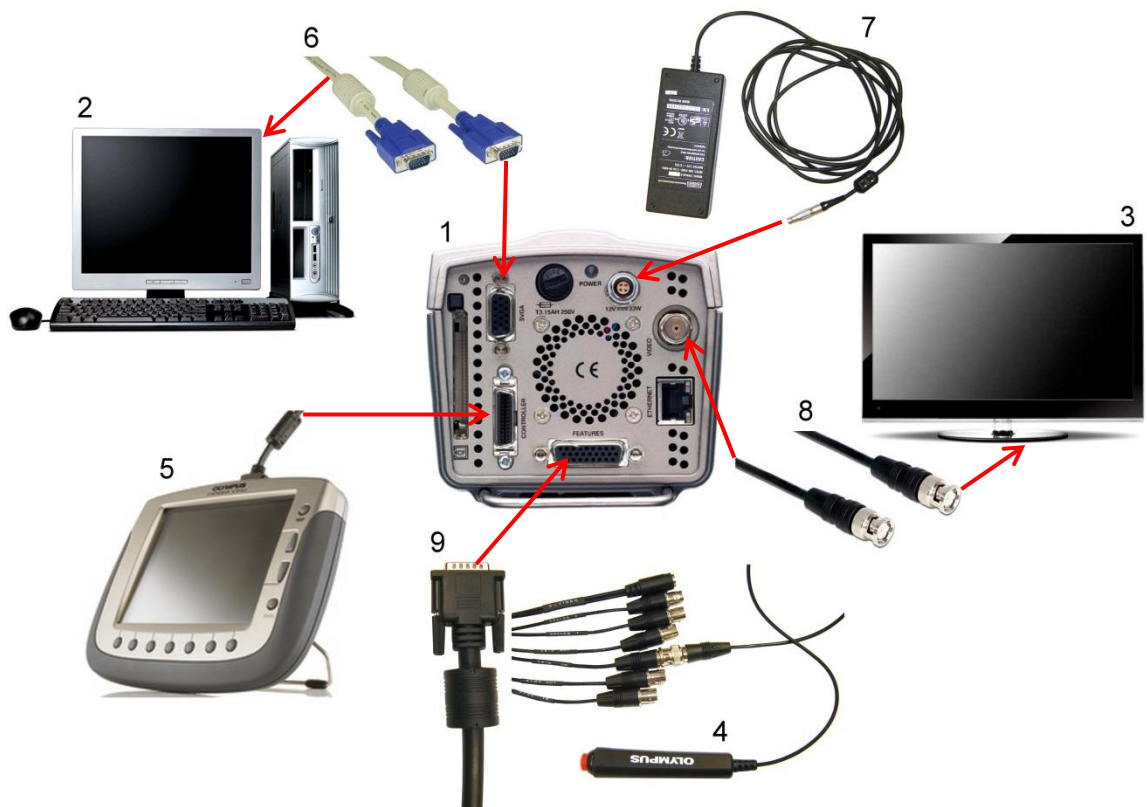
Obr. 32 RCP jednotka

6.6 Pripojenie systému

Kamerový systém i-Speed má tri spôsoby zapojenia systému ovládania:

- S ovládacou jednotkou CDU alebo s ovládaním kamery
- S diaľkovým ovládaním RCP
- Pripojenie k PC alebo prenosnému počítaču [1]

6.6.1 Pripojenie k CDU



Obr. 33 Zapojenie CDU jednotky

1 kamera

6 VGA kábel

2 počítač

7 napájací kábel

3 TV monitor

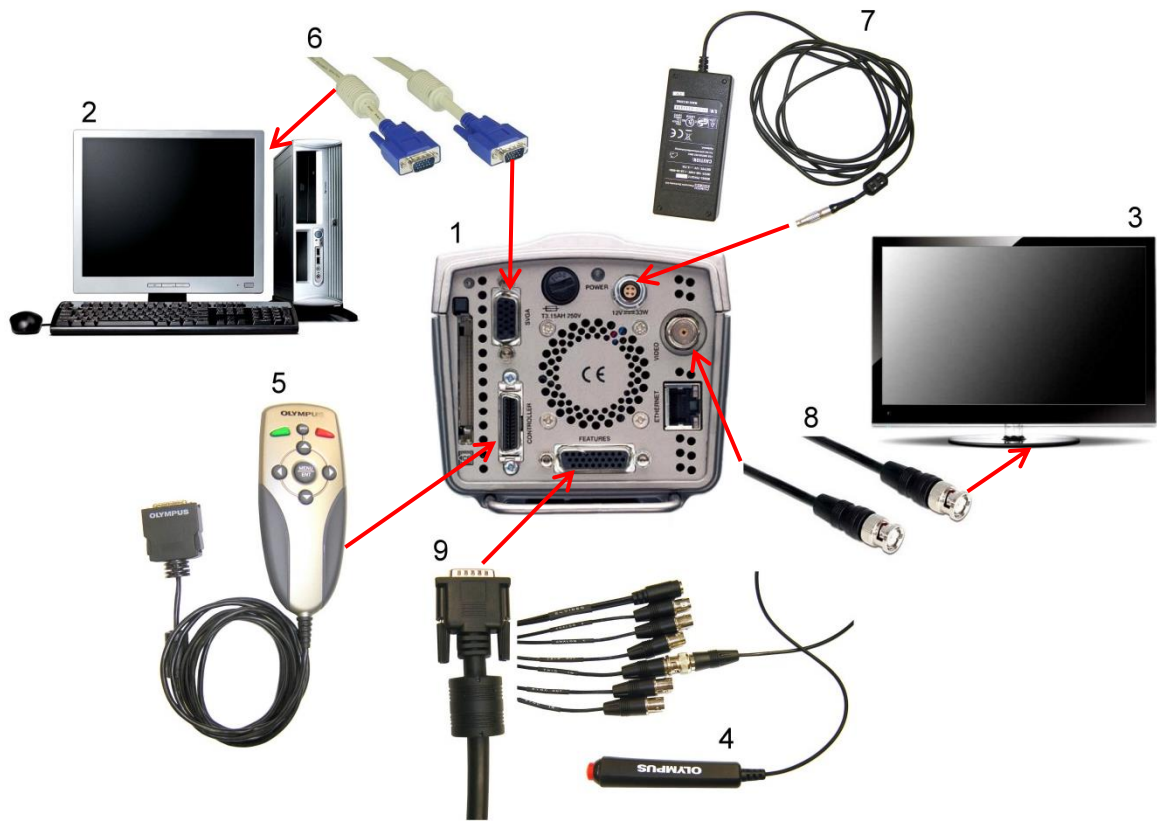
8 BNC kábel

4 spínač spúšte

9 kábel konektorov rozširujúcich funkcie

5 CDU jednotka

6.6.2 Pripojenie k RCP

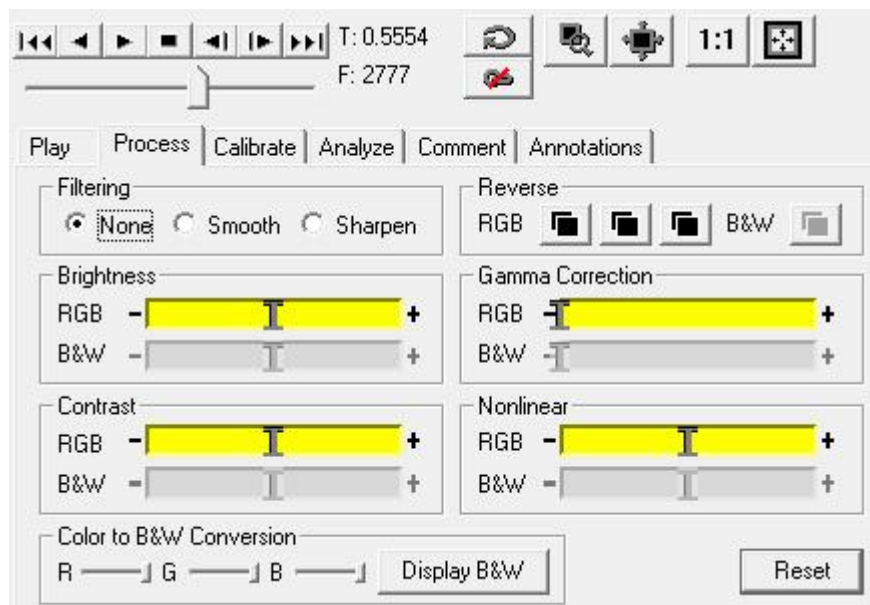


Obr. 34 Zapojenie RCP do kamerového systému

- | | |
|-----------------|------------------------------------------|
| 1 kamera | 6 VGA kábel |
| 2 počítač | 7 napájací kábel |
| 3 TV monitor | 8 BNC kábel |
| 4 spínač spúšte | 9 kábel konektorov rozširujúcich funkcie |
| 5 RCP jednotka | |

6.7 Software Olympus i-Speed II

Zabudovaný software kamerového systému Olympus i-Speed ponúka základnú úpravu nasnímaného obrazu. Záložka *Process* pracuje s pevnými filtrami *Smooth* (vyhladenie obrazu) a *Sharpen* (vyostrenie). Úpravy obrazu do jednotlivých farieb RGB modelu umožňuje funkcia *Reverse*. Na úpravu viditeľnosti obrazu ponúka software možnosti úpravy *Brightness* (jas), *Contrast* (kontrast), *Gamma Correction* (vytiahnutie požadovaného objektu z tmavej, resp. svetlej časti obrazu) a *Nonlinear* (nelineárna úprava jasu). Funkcie je možné prepnúť do čiernobieleho režimu pomocou *Display B&W*.



Obr. 35 Pracovní okno na úpravu obrazu software Olympus i-Speed

7 GIMP A ADOBE PREMIERE

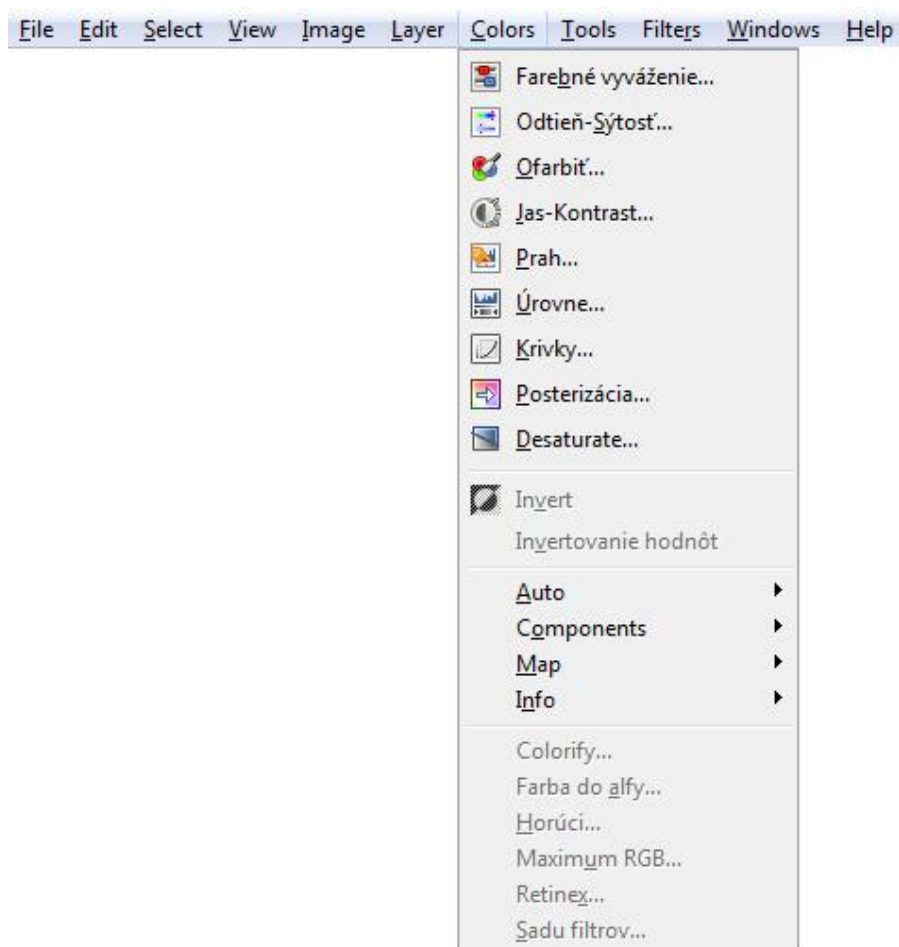
V praktickej časti budú na úpravu vysokorýchlostných dejov využité grafické programy:

- Gimp – úprava samostatných snímok
- Adobe Premiere – celková úprava záznamu

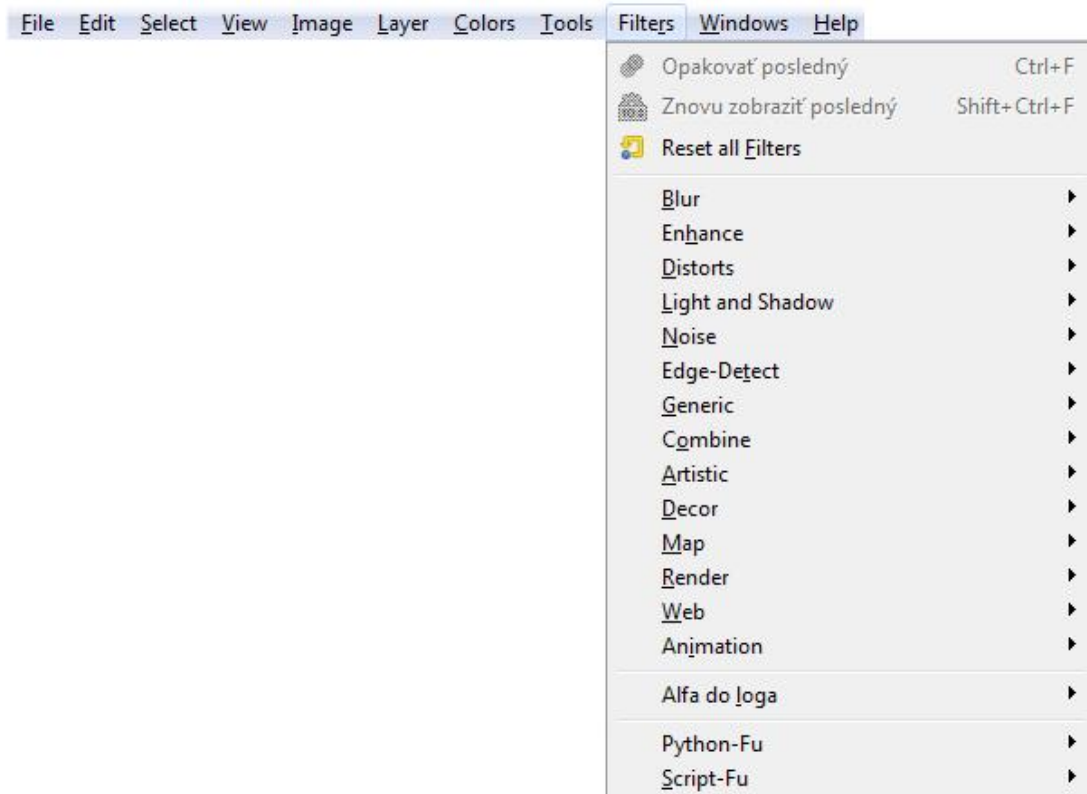
Tie poskytujú širokú škálu funkcií na úpravu nekvalitne nasnímaného obrazu, a tým môžu zabezpečiť presnejšie výsledky vysokorýchlostných dejov.

7.1 Gimp

Grafický program Gimp je v súčasnej dobe považovaný za jeden z najlepších voľných nástrojov na úpravu a tvorbu grafických záznamov. Užívateľovi ponúka množstvo funkcií, širokú škálu nástrojov, prácu s kanálmi, či vrstvami. Podporuje väčšinu rastrových formátov ako sú GIF, JPG, PNG, TIFF, MPEG, PDF, BMP a iné. Využíva vlastný formát XCF, ale čiastočne dokáže pracovať vo formáte PSD (Photoshop) od spoločnosti Adobe. [11]



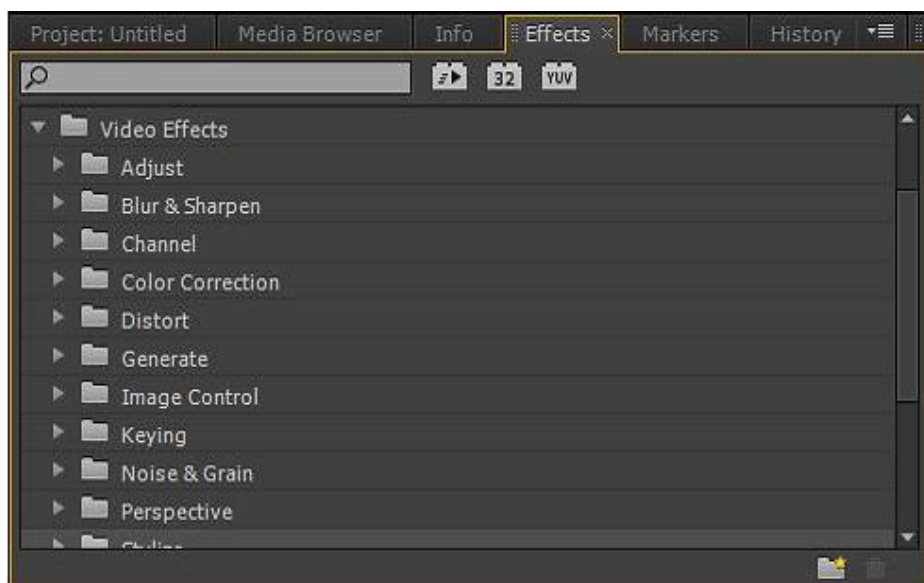
Obr. 36 Ponuka úpravy farieb software Gimp



Obr. 37 Ponuka filtrov na úpravu obrazu software Gimp

7.2 Adobe Premiere

Adobe Premiere je profesionálny software na úpravu záznamov spoločnosti Adobe. Program umožňuje užívateľovi rozdeliť video záznam na časti, a pritom ich nezávisle na sebe meniť a upravovať. Na úpravu obrazu je možné použiť veľké množstvo efektov.



Obr. 38 Ukážka základných efektov software Adobe Premiere

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

8 PROSTREDIE A PODMIENKY PRI SNÍMANÍ

Pre potreby praktickej časti diplomovej práce bolo potrebné zaobstarať videozáznam nasnímaný pomocou vysokorýchlostnej kamery za nevhodných expozičných podmienok. Výsledkom takto nasnímaného deja mal byť záznam, ktorý je pre firmu prakticky nepoužiteľný.

Záznam nasnímaný pomocou vysokorýchlostnej kamery bol zhotovený v kovárskej spoločnosti vo výrobnjej hale, pričom snímanie prebiehalo na kovacom lise za plnej prevádzky v obmedzenom pracovnom priestore so slabým osvetlením pracovnej plochy.

Z priestorového hľadiska by v okolí snímanej plochy nebolo možné umiestniť profesionálne osvetlenie, pretože okolité prostredie pracoviska nebolo priestrané. Navyše v danom prostredí by bolo zvýšené riziko poškodenia zariadení na osvetlenie.

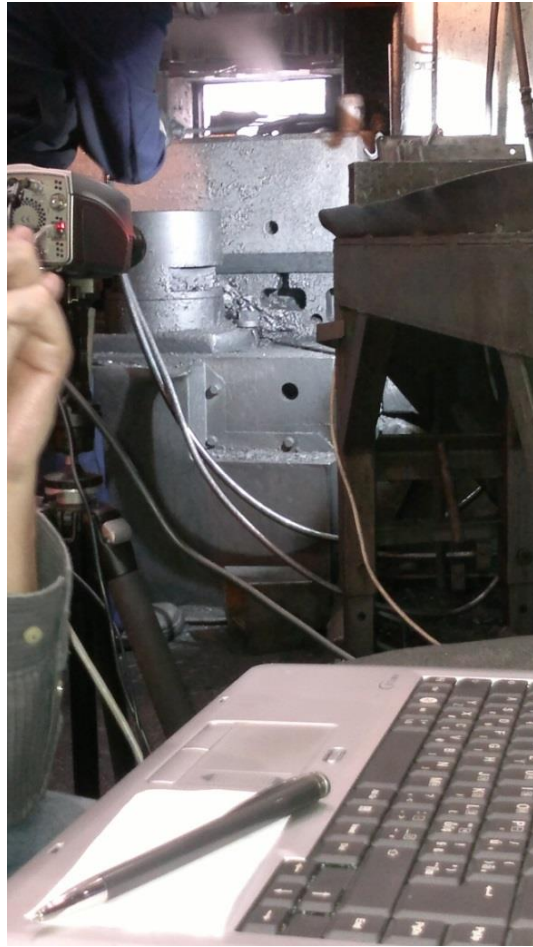
Pracovný priestor, v ktorom bol snímaný dej, bol ohraničený „dávkočom“ kovacieho materiálu a dvomi kovacími lisami, ktoré boli obsluhované dvomi pracovníkmi. Jednotlivé zariadenia boli prepojené dopravníkmi pre podávanie materiálu.



Obr. 39 Pracovné prostredie snímaného deja

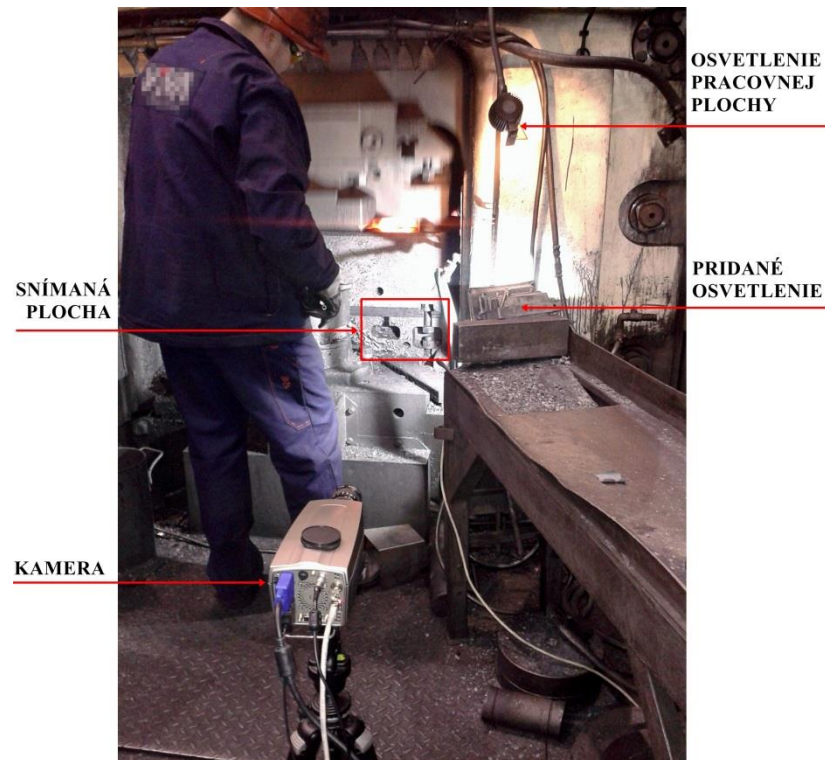
Snímanie prebiehalo na zariadení s označením LIS 2. Ako vidno z fotografie (Obr. 39), ohraničený priestor a pracovník neumožňujú optimálne umiestnenie kamery ani umiestnenie svetla, ktoré bolo položené na konci jedného z dopravníkov.

Zvyšné zapojenie vysokorýchlostného kamerového systému (notebook, monitor) bolo uložené pod dopravníkom s označením DOPRAVNÍK 3, odkiaľ sa spúšťalo zaznamenávanie sledovaného deja.



Obr. 40 *Pohľad na snímanú plochu spod dopravníka*

Počas snímania musel pracovník dbať na umiestnenie kamery a pridaného svetla. Taktiež musel prispôbiť svoju pozíciu pri práci tak, aby nezasahoval do zaznamenávaného priestoru.



Obr. 41 *Postavenie pracovníka pri snímaní deja*

Pomocou vysokorýchlostnej kamery sa snímala priestor upevnenia zápustky na pracovný stôl. Sledovalo sa chovanie tejto časti lisu pri jednotlivých rázoch počas tvarovania súčasti.



Obr. 42 *Detail na snímanú plochu*

Zaznamenávanie deja bolo zo vzdialenosti 1,5 metra. Pri týchto podmienkach snímania bola rýchlosť uzávierky nastavená na 1000 sn/s.

Výsledkom snímania pri daných podmienkach bol vznik vizuálne nepoužiteľných záznamov. Na videu *Záznam_1* (Obr. 43) je voľným okom vidno len akési odrazy svetla v pravom dolnom rohu. Pri druhom videu *Záznam_2* (Obr. 44) sa podarilo zachytiť nejasné črty snímanej plochy, ktoré však nemusia byť vidno, na koľko viditeľnosť závisí od kvality a nastavenia samotného displeja počítača (resp. iného zariadenia prehrávajúce záznam).

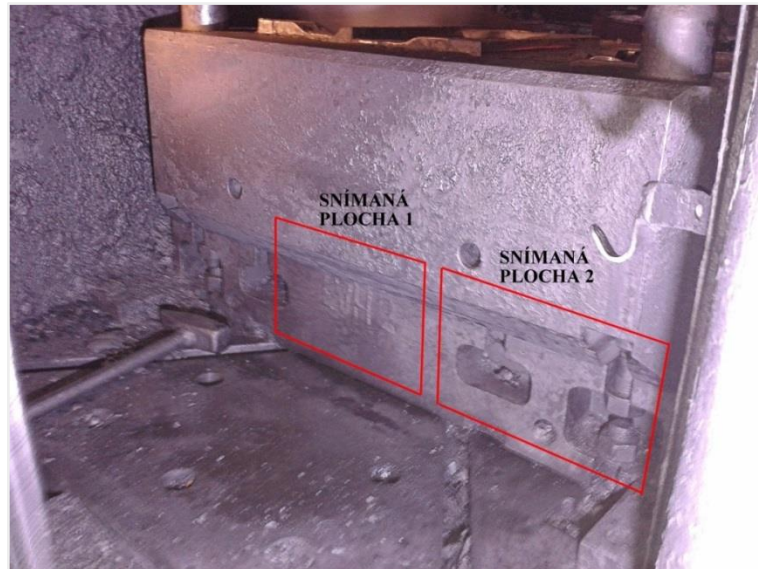


Obr. 43 *Záznam_1*



Obr. 44 *Záznam_2*

Počas zaznamenávania deja došlo k porušeniu zápustky na kovacom lise. Zápustka bola následne vymenená a doska pracovného stola lisu bola vyčistená. Z priestoru snímanej plochy bol odstránený stolík na odkladanie náradia, pomocou ktorého pracovník manipuloval s materiálom.



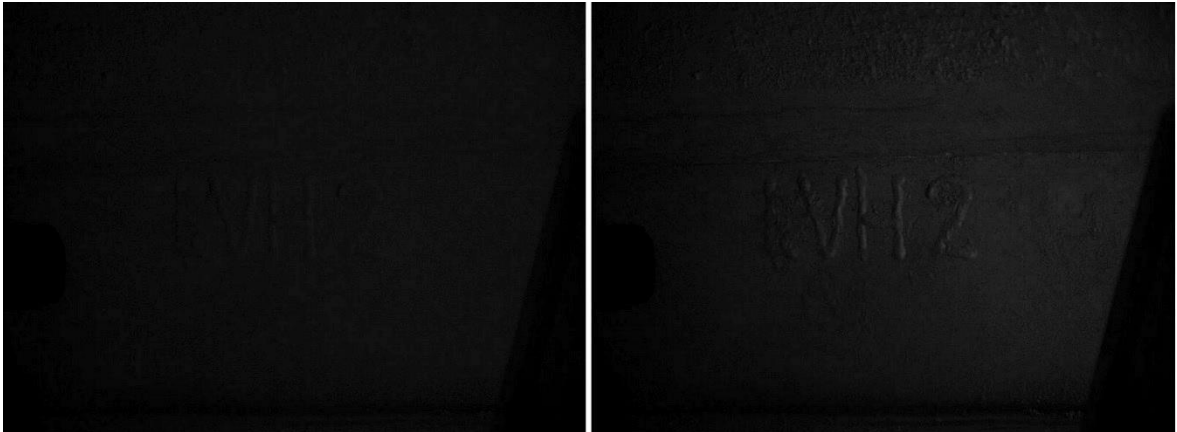
Obr. 45 Snímané plochy po úprave pracovného priestoru

Takto upravená snímaná plocha rozšírila možnosti nasnímania dosky stola v iných miestach. Pri snímaní týchto plôch bolo pridané ďalšie osvetlenie. Vzhľadom ku charakteru priestorov a nemožnosti pevného uchytenia osvetlenia, bolo potrebné počas zaznamenávania deja osvetlenie ručne pridržať.



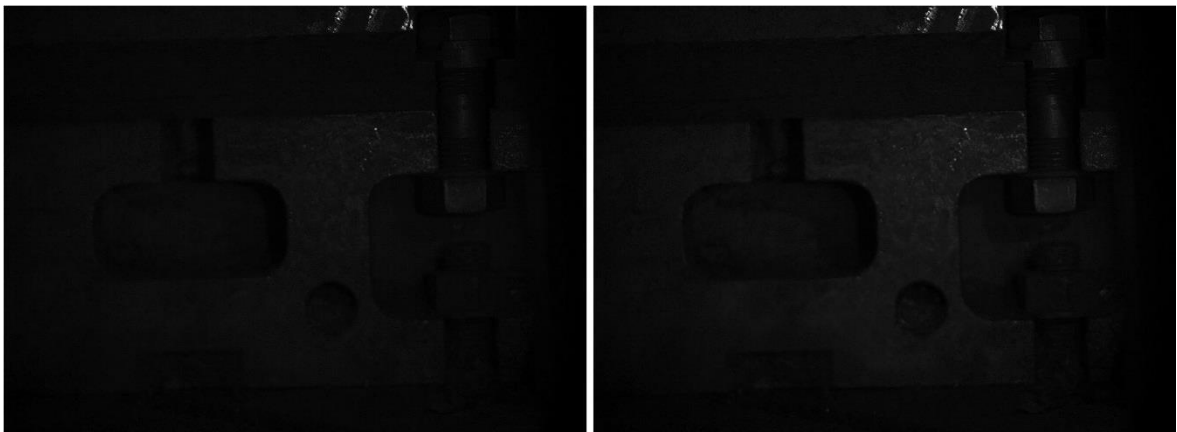
Obr. 46 Snímanie po úprave s pridaním ďalšieho osvetlenia

S pridaním osvetlenia sa dosiahlo lepších výsledkov, avšak stále nie dostatočujúcich.



Obr. 47 *Záznam_3*

Záznam_3 je výsledkom snímania *plochy 1* (Obr. 47). Na zázname vidno označenie, obraz je stále príliš tmavý.



Obr. 48 *Záznam_4*

Záznam_4 (Snímaná plocha 2 – Obr. 48) je v porovnaní s predchádzajúcim viditeľne lepší i vzhľadom k tomu, že snímaná *plocha 2* sa nachádzala bližšie k osvetleniu. Oba posledné záznamy boli lepšie osvetlené. Pridané osvetlenie, ktoré bolo k dispozícii, spôsobilo blikajúce výsledné záznamy.

9 DÔVODY POUŽITIA GRAFICKÝCH PROGRAMOV

Software na spracovanie záznamu k vysokorýchlostnej kamere ponúka určité možnosti úpravy výsledného videa. Tie však slúžia len pre pracovanie so záznamom v tomto software-i. To znamená, že firma, ktorá nevlastní zariadenie na snímanie vysokorýchlostných dejov, nemá ani k dispozícii tento software.

Nevýhodou software-u k vysokorýchlostnému systému Olympus i-Speed II je fakt, že program nie je schopný uložiť upravený záznam ako celok. Tým pádom ho nie je možné poskytnúť spoločnosti, ktorá si objednala zákazku (za predpokladu, že vysokorýchlostný dej bol nasnímaný nekvalitne).

Vysokorýchlostný kamerový systém vytvorí po nasnímaní záznam vo formáte *.AVI. Aj keď je tento typ formátu bežný, dá sa prehrať len v pôvodnom software-i, preto je potrebné ho konvertovať do nového *.AVI formátu prostredníctvom software-u ku kamerovému systému. Voľne dostupné programy na konvertovanie formátov neboli schopné zachovať veľkosť informácií pôvodného záznamu a znížili jeho kvalitu.

Takto prekonvertovaný záznam je možné upraviť v grafickom programe, ktorý ponúka širokú škálu filtrov na úpravu obrazu, ukladanie v rôznych formátoch, a tým poskytuje možnosť ďalšieho spracovania a prezentácie v rámci firemnej štruktúry.

10 ADOBE PREMIERE

V praktickej časti diplomovej práce bola použitá skúšobná verzia grafického programu Adobe Premiere Pro CS6.



Obr. 49 Ikona programu Adobe Premiere Pro

10.1 Vytvorenie projektu

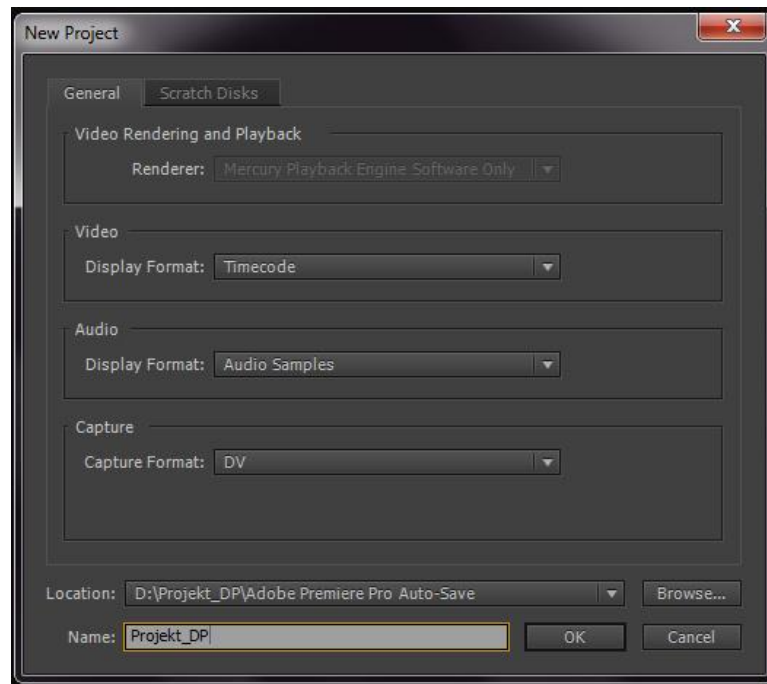
Po otvorení programu Adobe Premiere sa otvorí okno.



Obr. 50 Okno „Vitajte v Adobe Priemie Pro“

Užívateľovi umožňuje vytvoriť nový projekt ikonou *New Project* alebo otvoriť existujúci projekt ikonou *Open Project*. V časti pod nápisom *Recent Project* sa nachádzajú posledné projekty, s ktorými sa v programe pracovalo.

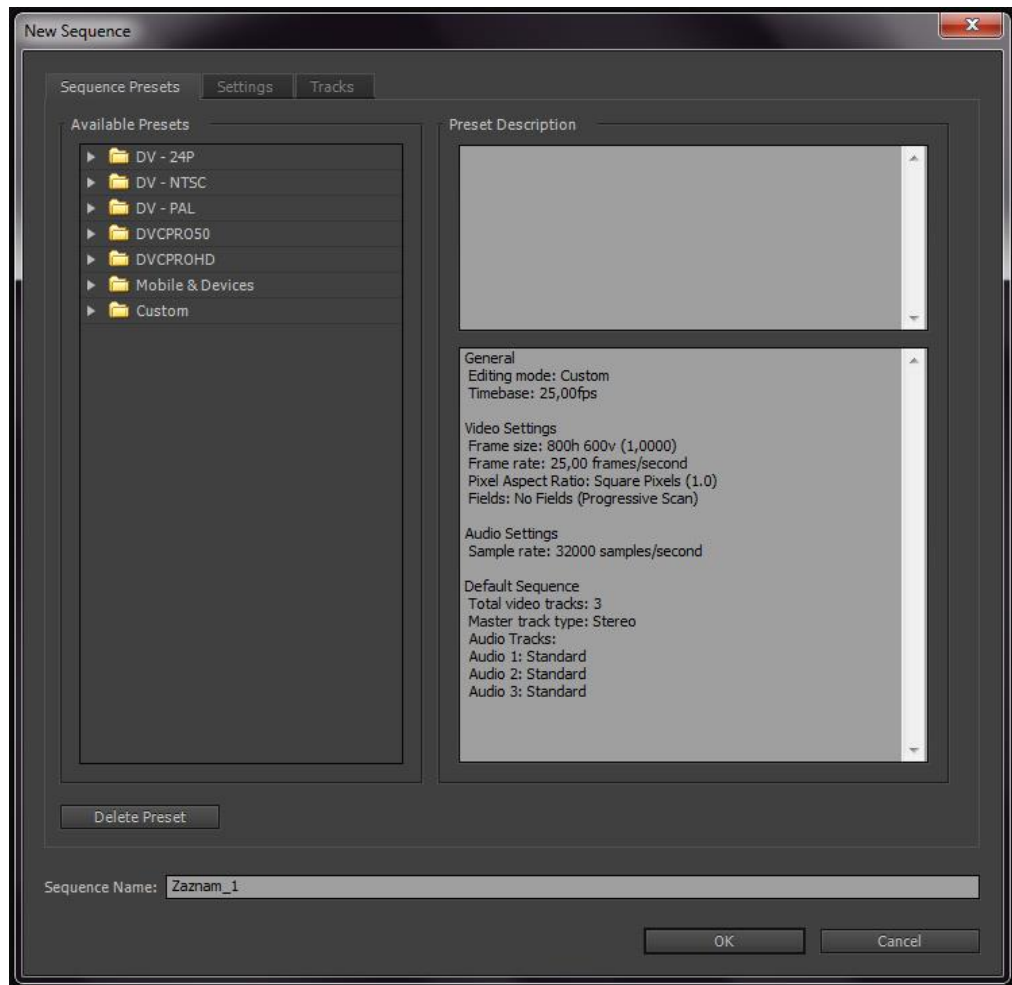
Klikneme na *New Project*.



Obr. 51 Vytvorenie nového projektu

Otvorí sa okno na tvorbu nového projektu, kde môžeme zadať miesto ukladania nášho projektu v záložke *Location* a v záložke *Name* pomenovanie projektu. Klikneme na *OK*.

Otvorí sa ďalšie okno s názvom *New Sequence* (Obr. 52). Toto okno umožňuje užívateľovi v rámci záložky *Sequence Presets* vybrať prednastavené možnosti pre video, s ktorým bude pracovať. V dolnej časti *Sequence Name* pomenujeme sekvenciu. Sekvenciu projektu môžeme chápať ako podprojekt, kedy v rámci jedného projektu môžeme pracovať s viacerými sekvenciami, či videami.

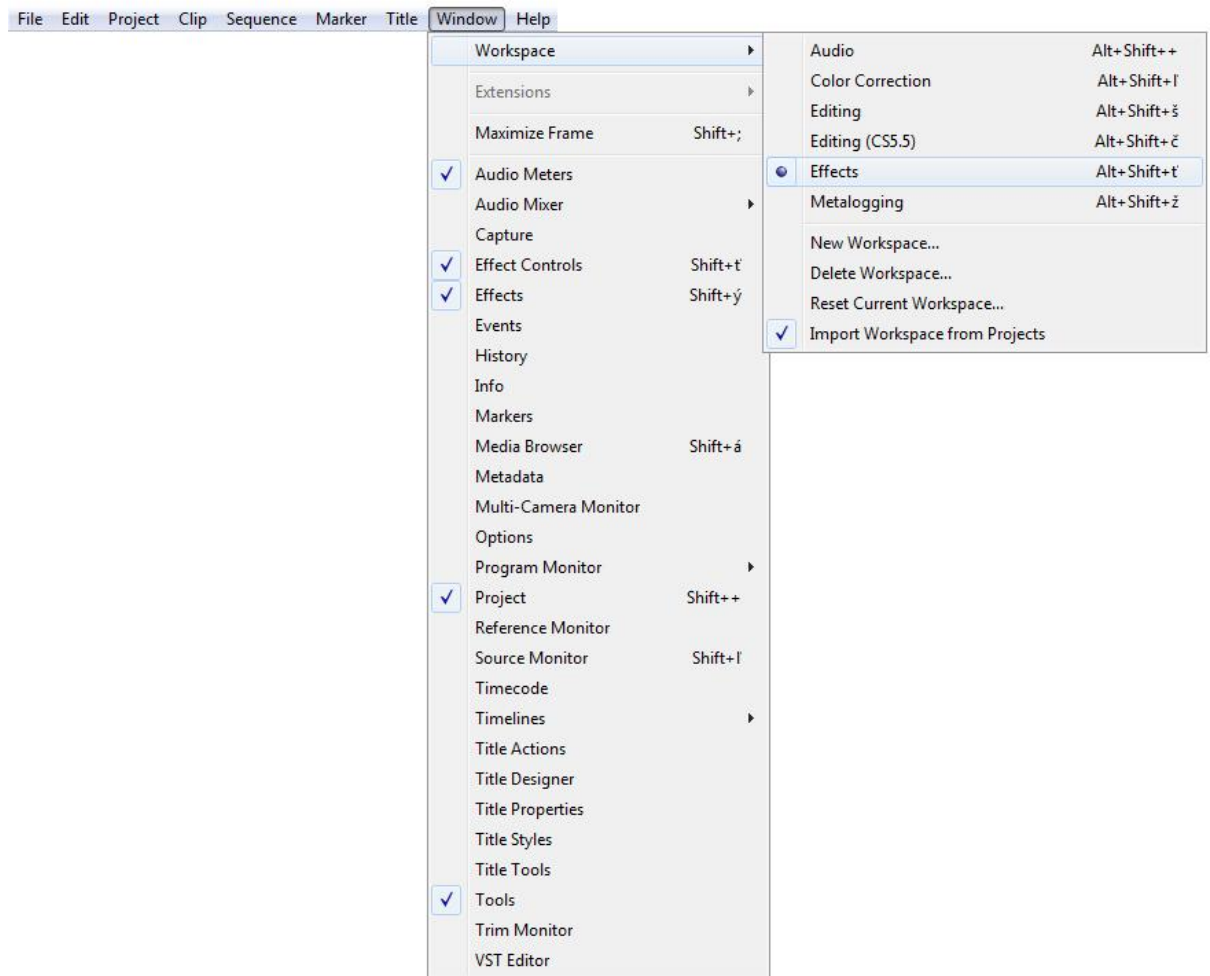


Obr. 52 Vytvorenie novej sekvencie

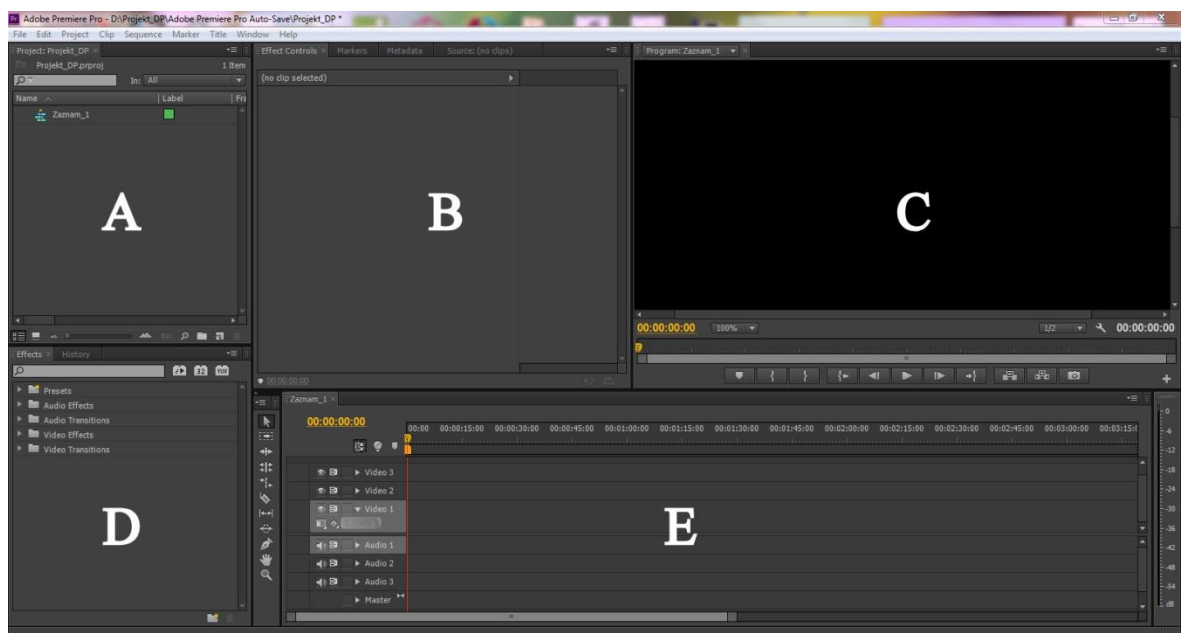
Po odkliknutí *OK* sa otvorí pracovné prostredie programu, ktoré sa skladá z niekoľkých menších pracovných panelov.

10.2 Pracovné prostredie

Program umožňuje prednastaviť pracovné prostrediu vzhľadom ku charakteru práce. Keďže praktická časť diplomovej práce sa zaoberá úpravou obrazu, zvolila som pracovné prostredie nasledovne: Na hlavnej lište otvoriť záložku *Windows – Workspace – Effects* (Obr. 53).

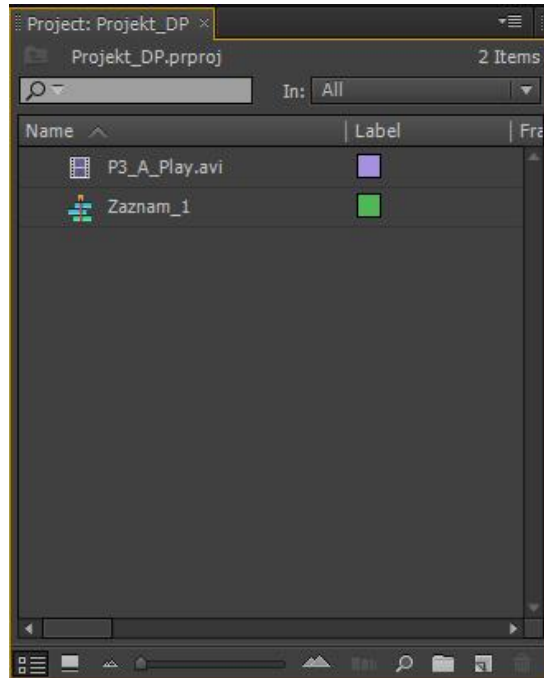


Obr. 53 Nastavenie plochy pracovného prostredia



Obr. 54 Pracovné prostredie programu

Pracovné okno A – zobrazujú sa v ňom vytvorené sekvencie s použitými videami. Do tohto pracovného okna sa vkladá aj video, s ktorým chceme pracovať: *dvojklik ľavým tlačidlom na myši*. Následne sa otvorí okno s ponukou výberu súborov z počítača.



Obr. 55 Pracovné okno so sekvenciami a videami

Novú sekvenciu je možné vložiť dvoma spôsobmi a to ikonou *New Item* v dolnej časti okna alebo cez hlavnú lištu programu *File – New – Sequence*.

Ak sa pracuje s jedným videom vo viacerých sekvenciách, nie je nutné toto video vkladat' znova.

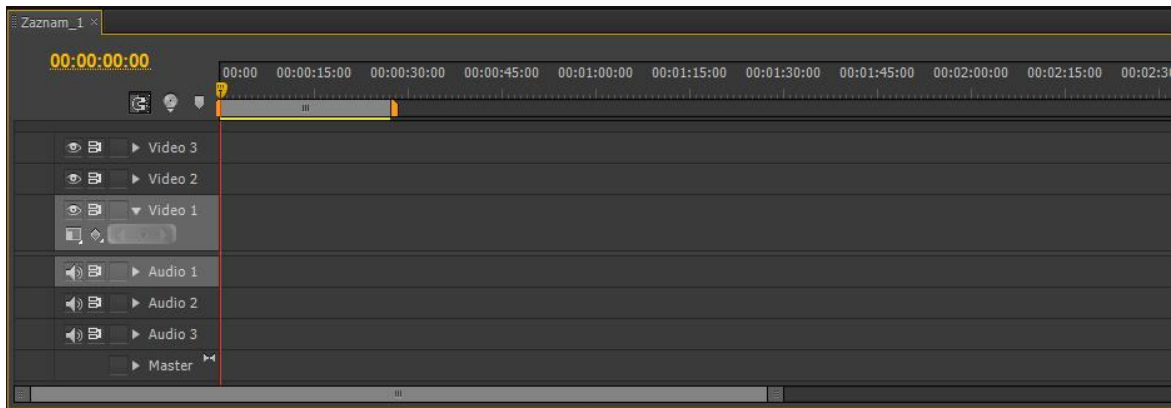
Pracovné okno B – obsahuje záložku *Effect Controls*, kde sa ukladajú všetky použité filtre.

Pracovné okno C – okno pre zobrazovanie videa, s ktorým sa práve pracuje. Obsahuje základné funkcie na ovládanie videa, priblíženie videa alebo funkciu na vytvorenie snímky zo záznamu.

Pracovné okno D – záložka *Effects*, ktorá ponúka všetky dostupné filtre na úpravu zvuku a obrazu videa.

Pracovné okno E – časová os, do ktorej sa vkladá záznam presunutím požadovaného súboru (záznam, nie sekvencia) z okna A. Záznam sa vloží do časti *Video 1* a následne sa

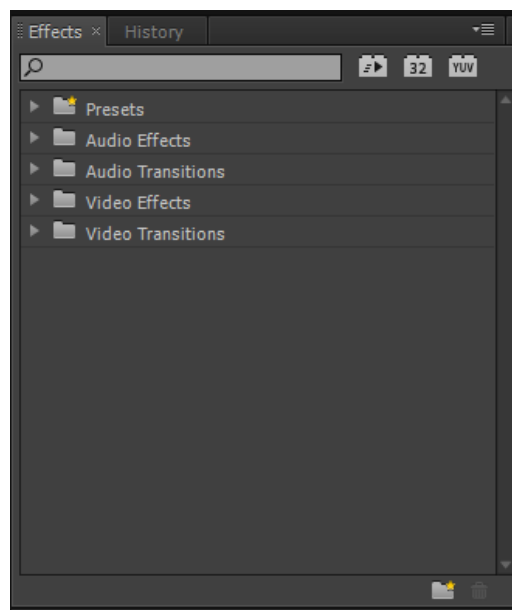
video zobrazí v pracovnom okne C. Pri viacerých sekvenciách sa v hornej časti nachádzajú jednotlivé záložky s jednotlivými sekvenciami.



Obr. 56 Časová os pre prácu so záznamom

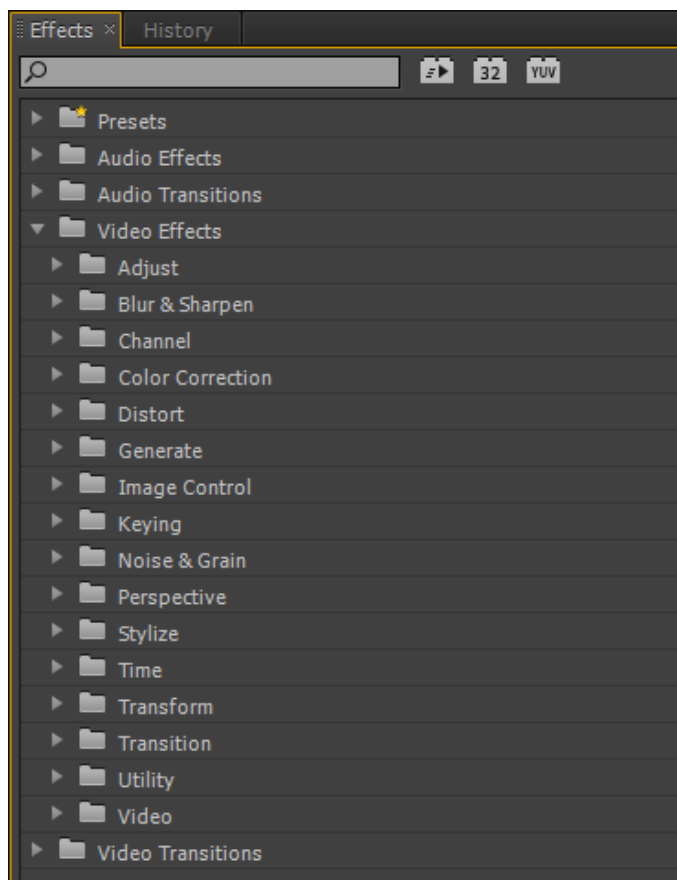
10.3 Filtre

Filtre môžeme charakterizovať aj ako efekty na úpravu obrazu záznamu. Program Adobe Premiere ponúka celú škálu efektov na úpravu zvuku a obrazu.



Obr. 57 Možnosti efektov

Po roztvorení záložky *Video Effects* sa otvoria základné podskupiny filtrov.



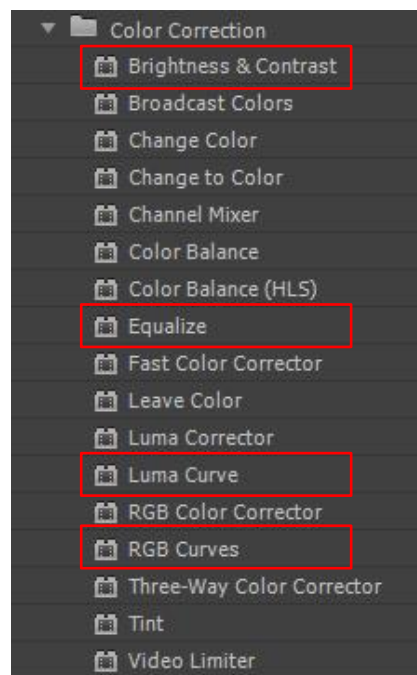
Obr. 58 Podskupiny video filtrov

Program Adobe Premiere ponúka rovnaké filtre na úpravu obrazu ako software k vysokorýchlostnej kamere i-Speed II, avšak so širšou škálou funkcií pri jednotlivých efektoch.

Pre potreby diplomovej práce a charakter záznamu boli využité len niektoré filtre. Mnohé neboli použiteľné z dôvodu:

- čiernobieleho prevedenia záznamu,
- nulová viditeľnosť efektu na zázname,
- samotný efekt nebol prakticky použiteľný pre potreby záznamu.

10.3.1 Efekty úpravy



Obr. 59 Úprava farieb

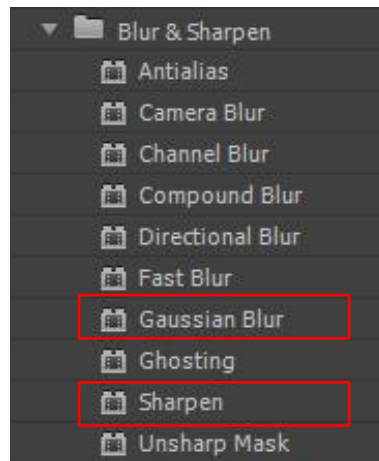
Záložka úprava farieb disponuje s množstvom efektov. V rámci praktickej časti diplomovej práce boli najviac využité tieto efekty:

Brightness & Contrast – filter na úpravu jasů a kontrastu.

Luma Curve – luminiscenčná (zosvetľujúca) krivka, ktorá pracuje na princípe úpravy jasů a kontrastu.

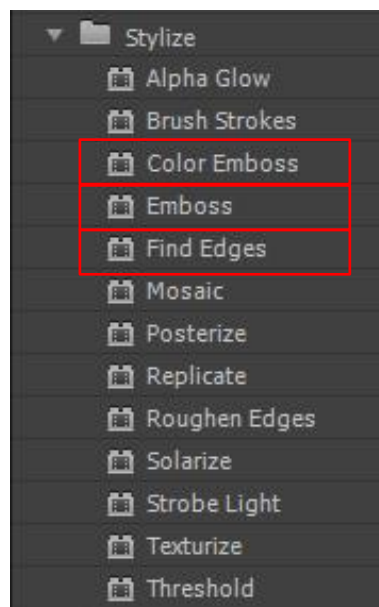
RGB Curves – funkcia obsahuje 4 druhy kriviek, *Master Curve* (hlavná) pracuje so svetlom, pričom intenzita presvietenia obrazu je nižšia ako pri *Luma Curve*. Ostatné krivky upravujú červenú, zelenú a modrú farbu záznamu.

Equalize – funkcia na vyrovnanie farieb. Táto funkcia vytvára výrazný kontrast medzi svetlými a tmavými miestami záznamu. Nevýhodou filtra *Equalize* je výrazné zvyšovanie šumu a vznik viditeľného nízkeho rozlíšenia obrazu.



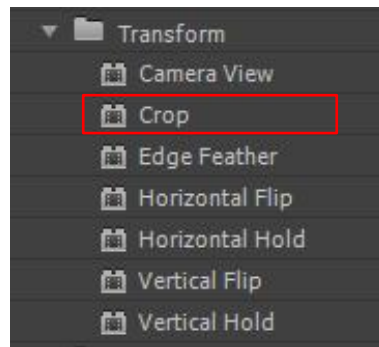
Obr. 60 Rozmazanie a zaostrenie

Záložka „Blur & Sharpen“ ponúka viacero filtrov na rozmazanie, či zaostrenie obrazu. Na rozmazanie (rozostrenie) obrazu sa v praxi používa najčastejšie *Gaussian Blur*, na zaostrenie obrazu *Sharpen*. Výhodou oproti software-u k vysokorychlostnej kamere je nastavenie jednotlivých efektov podľa potreby videa a uváženia užívateľa programu.



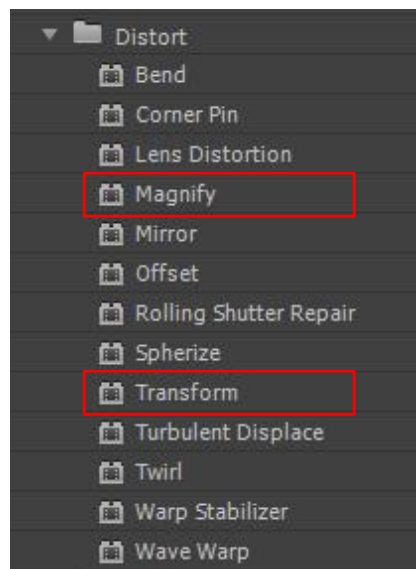
Obr. 61 Štylizovanie

Záložka *Stylize* ponúka umelecké efekty obsahujúce *Emboss* a *Color Emboss*. Tieto filtre umožňujú so svojou ponukou vytvoriť reliéf obrazu. Funkcia *Emboss* pracuje s jedným odtieňom sivej, zatiaľ čo *Color Emboss* pracuje s pôvodným záznamom. Efekt *Find Edges* zvyrazňuje hrany obrazu.



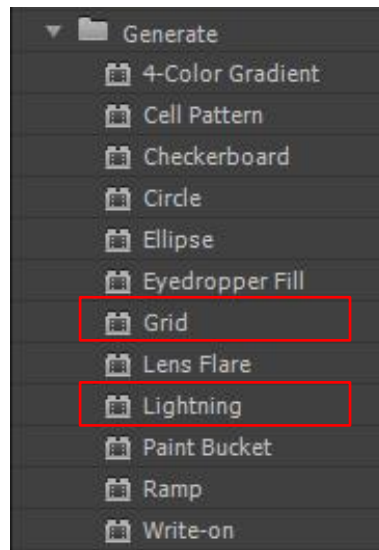
Obr. 62 Možné voľby transformácie obrazu

Záložka *Transform* ponúka filtre na otočenie, či orezanie záznamu. Na orezanie záznamu sa používa efekt *Crop*.



Obr. 63 Nastavenie deformovania obrazu záznamu

Ďalšia záložka *Distort* umožňuje skôr umeleckú úpravu obrazu. Z tejto ponuky sa dá využiť efekt *Magnify* (lupa), ktorý zväčší len potrebnú časť záznamu. Funkcia *Transform* pracuje s otáčaním a približovaním celého obrazu záznamu.



Obr. 64 Generovanie ďalších funkcií

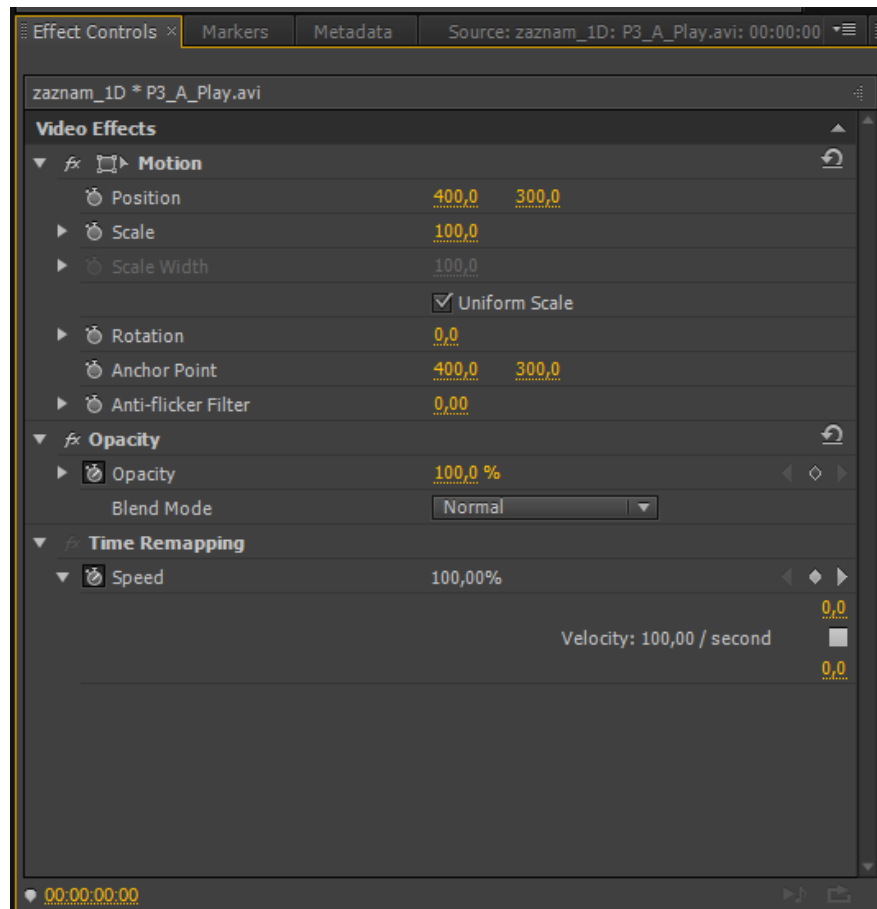
V záložke *Generate* sa dajú použiť efekty ako *Grid*, čo je vytvorenie mriežky cez obraz záznamu alebo *Lightening*, filter pre vytvorenie blesku. Pri správnom nastavení môže slúžiť ako vodiaca krivka.

10.3.2 Vkládanie filtrov

Na to, aby sa mohlo v programe pracovať so záznamom, je potrebné ho presunúť z pracovného okna A do časovej osi presunutím pomocou myši. Vkládanie filtrov je obdobné, kedy sa v pracovnom okne D nájde požadovaný filter a pomocou myši sa presunie do záložky *Effect Controls* v pracovnom okne B alebo na záznam zobrazený na časovej osi. Pri ďalšom vkladaní filtrov sa už nemusí filter presúvať na záznam na osi. Stačí dvojklik ľavým tlačidlom myši a efekt sa zobrazí v záložke *Effect Controls*. V prípade, že nie je záznam vyznačený na časovej osi, v záložke nie je vidno žiadne efekty (kliknutie na záznam na časovej osi ľavým tlačidlom myši).

Bez toho, aby sa na záznam vkladal akýkoľvek filter, záložka *Effect Controls* po označení videa obsahuje základné filtre: *Motion*, *Opacity*, *Time Remapping*.

Filter *Motion* obsahuje podzáložky *Position* – umiestnenie stredu záznamu (zobrazí sa po kliknutí na *Motion*), *Scale* - priblíženie (ak nie je označené *Uniform Scale*, obraz sa zužuje buď do šírky alebo do výšky). Filtrom *Opacity* sa upravuje priehľadnosť záznamu.



Obr. 65 Základné filtre

Každý filter obsahuje značku *fx*, ktorá značí, že filter je aktívny. Kliknutím na túto značku sa filter dočasne vypne.

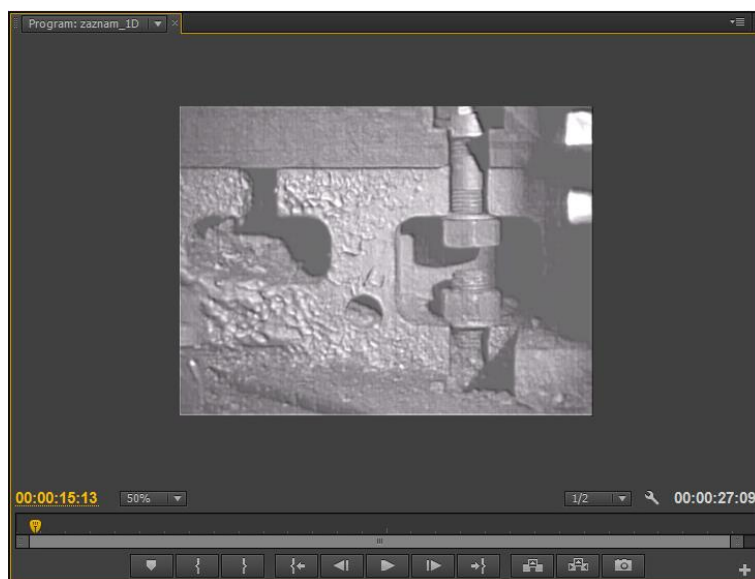
Výhodou grafických programov je, že sa môžu jednotlivé efekty vrstviť, tzn. že je možné použitie jedného filtru viackrát na jeden záznam. Po vložení na záznam sa dajú filtre medzi sebou presúvať (kliknutie ľavým tlačidlom myši na názov filtru a presunutie na inú pozíciu v poradí), či individuálne meniť aj po vložení iných filtrov. Je to veľmi výhodné, pretože poradie efektov na zázname ovplyvňuje výsledný obraz.

Po označení filtru a s použitím klávesy DEL sa filter vymaže. Taktiež tu fungujú klávesové skratky CTRL+Z – krok späť, CTRL+C – kopírovanie a CTRL+V – vloženie. Pri kopírovaní efektu sa skopíruje efekt aj s jeho nastaveniami, tzn. že ak sa s efektom už pracovalo, skopírovaný efekt bude mať tie isté nastavené hodnoty. Vynulovať nastavenie sa dá pomocou zahnutej šípky, ktorá sa nachádza napravo pri každom efekte.

10.4 Uloženie projektu

Uloženie projektu je možné pomocou klávesovej skratky CTRL+S alebo zvolit' na základnej lište *File – Save*.

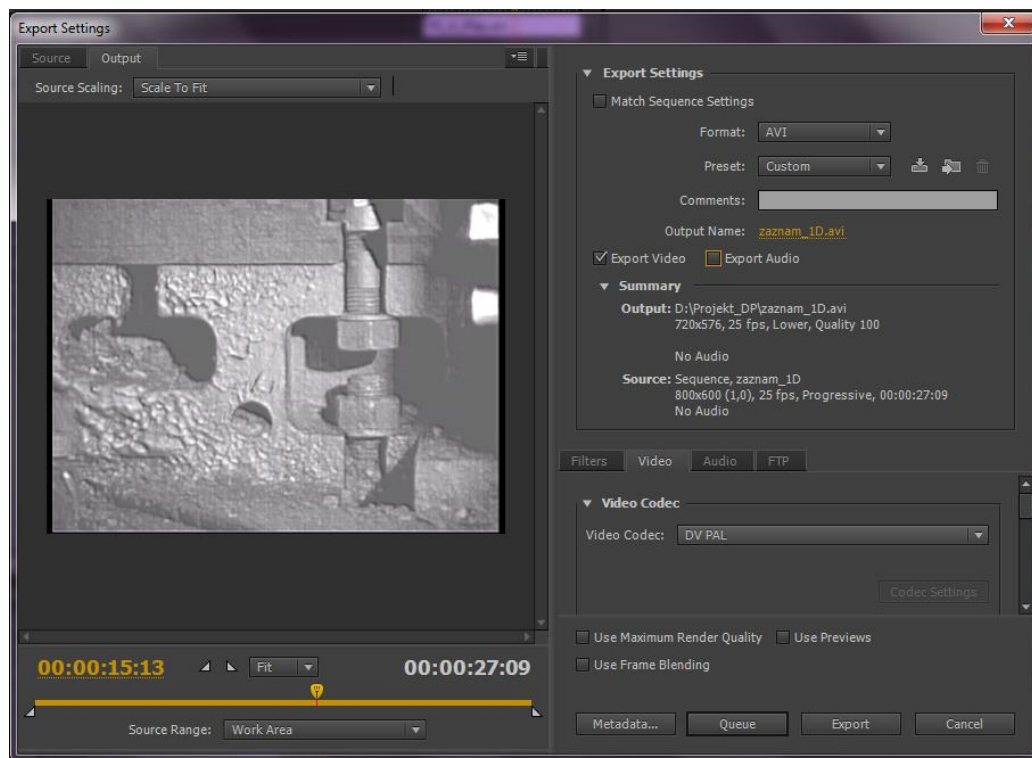
Pri uložení projektu ako záznamu v určitom formáte je potrebné najprv vyznačiť pracovné okno C alebo pracovné E s časovou osou, v ktorých sa nachádza prehrávaný záznam. Stačí kliknúť myšou na toto pracovné okno. Označené okno získa žlté orámovanie.



Obr. 66 Označenie pracovného okna so záznamom

Následne sa na základnej lište zvolí *File – Export – Media*.

V nastaveniach exportu záznamu je množstvo nastavení. Dôležité je zvolenie formátu záznamu. Program ponúka niekoľko formátov ako *.AVI, *.BMP, *.JPEG, *.MP3, *.MPEG4, *.GIFF, *.TIFF a iné. V nastaveniach sa nachádza export zvuku a obrazu. V našom prípade, kedy záznam neobsahuje zvuk, môžeme odznačiť *Export Audio*. Uloženie záznamu vo zvolenom formáte sa uloží kliknutím na *Export*.



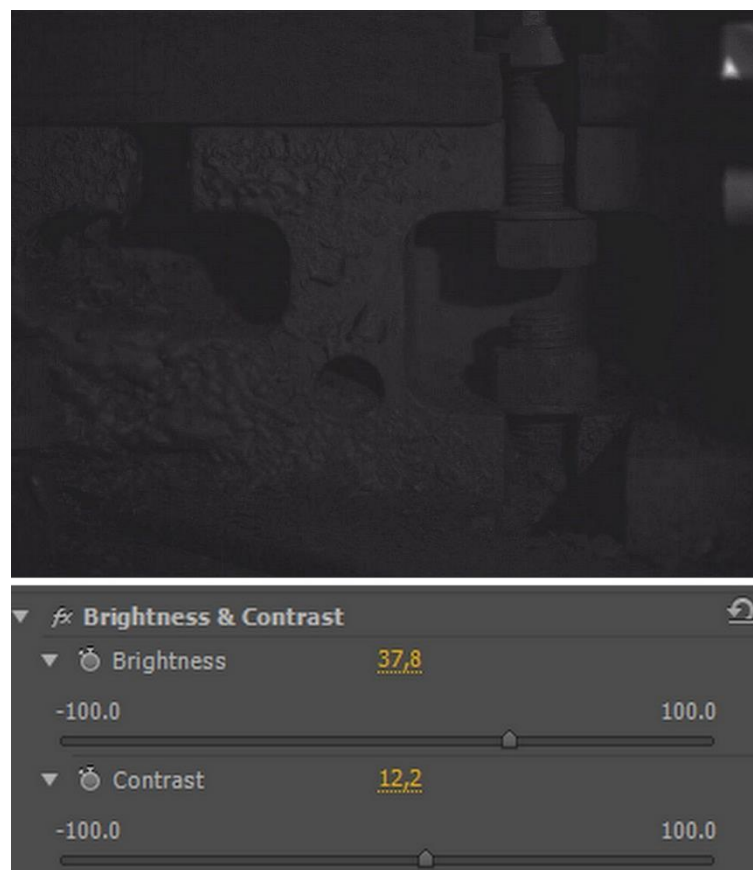
Obr. 67 Nastavenia pri ukladaní záznamu

11 GRAFICKÁ ÚPRAVA ZÍSKANÝCH ZÁZNAMOV

Pri úprave jednotlivých videí vzniklo niekoľko možných variant záznamov. Pre potreby praktickej časti boli vybrané upravené záznamy, ktoré boli na základe vizuálneho hodnotenia najlepšie spomedzi ostatných upravených záznamov.

11.1 Úprava Záznamu_1

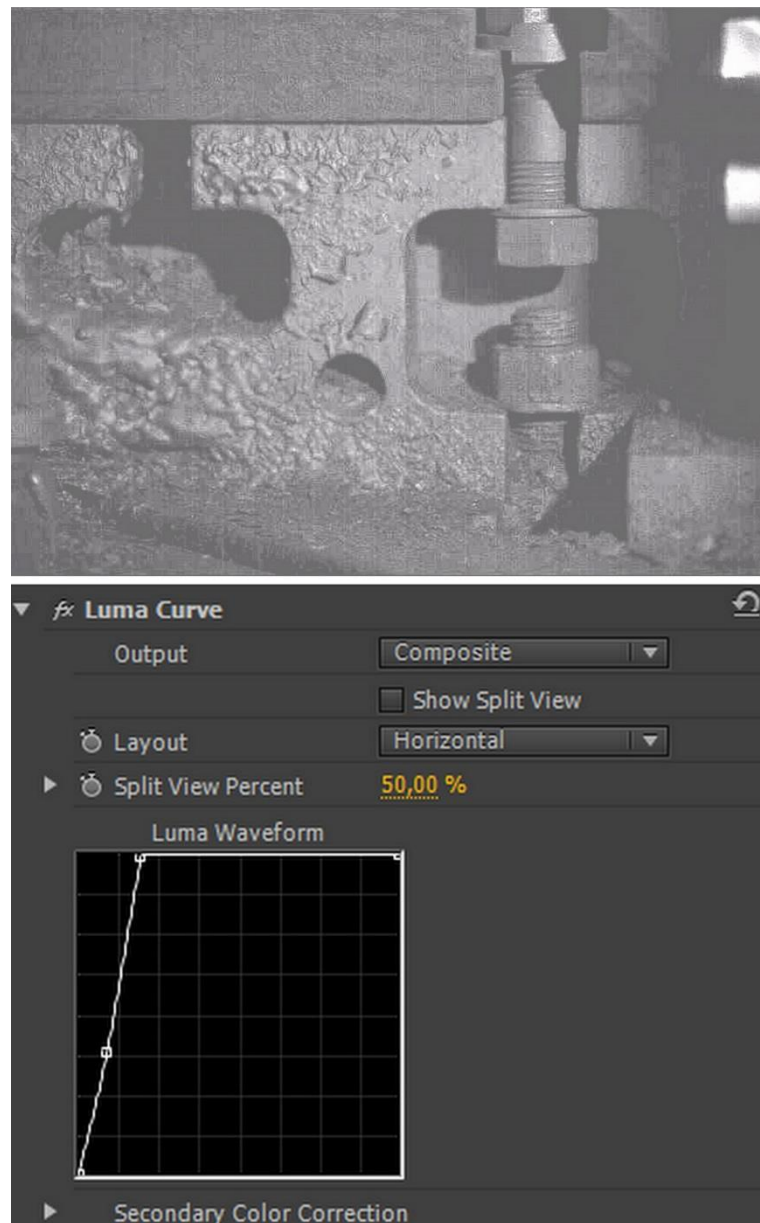
Prvým krokom pri úprave záznamu bolo vytiahnutie obrazu z tmavého záznamu pomocou funkcie *Brightness&Contrast*. Jas bol nastavený na úroveň 37,8 a kontrast 12,2. Tento filter len veľmi málo zviditeľnil jednotlivé časti záznamu.



Obr. 68 Záznam_1:Úprava jasu a kontrastu

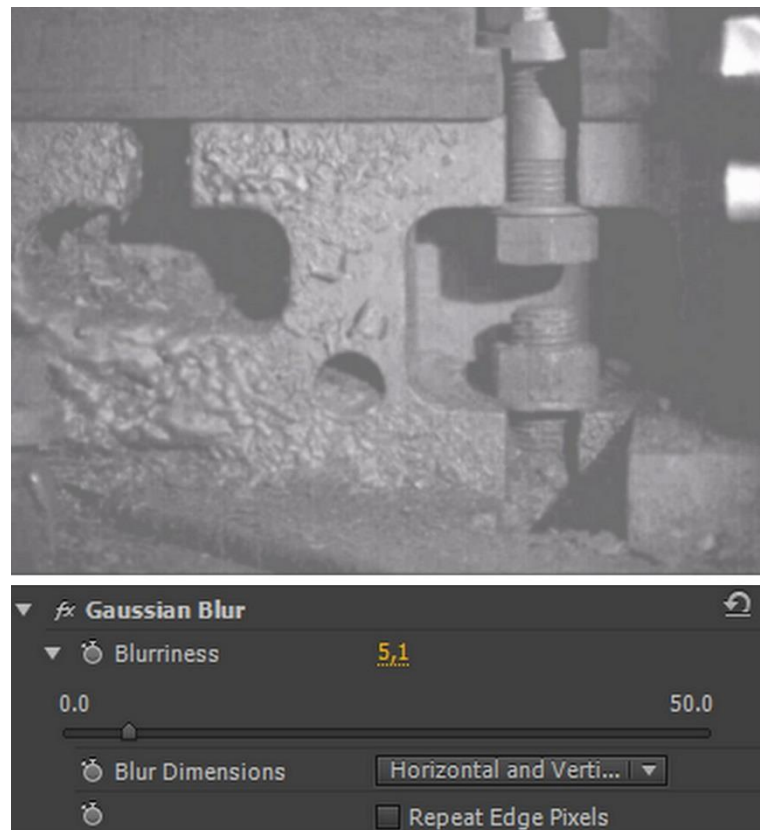
Po úprave jasu a kontrastu bola použitá *Luma Curve*, ktorá celkovo zvýraznila a presvetlila obraz. Všetky ostatné nastavenia, ktoré ponúka efekt, zostali v pôvodnom nastavení.

Pôvodná krivka smeruje z ľavého dolného rohu do pravého horného rohu. Pohyb krivky nad pôvodnú polohu obraz zosvetľuje, pohyb pod pôvodnú polohu naopak obraz robí tmavším. Kotviaci uzol sa vytvorí kliknutím ľavým tlačidlom myši na krivke.

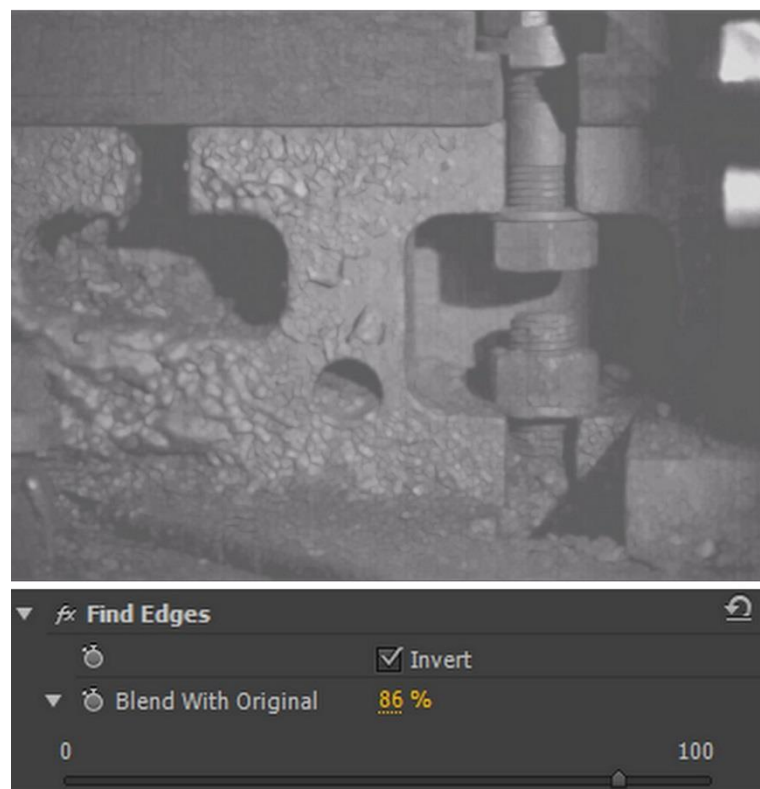


Obr. 69 Záznam_1 Použitie luminiscenčnej krivky

Pridávanie jednotlivých efektov spôsobuje, že na miestach, kde je obraz menej viditeľný (napr. časti s tieňom), sa znižuje rozlíšenie, čo je veľmi viditeľné pri prehrávaní záznamu. Takéto nedokonalosti, resp. vzniknutý šum je možné minimalizovať čiastočne pomocou rozostrenia obrazu pomocou filtra *Gaussian Blur* (Obr. 70). Rozmazávanie obrazu je možné vertikálne, horizontálne alebo kombináciou oboch. Tento filter sa musí používať veľmi opatrne, na koľko výsledný obraz môže byť neostrý. To je dôvod jeho nízkeho nastavenia na úroveň 5,1. Na zvýraznenie hrán sa použil efekt *Find Edges* (Obr. 71). Použila sa funkcia *Invert* s úrovňou splynutia 86% s pôvodným záznamom (*Blend With Original*).



Obr. 70 Záznam_1: Gaussovo rozostrenie



Obr. 71 Záznam_1: Nájdenie hrán

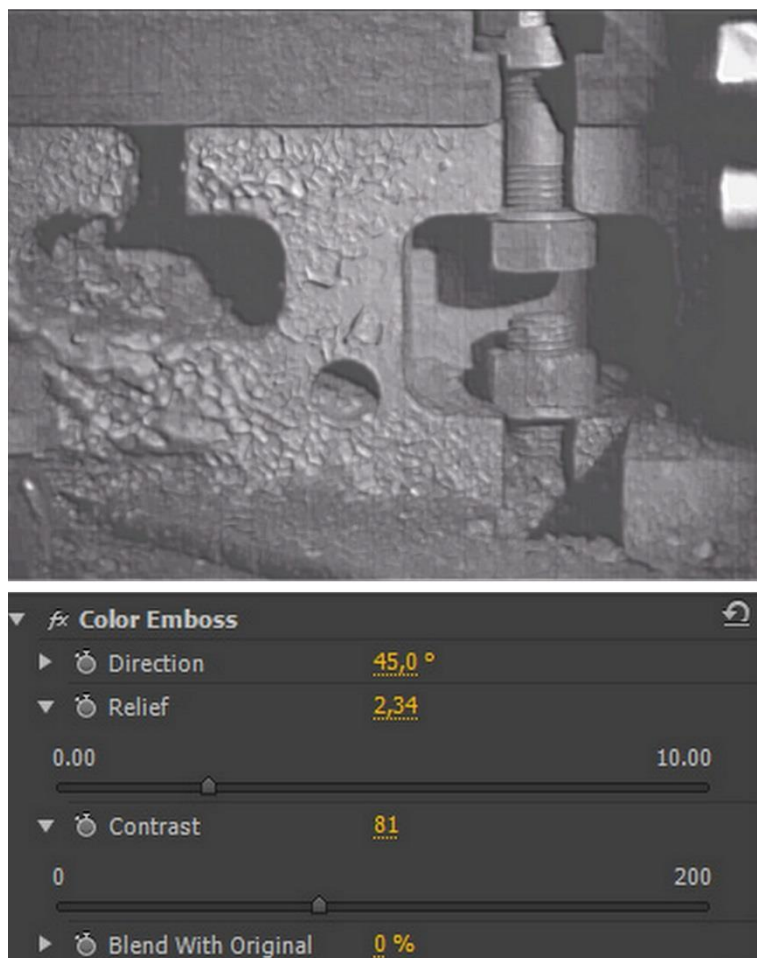


Obr. 72 Záznam_1: Úprava kontrastu

V prípade, že obraz vyzerá byť nevýrazný, je možné použiť znova efekt *Brightness&Contrast* a upraviť len kontrast obrazu. Jas zostal na nulovom bode, pričom kontrast sa nastavil na 22,4.

Ďalšou možnosťou ako sa pokúsiť zvýrazniť hrany v zázname, je použitie efektu *Color Emboss* (Obr. 73). Ten umožňuje nastavenie smeru reliéfu (*Direction*). Pôvodné nastavenie uhlu je 45° . Pomocou *Relief* sa zvýrazňujú hrany, avšak prílišné použitie tohto efektu spôsobí ich rozmazanie. Preto je potrebné nájsť optimálnu úroveň. Úroveň reliéfu bola nastavená na 2,34. *Contrast* sa upravil na úroveň 81.

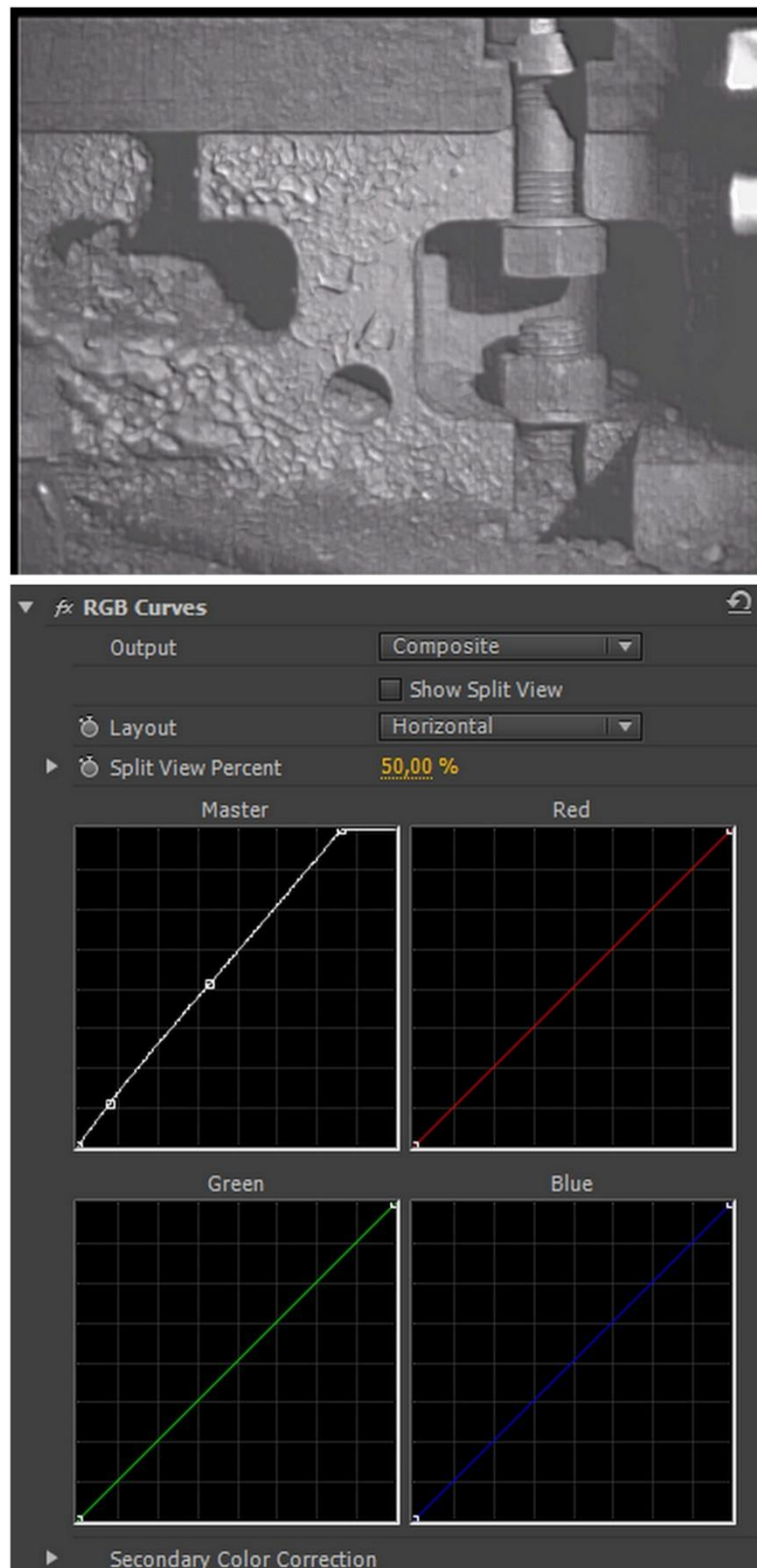
Funkciou *Blend With Original* sa upravuje intenzita nastaveného efektu, resp. prekrytie efektu s pôvodným záznamom s doterajšími nastavenými úpravami.



Obr. 73 Záznam_1: Použitie farebného reliéfu

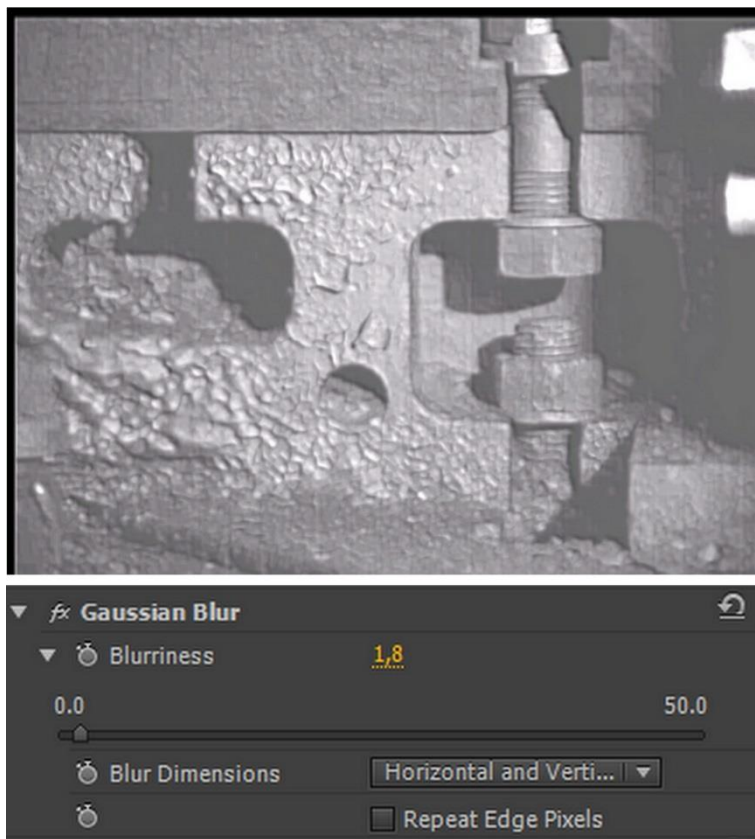
Efekt *RGB Curves* funguje na rovnakom princípe ako *Luma Curve*. Rozdiel je však v možnosti úpravy farieb – červená, zelená a modrá. Pri úprave bola použitá len krivka *Master*, pretože sa pracuje s čiernobielym záznamom a úprava farieb nie je potrebná. Všetky ostatné nastavenia ostali v pôvodnom prednastavení.

Pri použití tejto funkcie sa obraz trochu zosvetlil, avšak nastal posun obrazu. To sa deje pri použití niektorých efektov, resp. pri ich vrstvení.



Obr. 74 Záznam_1: Úprava pomocou RGB krivky

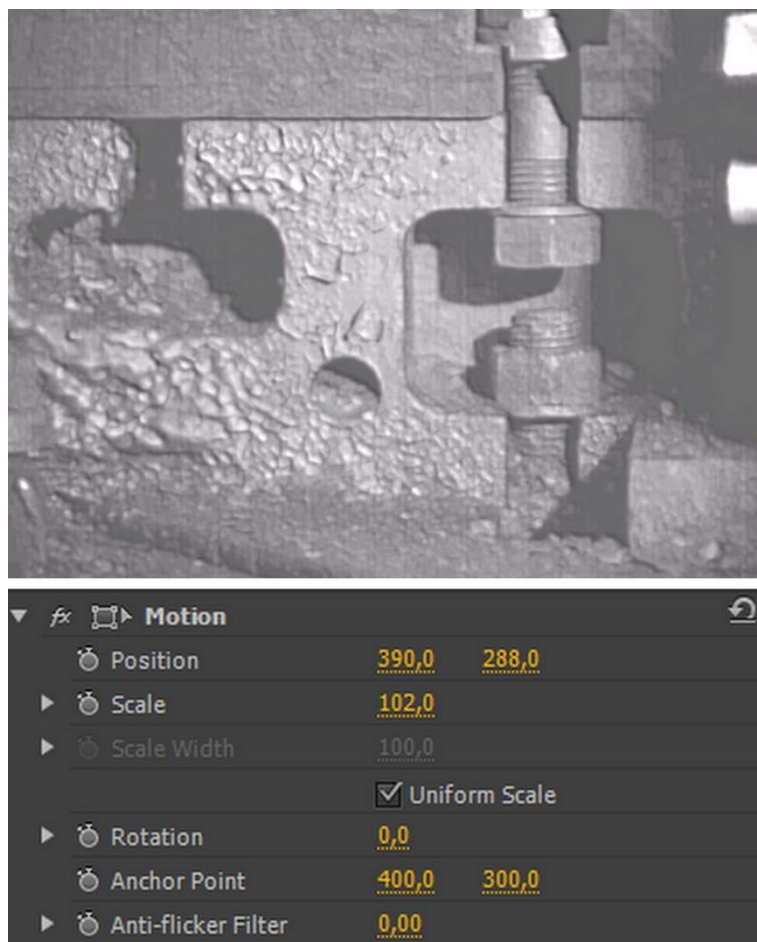
Cieľom opakovania funkcie *Gaussian Blur* bolo dosiahnuť menší šum pri prehrávaní záznamu. Intenzita rozmazania bola nastavená minimálne na 1,8, aby hrany záznamu zostali ostré.



Obr. 75 Záznam_1: Gaussovo rozostrenie

Posledným krokom úpravy bolo nastavenie pozície pomocou základného efektu *Motion*, z dôvodu posunutia obrazu. Vzhľadom na rozlíšenie obrazu, ktoré je 800x600 pixelových bodov, bol stred po posunutí nastavený na pozíciu 390x288. I keď sa pozícia nastaví presne, po spustení prehrávania má obraz tendenciu sa znova posunúť, preto bolo zvolené priblíženie (*Scale*) na 102%. Tým sa pri prehrávaní, či pri uložení vyhne ani nie posunutiu obrazu, ale prípadným čiernym okrajom.

Ani pri zmene *Anchor Point* (kotviaci bod) sa nezamedzilo posunutiu obrazu.



Obr. 76 Záznam_1: Úprava výsledného obrazu

Pre porovnanie priebehu úprav na zázname boli použité snímky po úpravách *Brightness&Contrast*, *Color Emboss* a výsledok celkovej úpravy záznamu.

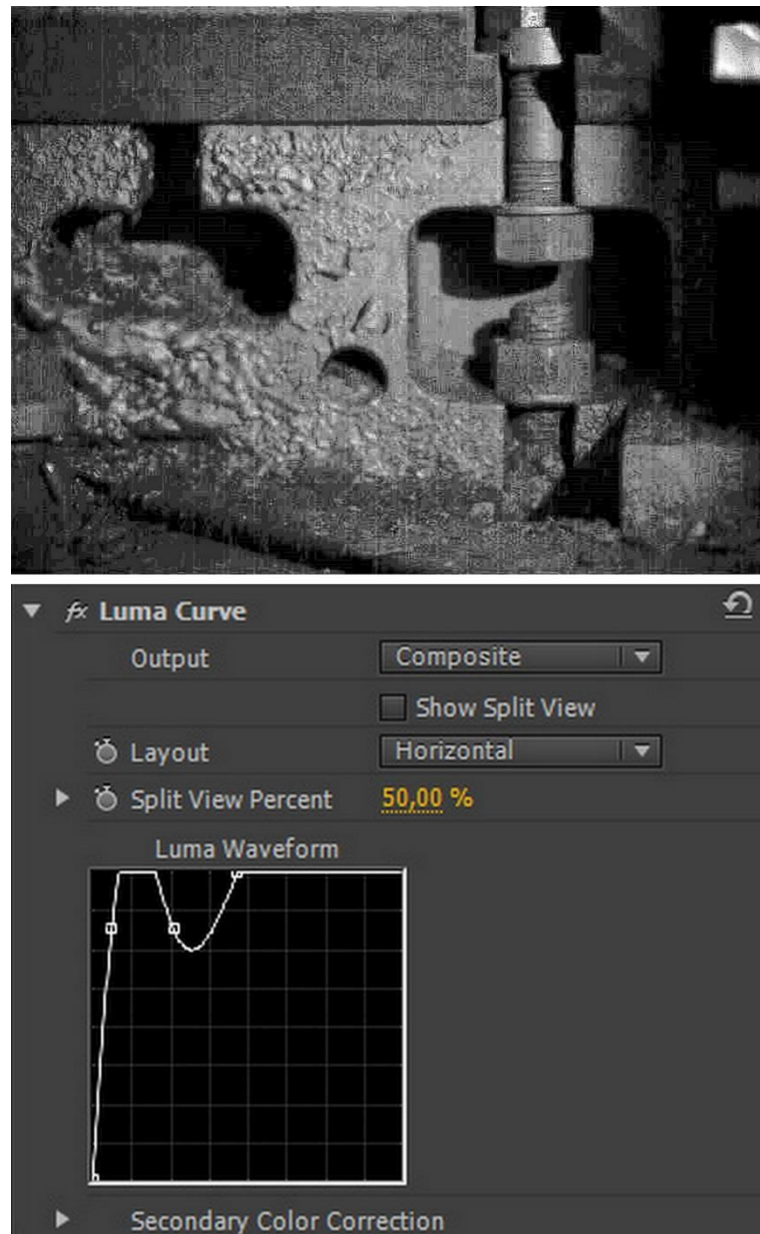


Obr. 77 Záznam_1: Provnanie priebehu úpravy

11.2 Úprava Záznamu_2

Druhý nasnímaný záznam sa ukázal pri úpravách ako najmenej kvalitný. V oblastiach, kde svetlo vytvorilo tieň, bolo nízke rozlíšenie. To sa odrazilo na konečnom výsledku.

Ako prvý efekt na úpravu Záznamu_2 sa použila *Luma Curve*, ktorá vytiahla obraz z tmavého záznamu. Ostatné nastavenia efektu zostali nezmenené.



Obr. 78 Záznam_2: Úprava luminiscenčnej krivky

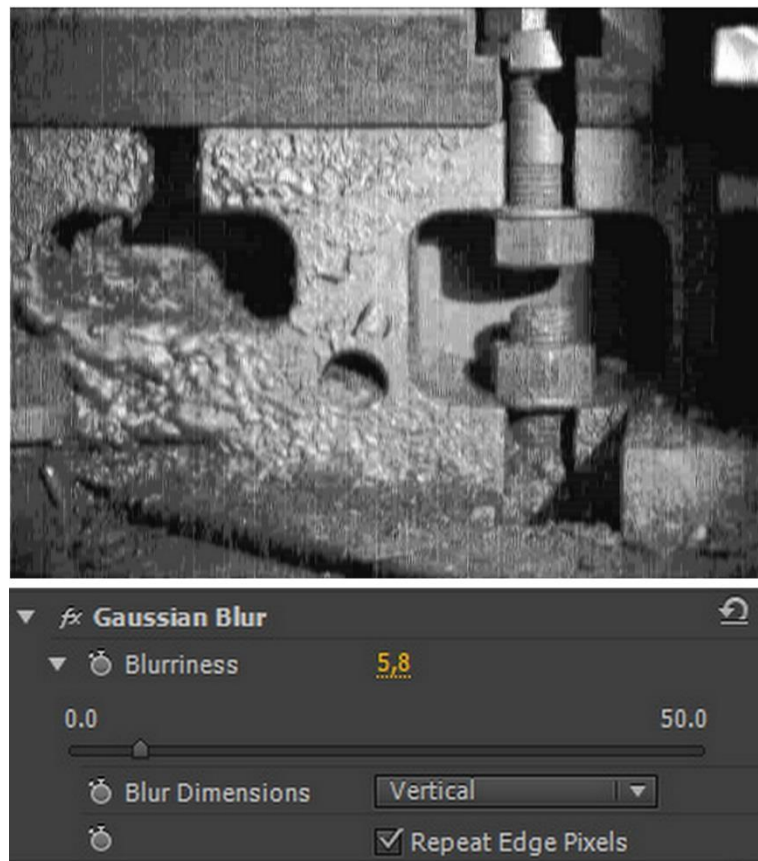
V ďalšom kroku sa použil filter *Brightness&Contrast*, ktorý mierne presvetlil obraz. Jas bol nastavený na úroveň 27,2 a kontrast 12.



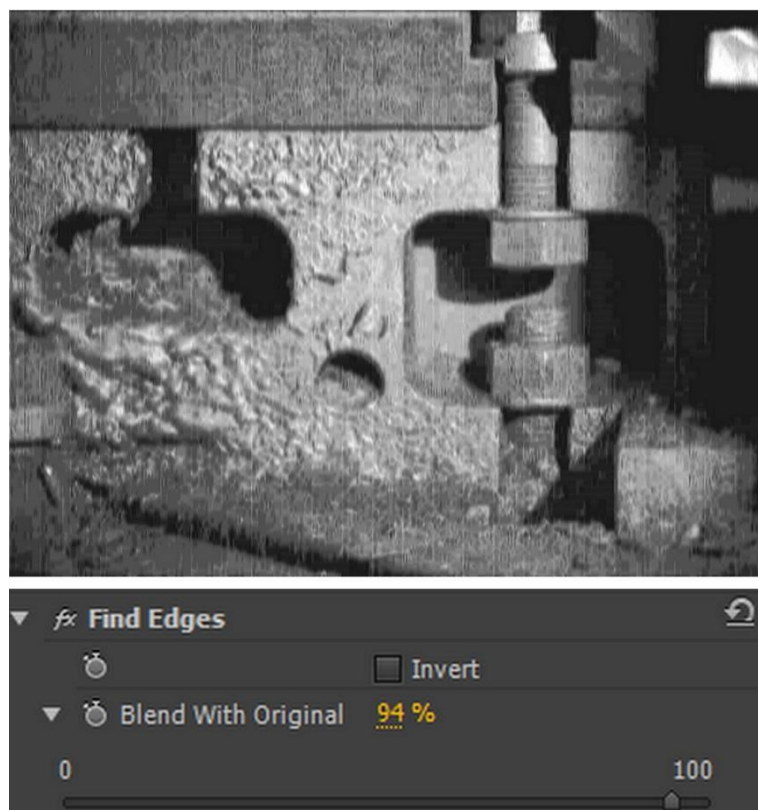
Obr. 79 Záznam_2: Nastavenie jasu a kontrastu

Vzhľadom na kvalitu záznamu a po použití predchádzajúcich efektov, došlo už na začiatku úpravy k výraznému šumu a zníženiu rozlíšenia obrazu. Na zníženie týchto nedostatkov bol použitý filter *Gaussian Blur* (Obr. 80) vo vertikálnom rozostrení. Na zvýraznenie hrán mierne rozmazaného obrazu bol použitý efekt *Find Edges* (Obr. 81).

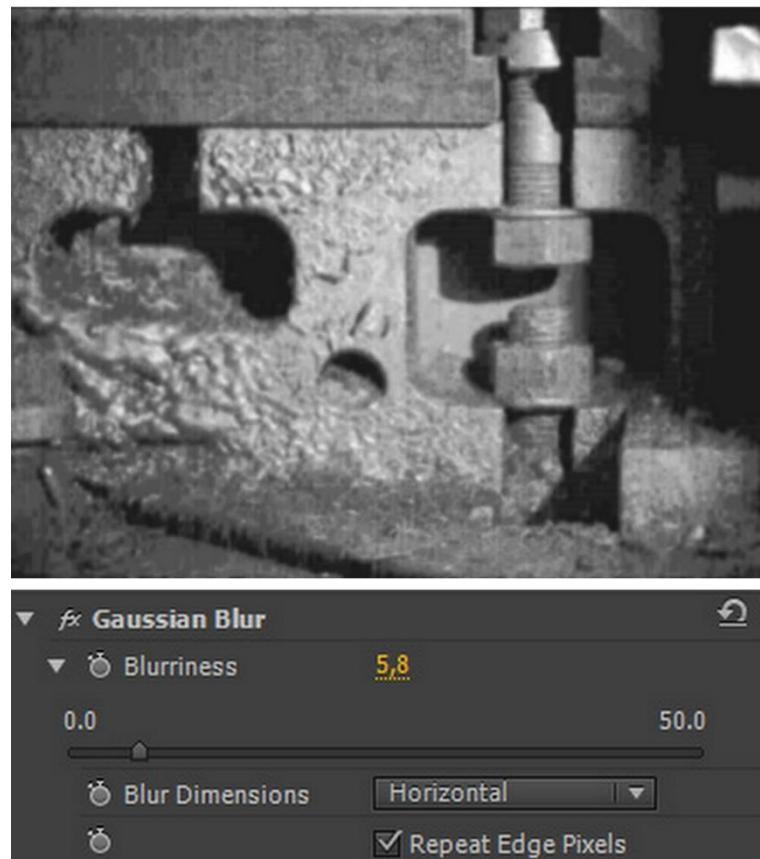
Nasledujúce dva vložené efekty sa opakujú s menšími úpravami. Efekt *Gaussian Blur* (Obr. 82) ostal nastavený na rovnakej úrovni. Smer rozostrenia bol zmenený na horizontálny. Na zvýraznenie hrán bol opäť použitý efekt *Find Edges* (Obr. 83) s úrovňou splynutia s pôvodným obrazom 82% (resp. s upraveným obrazom s predchádzajúcimi efektmi). Tak tiež bola použitá inverzia farieb, tzn. efekt pracoval v bielej farbe a obraz bol presvetlený.



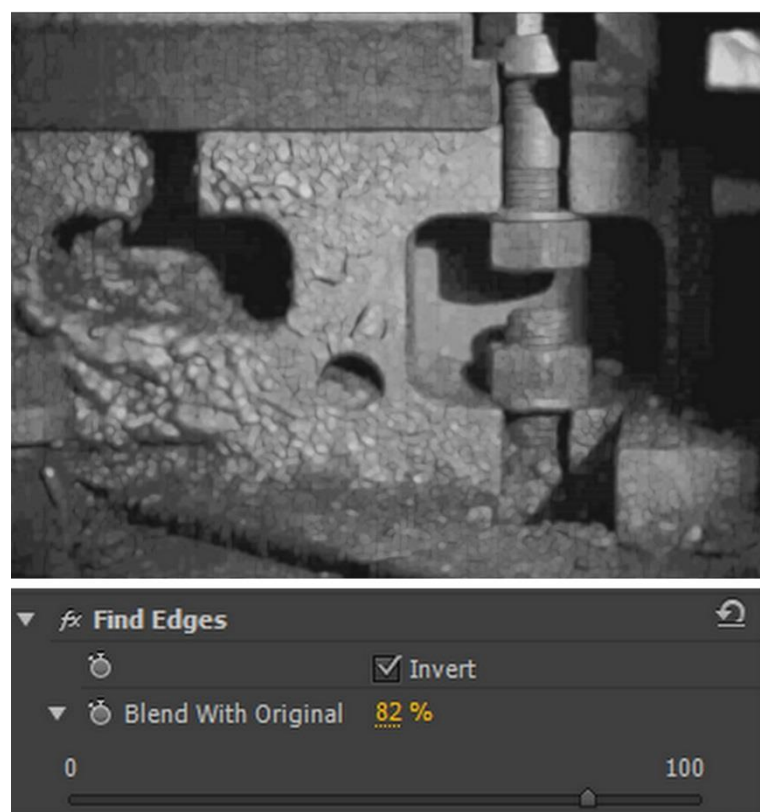
Obr. 80 Záznam_2: Vertikálne rozostrenie



Obr. 81 Záznam_2: Zvýraznenie hrán

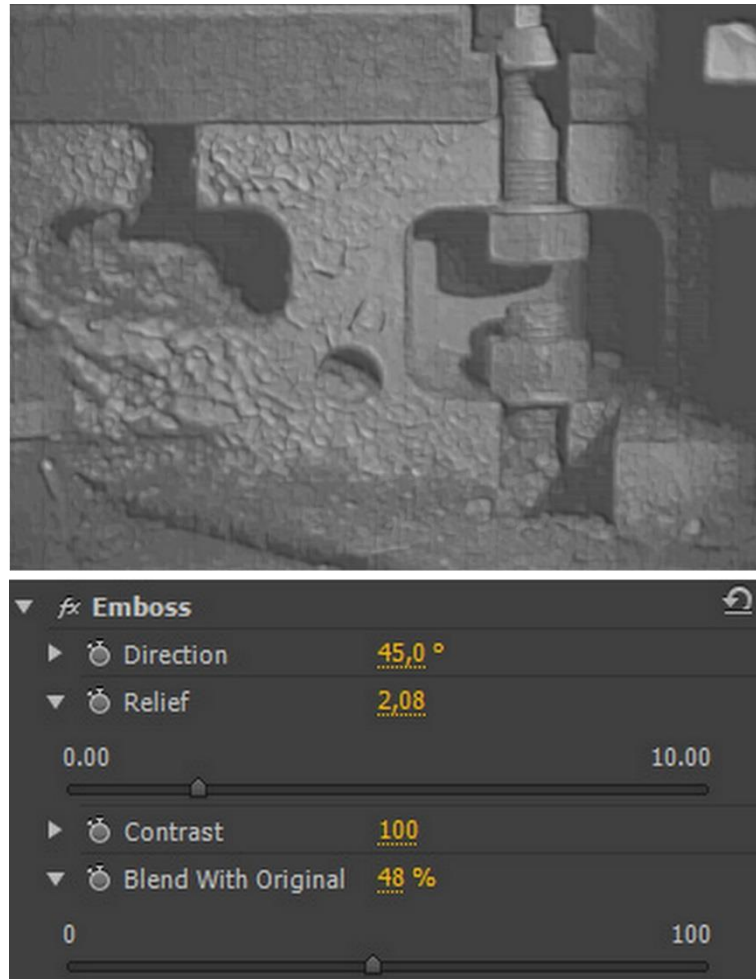


Obr. 82 Záznam_2: Horizontálne rozostrenie



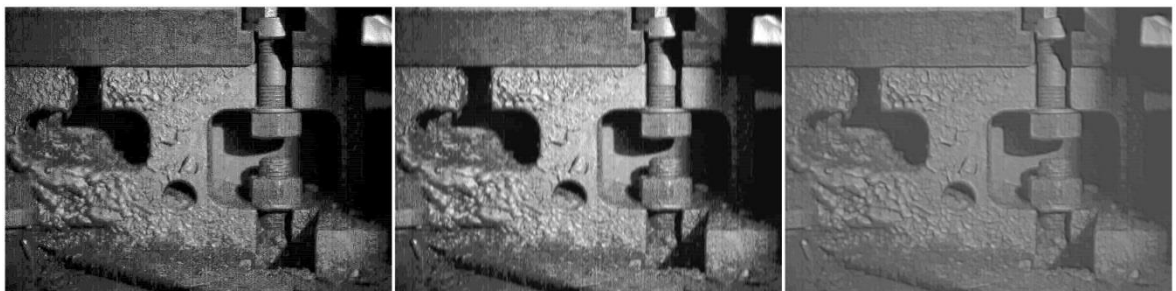
Obr. 83 Záznam_2: Inverzné zvýraznenie hrán

Pri prehrávaní záznamu bol stále výrazný šum a nízke rozlíšenie v tmavých častiach záznamu. Filter *Emboss* tieto nedostatky len veľmi málo minimalizoval. V rámci efektu bol nastavený *Relief* na úroveň 2,08 a splynutie s pôvodným záznamom 48%.



Obr. 84 Záznam_2: Vytvorenie reliéfu obrazu

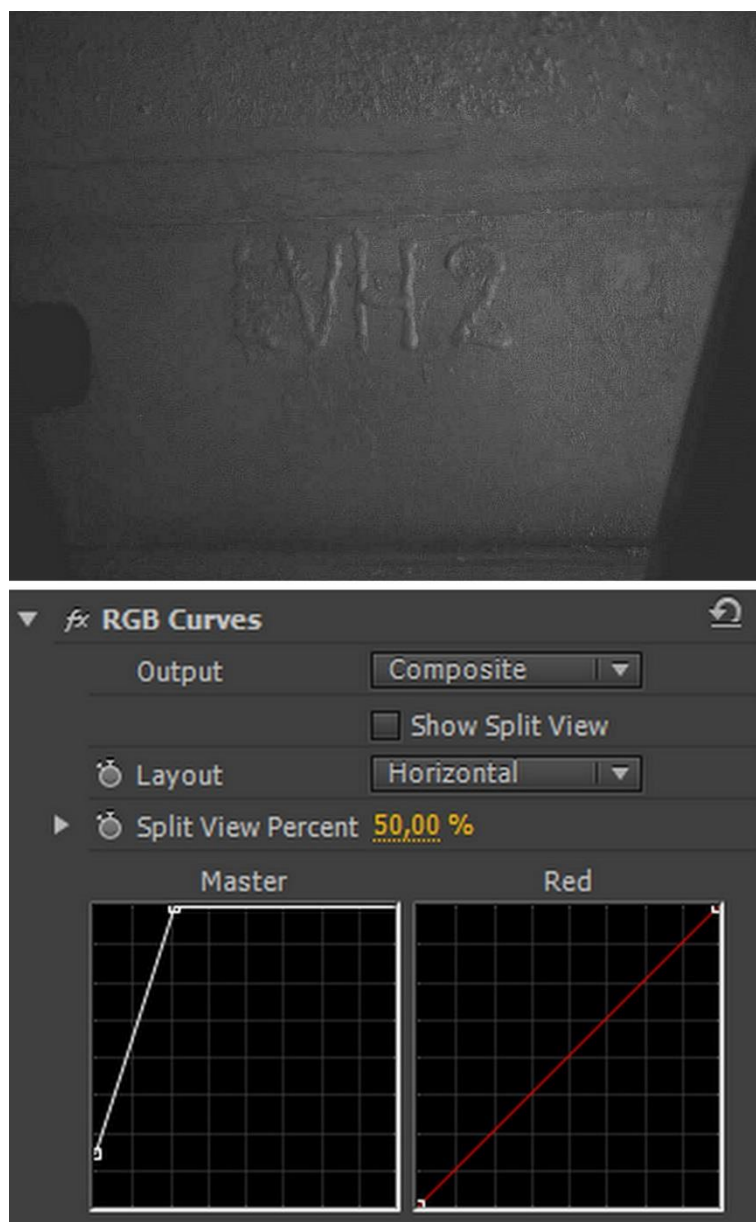
Pre porovnanie postupu úpravy bola použitá snímka po prvej úprave s použitím *Luma Curve*, snímka po vertikálnom rozostrení a výsledná snímka po všetkých úpravách.



Obr. 85 Záznam_2: Porovnanie priebehu úpravy

11.3 Úprava Záznamu_3

Pri úprave tretieho záznamu sa ako prvý použil efekt *RGB Curves*. Opäť bola použitá len krivka *Master* na vytiahnutie obrazu z tmavého pozadia.



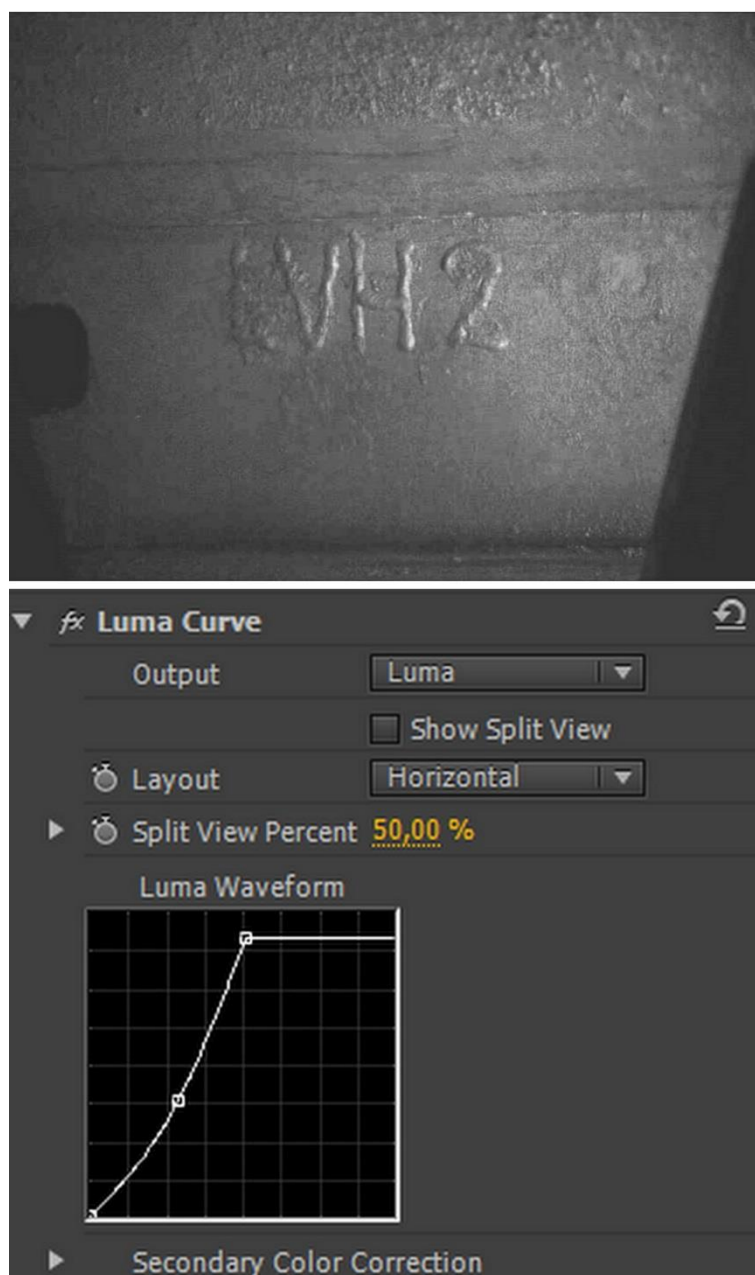
Obr. 86 Záznam_3: Nastavenie krivky Master

Po použití funkcie *RGB Curves* sa zvýšil šum pri prehrávaní záznamu, preto sa v ďalšom kroku použilo rozostrenie *Gaussian Blur* vo vertikálnom aj horizontálnom smere s úrovňou rozostrenia 2,6.



Obr. 87 Záznam_3: Gaussovo rozostrenie obrazu

Na presvetlenie záznamu sa ďalej použila funkcia *Luma Curve*, pretože záznam bol stále tmavý. Ostatné nastavenia ostali nezmenené.



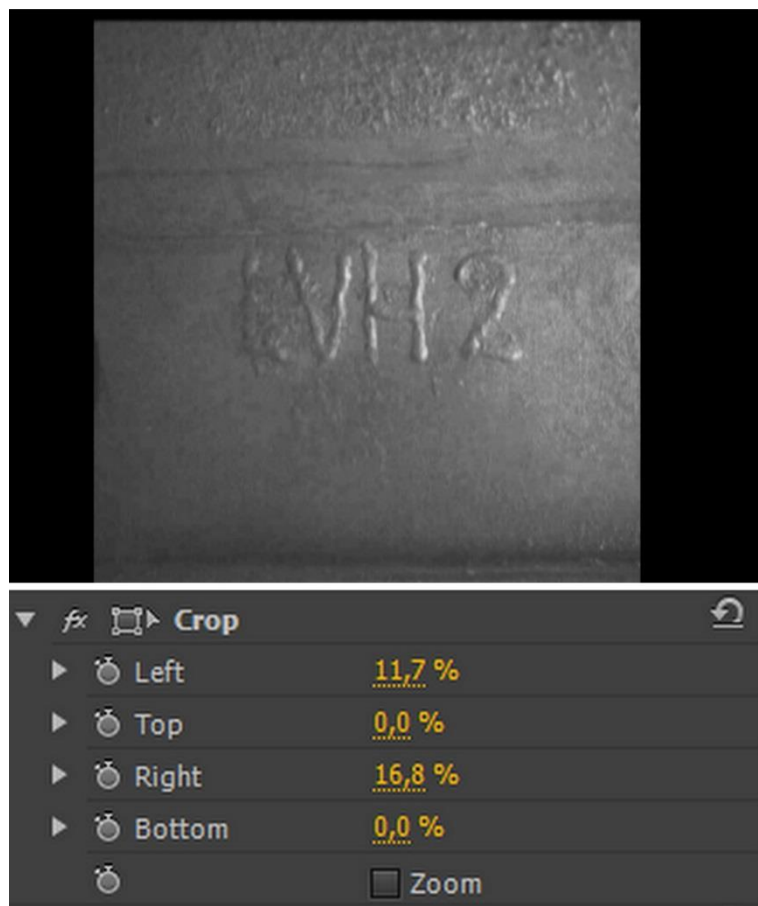
Obr. 88 Záznam_3: Zosvetlenie pomocou luminiscenčnej krivky

Na zníženie šumu pri prehrávaní záznamu bolo navrstvené rozostrenie *Gaussian Blur* (Obr. 89). Prvé rozostrenie bolo nastavené na úroveň 2,8 v horizontálnom a vertikálnom smere, zatiaľ čo druhé rozostrenie na vyššiu úroveň 4,4 len vo vertikálnom smere. Na oboch záberoch je možné badať posunutie obrazu.

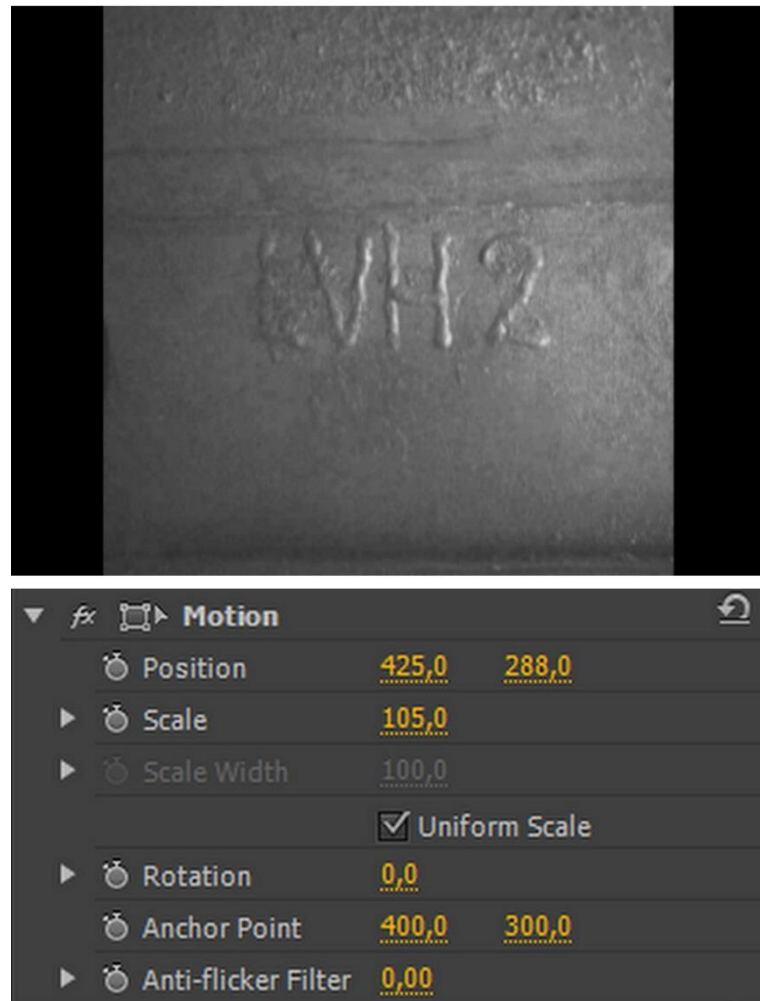


Obr. 89 Záznam_3: Vrstvenie efektu Gaussovho rozostrenia

Pri snímaní plochy sa vytvorili po stranách záznamu tieň, ktoré sa pomocou funkcie *Crop* orezali podľa potreby (Obr. 90). Ľavá strana bola orezaná o 11,7% a pravá o 16,8%. Funkcia *Zoom* priblíži obraz podľa pomeru pôvodného záznamu. V tomto prípade, ak by sa použila, obraz by bol neprirodzene roztiahnutý.



Obr. 90 Záznam_3: Orezanie záznamu



Obr. 91 Záznam_3: Úprava pozície obrazu

Stredová pozícia po posunutí obrazu bola nastavená na 425x288 pixelových bodov a priblíženie na 105%.

Na porovnanie priebehu úprav boli použité snímky po použití efektu *RGB Curves*, tretie použitie rozostrenia *Gaussian Blur* a výsledná snímka po všetkých úpravách.



Obr. 92 Záznam_3: Porovnanie záznamu v priebehu úprav

11.4 Úprava Záznamu_4

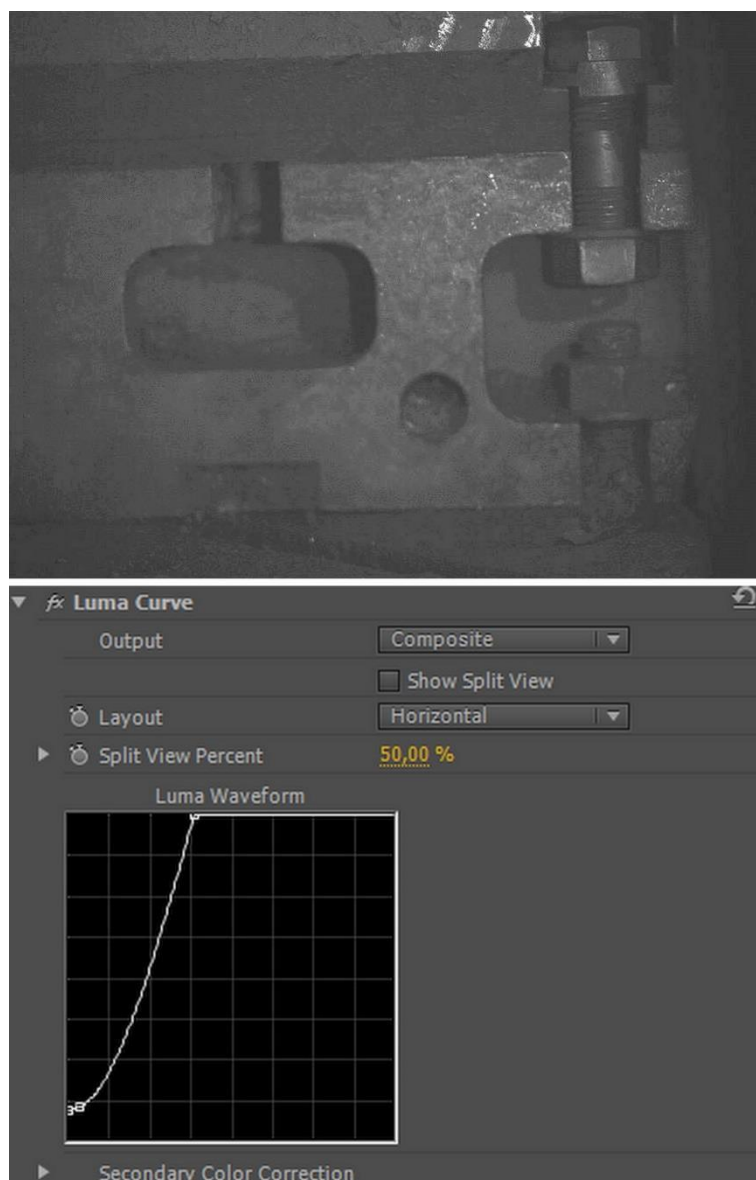
Na úpravu posledného nasnímaného záznamu nebolo potrebné použiť veľa efektov, na koľko spomedzi všetkých záznamov bol najlepšie nasnímaný.

Funkcia *Brightness&Contrast* vytiahla mierne obraz z tmavého záznamu. Jas bol nastavený na úroveň 41,4 a kontrast na 14,1.



Obr. 93 Záznam_4: Nastavenie jasu a kontrastu

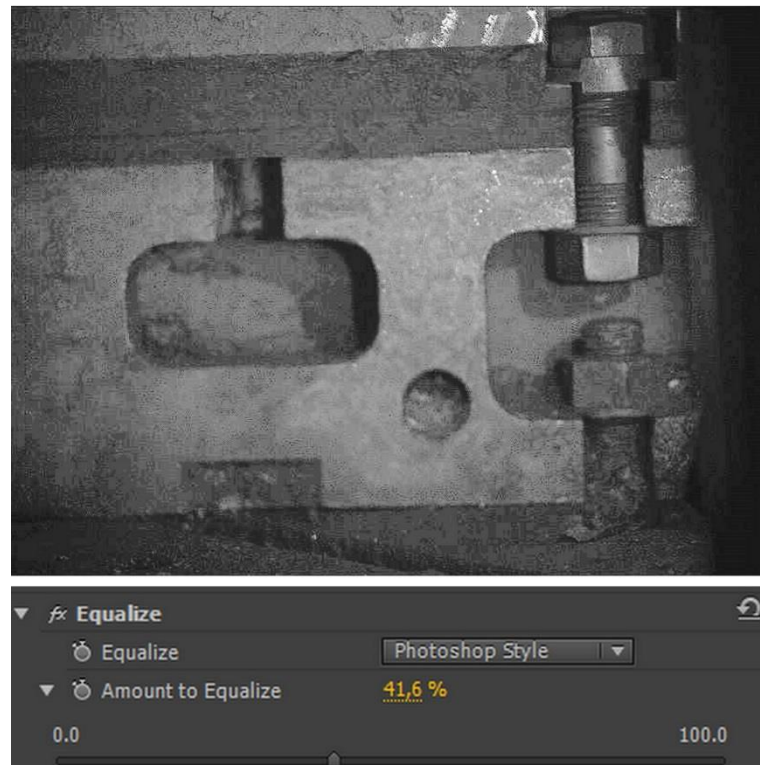
Ďalším krokom pri úprave bolo použitie *Luma Curve*, pomocou ktorej sa záznam presvetlil. Ostatné nastavenia v tomto prípade ostali opäť pôvodné.



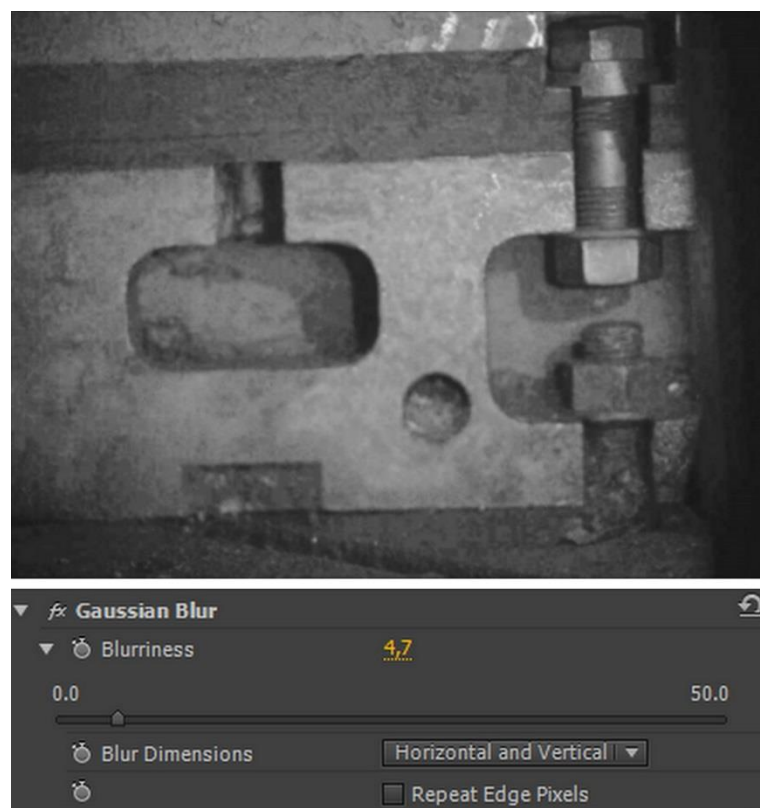
Obr. 94 Záznam_4: Použitie luminiscenčnej krivky

Ako tretia funkcia v poradí bol zvolený efekt *Equalize* (Obr. 95), ktorý výraznejšie presvetlil obraz. Túto funkciu je možné nastaviť v troch štýloch presvietenia: *RGB*, *Brightness*, *Photoshop Style*. Úroveň nastavenia tohto efektu je 41,6%.

Funkcia *Equalize* výrazne zvyšuje šum obrazu, preto bolo následne použité rozostrenie *Gaussian Blur* (Obr. 96) na úroveň 4,7.

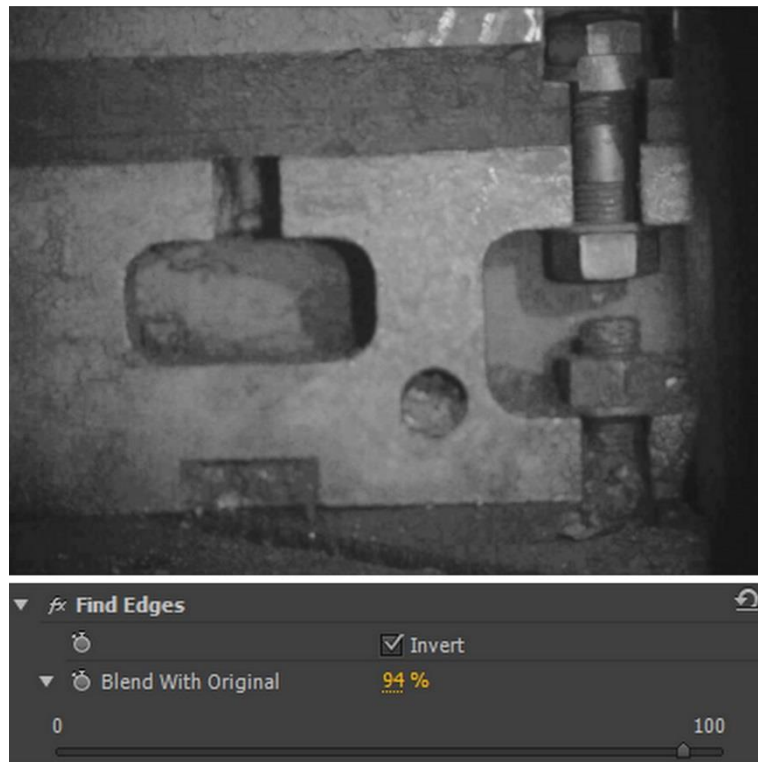


Obr. 95 Záznam_4:Funkcia Equalize



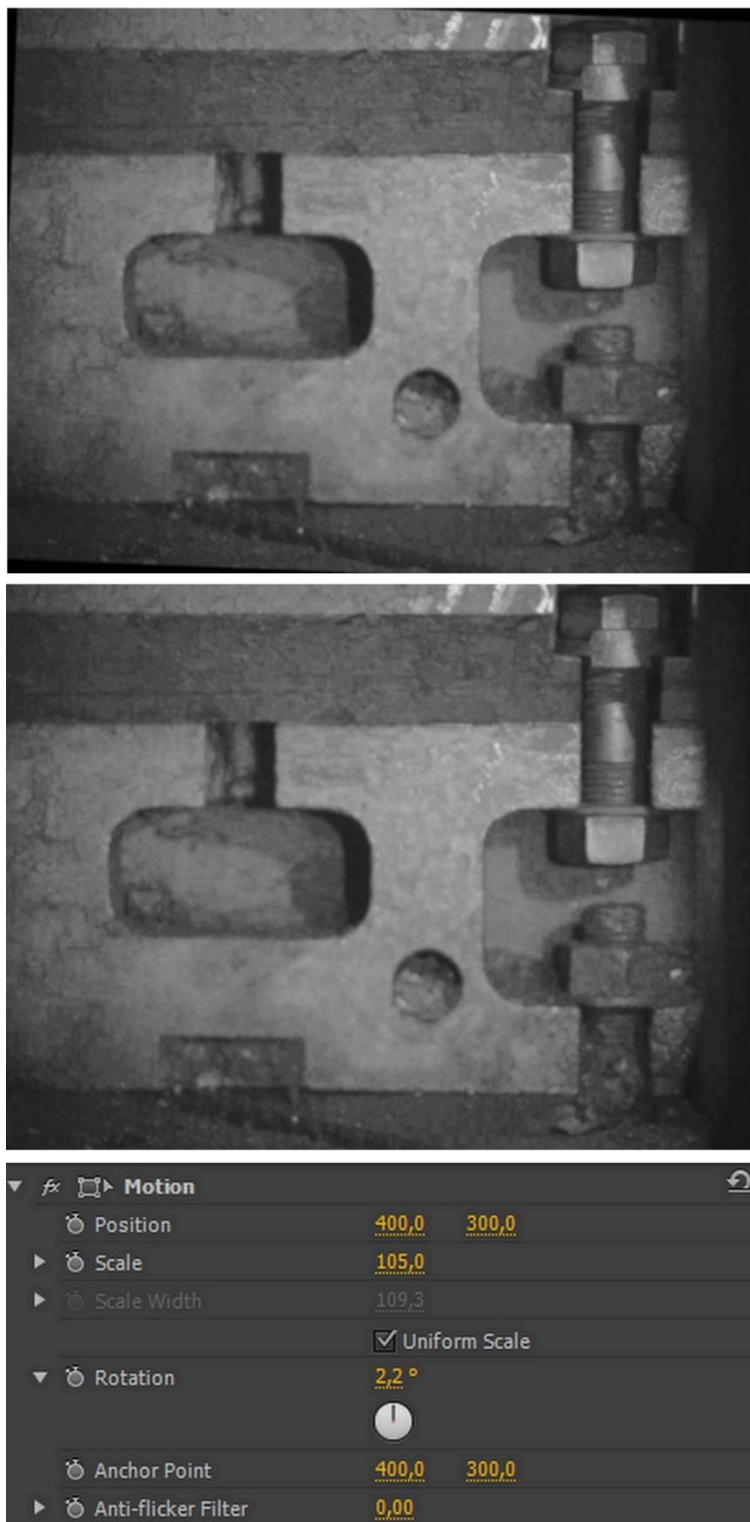
Obr. 96 Záznam_4:Zníženie šumu pomocou rozostrenia

Po rozostrení bolo potrebné zvýrazniť hrany obrazu pomocou funkcie *Find Edges* s inverzným nastavením s úrovňou splynutia s pôvodným záznamom 94%.



Obr. 97 Záznam_4: Zvýraznenie hrán

Záverečnými úpravami bolo natočenie záznamu o 2,2° a priblíženie záznamu na 105% na zakrytie čiernych častí na zázname pomocou jedného zo základných filtrov *Motion*.



Obr. 98 Záznam_4: Natočenie a priblíženie efektom Motion

Na porovnanie priebehu úpravy bola použitá snímka z pôvodného záznamu, snímka po použití efektu *Equalize* a výsledná snímka po celkovej úprave záznamu.



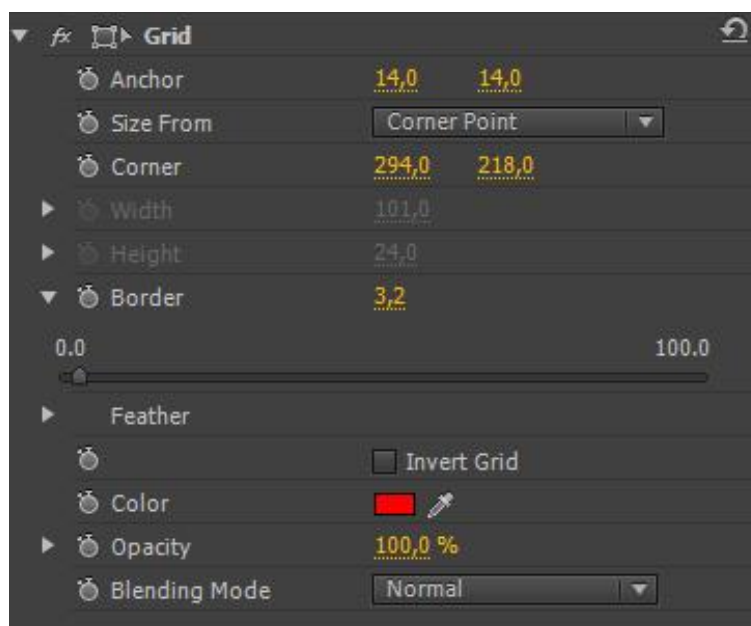
Obr. 99 Záznam_4: Porovnanie priebehu úpravy záznamu

11.5 Možnosti využitia ďalších efektov pri úprave

V procese úpravy a spracovania záznamu je možné využiť aj iné efekty či možnosti programu. Využitie pri úprave vysokorýchlostného záznamu nachádzajú efekty ako *Grid* alebo *Lightening*.

11.5.1 Mriežka

Efekt *Grid* umožňuje umiestnenie mriežky cez plochu záznamu.



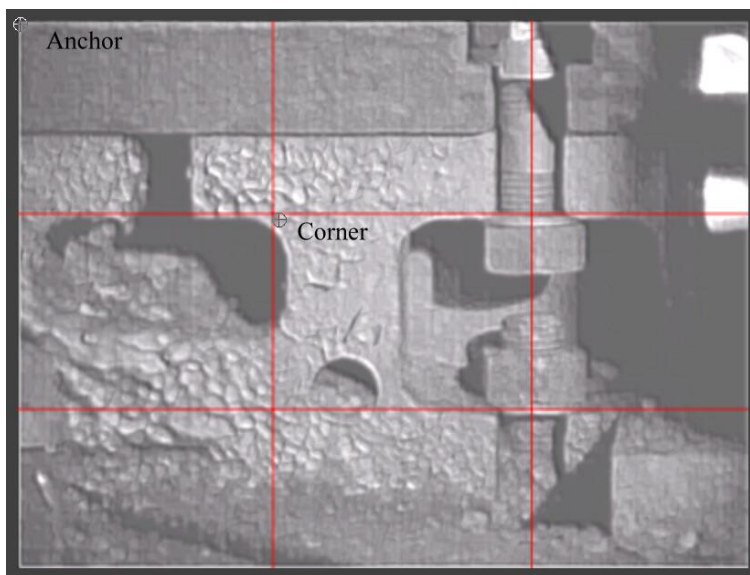
Obr. 100 Nastavenia mriežky

Pre jednoduchšiu tvorby mriežky sú na výber tri základné formy veľkosti mriežky:

Corner Point – užívateľ si sám manuálne nastaví *Anchor* (kotviaci bod – počiatok mriežky) a koniec mriežky funkciou *Corner*.

Width Slider – nastavenie, kedy má mriežka automaticky rovnakú šírku aj výšku.

Width & Height Sliders – nastavenie rozdielnej šírky a výšky. V oboch posledných možnostiach je možné manuálne hýbať len kotviacim bodom mriežky.

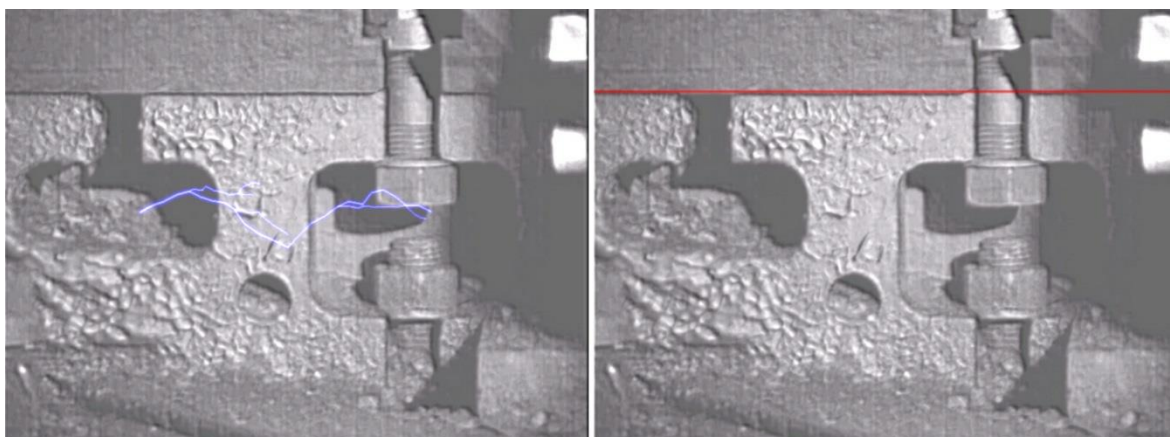


Obr. 101 Počiatočný a koncový bod mriežky

Takto vytvorená mriežka umožní lepšiu orientáciu na zázname a zameranie sa niektorú časť mriežky pri sledovaní nasnímaného deja.

11.5.2 Lightning

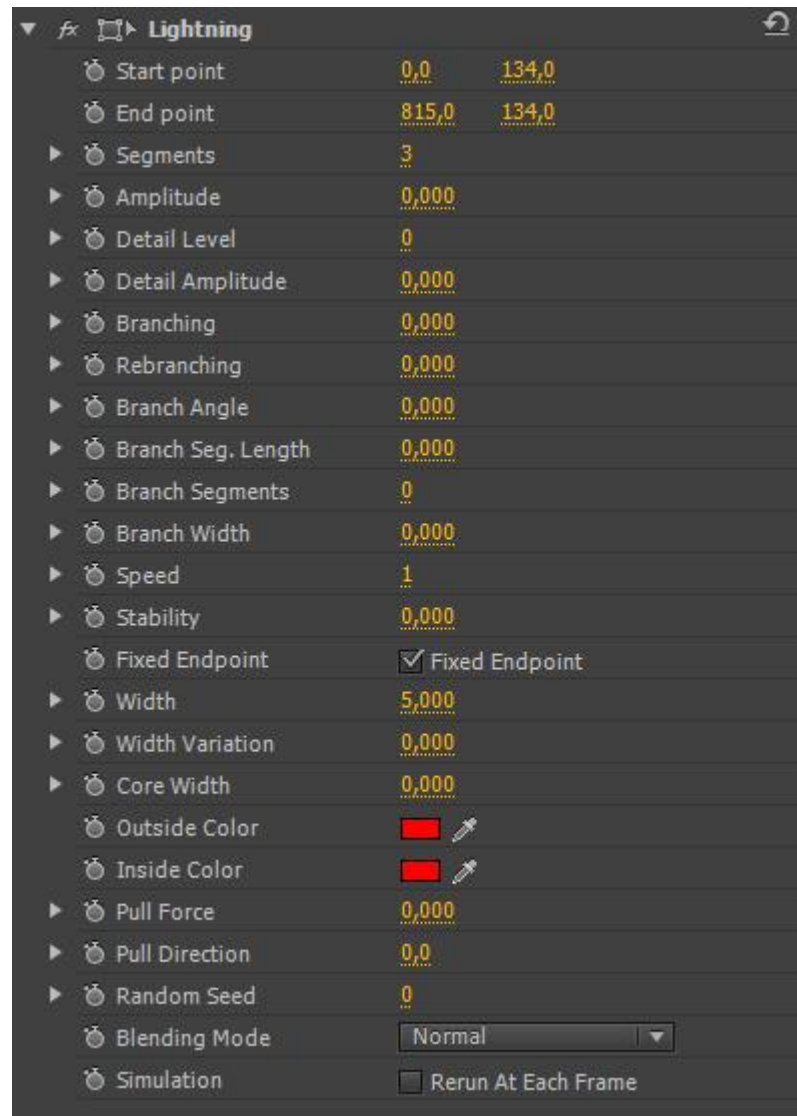
Efekt *Lightening* je umelecký efekt blesku, ktorý sa dá umiestniť do obrazu nasnímaného záznamu. Po správnom nastavení sa dá z efektu vytvoriť priamka, ktorú môžeme použiť ako vodiacu čiaru na zázname.



Obr. 102 Zmena blesku na vodiacu priamku

V prvom rade sa musí nastaviť *Start Point* (začiatočný bod) a *End Point* (koncový bod) priamky. Všetky ostatné nastavenia je potrebné nastaviť na minimálnu, prípadne nulovú

hodnotu okrem nastavenia *Width*, čo je hrúbka priamky. Pomocou *Outside/Inside Color* sa nastavuje farba priamky. Pre lepšiu viditeľnosť priamky je potrebné nastavenie *Normal* v nastavení *Blending Mode*.



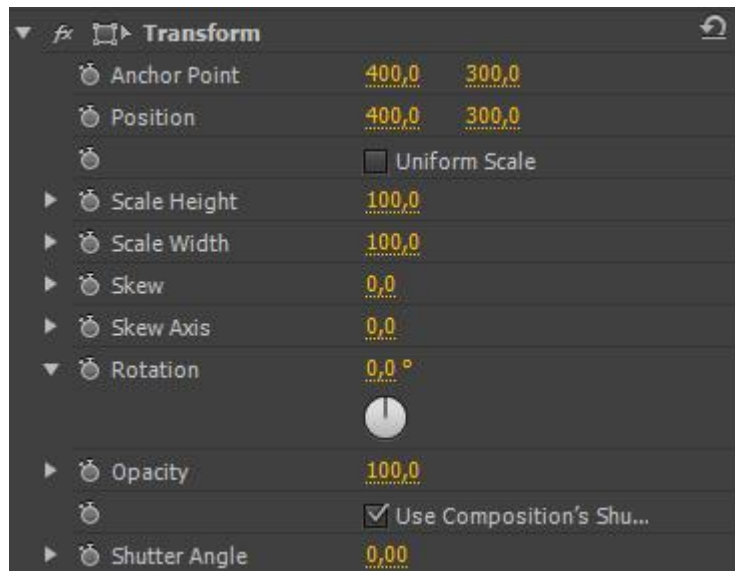
Obr. 103 Nastavenie efektu *Lightening*

Pri použití funkcie *Lightening* je problém získať z programu Adobe Premier snímku s vytvorenou vodiacou čiarou na mieste. Po vytvorení vybranej snímky a po jej uložení sa vytvorená vodiaca krivka vždy posunie na pôvodne zadanú súradnicu. Pri prehrávaní záznamu si však drží svoju pozíciu, pri ktorej je viditeľný pohyb na zázname.

11.5.3 Transform

Efekt *Transform* ponúka podobné funkcie ako základný filter *Motion*. Tento efekt však nachádza lepšie využitie pri použití mriežky alebo vodiacej krivky. Dôvodom je fakt, že ak

sa záznam otočí v základom filtre napr. o 5° , tak aj mriežka, či priamka, ktorá sa nastaví do záznamu, bude mať tento sklon. A to aj v prípade, že počiatkový a koncový bod budú mať rovnaké nastavenie na osi y.



Obr. 104 Možnosti nastavenia efektu Transform

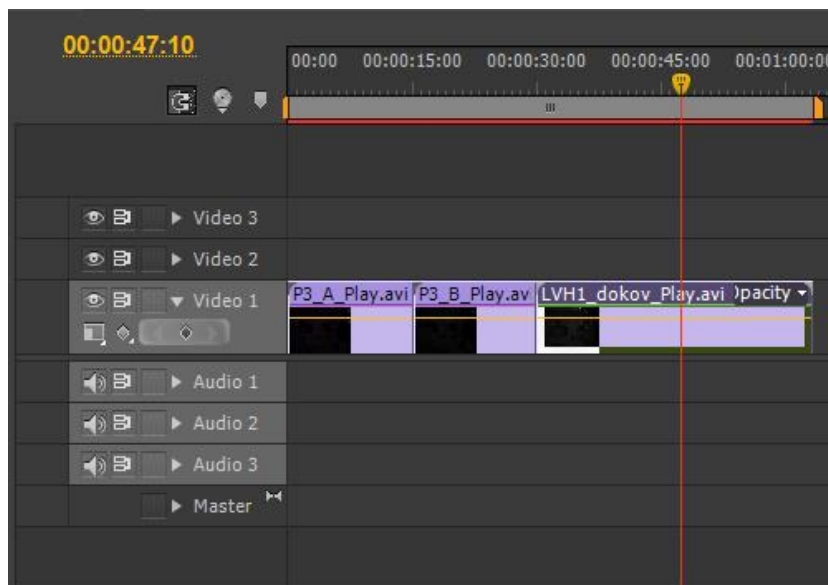
Z dôvodu zachovania vodorovnosti mriežky alebo priamky je praktickejšie využitie na natočenie záznamu efektom *Transform*. Je potrebné, aby tento efekt predchádzal v poradí efektu mriežky, či krivky. V opačnom prípade by nastalo ich natočenie.

11.5.4 Vkladanie filtrov na viac záznamov naraz

Program Adobe Premiere umožňuje užívateľovi pre rýchlejšiu úpravu záznamov vkladať rovnaké filtre (resp. nastavenia filtrov) na viacero záznamov naraz. Najlepší spôsob ako to urobiť je pomocou vytvorenia šablón.

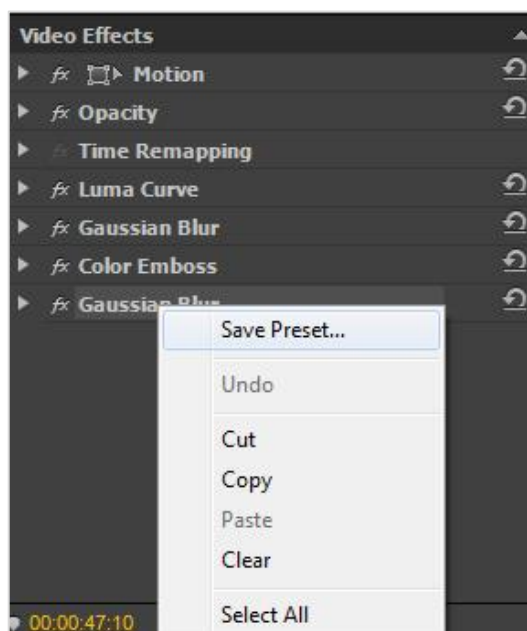
Postup:

1. záznamy, ktoré je potrebné upraviť sa vložia do pracovného okna A, z ktorého sa presunú všetky na časovú os (pracovné okno E)
2. označenie jedného zo záznamu na časovej osi, do ktorého sa budú vkladať efekty



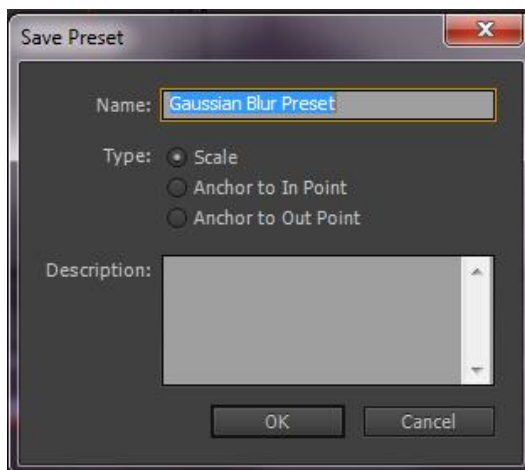
Obr. 105 Vložené záznamy na osi a vyznačenie jedného zo záznamu

3. vybrať požadovaný efekt, presunúť ho na záznam a následne ho podľa potreby upraviť
4. v pracovnom okne B v záložke *Effect Controls* kliknúť pravým tlačidlom myši na efekt – *Safe Presets*



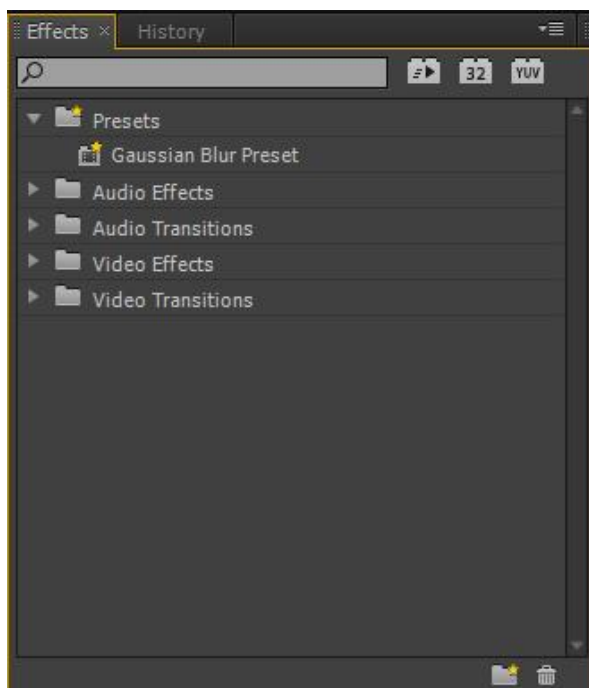
Obr. 106 Uloženie šablóny

5. otvorí sa okno, kde sa pomenuje šablóna



Obr. 107 Pomenovanie šablóny

6. nová šablóna sa následne objaví v pracovnom okne D v záložke *Effect – Presets*



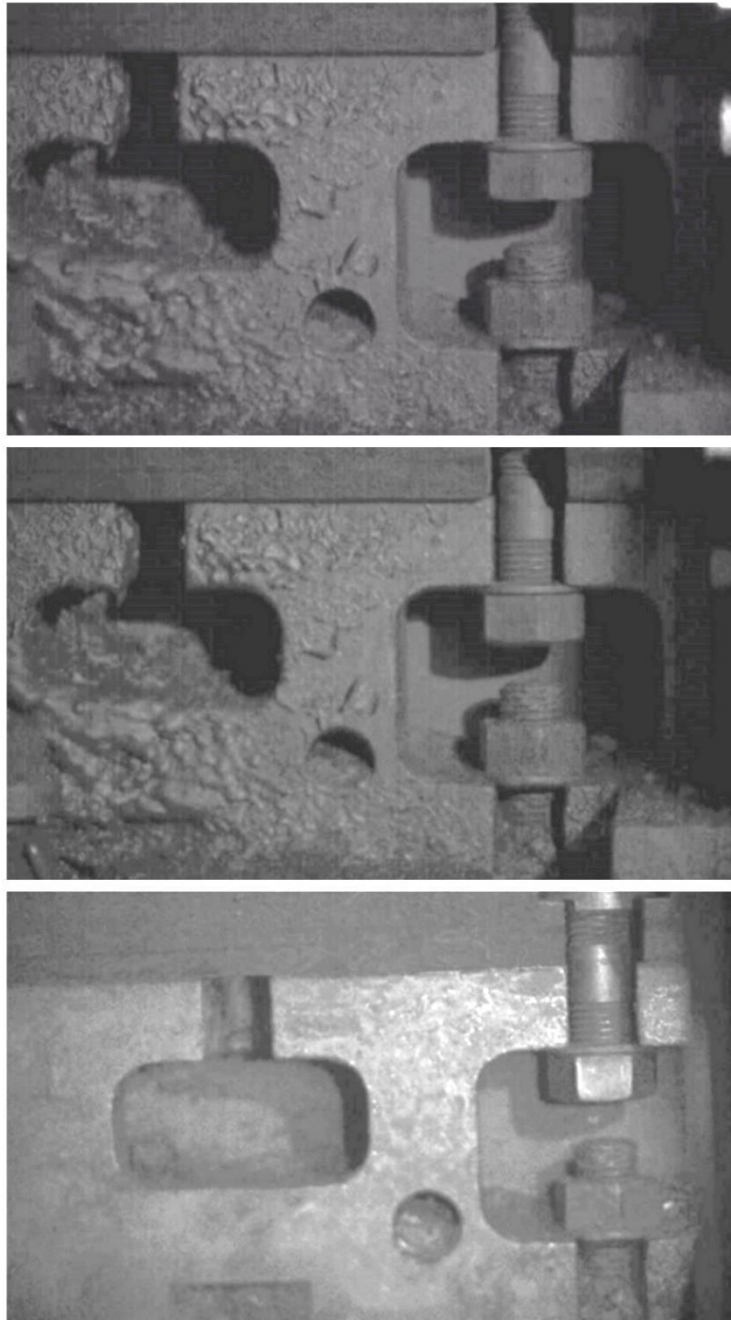
Obr. 108 Nová šablóna

7. označiť zvyšné záznamy na časovej osi, na ktoré chceme aplikovať filter. Následne sa na ne presunú požadované efekty vo forme šablón z pracovného okna D.

Tento postup je potrebné opakovať pri každom použití filtre.

Nevýhodou pri takejto úprave viacerých záznamov naraz je, že vhodne zvolená úprava na jeden záznam, nemusí byť vhodná na záznam iný. To platí hlavne v prípade, ak záznamy neboli získané za rovnakých, resp. podobných podmienok snímania. Zobrazené výsledky boli vytvorené na základe vytvorenia šablón pre tretí záznam v obrázku 109. Výsledkom

takýchto nastavení je, že v prvom prípade je záznam najtmavší. Na druhom zázname vidno nízke rozlíšenie po úprave v oblasti tieňov.

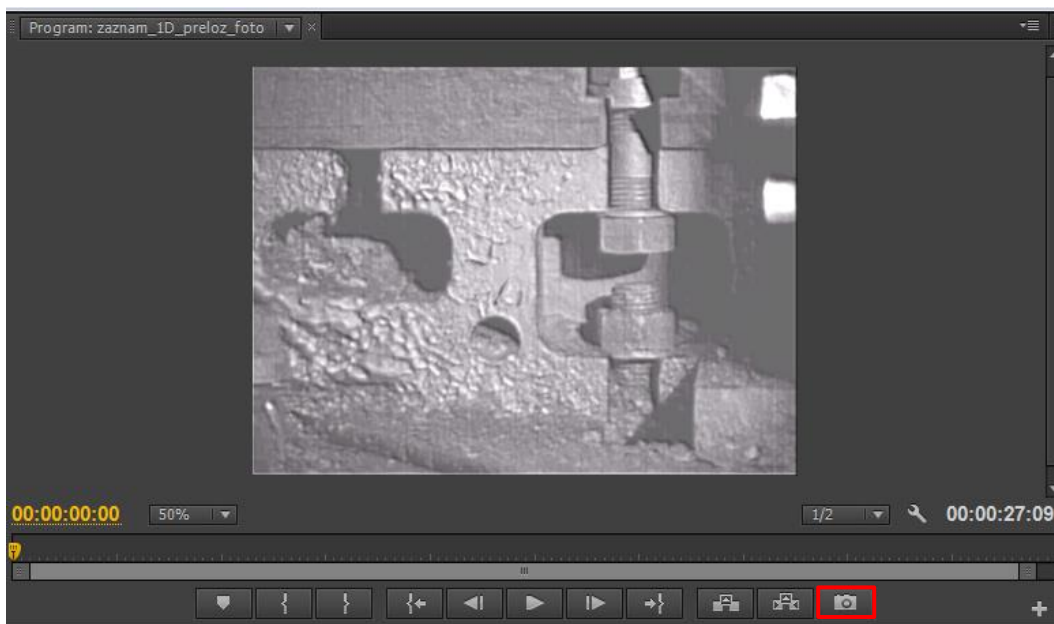


Obr. 109 Porovnanie pri použití rovnakých efektov

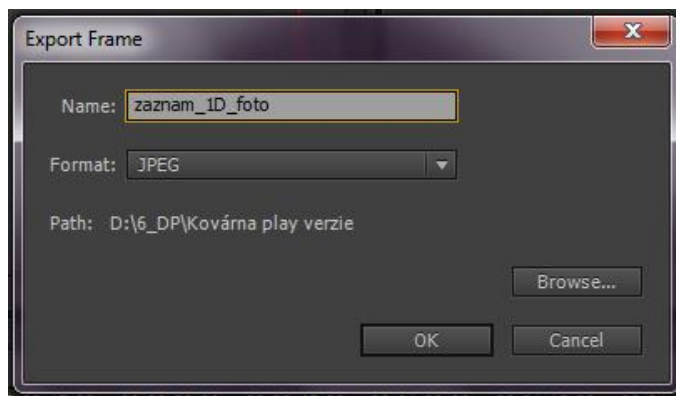
11.5.5 Preloženie záznamu

Program Adobe Premiere môže pracovať s prekrývaním dvoch záznamov naraz. Stačí si zvoliť dva záznamy, ktoré chceme preložiť (resp. preloženie fotografie so záznamom).

Z upraveného záznamu získame snímku počiatočného stavu snímaného deja pomocou ikony fotoaparátu (Obr. 95). Po kliknutí na ikonu sa otvorí okno pre export snímky (Obr. 96), kde sa môže snímka pomenovať, užívateľ môže zvoliť niektorý z ponúkaných obrázkových formátov ako *.JPEG, *.GIF a iné. Ďalej sa dá vybrať miesto uloženia obrázka – *Browse...* (prehliadať). Potvrdenie uloženia snímky pomocou *OK*.

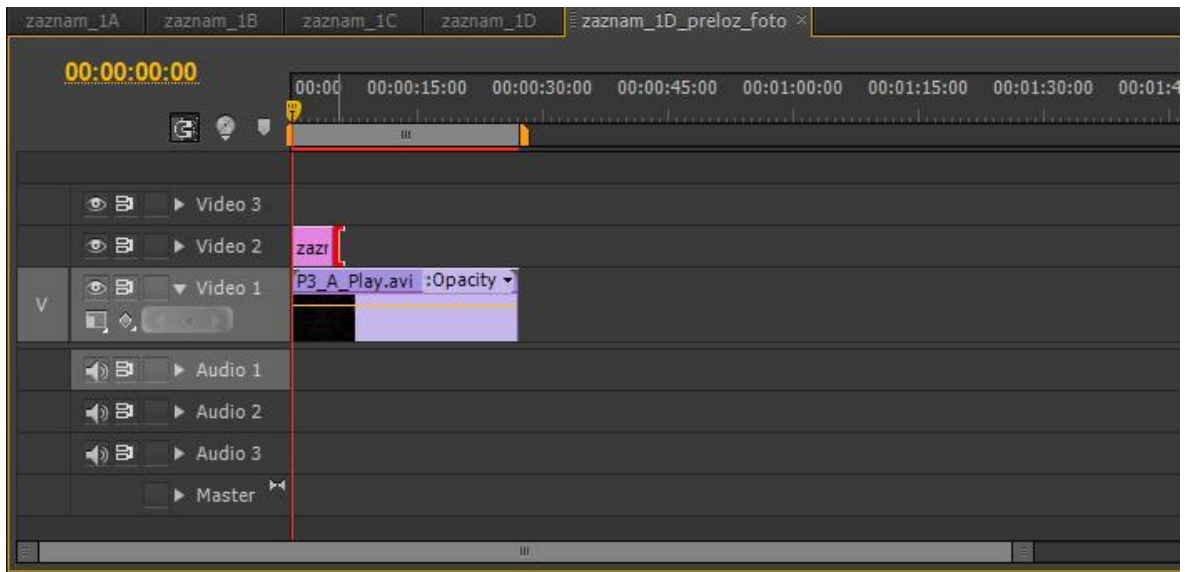


Obr. 110 Export snímky zo záznamu



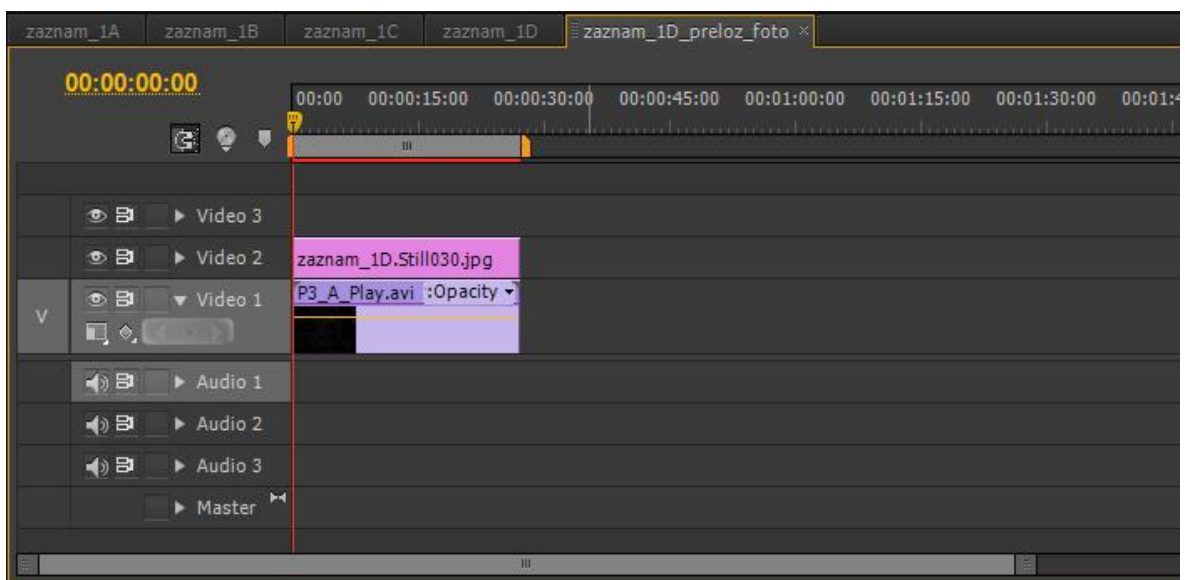
Obr. 111 Uloženie snímky zo záznamu

Ak máme snímku uloženú, môžeme si buď vytvoriť novú sekvenciu alebo pokračovať v sekvencii, v ktorej práve pracujeme. Snímku je potrebné vložiť do pracovného okna A ako záznam, aby sa dala presunúť na časovú os. Záznam sa vloží do riadku *Video 1* a snímka do riadku *Video 2*.



Obr. 112 Vloženie záznamu a snímky na jednu časovú os

Snímka, ktorá sa nachádza v sekcii *Video 2*, prekryje záznam. Program automaticky vyčlení pre túto snímku 5 sekúnd na časovej osi. Preto je potrebné predĺžiť na dobu prehrávania snímky po dobu prehrávania záznamu. Pomocou myšky sa musí ísť na koniec snímky na časovej osi. Následne sa objaví červená šípka (doprava alebo doľava). Pri zobrazení šípky doprava môžeme predĺžiť čas prehrávania snímky po dobu celého záznamu.



Obr. 113 Predĺženie doby prehrávania snímky

Aby bolo možné vidieť pohyb na zázname voči pôvodnej polohe snímanej plochy, musí sa v pracovnom okne B v záložke *Effect Controls* nastaviť priehľadnosť snímky. Priehľadnosť bola nastavená pomocou funkcie *Opacity* na 50%.

Po týchto úpravách je pri prehrávaní vidno pohyb pracovného stola oproti pôvodnému stavu. Pohyb vidno i pri ručnom prehrávaní záznamu (posúvanie záznamu pomocou šípok na klávesnici). Pri zastavení záznamu na získanie snímky, kde je vidno posun, program vráti záznam do pôvodného stavu (akoby na začiatok prehrávania). Preto nebolo možné z programu získať snímku rozdielu výchylky pracovného stolu lisu od pôvodnej polohy.

12 GIMP

Spoločnosť Adobe poskytuje okrem programu na úpravu záznamu taktiež program na úpravu snímok (fotografií) Adobe Photoshop. Tento program je rovnako ako Adobe Premiere spoplatnený. Preto môže byť jednoduchšou a hlavne finančne nenáročnou alternatívou voľne dostupný grafický program Gimp, ktorý má podobné funkcie a možnosti na úpravu snímok. V praktickej časti bola použitá verzia Gimp 2.8.2.



Obr. 114 *Ikona programu Gimp*

12.1 Pracovné prostredie programu



Obr. 115 *Pracovné prostredie programu Gimp*

Pracovné prostredie programu sa skladá z troch základných častí:

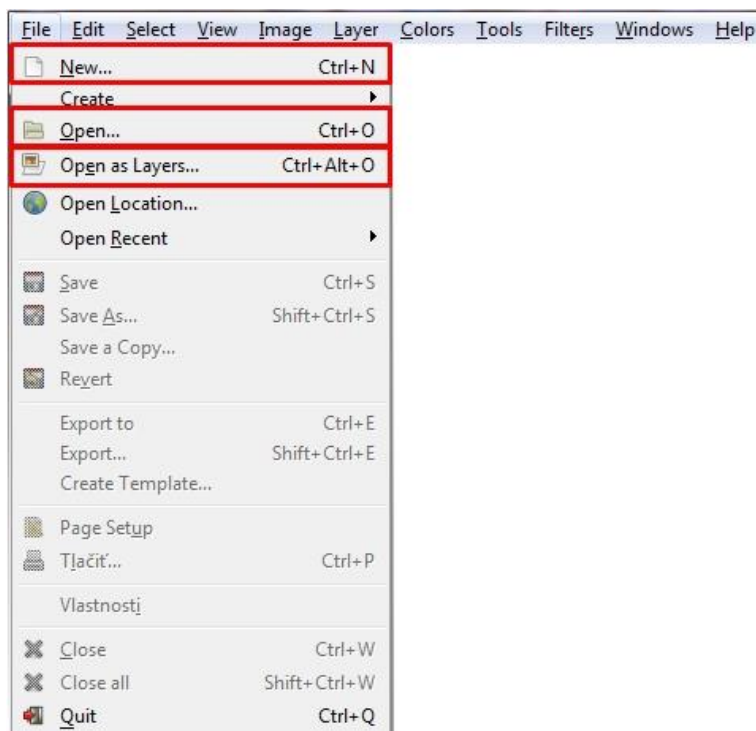
Pracovné okno A – nachádzajú sa tu nástroje na úpravu snímky ako vystrihovanie, otáčanie, retušovanie a iné.

Pracovné okno B – priestor na vloženie snímky.

Pracovné okno C – pracovné okno so záložkami. V jednotlivých záložkách sa nachádzajú funkcie aktuálne používaného nástroja.

12.2 Vloženie súboru

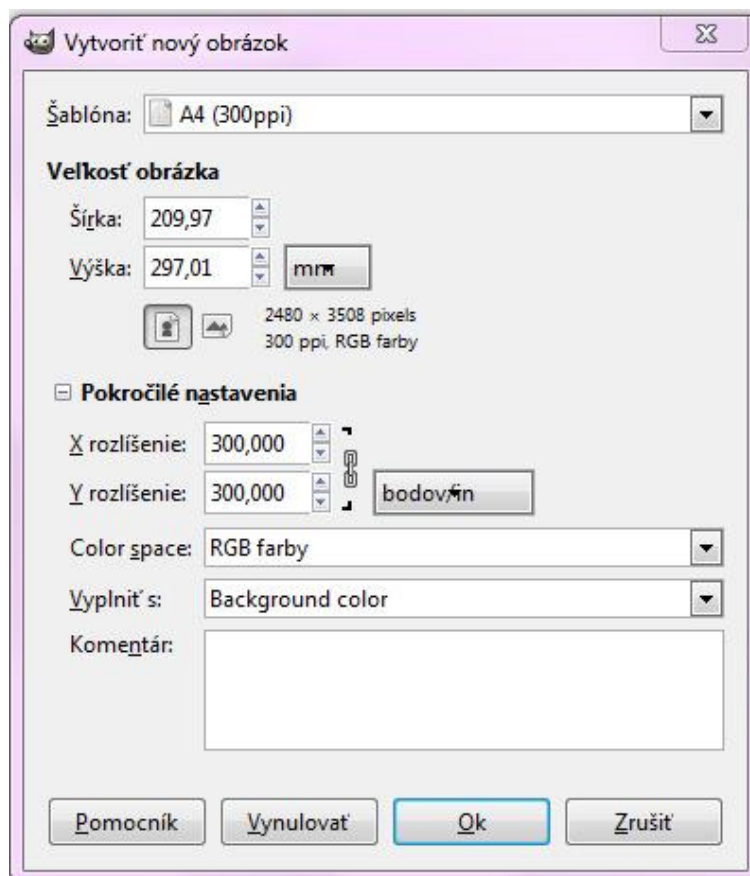
Snímka sa dá vložiť do súboru tromi spôsobmi:



Obr. 116 Možnosti vloženia nového súboru

File – New – vytvorenie nového obrázku (pozadia). Po kliknutí sa otvorí okno, v ktorom sa nastaví parametre buď podľa šablóny (predvolený formát – napr. A4) alebo podľa vlastných požiadaviek. Užívateľ môže nastaviť ľubovoľnú šírku a výšku v rôznych jednotkách (palce, pixely, milimetre).

V pokročilých nastaveniach sa nastavuje rozlíšenie obrázku, farebné prostredie RGB alebo odtiene sivej a pozadie obrázku, kde sa zvolí farba pozadia. Zvolené nastavenia sa potvrdia pomocou *OK*.



Obr. 117 Vytvorenie nového obrázku (plochy)

File – Open... – vloženie snímky

File – Open As Layers... – vloženie snímky ako novej vrstvy na už vloženú snímku

12.3 Nástroje

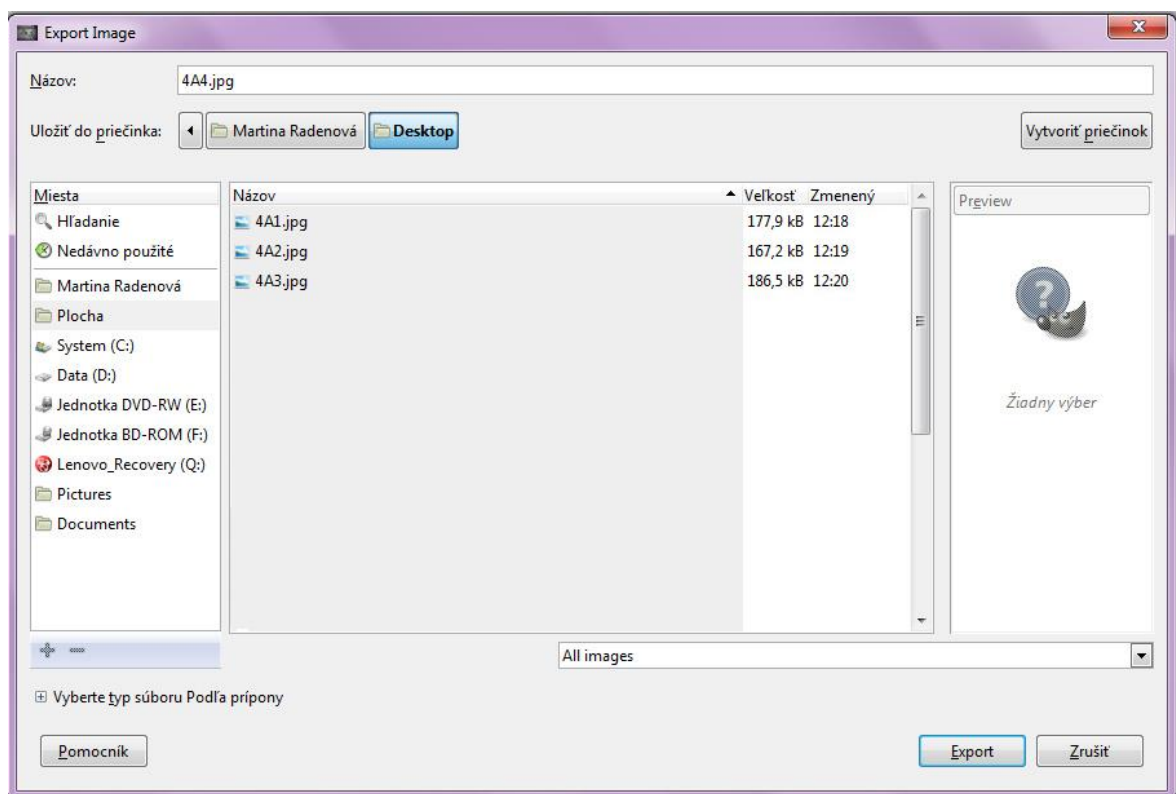


Obr. 118 Panel nástrojov

Program Gimp ponúka v ľavej časti pracovnej plochy niekoľko nástrojov na úpravu. Prvý riadok nástrojov je určený na **výber plôch** (výber obdĺžnika, výber elipsy, ikona lasa umožňuje voľný výber plochy postupným klikaním,...). Tretí riadok nástrojov umožňuje **orientáciu obrázku** (rotovanie, škála zväčšenia obrázku, preklopenie,...). Spodné dva riadky sú **kresliace nástroje**.

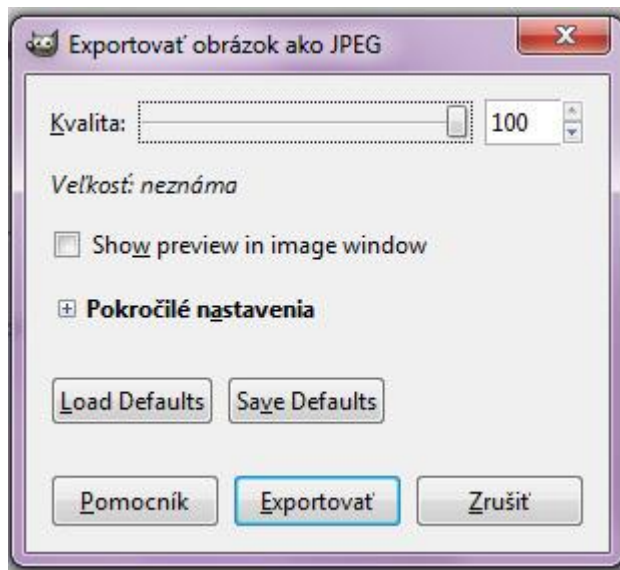
12.4 Uloženie súboru

Ukladanie súborov v programe je obdobné ako v Adobe Premiere. Na hlavnej lište sa zvolí *File – Save (Safe As)*. Týmto spôsobom sa uloží súbor vo formáte programu Gimp. Pre uloženie súboru v požadovanom formáte je nutné zvoliť *File – Export*. Otvorí sa okno, v ktorom užívateľ môže súbor premenovať a vybrať miesto uloženia snímky. V ľavom dolnom rohu je záložka *Vyberte typ súboru podľa prípony*. Po rozkliknutí okno ponúkne na výber z niekoľkých formátov. Pre potvrdenie sa stlačí *Export*.



Obr. 119 Export obrázku

Po vyexportovaní sa otvorí ďalšie okno, v ktorom sa môže znížiť kvalita snímky (v prípade, ak je snímka objemovo veľká na dáta). Konečné uloženie snímky sa potvrdí kliknutím na *Exportovať*.

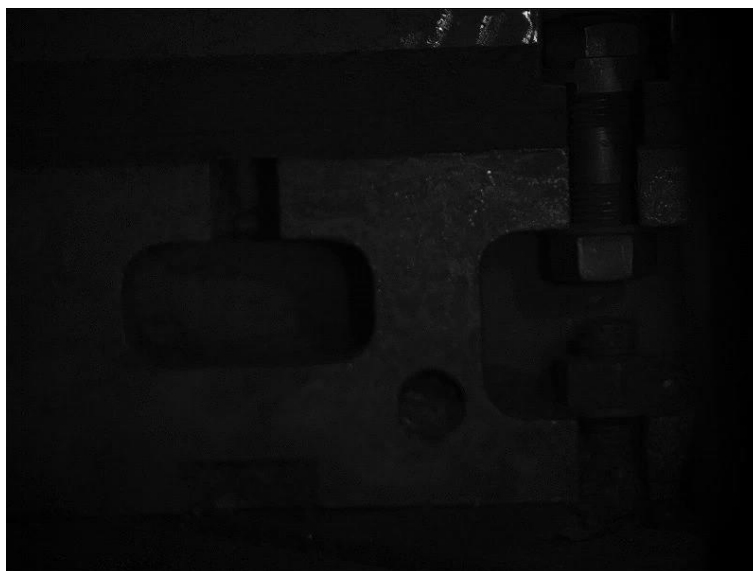


Obr. 120 Uloženie exportovaného obrázku

13 ÚPRAVA SNÍMKY

Program ponúka rovnaké, či obdobné filtre na úpravu snímky ako program Adobe Premiere na úpravu záznamu. V programe Gimp sú tieto efekty rozdelené na *Color* – úprava farieb a *Filters* – efekty na vylepšenie snímky a umelecké efekty (viď Obr. 36 a Obr. 37).

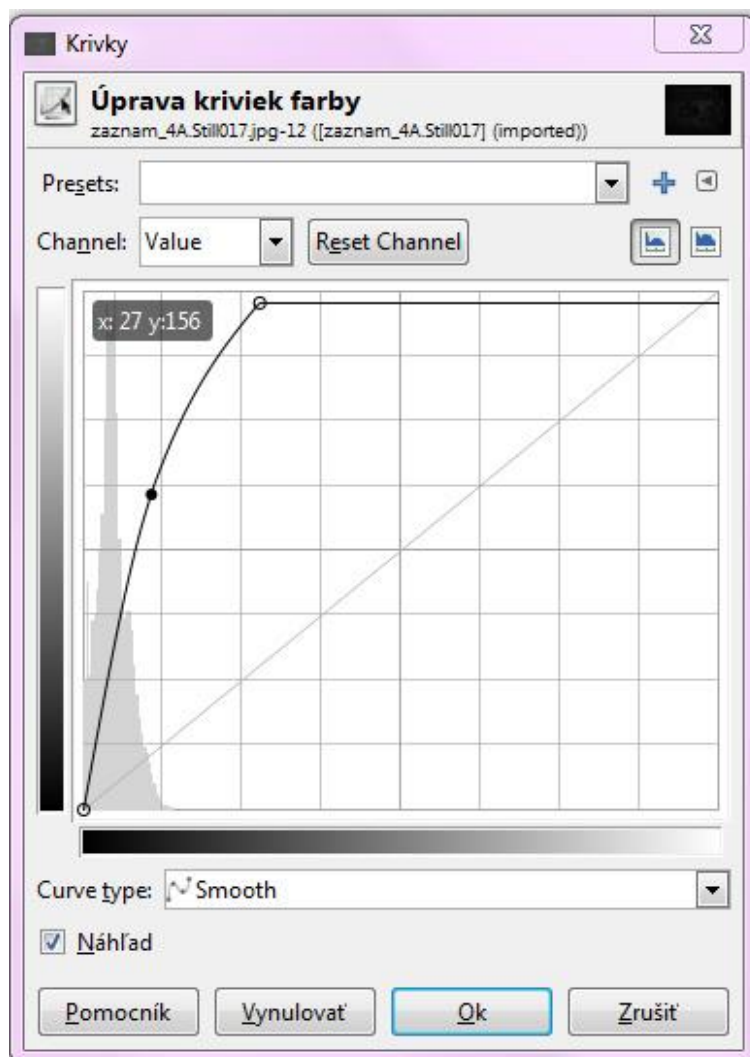
Snímku vložíme do programu cez *File – Open*.



Obr. 121 Pôvodná snímka Záznam_4

Ako prvý krok pri úprave bola zvolená úprava svetla obrazu. Na hlavnej lište sa zvolí *Colors – Krivky* (Obr. 122 a Obr. 123). Po otvorení okna sa zobrazí krivka ako pri *RGB Curves* alebo *Luma Curve*. Princíp práce s krivkou je rovnaký ako v programe Adobe Premiere. Pomocou funkcie *Krivky* sa vytiahol obraz z tmavého pozadia. Potvrdenie zmeny krivky kliknutím na *OK*.

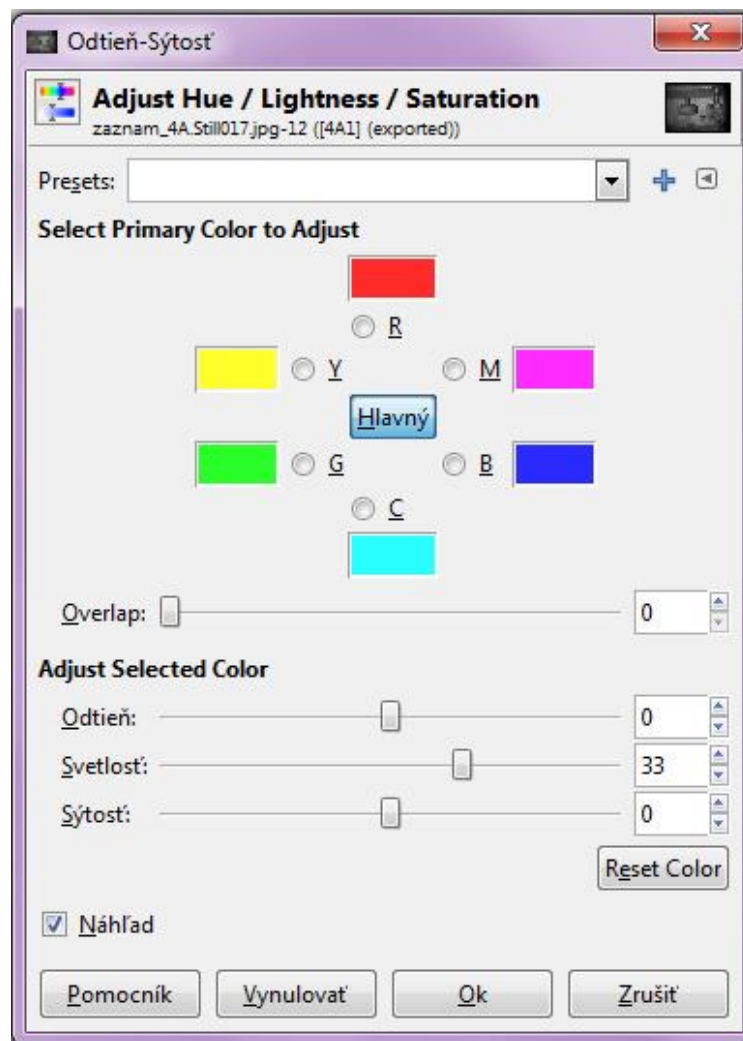
Ďalším krokom pri úprave bolo zvýšenie jeho svetlosti pomocou *File – Odtieň-Sýtosť* (Obr. 124 a Obr. 125). Tento efekt ponúka viacero možností na úpravu obrazu. Použitá bola len svetlosť, ktorá sa zvýšila na úroveň 33 a celkovo presvetlila snímku. Potvrdiť kliknutím na *OK*.



Obr. 122 Nastavenie krivky farby



Obr. 123 Vytiahnutý obraz z tmavého pozadia

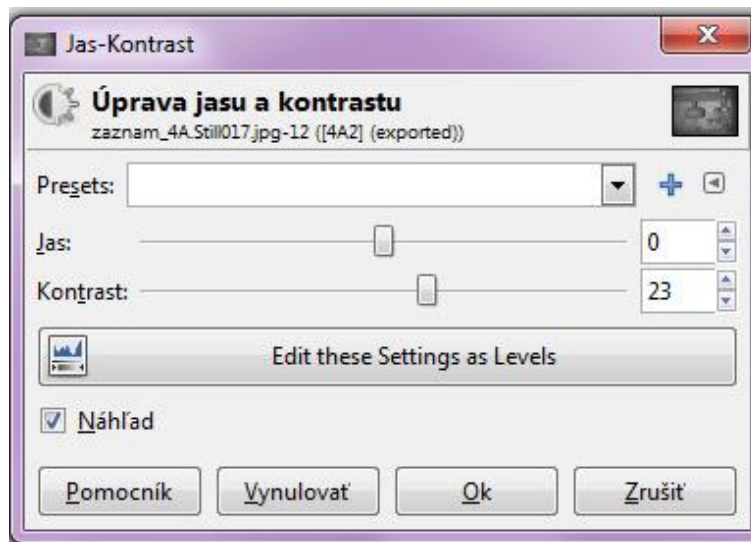


Obr. 124 Nastavenie svetlosti



Obr. 125 Presvetlená snímka záznamu

Tretím použitým efektom bola úprava jasů a kontrastu *File – Jas-Kontrast*. Jas bol zanechaný na nulovej hodnote. Kontrast sa zvýšil na úroveň 23, čím sa zvýraznili jednotlivé farby a prechody. Nastavenie potvrdiť *OK*.



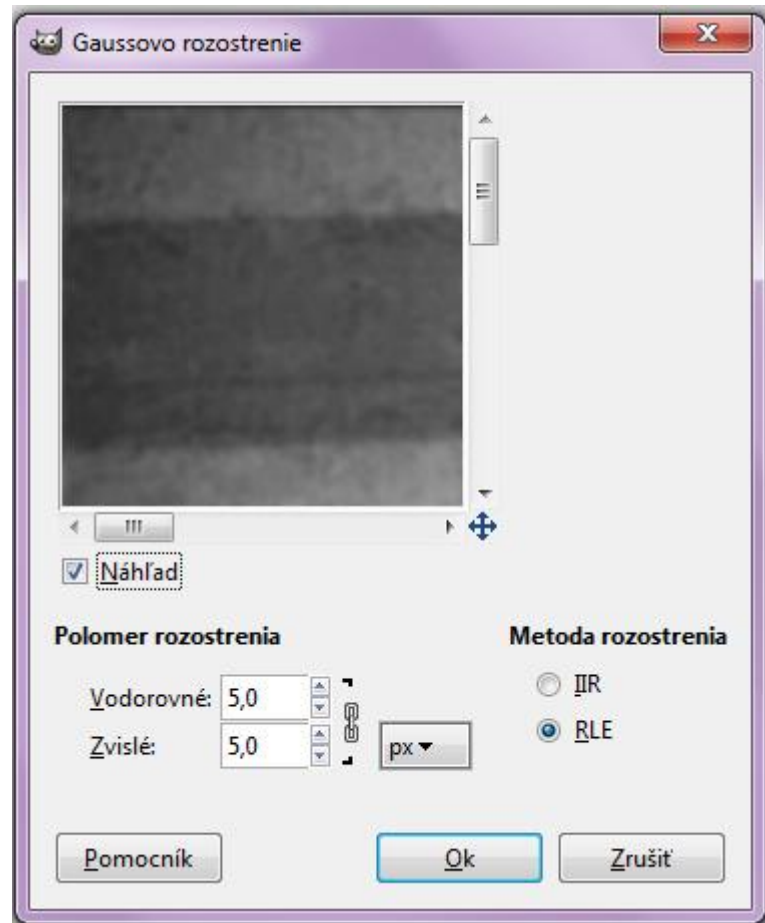
Obr. 126 Nastavenie jasů a kontrastu



Obr. 127 Zmena kontrastu snímky

Použitý efekt zanechal na snímke výrazný šum, ktorý je vidno pri väčšom priblížení. Preto bol použitý filter rozostrenia obrazu *Filters – Blur – Gaussovo Rozostrenie*.

Otvorí sa okno, v ktorom je možno vidieť náhľad úpravy. Oproti Adobe Premiere je tu možnosť rozostrenia v rôznych jednotkách a individuálne nastavenie rozostrenia jednotlivých smerov. Mierne rozostrenie bolo nastavené automaticky programom a viac s ním nebolo manipulované. Nastavenia rozostrenia potvrdiť kliknutím na *OK*.

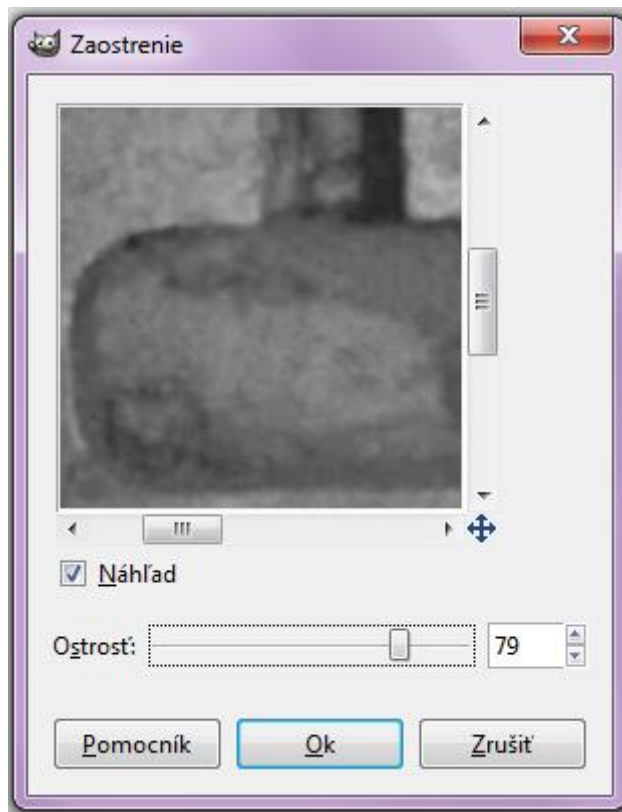


Obr. 128 Nastavenie Gaussovho rozostrenia



Obr. 129 Rozostrená snímka

Na zvýraznenie hrán bolo použité klasické zaostrenie *Filters – Enhance – Doostriť*. Okno doostrenia opäť ponúka náhľad úpravy a intenzitu použitia efektu, ktorá bola nastavená na úroveň 79. Potvrdiť kliknutím na *OK*.



Obr. 130 Nastavenie zaostrenia



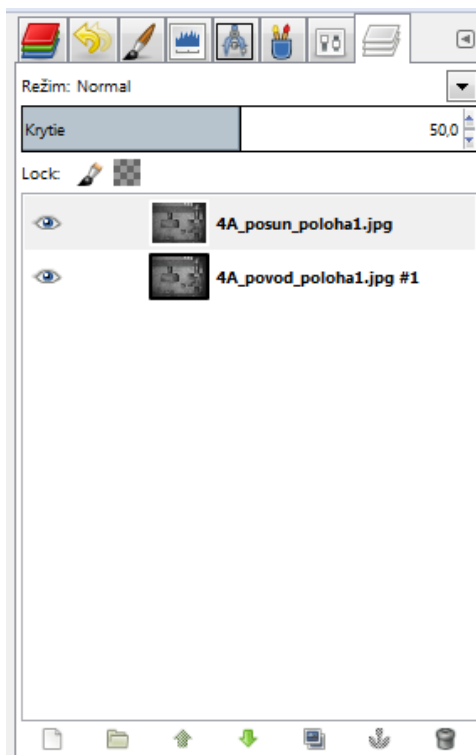
Obr. 131 Zaostrená snímka

13.1 Preloženie snímok

V kapitole 11.5.5. *Preloženie záznamu* bola snaha získať snímku pohybu pracovného stola voči pôvodnej polohe. Vzhľadom k posunu obrazu sa to nepodarilo. Program Gimp umožňuje prácu s vrstvami a je možné preložiť dve snímky cez seba.

V programe Adobe Premiere vytvoríme dve snímky. Do programu Gimp vložíme snímku pôvodnej polohy cez *File – Open*. Druhú snímku (snímka posunu) sa vloží pomocou *File – Open As Layers*. Druhá vložená snímka sa preloží cez druhú, pričom v pracovnom okne C sa otvorí záložka *Vrstvy*.

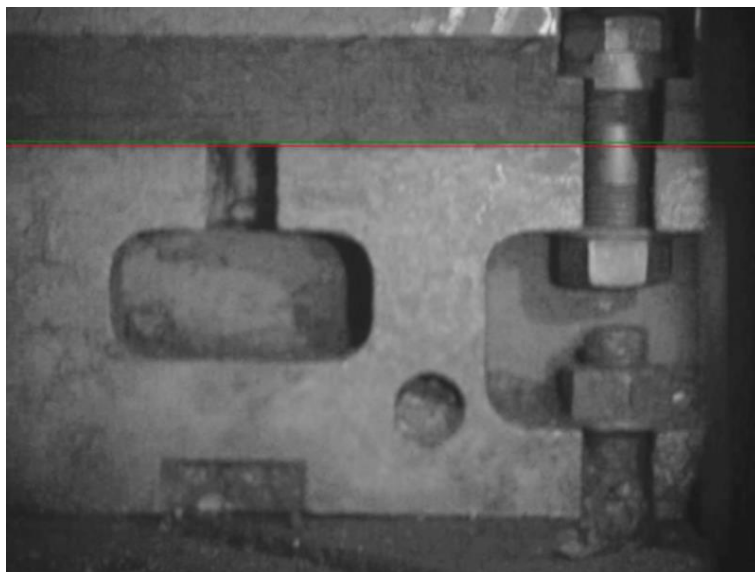
Aby bol posun viditeľný, bolo nastavené krytie druhej snímky na 50%



Obr. 132 Záložka *Vrstvy*

Pre lepšiu viditeľnosť posunu boli na jednotlivých snímkach urobené vodiace čiary v dvoch rôznych farbách v programe *PhotoScope*. Dôvodom použitia tohto programu je problematické vytvorenie krivky v programe Gimp, čo bude vysvetlené v nasledujúcej kapitole.

Pôvodná poloha má červenú farbu krivky, poloha posunu farbu zelenú. Bez použitia farebného rozlíšenia by preloženie nebolo viditeľné a pôsobilo by rozmazane.

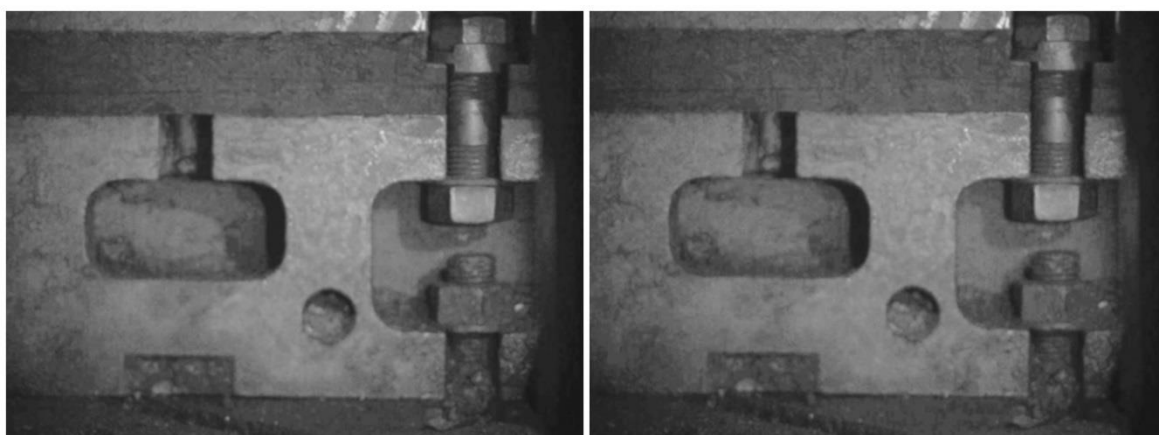


Obr. 133 *Preloženie pôvodnej a posunutej polohy pracovného stola lisu*

13.2 Vloženie krivky

Program Gimp dokáže pracovať s krivkami len ako s uzavretými celkami. Neobsahuje teda nástroj, pomocou ktorého by sa dala vytvoriť jednoduchá krivka vyznačením dvoch bodov. Pre vytvorenie krivky sa dajú použiť nástroje na výber plochy, v tomto prípade výber obdĺžnikovej plochy.

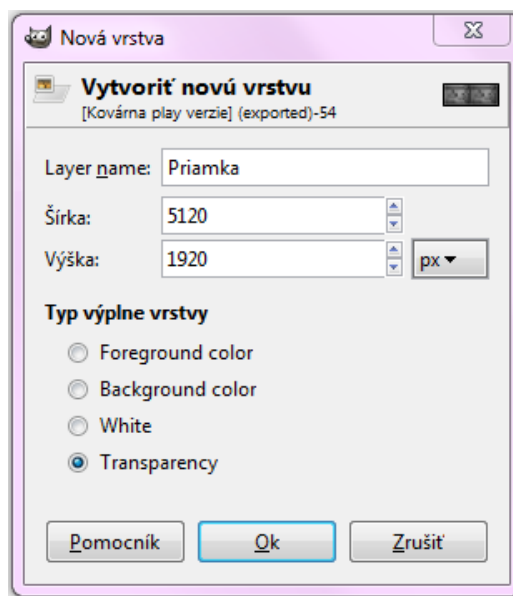
Do programu Gimp vložíme snímku, do ktorej chceme vložiť priamku.



Obr. 134 *Snímky pôvodnej a posunutej polohy pracovného stola lisu*

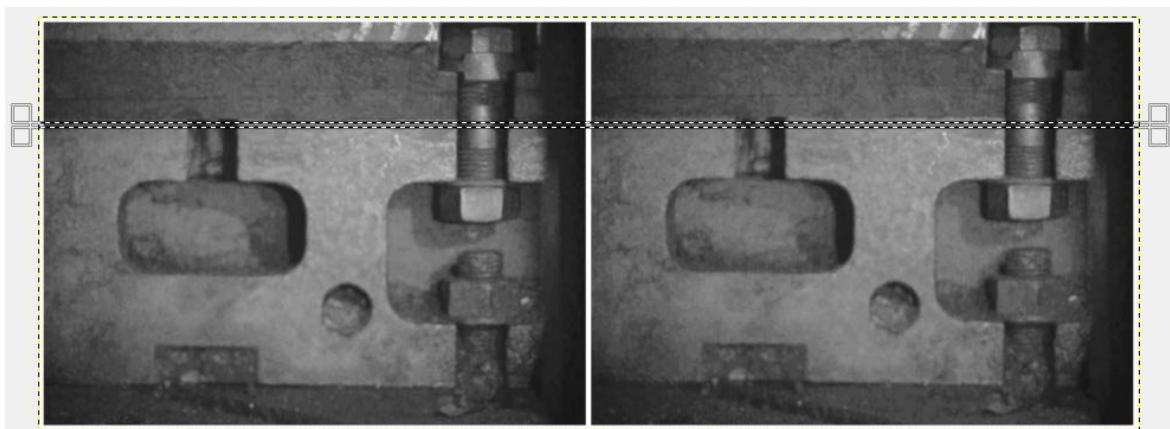
Po vložení si vytvoríme novú vrstvu v záložke *Vrstvy* ikonou papiera v ľavom dolnom rohu. Ak pracovné okno neobsahuje túto záložku, vložíme ju pomocou malej šípky (smerujúcej vľavo), ktorá sa nachádza vpravo hore v pracovnom okne C (viď Obr. 132). Po klik-

nutí na ikonu hárku papiera sa otvorí okno na vytvorenie novej vrstvy. Okno umožňuje pomenovanie vrstvy, nastavenie jej rozmerov a zvolenie typu výplne. Vybrané nastavenia potvrdiť *OK*. Odstránenie vrstvy je možné kliknutím pravým tlačidlom myši na vrstvu, ktorú chceme vymazať. Otvorí sa ponuka a kliknúť na *Delete Layer*.



Obr. 135 *Nová vrstva*

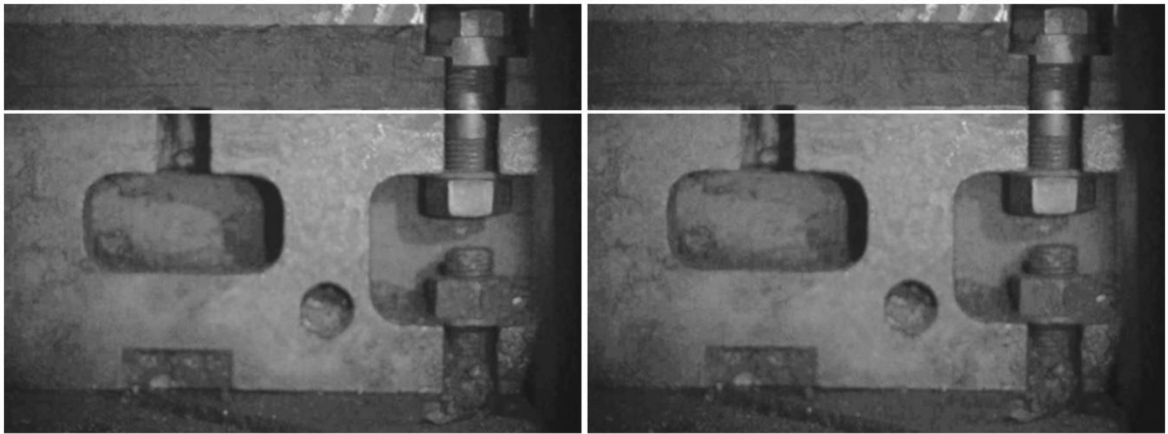
V záložke *Vrstvy* sa vyznačí novo vytvorená vrstva a klikneme v paneli nástrojov na ikonu obdĺžnikového výberu a vytvoríme vonkajší obrys „priamky.“



Obr. 136 *Vloženie priamky*

Aby bol vybraný obdĺžnikový výber viditeľný, pomocou ikony plechovky, výber zafarbíme požadovanou farbou. Takto vytvorenou krivkou je možné pozorovať na vložených snímkach rozdiel posunu pracovného stola lisu.

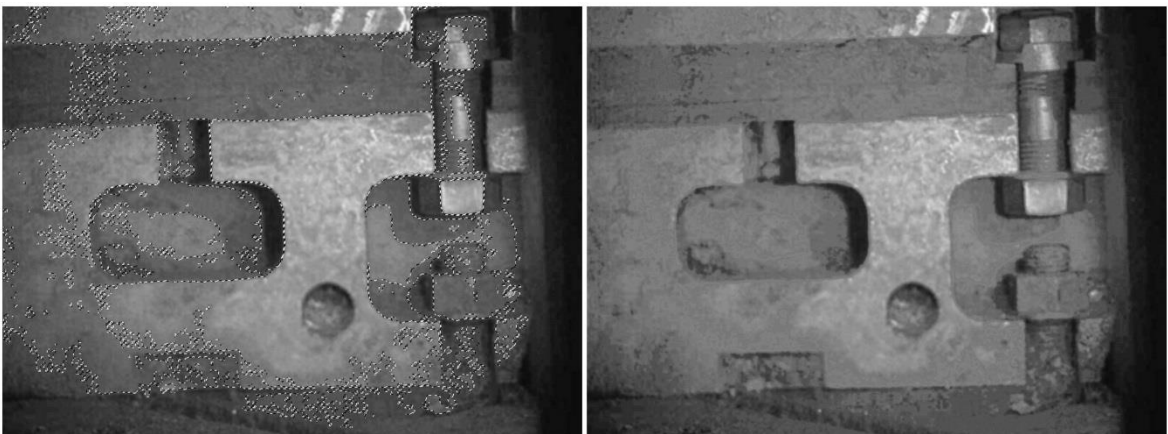
S krivkou sa dá následne manipulovať pomocou ikon na paneli nástrojov.



Obr. 137 Vytvorená krivka

13.3 Ďalšie úpravy obrazu

Pre vizuálne zlepšenie obrazu (napr. odstránenie tieňov) môžeme použiť niektorý nástroj výberu z panela nástrojov. Vzhľadom k tomu, že tieňe nemajú pravidelné tvary, najvhodnejšie je použiť ikonu *Laso – voľný výber* alebo *Palička* (so žltým koncom) – *približný výber*. Pomocou ikony *Laso* sa jednotlivými kliknutiami orámuje plocha tieňa. Jednoduchšie je však použitie ikony *Palička*, ktorá vyberie v oblasti, na ktorú sa klikne, odtiene rovnakej farby. Následne stačí použiť niektorý z efektov na úpravu svetla (Jas a kontrast, Krivky,...), nastaviť ho podľa potreby, a tým znížiť viditeľnosť tieňa. Snímka sa dá ďalej upravovať a prispôbovať podľa potrieb.



Obr. 138 Približný výber a úprava tieňov snímky

14 VYHODNOTENIE

Pomocou nasnímaných záznamov upevnenia zápustkovej formy na pracovný stôl lisu sa došlo k záveru, že po dobu uzatvárania formy dochádza k ich pohybu. Na určenie výchylky pohybu pri rázoch bol použitý pôvodný program k vysokorýchlostnému kamerovému systému Olympus i-Speed II.

Aby sme mohli záznam použiť na analýzu, musel sa záznam najskôr upraviť pomocou nástrojov v záložke *Process* (viď Obr. 39). Následne prebehla kalibrácia (*Calibrate*) a analýza (*Analyze*) pohybu pracovného stola lisu.

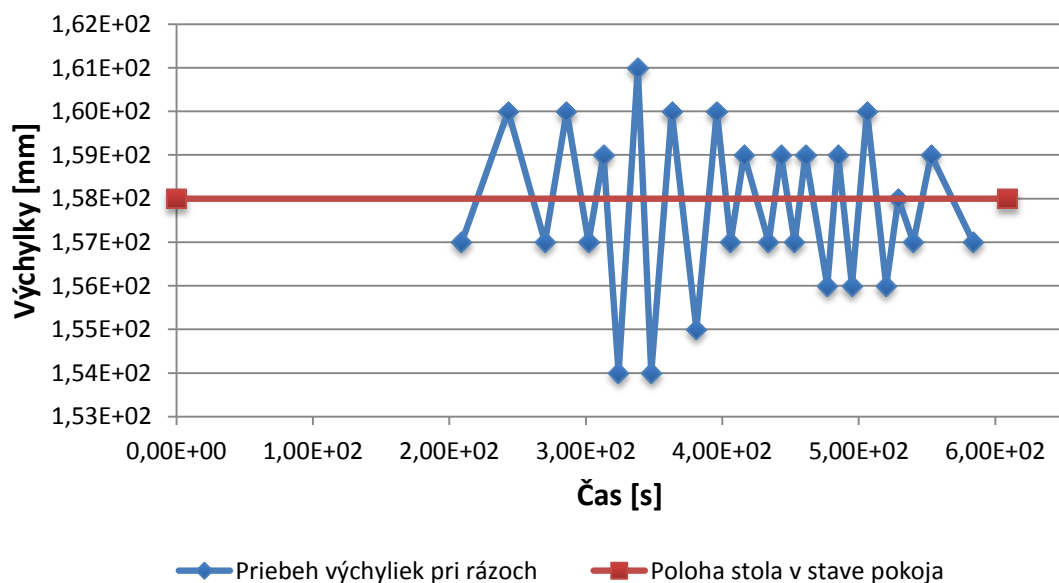
Software Olympus i-Speed II obsahuje len minimálne efekty na úpravu záznamu, čo sa prejavilo pri analýze. Obraz po úprave obsahoval výrazný šum, po celej ploche obrazu bolo veľmi nízke rozlíšenie a po priblížení boli hrany snímok nejasné. Výber bodov výchyliek potrebných na vyhodnotenie bol problematický.

Tab 7 Hodnoty vychýlenia pri rázoch

Číslo bodu	Snímka	Čas [s]	Hodnota výchylky [mm]
1	0	0,00E+00	1,58E+02
2	209	2,09E+02	1,57E+02
3	243	2,43E+02	1,60E+02
4	270	2,70E+02	1,57E+02
5	286	2,86E+02	1,60E+02
6	302	3,02E+02	1,57E+02
7	313	3,13E+02	1,59E+02
8	324	3,24E+02	1,54E+02
9	338	3,38E+02	1,61E+02
10	348	3,48E+02	1,54E+02
11	363	3,63E+02	1,60E+02
12	381	3,81E+02	1,55E+02
13	396	3,96E+02	1,60E+02
14	406	4,06E+02	1,57E+02
15	416	4,16E+02	1,59E+02
16	434	4,34E+02	1,57E+02
17	443	4,43E+02	1,59E+02
18	453	4,53E+02	1,57E+02
19	461	4,61E+02	1,59E+02
20	477	4,77E+02	1,56E+02
21	485	4,85E+02	1,59E+02
22	495	4,95E+02	1,56E+02

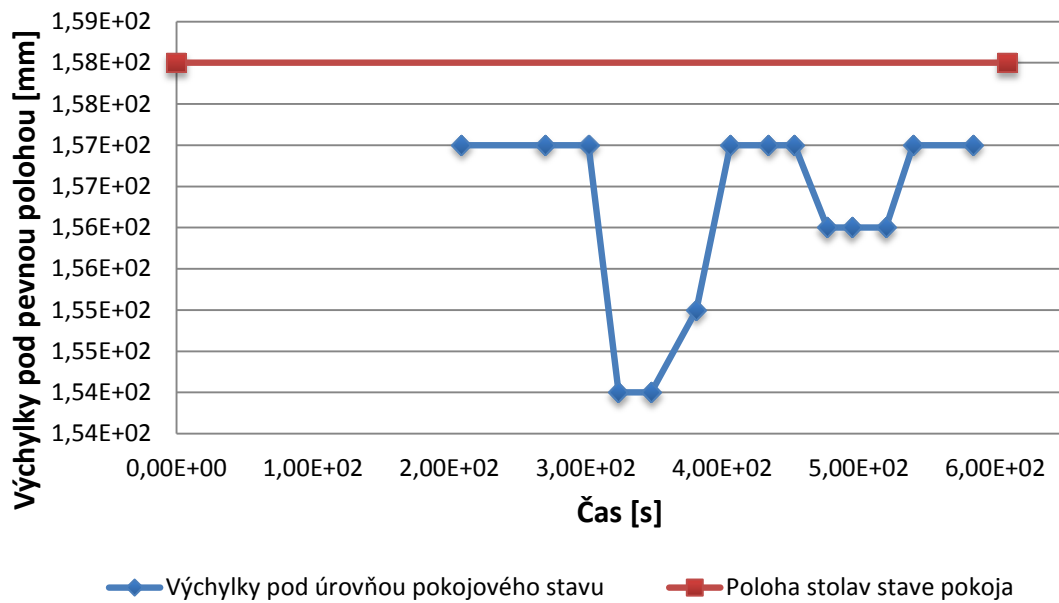
23	506	5,06E+02	1,60E+02
24	520	5,20E+02	1,56E+02
25	529	5,29E+02	1,58E+02
26	540	5,40E+02	1,57E+02
27	553	5,53E+02	1,59E+02
28	584	5,84E+02	1,57E+02
29	609	6,09E+02	1,58E+02

Pri analýze bolo vybraných 29 bodov stavu pracovného stola lisu pri uzatváraní zápusťkovej formy (Tab 7). Prvá hodnota v tabuľke je poloha v čase prestoja medzi výrobou jednotlivých kusov súčiastok. Posledná hodnota (29) je prvá hodnota, kedy sa dostal pracovný stôl lisu do pôvodnej polohy, v ktorej zotrval až do začiatku kovania ďalšej súčasti. Z týchto dvoch bodov bola vytvorená krivka naznačujúca pevnú polohu upevnenia zápusťkovej formy na pracovný stôl. Body 2 – 28 z tabuľky naznačujú priebeh výchyliek pri troch rázoch uzatvárania formy. Priebeh výchyliek pohybu formy v závislosti na čase zobrazuje Graf 1.



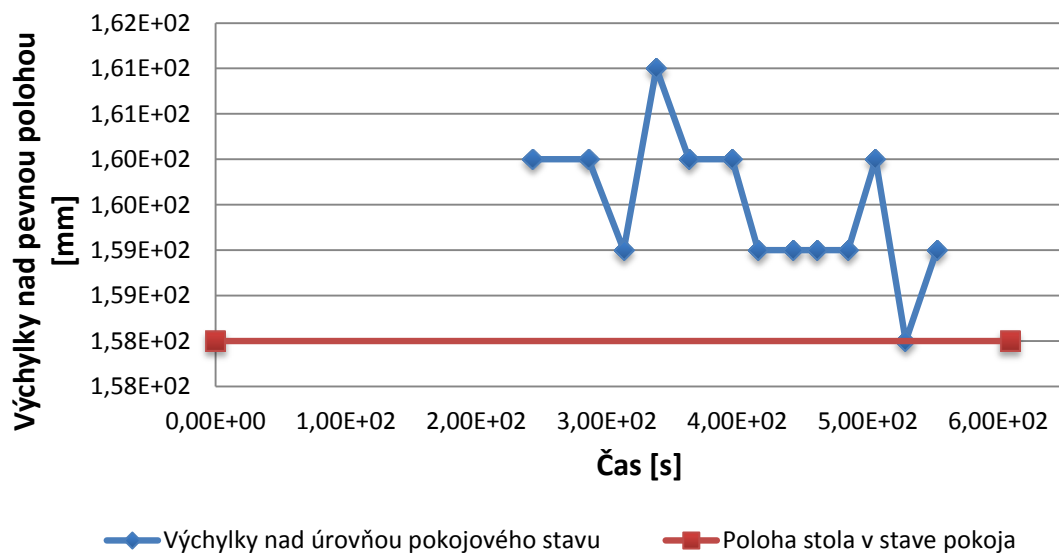
Graf 1 Závislosť výchyliek pohybu stola pri rázoch na čase

Pri prvom uzatvorení formy došlo k minimálnemu odklonu dolných hodnôt od pôvodného stavu. Pri druhom dosiahli hodnoty výchyliek maximálne hodnoty. Hodnota maximálnej odchýlky bola 4mm. Pri prechode na tretie uzatvorenie formy je vidno menší prestoj a mierne ustálenie hodnôt. Pri poslednom zavretí formy nastal pokles výchyliek oproti druhému. Posledná hodnota výchylky na grafe je posledná hodnota pred ustálením pracovného stola do pôvodného stavu (Graf 2).



Graf 2 *Výchylky pod úrovňou pokojového stavu pracovného stola lisu*

Výchylky nad polohou pôvodného stavu pracovného stola lisu mali obdobný priebeh ako spodné hodnoty (Graf 3). Pri prvom ráze boli horné hodnoty odchýlenia vyššie. V ostatnom priebehu kovania boli nižšie alebo zhodné s hodnotami pod krivkou pokojového stavu. Maximálne vychýlenie od pôvodného stavu boli 3mm.



Graf 3 *Hodnoty výchyliek nad úrovňou pokojového stavu pracovného stola*

Výsledkom analýzy bolo zistenie, že zápusťková forma nebola správne pritiahnutá k pracovnému stolu lisu. Pre nesprávne dotiahnutie matice dochádzalo k výkyvom polohy pri jednotlivých rázoch kovacího lisu.

ZÁVER

Obsah diplomovej práce bol zameraný na snímanie vysokorýchlostných dejov v problematických podmienkach. V praxi sa mnohokrát stáva, že nie je možné zabezpečiť dokonalé podmienky pre zaznamenanie deja, pretože to nedovoľuje charakter prostredia. Výsledkom stiesnených priestorov, nesprávneho osvetlenia, či nemožnosti opakovania vysokorýchlostného deja sú záznamy s takmer žiadnou alebo nulovou viditeľnosťou.

Program k vysokorýchlostnému kamerovému systému obsahuje základné nástroje na úpravu záznamu a na jeho vyhodnotenie. Neumožňuje však upravený dej uložiť a poskytnúť ho spoločnosti, ktorá si zadala požiadavku na jeho nasnímanie.

Vzniknutý problém môže čiastočne riešiť použitie grafických programov na úpravu obrazu. Tieto programy ponúkajú širšiu škálu efektov na úpravu záznamov, čo umožňuje o mnoho kvalitnejšiu úpravu.

Na úpravu nekvalitných záznamov bol v praktickej časti diplomovej práce použitý komerčný program Adobe Premiere. Pri úprave jednotlivých záznamov sa osvedčilo niekoľko efektov. Funkcia *Luma Curve* vytiahne obraz z tmavého pozadia o mnoho lepšie ako úprava jas a kontrastu, či funkcia krivky RGB. Na zníženie šumu obrazu je možné vybrať z niekoľkých variant rozostrenia s ľubovoľnou intenzitou. Na zvýraznenie hrán a zaostrenie boli použité efekty *Emboss*, *Color Emboss* a *Find Edges*, pretože oproti zostreniu funkciou *Sharpen* nevytvárali na zázname nadbytočný šum. Výhodou pri úprave záznamu môže byť vrstvenie, resp. opakovanie jednotlivých efektov, zmena ich poradia alebo ich dodatočná úprava. Okrem klasických úprav je možné nastaviť orientačnú mriežku, vodiacu krivku alebo preloženie pôvodného stavu zaznamenávaného deja s jeho priebehom.

Grafické programy na úpravu snímok majú rovnaké, resp. obdobné funkcie na úpravu obrazu. Platí to aj v prípade programu Gimp, ktorý je voľne dostupnou náhradou programu Photoshop od spoločnosti Adobe. V konečnom dôsledku je ich použitie v praxi menšie ako pri použití programu na úpravu záznamu. Využitie tohto typu programov môže byť pri vytváraní podkladov firemných správ, kde sa dá využiť preloženie dvoch snímok alebo vizuálne vylepšenie obrazu.

Nevýhodou grafických programov je nekompatibilita so software-om k vysokorýchlostnému kamerovému systému. Tzn. že v pôvodnom programe sa nedá pracovať s upravenou verzou záznamu, a tým dosiahnuť presnejšie výsledky pri vyhodnocovaní.

Programy na úpravu záznamov sú poväčšine spoplatnené, zatiaľ čo programy na základnú úpravu obrazu snímok je možné získať bez finančného zaťaženia. Za konkurenčný software Adobe Premiere sa dá považovať program od spoločnosti Sony – Vegas Pro. Charakter tohto grafického programu a jeho pracovného prostredia je obdobný. Oproti programu spoločnosti Adobe je v praxi obľúbenejší, pričom dôvodom môže byť nižšia cena licencie. Cena programu Adobe Premiere sa pohybuje cez 1000€ s DPH, zatiaľ čo cena Vegas Pro je približne o 300€ nižšia. V prípade potreby môže byť finančne menej náročným variantom mesačné predplatenie software-u Adobe Premiere za cenu cca 25€ s DPH (1€ = 27,425CZK – kurz ČNB z dňa 10.4.2014).

Komerčné programy neumožňujú taktiež vyhodnocovanie vysokorýchlostných dejov. Pri ich používaní sa jedná len o úpravu obrazu na zlepšenie vizuálneho hodnotenia. Na druhej strane predstavujú tieto typy programov prínos na zabezpečenie plnohodnotných materiálov pre potreby firmy, ktoré nie je možné vytvoriť pomocou pôvodného programu.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] PATA, Vladimír. *Vysokorychlostní kamerové systémy*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-480-X
- [2] PONEC, Jan a Milič JIRÁČEK. *Digitální fotografie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2002, ISBN 80-244-0533-4
- [3] POSPÍŠIL, Jaroslav. *Teorie signálu a experimentu*. Olomouc: Univerzita Palackého, 1993. ISBN 80-7067-325-7.
- [4] POSPÍŠIL, Jaroslav. *Analýzy a přenosové aspekty signálů*. Olomouc: Univerzita Palackého, 1994. ISBN 80-7067-325-7.
- [5] VYŠÍN, Ivo a Jan ŘÍHA. *Paprsková a vlnová optika*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012. ISBN 978-80-244-3334-9.

Iné textové zdroje:

- [6] OLYMPUS. *High Speed Video: Features & Specifications*. Dostupné z: http://www.olympus-ims.com/data/File/i-SPEED/i-SPEED_2_Spec_Sheet.en.pdf
- [7] PATA, Vladimír. Technické měření: *Metodika zkoumání vysoce rychlých dějů*. Zlín: UTB ve Zlíně [Prednáška].

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [8] A Practical Guide to Machine Vision Lighting - Part III. *National Instruments* [online]. © 2013 [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://www.ni.com/white-paper/6903/en/>
- [9] Expozícia. *Ephoto.sk* [online]. [cit. 2013-11-18]. Dostupné z: <http://www.ephoto.sk/fotoskola/clanky/zaciname-s-fotografovanim/expozicia/>
- [10] I-Speed 2. *Olympus: Your Vision, Our Future* [online]. © 2013 [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: (<http://www.olympus-ims.com/en/hsv-products/i-speed-2-new-features/>)
- [11] Gimp. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-12-1]. Dostupné z: <http://sk.wikipedia.org/wiki/GIMP>
- [12] KOMENDA, Jan a Miroslav NOVÁK. Co je vysokorychlostní kamera?. *Ruce vzhůru* [online]. [cit. 2013-11-10]. Dostupné z: <http://www.rucevzhuru.cz/index.php/component/content/article/53-rychloukamery/133-kamery.html>
- [13] *Kvant* [online]. © 2013 [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: <http://www.kamery.sk/kamery-pre-vedu/vysokorychlostne-kamery>
- [14] *Pretaktovanie.sk* [online]. © 2000-2007 [cit. 2013-11-2]. Dostupné z: http://www.pretaktovanie.sk/obr/monitory/uvod/cie_diagram.jpg
- [15] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Šíření světla. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/435-sireni-svetla>
- [16] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Odraz a lom světla. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/436-odraz-a-lom-svetla>
- [17] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Fermatův princip nejmenšího času. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-4]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/439-fermatuv-princip-nejmensiho-casu>
- [18] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Odraz světla. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-4]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/437-odraz-svetla>

- [19] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Základní principy optického zobrazování. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-4]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/532-zakladni-principy-optickeho-zobrazovani>
- [20] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Optické zobrazení. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-4]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/472-opticke-zobrazeni>
- [21] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Čočky. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-12]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/480-cocky>
- [22] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Zobrazení tenkou čočkou. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-13]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/481-zobrazeni-tenkou-cockou>
- [23] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Soustava tenkých čoček. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-11-18]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/483-soustava-tenkych-cocek>
- [24] Tog Tuesday: Shutter Speeds. *Westcott: Lighting Solutions* [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://fjwestcott.com/photo-lighting-tips/quick-tips/tog-tuesday-shutter-speeds>
- [25] Vysokorychlostní (rychloběžné) digitální kamery FASTEC Imaging a analýza rychlých dějů. *Spektra Vision: Profesionální měřicí a diagnostické přístroje* [online]. [cit. 2013-11-10]. Dostupné z: <http://www.spektravision.cz/produkty/vysokorychlostni-rychlobezne-digitalni-kamery-fastec-imaging-a-analyza-rychlych-deju/>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

CIE	Commission Internationale de L'Éclairage (Medzinárodná komisia pre osvetlenie)
CMY	Cyan-magenta-yellow (azúrová-purpurová-žltá)
CMYK	Cyan-magenta-yellow-black (azúrová-purpurová-žltá-čierna)
HSB	Hue-saturation-brightness (farebný tón – sýtosť – jas)
HSL	Hue-saturation-lightness (farebný tón – sýtosť – svetlosť)
ISO	International organization of standardization (Medzinárodná organizácia pre štandardizáciu)
RGB	Red-green-blue (červená-zelená-modrá)

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Schéma jednocestnej oznamovacej sústavy	12
Obr. 2 Delenie signálu podľa definičného oboru a oboru hodnôt.....	14
Obr. 3 Príklad harmonického rozkladu	15
Obr. 4 Príklad funkcií a ich Fourierovej transformácie	17
Obr. 5 Rovina priestorových kmitočtov	18
Obr. 6 Lom sveteleného lúča	21
Obr. 7 Odraz svetelného lúča na rovinnom a nerovinnom povrchu.....	22
Obr. 8 Optické zobrazenie pri zbiehavých a rozbiehavých lúčoch	23
Obr. 9 Typy zobracovacích šošoviek.....	24
Obr. 10 Popis parametrov šošovky	25
Obr. 11 Smer lúčov pri zobrazovaní obrazu rozptylkou a spojkou.....	26
Obr. 12 Farebný priestor RGB spektra	29
Obr. 13 Vytvorenie dvojrozmerného zobrazenia farieb v súradnicovom systéme xy	29
Obr. 14 Farebný trojuholník CIE	30
Obr. 15 Porovnanie farebných modelov RGB a CMY.....	31
Obr. 16 Farebný priestor $L^*a^*b^*$	32
Obr. 17 Príklady clony.....	39
Obr. 18 Osvetlenie v jas-nom zornom poli	40
Obr. 19 Osvetlenie v temnom zornom poli.....	40
Obr. 20 Podsvietenie	41
Obr. 21 Difúzne osvetlenie.....	41
Obr. 22 Súosové osvetlenie	42
Obr. 23 Porovnanie snímania pri použití Shutter 1x vs. Shutter 2x	42
Obr. 24 Shutter 1x.....	43
Obr. 25 Shutter 2x.....	43
Obr. 26 Olympus i-Speed II a i-Speed TR.....	44
Obr. 27 Redlake M3, N3, Y3	45
Obr. 28 AOS Technologies X-EMA, S-MOTION, TRI-VIT.....	45
Obr. 29 Olympus i-Speed II	46
Obr. 30 Popis konektorov pre zapojenie.....	50
Obr. 31 Ovládacia jednotka CDU.....	51
Obr. 32 RCP jednotka	52

Obr. 33 Zapojenie CDU jednotky	53
Obr. 34 Zapojenie RCP do kamerového systému	54
Obr. 35 Pracovné okno na úpravu obrazu software Olympus.....	55
Obr. 36 Ponuka úpravy farieb software Gimp.....	56
Obr. 37 Ponuka filtrov na úpravu obrazu software Gimp	57
Obr. 38 Ukážka základných efektov software Adobe Premiere	57
Obr. 39 Pracovné prostredie snímaného deja	59
Obr. 40 Pohľad na snímanú plochu spod dopravníka	60
Obr. 41 Postavenie pracovníka pri snímaní deja	61
Obr. 42 Detail na snímanú plochu.....	61
Obr. 43 Záznam_1.....	62
Obr. 44 Záznam_2.....	62
Obr. 45 Snímané plochy po úprave pracovného priestoru	63
Obr. 46 Snímanie po úprave s pridaním ďalšieho osvetlenia.....	63
Obr. 47 Záznam_3.....	64
Obr. 48 Záznam_4.....	64
Obr. 49 Ikona programu Adobe Premiere Pro	66
Obr. 50 Okno „Vitajte v Adobe Priemie Pro“	66
Obr. 51 Vytvorenie nového projektu	67
Obr. 52 Vytvorenie novej sekvencie	68
Obr. 53 Nastavenie plochy pracovného prostredia	69
Obr. 54 Pracovné prostredie programu	69
Obr. 55 Pracovné okno so sekvenciami a videami	70
Obr. 56 Časová os pre prácu so záznamom.....	71
Obr. 57 Možnosti efektov	71
Obr. 58 Podskupiny video filtrov	72
Obr. 59 Úprava farieb	73
Obr. 60 Rozmazanie a zaostrenie	74
Obr. 61 Štylizovanie	74
Obr. 62 Možné voľby transformácie obrazu.....	75
Obr. 63 Nastavenie deformovania obrazu záznamu	75
Obr. 64 Generovanie ďalších funkcií.....	76
Obr. 65 Základné filtre.....	77

Obr. 66 Označenie pracovného okna so záznamom	78
Obr. 67 Nastavenia pri ukladaní záznamu.....	79
Obr. 68 Záznam_1: Úprava jasů a kontrastu	80
Obr. 69 Záznam_1 Použitie luminiscenčnej krivky.....	81
Obr. 70 Záznam_1: Gaussovo rozostrenie	82
Obr. 71 Záznam_1: Nájdenie hrán	82
Obr. 72 Záznam_1: Úprava kontrastu	83
Obr. 73 Záznam_1: Použitie farebného reliéfu	84
Obr. 74 Záznam_1: Úprava pomocou RGB krivky.....	85
Obr. 75 Záznam_1: Gaussovo rozostrenie	86
Obr. 76 Záznam_1: Úprava výsledného obrazu	87
Obr. 77 Záznam_1: Provanie priebehu úpravy	87
Obr. 78 Záznam_2: Úprava luminiscenčnej krivky	88
Obr. 79 Záznam_2: Nastavenie jasů a kontrastu.....	89
Obr. 80 Záznam_2: Vertikálne rozostrenie.....	90
Obr. 81 Záznam_2: Zvýraznenie hrán	90
Obr. 82 Záznam_2: Horizontálne rozostrenie	91
Obr. 83 Záznam_2: Inverzné zvýraznenie hrán	91
Obr. 84 Záznam_2: Vytvorenie reliéfu obrazu	92
Obr. 85 Záznam_2: Porovnanie priebehu úpravy	92
Obr. 86 Záznam_3: Nastavenie krivky Master	93
Obr. 87 Záznam_3: Gaussovo rozostrenie obrazu	94
Obr. 88 Záznam_3: Zosvetlenie pomocou luminiscenčnej krivky.....	95
Obr. 89 Záznam_3: Vrstvenie efektu Gaussovho rozostrenia.....	96
Obr. 90 Záznam_3: Orezanie záznamu.....	97
Obr. 91 Záznam_3: Úprava pozície obrazu.....	98
Obr. 92 Záznam_3: Porovnanie záznamu v priebehu úprav	98
Obr. 93 Záznam_4: Nastavenie jasů a kontrastu.....	99
Obr. 94 Záznam_4: Použitie luminiscenčnej krivky	100
Obr. 95 Záznam_4: Funkcia Equalize	101
Obr. 96 Záznam_4: Zníženie šumu pomocou rozostrenia	101
Obr. 97 Záznam_4: Zvýraznenie hrán	102
Obr. 98 Záznam_4: Natočenie a priblíženie efektom Motion	103

Obr. 99 Záznam_4: Porovnanie priebehu úpravy záznamu	104
Obr. 100 Nastavenia mriežky	104
Obr. 101 Počiatočný a koncový bod mriežky	105
Obr. 102 Zmena blesku na vodiacu priamku	105
Obr. 103 Nastavenie efektu Lightning	106
Obr. 104 Možnosti nastavenia efektu Transform	107
Obr. 105 Vložené záznamy na osi a vyznačenie jedného zo záznamu	108
Obr. 106 Uloženie šablóny	108
Obr. 107 Pomenovanie šablóny	109
Obr. 108 Nová šablóna	109
Obr. 109 Porovnanie pri použití rovnakých efektov	110
Obr. 110 Export snímky zo záznamu	111
Obr. 111 Uloženie snímky zo záznamu	111
Obr. 112 Vloženie záznamu a snímky na jednu časovú os	112
Obr. 113 Predĺženie doby prehrávania snímky	112
Obr. 114 Ikona programu Gimp	114
Obr. 115 Pracovné prostredie programu Gimp	114
Obr. 116 Možnosti vloženia nového súboru	115
Obr. 117 Vytvorenie nového obrázku (plochy)	116
Obr. 118 Panel nástrojov	116
Obr. 119 Export obrázku	117
Obr. 120 Uloženie exportovaného obrázku	118
Obr. 121 Pôvodná snímka Záznam_4	119
Obr. 122 Nastavenie krivky farby	120
Obr. 123 Vytiahnutý obraz z tmavého pozadia	120
Obr. 124 Nastavenie svetlosti	121
Obr. 125 Presvetlená snímka záznamu	121
Obr. 126 Nastavenie jasů a kontrastu	122
Obr. 127 Zmena kontrastu snímky	122
Obr. 128 Nastavenie Gaussovho rozostrenia	123
Obr. 129 Rozostrená snímka	123
Obr. 130 Nastavenie zaostrenia	124
Obr. 131 Zaostrená snímka	124

Obr. 132 <i>Záložka Vrstvy</i>	125
Obr. 133 <i>Preloženie pôvodnej a posunutej polohy pracovného stola lisu</i>	126
Obr. 134 <i>Snímky pôvodnej a posunutej polohy pracovného stola lisu</i>	126
Obr. 135 <i>Nová vrstva</i>	127
Obr. 136 <i>Vloženie priamky</i>	127
Obr. 137 <i>Vytvorená krivka</i>	128
Obr. 138 <i>Približný výber a úprava tieňov snímky</i>	128

ZOZNAM TABULIEK

Tab 1 <i>Vlastnosti zobrazovaného obrazu podľa vzdialenosti</i>	27
Tab 2 <i>Porovnanie použitia Shuttering-u</i>	44
Tab 3 <i>Prevedenie kamery</i>	46
Tab 4 <i>Charakteristika kamery</i>	46
Tab 5 <i>Funkcie na snímání obrazu</i>	47
Tab 6 <i>Základné parametre snímky pri rôznej rýchlosti snímání</i>	49
Tab 7 <i>Hodnoty vychýlenia pri rázoch</i>	129

ZOZNAM GRAFOV

Graf 1 <i>Závislost výchylek při rázoch na čase</i>	130
Graf 2 <i>Výchylky pod úrovníou pokojového stavu pracovného stola lisu</i>	131
Graf 3 <i>Hodnoty výchylek nad úrovníou pokojového stavu pracovného stola</i>	131