

Gymnázium Púchov
Ul. 1. Mája 905, 020 01 Púchov

Čiernobiela fotografia a jej spracovanie

Stredoškolská odborná činnosť

Č. odboru: 03 – Chémia, potravinárstvo

Púchov
2022

Riešitelia:
Lucia Kyčinová
Ročník štúdia: tretí
Školiteľ:
PaedDr. Gabriela
Václavíková

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že projektovú prácu na tému „Čiernobiela fotografia a jej spracovanie“ som vypracovala samostatne s použitím uvedených literárnych zdrojov. Prácu som neprihlásila a ani neprezentovala v žiadnej inej súťaži, ktorá je pod gestorstvom MŠVVaŠ SR. Som si vedomá zákonných dôsledkov, ak v nej uvedené údaje nie sú pravdivé.

Púchov, 21.12. 2022

.....

Lucia Kyčinová

Pod'akovanie

Pod'akovanie patrí predovšetkým Matúšovi Kyčinovi, dlhoročnému odbornému praktikantovi v obore fotografie, za dozor, pripomienky, rady a poskytnutie priestorov pre experiment. Veľká vďaka prináleží aj konzultantke PaedDr. Gabriele Václavíkovej za jej odborné rady, Mgr. Miroslave Zbínovej za pomoc pri formátovaní, Mgr. Veronike Hanákovej za inštrukcie ohľadom jazykovej stránky a RNDr. Dagmar Balalovej za pripomienky ohľadom formálnej štruktúry práce.

Obsah

0	Úvod	7
1	Problematika a prehľad literatúry	8
1.1	Fotografický analógový prístroj.....	8
1.2	Základné parametre fotografovania	8
1.2.1	Svetlo	8
1.2.2	ISO (International Standards Organization)	8
1.2.3	Otvor clony (apertúra)	9
1.2.4	Uzávierka a expozičný čas.....	9
1.2.5	Kombinácia expozičného času a clony.....	10
1.3	Tmavá komora	10
1.4	Film.....	11
1.4.1	Exponovanie	11
1.4.2	Negatívny proces	11
1.4.2.1	Vyvolávanie.....	12
1.4.2.1.1	Chemické zoženie vývojky	13
1.4.2.2	Prerušovanie	13
1.4.2.2.1	Chemické zloženie prerušovača	14
1.4.2.3	Ustaľovanie	14
1.4.2.3.1	Chemické zloženie ustaľovača	14
1.5	Fotografia.....	15
1.5.1	Pozitívny proces.....	15
1.5.1.1	Fotografický papier	15
2	Ciele práce	16
3	Materiál a metodika	17
3.1	Fotografovanie	17
3.1.1	Fotografické vybavenie.....	17

3.1.2	Príprava a proces.....	17
3.2	Tmavá komora	18
3.3	Film.....	18
3.3.1	Exponovanie filmu.....	18
3.3.2	Negatívny proces	19
3.3.2.1	Vyvolávanie.....	19
3.3.2.2	Prerušovanie	21
3.3.2.3	Ustaľovanie	22
3.3.2.3.1	Skúška ustaľovača.....	22
3.3.2.3.2	Proces ustaľovania	23
3.4	Fotografia.....	24
3.4.1	Pozitívny proces.....	24
3.4.1.1	Zväčšovací prístroj (zväčšovák) a zväčšovanie.....	24
3.4.1.2	Fotografický papier	25
3.4.1.3	Vyvolávanie.....	25
3.4.1.4	Prerušovanie	25
3.4.1.5	Ustaľovanie	26
4	Výsledky práce a diskusia	27
4.1	Fotografovanie	27
4.2	Chemická časť	27
4.2.1	Negatívny proces	27
4.2.1.1	Film.....	27
4.2.2	Pozitívny proces.....	28
4.2.2.1	Fotografia	28
4.2.2.1.1	Fotografia č. 1	28
4.2.2.1.2	Fotografia č. 2	29
4.2.2.1.3	Fotografia č. 3	29

5	Závery práce	30
6	Zhrnutie	31
7	Zoznam použitej literatúry	32
	Prílohy.....	34

0 Úvod

„Príde zebra s tučňiakom k fotografovi a ten sa ich pýta: „Chcete to farebne alebo čiernobielo?““

Fotografia je jedným z najúžasnejších vynálezov novoveku. Úplne prvú, dodnes zachovanú fotografiu zhotovil francúzsky vynálezca a vedec Joseph Nicéphore Niépce v roku 1826. Bol to zázrak nad zázraky – podarilo sa mu totiž otláčiť realitu na obyčajnú kovovú platničku. Obraz bol síce zrnitý, neprehľadný, ale na Niépceho dobu to bol prelomový vedecký objav.

To, akým spôsobom vytvárame fotografiu v dnešnej dobe, je voči 19. storočiu neporovnateľné. Po Niépceho experimente sa o túto „kresbu svetlom“ začalo zaujímať čoraz viac ľudí – natierali obrovské sklenené tabule tými najjednoduchšími prírodnými svetlocitlivými emulziami a nechávali na ne cez objektív dopadať dlhé hodiny svetlo, až kým sa neobjavil obraz. Fotografie rýchlo spôsobili celosvetový ošiaľ, ktorému však dnes vdáčíme za rýchly rozmach tejto vedeckej, umeleckej i technickej disciplíny.

Ak sa spýtate dnešnej generácie na čiernobielu fotografiu, tmavú komoru alebo vyvolávací proces, väčšina to vníma ako minulosť, niečo, čo sa už v modernom svete takmer nevyskytuje. Aj preto sme sa rozhodli zvoliť si túto tému, spracovať ju do podoby nám blízkej a ukázať, že aj pri všetkej inovatívnej technike, počítačových čipoch a digitálnych obrazovkách, existuje stále priestor pre umenie minulosti, ktorým je aj samotná čiernobiela fotografia.

V našej práci sa zameriavame na analógovú fotografiu, jej snímanie a následné spracovanie. V teoretickej časti rozoberieme najmä technickú a fyzikálnu stránku tejto oblasti, čo zahŕňa nastavenia fotoaparátu, svetlo pôsobiace na fotografiu, no tiež základné chemické poznatky. V metodike budeme realizovať prácu s filmovým fotoaparátom, na ktorom účelne vyfotografujeme snímky z rôznych prostredí. Exponovaný film budeme vyvolávať, prerušovať a ustaľovať v súkromnom fotografickom laboratóriu pod dozorom fotografa Matúša Kyčinu a z filmu potom vyberieme fotky, ktoré spracujeme totožným procesom.

Dúfame, že táto práca bude inšpiráciou pre ďalších nadšencov zaujímajúcich sa o danú tému, naučí ich novým poznatkom a zvedavé duše podnieti skúšať nevykúšané.

1 Problematika a prehľad literatúry

1.1 Fotografický analógový prístroj

Fotografickým analógovým prístrojom sa chápe vybavenie potrebné na fotografovanie pomocou prostriedkov, ktorými sa sleduje obraz v hľadáči a transformuje sa do filmového obrazu.¹

Všeobecne sa tieto prístroje skladajú zo svetlotesneného aparátu, ktorý má v prednej časti umiestnený otvor s objektívom a v zadnej časti film citlivý na svetlo. Množstvo svetla prechádzajúce objektívom sa reguluje clonou a uzávierkou, ktorými sa určuje doba osvetlenia filmu, vďaka čomu ten následne exponuje.²

1.2 Základné parametre fotografovania

Každý fotoaparát má svoju vlastnú štruktúru, a preto aj ponúka rozdielnu paletu špecifických nastavení. Základom všetkých je tzv. expozičný trojuholník – tým sa nastavuje intenzita svetla, ktorú fotoaparát nasníma a zobrazí na filme.

Expozičný trojuholník je skupina nastavení, konkrétne expozičného času, veľkosti clony a veľkosti ISO, ktoré navzájom jedno od druhého dokonale závisia.

1.2.1 Svetlo

Svetlo je tým najdôležitejším prvkom fotografie, bez ktorého by fotografia nejstvovala – fotograf reguluje veľkosť, uhol aj intenzitu svetla, ktoré dopadá na svetlocitlivý film, a tým tvorí fotografiu.

Práve od svetla sa odvíjajú všetky ostatné nastavenia fotoaparátu – od veľkosti clony a expozičného času až po výber filmu do konkrétneho fotografického zariadenia.

1.2.2 ISO (International Standards Organization)

Filmy majú rôznu citlivosť na svetlo a tá sa udáva v stupňoch ISO (alebo ASA – oba systémy sú totožné), pričom platí, že čím je ISO väčšie, tým je film citlivejší.

Filmy s nižšou citlivosťou (napr. ISO 50 alebo 25) sa používajú pri veľmi dobrom osvetlení, pretože svetlocitlivý materiál tohto typu prijíma len malé množstvo svetla. Tieto filmy robia kvalitnejšie snímky, no je pri nich potrebný dlhší expozičný čas či väčší otvor clony, čo si často vyžaduje stabilitu fotoaparátu (napr. použitie statívu).

¹ KINDERSLEY, D. – LANGFORD, M.: *Tvorivé fotografovanie: Praktická ilustrovaná príručka*. 3. vyd. Bratislava: Slovart, 2000. s. 11.

² GASCHA, H. – PFLANZ, S.: *Kompendium fyziky*. 2. vyd. Praha: Universum, 2017. s. 136.

Citlivejšie filmy, napr. ISO 800, 1600 alebo 3200, sú výhodné najmä pri slabom osvetlení. Výhodou tohto typu je tzv. „fotografovanie z ruky“, čiže bez statívu alebo iného stabilizačného predmetu, pretože nie je potrebný dlhý expozičný čas ani veľký otvor clony. Nevýhodou je ale výrazná zrnitosť snímky (a zároveň menší kontrast), čo môže občas pôsobiť rušivo.³

ISO sa môže dodatočne nastaviť aj na samotnom aparáte – ak sa nastaví ISO nižšie ako na filme, fotografia bude svetlejšia, ak vyššie, snímka bude tmavšia.

1.2.3 Otvor clony (apertúra)

Clonou sa reguluje množstvo svetla, ktoré objektív prepustí na citlivú vrstvu. Zjednodušene povedané, koľkokrát sa zväčší otvor (priemer) clony, toľkokrát sa zmenší číslo clony, a tým viac svetla sa dostane na citlivú vrstvu.⁴

Clona má na väčšine fotoaparátov premenlivú veľkosť, a preto si možno vybrať menší otvor, používaný pri dobrom osvetlení, alebo väčší, pri slabom osvetlení.

Okrem množstva prepusteného svetla (jasnosti obrazu), ovplyvňuje clona aj zaostrenie a hĺbku scény. Pri veľkom otvorení clony sú ostré len detaily v jednej rovine, naopak, pri menšom je zosťrené na všetky objekty, čo však robí snímku viac plochou.⁵

1.2.4 Uzávierka a expozičný čas

Uzávierka je regulovateľný otvor, ktorý umožňuje prechod svetla k filmu (stanovuje čas exponovania filmu) a jeho rovnomerné osvetlenie na základe určeného expozičného času. Z toho vyplýva, že expozičný čas je čas, počas ktorého je uzávierka, tvorená z prekrývajúcich sa lamiel otvorená.⁶

Mnoho fotografov sa zhoduje, že s expozičným časom sa dá na fotke najviac experimentovať a dosiahnuť tie najdramatickejšie scény. Expozičný čas totiž tiež určuje, ako sa na snímke zobrazí pohyb, pričom existujú dva základné spôsoby, ako ho fotografovať: buď pohyb daného objektu zmraziť, alebo obraz trochu rozmazať.

Pri zmrazení snímky sa používa čo najkratší expozičný čas – uzávierka sa otvorí len na krátky moment, a tak nezachytí z pohybu toľko, aby objekt rozmazala.

³ KINDERSLEY, D. – LANGFORD, M.: *Tvorivé fotografovanie: Praktická ilustrovaná príručka*. 3. vyd. Bratislava: Slovart, 2000. s. 33.

⁴ KULHÁNEK, J.: *Čiernobiela fotografia*. Bratislava: Práca, 1960. s. 262

⁵ KINDERSLEY, D. – LANGFORD, M.: *Tvorivé fotografovanie: Praktická ilustrovaná príručka*. 3. vyd. Bratislava: Slovart, 2000. s. 54.

⁶ BURIAN, P. K. – CAPUTO, R.: *Škola fotografovania: Techniky a triky majstrov*. Košice: Slovart, 2003. s. 11.

Pokiaľ sa však pokúšame vytvoriť efekt, na ktorom poukážeme na rýchlosť pohybujúceho sa objektu, expozičný čas musí byť dlhý. Tým tento objekt rozmazeme, zatiaľ čo pozadie za ním zostane zaostrené.

1.2.5 Kombinácia expozičného času a clony

Pri fotografovaní musí fotograf dbať nielen na správne nastavený expozičný čas a veľkosť clony, no aj na to, ako bude ich kombinácia fungovať dohromady, t. j. aký bude ich vzájomný pomer.

Všeobecne platí, že čím je otvor clony väčší, tým kratší expozičný čas postačí na správnu expozíciu a naopak. Pri veľkom otvorení clony a krátkom expozičnom čase je síce hĺbka ostrosti malá, no je to vhodná kombinácia pre fotografovanie pohybu a momentiek. Pri malom otvorení clony a dlhom expozičnom čase je hĺbka ostrosti väčšia, no ak je fotografovaný objekt v pohybe, bude rozmazaný.⁷ Pri slabom osvetlení sa odporúča používať veľký otvor clony aj dlhý expozičný čas. Počas veľmi jasného dňa je zas výhodné skombinovať malý clonový otvor s krátkym expozičným časom.

Kombinácia sa dá na väčšine modelov nastaviť na automatickú úpravu (tzv. vstavaný expozimeter), tento systém však nie je stopercentne spoľahlivý a môže viesť k preexponovaným alebo podexponovaným fotografiám. Pokiaľ je fotografia preexponovaná, jej pôvodne len svetlé časti sa stanú príliš vyblednutými a jej detaily budú nejasné. Tento prípad nastáva pri priveľmi otvorenej clone alebo prídlhom čase uzávierky, systém sa väčšinou nechá pomýliť tmavou scénériou. Podexponovaná fotografia je tmavá s hlbokými tónmi a s nedostatočnými detailmi. Toto sa stáva, keď je otvor clony príliš malý alebo expozičný čas príliš krátky, čo je častý problém pri fotografovaní bledých objektov, napr. pláže, snehu alebo jasnej oblohy.⁸ Tieto chyby môžu tiež nastať pri fotografovaní príliš malého objektu – ak ho aparát nie je schopný zamerať, radšej sa riadi exponovaním pozadia za objektom a vytvorí tak nesprávny kontrast medzi ním a hlavným objektom.

1.3 Tmavá komora

Fotografické laboratórium, nazývané aj tmavá komora (fotokomora), musí mať splnené aspoň štyri základné požiadavky: priestor, ktorý je možné dokonale zatemniť,

⁷ BURIAN, P. K. – CAPUTO, R.: *Škola fotografovania: Techniky a triky majstrov*. Košice: Slovart, 2003. s. 15.

⁸ CAPUTO, R.: *Škola fotografovania: Krajina*. Košice: Slovart, 2004. s. 84 – 85.

elektrinu, zabezpečené vetranie a prístup k tečúcej vode. Proces, ktorý sa realizuje vo fotokomore sa delí na negatívny (vyvolanie filmu) a pozitívny (vyvolanie fotografie).

1.4 Film

Sivastý povrch filmu tvorí svetlocitlivá vrstva emulzie z haloidných zlúčenín striebra, najmä z kryštálikov tvorených bromidom strieborným – AgBr (veľkých asi $0,001 \text{ mm}^2$), ktoré sú rozptýlené v želatíne a citlivé na svetlo. Táto emulzná strana je v aparáte otočená smerom k objektívu a po jej osvetlení (otvorení clony a odfotoграфování snímky) vzniká latentný (neviditeľný) obraz, ktorý je treba najprv vyvolať (zviditeľniť) a potom ustáliť, čím dosiahneme, že emulzia už viac nebude citlivá na svetlo, ale udrží stály, obrátený obraz.⁹

1.4.1 Exponovanie

Veľký rozdiel elektronegativít striebra a brómu vytvára polárnu kovalentnú väzbu, a tým spôsobuje aj polaritu ich nábojov. Striebro tak získava náboj kladný – Ag^+ (jeho elektrón je priťahovaný brómom, ktorý má elektronegativitu vyššiu) a bróm náboj záporný – Br^- (priťahuje si elektrón od striebra, ktoré má elektronegativitu nižšiu).

Keď sa fotóny svetla dostanú do kontaktu s halogenidom, vymrští sa z neho elektrón, ktorý bol priťahovaný brómom a spojí sa buď opäť s teraz už atómom brómu, alebo sa zachytí na porušenom mieste mriežky kryštálu (porušené miesta v mriežke sú preto účelne vytvárané pri výrobe fotografických emulzií). K tomuto miestu sa potom začnú pohybovať kladne nabité ióny striebra a vzniká tak atóm striebra. Prítomnosť takého atómu spôsobí v mriežke ďalšie porušené miesto, ktoré priťahuje elektróny a dej sa opakuje. Rozličnou intenzitou svetelných lúčov vzniká v svetlocitlivej vrstve latentný, okom neviditeľný obraz.¹⁰

1.4.2 Negatívny proces

Negatívny proces je proces, počas ktorého sa z filmu a jeho latentného (neviditeľného) obrazu stáva negatív – vyvolaný a ustálený film s viditeľnými, ale obrátenými snímkami (tmavé miesta sú na filme bledé a naopak).

⁹ KINDERSLEY, D. – LANGFORD, M.: *Tvorivé fotoграфovanie: Praktická ilustrovaná príručka*. 3. vyd. Bratislava: Slovart, 2000. s. 34.

¹⁰ WITTEN, Nichole Marie. 2016. *The Chemistry of Photography: Diplomová práca*. Columbia: University of South Carolina, 2016. 22 s.

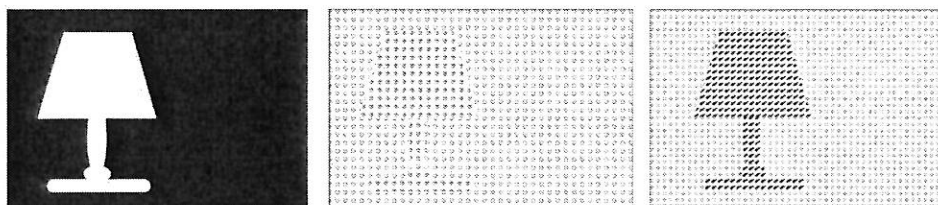
Negatívne procesu predchádza umiestnenie filmu do svetlocitlivej, no nie vodotesnej nádoby, čo výrazne uľahčuje vyvolávací a ustaľovací proces. Film je navinutý na cievku, vložený do tejto nádoby (vývojnice) a riadne uzavretý, vďaka čomu môžeme proces realizovať aj za svetla.

1.4.2.1 Vyvolávanie

Vyvolávaním sa účinok svetla na filme alebo fotografii stane viditeľným – reakcia vyvolaná expozíciou sa zintenzívni.

V kryštáli, v ktorom sa osvetlením nachádza častica držiaca latentný obraz, prebieha pôsobením vývojky redukcia ďalších bromidov strieborných, čím vznikajú atómy striebra (vývojka im odovzdá elektróny). Kryštál plný takýchto atómov sa mení na kovové striebro, ktoré má už dostatočnú veľkosť na to, aby bolo viditeľné, t. j. vytváralo viditeľný obraz (viď Obr. 1).¹¹

Chemická reakcia vyvolávania filmu:



Obr. 1: Fotografovaná snímka → latentný obraz na filme → viditeľný obraz po vyvolaní
(Zdroj: <http://www.film-photography-blog.com/film-processing-chemistry-how-does-it-work/>)

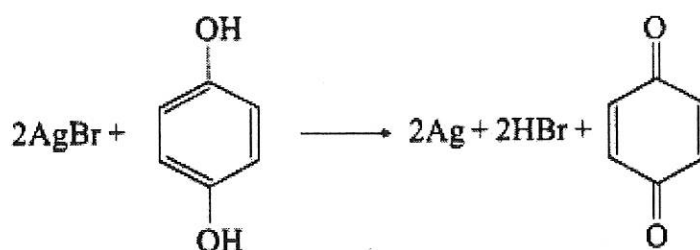
Neosvietené kryštály sa taktiež vyvolávajú (prebieha v nich redukcia AgBr), ale pomalšie, a preto, ak nepresiahneme danú dobu vyvolávacieho procesu, nezanechajú nijaký nežiaduci účinok. Keby sme však nechali vývojku pôsobiť príliš dlho, obraz by buď veľmi stmavol, alebo celý sčernel. Preto tam, kde dopadlo najviac svetla, je film najtmavší a tam, kde dopadlo svetla najmenej, je sčernenie slabšie alebo žiadne.

¹¹ KULHÁNEK, J.: *Čiernobiela fotografia*. Bratislava: Práca, 1960. s. 337.

1.4.2.1.1 Chemické zoženie vývojky

Vývojka sa skladá z vyvolávacej látky, konzervačnej látky, alkálie (zásady) a v niektorých prípadoch aj zo zdržovacej látky.

Vyvolávacia látka musí obsahovať najmä vhodné redukčné činidlo, ktoré umožní predanie voľných elektrónov kryštálu halogenidu, aby sa ióny Ag^+ mohli premeniť na atómové striebro. Takto funguje napr. metol, p-aminofenol, fenidon alebo hydrochinón (viď Obr. 2). Chemickou reakciou a pôsobením kyslíku zo vzduchu sa vývojka príliš rýchlo vyčerpáva (oxiduje a stráca svoju redukčnú schopnosť), a tak je v nej prítomný aj siričitan sodný – Na_2SO_3 , konzervačná látka, ktorá tento proces obmedzuje a spomaľuje tým, že ju chráni pred okysličením. Pre správne fungovanie a urýchlenie procesu musí byť takáto chémia zásaditej povahy, a preto sa do roztoku pridávajú aj látky ako borax, uhličitan sodný (sóda), lieh, uhličitan draselný (potaš) a i. Väčšina moderných vývojok obsahuje aj bromid draselný – KBr , zdržovaciu látku, ktorá spomaľuje vyvolávací proces a potlačuje vznik závoja pri vyvolávaní.¹²



Obr. 2: Chem. reakcia AgBr a hydrochinónu ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$) za vzniku kovového striebra (Ag), bromovodíku (HBr) a p-benzochinónu ($\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$) – zoxidovanej vyvolávacej látky

1.4.2.2 Prerušovanie

Prerušovač ukončuje pôsobenie vývojky (neutralizuje ju), a tým zabraňuje prílišnému stmavnutiu filmu, ktoré by mohlo nastať naliatím ustaľovača ihneď po vývojke (bez prerušovania). Keďže ustaľovač pôsobí pomalšie, vývojka by za tú dobu naďalej redukovala striebro – obraz by tmavol. Prerušovač zapríčiní takmer okamžité zastavenie redukcie, čiže v momente vyradí vývojku, no na rozdiel od ustaľovača nespraví obraz stálym (nesvetlivelivým), preto je stále potrebné použiť aj ten. Vďaka prerušovaču sa tiež predlžuje životnosť ustaľovača, ktorý sa potom menej vyčerpáva.

¹² KULHÁNEK, J.: *Čiernobiela fotografia*. Bratislava: Práca, 1960. s. 337-380.

1.4.2.2.1 Chemické zloženie prerušovača

Redukčný proces vyvolávania je citlivý na pH a dobre funguje len v zásaditom prostredí, v kyslom roztoku je preto veľmi pomalý alebo sa úplne zastaví. Ako prerušovacie látky sa teda využívajú kyseliny, väčšinou kyselina octová alebo citrónová, ktoré vývojku zneutralizujú, a tým prerušia jej činnosť.

1.4.2.3 Ustáľovanie

Po prerušovacom procese však stále nie je možné vytiahnuť film na svetlo bez jeho úplného znehodnotenia. Preto je potrebné materiál zbaviť všetkých zotrúvajúcich svetlocitlivých častíc, ktoré by toto sčernenie po kontakte so svetlom spôsobili. Na to sa používa tzv. fixačná látka – ustáľovač.

Táto látka rozpúšťa neosvetlené, a tak aj stále svetlocitlivé častice nachádzajúce sa v emulzii filmu. Vyplavením týchto „nepoužitých“ zvyškov AgBr sa obraz stáva trvalým, zostanú na ňom už len rôzne osvetlené a vyvolané časti.

Po ustálení a vypraní filmu s ním možno manipulovať aj na reálnom svetle, pretože všetok halogenid striebra bol odstránený a zostal po ňom iba pevný strieborný negatív (vyvolaný film s obráteným obrazom).

1.4.2.3.1 Chemické zloženie ustáľovača

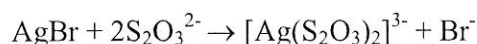
Jednou z primárnych zložiek ustáľovača je tiosíran (napr. sodný $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), ale okrem neho sa v ňom často nachádza aj kyslá zložka (väčšinou kyselina octová) zamedzujúca oxidácii zvyškov vyvolávacej látky.

Princíp vypláchnutia AgBr spočíva v tom, spraviť tieto kryštály rozpustnými vo vode, aby mohli byť vyplavené, pričom ióny striebra redukované na kovové striebro už nie sú ovplyvnené.

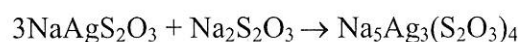
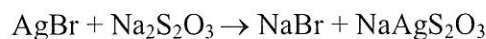
Najprv zreaguje AgBr s tiosíranom, čo vytvorí soľ NaAgS_2O_3 , ktorá je ale ťažko rozpustná vo vode. Preto táto soľ ešte raz reaguje s tiosíranom, tentoraz za vzniku soli rozpustnej vo vode – $\text{Na}_5\text{Ag}_3(\text{S}_2\text{O}_3)_4$. Túto látku je potom jednoduché odstrániť vypraním či už filmu, alebo fotografie. Toto pranie musí byť dôkladné, pretože zvyšky solí môžu po čase znehodnotiť fotografie, ktoré neskôr naberú hnedastý nádych.¹³

¹³ Krumpl, V.: Úvod do oboru fotografie. Dostupné na internete: https://www.famu.cz/media/Texty_k_%C3%BAvod%C5%AFm_do_oboru_fotografie.pdf (2005)

Základná chemická reakcia AgBr a tiosíranu za vzniku soli rozpustnej vo vode:



Chemická reakcia AgBr a tiosíranu sodného za vzniku $\text{Na}_5\text{Ag}_3(\text{S}_2\text{O}_3)_4$:



1.5 Fotografia

Fotografia vzniká na fotografickom papieri, ktorý je potretý veľmi podobnou emulziou so striebrom ako film. Pri zväčšovaní a exponovaní sa negatív (vyvolaný a obrátený film) premietne na tento papier a spôsobí rovnakú reakciu ako svetlo na filme. Tentoraz však premietnuté tmavé miesta na filme zabraňujú prieniku svetla na papier a svetlé miesta svetlo prepúšťajú, takže snímka bude opäť obrátená, no iba voči filmu, čím vznikne pozitív. Opäť je vytvorený latentný (neviditeľný) obraz, ktorý je najskôr potrebné chemickou reakciou zviditeľniť.

1.5.1 Pozitívny proces

Pozitívny proces je proces, počas ktorého sa na fotografický papier premietne negatív a vyvolaním, prerušením a ustálením tohto papiera potom vznikne pozitív – skutočná čiernobiela fotografia.

1.5.1.1 Fotografický papier

Fotografické papiere sú založené na rovnakom princípe ako filmy. Na papierovej (barytovej, ktorá je kvalitnejšia, vytvára lepší kontrast, no vlní sa) alebo umelej podložke (RC, s ktorou sa pracuje jednoduchšie, nevlní sa, no fotografia na nej bledne), je nanosená svetlocitlivá vrstva pokrytá ochrannou vrstvou želatíny. Zväčšovanie a vyvolávanie fotografie preto funguje v podstate rovnako ako pri filme, dokonca sa na ne používa rovnaký prerašovač, ustalovač a takmer totožná vývojka.¹⁴

¹⁴ KRAFKA, Ondřej. 2015. *Fotoaparát a fotografie v prírodovedě*: Bakalárska práca. Brno: Masarykova univerzita, 2015. 74 s.

2 Ciele práce

Hlavným cieľom našej práce je oboznámiť čitateľov s analógovou čiernobiou fotografiou a dokázať vlastnosti a dopad chemických zlúčenín na fotografické filmy a papiere, vďaka ktorým sa pokúsime spracovať vlastnú fotografiu.

V teoretickej časti sa venujeme skúmaniu a hromadeniu informácií – ako už o fotografovaní a nastaveniach fotografického prístroja, tak i o základnom chemickom zložení a reakciách prebiehajúcich vo fázach vyvolávacieho procesu. Jednoducho povedané, rozoberáme v nej fyzikálne i chemické poznatky potrebné pre správne spracovanie fotografie.

V praktickej časti aplikujeme nadobudnuté znalosti a pokúsime sa spracovať vlastnoručne nasnímanú analógovú fotografiu. Proces pozostáva z exponovania filmu, čiže odfotografovania snímky, jej vyvolania, prerušenia a ustálenia, vybratia vhodných fotografií a ich následného spracovania podobnému tomu pri filme.

Ako výsledok očakávame dve až tri takmer správne vyvolané fotografie, na ktorých bude možné poukázať na viditeľné vlastnosti analógových fotografií a rovnako aj definovať ich prípadné chyby.

Veríme, že naša práca poskytne požadované informácie tým, ktorí sa o tému zaujímajú či už z fyzikálneho, chemického, alebo praktického hľadiska, no i poukáže na využitie chemických zlúčenín v tomto odvetví.

3 Materiál a metodika

V praktickej časti práce sme rozoberali a skúmali vlastnosti čiernobielej fotografie, a to odfotoграфovaním danej snímky a jej následným vyvolaním.

3.1 Fotografovanie

Ako prvé bolo potrebné nasnímať snímky s rozsahom minimálne na jeden film a s obsahom s čo najväčším rozdielom možných prostredí a osvetlení.

3.1.1 Fotografické vybavenie

Pri fotografovaní sme použili model Olympus μ [mju:]¹⁵-II – automatický fotoaparát 35 mm formátu s priezorovým hľadáčikom (Príloha A). Aparát má vstavaný plne automatizovaný expozimeter, ktorý dostáva informáciu o citlivosti vloženého filmu z kódovaného znaku na ňom (tzv. DX-kód¹⁵). Zabezpečuje tiež navíjanie a prevíjanie filmu, a zaostrovanie už zabudovaného a nemeniteľného objektívu.

Do fotoaparátu sme vložili film ILFROD DELTA 35 mm formátu s citlivosťou ISO 400 (Príloha B). Tento typ je považovaný za najflexibilnejší, pretože nemá príliš vysokú ani nízku citlivosť a hodí sa na fotografovanie ako interiéru so slabším osvetlením, tak i exteriéru v jasný deň. Taktiež má prijateľnú zrnitosť obrazu, a tak umožňuje tzv. fotografovanie z ruky. Vzhľadom na to, že sme nevedeli, čo, kde a ako budeme fotografovať, rozhodli sme sa práve pre tento druh filmu.

3.1.2 Príprava a proces

Film sme vložili do zadnej otváracej časti aparátu do priehradky napravo. Povyťahnutú časť negatívu sme potom opatrne vložili do druhej priehradky tak, aby sa na ňu film mohol navinúť a aparát sme opäť dôkladne uzavreli (Príloha C).

Vzhľadom na plnú automatizáciu modelu nebolo potrebné pri fotografovaní nič dodatočne nastavovať. Systém nasnímal ISO vloženého filmu a podľa neho potom počítal veľkosť clony a času každého konkrétneho snímaného obrazu. Jediné, s čím sa dalo na tomto aparáte pracovať, bolo bleskové osvetlenie a expozičný čas, ktorý sa mohol nastaviť tak, aby bolo možné fotiť aj pri zníženej viditeľnosti, napr. v noci.

Po vyfotení celého zvitku (36 snímok) sa film automaticky previnul naspať do kazety – aparát bolo možné bezpečne otvoriť a film vybrať.

¹⁵ KINDERSLEY, D. – LANGFORD, M.: *Tvorivé fotografovanie: Praktická ilustrovaná príručka*. 3. vyd. Bratislava: Slovart, 2000. s. 19.

3.2 Tmavá komora

Vyvolávací proces sme realizovali v súkromnom fotografickom laboratóriu pod dozorom odborníka Matúša Kyčinu.

V laboratóriu sa nachádzali nasledovné pomôcky: červené svetlo (Príloha D), zväčšovací prístroj s časovým spínačom a maskovacím rámom, zaoštrovací lup, potrebné chemikálie (viac rozoberané v podkapitolách 3.3.2 a 3.4.1), vývojnica na filmy s cievkou, vyvolávacie misky, budík, teplomer, odmerky, svetlotesný kufrík pre správne skladovanie fotografického papiera a prístroj na výrobu destilovanej vody (Príloha E). Fotografie a filmy sme prali vo vedľajšej miestnosti pomocou sprchovej hlavice.

3.3 Film

Používali sme kinofilm 35 mm formátu navinutý na cievku a uložený vo svetlocitlivej kazete (používa sa kovová alebo plastová). Z kazety je film navíjaný cez štrbinu vyloženú čiernym zamatom, ktorá je vybavená, aby taktiež neprepúšťala svetlo.

Na zachytenie obrazu na film sa používa vrstva (emulzia) citlivá na svetlo nanesená na podklade (báze), ktorou bol v našom prípade acetát celulózy (acetylcelulóza) hrubý 0,125 mm.¹⁶

3.3.1 Exponovanie filmu

Exponovaním filmu sme osvietili citlivú vrstvu filmu na acetylcelulózovom podklade, čím sme vytvorili latentný obraz – prvý náznak fotografie. Táto neviditeľná snímka sa od tej chvíle nemohla dostať do kontaktu so svetlom, inak by bola fotografia stratená – náš film stále obsahoval aj kryštáliky, v ktorých reakcia AgBr s fotónom neprebehla, t. j. tie, ktoré sú citlivé. Vytiahnutím na svetlo by osvietilo aj zvyšné kryštáliky a po vyvolaní by nebol pozorovateľný nijaký rozdiel, ktorý v konečnom dôsledku tvorí fotografiu. Okrem toho, obraz bol stále latentný, preto ho bolo potrebné zviditeľniť (vyvolať) a zároveň zaistiť, aby bolo film možné vyniesť na svetlo (ustáliť).

¹⁶ Ilford Photo: Kinofilm ISO 400. Dostupné na internete:
<<https://www.ilfordphoto.com/amfile/file/download/file/1915/product/684/>> (ca 2010)

3.3.2 Negatívny proces

Negatívnym procesom sme sa preto chystali osvetlený film vyvolať, čím by sa z latentného obrazu stala viditeľná snímka, a potom ho ustáliť, aby sme ho mohli pozorovať aj pri dennom svetle.

Pripravili sme si teda exponovaný film uzavretý v bezpečnostnej svetlocitlivej kazete, otvárač na fľaše, nožnice a vývojnicu s cievkou – vyvolávací tank (Príloha F). Zhasli sme, skontrolovali, či odniekiaľ nepresvitá svetlo, a po chvíli sme začali realizovať prvý krok.

Otváračom na fľaše sme otvorili kazetu a cievku, na ktorej bol navinutý film, sme opatrne vybrali. Nerovnomerný začiatok sme odstrihli nožnicami, aby sa nám film jednoduchšie nasúval a začali ho navíjať – začiatok sme vložili do cievky vývojnice a nasúvali špirálovými drážkami smerom dnu, pričom sa film stáča sám. Koniec filmu zaseknutý v cievke kazety sme odstrihli a navinuli aj zvyšok (Príloha G). Hmatom sme skontrolovali, či sa film nezasekol alebo neprilepil. Do otvoru cievky sme vložili stredový valec, ktorého tvar zabezpečuje prienik chemikálií, no nie prienik svetla k filmu. Takto upravenú cievku sme umiestnili do vyvolávacieho tanku a ten riadne uzavreli. Pretože veko bráni prieniku svetla na film, zasvietili sme a pripravili sme sa na realizáciu negatívneho procesu.

3.3.2.1 Vyvolávanie

Vyvolávaním sme latentný obraz pomocou rôznych chemikálií zviditeľnili.

Naša vývojka sa skladala z nasledovného:

- Hydrochinón (benzén-1,4-diol alebo aj dihydroxybenzén) $C_6H_4(OH)_2$: aromatická zlúčenina, ktorá redukuje AgBr na striebro (vid' Obr. 5); oproti metolu pracuje kontrastnejšie, no je veľmi citlivá na teplotu.
- Siročitan sodný Na_2SO_3 : konzervačná látka, ktorá spomaľuje oxidáciu vývojky a taktiež pôsobí ako rozpúšťadlo AgBr.
- Potaš (uhličitan draselný) K_2CO_3 : alkália (zásada), ktorá reakciu urýchľuje a zväčša ju aj podmieňuje; pracuje kontrastnejšie než sóda.
- Dietylénglykol – DEG ((2-hydroxyetoxy)etan-2-ol) $(HOCH_2CH_2)_2O$: používa sa ako rozpúšťadlo nečistôt v roztoku vývojky (odstráni kryštály, ktoré môžu vytvoriť škrabance/škvrnny).

- Dimezón S (1-fenyl-4-hydroxymetyl-4-metyl-3-pyrazolidín)
C₁₁H₁₄N₂O₂: zabraňuje zahmlievaniu alebo rozmazaniu zvýraznením hraníc obrazu (bráni pretekaniu kryštálikov).
- Kyselina pentetová (kys. dietyléntriámín-pentaoctová – DTPA)
C₁₄H₂₃N₃O₁₀: činidlo, ktoré zvyšuje kontrast obrazu.^{17, 18}

Vyvolávací proces filmu závisí, okrem druhu vývojky a filmu, najmä na teplote vývojky a pomere, v ktorom roztok vývojky a vody namiešame.

My sme zvolili vývojku MOERSCH Eco Film Developer, ktorá sa skladá z dvojzložkového koncentrátu – zložka A je koncentrát vývojky a zložka B je jej aktivátorom – aktivačným činidlom (Príloha H).

Ako prvé bolo potrebné namiešať roztok tvorený zložkou A, B a demineralizovanou (destilovanou) vodou. Podľa tabuľky¹⁹ vytvorenej výrobcom a druhu filmu sme si najprv určili vhodnú teplotu, na akú bolo v našich podmienkach najjednoduchšie vývojku zohriať, prípadne ochladiť, čo bolo 20°C (možných bolo ešte aj 19°C, ale pri príliš nízkej teplote má film tendenciu tmavnúť). Na základe vybranej teploty sme si našli aj správny pomer koncentrátu, aktivátora a vody, čo bolo v našom prípade 2 + 1 + 50 (v zmysle koncentrát + aktivátor + voda). Pomer sme aplikovali na 140 ml (5 ml koncentrátu, 3 ml aktivačného činidla a cca 132 ml destilovanej vody), premiešali a dali zohriať zo 16°C na 20°C.

Po ohriatí sme otvorili veko na vývojke, začali liať dovnútra tekutinu – týmto sa proces vyvolávania filmu začal – a nádobu opäť uzavreli. Vzhľadom na naše okolnosti (teplota, druh filmu a vývojky) mala vývojka pôsobiť 12 minút 30 sekúnd, pričom najskôr sme vývojnicu bez prestávky otáčali a po prvej minúte už len každých 20 sekúnd. Po každom otáčaní sme tank trochu oklepali o stôl, aby na filme nevznikli zhluky kyslíka (bublínky), pretože kyslík zamedzuje procesu vyvolávania a na mieste kde pôsobí, je negatív vyvolaný slabšie než naokolo. Samotným otáčaním dosiahneme premiešanie čerstvej a vyčerpanej vývojky – vývojka, ktorá bola v bezprostrednom kontakte s filmom, vyvolala ho a už nefunguje, si musí vymeniť miesto premiešaním s novou, ešte nevyčerpanou vývojkou – film sa tak vyvolá rovnomerne (Príloha I).

¹⁷ Fotoimpex: Moersch Eco Film Developer. Dostupné na internete:

<https://www.fotoimpex.com/shop/images/products/media/38750_2_MSDS_DE.pdf> (1992)

¹⁸ KULHÁNEK, J.: *Čiernobiela fotografia*. Bratislava: Práca, 1960. s. 337-362.

¹⁹ Fotoimpex: Tanol. Dostupné na internete:

<https://www.fotoimpex.com/shop/images/products/media/38750_4_PDF-Datenblatt.pdf> (1992)

Presne po dvanástich minútach sme vývojku otvorili a po pätnástich sekundách začali aj vylievat' (pretože vývojka až do naliatia prerušovača stále pôsobí), načo sme po ďalších pätnástich sekundách naliali prerušovač.

Vývojka mala po vyliatí 19,8°C, čo sa nachádza vo viac než ideálnom rozmedzí medzi pôvodnou a konečnou teplotou vývojky.

3.3.2.2 Prerušovanie

Prerušovací proces nie je vždy nevyhnutne nutný, no mnoho fotografov ho rado využíva, pretože im umožňuje väčšiu stabilitu pri vyvolávaní – je menšia šanca, že sa niečo pokazí. Niektorí fotografi, samozrejme, prerušovač nepoužívajú, potom je ale náročnejšie presne vypočítať, o koľko skôr je potrebné proces vyvolávania prerušiť, aby obraz mohol byť dotiahnutý v ustaľovači. Okrem toho, niektoré kombinácie ustaľovačov a vývojkov vytvárajú látky, ktoré bez prerušenia môžu zapríčiniť tzv. dichroický závoj (žltý alebo zelený nádych fotografie/filmu). My sme sa preto rozhodli uskutočniť aj tento krok ako pri filme, tak i pri fotografii.

Náš prerušovač obsahoval:

- Kyselinu citrónovú $C_3H_5O(COOH)_3$: na film/fotografiu pôsobí rovnako ako kyselina octová, no nemá taký intenzívny zápach.
- Bromkresolovú purpur – BCP $C_{21}H_{16}Br_2O_5S$: farbivo a indikátor pH; indikuje vyčerpaný prerušovač zmenou farby (pokiaľ je pH nižšie ako 5,2 je žltý, nad 6,8 nadobúda fialovú farbu).²⁰

Pracovali sme s prerušovačom ILFORD ILFOSTOP (Príloha J), ktorý sme neskôr použili aj na prerušenie fotografie. Pracovný roztok (koncentrát prerušovača s vodou) sme si namiešali v pomere 1 : 19 na 600 ml (30 ml prerušovača a 570 ml vody).

Po vyliatí vývojky sme ihneď začali nalievat' 140 ml namiešaného roztoku prerušovača a vody. Otvor vývojnice sme uzavreli a každých 20 sekúnd nádobou otáčali pre rovnomerné prerušenie po dobu 1 minúty. Po uplynutí časového úseku sme roztok naliali späť do fľaše pre opakované použitie, pretože prerušovač sa vyčerpá až po vyvolaní niekoľkých desiatkov filmov. Po tomto kroku bola vývojka zneutralizovaná (už nepôsobila) a my sme boli pripravení na ustaľovanie.

²⁰ Ilford Photo: Ilford Ilfostop. Dostupné na internete: <<https://www.ilfordphoto.com/1893870>> (ca 2011)

3.3.2.3 Ustáľovanie

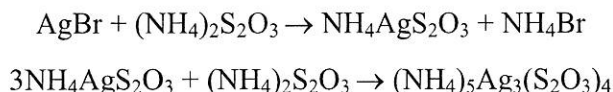
Po prerušovanom procese sme stále nemohli vytiahnuť film na svetlo bez toho, aby celý sčernel. Preto sme museli materiál podrobiť ešte poslednému kroku, a to ustáľovaniu.

Po ustálení a vypratí sme mohli film bez ujmy vytiahnuť na svetlo a pozorovať výsledok.

Náš ustáľovač mal nasledujúce zloženie:

- Tiosíran amónny $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$: rozpúšťadlo AgBr.
- Hydrogénsiričitan sodný NaHSO_3 : konzervačná prísada, neutralizuje zvyšky vývojky.
- Kyselina octová (etánová) CH_3COOH : kyslá zložka.
- Octan sodný (soľ kyseliny octovej) CH_3COONa : katalyzátor používaný pre rýchlejšie ustálenie obrazu, zároveň regulátor kyslosti.

Chemická reakcia AgBr a tiosíranu amónneho za vzniku soli rozpustnej vo vode:



3.3.2.3.1 Skúška ustáľovača

Vzhľadom na to, že náš roztok (ustáľovača) bol už použitý viackrát, rozhodli sme sa vykonať jeho skúšku, t. j. zistiť, či nie je opotrebovaný, ale stále funguje.

Ústrižok filmu, ktorý sme odstrihli pri vkladaní do cievky vývojnice (celý osvetlený a nevyvolaný), sme ponorili do tohto roztoku a pozorovali zmeny.

Teoreticky existovali dve možné alternatívy. Keby bol ustáľovač vyčerpaný, filmu by zostala pôvodná sivastá farba alebo by trochu spriesvitnel. Ak bol ustáľovač stále vhodný na používanie, film by po niekoľkých minútach spriesvitnel plne a celý, a nadobudol fialový nádych.

Náš film plne spriesvitnel, čo indikovalo, že ustáľovač bol stále použiteľný (Príloha K). Pretože sme ale nechceli riskovať, namiešali sme si aj nový ustáľovača tieto dva sme kombinovali, aby sme minuli starý, no zároveň mali zálohu, ak by uprostred ustáľovacieho procesu starý roztok prestal fungovať.

3.3.2.3.2 Proces ustaľovania

Pracovali sme s ustaľovačom ILFORD RAPID FIXER (Príloha L), ktorý sme neskôr aplikovali aj na ustálenie fotografie. Jeho roztok s vodou sme namiešali v pomere 1 : 4 na 600 ml (120 ml chemickej látky a 480 ml vody).

Do vývojnice sme však najskôr naliali 140 ml starého, ale stále funkčného roztoku (roztoku A) a chvíľu nádobu otáčali. Po uplynutí 2 minút sme ustaľovač vyliali naspäť pre budúce použitie a do vývojnice sme vliali 140 ml roztoku B, t. j. novonamiešaného roztoku. Aj tentoraz sme s nádobou zo začiatku otáčali a ustaľovač sme po 2,5 minúte naliali naspäť. Vďaka druhému kroku sme teda mali istotu, že aj keby roztok A prestal fungovať, roztok B bol prítomný dostatočne dlho na to, aby vyplavil väčšinu svetlocitlivého materiálu.

Po tomto ťahu už bolo bezpečné film vybrať na svetlo. Pre správne uchovanie sme však museli film intenzívne prepláchnuť (vyprať), a tým ho zbaviť prebytočných chemikálií. To sme realizovali jednoduchým naliatím vody do nádoby, jej následným pretriasaním a vyliatím, pričom sme tento postup opakovali päťkrát. Vzhľadom na tvrdosť vody sme sa rozhodli aj pre konečné vymytie destilovanou vodou, aby na filme nezostali fláky po mineráloch nachádzajúcich sa vo „vode z vodovodu“.

Nakoniec sme do vývojnice naliali chemikáliu ILFORD WETTING AGENT, hovorovo nazývanú aj „zmáčadlo“. Jeho funkcia spočíva v rozklade povrchových kvapiek vody na filme, čím umožní rýchlejšie schnutie bez väčšieho množstva škvŕn. V tomto prípade nádobou neotáčame, pretože látka má tendenciu vytvárať penu.

Následne sme vývojnicu otvorili, vybrali cievku (Príloha M) a z nej potom opatrne aj film, pričom sme na oba jeho konce umiestnili svorky. Jednu sme zavesili, tak, aby film padal dole, ale nedotýkal sa zeme a druhá slúžila ako záťaž, aby sa film počas sušenia neskrútil (Príloha N).

V tejto polohe sme ho nechali cez noc vyschnúť a na druhý deň sme ho opatrne chytajúc len za okraje rozstihali a zasunuli do priesvitného ochranného papierového obalu (Príloha O). Vtedy bol film pripravený na zväčšovanie a kopírovanie snímok – vznik fotografie.

3.4 Fotografia

Fotografia vzniká zväčšením snímky na filme a jej presvetlením na fotografický papier, ktorý musí následne prejsť rovnakým procesom ako film – vyvolaním, prerušením, ustálením a vypraním.

3.4.1 Pozitívny proces

Latentný obraz sme museli tak ako pri filme zintenzívniť, čo sme dosiahli opäť vyvolávacím procesom, ktorý bol temer identický s tým filmovým. Fotografický papier sme namáčali do troch roztokov v miskách (Príloha P), v ktorých následne prebehla chemická reakcia. V kryštálikoch emulzie sa počas vyvolávania zredukovalo striebro a utvorilo kovové častice, ktoré po ustálení a dôkladnom vypraní fotografie zvečnili čiernobielu scénu.

3.4.1.1 Zväčšovací prístroj (zväčšovák) a zväčšovanie

Zväčšovací prístroj (Príloha Q) je zložitý optický aparát, ktorý sa používa na premietnutie a presvietenie negatívu (vyvolaného filmu) na citlivý papier. V hlave zväčšováku sa nachádza žiarovka, ktorej svetlo premieta film umiestnený v rámičku cez objektív na fotografický papier. Množstvo svetla, ktoré dopadá na papier sa reguluje veľkosťou clony, zväčšenie a zmenšenie sa zase nastavuje vertikálnym pohybom hlavy prístroja. Fotografický papier sa vkladá do maskovacieho rámu umiestneného pod hlavou zväčšováku.²¹

Vybraný negatív sme vložili do preskleného rámičku matnou (emulznou) stranou smerom k objektívu a zatiaľ pri normálnom bielom svetle premietli obraz na bledý pracovný stôl (Príloha R). Upravili sme priblíženie, zaostrenie, clonu (na číslo 11) a maskovací rám, do ktorého vložíme papier. To, či je snímka správne zaostrená, sme zisťovali pomocou zaostrovacej lupy – tá nám ukáže zrnitosť obrazu, len ak je správne zaostrený. Kontrast fotografie sme zisťovali pomocou prístroja merajúceho pokrytie hustoty negatívu, ktorý sme posúvali po premietnutom obraze a pozorovali zmenu čísel (Príloha S) – svetlé časti mali nízku hodnotu a tmavé vysokú, pričom kontrast definoval rozdiel najvyššej a najnižšej získanej hodnoty. Hodnota nebola nízka, no pre zvýšenie dramatickosti scény sme sa rozhodli kontrast ešte zvýšiť. Na to sme použili doplnkový filter č. 3 (tmavoružovej farby), ktorý sme vložili do kazety na filtre vo zväčšováku.

²¹ BURIAN, P. K. – CAPUTO, R.: *Škola fotografovania: Techniky a triky majstrov*. Košice: Slovart, 2003. s. 165.

Po správnom nastavení sme zhasli a len za pomoci slabého červeného svetla sme vybrali svetlocitlivý fotografický papier, a opatrne ho vložili do rámu pod zväčšovák citlivou (hladkou) vrstvou smerom k objektívu. Na prístroji sme tiež nastavili červené svetlo a papier sme ešte raz upravili tak, aby boli vidieť aj známe tmavé, dierované okraje filmu, ktoré indikujú, že naozaj ide o vlastnoručne vyvolaný pozitív. Potom sme svetlo vypli, červený filter odstránili a nastavili expozičný čas na spínacích hodinách (Príloha T), t. j. čas, za ktorý bude papier osvetľovaný. Nevedeli sme na prvý raz odhadnúť správny pomer clony a času, tak sme sa rozhodli spraviť skúšobnú fotografiu, kde polovicu osvetlíme na 20 sekúnd a druhú časť na 10 sekúnd.

Najprv sme teda osvetlili celý papier 10 sekúnd a potom sme hornú časť papiera zakryli obyčajným výkresom, a osvietili zvyšok na ďalších 10 sekúnd. Papier sme vybrali a mohli sme začať vyvolávací proces.

Ostatné fotografie sme osvecovali na clone 11 s expozičným časom 20 sekúnd a s filtrom č. 3.

3.4.1.2 Fotografický papier

Používali sme RC papier výrobcu ILFORD s rozmermi 18 × 24 cm (naša fotka na ňom dosahovala rozmery približne 15 × 20 cm).

3.4.1.3 Vyvolávanie

Pozitívna vývojka ILFORD MULTIGRADE (Príloha U) obsahovala, rovnako ako aj negatívna, hydrochinón a dimezón S. Namiešali sme si roztok pozitívnej vývojky a vody – pomer 1 : 1 4 sme aplikovali na 300 ml (20 ml vývojky a 280 ml vody) a zmes sme vyliali do vyvolávacej misky.

Osvetlený papier sme v tme ponorili do vyvolávacieho roztoku a chvíľu ho v ňom otáčali a posúvali po dobu troch minút.

3.4.1.4 Prerušovanie

Namiešali sme roztok prerušovača (rovnakého ako pri procese s filmom) pozostávajúci z 20 ml koncentráту a 380 ml vody a naliali do nádoby vedľa misky na vyvolávanie.

Po vybratí z vývojky sme už viditeľnú fotografiu premiestnili do nádoby s prerušovačom, v ktorej jej stačilo len 10 sekúnd. Potom sme fotografiu vybrali a začali ustaľovanie.

3.4.1.5 Ustaľovanie

V pomere 1 : 9 sme namiešali poslednú chemikáliu – roztok ustaľovača (ustaľovač bol zhodný s tým, ktorý bol použitý pri ustaľovaní filmu). Do misky vedľa prerušovača sme teda naliali 300 ml zmesi, z toho 30 ml koncentrátu a 280 ml vody. Pri manipuláciou s ustaľovačom sme boli obzvlášť opatrní, najmä v blízkosti vývojky, ktorú by mohol znehodnotiť i v malom množstve.

Po prerušovači sme fotografiu na minútu vložili do ustaľovača, pričom už po pol minúte sme zasvietili, a tým sa presvedčili, že papier bol zbavený všetkých neosvetlených molekúl AgBr, a preto nestmavol (Príloha V).

Vzhľadom na typ papiera (RC) stačilo prebytkové chemikálie jednoducho vyprať, čo sme robili pomocou sprchovej hlavice približne 3 minúty. Fotografiu (pozitív) sme tým takpovediac vysprchovali.

Fotografia bola tým pádom hotová, jediné, čo stačilo, bolo nechať ju vyschnúť. Tento proces sme používali pri všetkých 4 fotografiách rovnako.

4 Výsledky práce a diskusia

V kapitole Ciele práce sme si stanovili ciele, ku ktorým sme pristupovali zodpovedne a s trpezlivosťou, vďaka čomu sa nám ich nakoniec podarilo všetky, či už základné, alebo čiastkové, uskutočniť.

4.1 Fotografovanie

Naším prvým cieľom bolo zhromaždiť technické informácie o fotografovaní a aplikovať ich na praktické použitie.

S použitím fotoaparátu Olympus sme za týmto účelom vyfotografovali jeden celý film, pričom každú snímku sme sa snažili odfotografovať v iných podmienkach.

Po exponovaní filmu, na ktorom vznikol latentný obraz, sme kazetu vybrali a uschovali na suché miesto, kde zostala, kým sme sa film nerozhodli vyvolať.

4.2 Chemická časť

Chemickú časť nášho experimentu sme uskutočnili v novembri 2022 na Orave v priestoroch súkromného fotografického laboratória Matúša Kyčinu v rozmedzí približne troch dní.

Táto časť spočívala nielen v teoretickom štúdiu chemických zložiek a reakcií prebiehajúcich v tmavej komore, ale hlavným cieľom bolo uskutočniť vlastný proces spracovania čiernobielej fotografie, ktorý sa skladal z dvoch základných častí, a to pozitívneho a negatívneho procesu.

4.2.1 Negatívny proces

Negatívny proces spočíval vo vyvolaní, prerušení a ustálení predtým exponovaného filmu. Kazetu s filmom sme v tme otvorili, zvitok sme navinuli na cievku a tú sme vložili do vývojnice. Do nej sme postupne liali chemikálie – vývojku, prerušovač, ustaľovač, z ktorých každá vyvolala potrebnú chemickú reakciu.

4.2.1.1 Film

Spracovaním filmu vznikol obrátený obraz – negatív, na ktorom sú reálne čierne miesta biele, a naopak (Príloha W).

Bližším skúmaním negatívu sme si taktiež všimli kryštálky nachádzajúce sa po celom jeho povrchu. Tieto kryštálky sú pozostatkom zlúčeniny AgBr, z ktorej sa redukovalo kovové striebro. AgBr bolo síce pomocou ustaľovača vyplavené, no striebro

v emulzii naďalej zotrvalo, vytvorilo obraz a jeho kryštály zapríčinili zrnitosť snímky. Avšak, ako sme si mohli všimnúť, úplne biele časti na negatíve, t. j. čierne časti na fotografii, zrno nemajú, pretože sa tam nenachádzajú nijaké kryštály (všetky boli vyplavené ustaločom, pretože neboli osvetlené). Zrnitosť snímky zvýraznil aj filter použitý pri zväčšovaní.

4.2.2 Pozitívny proces

Pozitívny proces pozostával z premietnutia (zväčšenia), vyvolania, prerušenia a ustálenia 4 vybraných fotografií z nášho negatívu, pričom prvá fotografia bola skúšobná.

4.2.2.1 Fotografia

Premietnutím vyvolaného filmu na fotografický papier (zväčšením fotografie) nám vznikol po vyvolaní negatív negatívu, t. j. pozitív.

Najskôr sme si namiešali všetky potrebné chemikálie a začali so zväčšovaním negatívu – zo zväčšovacieho prístroja sme premietli negatív na svetlocitlivý papier, ktorý tým následne exponoval a vznikol na ňom latentný (neviditeľný) obraz.

Po vložení do misky s vývojkou sme ihneď pozorovali zmeny – najskôr začali černieť okraje a neskôr sa obraz objavil aj v strede, a postupne celý papier tmavol. Po tomto kroku sme viditeľnú fotografiu už len prerušili, ustáli, vyprali a nechali vyschnúť.

Uskutočnením tohto procesu sme získali 3 plnohodnotné a jeden skúšobný pozitív.

4.2.2.1.1 Fotografia č. 1

Prvá fotografia (Príloha X) znázorňuje stenu odfotoграфovanú v jednej z bratislavských ulíc. Snímka bolo vyfotografovaná pri optimálnom dennom osvetlení, avšak na ľavý dolný roh dopadal tieň, ktorý je v kontraste s bledým náterom. Na jednom z filmových okrajov je pozorovateľný pozostatok z označenia snímky.

Na tejto snímke sme vykonali aj našu jedinú skúšobnú fotografiu; horná časť bola exponovaná za čas 10 sekúnd a dolná za 20 sekúnd. Po výsledku sme uvážili, že 10 sekúnd bolo pre obraz primálo (horná časť bola príliš svetlá – preexponovaná), a i napriek silnému tieňu pri 20 sekundách (ľavý roh bol príliš tmavý – podexponovaný) sme zvolili túto možnosť a zvyšné fotografie exponovali týmto spôsobom.

4.2.2.1.2 Fotografia č. 2

Druhá snímka (Príloha Y) bola fotografovaná vo veľmi tmavom prostredí osvetlenom reflektormi, t. j. prítomné bolo iba umelé svetlo. Zobrazuje folklórne vystúpenie v púchovskom divadle, pričom fotografované bolo spoza opony.

Fotoaparát v tomto prípade automaticky použil blesk (pridané osvetlenie zabudované v aparáte), ktorý má ale dosah len niekoľko metrov, preto zostali osvetlení len najbližší tanečníci. Okrem toho, biely odev ženy hneď pred fotoaparátom sa použitím blesku rozmazal a zmäkčil. Zvyšní tanečníci sú detailne viditeľní, no voči poprediu obrazu zanikajú kvôli celkovému podexponovaniu.

Pri bližšom pozorovaní dokážeme nájsť škvrny, ktoré spôsobili nečistoty prítomné na negatíve. Taktiež môžeme povedať, že fotografia nemá správnu kompozíciu – na ľavej strane je rozmazaná časť opony a najväčší diel fotografie netvorí tanečníci, ale čierne pozadie dopĺňané oproti svietiacim reflektorom.

Kvôli všetkým týmto chybám sa dá druhá fotografia považovať za nie príliš vydarenú.

4.2.2.1.3 Fotografia č. 3

Na tretej fotografii (Príloha Z) sa nachádza jedna z veží Bratislavského hradu. V popredí tejto snímky sú viditeľní ľudia kontrastujúci s bielymi stenami budovy. Naľavo je viditeľný filmový rám s očíslovaním snímky.

Napravo sa dá pozorovať jemný bledý závoj, ktorý môže byť zapríčinený buď odrazom svetla od objektívu pri fotografovaní, alebo osvetlením filmu cez aparát, ktorý by mal byť inak svetlotesný. Na filmovom rámičku napravo je podobný závoj, o tomto však s istotou vieme povedať, že je zavinený zlým uzatvorením po vložení kazety s filmom do fotoaparátu. Tento závoj sa nachádza na viacerých snímkach negatívu.

5 Závěry práce

S ohľadom na výsledky konštatujeme, že sme ciele, ktoré sme si na začiatku experimentu vytýčili, splnili.

V teoretickej časti sme sa zamerali na opis technických vlastností fotoaparátu a jeho nastavení pri fotografovaní snímok. Preskúmali sme, z čoho sa skladajú jednotlivé chemikálie používané pri spracovaní filmu a fotografie, a neskôr sme si tento proces pod odborným dozorom aj sami vyskúšali.

Pomocou vyvolávacích, prerušovacích a ustaľovacích techník sme vytvorili negatív a 4 pozitívy (fotografie), ktoré sme v závere vyhodnotili.

Nenahraditeľnou výhodou analógových fotoaparátov a „staromódneho“ vyvolávania fotografií sú práve nekonečné možnosti experimentov, ktoré môžeme na negatíve a pozitíve vyskúšať. Rovnaká snímka môže dostať stovky až tisíce rôznych podôb. Malou zmenou pomeru, dlhším osvitom, studenšou vodou – všetkým sa dá vytvoriť úplne odlišný obraz. Čiernobiely film, nech sa zdá akokoľvek primitívny, má neobmedzené možnosti. Vďaka vlastnoručnému zhotovovaniu dostávame možnosť kontroly výsledku – sami rozhodujeme o kompozícii, kontraste, zväčšení fotografie, jemnosti zrna... Digitálne fotoaparáty majú síce všemožné „vychytávky“, no chýbajú im mnohé „nedokonalosti“ starých filmových aparátov – akákoľvek chyba, náhoda, ba i účelný experiment môžu vytvoriť jedinečné majstrovské dielo.

Každý si raz za čas prezrie fotky či už v mobile, alebo na papieri, pripomíname si nimi najdôležitejšie udalosti našich životov. Fotografie sú a vždy budú vzácnym prínosom, vďaka nim dnes stačí stlačiť jediné tlačidlo, ktoré navždy zveční realitu. Túto rozprávkovú jednoduchosť však predchádzalo dlhoročné bádanie, experimenty aj pády a stále sa z neho je čo naučiť.

Predkladaná práca má byť najmä inšpiráciou pre tých, ktorí sa doteraz zaujímali iba o digitálnu fotografiu, aby prišli na čaro starých negatívov, no rovnako aj pre tých, ktorí sa o fotografovanie a spracovanie analógových čiernobielych fotografií zaujímajú dlhodobo či už z praktického, alebo chemického hľadiska. My sme vďaka tejto práci dostali podnet hlbšie sa ponoriť do fyzikálnych a chemických vlastností spracovania fotografie a pomocou experimentu si tieto informácie aj overiť. Mali sme možnosť preskúmať nové možnosti, dozvedieť sa rozličné názory a čerstvé fakty, ktoré sa chystáme v budúcnosti plne využiť a rozvíjať.

6 Zhrnutie

Počas písania teoretickej časti sme zhromažďovali všetky potrebné informácie, aby sme čitateľa aj samého seba oboznámili s problematikou danej veci. Získali sme dostatok informácií o technickom vybavení a nastaveniach fotoaparátu, chemických procesoch a reakciách prebiehajúcich v tmavej komore a dozvedeli sme sa, ako kvalitne spracovať čiernobielu analógovú fotografiu.

Svoje poznatky sme aplikovali v súkromnom fotografickom laboratóriu najskôr na proces vyvolávania filmu a neskôr aj na spracovanie samotnej fotografie. Výsledkom nám bol jeden negatív, t. j. vyvolaný film a 4 pozitívy, čiže fotografie, pričom jedna z nich bola skúšobná.

Nakoniec sme tieto výsledky vyhodnotili a poskytli aj ich zábery, ktoré môžu tak ako i celá práca, pomôcť študentom a laikom venujúcim sa tejto vedeckej a umeleckej disciplíne.

Veríme, že naša práca nájde praktické využitie u študentov a záujemcov o túto oblasť a takisto nám poslúži do budúcnosti ako súhrnná predloha pre ďalšie experimenty s fotografiou.

7 Zoznam použitej literatúry

Knižné zdroje:

ADAMS, ANSEL: *The Negative*. 2. vyd. New York: Little, Brown and Company, 2002. 288 s. ISBN 0-8212-1131-5

BURIAN, PETER K. – CAPUTO, ROBERT: *Škola fotografovania: Techniky a triky majstrov*. Košice: Slovart, 2003. 364 s. ISBN 80-7145-783-3

CAPUTO, ROBERT: *Škola fotografovania: Krajina*. Košice: Slovart, 2004. 162 s. ISBN 80-7145-953-4

CAPUTO, ROBERT: *Škola fotografovania: Ludia*. Košice: Slovart, 2004. 399 s. ISBN 80-7145-954-2

GASCHA, HEINZ – PFLANZ, STEFAN: *Kompendium fyziky*. 2. vyd. Praha: Universum, 2017. 488 s. ISBN 978-80-242-5716-7

KINDERSLEY, DORLING – LANGFORD, MICHAEL: *Tvorivé fotografovanie: Praktická ilustrovaná príručka*. 3. vyd. Bratislava: Slovart, 2000. 240 s. ISBN 80-7145-420-6

KRAFKA, Ondřej. 2015. *Fotoaparát a fotografie v prírodovedě*: Bakalárska práca. Brno: Masarykova univerzita, 2015. 74 s.

KULHÁNEK, J.: *Čiernobiela fotografia*. Bratislava: Práca, 1960. 496 s. 2506/59-VO-25

ŠILLEROVÁ, Lucia. 2021. *Hranice fotografie – experimenty ve fotokomoře*: Bakalárska práca. Praha: Karlova univerzita, 2021. 57 s.

WITTEN, Nichole Marie. 2016. *The Chemistry of Photography*: Diplomová práca. Columbia: University of South Carolina, 2016. 22 s.

Internetové zdroje:

Chemical Photography. [online]. [citované 5.11.2022]. Dostupné na interenete:

<http://chemart.rice.edu/Photography.html>

CLIFTON, J. – MONTAGUE, P. R.: *Processing Chemistry*. [online]. Publikované 2011. [citované 19.12.2022]. Dostupné na internete:

<https://www.opsweb.org/page/processingchemsitry>

Film Processing Chemistry, How Does It Work? [online]. [citované 2.12.2022].

Dostupné na internete:

<http://www.film-photography-blog.com/film-processing-chemistry-how-does-it-work/>

Fotoimpex. [online]. 1992. [citované 11.12.2022]. Dostupné na internete:

<https://www.fotoimpex.com>

Ilford Photo. [online]. [citované 11.12.2022]. Dostupné na internete:

<https://www.ilmfordphoto.com>

KOLIMÁR, O. – ŽABKA, P.: *Fotografia*. [online]. Banská Bystrica, 2009. [citované 5.12.2022]. Dostupné na internete:

https://www.gjgt.sk/digitalna_studovna/fyzika/2009/68_fotografia.pdf

KRUMPL, V.: *Úvod do oboru fotografie*. [online]. Publikované 3.12.2005. [citované 14.11.2022]. Dostupné na internete:

https://www.famu.cz/media/Texty_k_%C3%BAvod%C5%AFm_do_oboru_fotografie.pdf

Mju-II Manual. [online]. Publikované 24.7.2011. [citované 29.10.2022]. Dostupné na internete:

file:///C:/Users/Admin/Downloads/dokumen.tips_mju-ii-manual.pdfOTRUBA:

Černobílá fotografie. [online]. Publikované 18.2.2014. [citované 14.11.2022]. Dostupné na internete:

https://is.muni.cz/el/1431/jaro2014/C6150/um/Cernobila_fotografie_I.pdf

VOLNÝ, J.: *Černobílá fotografie: fenomén nebo přežitek?* [online]. Publikované 4.5.2011. [citované 14.11.2022]. Dostupné na internete:

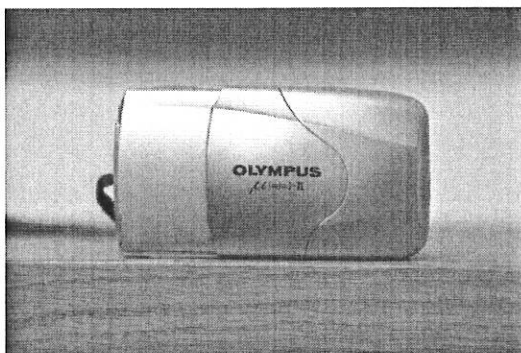
https://cw.fel.cvut.cz/b212/_media/courses/a7b33dif/sinlavy/volny_esej.pdf

Prílohy

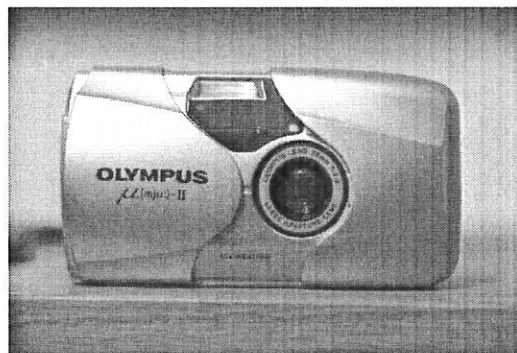
Zoznam príloh

- Príloha A – Fotoaparát Olympus μ [mju:]^{-II}
- Príloha B – Film ILFORD DELTA 35 mm formátu s citlivosťou ISO 400
- Príloha C – Vloženie filmu do aparátu
- Príloha D – Červené svetlo v tmavej komore
- Príloha E – Destilačný prístroj
- Príloha F – Vývojnica
- Príloha G – Navíjanie filmu na cievku
- Príloha H – Negatívna vývojka MOERSCH Eco Film Developer
- Príloha I – Miešanie vývojky a vyvolávanie
- Príloha J – Prerušovač ILFORD ILFOSTOP
- Príloha K – Skúška ustaľovača
- Príloha L – Ustaľovač ILFORD RAPID FIXER
- Príloha M – Otváranie cievky
- Príloha N – Vešanie filmu
- Príloha O – Uskladnenie filmu
- Príloha P – Misky s roztokmi pre pozitívny proces
- Príloha Q – Zväčšovací prístroj
- Príloha R – Premietanie negatívu
- Príloha S – Merania pokrytia hustoty negatívu
- Príloha T – Spínacie hodiny
- Príloha U – Pozitívna vývojka ILFORD MULTIGRADE
- Príloha V – Ustaľovanie fotografie
- Príloha W – Negatív v papierovom obale
- Príloha X – Fotografia č. 1
- Príloha Y – Fotografia č. 2
- Príloha Z – Fotografia č. 3

Príloha A



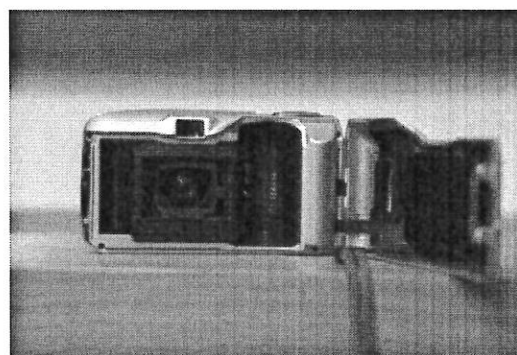
Obr. 1 Fotoaparát Olympus μ[mju:] II
spredú (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 2 Fotoaparát Olympus μ[mju:] II
spredú s odkrytým objektívom (Kyčinová,
L., 2022)

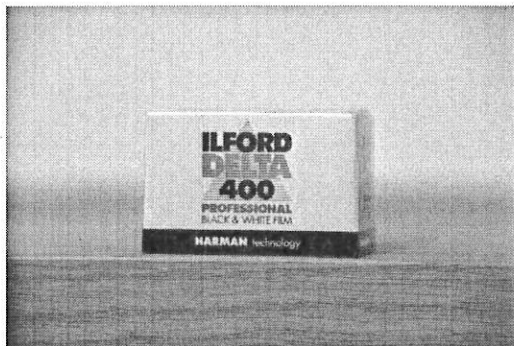


Obr. 3 Fotoaparát Olympus μ[mju:] II
zozadu (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 4 Fotoaparát Olympus μ[mju:] II
zozadu, otvorený (Kyčinová, L., 2022)

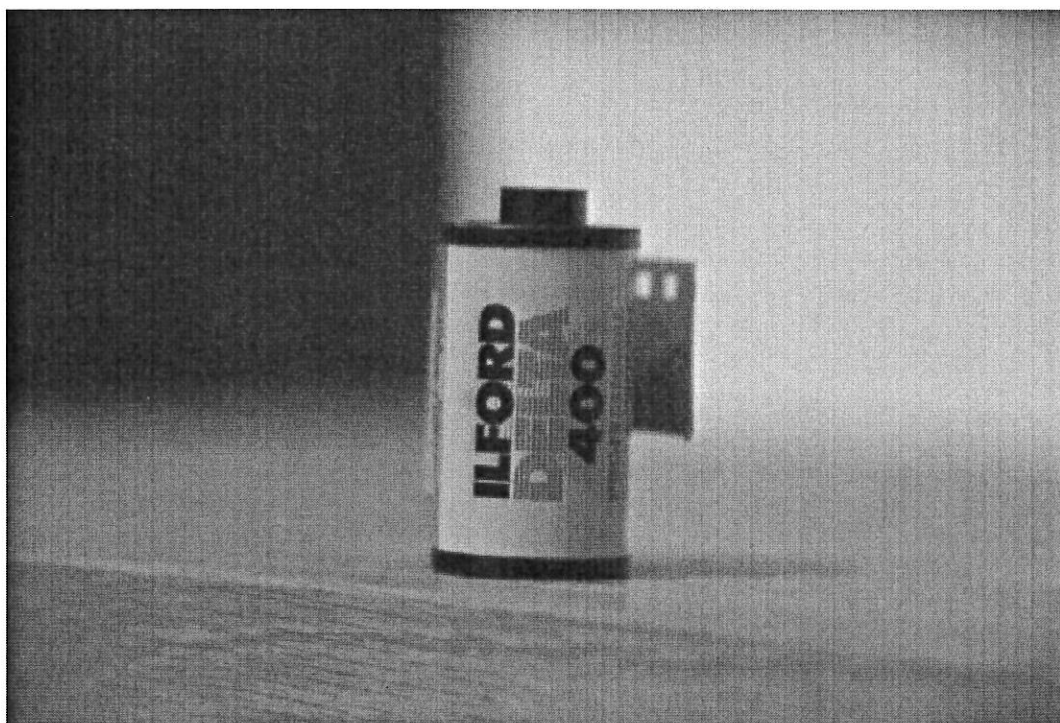
Príloha B



Obr. 1 Obal filmu ILFORD DELTA 35 mm formátu s citlivosťou ISO 400 spredu (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 2 Obal filmu ILFORD DELTA 35 mm formátu s citlivosťou ISO 400 z boku (Kyčinová, L., 2022)



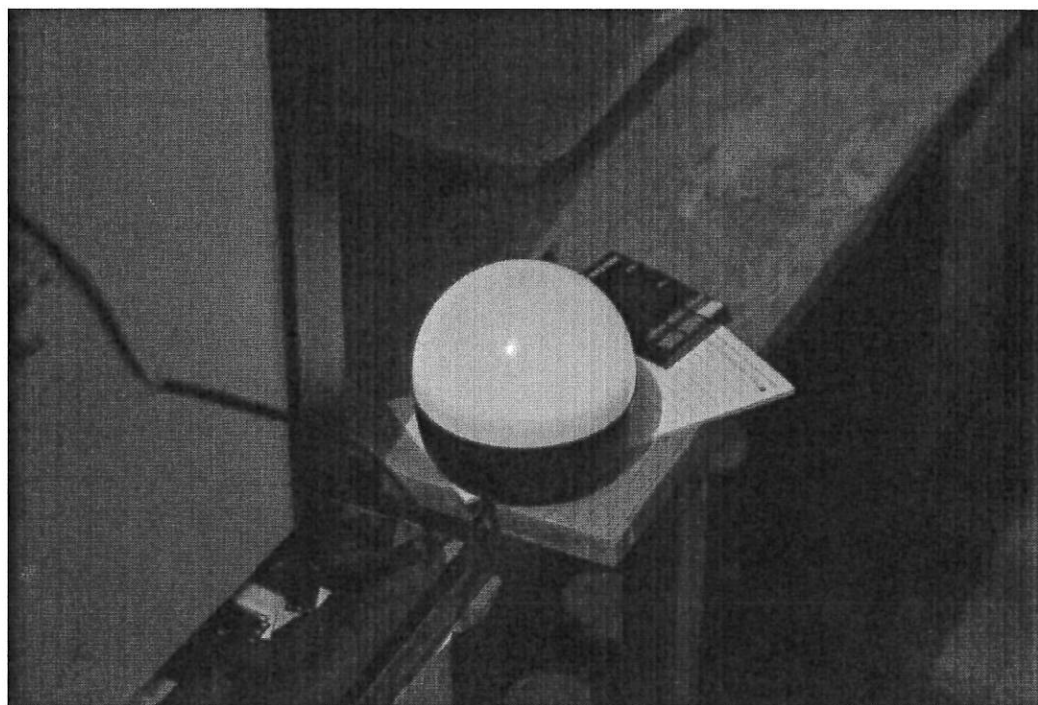
Obr. 3 Kazeta so svetlocitlivým filmom ILFORD DELTA (Kyčinová, L., 2022)

Príloha C



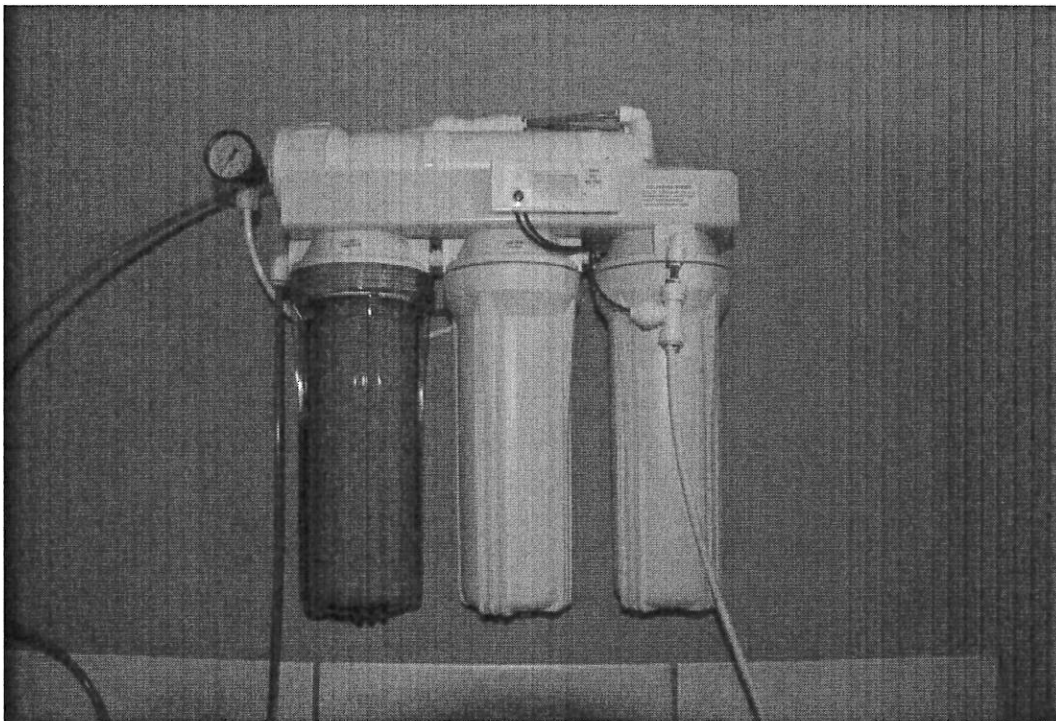
Obr. 1 Vloženie filmu do aparátu (Kyčinová, L., 2022)

Príloha D



Obr. 2 Červené svetlo v tmavej komore (Kyčinová, L., 2022)

Príloha E



Obr. 1 Destilačný prístroj (Kyčinová, L., 2022)

Príloha F

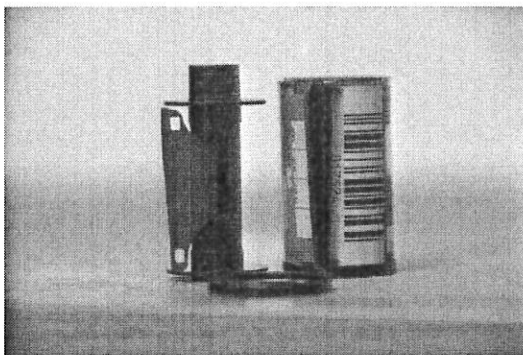


Obr. 1 Rozobraná vývojnica (Kyčinová, L., 2022)

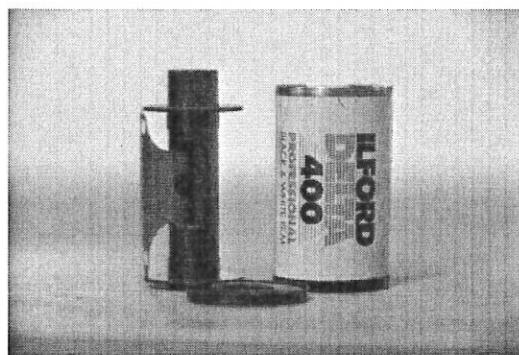


Obr. 2 Poskladaná a uzavretá vývojnica (Kyčinová, L., 2022)

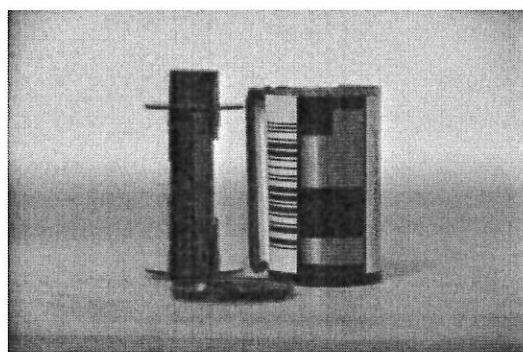
Príloha G



Obr. 1 Otvorená kazeta so zvyškom odstrihnutého filmu, záber na zamatom vyloženu štrbinu na kazete (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 2 Otvorená kazeta so zvyškom odstrihnutého filmu, záber spredu (Kyčinová, L., 2022)

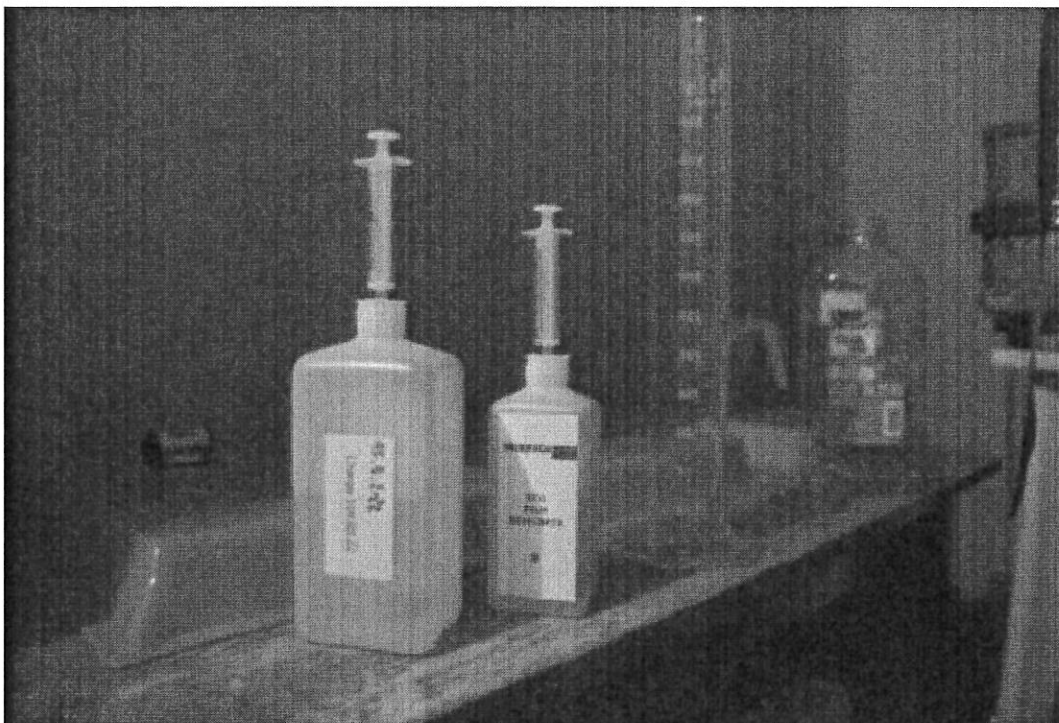


Obr. 3 Otvorená kazeta so zvyškom filmu, záber na DX-kód (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 4 Navíjanie filmu na cievku vývojnice (Kyčinová, L., 2022)

Príloha H



Obr. 1 Negatívna vývojka MOERSCH Eco Film Developer: zložka A naľavo a zložka B napravo (Kyčinová, L., 2022)

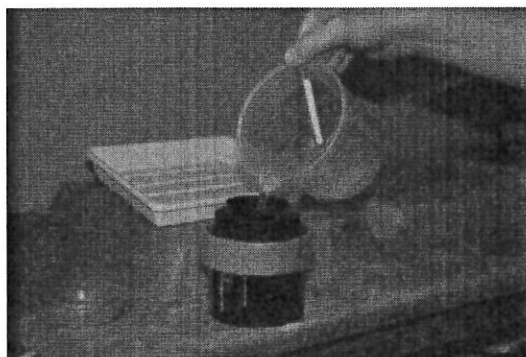
Príloha I:



Obr. 1 Prilievanie destilovanej vody do koncentráту vývojky (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 2 Meranie teploty roztoku vývojky (Kyčinová, L., 2022)

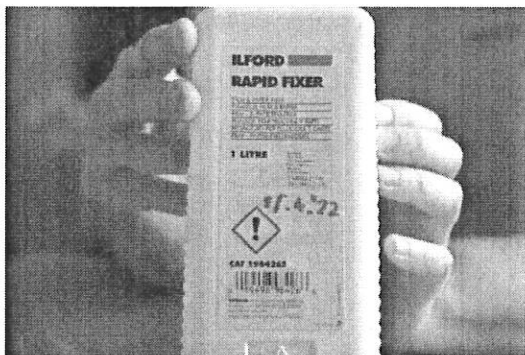


Obr. 3 Naliatie roztoku vývojky do vývojnice s filmom (Kyčinová, L., 2022)

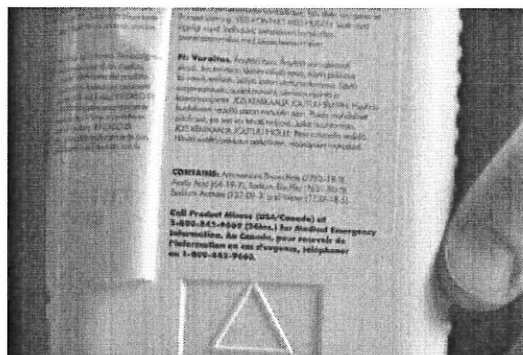


Obr. 4 Otáčanie vývojnice s filmom (Kyčinová, L., 2022)

Príloha L



Obr. 1 Ustáľovač ILFORD RAPID FIXER
(Kyčinová, L., 2022)

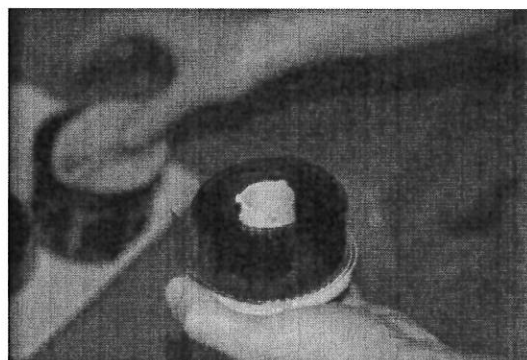


Obr. 2 Zloženie ustáľovača ILFORD
RAPID FIXER (Kyčinová, L., 2022)

Príloha M

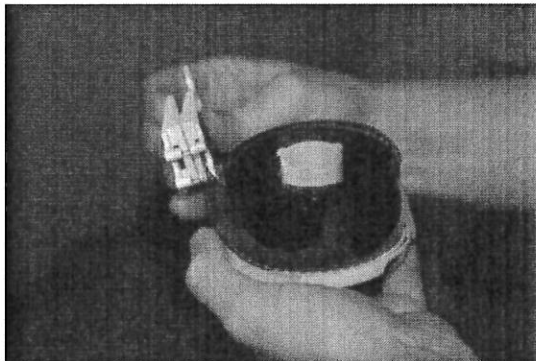


Obr. 1 Otváranie cievky, (Kyčinová, L.,
2022)



Obr. 2 Vyvolaný film (negatív) navinutý na
cievke (Kyčinová, L., 2022)

Príloha N



Obr. 1 Upevnenie svorky na koniec filmu (Kyčinová, L., 2022)

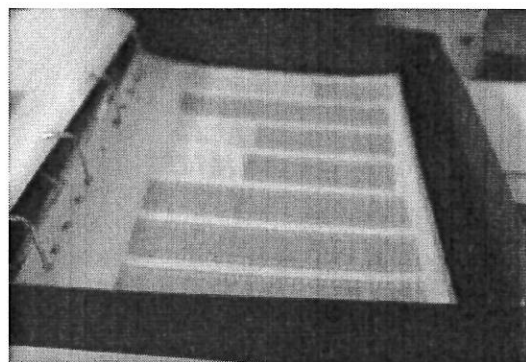


Obr. 1 Film zavesený za svorku (Kyčinová, L., 2022)

Príloha O



Obr. 1 Strihanie usušeného negatívu (Kyčinová, L., 2022)



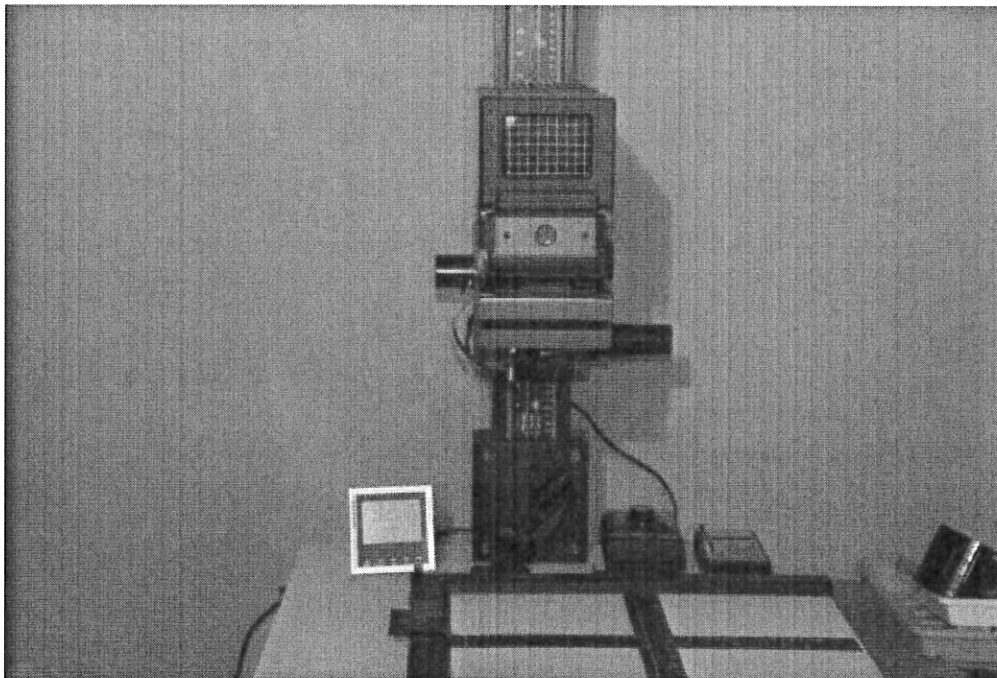
Obr. 2 Vsúvanie negatívu do papierového obalu (Kyčinová, L., 2022)

Príloha P



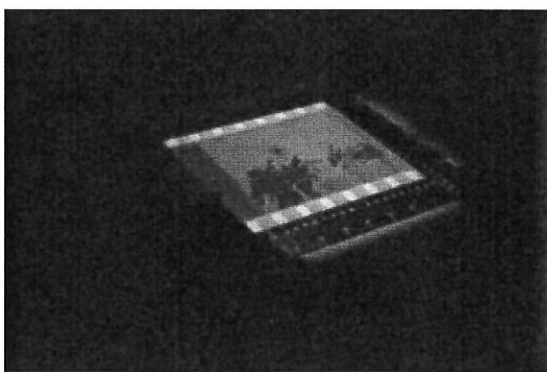
Obr. 2 Misky s roztokmi na vyvolávanie, prerašovanie a ustaľovanie fotografie
(Kyčinová, L., 2022)

Príloha Q

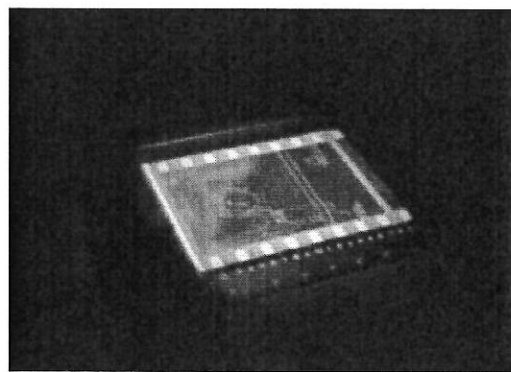


Obr. 1 Zväčšovací prístroj (Kyčinová, L., 2022)

Príloha R:

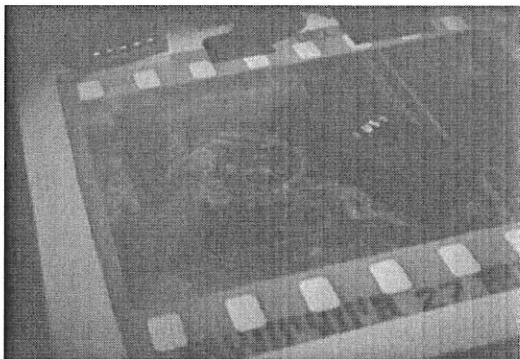


Obr. 1 Premietnutie negatívu na stôl, záber 1 (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 2 Premietnutie negatívu na stôl, záber 2 (Kyčinová, L., 2022)

Príloha S



Obr. 1 Prístroj merajúci pokrytie hustoty negatívu (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 2 Meranie pokrytia hustoty negatívu (Kyčinová, L., 2022)

Príloha T

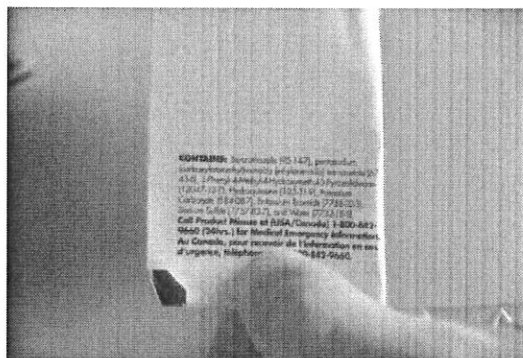


Obr. 1 Spínacie hodiny (Kyčinová, L., 2022)

Príloha U



Obr. 1 Pozitívna vývojka ILFORD MULTIGRADE (Kyčinová, L., 2022)

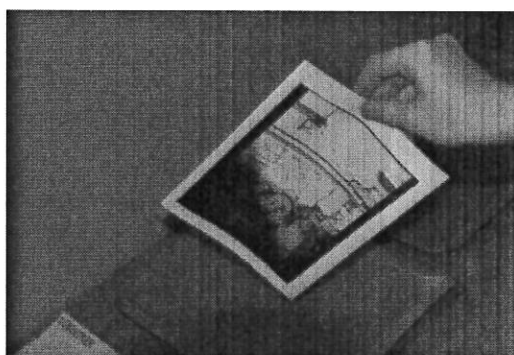


Obr. 2 Zloženie pozitívnej vývojky ILFORD MULTIGRADE (Kyčinová, L., 2022)

Príloha V

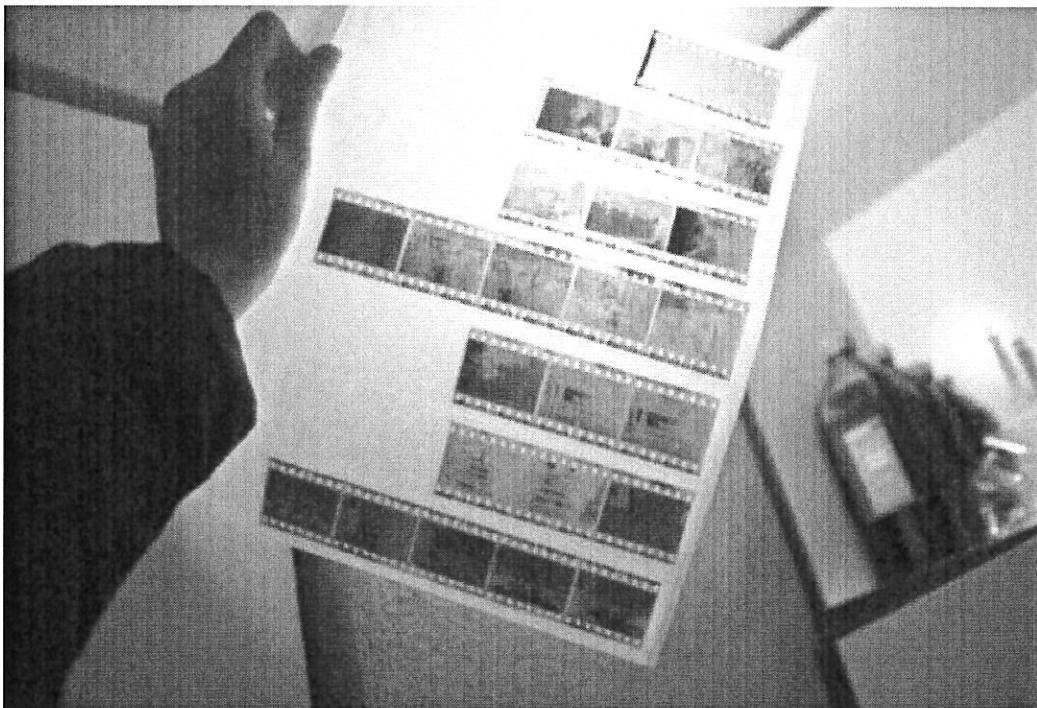


Obr. 1 Ustaloňovanie Fotografie č. 1 (Kyčinová, L., 2022)

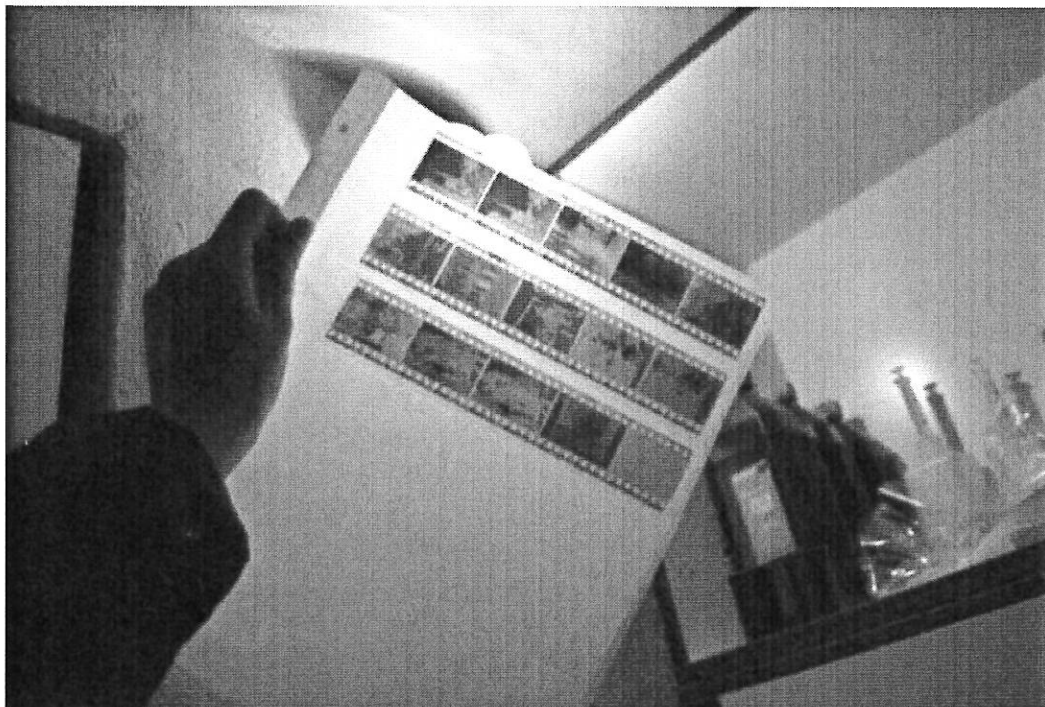


Obr. 2 Ukončenie ustaloňovania Fotografie č. 1 (Kyčinová, L., 2022)

Príloha W

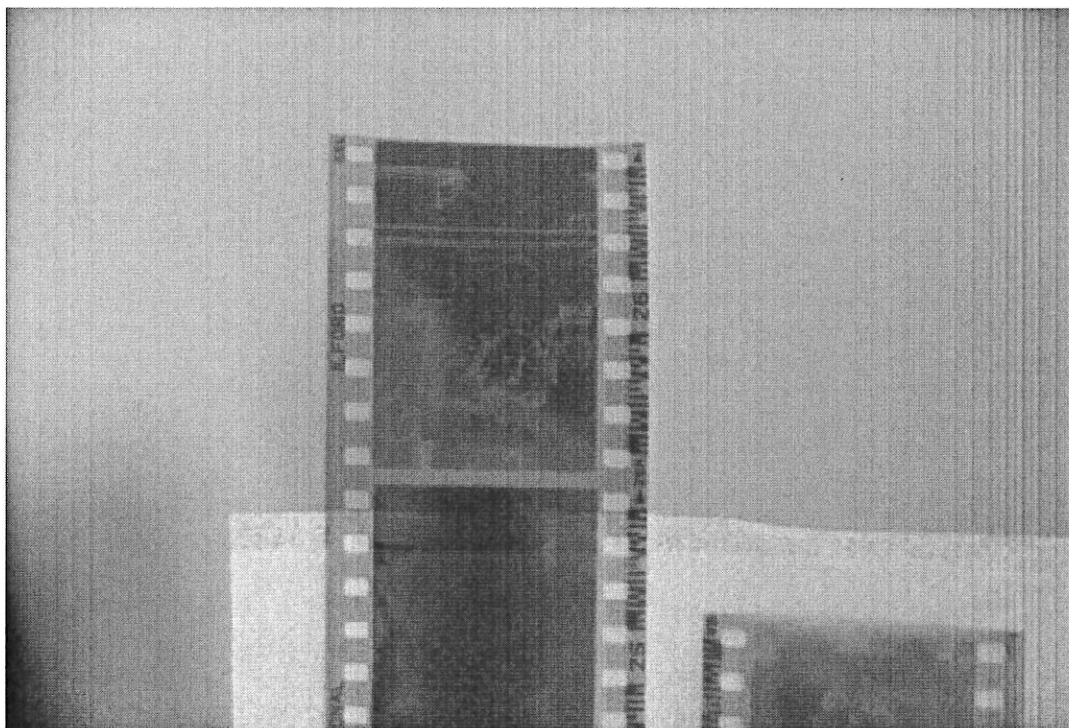


Obr. 1 Negatív v papierovom obale, záber 1 (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 2 Negatív v papierovom obale, záber 2(Kyčinová, L., 2022)

Príloha X



Obr. 1 Negatív použitý na Fotografiu č. 1 (Kyčinová, L., 2022)

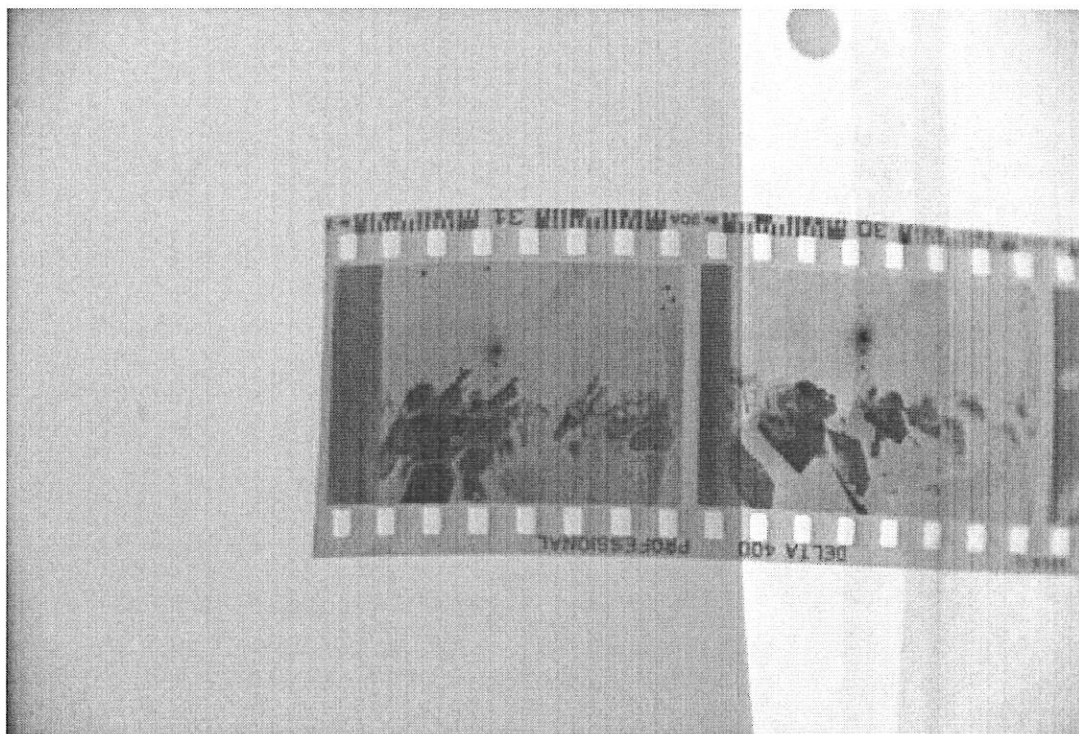


Obr. 2 Skúšobná fotografia; dolná časť osvetlená 20 sekúnd, horná časť 10 sekúnd, clona 11, filter č. 3 (Kyčínová, L., 2022)

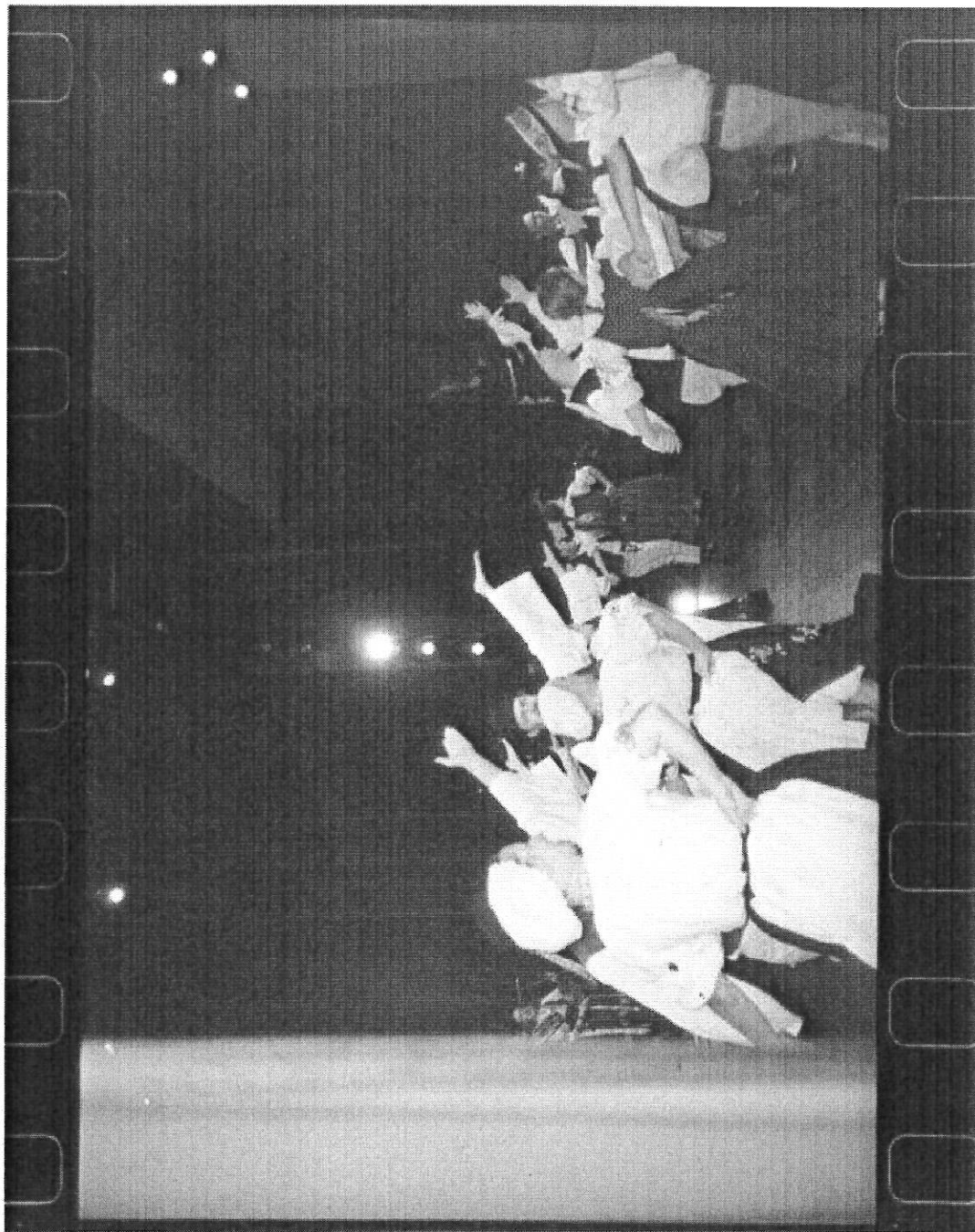


Obr. 3 Fotografia č. 1; čas 20 sekund, clona 11, filter č. 3 (Kyčinová, L., 2022)

Príloha Y

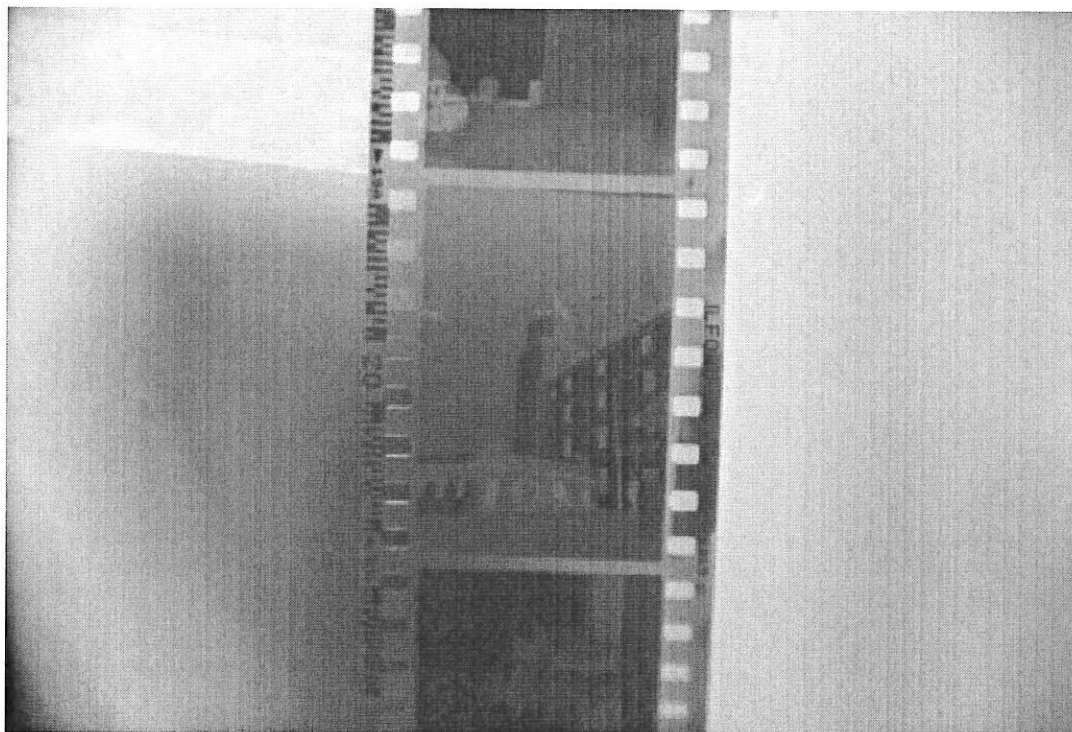


Obr. 1 Negatív použitý na Fotografiu č. 2 (Kyčínová, L., 2022)

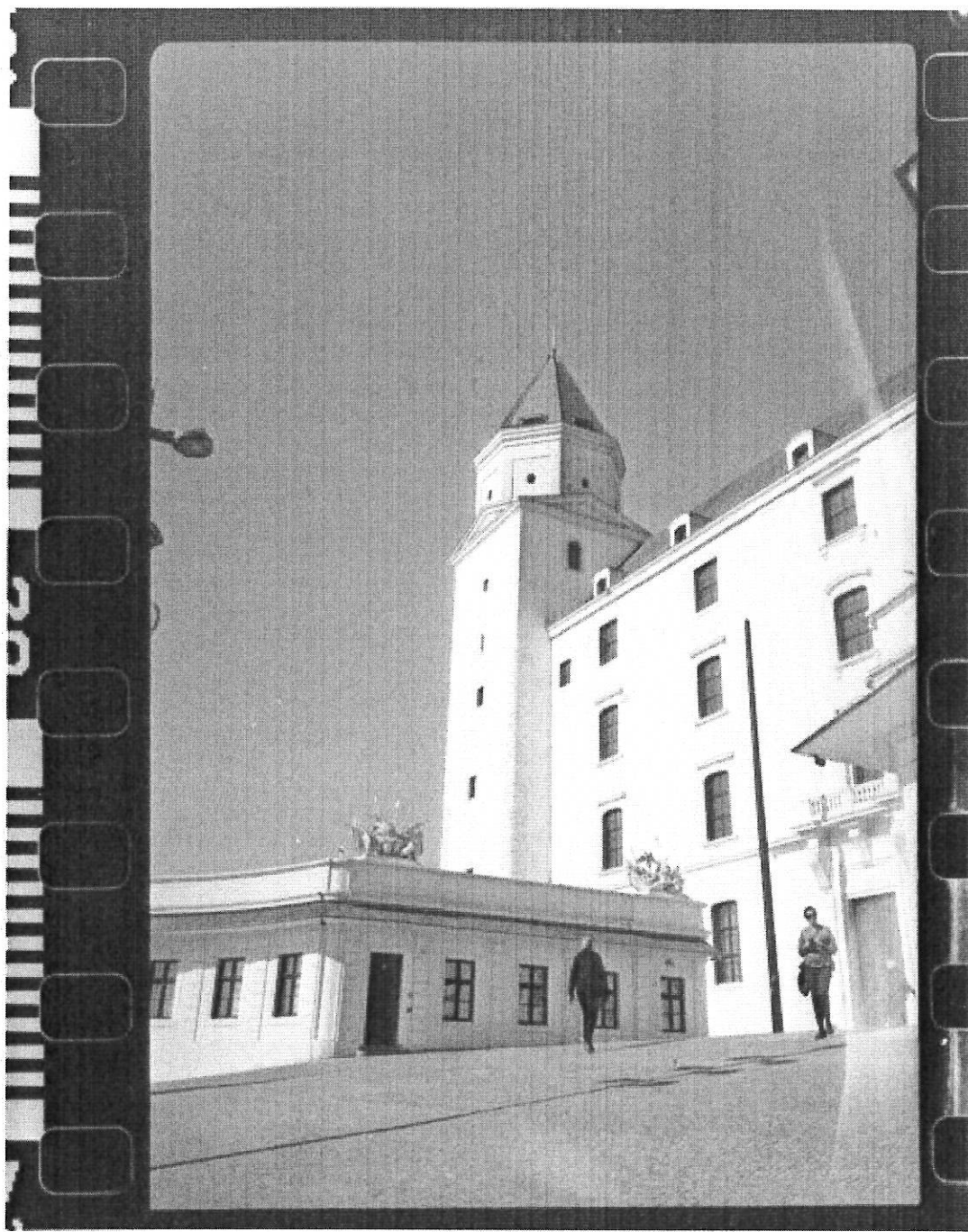


Obr. 2 Fotografia č. 2; čas 20 sekúnd, clona 11, filter č. 3 (Kyčinová, L., 2022)

Príloha Z



Obr. 1 Negatív použitý na Fotografiu č. 3 (Kyčinová, L., 2022)



Obr. 2 Fotografia č. 3; čas 20 sekúnd, clona 11, filter č. 3 (Kyčinová, L., 2022)