

Vyhledávání a fotografická dokumentace latentních stop na místě činu v ultrafialovém spektru

Martin Blahák

Bakalářská práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Blahák**
Osobní číslo: **L18145**
Studijní program: **B2825 Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Vyhledávání a fotografická dokumentace latentních stop na místě činu v ultrafialovém spektru**

Zásady pro vypracování

1. Definujte základní vlastnosti ultrafialového spektra, popište jeho význam a také současné využití ultrafialového spektra ve forenzních disciplínách.
2. Charakterizujte způsoby a podmínky fotografické dokumentace v ultrafialovém spektru.
3. Vypracujte přehlednou fotografickou dokumentaci latentních stop nanesených na materiály, které se nejčastěji nacházejí na místě činu běžným fotografováním i fotografováním v ultrafialovém spektru.
4. Vyhodnoťte upotřebitelnost fotografické dokumentace v ultrafialovém spektru a její další potenciál rozvoje.

Forma zpracování bakalářské práce: **Tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. PRUTCHI, David. Exploring Ultraviolet Photography. Buffalo: Amherst Media, INC, 2017. ISBN 978-1-68203-124-7.
 2. DAVIES, Adrian. Digital Ultraviolet and Infrared Photography. Abingdon: Routledge, 2018. ISBN 978-1-138-20017-3.
 3. ROBINSON, Edward M. Crime Scene Photography. 2. vydání. Burlington: Academic Press, 2010. ISBN 978-0-12-375728-9.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Tomášek, Ph.D.**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2021**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem 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.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 6. srpna 2021

Jméno a příjmení studenta: Martin Blahák

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce si dává za cíl ověřit upotřebitelnost metody speciálního druhu kriminalisticko-technické dokumentace v ultrafialovém spektru pro potřeby vyhledávání a fotografické dokumentace stop při expertním zkoumání a ohledání místa činu. Obsahuje přehled základních pojmů a definuje související činnosti Policie České republiky a dalších orgánů činných v trestním řízení. Syntézou informací získaných z rešerše, vytváří soubor postupů a metod pro realizaci dokumentaristické činnosti, experimentálně ověřuje možnosti využití této metody v trestním řízení s využitím ekonomicky dostupných prostředků a ověřuje upotřebitelnost výsledků. Dlouhodobou validací této metody při skutečném expertním zkoumání a na místech činu vytváří základ pro rozvoj aplikace metody v kriminalisticko-technické praxi.

Klíčová slova: Ultrafialové spektrum, kriminalisticko-technická dokumentace, místo činu, latentní stopy, Policie České republiky.

ABSTRACT

The bachelor's thesis aims to verify the applicability of methods of a special type of forensic-technical documentation in the ultraviolet spectrum for the needs of searching and photographic documentation of traces in expert investigation and crime scene investigation. It contains an overview of basic concepts and defines related activities of the Police of the Czech Republic and other persons active in criminal proceedings. By synthesizing the information obtained from the search, it develops a set of procedures and methods for the implementation of documentary activities, experimentally verifies the possibilities of using this method in criminal proceedings using economically available solutions and verifies the applicability of the results. Long-term validation of this method during real expert investigation and at the crime scene does create a basis for the development of applications of the method in forensic-technical practice.

Keywords: Ultraviolet spectrum, forensic-technical documentation, crime scene, latent traces, Police of the Czech republic.

Na tomto místě bych rád poděkoval, Ing. Pavlu Tomáškoví, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce za poskytnutí cenných konzultací k rozsahu a obsahu práce. Dále také děkuji prof. Ing. Ivanu Mikšíkovi, DrSc., vedoucímu vědeckému pracovníkovi proteomické laboratoře Fyziologického ústavu Akademie věd ČR, expertům Odboru kriminalistické techniky a expertíz Služby kriminální policie a vyšetřování Krajského ředitelství policie Jihomoravského kraje mjr. Mgr. Jaroslavu Šebelovi, kpt. Mgr. Bc. Jaromíru Kubingerovi, kpt. Ing. Bc. Martinu Spurnému, kpt. Mgr. Veronice Přikrylové za odborné konzultace v odvětvích biologie a genetika, chemie, fyzikální chemie, daktyloskopie, analýza a zpracování digitálního obrazu, mjr. Ing. Martinu Nežádalovi, vedoucímu odboru za umožnění využití fotografické laboratoře a prostředků znaleckého pracoviště.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY A SOUČASNÁ KRIMINALISTIKA.....	11
2 TEORIE ANALOGOVÉ A DIGITÁLNÍ FOTOGRAFIE.....	17
3 ELEKTROMAGNETICKÉ SPEKTRUM A JEHO REGISTRACE	24
4 VYUŽITÍ ULTRAFIALOVÉHO SPEKTRA V KRIMINALISTICE.....	28
5 MODIFIKACE DIGITÁLNÍHO FOTOAPARÁTU	31
5.1 SNÍMAČ	31
5.2 OBJEKTIV	35
5.3 FILTR.....	37
5.4 SVĚTELNÝ ZDROJ	39
6 TEORIE FOTOGRAFIE V ULTRAFIALOVÉM SPEKTRU.....	43
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	46
7 POPIS MÍSTA ČINU	47
8 VYMEZENÍ PROSTŘEDKŮ A METOD	50
8.1 PROSTŘEDKY.....	50
8.2 METODY.....	53
9 EKONOMICKÁ ROZVAHA	57
10 VYHODNOCENÍ.....	58
ZÁVĚR	62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	63
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	65
SEZNAM OBRÁZKŮ	66
SEZNAM TABULEK.....	67
SEZNAM PŘÍLOH.....	68

ÚVOD

Policie České republiky je ozbrojený bezpečnostní sbor plnící úkoly a posláním vedoucí k zajištění vnitřní bezpečnosti státu. V souvislosti s tím má sbor povinnosti k zákonu č. 141/1961 Sb., o trestním řízení soudním (trestní řád), které mj. spočívají v objasňování a vyšetřování protiprávního jednání. Proto, a navíc z důvodu ochrany osobních údajů a vedení neveřejných databází, zřizuje vnitřní organizační složky, které se zabývají expertní činností a ohledáním místa činu, a v rámci identifikačních úkonů s těmito databázemi pracují. Kriminalistický ústav v Praze a krajské Odbory kriminalistické techniky a expertíz jsou expertní (znalecká) pracoviště sdružující experty v odvětvích kriminalistiky, kteří v rámci kriminalisticko-technické činnosti plní úkoly v souladu s trestním řádem, zákonem č. 273/2008 Sb. o Policii České republiky a dalšími právními normami a předpisy.

V součinnosti s dalšími útvary, většinou ve spolupráci se Službou kriminální policie a vyšetřování, provádí ohledání či zkoumání kriminalisticky významných předmětů a skutečností s cílem vyhledání stop sloužící, obecně, k poznání trestného činu, tj. osob, předmětů, mechanismů, a jiných skutečností. Při výkonu služby mohou pracovat pouze v mezích zákona, a ten mj. ukládá orgánu činnému v trestním řízení povinnost provádět dokumentaci (písemnou, topografickou, fotografickou, a další).

Rozvoj moderních odvětví kriminalistiky, zejména pak v tomto případě biologie a genetiky, vyžaduje z hlediska kriminalisticko-technické fotografické dokumentace aplikaci speciálních druhů fotografické dokumentace.

Cílem této práce je teoreticky i prakticky zpracovat interdisciplinární problematiku kriminalisticko-technické speciální fotografické dokumentace latentních stop na místě činu, ale i v laboratoři, v ultrafialovém spektru, a vyhodnotit upotřebitelnost fotografické dokumentace vzniklé s využitím této metody i z hlediska vyhledávání těchto stop, neboť v praxi tato metoda není využívána.

Syntézou informací získaných z rešerše dostupné literatury budou zpracovány vybrané části kriminalistiky, historický vývoj ultrafialové fotografie, základní pojmový aparát a metodický postup, na jehož základě bude vypracována praktická část této práce. Součástí experimentální fotografické dokumentace bude vymezení použitých prostředků a metod, které budou aplikovány při fotografické dokumentaci zkušebních vzorků, reprezentujících materiály a latentní látky (sperma, sliny, pot, moč, krev), které se vyskytují na místě činu či na zkušebních položkách při expertním ohledání.

Vyhodnocením experimentální fotografické dokumentace budou zjištěny možnosti využití této metody v trestním řízení, ekonomická náročnost realizace metody a upotřebitelnost výstupů v rámci expertního zkoumání a ohledání místa činu. V případě zjištění, že je metoda upotřebitelná, bude započato s její validací v praxi, na reálných místech činu a zkušebních položkách k expertnímu zkoumání.

Z důvodu ochrany osobních údajů a zachování mlčenlivosti, tato práce neobsahuje obrazová data získaná při praktické kriminalisticko-technické fotografické dokumentaci na skutečných místech činu či v průběhu expertního ohledání.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY A SOUČASNÁ KRIMINALISTIKA

Úlohou demokratického a právního státu je zajištění veřejného pořádku, tedy bezpečného prostředí ve společnosti, na kterém se podílejí další orgány, instituce, i jednotliví občané.

Pojem *bezpečnost* v právním prostředí České republiky není jednoznačně definován. Terminologický slovník pojmů z oblasti krizového řízení, ochrany obyvatelstva, environmentální bezpečnosti a plánování obrany státu, 2016, s. 5, definuje *bezpečnost* jako „*Stav, kdy je systém schopen odolávat známým a předvídatelným (i nenadálým) vnějším a vnitřním hrozbám, které mohou negativně působit proti jeho jednotlivým prvkům (případně celému systému) tak, aby byla zachována struktura systému, jeho stabilita, spolehlivost a chování v souladu s cílovostí.*“

Stát k zachování veřejného pořádku využívá moci zákonodárné, výkonné a soudní. Tyto uplatňuje prostřednictvím vlády a ústředních orgánů státní správy a dalších orgánů státní správy zřízených či působících na základě Ústavy České republiky, kompetenčního zákona, případně jiných zákonů. (Česko, 1969)

V odst. 1, článku 3, ústavní zákon o bezpečnosti České republiky definuje, že „*Bezpečnost České republiky zajišťují ozbrojené síly, ozbrojené bezpečnostní sbory, záchranné sbory a havarijní služby.*“ (Česko, 1998)

Vnitřní bezpečnost státu zajišťuje mj. Policie České republiky (dále jen Policie ČR) na základě zákona o Policii ČR. Policie ČR je ozbrojený bezpečnostní sbor spadající do gesce Ministerstva vnitra České republiky a plní úkoly vyplývající ze zákonů České republiky, například zákona o Policii ČR, trestního řádu, zákona o integrovaném záchranném systému, zákona o provozu na pozemních komunikacích, a dalších. (Česko, 2008)

Úkoly a poslání Policie ČR jsou zakotveny zejména v zákoně o Policii ČR, kde v § 2 Hlavy I zákon uvádí, že „*Policie slouží veřejnosti. Jejím úkolem je chránit bezpečnost osob a majetku a veřejný pořádek, předcházet trestné činnosti, plnit úkoly podle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku a bezpečnosti svěřené jí zákony, přímo použitelnými předpisy Evropské unie nebo mezinárodními smlouvami, které jsou součástí právního řádu ...*“ (Česko, 2008)

Meritum zákona o Policii ČR do značné míry vychází z historických právních předpisů, kde například § 56, Hlava IX zákona o Policii ČR, o použití zbraně, obsahuje téměř shodné formulace už v § 13 zákona č. 299/1920 Sb., o četnictvu. (Česko, 2008)

Zároveň však reaguje na aktuální bezpečnostní hrozby, mezi něž patří například terorismus, šíření zbraní hromadného ničení a jejich nosičů, kybernetické útoky, negativní aspekty mezinárodní migrace, organizovaný zločin a korupce. (Bezpečnostní strategie České republiky, 2015)

Policie ČR má jako orgán činný v trestním řízení pravomoci a povinnosti spojené zejména s vyšetřováním trestných činů, obecně s protiprávním jednáním. Právním pilířem v trestním řízení je trestní řád, na jehož základě provádí policejní orgán objasňování a vyšetřování, není-li zákonem stanoveno jinak. (Česko, 1961)

Policejní orgán provádí šetření a opatření směřující k odhalení skutečností nasvědčujících spáchání trestného činu a ztotožnění pachatele. V rámci trestního řízení, a za předpokladu zákonem stanovených podmínek i před trestním řízením, s aplikací kriminalistiky využívá nástroje, jako jsou výslechy, vazba či jiné omezení pohybu osoby, zajištění věci důležité pro trestní řízení, domovní a osobní prohlídka, prohlídka jiných prostor a pozemků včetně vstupu na ně, manipulace se zásilkami, sledování, odposlech a záznam telekomunikačního provozu, předběžné opatření a dokazování. Při dokazování provádí výslechy, konfrontaci, rekognici, vyšetřovací pokus, rekonstrukci, prověrku na místě, a další. (Česko, 1961)

Kriminalistika je samostatný vědní obor, zabývající se způsoby a metodami vyhledávání, zajišťování, zkoumání, dokumentování a uchovávání důkazů, stop a jejich vlastností, pro potřeby objasňování vyšetřované události. Dělí se na kriminalistickou techniku, taktiku a metodiku vyšetřování. (Porada a kol., 2019)

Kriminalistická technika je při vykonávání policejních činností nenahraditelným prvkem a má významný vliv na úspěšné stíhání. Policie ČR se při provádění kriminalisticko-technické činnosti řídí mj. pokyny policejního prezidenta o kriminalisticko-technické činnosti. (Porada a kol., 2019)

Vyžaduje-li trestní řízení odborných znalostí, je k případu přibrán znalec, nebo také expert, z daného oboru či odvětví, nebo jiná právnická či fyzická osoba s potřebnými znalostmi, k podání odborného vyjádření nebo znaleckého posudku. (Česko, 1961)

Kdo a za jakých podmínek může znaleckou činnost vykonávat, definuje zákon o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech. (Česko, 2019)

Policie ČR zřizuje jako vnitřní organizační složky sboru Odbory kriminalistické techniky a expertíz (dále jen OKTE) s vymezenou věcnou a místní příslušností, zpravidla krajskou, a Kriminalistický ústav v Praze s působností celostátní. Jde o znalecká pracoviště, která

splňují standard normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2018, o všeobecných požadavcích na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří, a jejich činností je zejména zpracování odborných vyjádření a znaleckých posudků v tradičních i moderních odvětvích v rámci forenzního zkoumání, jako jsou například daktyloskopie, balistika, technické zkoumání, chemie, genetika, fotografie, videozáznamy, analýza dat a zkoumání nosičů dat, a další dle vyhlášky č. 505/2020 Sb. (Česko, 2020)

Znalecká pracoviště se rovněž podílejí na ohledání místa činu, zejména v případě spáchání zvláště závažného trestného činu, ale dle potřeby i jiných trestných činů, a dalších kriminalisticko-technických úkonech. Součástí každého znaleckého pracoviště Policie ČR je fotografická laboratoř provádějící kriminalisticko-technickou fotografickou dokumentaci předložených zkušebních položek pro potřeby zkoumání. Odvětví fotografie není zkoušeno na soulad s normou ČSN EN ISO/IEC 17025:2018, přesto se mj. řídí i standardními operačními postupy odvětví, které podmínky normy splňují a upravují nároky na fotografickou dokumentaci.

Všechna stádia vývoje trestného činu, tj. příprava, pokus a dokonání trestný čin, zanechávají v prostředí změny podléhající ztrátě svých vlastností v čase, které následně policejní orgán vyhledává a interpretuje pro potřeby trestního řízení. (Šámal a kol., 2016)

Místo činu a ohledání jsou základními teoretickými i praktickými pojmy v kriminalistice a trestním právu. Jedná se o vytěžení prvotních (výchozích) informací, které významně ovlivňují další postup policejního orgánu při objasňování události, neboť pachatel zanechává v materiálním prostředí či v paměti své nebo jiných osob v souvislosti s ním změny způsobené jeho činností. Tyto změny mohou vést k identifikaci pachatele, nebo jeho postupu a použitých prostředků a metod. (Porada a kol., 2019)

Místo činu je kriminalisticky významné místo, kde se pachatel dopustil protiprávního jednání nebo kde v něm pokračoval, a v němž zanechal materiálové změny s jeho jednáním související. V trestním právu je místo trestného činu definováno jako místo, kde došlo k objektivnímu naplnění skutkové podstaty konkrétního trestného činu. V případě distančního protiprávního jednání jsou za místa činu považována místa, kde byla trestná činnost vykonána i spáchána. Z hlediska kriminalistiky je místem činu i místo, kde došlo například k přírodní katastrofě, pádu letadla, havárii, a další. Takové místo je však častěji označováno jako místo události. (Porada a kol., 2019)

Ohledání je neodkladná, neopakovatelná a nezastupitelná systematická činnost policejního orgánu vedoucí k vyhledání, zajištění a zkoumání změn v materiálním prostředí nebo v paměti na základě bezprostředního pozorování, které mají nebo by mohly mít souvislost s vyšetřováním či objasňováním události. Z hlediska kriminalistiky je ohledání kriminalistická metoda a dle trestního řádu jde o procesní úkon. (Porada a kol., 2019)

Dle § 113 trestního řádu se „*Ohledání koná, mají-li být přímým pozorováním objasněny skutečnosti důležité pro trestní řízení. K ohledání se zpravidla přibere znalec.*“ Definice ohledání v trestním řádu je velmi obecná a zahrnuje všechny druhy ohledání, tj. místa činu, mimořádné události, jiných kriminalisticky významných míst, těla živé osoby, mrtvoly, předmětů, stop, výpočetní techniky, a dalšího. Ohledání lze také definovat jako činnost směřující ke zjištění, zkoumání, fixaci a hodnocení změn a okolností, které jsou relevantní pro vyšetřování či objasňování. Účelem je vyhledávání, dokumentace a zajištění stop, získávání poznatků k operativně pátrací činnosti, k sestavení kriminalistických verzí a ke zjištění motivu pachatele. (Němec, 2017)

Dle povahy ohledávaného objektu lze ohledání rozlišit na ohledání místa činu, mimořádné události, jiných kriminalisticky významných míst, mrtvoly a místa jejího nálezu, předmětů, stop, dokumentů, výpočetní techniky, zvířat a těla živé osoby. (Porada a kol., 2019)

Z důvodu významu ohledání pro trestní řízení jsou metody ohledání aktualizovány, a to zejména v oblastech objektivitu, rychlosti, přesnosti, kvality stop a speciálních technických prostředků. Policejní orgán proto využívá všechny dostupné prostředky k vyhledání, zajištění, zkoumání, zjištění stop a objasnění mechanismů a jiných kriminalisticky významných okolností. Výsledek ohledání je ovlivněn subjektivní stránkou věci, kdy jsou využívány znalosti a zkušenosti osob provádějících úkon. V případě, že to okolnosti vyžadují, je k ohledání přizván expert OKTE se zvláštními odbornými znalostmi a speciálními technickými prostředky, odpovídající jeho specializaci. Ten je dle platných interních aktů řízení účastníkem ohledání, může na místě vyhledávat a zajišťovat stopy odpovídající odvětví, v němž je expertem, metodicky vede kriminalistického technika a pomáhá mu. (Porada a kol., 2019)

Ohledání může provádět orgán činný v trestním řízení, tedy jakýkoliv policista, orgán celní správy, státní zástupce i soudce. (Němec, 2017)

Nemá-li vyšetřovatel prostředky nebo vědomosti k ohledání místa činu, je na jeho žádost vyslána na místo místně, respektive věcně, příslušná výjezdová skupina územního odboru

nebo kriminalistický technik nebo jiný příslušný útvar Policie ČR. V případě potřeby, ale zejména v případech zvláště závažných trestných činů, je na místo vyslána výjezdová skupina expertů OKTE v počtu dvou expertů – dokumentaristy a genetika, případně dalších, s potřebnou odborností, zkušenostmi a vybavením.

V praxi je k ohledání místa činu vysláno takové množství sil a prostředků, které jsou potřeba k provedení úkonu. Přitom je zvažován materiální stav místa a věcí, rozloha či složitost místa činu, odbornost, vybavení, a další. (Porada a kol., 2019)

Sestavení stálé výjezdové skupiny často není z organizačních důvodů možné. Z hlediska profese či odbornosti se například krajský výjezd skládá z velitele výjezdu, vyšetřovatele, operativce, kriminalistického technika, a dle druhu trestného činu i z expertů OKTE, soudního lékaře, státního zástupce, psovoda, pyrotechnika, nezúčastněné osoby, svědka, poškozeného, podezřelého, a dalších. (Němec, 2017)

Z hlediska taktiky ohledání je využívána široká škála metod od zcela základních po složité, vyžadující odbornost či použití zvláštních technických prostředků. Základní metodou je pozorování pomocí smyslových orgánů, které je doplněno měřením, vypočítáváním, popisováním, srovnáváním, experimentováním, modelováním a způsoby logického myšlení, jako je analýza, analogie, a další. (Porada a kol., 2019)

Kriminalistická stopa je změna v materiálním prostředí či paměti, která je nositelem kriminalisticky relevantní informace, má příčinnou, místní nebo časovou souvislost s vyšetřovanou událostí a je zjištělná, zjistitelná a využitelná. (Porada a kol., 2019)

Latentní stopa je pak lidskému oku neviditelná stopa, která je zviditelněna pomocí fyzikálních, fyzikálně-chemických nebo chemických metod, například pomocí prášku, par, či luminiscence. (Porada a kol., 2019)

Kriminalisticko-technická dokumentace fixuje průběh a výsledky použitých kriminalistických metod a procesů, jinými slovy je využívána k poznávání dějů, které v minulosti zanechaly svůj obraz v hmotném prostředí. Je to vědní obor kriminalistické techniky, který umožňuje každému, kdo těmto procesním úkonům nebyl osobně přítomen nebo si je již nepamatuje, učinit si přesnou představu o dokumentovaných skutečnostech. Realizace většiny procesních úkonů vyžaduje provedení fotografické dokumentace nebo videodokumentace. (Straus, 2012)

Kriminalisticko-technická dokumentaristika musí interpretovat skutečnou situaci, prováděné metody, způsoby a prostředky, nebo průběh procesního úkonu v místě, čase

a podmínkách tak, aby umožnila všem následným zpracovatelům vytvoření objektivní představy, případně obnovení situace do stavu v době dokumentace. V závislosti na situaci nebo druhu procesního úkonu jsou používány různé formy dokumentace: protokol, fotografická dokumentace, topografická dokumentace, videodokumentace, zajištění věci *in natura*, tj. ve své přirozené podobě, a další. Každá z těchto forem musí splňovat procesní náležitosti, které definuje trestní řád a interní akty řízení. (Straus, 2012)

Fotografická dokumentace je nedílnou součástí policejních, resp. vyšetřovacích, činností a při šetření a dalších úkonech je nenahraditelná a zásadní pro uchování objektivních informací. Při jejím pořizování je třeba počínat si s potřebnou rychlostí a systematicky, zvláště v případě dokumentování objektů, jejichž vlastnosti se mění v relativně krátkém časovém intervalu. (Straus, 2012)

Kriminalisticko-technická fotografická dokumentace je založena na obecných základech fotografie, zcela jistě se však nejedná o žádnou formu umění jako například v případě žánrů portrét, glamour, architektura, abstrakt, ani reportáž a jiné, ale zejména v případě dokumentace prováděnou dokumentaristou OKTE se jedná o ryze technickou fotografii.

S fotografickou dokumentací musí být nakládáno tak, aby bylo možné prokázat její věrohodnost a vyloučit neoprávněnou manipulaci. Snímky jsou ukládány a archivovány i v originální podobě. (Straus, 2012)

Metodika kriminalisticko-technické dokumentaristiky definuje způsob péče o digitální fotoaparát, nakládání se snímky, obsah snímků, druhy speciální fotografie, a další. Neobsahuje však metodiku technické manipulace s digitálním fotoaparátem a předpokládá odbornost a kreativní myšlení dokumentaristy. Ten v rámci odborného vzdělávání absolvuje kurz kriminalistických techniků, jehož je manipulace s digitálním fotoaparátem součástí. I přesto bývají fotografie exponovány v automatickém režimu fotoaparátu, s obrazovými vadami, částečně neostré, či s jinými nedostatky, a tím je devalvována práce dokumentaristy i úsilí vzdělávacího systému, neboť tímto dokumentarista ztrácí absolutní kontrolu nad výsledným snímkem. Zatímco kriminalistický technik zpracovává celé místo činu, dokumentarista OKTE a zároveň expert v odvětví fotografie a fotografických přístrojů má odborné znalosti z oblasti fotografické dokumentace, speciální vybavení a omezenou věcnou příslušnost. Je odborníkem v daném odvětví a vzniká tedy důvodný předpoklad, že je schopen provádět i některé druhy speciální fotografie s potřebnou rychlostí a kvalitou.

2 TEORIE ANALOGOVÉ A DIGITÁLNÍ FOTOGRAFIE

Za první písemné historické prameny, které ovlivnily dějiny fotografie, bývají považovány zápisky čínského filozofa Mo-Ti z 5. století př. n. l. Mo-Ti pozoroval světlo pronikající malým otvorem do tmavé místnosti, promítající na zeď přesný, ale obrácený obraz venkovní scény. Podobné pozorování provedl i Aristoteles ve 4. století př. n. l. (Rosenblum, 1997)

Abu al Hasan bin al Haitham, někdy také jen Alhazeen, v 10. století pozoroval, že ostrost obrazu promítnutého do tmavé místnosti je závislá na tvaru a velikosti otvoru, jímž dovnitř prochází světlo. (Robinson, 2010)

Tyto poznatky využilo několik konceptů z renesančního období ke zdokonalení finální konstrukce *camery obscury* pomocí jedné skleněné čočky či soustavy čoček a zrcadel k převrácení obrazu, použitím clony a sestavením přenosné konstrukce. Přestože až po implementaci jednoduché clony lze zařízení alespoň vzdáleně přirovnávat k fotografickému přístroji, *camera obscura* je jedním z nejvýznamnějších milníků fotografie a stala se výchozím bodem pro další vývoj fotografického přístroje. (Robinson, 2010)

Bylo přirozenou potřebou zachytit obraz trvale a rychleji v porovnání s překreslováním promítnuté scény. Roku 1614 si Angelo Sala povšiml reakce, jinak bílých, stříbrných solí na světlo, která se projevovala ztmavením látky. V osmnáctém století jej obdobnými experimenty následovali Johann Heinrich Schulze, Jean Hellot, Carl Wilhelm Scheele a Thomas Wedgwood. Přestože získané poznatky byly významné, nevedly k ustálení reakce, a ta při další expozici světlu pokračovala až do úplného ztmavení. (Robinson, 2010)

Po desetiletém výzkumu exponoval historicky první relativně stálou monochromatickou fotografii Joseph Nicéphore Niépce v roce 1826. (Robinson, 2010)

V roce 1829 Joseph Nicéphore Niépce a Jacques Louis Mandé Daguerre navázali spolupráci, jejímž výsledkem byla technika daguerreotypie představená v roce 1839. Daguerrotypie byla založena na vývoji světlocitlivého roztoku dusitanu stříbrného (AgNO_3) pomocí rtuťových par a ustálení v obyčejné kuchyňské soli (NaCl). Ve stejné době představil William Henry Fox Talbot techniku kalotypie, která jako nosič využívala papír s vrstvou chloridu stříbrného (AgCl). (Robinson, 2010)

Talbot využil znalosti o achromatických optických soustavách a o podmínkách, za kterých je možné exponovat. Sestavil na tehdejší dobu velmi kompaktní řešení přístroje v podobě dřevěného boxu s výsuvným měchem a objektivem s clonou. (Rosenblum, 1997)

Astronom Sir John Frederick William Herschel prováděl experimenty s různými látkami a pozoroval jejich chování při expozici slunečním paprskům. Zjistil, že k zastavení reakce stříbrných solí na světlo, tedy k ustálení procesu, lze použít dithioničitan sodný ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), nazývaný také „hypo“. Tento ustalovač postupně začali využívat Daguerre i Talbot. V jiném experimentu použil optický hranol k rozložení světla na projekci spektrálních složek a měřil jejich teplotu. V oblasti za červenou složkou projekce byl umístěn jeden z teploměrů k měření referenční teploty v místnosti. Tímto však naměřil vyšší hodnoty než na ostatních teploměrech. To Herschela vedlo k názoru, že existuje záření, které není lidskému oku viditelné. Zcela náhodou prokázal existenci záření, které bylo pojmenováno jako infračervené záření elektromagnetického spektra. (Davies, 2018)

Ultrafialové záření objevil o rok později chemik Johann Wilhelm Ritter. Ten zkoumal podmínky, za jakých stříbrné soli tmavnou. Podobně jako Herschel použil k projekci spektrálních složek optický hranol a do každé takto projektované barvy umístil zkumavky s chloridem stříbra. Pozoroval, že roztok tmavne rychleji v modré a fialové složce projekce. Referenční zkumavka umístěná za fialovou složkou však měnila barvu ještě rychleji. Ritter toto neviditelné záření nazval „chemickým zářením“, které se později stalo známé jako ultrafialové záření elektromagnetického spektra. (Davies, 2018)

Díky rozšíření daguerreotypie po celém světě a vzrůstající oblibě, se pro zachycené obrazy začalo užívat označení „fotografie“ (z řeckého *phos* – světlo a *graphos* – psaní). Technika nalezla uplatnění v novinářském a tiskařském průmyslu, ale i ve vědách, například v kriminalistice, kde fotografické přístroje začala v roce 1841 používat pařížská policie k exponování tzv. třídílné fotografie. (Robinson, 2010)

Frederick Scott Archer vynalezl v roce 1851 kolodiovou techniku, která využívala soli stříbra podobně jako techniky Daguerra, Talbota, a dalších. Odlišovala se ve způsobu expozice, která probíhala na skleněnou desku navlhčenou stříbrným roztokem. Fotografie se po expozici vyvíjela v dalších roztocích. (Robinson, 2010)

Sir George Gabriel Stokes v roce 1852 definoval zákonitosti ultrafialové fluorescence. Vycházel z poznatku, že vlnová délka fluorescentního záření je vždy delší, než vlnová délka záření, které fluorescenci iniciovalo. Fluorescence pak není tak intenzivní jako záření, které generuje světelný zdroj. Z tohoto plyne, že pokud je médium (deska, film nebo snímáček) citlivé na oba druhy záření, je nutné použít bariérový filtr k eliminaci záření ze zdroje, aby bylo možné exponovat pouze fluorescentní záření. (Robinson, 2010)

James Clerk Maxwell a Thomas Sutton v roce 1861 exponovali na monochromatické negativy s použitím červeného, zeleného a modrého filtru. Barevné projekce fotografie nazvané *Ribbon* dosáhli překrytím negativů s příslušnými barevnými filtry a tím položili základ pro barevnou fotografii. Princip této metody přispěl k pochopení interpretace barev v dnes nejrozšířenějším barevném prostoru RGB (z angl. *Red, Green, Blue*), který byl už od počátku 19. století považován za základní a lidskému oku nejbližší. V následujícím období vznikalo několik druhů barevného filmu. Tím dodnes používaným je celuloidový film složený z několika vrstev, kde každá z vrstev propouští barvy v konkrétním intervalu vlnových délek. Výsledkem pak byl zdánlivě barevně složený negativ, který bylo nutné dále zpracovávat. (Robinson, 2010)

První patent průhledného filmu byl podán Hannibalem Goodwinem v roce 1887. Ten však nebyl zapsán až do roku 1898 a mezitím podala prakticky totožný patent společnost Eastman Kodak. O držiteli práv k tomuto patentu musel rozhodovat soud, který až v roce 1914 rozhodl ve prospěch Goodwina. (Robinson, 2010)

Přelom devatenáctého a dvacátého století je významný vývojem technicky dokonalejších a kompaktnějších fotografických přístrojů – fotoaparátů. Vzniká označení pro konstrukci fotoaparátů v závislosti na počtu objektivů: jednooký fotoaparát (z angl. *Single-Lens Reflex*) a dvouoký fotoaparát (z angl. *Twin-Lens Reflex*). Byly založeny společnosti Eastman Kodak, Zeiss Ikon, Agfa, Linhof, Rolleiflex, Leica, a další. (Rosenblum, 1997)

Inovativním bylo použití pružinové závěrky, rolovací celuloidový 35mm film s citlivostmi standardu ASA (z angl. *American Standards Association*) a objektiv s lamelovou clonou umožňující manuální ostření. Dosavadní exponování v rádech desítek sekund až minut bylo překonáno patentem Ottomara Anschütze, jehož konstrukce fotoaparátu z roku 1888 byla schopna exponovat s časem závěrky až 1/1000 s. V roce 1935 vyvíjí společnost Eastman Kodak první barevný film, od roku 1938 byl do fotoaparátu integrován expozimetr a po druhé světové válce i blesk. (Rosenblum, 1997)

Za počátek forenzního zkoumání obrazu bývá považováno využití fotografií osob v bankách, které vedlo k identifikaci pachatelů při vyloupení bank nebo pokusu o něj. V soudním řízení byly jako důkazní materiál připuštěny fotografie identifikující střelné zbraně, zachycující osoby pod vlivem omamných a psychotropních látek či dokumentace měření rychlosti vozidel. V důsledku toho vznikly první forenzní společnosti, například *International Association for Identification*, zabývající se identifikací osob. Uplatňováním fotografií v soudních řízeních vznikly nároky na technické vlastnosti fotografie a odbornost obsluhy

fotoaparátu. Do dnešních dob je zásadní schopnost fotografie věrohodně fixovat zájmovou situaci nebo stav věci v hmotném prostředí, sloužící k vytvoření objektivního názoru osobami, které nebyly na místě přítomny a situaci nevnímaly vlastními smysly. Poprvé v roce 1934 pak byly jako důkazy připuštěny fotografie v ultrafialovém spektru – trasologická stopa v tratolišti krve. (Robinson, 2010)

V padesátých letech dvacátého století byly zakládány první forenzní laboratoře se zaměřením na analýzu obrazu a forenzní fotografie se stala uznávaným samostatným odvětvím. Rozvoj tohoto odvětví se stal důvodem k definování základních podmínek validity fotografií a přípustných metod jejich akvizice a editace. (Robinson, 2010)

Součástí vývoje analogového snímání obrazu není pouze vývoj média pro zachycení expozice, ale i vynálezy a zdokonalování a objevy dalších komponent i příslušenství, jako jsou clona, objektiv, zmenšování konstrukce fotoaparátu, implementace funkcí jako je dálkoměr, expozimetr, blesk, stativ, chemické sloučeniny pro vývoj či ustálení, vybavení laboratoře, respektive fotografické komory, a další.

Fotografický průmysl akcelerovala potřeba vybavit armády a tajné služby v době ozbrojených konfliktů a studené války. Fotoaparáty byly v nejrůznějších podobách využívány k leteckému průzkumu, získávání informací a ve špionáži. Zvýšenou poptávkou došlo ke snížení pořizovacích nákladů pro běžného zákazníka. V civilním sektoru byla fotografie využívána v nejrůznějších vědeckých disciplínách, reklamně, reprodukci, a dalším. (Rosenblum, 1997)

Vývoj analogové fotografie probíhal v několika vzájemně se ovlivňujících směrech a lze jej dělit pomocí různých kritérií, například geograficky, podle výchozí použité techniky, použitých chemických látek či médií, na které je fotografie výsledně exponována. Tyto další směry však pro tuto práci není nezbytně nutné rozvádět.

V druhé polovině dvacátého století, kdy se analogová fotografie těšila největší a stále rostoucí oblibě, vznikla první zařízení určená k zachycení a zpracování digitálního obrazu. Konstrukce těchto zařízení však byla vhodná pouze k dalšímu vývoji a přímo závislá na vývoji výpočetního výkonu a podpůrných technologií v počítačovém průmyslu.

Digitální obraz je definován dvourozměrnou funkcí $f(x, y)$, kde x a y představují rovinné souřadnice libovolného bodu ležícího na této rovině a f je intenzita této uspořádané dvojice. Tato funkce nabývá konečných hodnot. Digitální obraz se tedy skládá z konečného množství obrazových prvků (z angl. *Picture Elements* – *pixel* [px]), kde každý prvek je definován

souřadnicemi a hodnotou intenzity. Pixel je považován za základní prvek digitálního obrazu a množina uspořádaných pixelů tvoří rastr. (Gonzales a Woods, 2002)

John von Neumann v polovině 20. století popsal dvě podmínky existence zařízení podobného modernímu digitálnímu počítači, kterými byla paměť k uchování programu i dat a podmíněné větvení. Tyto dvě podmínky se staly základem pro vznik procesoru. (Gonzales a Woods, 2002)

Aby bylo možné zpracovávat v počítači digitální obraz, bylo nutné zvýšit jeho výpočetní výkon. K tomu vedl vynález tranzistorů v Bellových laboratořích (1948), vývoj operačních systémů a programovacích jazyků COBOL a FORTRAN od 70. let 20. století, vynález integrovaného obvodu ve společnosti Texas Instruments (1958), vývoj mikroprocesoru společností Intel v 80. letech 20. století, postupná integrace, utilizace a zvyšování výpočetního výkonu jednotlivých komponent. (Gonzales a Woods, 2002)

Významnou událostí bylo digitální zpracování dat ze sondy Ranger 7, kterou vyslal Národní úřad pro letectví a vesmír (dále jen NASA) v roce 1964 na oběžnou dráhu měsíce. Snímky měsíčního povrchu pořízené palubní analogovou televizní kamerou byly digitálně zpracovány s redukcí optických vad objektivu kamery. (Rosenblum, 1997)

Současně s NASA probíhal vývoj počítačové tomografie, tj. akvizice třírozměrného obrazu pomocí rentgenového záření, za nějž získali Sir Godfrey Newbold Hounsfield a prof. Allan McLeod Cormack v roce 1979 Nobelovu cenu v oblasti fyziologie a lékařství. Výzkum digitálního zpracování obrazu zažíval prudký vzestup. (Gonzales a Woods, 2002)

Technologie digitálního snímání obrazu započala vývojem zařízení schopného detekovat světlo v jedné fotocitlivé buňce odpovídající jednomu pixelu. Zprvu bylo zařízení schopno rozlišit pouze světlo a tmou, až později odstíny v šedé stupnici. Další vývoj umožnil zvyšování rozlišení z 1×1 px postupně na 8×1 px, 8×8 px, v roce 1975 na 100×100 px a umožnil a stále umožňuje umístit na se plochu větší množství (desítky milionů) fotocitlivých bodů. (Gonzales a Woods, 2002)

K dosažení barevnosti digitálního obrazu se v roce 1976 Bryce Edward Bayer do jisté míry inspiroval teorií vrstev barevného analogového filmu. Plochu snímače rozdělil na rastr o sousedních 2×2 fotocitlivých buňkách, kde 1 buňka je citlivá na červenou, 1 na modrou a 2 diagonálně proti sobě na zelenou barvu. Vytvořil tak tzv. Bayerův filtr, který se ve většině snímačů digitálního obrazu využívá dodnes a citlivostí na barevné spektrum je velmi blízký lidskému zraku. (Robinson, 2010)

Snímač je zařízení, které detekuje paprsky zdroje záření po jejich odrazu od povrchu objektu ve formě vln s různým množstvím energie. Paprsek dopadající na plochu snímače projde barevným filtrem, kde je na základě jeho vlnové délky odečtena barva a množství fotonů indukuje na fotocitlivé buňce náboj, jehož velikost představuje intenzitu. Takto získané informace jsou řádkově nebo plošně převedeny v analogově-digitálním převodníku na soubor digitálních dat. (Robinson, 2010)

V případě digitálního snímání obrazu může být takto vzniklý soubor digitálních dat přímo ukládán ve své „syrové“ podobě a obsahuje i data, která na první pohled nemusí být viditelná, nebo je dále zpracován procesorem, který aplikuje uživatelské nastavení s využitím výrobcem definovaných algoritmů v oblastech komprese, úpravy křivek jednotlivých barev, ostření, redukce šumu či dalších a poté je v obou případech uložen na datový nosič. (Gonzales a Woods, 2002)

Výrobci digitálních fotoaparátů využívali již existujících komponent a principů některých technologií z analogových fotoaparátů. V počátcích byl analogový film nahrazen digitálním snímačem s externím datovým úložištěm a všechny ostatní komponenty zůstaly nepozměněny. Logickým vývojem pak byla implementace nových elektronických komponent do těla fotoaparátu a modifikace příslušenství. Jedním z prvních profesionálních digitálních fotoaparátů, tzv. digitálních zrcadlovek, se stal v roce 1999 Nikon D1. Cenově dostupnějším se stal v roce 2003 Canon EOS 300D.

Další modely produktových linií jednotlivých výrobců, jako je Canon, Fujifilm, Hasselblad, Nikon, Olympus, Panasonic, Pentax, Sony a další, byly kromě vlastních směrů vývoje zaměřeny na zmenšování fyzických rozměrů a zvyšování kvality parametrů v závislosti na aktuálních trendech. Tyto lze dále dělit na všeobecné, mezi něž patří zvyšování obrazového výkonu snímače, ergonomie, snižování hmotnosti a velikosti, odolnost proti atmosférickým podmínkám, kapacita a odolnost akumulátoru, výklopný displej, rychlost ostření a rychlost zápisu/čtení datového nosiče, vývoj stabilizace a závěrky, zvyšování výpočetního výkonu procesoru a s tím související použití výkonnějších algoritmů, vývoj tzv. digitálních bezzrcadlovek, kvalitní příslušenství (objektivy, externí blesky, studiové příslušenství a další) a na trendové, které ovlivňuje aktuální spotřebitelská poptávka. Mezi implementaci a rozvoj funkcí v závislosti na poptávce spotřebitelů lze zařadit zejména funkce zvyšování dynamického rozsahu a scénických režimů, konektivitu se sociálními sítěmi a s tím související bezdrátovou konektivitu, schopnost fotoaparátu pořizovat videozáznam. Menší

poptávku pak tvoří speciálně upravené digitální fotoaparáty, například pro astrofotografii, tzv. plnospektrální snímání, fotografování ve vesmírném prostoru a další.

V době, kdy kvalita výsledků digitálního snímání obrazu začala dosahovat dostatečně vysoké kvality pro fotografické expertízy (2003), začaly být analogové postupy postupně nahrazovány digitálními. Tím vzniklo zcela nové odvětví zkoumání digitálního obrazu.

3 ELEKTROMAGNETICKÉ SPEKTRUM A JEHO REGISTRACE

Sir William Herschel a Johann Wilhelm Ritter potvrdili existenci záření, které není lidskému oku viditelné, tedy není pozorovatelné. Jedním ze základů moderní vědy a společnosti se stalo i gama záření a dlouhé vlny pro přenos radiového signálu, které se nacházejí na obou koncích elektromagnetického spektra, viz Obrázek 1. (Prutchi, 2017)

Elektromagnetické spektrum je reprezentováno stupnicí záření seřazených dle jejich vlnové délky, může být vyjádřeno i pomocí frekvence nebo množství energie, jejíž je záření nositelem. Pomocí charakteristik dané části spektra jej lze dělit na ultrafialové, viditelné a infračervené záření. (Davies, 2018)

Intervaly vlnových délek dílčích částí elektromagnetického spektra nejsou přesně stanoveny, hraniční hodnoty vlnových délek záření se v různých zdrojích liší. Pro potřeby této práce bylo použito dělení dle Daviese, 2018, se zaměřením na ultrafialové a viditelné spektrum. Ultrafialové záření se skládá z UV-C, UV-B a UV-A záření. (Davies, 2018)

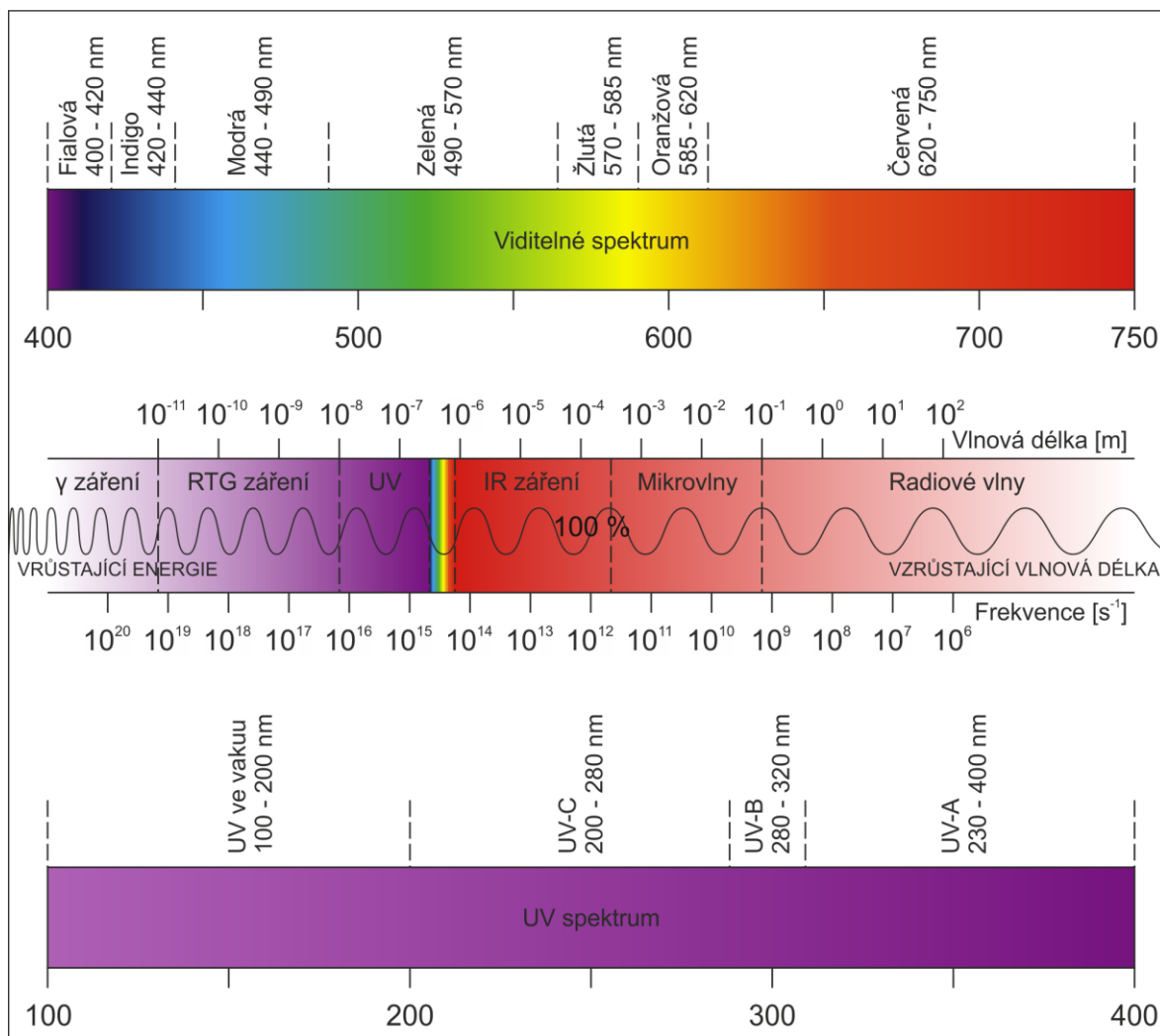
Díky velkému množství energie je UV-C záření nejvíce nebezpečné. Je filtrováno ozónovou vrstvou atmosféry a neproniká na zemský povrch. Záření UV-B částečně na zemský povrch proniká, způsobuje opálení kůže, ale neproniká do podkožního vaziva. Dlouhodobá expozice záření vede ke vzniku popálenin a může významně přispět k akceleraci rakoviny kůže. Přibližně 95 % ultrafialového záření dopadajícího na zemský povrch je tvořeno UV-A zářením. To přispívá k opálení kůže, proniká hlouběji do podkožního vaziva a může být příčinou kožních onemocnění. Díky schopnosti ultrafialového záření poškozovat tkáň se UV-C záření využívá k dekontaminaci prostor a předmětů obsahujících viry a bakterie, zároveň však při expozici tomuto záření dochází k degradaci biologického materiálu, který je třeba zachovávat pro potřeby forenzního zkoumání. Nejméně destruktivním je při relativně krátké expozici záření UV-A. (Davies, 2018)

Obrazová data z elektromagnetického spektra mohou být popsána jako sinusová křivka s proměnnými vlnovými délkami, jako nehmotný proud částic pohybujících se ve vakuu rychlostí světla ve vlnách. Každá taková částice je nositelem energie v podobě fotonu. (Gonzales a Woods, 2002)

Vlny jsou definovány vlnovou délkou, frekvencí a rychlostí. Vlnová délka je vzdálenost dvou sousedních píků ve vlně, frekvence je počet vln, které projdou bodem za jednotku času a šíří se rychlostí světla. Závislost těchto tří parametrů lze vyjádřit vztahem $\lambda \cdot f = c$, kde c je rychlost světla ve vakuu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$], f frekvence [Hz nebo s^{-1}] a λ vlnová délka [m]. S využitím

kvantové teorie je energie záření, v tomto případě fotonu, vyjádřena vztahem $E=f \cdot h$, kde E je energie [J], f frekvence [Hz nebo s^{-1}] a h Planckova konstanta [$J \cdot s$]. (Davies, 2018)

Při dopadu může být záření odraženo, absorbováno nebo transmitováno (přeneseno). (Davies, 2018)



Obrázek 1 Elektromagnetické spektrum. (vlastní, původně Prutchi, 2017 a Davies, 2018)

K registraci záření lidským okem slouží fotocitlivé receptory, obsahující opsinové proteiny, které jsou aktivovány energií příchozího záření. Lidské oko využívá čtyři druhy receptorů (opsinů). Rhodopsin je protein, který se aktivuje za zhoršených světelných podmínek a umožňuje částečné, bezbarvé, vidění v šeru. Další tři fotopsinové, barvocitlivé, proteiny, jsou citlivé na vlnové délky s píky 560 nm (červená), 530 nm (zelená) a 420 nm (modrá). Umožňují tak trichromatické vidění (z lat. *tri* - tři, *chroma* - barva). (Prutchi, 2017)

Za hranice spektra viditelného lidským zrakem je považován interval 400-750 nm. Schopnost člověka vnímat i záření mimo interval však není zcela vyloučena. Z evolučního

hlediska může být člověk schopen vnímat záření z části UV-A spektra (vzácně i UV-B). V případě záření o vlnové délce větší než 750 nm je záření nositelem tak relativně nízké energie, že nedojde k aktivaci fotopsinů a v důsledku toho není infračervené záření viditelné. (Prutchi, 2017)

Všichni živočichové neregistrují záření ve stejném intervalu vlnových délek jako člověk. V přírodě se nachází nespočet prvků či znaků registrovatelných i v jiných částech elektromagnetického spektra. Schopnost vnímat záření se u živočichů vyvinula v důsledku evoluce a může být podpořena dalším smyslovým orgánem. Účelem je prosté přežití, neboť slouží k lovu a sběru jídla, identifikaci pohlaví a navigaci. Za extrém jsou považováni zástupci čeledi straškovitých, kteří mají 12 různých receptorů. Pravděpodobně však využívají jen některé, mezi něž patří opsin se schopností vnímat záření s píkem vlnové délky 250 nm, a to ve vodních hlubinách, kde je transmitance záření o vyšších vlnových délkách velmi nízká. Obecnějším příkladem je trichromatické vidění včely s píky 353 nm, 439 nm a 540 nm. Včela je schopna dobře vnímat záření i o vlnové délce 300 nm. V přírodě tímto způsobem rozeznává květy rostlin vhodných k opylení. (Prutchi, 2017)

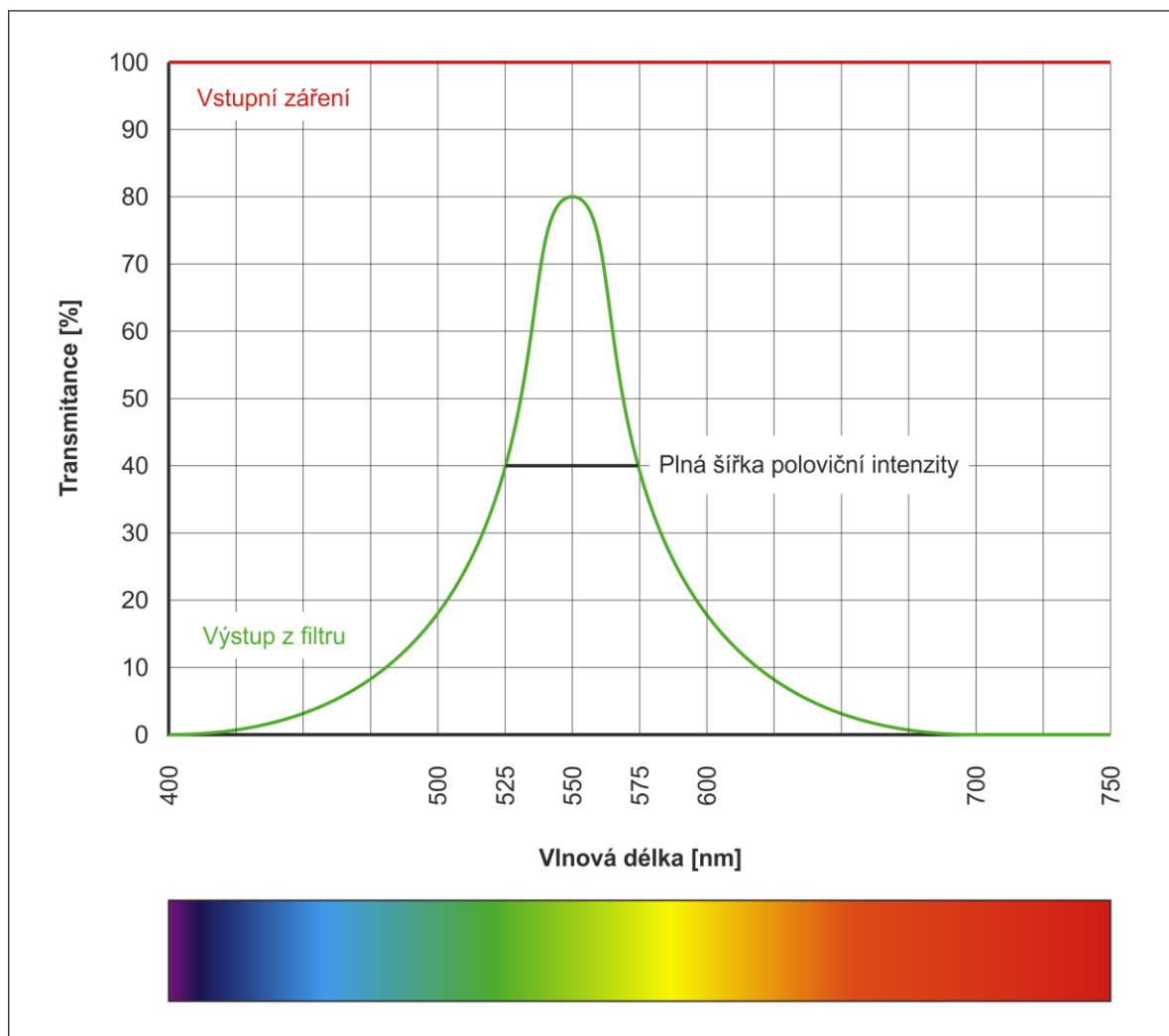
Z hlediska vědy, výzkumu a pochopení přírodních zákonitostí, se pro člověka stala možnost viditelné interpretace běžně neviditelných částí spektra velmi významnou. Historicky nežádoucí vady analogového fotografického filmu v podobě neostrosti či jiných vad obrazu způsobených ultrafialovým nebo infračerveným zářením, byly technologickým vývojem proměněny v devizy specializovaných laboratorních zařízení, ale i běžných fotoaparátů. Běžný snímač digitálního fotoaparátu je schopen zachytit záření v intervalu, velmi obecně, 300-1100 nm. Aby byl obrazový výkon snímače srovnatelný s lidským zrakem, jsou před snímačem umístěny filtry omezující transmitanci nežádoucího záření. (Prutchi, 2017)

Filtr je optický člen, jehož funkcí je transmitovat elektromagnetické záření o konkrétních vlnových délkách. Jiné optické členy nebo optické soustavy, je rovněž možné považovat za filtry, neboť svojí konstrukcí redukuje transmitanci záření. (Prutchi, 2017)

K určení transmitančních vlastností optického členu se využívá spektrofotometr. Optický člen je vložen mezi zdroj bílého záření (světla) a spektrofotometr. Při osvětlení bude absorbovat, případně odrážet, záření mimo jeho pásmo transmittance. Výsledkem zkoušení je transmitanční křivka. (Prutchi, 2017)

Na Obrázku 2 je vyobrazen ilustrační příklad propustnosti zeleného filtru, který ze 100% vstupního záření propustí pouze spektrální zelenou barvu a blízké barvy. Redukované záření

vstupuje do optického hranolu spektrofotometru a je promítnuto na fotocitlivý snímač, který provede měření intenzity pro každou vlnovou délku. Pík transmittance optického členu nemůže dosahovat 100 % z důvodu částečné absorpce záření při průchodu optickým členem. Transmittanční křivka ilustruje nejvyšší transmittanci na 80% hladině intenzity s píkem v 550 nm. Pro přesnější vyjádření vlastností optického členu je uváděn rozsah vlnových délek v plné šířce poloviční intenzity výstupu (z angl. *FWHM – Full Width at Half Maximum*), který je v tomto případě 50 nm. (Prutchi, 2017)



Obrázek 2 Transmittanční křivka. (vlastní, původně Prutchi, 2017 a Davies, 2018)

Výrobci digitálních fotoaparátů účelně omezují transmittanci ultrafialového spektra z důvodu negativního vlivu na výslednou ostrost snímku s využitím krycích vrstev na objektivěch, mikročočkách na jednotlivých obrazových bodech snímače s vloženým filtrem. Existují však i zařízení a objektivy transmitující ultrafialové záření. (Prutchi, 2017)

4 VYUŽITÍ ULTRAFIALOVÉHO SPEKTRA V KRIMINALISTICE

Kriminalisticko-technická dokumentace je vědní obor kriminalistické techniky zabývající se dokumentací kriminalisticky relevantních skutečností. Fotografická dokumentace je jedním z nejrozšířenějších a nejvýznamnějších způsobů fixace zájmových událostí. (Straus, 2012)

Zásadou kriminalisticko-technické dokumentace je věrně a s co nejvyšší mírou přesnosti interpretovat skutečnou situaci na místě objasňované události, bez pochybností a nezkresleně reprodukovat zájmové skutečnosti osobám, které budou dokumentaci využívat, obnovit zájmovou skutečnost, poskytnout informace o průběhu, metodách, způsobech, prostředcích a výsledku prováděných úkonů či činností v čase, prostoru a daných podmínkách. Mezi způsoby dokumentace patří písemný protokol, fotografická dokumentace, topografická dokumentace, videozáznam, audiozáznam, zajištění věci, technický znalecký posudek a speciální způsoby fixace. (Konrád, 2014)

Kriminalisticko-technická fotografická dokumentace zvyšuje efektivitu vyšetřování i výkon znalecké a expertízní činnosti, a tím přispívá k průběhu objasňování, vyšetřování a předcházení trestné činnosti. Fotografie je nezastupitelnou složkou kriminalisticko-technických a expertízních zkoumání, které by jinak nebylo možné realizovat, a to zejména díky schopnosti fotografie fixovat lidskému oku neviditelné záření a použití fotografických metod, které jsou nedestruktivní a bezkontaktní, tedy je možné stopu a její vlastnosti uchovat pro další zkoumání v nezměněném stavu. (Porada a kol., 2019)

Dle kontextu zájmové skutečnosti na snímku se dělí na fotografii orientační, celkovou situační, polodetailní, detailní a celkovou přehlednou. Dokumentace může vyžadovat využití méně obvyklých postupů a metod, jako jsou například fotografie panoramatická, lineární či kruhová panoramatická, měrná, makrofotografie, mikrofotografie a speciální fotografické techniky. Speciální fotografické techniky jsou metody, jejichž realizace je prováděna dokumentaristou s odborným vzděláním a vyžaduje nadstandardní znalosti, vědomosti, a prostředky. Mezi speciální fotografické techniky patří sférická fotografie, 3D skenování, tzv. multimediální virtuální procházka, fotografie exponované speciálním laboratorním vybavením, rentgenové snímky, superprojekce, ultrafialová, infračervená fotografie, a další. (Porada a kol., 2019)

Zatímco lidský zrak je schopen rozpoznat omezené pásmo elektromagnetického spektra, tzv. viditelné spektrum, digitální snímač registruje záření gama i dlouhé radiové vlny a interpretuje je různými způsoby. Variabilita interpretace dat vede k neshodě odborné

společnosti ve věci definování hranice, kdy končí zpracování dat a začíná analýza obrazu. Při zpracování digitálního obrazu jsou prováděny úpravy ve třech úrovních. Nízká úroveň je charakteristická úpravami šumu, kontrastu a ostrosti – vstupem i výstupem je rastr. Střední úroveň segmentuje obraz za účelem práce s vybranými oblastmi, u nichž lze například detekovat hrany, manipulaci s obrazem a další – vstupem je rastr a výstupem jsou vytěžená data, například individuální identifikace. Vysoká úroveň zahrnuje práci s objekty a aplikace kognitivních algoritmů – vstupem je nejméně jeden rastr a výstupem je poznání souvztažnosti zájmových oblastí, předmětů, děje, aj. (Gonzales a Woods, 2002)

Ke zviditelnění stop mohou být využity zdroje ultrafialového záření, kde je u různých látek a materiálů po osvětlení zářením o různé vlnové délce a s využitím barevných filtrů indukována nebo reflektována luminiscence zájmové skutečnosti ve viditelném spektru. Jde zejména o schopnost organických látek pohlcovat ultrafialové záření a schopnost anorganických látek ultrafialové záření odrážet. (Prutchi, 2017)

Ochranu proti účinkům ultrafialového záření zajišťuje melanin, který absorbuje záření dopadající na kůži živých organismů. Jeho koncentrací na jednom místě vzniká kožní pigmentace a krevní vaskulatura, která může být příčinou vzniku melanomů a jiných kožních onemocnění. Ultrafialová fotografie kůže nachází uplatnění při edukativně-preventivní činnosti, ale i při vyšetření u specialisty, přispívá k prevenci a zdůrazňuje význam používání prostředků na ochranu kůže proti ultrafialovému záření. (Prutchi, 2017)

Užitek metody demonstruje široká nabídka příručních a laboratorních přístrojů, které usnadňují práci specialistům, lékařům, ale i policejnímu orgánu v terénu i v laboratoři. V případě Policie ČR je to například ověřování pravosti osobních dokladů v mobilních laboratořích, zkoumání listin, cenin, podpisů, platidel, chemických vlastností látek, inspekce materiálových vad, vyhledávání a dokumentace latentních tělních tekutin, a další. Nejčastěji jsou takto zviditelňovány stopy v odvětví biologie a genetiky, kde jsou vyhledávány, respektive zviditelňovány, stopy tělních tekutin, jako je krev, sliny, pot, moč, sperma a poševní sekret. (Porada a kol., 2019)

Forenzní reflektovaná ultrafialová fotografie při použití funkce živého náhledu digitální zrcadlovky a zdroje záření je relativně rychlá metoda vyhledávání latentních stop. K tomuto jsou využívány zdroje záření, jako Projectina Docucenter Nirvis a Inspec-5, Projectina Paglab MSA-810, lupa s UV diodou, souprava MegaMAXX 300, svítidla Fénix TK25 UV nebo HammerHead UV 365 nm., a mnoho dalších.

Pro ultrafialové záření je charakteristický vznik sekundární indukované nebo reflektované luminiscence v oblasti viditelného spektra působením na organické a anorganické látky. Indukovaná luminiscence vzniká osvitem zdrojem ultrafialového záření, kdy fyzikální vlastností předmětu je absorpce, transmitance nebo odraz záření. K reflektované luminiscenci dochází osvitem ultrafialového záření a jeho odrazu ve stejném spektru. V tomto případě je nutné omezit transmitanci jiné než ultrafialové části spektra na snímač digitální zrcadlovky. (Davies, 2018)

Ultrafialové záření je vhodné ke zviditelnění a dokumentaci stop v odvětvích balistika (povýstřelové zplodiny), daktyloskopie (latentní stopy), biologie a genetiky (vyhledávání tělních tekutin), chemie (vzlínání na desce, vlákna, residua drog), mechanoskopie a metalografie (inspekce materiálu například při rozdílu starého a nového laku vlivem degradace polymeru), písmonalectví (platidla a cenné listiny), soudní lékařství (kostní úlomky, tetování, podlitiny a stopy po kousnutí), a další. (Porada a kol., 2019)

V případě fotografického zajišťování latentních daktyloskopických stop je obecně vhodné použít záření o vlnové délce 254 nm, které vede ke zviditelnění tuků a aminokyselin v potnětukové substanci. (Prutchi, 2017)

K vyhledání a zajištění fotografické dokumentace daktyloskopických stop slouží systém RUVIS (z angl. *Reflected Ultraviolet Imaging System*), skládající se z modifikovaného snímače s UV filtrem a ICF (IR) filtrem, objektivem, zdrojem záření 254 nm a stativem. Protože souprava nemá vlastní displej, je připojena k počítači s programovým vybavením k prohlížení a zpracování digitálního obrazu. (Prutchi, 2017)

Ultrafialové spektrum je v současnosti využíváno i v mobilních laboratořích Odboru cizinecké policie, mobilní chemické laboratoři Celní správy ČR a testování při ohledání místa dopravní nehody Odborem služby dopravní policie.

5 MODIFIKACE DIGITÁLNÍHO FOTOAPARÁTU

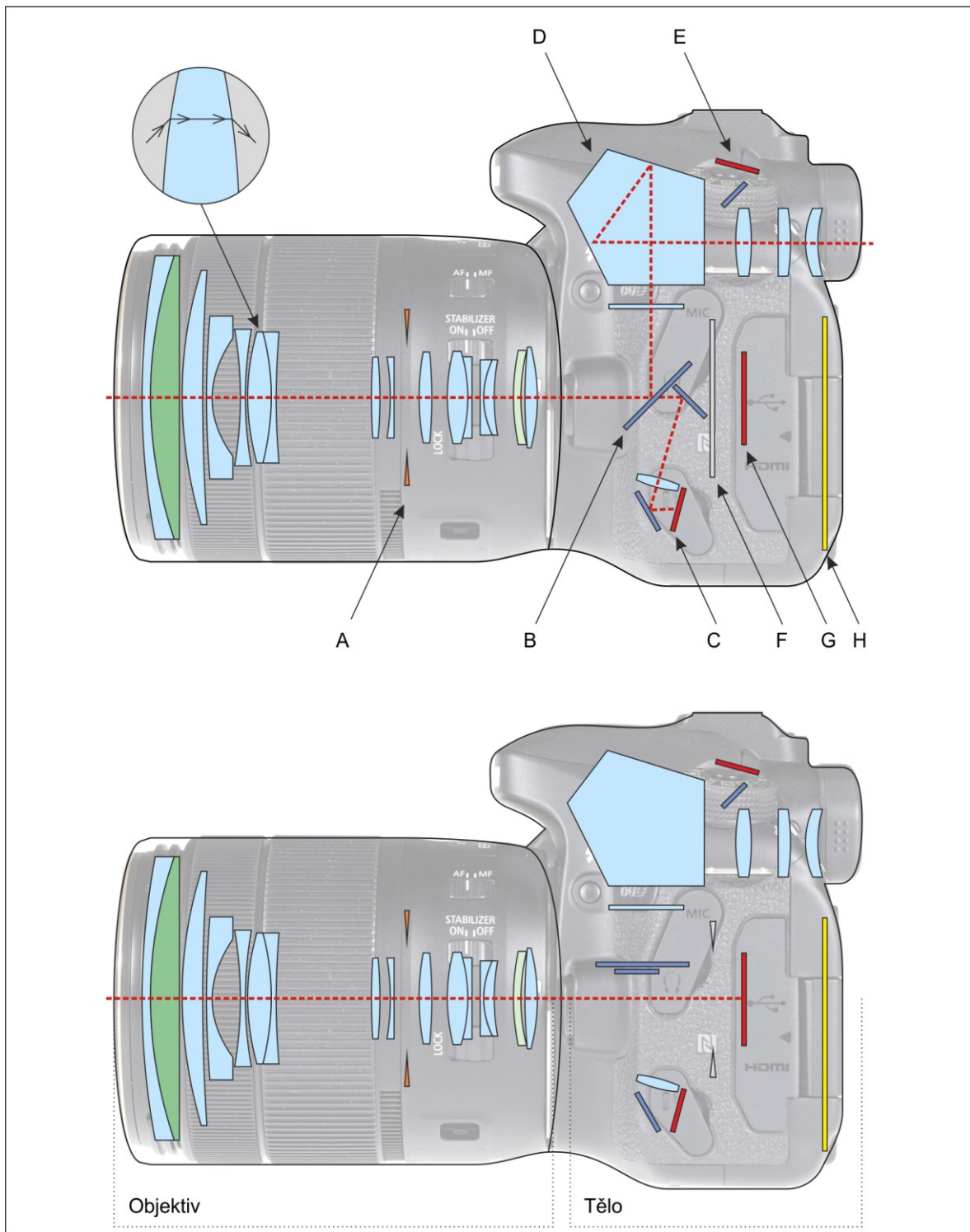
Registrace ultrafialového záření nekoresponduje s původním konstrukčním účelem digitálních fotoaparátů, tj. aby snímač digitálního fotoaparátu s co možná nejvyšší věrohodností dokázal registrovat stejné barvy jako lidský zrak v intervalu vlnových délek 400-700 nm, respektive 400-750 nm. Proto je k expozici záření v ultrafialovém spektru nutné použít speciálně konstruovaný nebo modifikovaný digitální fotoaparát a zvolit vhodné příslušenství. (Prutchi, 2017)

Princip snímání obrazu digitálním fotoaparátem se od analogových fotoaparátů příliš neliší. Zásadním rozdílem je snímač, kdy u analogových přístrojů je použit film a u digitálních fotocitlivé elektronické zařízení (snímač).

Před expozicí je záření procházející optickou soustavou objektivu usměrňováno a pomocí filtrů ve vrstvách na optických členech je omezena transmitance záření v ultrafialovém a infračerveném spektru. Množství světla procházejícího objektivem je regulováno lamelovou clonou, která redukcí plochy štěrbinu reguluje množství průchozího záření. To dále vstupuje do těla fotoaparátu, kde je odráženo polopropustným zrcadlem. Část je odrážena do matnice, optického hranolu, snímače kompozice a hledáčku. Druhá část je odrážena na snímač vyhodnocující zaostření. Během expozice dochází k průchodu záření objektivem, sklopení polopropustného zrcadla, vyřazení snímačů expozice a ostroty i optického hranolu a hledáčku, otevření závěrky a registraci na snímači, viz Obrázek 3. Po uplynutí doby expozice dochází k uzavření závěrky, sklopení polopropustného zrcátka do původní polohy a obnovení všech funkcí. V případě využití funkce živého náhledu je fotoaparát ve stejném stavu jako při expozici, obraz promítá na displej a při expozici dojde k uzavření závěrky a bezprostřednímu otevření po dobu expozice. (Porada a kol., 2019)

5.1 Snímač

Klíčovou komponentou digitálního fotoaparátu, konkrétně digitální zrcadlovky, je snímač. Vlastnosti snímače jsou definovány typem, fyzickými rozměry, velikostí či hustotou pixelů, rozlišením definovaným počtem pixelů vyjádřené jako součin počtu pixelů šířky a výšky nebo jako celkový počet obrazových bodů v rastru, maximální bitovou hloubkou určující počet barev rozeznatelných snímačem, a další. (Porada a kol., 2019)

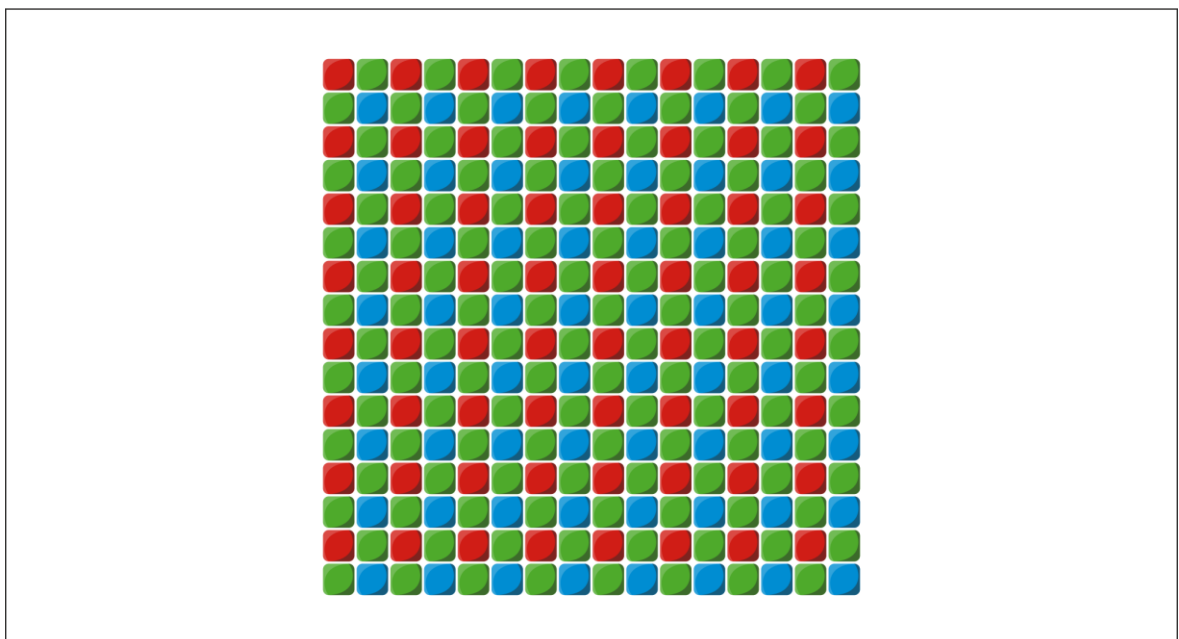


Obrázek 3 Průchod záření objektivem a tělem fotoaparátu. (vlastní)

Vysvětlivky: A – clona, B – polopropustné sklopné zrcátko, C – snímač vyhodnocující zaostření, D – optický hranol, E – snímač expozice, F – závěrka, G – snímač, H – displej.

Produktem technologického postupu jsou snímače, které jsou fotocitlivé na širší interval vlnových délek než lidské oko, přibližně 300(360)-1100 nm. K omezení spektra výrobci používají v různých kombinacích filtry či vrstvy filtrů:

- ICF filtr (z angl. *Infrared Cut-off Filter*) nebo také IR filtr (z angl. *Infrared Filter*) či angl. *Hot Mirror Filter* k redukci transmitance záření nebo odrazu záření o vlnové délce větší než 700 nm (750 nm).
- UV filtr (z angl. *Ultraviolet Filter*) k redukci transmitance záření o vlnové délce nižší než 400 nm.
- AA filtr (z angl. *Antialiasing Filter*), k drobné difuzi záření k zamezení interference při exponování složitých vzorů, kdy vzniká tzv. *moiré* efekt.
- Prachový filtr (z angl. *Dust-reduction Filter*), který vibracemi „setřepává“ prach.
- Mikročočky, které usměrňují záření na konkrétní fotodiodu.
- CFA pole (z angl. *Colour Filter Array*) je na snímačích typů CCD (z angl. *Charge-Coupled Device*) a CMOS (z angl. *Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) rastr červených, zelených a modrých filtrů rozmístěných v rovnoměrném rastrovém vzoru, v tzv. Bayerově filtru, po celé ploše snímače. Každá fotodioda je překryta jednou barvou, kdy zelených filtrů je dvakrát více k dosažení barevné věrohodnosti, viz Obrázek 4. (Davies, 2018)



Obrázek 4 Bayerův filtr. (vlastní)

Záření dopadající na snímač prochází před registrací UV/ICF (IR) filtrem, AA filtrem, krycím sklem snímače, mikročočkami jednotlivých fotodiód, Bayerovým filtrem a dopadá na fotodiodu, kde indukuje náboj, viz Obrázek 5. Jednotlivé filtry mohou být vzájemně sdružovány z důvodu faktorů pozitivně ovlivňujících výrobní proces. (Davies, 2018)

Podle použité výrobní technologie se snímače dělí na CCD, CMOS a Foveon X3 ®. Zatímco snímače typu CCD, CMOS a jejich deriváty využívají podobného principu způsobu registrace záření, kterým je zjednodušeně registrace záření procházejícího mikročočkou pouze na jednu fotodiodu, snímač Foveon X3 ® sdružuje pod jednu mikročočku tři fotodiody, kde každá z těchto je opatřena vlastním barevným filtrem a nevyužívá tedy Bayerův filtr. (Davies, 2018)

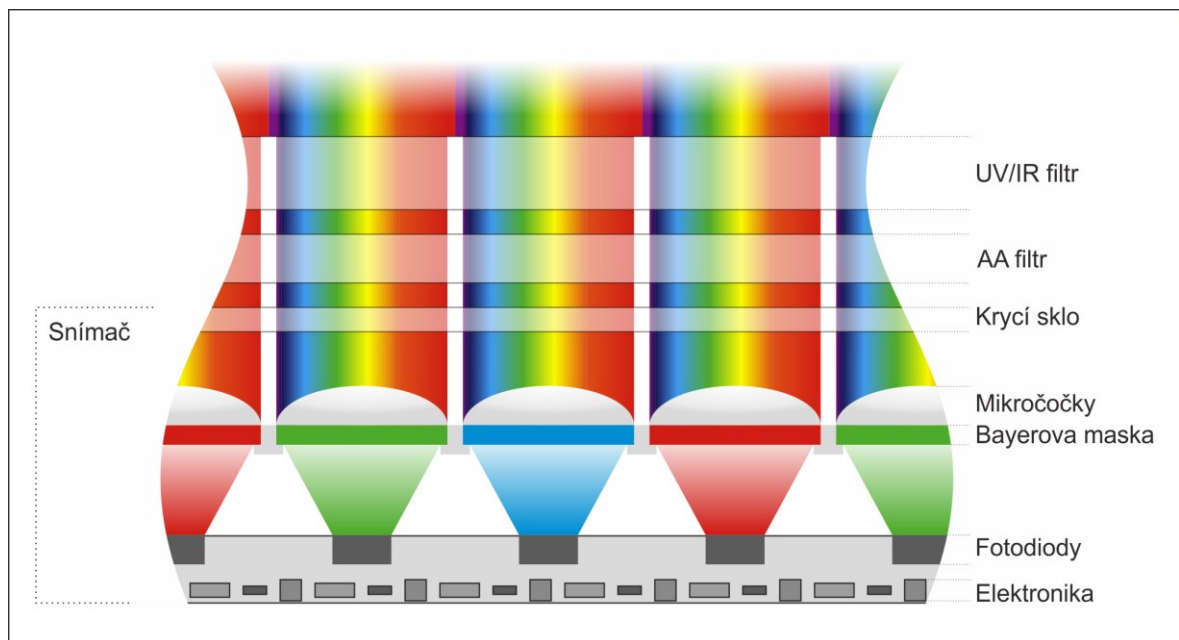
Ve snímači Foveon X3 ® jsou fotodiody umístěny v transmitančních vrstvách nad sebou. Na ultrafialové záření by teoreticky mohla být citlivá už první vrstva (jinak citlivá na modrou barvu), avšak použití silikonu v konstrukci snímače dramaticky snižuje transmitanci ultrafialového spektra. Přestože snímač Foveon X3 ® je z hlediska běžné fotografie obrazově velice kvalitní, pro potřeby registrace záření v ultrafialovém spektru není vhodný a nelze jej modifikovat. (Prutchi, 2017)

Cílem modifikace digitální zrcadlovky a objektivu je zvýšení celkové transmitance pro ultrafialové spektrum a redukce transmitance ostatních částí spektra.

Modifikace, nebo také konverze, digitální zrcadlovky pro ultrafialové spektrum spočívá ve vyjmutí *de facto* všech filtrů snímače, jinak redukujících transmitanci záření, tj. UV a ICF (IR) filtru. Z důvodu sdružování filtrů může být současně vyjmut i AA filtr a nahrazen materiálem s vhodnými vlastnostmi nebo přímo filtrem pro ultrafialovou fotografii. Nahrazení filtrem propouštějícím pouze ultrafialové spektrum je vhodné pouze v případě použití fotoaparátu výhradně s filtrem o konkrétních vlastnostech. Filtr však nelze vyměnit jinak než servisním zásahem a fotoaparát nelze použít na běžnou ani infračervenou fotografii. Stává se účelně modifikovaným pouze k fotografování v ultrafialovém spektru a v podmínkách pro instalovaný filtr. (Prutchi, 2017)

Snímač vyhodnocující rovinu zaostření detekuje hranu nebo rozdíl kontrastů a předává ostřicímu mechanismu objektivu informaci o zaostření na první optický člen snímače. Jeho vyjmutím dochází k ostření před snímač a záření dopadající na modifikovaný snímač není soustředěno na jeho plochu a vede ke vzniku distorze. Tento jev je možné eliminovat

manuálním ostřením, nebo ostřením pomocí funkce živého náhledu či vzdáleného ovládání, kdy informaci o zaostření předává objektivu přímo modifikovaný snímač. (Davies, 2018)



Obrázek 5 Filtry a vrstvy snímače CMOS. (vlastní, původně Prutchi, 2017)

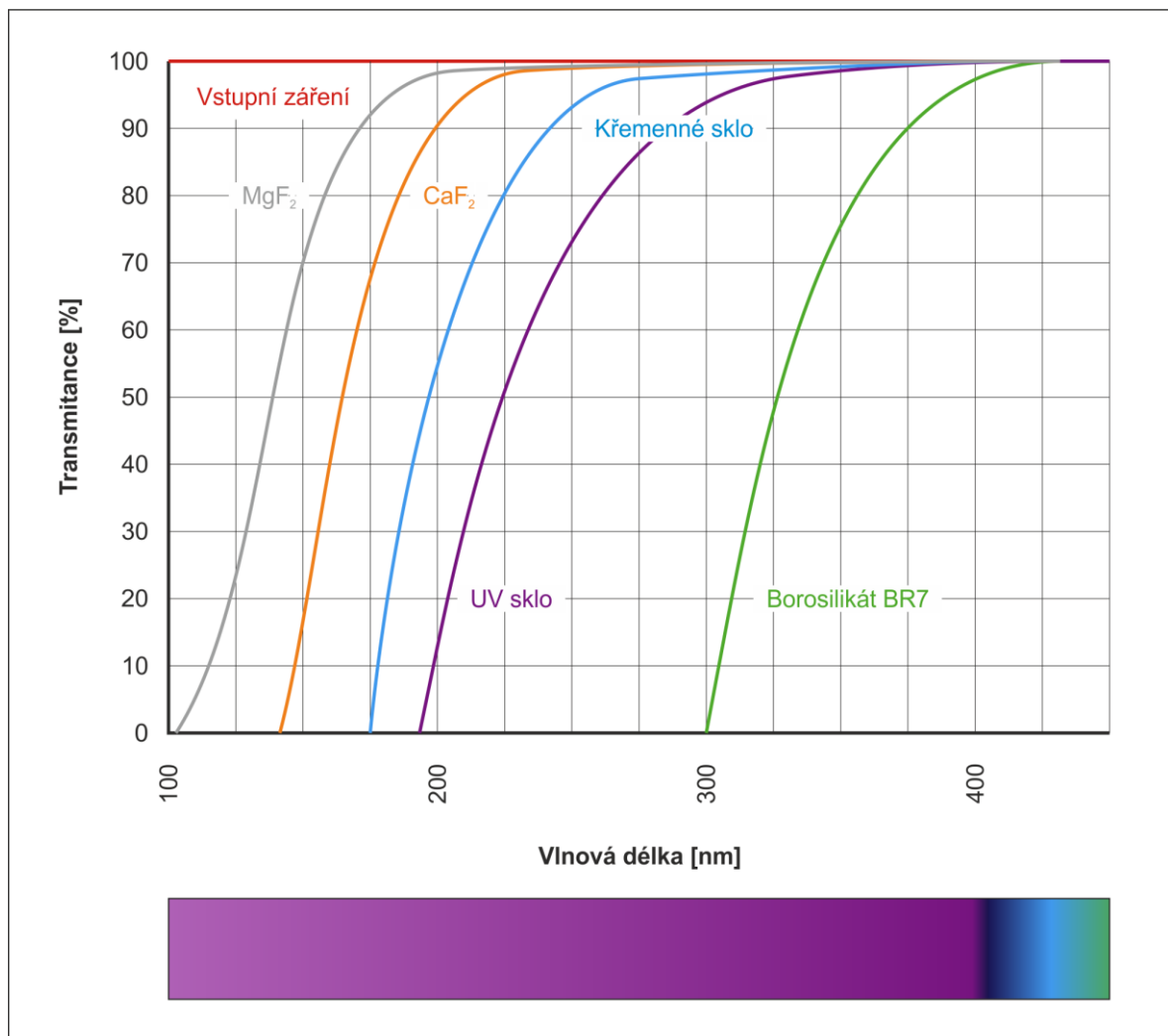
5.2 Objektiv

Objektiv je optický člen, jehož funkcí je transmitovat usměrněné elektromagnetické záření na plochu snímače. (Prutchi, 2017)

Ve svých počátcích byla ultrafialová fotografie doménou vědeckých a forenzních pracovišť. Tato pracoviště využívala objektivy vyvinuté zvláště pro ultrafialovou fotografii. Nejpoužívanějšími se staly UV-Nikkor 105 mm f/4.5 s transmittancí 200-900 nm a Asahi Optical's Quartz Takumar 85 mm f/3.5 s transmittancí 200-400 nm. Použití křemenné optiky vedlo k závěrům, že se jedná o jediný vhodný technologický postup výroby objektivu pro ultrafialovou fotografii. Ve skutečnosti však upotřebitelné transmittance dosahovaly i některé běžné 35mm, 50mm, a další objektivy. (Davies, 2018)

U objektivů určených pro ultrafialovou fotografii je podstatným parametrem materiál, z něž jsou vyrobeny jejich jednotlivé optické členy. K výrobě optických členů je nejčastěji využíván borosilikát BR7, jehož transmittance však ve vlnových délkách 380 nm a nižších prudce klesá. Tavený oxid křemíku známý pod názvem „UV sklo“ dosahuje 50% píku transmittance v 225 nm, a přestože křemenné sklo dosahuje stejné transmittanční hladiny už v 200 nm, je UV sklo rozšířenější díky odolnosti proti mechanickému poškození a nižším

výrobním nákladům. Dalšími materiály jsou fluorid vápenatý (CaF_2) a fluorid hořečnatý (MgF_2) dosahující 50% transmittance v intervalu 150-175 nm, viz Obrázek 6. V objektivě určených pro ultrafialovou fotografii je často použita kombinace těchto materiálů. Transmittance ultrafialového záření o vlnové délce nižší než 200 nm definuje úzkoprofilové využití a s ohledem na malosériovou výrobu i vysoké pořizovací náklady. (Prutchi, 2017)



Obrázek 6 Transmittanční křivka různých materiálů (vlastní, původně Prutchi, 2017)

Za předpokladu vyhovující transmittance mohou být použity prakticky všechny druhy objektivů: standardní, zrcadlové, šterbinové objektivy nebo i zvětšovací objektivy či teleskopy. Ve skutečnosti se však jedná o velmi malou množinu produktů. Objektivy pro plnospektrální fotografii jsou například v nabídkách společností Coastal Optics a Universe Optics. Pořizovací náklady jsou však velmi vysoké. Například pořizovací náklady objektivu CoastalOpt 60 mm f/4 UV-VIS-IR APO Macro jsou 230 000 Kč bez celních poplatků a DPH. (Davies, 2018)

Současné objektivy obsahují vrstvy ultrafialových a antireflexních filtrů, které redukuje transmittanci ultrafialového záření. Přestože obecně není pochyb o tom, že nevhodnější objektivy jsou objektivy s křemennými optickými členy, k těmto existují finančně dostupnější alternativy. Snížením pořizovacích nákladů je nevyhnutelný diskomfort v podobě manuálního ostření a nižší hladiny transmittance zvyšující expoziční čas. Jako vhodné se jeví objektivy starší výroby (obecně kolem roku 1970), které mají relativně upotřebitelnou transmittanci. Ty je třeba vybírat dle dostupnosti na trhu, transmittančních tabulek pro konkrétní objektiv, a v mnoha případech i pro konkrétní sérii objektivů, či závod, kde byly vyrobeny. (Prutchi, 2017)

Vhodné objektivy účelně vyrobené k ultrafialové fotografii jsou například:

- Carl Zeiss/Hasselblad, UV-Sonnar 105 mm f/4.3,
- CoastalOpt 60 mm f/4 UV-VIS-IR Apo Macro,
- CoastalOpt 105 mm f/4.5 UV-Micro-Apo,
- Hasselblad UV-Sonnar 104 mm f/4.3,
- Nikon UV-Micro Nikkor 105 mm f/4.5 (a jeho klon Rayfact),
- Tochigi-Nikon Rayfact PF10545MF-UV, a další. (Prutchi, 2017)

Běžné objektivy s velmi dobrými transmittančními vlastnostmi jsou například:

- Nikon EL Nikkor 80 mm g/5.6, pocházející z konkrétní produktové série.,
- Nikon EL Nikkor 105 mm f/5.6, pocházející z konkrétní produktové série.,
- Novoflex Noflexar 35 mm f/3.5, a další. (Prutchi, 2017)

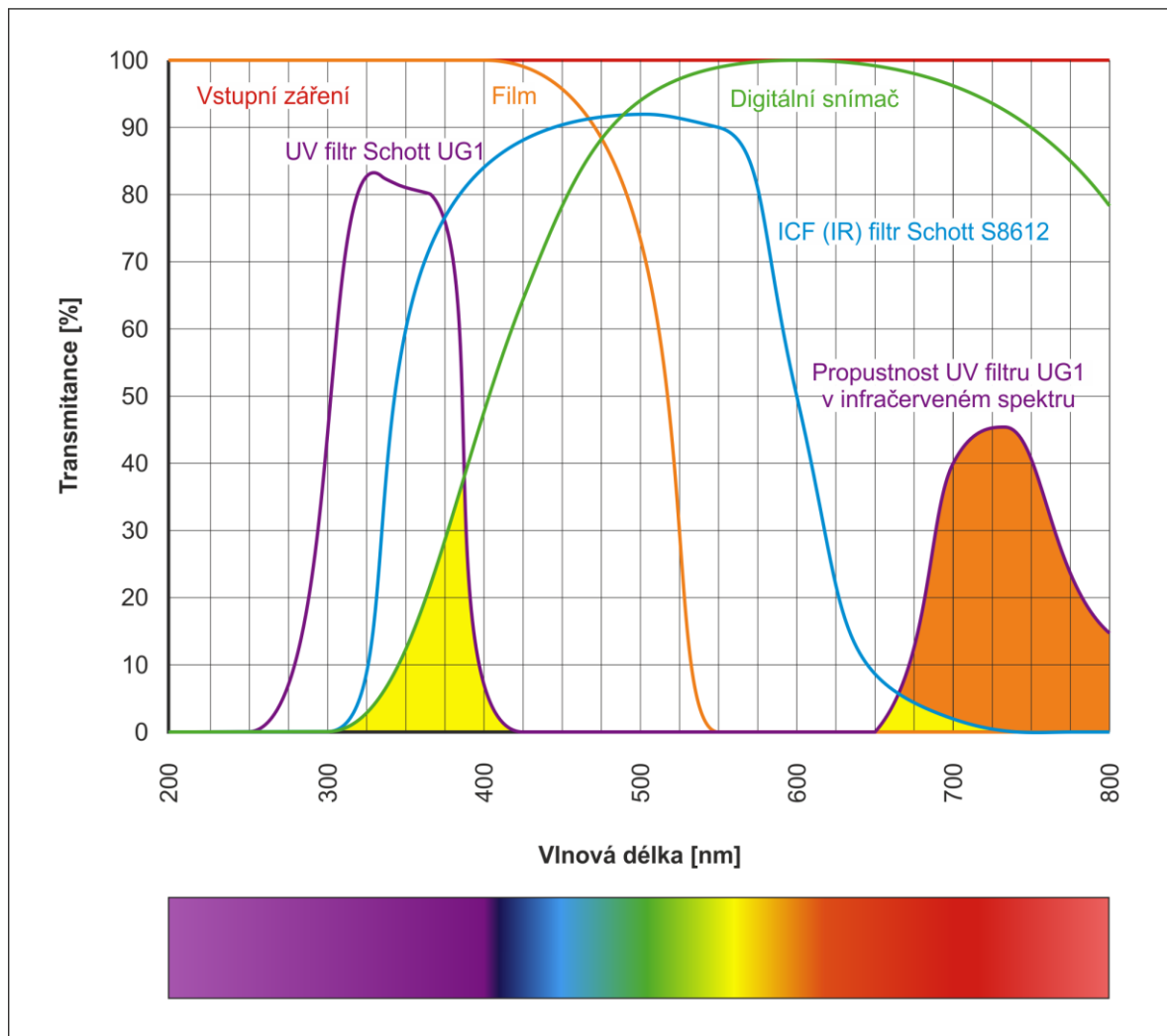
Speciální objektivy není snadné získat. Z tohoto důvodu jsou spektrofotometrem testovány transmittance různých objektivů, které jsou relativně dostupné. Těmito jsou například:

- Asahi Takumar 35 mm f/4,
- Canon EF 40 mm f/2.8 STM. (Davies, 2018)

5.3 Filtr

Transmittanční křivka některých UV filtrů ve srovnání s transmittancí v ultrafialovém spektru dosahuje nižšího píku transmittance i v infračerveném spektru. V případě analogového filmu tato skutečnost nemá na ultrafialovou fotografii vliv, neboť film není na infračervené spektrum fotocitlivý. Naopak je tomu v případě modifikovaného digitálního snímače, který

je fotocitlivý na široké spektrum záření, viz Obrázek 7. K redukci transmittance infračerveného záření je současně s UV filtrem vhodné použít ICF (IR) filtr. Digitální ultrafialová fotografie je ve srovnání s analogovou metodou složitější z důvodu nutnosti brát v úvahu optické vlastnosti a pořizovací náklady dalšího filtru. (Prutchi, 2017)



Obrázek 7 Průnik transmittancí snímáče, UV filtru a ICF (IR) filtru (žlutá plocha) a redukované infračervené spektrum (oranžová plocha). (vlastní, původně Prutchi, 2017)

Dalšími vlastnostmi filtru jsou absorpce, která představuje procentuální úbytek transmittance záření, rozsah vlnových délek transmitovaného záření, faktor filtru vyjadřuje korekční koeficient pro expoziční hodnotu EV (z angl. *Exposure Value*). Hodnota 0 EV odpovídá množství světla, při kterém bude správně exponována kalibrační tabulka s hodnotami expozice 1 s, f/1 a citlivostí ISO 100 standardu ASA. Rozdíl mezi 0 EV a 1 EV odpovídá dvojnásobnému množství přírůstku světla, vyjádřeného jako x2 nebo +1 EV. (Davies, 2018)

Zatímco materiál filtru definuje rozsah transmitovaného záření, síla filtru, nejčastěji 1,5 mm nebo 2,0 mm, ovlivňuje intenzitu transmitovaného záření. Se zvyšující se silou filtru dochází k exponenciálnímu snížení intenzity transmitovaného záření. Při skládání filtrů dojde k omezení propustnosti celého spektra a transmitanční křivka se posune ve vertikálním směru do nižší transmitanční hladiny. (Davies, 2018)

Tradičními výrobci filtrů jsou Schott, Hoya, Tokina, Kodak a Baader. Ultrafialové filtry jsou například Schott UG1, Schott UG11, Hoya U330, Hoya U350, Hoya U360, Baader-U2. Infračervené filtry jsou například Schott BG38, Schott BG39, Schott BG40, Schott S8612, Hoya HA30. (Prutchi, 2017)

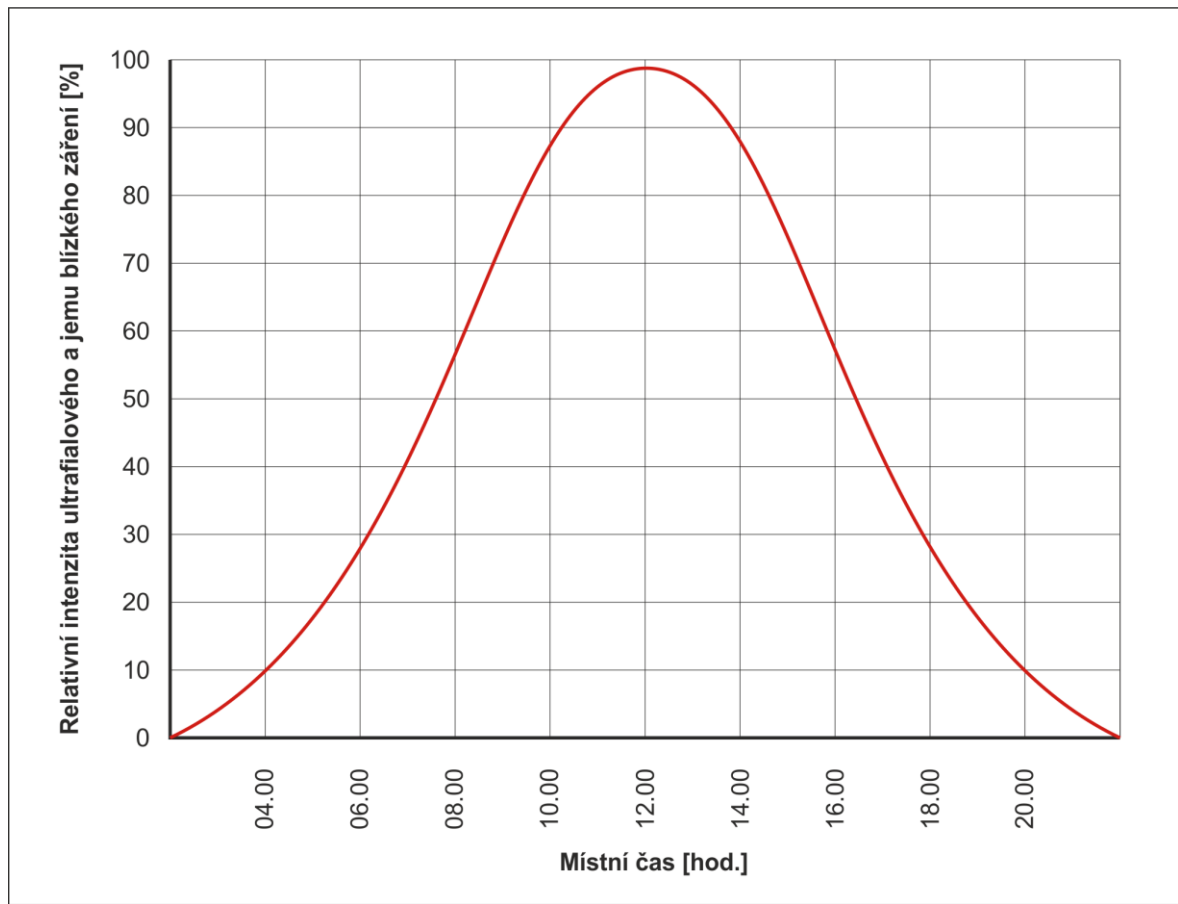
Tyto filtry transmitují ultrafialové záření přibližně v intervalu 310-390 nm (u jednotlivých typů se mírně liší) a většina částečně i infračervené záření. (Davies, 2018)

Díky dostupnosti materiálu zkoušeného laboratorně na jeho optické vlastnosti, je možné použít filtry s podobným označením a vlastnostmi, jako originální výrobci. Tyto zpravidla nedosahují tak vysoké transmitance, jako originální produkty, a je třeba rozlišovat výrobce marketingově shodných modelů. (Prutchi, 2017)

5.4 Světelný zdroj

Přirozeným zdrojem ultrafialového záření je Slunce. Sluneční záření prochází zemskou atmosférou, kde je atmosférickými plyny redukována jeho transmitance. Ze všech částí tohoto záření je nejvíce redukováno záření o nízké vlnové délce, tedy částečně i ultrafialové a blízké viditelné záření. Množství záření dopadajícího na zemský povrch je ovlivněno polohou Slunce nad horizontem, respektive denní dobou, ročním obdobím, geografickou polohou, nadmořskou výškou a oblačností, neboť například při východu a západu proniká sluneční záření pod úhlem silnou vrstvou atmosféry a v průběhu ročních období se mění vzdálenost Slunce od Země, viz Obrázek 8. V případě oblačnosti dochází k redukcí transmitance ultrafialového záření o 40-60 %. Oblačnost i jasná obloha se chovají podobně jako difusor. (Prutchi, 2017)

Při letním bezmračném poledni obsahuje sluneční záření 3-4 % ultrafialového záření a nejvyššího píku dosahuje při 480 nm. (Davies, 2018)



Obrázek 8 Relativní intenzita ultrafialového záření v závislosti na denní době. (vlastní, původně Prutchi, 2017)

Elektrický proud procházející rtuťovými parami vede k emisi záření v ultrafialovém spektru. Tzv. rtuťové lampy dosahují při emisi záření několika ostrých píků v ultrafialovém spektru měnících se v závislosti na tlaku par v trubici (seřazeny sestupně od nejvyšší po nejnižší transmitanci): 365, 436, 405, 546, 312, 579, 302, 334, 254 nm, a další. Lampy obsahují páry rtuti a malé procento xenonu nebo argonu jako startovacího plynu. Při nízkém tlaku par v trubici dochází k emisi záření o pících 184 nm a 253 nm. Protože se jedná o ultrafialové záření typu UV-C, je tento typ zdroje využíván v germicidních lampách, jejichž účelem je degradace biologického materiálu, virů a bakterií, například při dekontaminaci prostor (laboratoří). Lampy se středním tlakem par v trubici emitují záření v prakticky celém rozsahu 184-579 nm a lampy s vysokým tlakem par v trubici emitují záření o pících v okolí 365 nm. Jsou tedy vhodné pro forenzní ultrafialovou fotografii, lékařství, technickou diagnostiku, a další, neboť při krátkodobé expozici nedochází k rapidní degradaci biologického materiálu. Pro forenzní ultrafialovou fotografii jsou vhodné pouze vysokotlaké lampy, protože oproti střednětlakým dosahují vyšší transmitance v požadovaném píku

365 nm a není vyžadováno použití dalšího filtru pro redukci záření o ostatních pících. Některé rtuťové lampy obsahují na trubici filtrační vrstvu, která transmittuje záření o konkrétní vlnové délce blíží se viditelnému spektru. Tyto lampy jsou označovány jako BLB lampy z angl. *Black Light Bulb*. (Prutchi, 2017)

Externí blesky obsahují xenonové výbojky, které emitují velké množství ultrafialového záření. Obvykle je však ultrafialové záření nežádoucí, a proto blesky obsahují filtry k redukci jeho transmittance. Pro využití blesku v ultrafialové fotografii byl společností Nikon vyroben upravený blesk SB-140 s filtry pro ultrafialovou, běžnou a infračervenou fotografii. Výroba tohoto blesku byla ukončena a je obtížné jej zakoupit. Mezi duplikáty historicky osvědčených zařízení lze zařadit například blesk Quantum Instruments Qflash QF80 s příslušenstvím pro ultrafialovou a infračervenou fotografii o různých výkonech záblesku. Nákup speciálního vybavení není nezbytný, neboť vyjmutím filtrů z běžného blesku lze dosáhnout transmittance dostatečného množství ultrafialového záření společně s viditelným zářením. K omezení propustnosti viditelného záření lze před výbojku umístit UV filtr, případně i ICF (IR) filtr. V takovém případě je transmittanční hladina určena maximálním napětím xenonové výbojky. (Prutchi, 2017)

Xenonová lampa je zdroj stálého záření, může obsahovat zařízení pro redukci směru záření a v kombinaci s rtuťovou lampou i regulaci vlnové délky výstupního záření. Tím se zařízení stává vhodným pro účely forenzního zkoumání a schopné zviditelnit latentní daktyloskopické stopy, tělní tekutiny, vlasy a vlákna, pohmožděnin a stopy po kousnutí na kůži, otisky podešví obuvi i bosé nohy, povýstřelové zplodiny, dokumenty, ceniny, kostní úlomky, a další, aniž by došlo k dramatické degradaci biologického materiálu pro další zkoumání. Z důvodu plné kontroly nad laboratorním forenzním zkoumáním je vhodné, aby lampy byly kalibrovány na výstupní záření, měly indikátor hodin provozu z důvodu včasné výměny trubice, byly kompaktní a odolné konstrukce. (Prutchi, 2017)

Ultrafialové LED zdroje (z angl. *Light Emitting Diode*) v běžných svítidlách nemají dostatečný výkon pro ultrafialovou fotografii, a z tohoto důvodu existují LED zdroje s vysokým výkonem. Dioda je zařízení, při jehož provozu vzniká redundantní tepelná energie, kterou je v případě diod s vysokým výkonem nutné odvádět efektivním pasivním nebo aktivním chladičem. (Prutchi, 2017)

Halogenové lampy obsahují v trubici směs argonu, rtuti a halogenidy kovu. Jsou podobné rtuťovým lampám s tím rozdílem, že halogenová lampa vyžaduje vyšší provozní teplotu i tlak v trubici. Materiál trubice je zvolen dle účelu použití lampy k redukci transmittance

různých záření. Je možné upravit i složení plynů v trubici. Pro lepší emise ultrafialového záření je do trubice přidáván jodid železnatý (FeI_2), který při vysokých teplotách podporuje emise ultrafialového záření v okolí píku 365 nm. Z hlediska využití pro forenzní účely nejsou příliš vhodné, zahřívání trvá 1-5 minut, jsou náchylné na teplotní výkyvy, pro provoz potřebují stabilní zdroj elektrické energie a mezi vypnutím a opětovným zapnutím musí trubice vychladnout. (Prutchi, 2017)

Při volbě vhodného zdroje záření je nutné zvažovat jeho parametry. Těmi nejvýznamnějšími jsou pořizovací a režijní náklady, typ cílového emisního záření, ergonomie práce s nimi a nejkratší doba expozice s ohledem na možné destruktivní vlastnosti emisního záření. (Prutchi, 2017)

6 TEORIE FOTOGRAFIE V ULTRAFIALOVÉM SPEKTRU

Pro digitální obraz nejsou v právním systému České republiky jednoznačně stanoveny hranice, kdy se jedná o povolené úpravy, a kdy o retuše za hranicí zákona. Podobně není explicitně stanoveno ani to, jakým způsobem mají být snímky ultrafialové fotografie prezentovány z důvodu variability prostředků a metod k jejich pořízení. Výstupy tohoto druhu vstupující do procesu trestního řízení jsou soudem hodnoceny a posuzovány individuálně.

Digitální obrazová data jsou běžně upravována za účelem zviditelnění nebo zvýraznění zájmové části snímku, a to na základní úrovni s využitím lineárních transformací digitálního obrazu, tj. úpravou kontrastu, tonálních křivek, převodem do odstínů šedé barvy, doostřením, a to buď plošně nebo lokálně. V případě expertízní činnosti v odvětví analýza digitálního obrazu je však často nevyhnutelná i korekce perspektivy, korekce obrazových vad objektivu, a další. (Gonzales a Woods, 2002)

Expertní zkoumání musí být přezkoumatelné, kdy by osoba provádějící přezkoumání měla shodným postupem dospět ke stejným závěrům jako expert, jehož výstup je přezkoumáván. V případě latentních stop je možnost přezkoumání časově omezena dobou existence stopy, a podobně je tomu i v případě opakování fotografické dokumentace latentních stop. Přestože se v praxi v případě přezkoumání latentní stopy jedná zpravidla o přezkoumání v odvětví biologie a genetiky, je ovlivněna i kvalita její opětovné fotografické dokumentace. Z tohoto důvodu je u všech kriminalistických a forenzních metod kladen důraz na preciznost jejich zpracování tak, aby závěry znaleckého zkoumání nebylo možné zpochybnit.

Použití modifikované digitální zrcadlovky k fotografické dokumentaci latentních stop se může stát rozporovaným úkonem v rámci trestního řízení, a proto jsou při realizaci speciální fotografie kladeny vysoké nároky na řádnou protokolaci použitých prostředků, metod a postupů. Originální snímky jsou dle platného spisového a skartačního řádu uchovávány v archivu.

Při provádění fotografické dokumentace v ultrafialovém spektru postupuje dokumentarista obdobně jako při běžné fotografii ve viditelném spektru s několika odlišnostmi.

Parametry expozice (čas, clona, citlivost) je třeba nastavovat s ohledem na sníženou transmitanci záření objektivem. Přirozenou snahou je použití nejnižší možné hodnoty clonového čísla, nejvyšší přijatelné citlivosti s ohledem na obrazový šum a přizpůsobení doby expozice. V případě expozice ve špatných světelných podmínkách se však doba expozice

úměrně prodlouží, a proto je vhodné použití stativu či externího zdroje záření. K provedení správné fotografické dokumentace může být použito několik testovacích expozic. V praxi je z důvodu chvění, pohybu hmyzu či větru jednodušší přenést předmět do interiéru nebo vytvořit závětrí k omezení pohybu při dlouhých expozičních časech. Tento postup je však v případě ohledání místa činu nepřijatelný. (Davies, 2018)

Filtry na závitu objektivu znemožňují využití hledáčku k nastavení správné kompozice a manuálnímu ostření. Praktickým řešením je využití funkce živého náhledu na displeji s očníkovou redukcí k předcházení špatné čitelnosti displeje ve slunečním prostředí. Displej umožňuje zobrazení náhledu výsledné kompozice a jeho zvětšení 5× nebo 10× k preciznímu ostření. Není-li funkce živý náhled k dispozici, lze digitální zrcadlovku nastavit a zaostřit nejdříve ve viditelném spektru, a po vložení filtrů před objektiv provést korekci expozice dle redukce transmitance použitých optických členů a použitých zdrojů záření, například o +2 EV. Hledáček je obvykle devizou digitálních zrcadlovek z důvodu schopnosti exponovat přesně scénu v náhledu (z angl. *WYSIWYG – What You See Is What You Get*). V případě ultrafialové fotografie hledáček není využíván a představuje optickou netěsnost, kterou může pronikat do fotoaparátu nežádoucí záření. Z tohoto důvodu je vhodné místo očnice použít záslepku, která je standardně součástí balení digitálních zrcadlovek. Stejně tak jsou nežádoucí odlesky záření z jednotlivých optických členů, které je možné zcela omezit prostým použitím sluneční clony na objektivu. (Prutchi, 2017)

Protože záření běžného fotoaparátu je usměrňováno tak, aby ohniskem jeho dopadu byla plocha prvního snímáče, způsobuje modifikace, tj. vyjmutí těchto filtrů, mírný posun v ostření. Rozostření lze kompenzovat změnou hloubky ostrosti. Změnou clony však dochází k redukci množství transmittovaného záření a je třeba provést korekci času expozice nebo citlivosti, případně adekvátně zvýšit výkon externího zdroje záření. (Prutchi, 2017)

Konektivita fotoaparátu usnadňuje práci s expozicí i kontrolou ostrosti a redukcí otřesů, ať už se jedná o využití zařízení na platformě Android, iOS, Windows či jiné kompatibilní, nebo připojení k počítači pomocí programového vybavení dodávaného s fotoaparátem. V případě fotoaparátů Canon je to bezplatný program Canon EOS Utility, pomocí nějž lze digitální fotoaparát ovládat. (Prutchi, 2017)

Dle rozsahu transmittovaného záření se jedná o ultrafialovou fotografii (monochromatický rastr, často ve fialových tónech), či o ultrafialovou fotografii s přesahem do viditelného spektra (plnobarevný rastr). Ultrafialová fotografie s přesahem do viditelného spektra není pro forenzní potřebu zvláště významnou, naopak barevnost ovlivněná ultrafialovým

spektrém může být zavádějící. Jako taková však má charakteristiky v podobě nutnosti vyvážení bílé barvy nebo možnosti multispektrálního snímání, kdy dochází k samostatné expozici červeného, zeleného, modrého a ultrafialového kanálu a jejich následnému prolnutí v obrazovém editoru. (Prutchi, 2017)

Množství obrazových informací, které jsou snímačem registrovány, je ovlivněno formátem obrazových dat.

Do standardního formátu JPG (z angl. *Joint Photographic Group*) o bitové hloubce 8 bitů lze uložit 16×10^6 barev, z každého kanálu Bayerova filtru 2^8 odstínů, celkem $2^8 \times 2^8 \times 2^8$. Formát je výsledkem zpracování obrazových dat procesorem fotoaparátu po aplikaci interpolačního a kompresního algoritmu, případně dalšího uživatelského nastavení. Maximální počet barev, který je formát JPG schopen zobrazit, koresponduje se zobrazovací schopností běžných monitorů. (Davies, 2018)

Do formátu syrových obrazových dat (z angl. *RAW*) o bitové hloubce až 14 bitů (v závislosti na konkrétním modelu digitálního fotoaparátu) je možné uložit $2,8 \times 10^{14}$ barev a není ovlivněn žádným algoritmem. Takové množství barev není schopen zobrazit žádný monitor, ale pomocí dalších úprav snímku lze zviditelnit obrazové informace, které formát JPG díky kompresi neobsahuje. (Davies, 2018)

Prezentace je nedílnou součástí všech druhů speciální fotografické dokumentace, kdy je nutné definovat použité prostředky a metody, nejsou-li obecně známé či součástí platné normy. Pak se lze na tyto pouze odkazovat. Výstupy speciální fotografie jsou předkládány účastníkům trestního řízení maximálně srozumitelné a opatřené komentářem. Vzniknou-li při trestním řízení pochybnosti či nejasnosti v souvislosti se speciální fotografií, může být k dovysvětlení předvolán dokumentarista, který speciální fotografii vytvořil.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 POPIS MÍSTA ČINU

V rámci praktické části jsou jako modelové násilné trestné činy uvažovány, zejména ublížení na zdraví, znásilnění, vražda, a podobné. Policejní orgán provádějící ohledání vstupuje na tak rozmanitá místa činu, že je nelze obecně typizovat a normovat, či jinak než obecně kategorizovat. Příklady takových míst jsou prostory určené k bydlení nebo rekreaci a jejich okolí, komerční prostory, dopravní prostředky, ale i vodní nádrže, řeky, lesy, komunikace, a další.

Trestné činy proti životu a zdraví na místě činu ve většině případů zanechávají stopy tělních tekutin či jiného biologického materiálu oběti i pachatele. Může se jednat o stopy krve, pot, moč, sperma, poševní sekret, trichologické stopy, tkáně, a další. Tyto stopy se mohou nacházet kdekoliv na místě činu.

Při ohledání místa činu jsou odebírány stěry z míst, kde existuje důvodný předpoklad, že s nimi pachatel manipuloval nebo se jich musel dotknout. Jde například o střelnou zbraň, nože a náradí, provazy a lana, nádobí a střepy, místo vstupu, předměty v blízkosti oběti i na jejím těle, předměty v koši nebo popelnici, klika dveří, řadící páka, ruční brzda a jiné komponenty osobního automobilu či jiného dopravního prostředku, lavičky v parku, mobilních telefonů, počítačů, a dalších.

V případě znásilnění je kladen důraz na předměty v místech, na nichž oběť nebo pachatel leželi nebo nad kterými stáli, například podlaha, matrace, povlečení matrace, peřiny, polštáře, povlečení peřin a polštářů, plyšové hračky, deky, ručníky, spací pytel, karimatka, či celý stan, ale i neobvyklé předměty, jako je sedačka z automobilu, kapota automobilu, plachty, erotické pomůcky a další. Další skupinou předmětů jsou oděvní součástky pachatele i oběti. Tyto se, společně se stěry z pohlavních orgánů, zajišťují v nemocničním zařízení, před pitvou, na celách předběžného zadržení, ale i na obvodním oddělení policie či jiných vhodných místech.

Policejní orgán postupuje podobně v případě vraždy. V tomto případě se jedná o stěry z místa vstupu, potenciální vražedné nástroje, stěry zpod nehtů a bukální stěry oběti, případně z oděvních součástí. Pokud byla oběť zabalena, jsou zajišťovány stěry i z obalu.

V případě převozu mrtvolky k provedení pitvy, jsou stopy z těla zajišťovány ve sterilním sálovém prostředí před samotnou pitvou. Mrtvola je převážena se sterilně obalenými dlaněmi z důvodu zamezení kontaminace či spadu biologického materiálu zpod nehtů.

Na místě činu lze zajišťovat tzv. slepé stěry. Policejní orgán na základě zkušeností vyhodnotí situaci na místě činu a určí, kde mohl pachatel přijít do kontaktu s prostředím a na tomto místě provede kriminalistický technik nebo expert OKTE stěr.

Stopy se tedy mohou nacházet na *de facto* libovolném podkladu. Nejčastěji se však jedná o materiály nacházející se v domácnosti, jako například:

- Podlahové plochy: linoleum, plovoucí podlaha, koberec, beton, dlažba, parkety či lakované dřevěné desky.
- Stěny a zdivo: omítka, obklady, cihla, sádkartón, umakart, dřevěné i plastové obklady, skleněné či keramické desky.
- Výplně stavebních otvorů: okna a rámy, dveře, ventilátory, průchody, záclony, závěsy, rolety, žaluzie, sítě proti hmyzu.
- Nábytek: Dřevo, dřevotříska, kovy, plasty, látkové, koženkové i kožené potahy sedacího nábytku, sanita.
- Další předměty: Příbory, nože, spotřebiče, oděvní součástky, boty, mobilní telefony, počítače, drobná elektronika, předměty osobní potřeby, nástroje, lana a provazy, papír, karton, igelit, a mnoho dalších.

Stopy tělních tekutin je možné vyhledávat pomocí mobilních zdrojů ultrafialového záření. Protože toto záření poškozuje tkáň, je třeba použít ochranné brýle a co nejvíce zkrátit dobu expozice. K tomu slouží například souprava MegaMAXX 300, která obsahuje zdroje záření o různých vlnových délkách a k nim i ochranné brýle čiré nebo v barvě filtru zvýrazňujícího odražené záření. Takto vyhledaná stopa je označena číslem, měřítkem a je provedena běžná fotografická dokumentace ve viditelném spektru. Stopa v podobě skvrny však na snímku nemusí být rozeznatelná od podkladu. Vyšetřovatel do protokolu uvede způsob a prostředky, jakými byla stopa zviditelněna a zajištěna.

Kriminalisticky relevantní předměty jsou na místě činu zajišťovány, baleny a doručovány na OKTE ke zkoumání v příslušném odvětví. V případě stop obsahujících tělní tekutiny nebo biologický materiál je to odvětví biologie a genetiky. Vyhledávání a zajišťování stop v ohledovně OKTE probíhá obdobně jako na místě činu s tím rozdílem, že jej vykonávají experti daného odvětví v laboratorních podmínkách, které omezují pravděpodobnost kontaminace stop.

Za předpokladu využití digitálního fotoaparátu modifikovaného pro ultrafialovou fotografii, vzniká možnost stopy na místě činu i v laboratoři vyhledávat exponováním libovolného prostoru nebo věci, a po vyhledání je precizně fotograficky zajišťovat v ultrafialovém spektru. Tedy zajišťovat fotograficky s číslem a měřítkem, s rozeznatelnými hranicemi skvrny.

Tento postup umožňuje poskytnout všem orgánům činným v trestním řízení možnost skutečně stopu vidět na fotografii a pomocí kontextu na celkové fotografii, v běžném spektru nebo přiloženého měřítka, si udělat představu například o její poloze, ploše a tvaru. Takto provedená dokumentace přispívá ke zvýšení srozumitelnosti spisového materiálu.

8 VYMEZENÍ PROSTŘEDKŮ A METOD

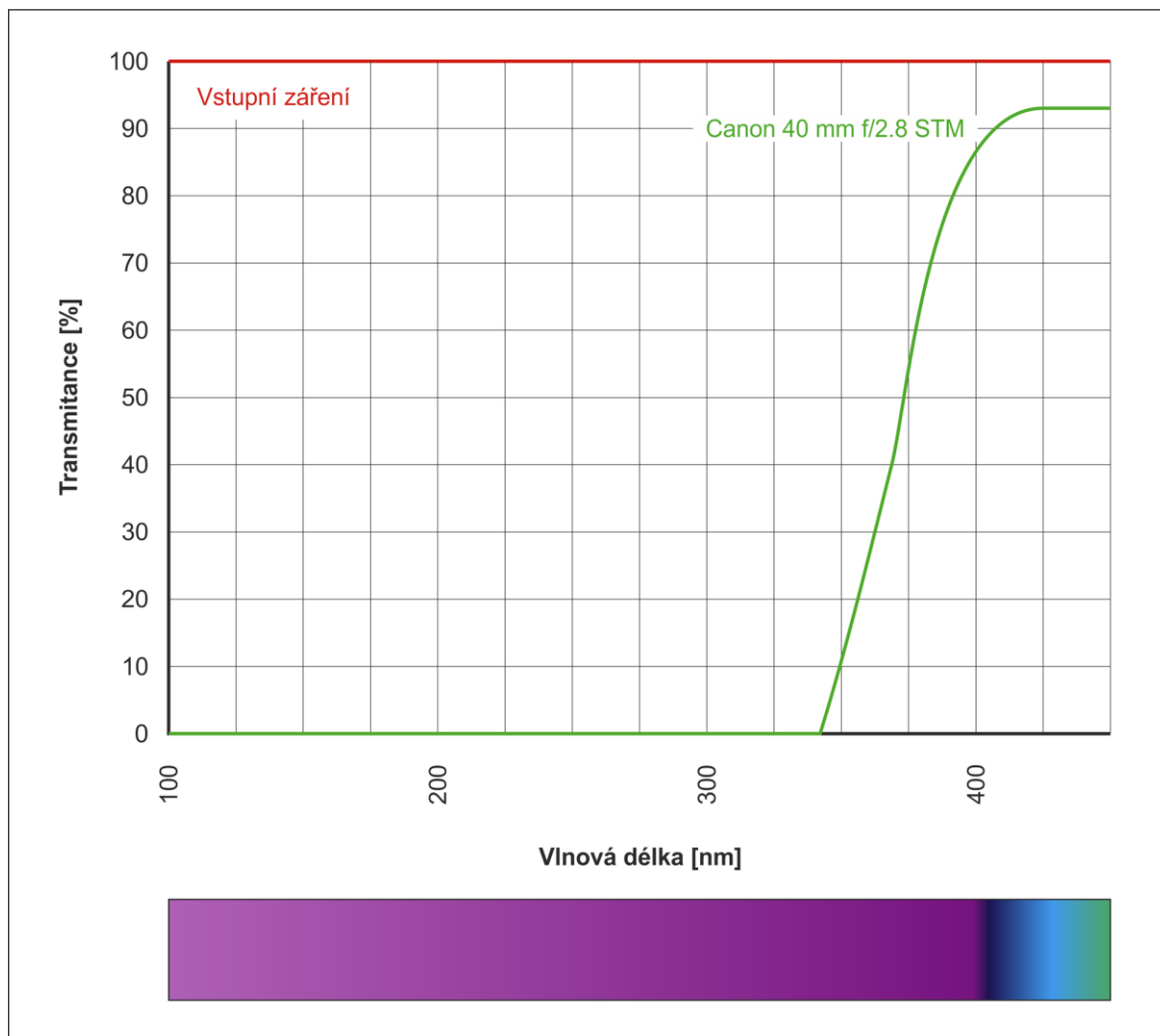
Pro potřeby praktické části této práce jsou vymezeny prostředky a metody, u nichž vzniká předpoklad jejich využitelnosti v praxi při provádění kriminalisticko-technické fotografické dokumentace s ohledem na teoretické znalosti, ekonomii provozu, ergonomii zpracování, odbornost kriminalistického technika nebo experta OKTE a upotřebitelnost výstupů při znaleckém zkoumání nebo v trestním řízení.

8.1 Prostředky

Policie ČR realizovala v letech 2004-2006 nákupy digitálních zrcadlovek a příslušenství s ohledem na tehdejší systematizaci fotografického vybavení, a to formou veřejné zakázky, kdy byly zvažovány finanční náklady na nákup i servis, vzájemná kompatibilita jednotlivých zařízení a jejich technické vlastnosti. Na základě výběrového řízení byl zvolen výrobce Canon, konkrétně tehdejší modely Canon EOS 300D, Canon EOS 350D a příslušenství. Výhodou byla kompatibilita příslušenství s dosavadním příslušenstvím analogových fotoaparátů Canon, tj. blesků, objektivů a dálkových spouští. Přestože je v současnosti možné realizovat nákupy fotografického vybavení i jiných výrobců, kriminalističtí technici a experti OKTE používají zejména digitální zrcadlovky a příslušenství Canon.

Proto byl při volbě digitální zrcadlovky pro účely realizace praktické části této práce zvolen výrobce Canon, konkrétně model EOS 80D z důvodu skladové dostupnosti v doprodeji po začátku prodeje nastupujícího modelu EOS 90D a nižších pořizovacích nákladů. Fotoaparát Canon EOS 80D obsahuje na snímači filtry omezující transmitanci ultrafialového záření. Tyto byly autorizovaným servisem vyjmuty. Fotoaparát Canon EOS 90D byl použit k provedení fotografické dokumentace vzorků ve viditelném spektru s objektivem Canon 35 mm f/2.8 IS STM Macro (dále jen Canon 35 mm f/2.8).

Volba objektivů pro fotografickou dokumentaci v ultrafialovém spektru byla ovlivněna dostupností a hodnotou vhodného objektivu. Jediným objektivem, u něž byly dohledány výsledky spektrofotometrického měření transmitance a zároveň jej bylo možné získat za přiměřenou cenu, je Canon EF 40 mm f/2.8 STM, který dosahuje při 365 nm 40% transmitance. Na základě transmitanční křivky, viz Obrázek 9, lze konstatovat, že objektiv je i přes relativně nízkou transmitanci vhodný pro ultrafialovou fotografii v UV-A části ultrafialového spektra. (Wilhelmson, 2021)



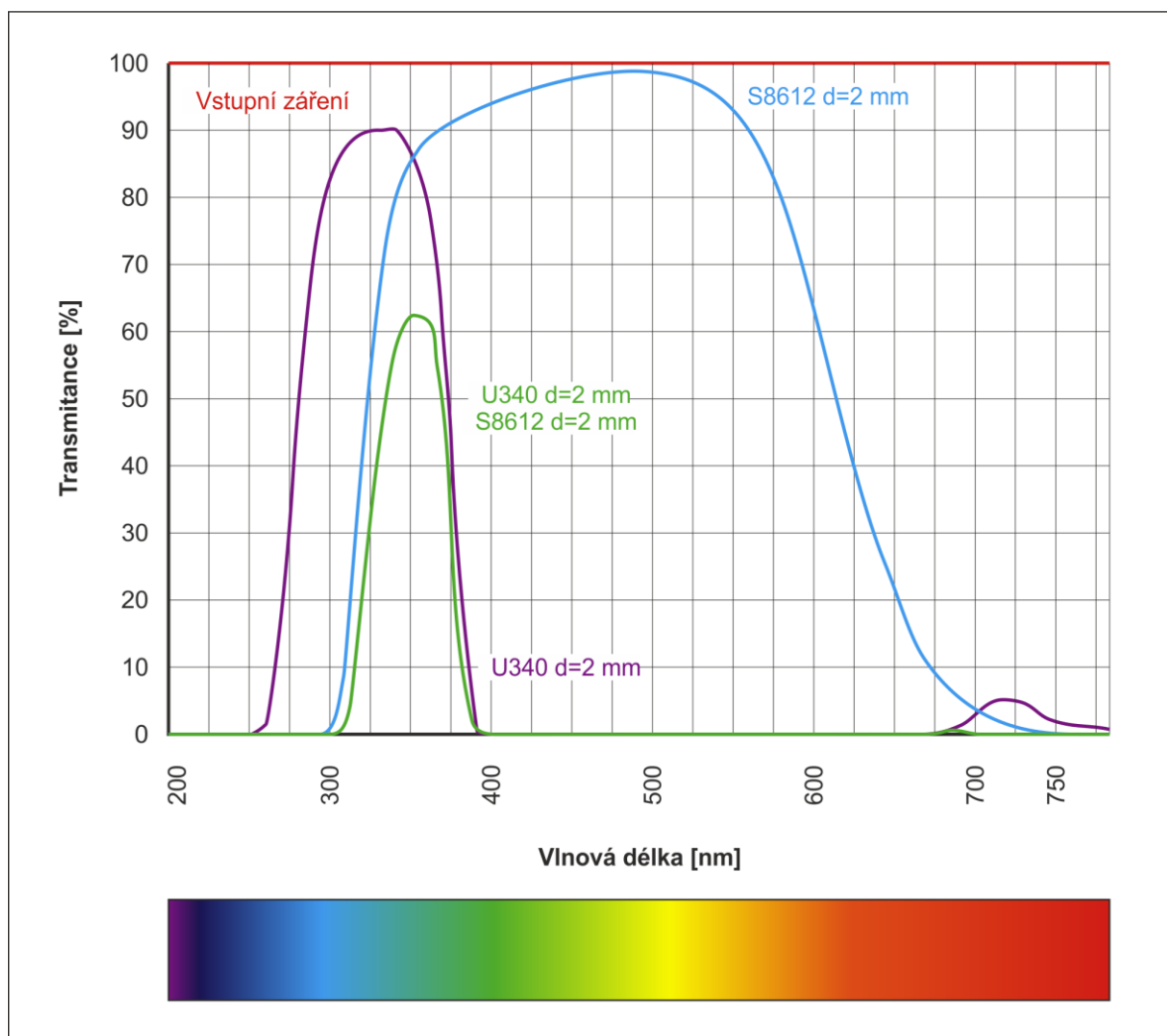
Obrázek 9 Transmittanční křivka objektivu Canon 40 mm f/2.8 STM. (vlastní, původně Wilhelmson, 2021)

Na základě konzultace a praktické ukázky prof. Ing. Ivana Mikšíka, DrSc., toho času vedoucího vědeckého pracovníka proteomické laboratoře Oddělení analýzy fyziologicky aktivních látek Fyziologického ústavu Akademie věd České republiky, byly pro praktickou část této práce použity i objektivy Helios 44-2 58 mm f/2 (bajonet M42) a Nikon E 35 mm f/2.5 (bajonet Nikon). U těchto byly použity konverzní adaptéry k bajonetu Canon. Z důvodu nedohledaných výsledků spektrofotometrického měření objektivů Nikon a Helios, lze tyto komparovat pouze metodou srovnávání s objektivem Canon.

Zkoušení optických členů v Laboratoři digitální optiky Univerzity Palackého v Olomouci, bylo z důvodu pandemických opatření zrušeno bez náhradního termínu.

K redukci transmittance nežádoucího záření a pro transmittanci záření v intervalu 365 nm, který je významný pro kriminalisticko-technickou ultrafialovou fotografii, byl použit

UV filtr Hoya U340 2 mm a ICF (IR) filtr Schott S8612 2 mm. V případě obou filtrů se jedná o neoriginální produkty druhovýroby. Součástí každé objednávky filtru je protokol s transmittanční křivkou na konkrétní šarži použitého skla. Transmittanční křivky na Obrázku 10 zobrazují transmittance filtrů samostatně, i jejich kombinace. Kombinace filtrů U340 a S8612 je vhodná z důvodu možnosti exponování v ultrafialovém spektru pouze s filtrem U340 s píkem v 340 nm, za předpokladu vytvoření vhodných podmínek (absolutní tma) a exponování v ultrafialovém spektru s píkem v 365 nm s využitím kombinace obou filtrů. Pokles transmittance soustavy ve srovnání se samostatným filtrem U340 lze kompenzovat zvýšením citlivosti, prodloužením expozičního času či zesílením zdroje záření. Zároveň však dochází k žádoucímu efektu redukce transmittance infračerveného záření, kterého by v podmínkách místa činu nebylo možné jinak dosáhnout.



Obrázek 10 Transmittanční křivky UV filtru, ICF (IR) filtru a jejich kombinace.

(vlastní, původně Wilhelmson, 2021)

Jako zdroj záření byly použity: svítidla Fénix TK25 UV, laboratorní zdroj Projectina Paglab MSA-810, modifikovaný externí blesk Canon 550 EX a sluneční záření.

Podkladové materiály stop byly zvoleny tak, aby reprezentovaly materiály, z nichž jsou v praxi latentní stopy zajišťovány na místě činu nebo v laboratoři. Jsou jimi keramický obklad bílé barvy (ozn. „A“), pokojový koberec s vláknem o výšce 4 mm se vzorem převažující modré barvy (ozn. „B“), pokojové linoleum s reliéfním povrchem a s texturou dřeva v hnědé barvě (ozn. „C“), vlnitá lepenka v hnědé barvě (ozn. „D“), ložní prostěradlo z bavlny v bílé barvě (ozn. „E“), smrková palubka bez laku (ozn. „F“), plastový obal čisticího prostředku fialové barvy (ozn. „G“) a triko z bavlny v černé barvě (ozn. „H“).

Na tyto materiály byly nanášeny vzorky spermatu (ozn. „1“), slin (ozn. „2“), potu (ozn. „3“), moči (ozn. „4“) a krve (ozn. „5“). Z důvodu navození skutečných náročných podmínek byly vzorky nanášeny na podkladové materiály v malém množství. K fotografické dokumentaci byly použity vzorky ne starší 24hodin. Poševní sekret nebyl vzorkován z důvodu ochrany osobních údajů a případné administrativní zátěže.

Každý vzorek a jeho umístění na podkladovém materiálu je jednoznačně identifikován pomocí kombinace označení materiálu podkladu a naneseného vzorku ve tvaru „materiál-vzorek“, např. „A-1“ identifikuje sperma na keramickém obkladu.

Fotografická dokumentace praktické části byla provedena ve fotografické laboratoři Odboru kriminalistické techniky a expertíz Služby kriminální policie a vyšetřování Krajského ředitelství policie Jihomoravského kraje v Brně.

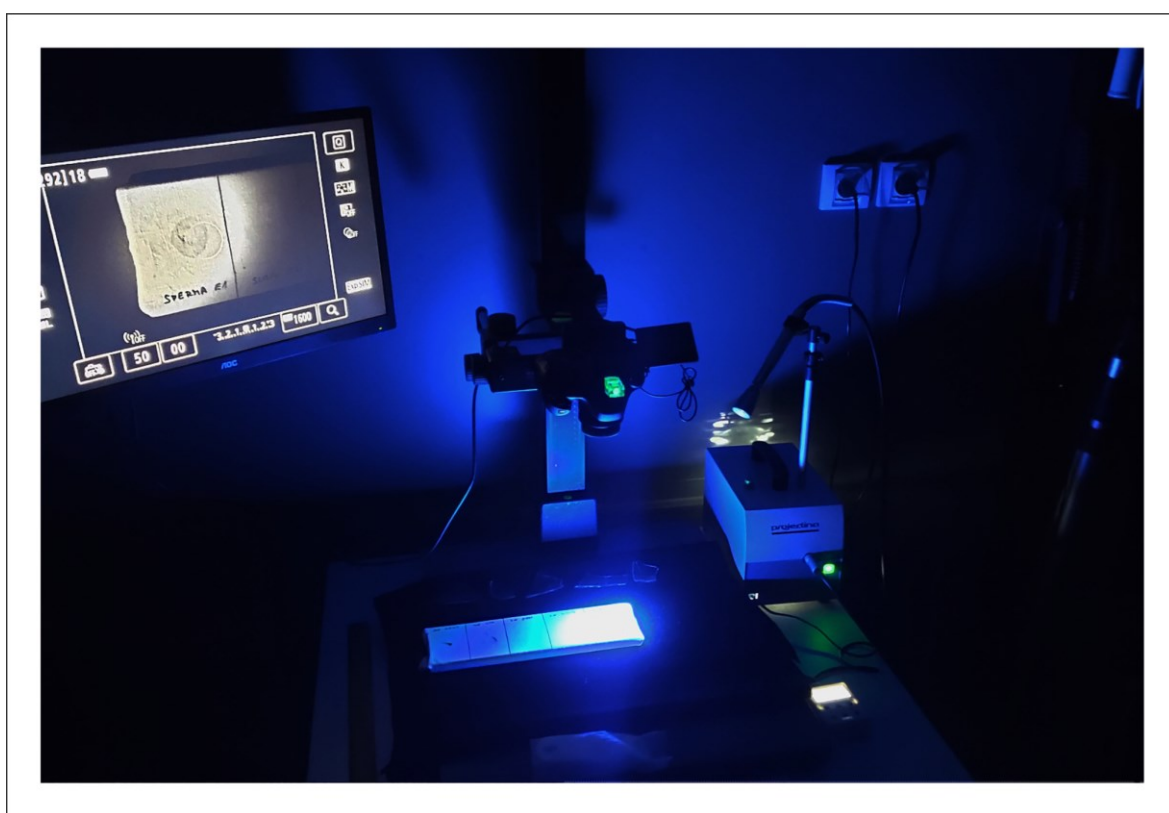
8.2 Metody

Pro zpracování a vyhodnocení praktické části byly použity metody běžné v kriminalisticko-technické praxi, konkrétně popisování, srovnávání a experimentování. Z důvodu vyhodnocování digitálních obrazových dat, byla v rámci srovnávání použita i srovnávací metoda subjektivní hranové segmentace.

Experimentální fotografická dokumentace se zdroji záření Fénix TK25 UV, Projectina Paglab MSA-810 a Canon 550 EX, byla provedena ve fotografické laboratoři v podmínkách absolutní tmy, viz Obrázek 11. Digitální zrcadlovka s očníkovou záslepkou hledáčku byla aretována na stativový stůl v poloze kolmé na podložku a v závislosti na ohniskové vzdálenosti použitého objektivu v takové výšce, aby vzorek vyplňoval vždy stejnou část

snímku. Za účelem zvýšení přesnosti manuálního ostření byla digitální zrcadlovka propojena s monitorem a k redukci chvění byla použita kabelová dálková spoušť.

Zdroje záření Fénix TK25 UV a Projectina Paglab MSA-810 byly aretovány tak, aby byl vzorek pod šikmým osvitem (přibližně 45°). Zdroj záření Canon 550 EX byl umístěn do bajonetu pro externí blesk na těle digitální zrcadlovky a poskytoval přímý osvit vzorku. Umístění zdrojů záření přibližně odpovídá možnostem dokumentaristy na místě činu, kdy je bez stativu schopen aretovat na těle digitální zrcadlovky externí blesk, ale v případě ručních svítilen musí s těmito manipulovat levou rukou, zatímco pravou rukou manipuluje s digitální zrcadlovkou.



Obrázek 11 Podmínky pro dokumentaci ve fotografické laboratoři OKTE.

Vlevo náhledový monitor, vprostřed stativový stůl s aretovanou digitální zrcadlovkou se vzorkem na neoprenové podložce, vpravo Projectina Paglab MSA-810. (vlastní)

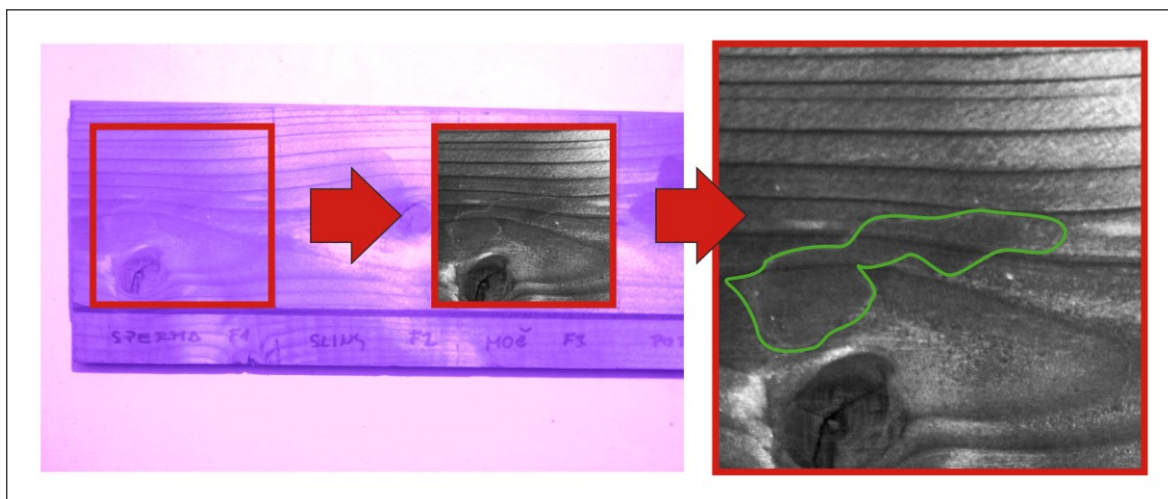
Experimentální fotografická dokumentace s využitím slunečního záření byla provedena na ploché střeše znaleckého pracoviště za letních, slunečných a bezoblačných podmínek v polední době. Digitální zrcadlovka s očníkovou záslepkou hledáčku byla aretována na stativ v poloze kolmé na podložku a v závislosti na použitém objektivu v takové výšce, aby vzorek vyplňoval vždy stejnou část snímku. Za účelem zvýšení přesnosti manuálního

ostření byla digitální zrcadlovka propojena bezdrátově s mobilním telefonem, který byl zároveň využit jako dálková spoušť.

Každý vzorek byl exponován pomocí digitální zrcadlovky Canon EOS 90D s objektivem Canon 35 mm f/2.8 ve viditelném spektru a modifikovanou digitální zrcadlovkou Canon EOS 80D s kombinací objektivů Nikon E 35 mm f/2.5, Canon 40 mm f/2.8 STM a Helios 44-2 58 mm f/2, vždy s oběma nasazenými filtry, a zdrojů záření Fénix TK25 UV, Projectina Paglab MSA-810, Canon 550 EX a slunečního záření. Exponovaný snímek byl uložen ve dvou formátech obrazových dat: „JPG“ pro účely operativního náhledu s využitím procesoru digitální zrcadlovky k základním úpravám a jejich zobrazení na displeji s funkcí živého náhledu, a současně „CR2“ (Canon formát pro RAW) o barevné hloubce 14 bitů.

Zpracování digitálních dat obrazového formátu „CR2“ bylo provedeno pomocí programu Adobe Photoshop CS6, a to ořezem úpravou kontrastu, ostrosti, tonální křivky, převedení do odstínů šedé a uložení ve formátu obrazových dat „PNG“ (bezztrátový formát obrazových dat, z angl. *Portable Network Graphics*). Pomocí programu Adobe Illustrator CS6 byla provedena subjektivní hranová segmentace se subjektivním vyhodnocením zkoumaného vzorku.

Z důvodu zamýšleného zprostředkování skutečných výsledků experimentu s minimálním zkreslením, byly provedeny minimální lineární úpravy obrazových dat, tedy nezbytně nutné v takové míře, aby nedošlo ke zhoršení kvality a ztrátě detailu při tisku.



Obrázek 12 Schéma postupu zpracování digitálních obrazových dat. Vlevo obrazová data RAW, vprostřed obrazová data „PNG“ po provedení lineárních úprav, vpravo zeleně naznačena úspěšná subjektivní hranová segmentace. (vlastní)

Byla-li subjektivní hranová segmentace úspěšná po celém obvodu vzorku, byl i snímek vyhodnocen jako upotřebitelný s možností vyhodnocení vzorku přímo v digitální zrcadlovce na místě činu nebo v laboratoři bez nutnosti provádět další úpravy pomocí počítače.

Byla-li subjektivní hranová segmentace částečně úspěšná, například pouze v části obvodu vzorku nebo malým rozdílem kontrastu vzorku a podkladu, a po provedení dalších lineárních úprav již proběhla úspěšně, byl snímek vyhodnocen jako upotřebitelný s možností vyhodnocení při zpracování. V tomto případě připadá v úvahu vyhodnocení vzorku pouze v laboratorních podmínkách OKTE z důvodu možnosti provést další úpravy lineární úpravy obrazových dat i během ohledávání.

Byla-li subjektivní hranová segmentace neúspěšná i po provedení dalších lineárních úprav obrazových dat, byl snímek vyhodnocen jako neupotřebitelný.

9 EKONOMICKÁ ROZVAHA

Ekonomická rozvaha uvedená v Tabulce 1 obsahuje pořizovací náklady všech prostředků použitých pro experimentální část této práce.

K fotografování v ultrafialovém spektru přistupuje zpravidla fotograf, který již vlastní nejméně základní vybavení pro fotografování ve viditelném spektru. Za tohoto předpokladu, a při nákupu použitého příslušenství či alternativních produktů, je možné získat základní vybavení za zlomek ceny prostředků použitých pro experimentální část této práce.

Tabulka 1 Hodnoty jednotlivých použitých prostředků. (Ceny 1. 7. 2021).

Druh položky	Typ položky	Cena vč. DPH [Kč]
Digitální zrcadlovka	Canon EOS 90D	28 990
Digitální zrcadlovka	Canon EOS 80D	24 990
Modifikace	Canon EOS 80D, vyjmutí filtrů	2 500
Objektiv	Canon 35 mm f/2.8 IS STM Macro	10 890
Objektiv	Canon 40 mm f/2.8 STM	4 490
Objektiv	Nikon E 35 mm f/2.5	5 090
Objektiv	Helios 44-2 58 mm f/2	1 500
Adaptér	Bajonet M42 na Canon	490
Adaptér	Bajonet Nikon na Canon	990
Adaptér	Redukce na filtrový závit objektivu	590
Zdroje záření	Fénix TK25 UV	2 599
Zdroje záření	Projectina Paglab MSA-810	300 000
Zdroje záření	Canon 550 EX	1 500
Filtry	Hoya U340 2 mm (58 mm)	3 936
Filtry	Schott S8612 2 mm (58 mm)	4 222
Dálková spoušť	Canon RS60 E3	490
Stativ	Manfrotto 190 CX PRO4	9 390
Stativ	Kaiser ELS120	4 240
Paměťová karta	SD SanDisk Ultra 16 GB	154
Monitor	AOC M2470SWH - LED	2 890
Materiály	A-H	0
Vzorky	1-5	0
Ostatní	Poštovné, celní poplatky	2 125

10 VYHODNOCENÍ

Experimentální fotografická dokumentace byla provedena s využitím prostředků, viz kapitola 8.1 Prostředky, a v souladu se stanovenými metodami, viz kapitola 8.2 Metody.

Získaná digitální obrazová data byla zpracována a opatřena legendou, která jednoznačně identifikuje materiál, vzorek, objektiv a zdroj použitého záření a tvoří přílohu P I-P XXII této práce. Každá příloha obsahuje v prvním sloupci referenční snímky exponované ve viditelném spektru, a v dalších čtyřech sloupcích pak různé zdroje záření pro jeden objektiv s UV a ICF (IR) filtry.

Na základě vyhodnocení subjektivní hranové segmentace, viz kapitola 8.2 Metody, bylo vytvořeno schéma subjektivního vyhodnocení upotřebitelnosti fotografické dokumentace vzorků s využitím kombinace prostředků, viz kapitola 8.1 Prostředky.

V případě vyhodnocení upotřebitelnosti snímků z hlediska použitého podkladového materiálu A-H (horizontální směr schématu) byly jako upotřebitelné vyhodnoceny snímky vzorků nanesených na keramickém obkladu (A) a smrkové palubce (F). Naopak s výjimkou krve jsou neupotřebitelné všechny snímky vzorů na pokojovém koberci (B), viz Obrázek 13.

V případě vyhodnocení upotřebitelnosti snímků z hlediska jednotlivých vzorků 1-5 byla většina snímků vyhodnocena jako upotřebitelná nebo částečně upotřebitelná (s dalšími úpravami). Neupotřebitelnost snímků vzorků se projevovala částečně nebo v plném rozsahu v případě spermatu: B-1; slin: B-2, D-2 a E-2; potu: B-3, C-3, D-3, E-3 a H-3; moči: B-4, G-4; krve: H-5.

Protože krev absorbuje ultrafialové záření, má tendenci zanikat na tmavých podkladech s podobnými absorpčními vlastnostmi. V praxi je krev vyhledávána jinými fyzikálními, fyzikálně-chemickými nebo chemickými metodami. K provedení experimentální fotografické dokumentace byla využita za účelem názorné demonstrace rozdílu v množství reflektovaného a absorbovaného záření jednotlivých vzorků.

Spočtením průměru procentuální upotřebitelnosti snímků v závislosti na použitém objektivu, viz Tabulka 2, bylo zjištěno, že všechny tři použité objektivy dosahují v ultrafialovém spektru podobných výsledků, z nichž nejvyšší procento upotřebitelných snímků bylo exponováno objektivem Nikon E 35 mm f/2.5, dále objektivem Canon 40 mm f/2.8 STM a nakonec objektivem Helios 44-2 58 mm f/2.

Z hlediska ergonomie se jako nejvhodnější jeví objektiv Canon 40 mm f/2.8 STM má nejmenší fyzické rozměry i hmotnost a je schopen automatického ostření z důvodu kompatibility s digitální zrcadlovkou. V případě ostatních objektivů se jedná o produkty starší výroby určené původně pro analogové fotoaparáty, které po použití adaptéru na bajonet Canon umožňují pouze manuální ostření i nastavení clony. Jejich konstrukce je fyzicky větších rozměrů a použití kovů v šasi objektivů zvyšuje jejich hmotnost. Objektiv Nikon E 35 mm f/2.5 i Helios 44-2 58 mm f/2 byly před experimentem prohlédnuty v odborném servise a nebyla u nich shledána žádná závada. I přesto byl ostřicí kroužek objektivu Helios volnější a jemné ostření vyžadovalo více pozornosti a soustředění i z toho důvodu, že objektiv má téměř dvojnásobnou ohniskovou vzdálenost a musel být aretován ve větší vzdálenosti od vzorku a byl tedy náchylnější na otřesy.

Na základě provedené experimentální fotografické dokumentace a vyhodnocení upotřebitelnosti jednotlivých snímků bylo zjištěno, že objektivy vhodnými pro vyhledávání a kriminalisticko-technickou fotografickou dokumentaci latentních stop v ultrafialovém spektru, jsou Canon 40 mm f/2.8 STM a Nikon E 35 mm f/2.5.

Závěry experimentální fotografické dokumentace potvrzuje téměř roční validace tohoto druhu speciální fotografie na skutečných místech činu a při expertním ohledání stop v laboratorních podmínkách OKTE. S ohledem na povahu trestných činů a z důvodu zachování mlčenlivosti nebylo možné v této veřejné práci publikovat výstupy praktické kriminalisticko-technické činnosti.



Obrázek 13 Schéma upotřebitelnosti obrazových dat experimentální fotodokumentace, vyobrazuje snímky ve viditelném spektru, které nebyly vyhodnoceny (šedá), snímky upotřebitelné s možností okamžitého vyhodnocení v digitální zrcadlovce (zelená), snímky upotřebitelné po úpravách v počítači (oranžová) a neupotřebitelné snímky (červená). (vlastní)

Tabulka 2 Procentuální upotřebitelnost snímků.

Kombinace použitých prostředků	Upotřebitelné [%]	Neupotřebitelné [%]
Canon 35 mm f/2.8 Viditelné spektrum	-	-
Nikon E 35 mm f/2.5 Fénix TK25 UV	80,0	20,0
Nikon E 35 mm f/2.5 Projectina Paglab MSA-810	70,0	30,0
Nikon E 35 mm f/2.5 Canon 550EX	72,5	27,5
Nikon E 35 mm f/2.5 Sluneční záření	80,0	20,0
Nikon E 35 mm f/2.5 Průměr	75,6	24,4
Canon 40 mm f/2.8 STM Fénix TK25 UV	77,5	22,5
Canon 40 mm f/2.8 STM Projectina Paglab MSA-810	67,5	32,5
Canon 40 mm f/2.8 STM Canon 550EX	75,0	25,0
Canon 40 mm f/2.8 STM Sluneční záření	75,0	25,0
Canon 40 mm f/2.8 STM Průměr	73,8	26,2
Helios 44-2 58 mm f/2 Fénix TK25 UV	70,0	30,0
Helios 44-2 58 mm f/2 Projectina Paglab MSA-810	62,5	37,5
Helios 44-2 58 mm f/2 Canon 550EX	82,5	17,5
Helios 44-2 58 mm f/2 Sluneční záření	75,0	25,0
Helios 44-2 58 mm f/2 Průměr	72,5	27,5

ZÁVĚR

Cílem této práce na téma „Vyhledávání a fotografická dokumentace latentních stop na místě činu v ultrafialovém spektru“ bylo teoreticky i prakticky zpracovat interdisciplinární problematiku kriminalisticko-technické speciální fotografické dokumentace latentních stop na místě činu, ale i v laboratoři, v ultrafialovém spektru, a vyhodnotit upotřebitelnost fotografické dokumentace vzniklé s využitím této metody i z hlediska vyhledávání těchto stop.

V teoretické části práce byla provedena syntéza informací získaných z rešerše dostupné literatury v oblastech kriminalistiky, historického vývoje ultrafialové fotografie, základního pojmového aparátu a metodického postupu. Tyto informace byly aplikovány v praktické části této práce, kdy byla s využitím definovaných prostředků a metod provedena experimentální fotografická dokumentace zkušebních vzorků, reprezentujících materiály a latentní látky (sperma, sliny, pot, moč, krev), které se vyskytují na místě činu či na zkušebních položkách při expertním ohledání.

Vyhodnocením experimentální fotografické dokumentace bylo zjištěno, že tato metoda je upotřebitelná v rámci expertního zkoumání i ohledání místa činu v případě vyhledávání i fotografické dokumentace stop. V souladu s tímto závěrem bylo přistoupeno k testování a validaci metody v praxi na vhodných reálných místech činu a zkušebních položkách expertního zkoumání v odvětvích biologie a genetiky, daktyloskopie a mechanoskopie v období od června 2020 do července 2021.

Výsledky realizace kriminalisticko-technické fotografické dokumentace v ultrafialovém spektru v praxi dosahují vyšší procentuální upotřebitelnosti, než experimentální fotografická dokumentace v praktické části této práce, z důvodu průběžného získávání praktických zkušeností.

Fotografická dokumentace v ultrafialovém spektru má za předpokladu dalšího vývoje a rozšíření prostředků i metodiky postupu potenciál dalšího rozvoje v oblasti multispektrální forenzní dokumentaristiky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Bezpečnostní strategie České republiky 2015, 2015. Praha: Ministerstvo zahraničních věcí ČR. ISBN 978-80-7441-005-5.

ČESKO, 1961. Zákon č. 141/1961 Sb.: Zákon o trestním řízení soudním (trestní řád). In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 66/1961, v posledním znění č. 255/2019 Sb.. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1961-141>.

ČESKO, 1969. Zákon č. 2/1969 Sb.: Zákon České národní rady o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České socialistické republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 1/1969, v posledním znění č. 178/2019 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1969-2>.

ČESKO, 1993. Ústavní zákon č. 1/1993 Sb.: Ústava České republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 1/1993, v posledním znění č. 98/2013 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1993-1>.

ČESKO, 1998. Zákon č. 110/1998 Sb.: Ústavní zákon o bezpečnosti České republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 39/1998, v posledním znění č. 300/2000 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-110>.

ČESKO, 2008. Zákon č. 273/2008 Sb.: Zákon o Policii České republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 91/2008, v posledním znění č. 111/2019 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-273>.

ČESKO, 2019. Zákon č. 254/2019 Sb.: Zákon o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 110/2019. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-254>.

ČESKO, 2020. Vyhláška č. 505/2020 Sb.: Vyhláška, kterou se stanoví seznam znaleckých odvětví jednotlivých znaleckých oborů, jiná osvědčení o odborné způsobilosti, osvědčení vydaná profesními komorami a specializační studia pro obory a odvětví. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 207/2020. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-505>.

DAVIES, Adrian, 2018. *Digital Ultraviolet and Infrared Photography*. Abingdon: Routledge. ISBN 978-1-138-20017-3.

GONZALEZ, Rafael C., Richard E. WOODS, 2002. *Digital Image Processing*. 2. vydání. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall. ISBN 978-0201180756

KONRÁD, Zdeněk a kol., 2014. *Kriminalistika: teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-535-7.

NĚMEC, Miroslav, 2017. *Kriminalistická taktika pro policisty a studenty Policejní akademie České republiky v Praze*. Praha: Abook. ISBN 978-80-906974-0-9.

PORADA, Viktor a kol., 2019. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. 2. aktualizované a rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-741-2.

PRUTCHI, David, 2017. *Exploring Ultraviolet Photography*. Buffalo: Amherst Media, INC. ISBN 978-1-68203-124-7.

ROBINSON, Edward M., 2010. *Crime Scene Photography*. 2. vydání. Burlington: Academic Press. ISBN 978-0-12-375728-9.

ROSENBLUM, Naomi, 1997. *A World History of Photography*. 3. vydání. Abbeville Press. ISBN 0-7892-0028-7.

STRAUS, Jiří, 2012. *Kriminalistická technika*. 3., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-409-1.

ŠÁMAL, Pavel, Oto NOVOTNÝ, Tomáš GŘIVNA, Jiří HERCZEG, Marie VANDUCHOVÁ a Rudolf VOKOUN, 2016. *Trestní právo hmotné*. 8., přepracované vydání. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7552-358-7.

Terminologický slovník pojmů z oblasti krizového řízení, ochrany obyvatelstva, environmentální bezpečnosti a plánování obrany státu, 2016 [online]. Ministerstvo vnitra České republiky. [Citováno 28.12.2020.]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-krizove-rizeni-a-planovani-obrany-statu.aspx>

WILHELMSON, Ulf, 2021 [online]. *Ultraviolet photography* [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.ultravioletphotography.com/content/index.php/topic/4378-canon-40mm-f28-ef-stm/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AA	<i>Antialiasing (Filter)</i>
ASA	<i>American Standards Association</i>
CCD	<i>Charge-Coupled Device</i>
CFA	<i>Colour Filter Array</i>
CMOS	<i>Complementary Metal-Oxide Semiconductor</i>
COBOL	<i>Common Business Oriented Language</i>
FORTRAN	<i>Formula Translator</i>
FWHM	<i>Full Width at Half Maximum</i>
ICF	<i>Infrared Cut-off Filter</i>
IR	<i>Infrared (infračervené záření)</i>
JPG	<i>Joint Photographic Group</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
NASA	<i>National Aeronautics an Space Administration</i>
OKTE	Odbor kriminalistické techniky a expertíz
PNG	<i>Portable Network Graphics</i>
RUVIS	<i>Reflected Ultraviolet Imaging System</i>
UV	<i>Ultraviolet (ultrafialové záření)</i>
UV-A	Ultrafialové záření v pásmu A
UV-B	Ultrafialové záření v pásmu B
UV-C	Ultrafialové záření v pásmu C
WYSIWYG	What You See Is What You Get

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Elektromagnetické spektrum. (vlastní, původně Prutchi, 2017 a Davies, 2018)	25
Obrázek 2 Transmittanční křivka. (vlastní, původně Prutchi, 2017 a Davies, 2018)	27
Obrázek 3 Průchod záření objektivem a tělem fotoaparátu. (vlastní).....	32
Obrázek 4 Bayerův filtr. (vlastní)	33
Obrázek 5 Filtry a vrstvy snímače CMOS. (vlastní, původně Prutchi, 2017)	35
Obrázek 6 Transmittanční křivka různých materiálů (vlastní, původně Prutchi, 2017)	36
Obrázek 7 Průnik transmitancí snímače, UV filtru a ICF (IR) filtru (žlutá plocha) a redukované infračervené spektrum (oranžová plocha). (vlastní, původně Prutchi, 2017)	38
Obrázek 8 Relativní intenzita ultrafialového záření v závislosti na denní době. (vlastní, původně Prutchi, 2017).....	40
Obrázek 9 Transmittanční křivka objektivu Canon 40 mm f/2.8 STM. (vlastní, původně Wilhelmson, 2021).....	51
Obrázek 10 Transmittanční křivky UV filtru, ICF (IR) filtru a jejich kombinace. (vlastní, původně Wilhelmson, 2021).....	52
Obrázek 11 Podmínky pro dokumentaci ve fotografické laboratoři OKTE. Vlevo náhledový monitor, vprostřed stativový stůl s aretovanou digitální zrcadlovkou se vzorkem na neoprenové podložce, vpravo Projectina Paglab MSA-810. (vlastní).....	54
Obrázek 12 Schéma postupu zpracování digitálních obrazových dat. Vlevo obrazová data RAW, vprostřed obrazová data „PNG“ po provedení lineárních úprav, vpravo zeleně naznačena úspěšná subjektivní hranová segmentace. (vlastní)	55
Obrázek 13 Schéma upotřebitelnosti obrazových dat experimentální fotodokumentace, vyobrazuje snímky ve viditelném spektru, které nebyly vyhodnoceny (šedá), snímky upotřebitelné s možností okamžitého vyhodnocení v digitální zrcadlovce (zelená), snímky upotřebitelné po úpravách v počítači (oranžová) a neupotřebitelné snímky (červená). (vlastní)	60




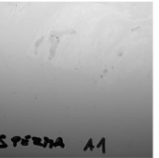
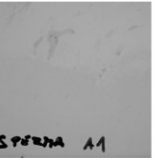

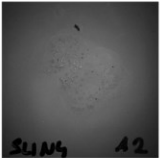
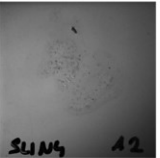
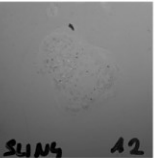



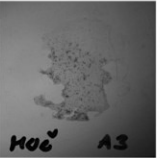
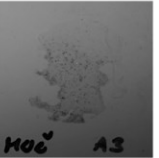
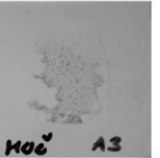

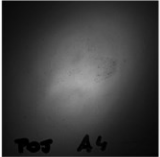
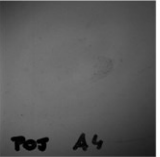
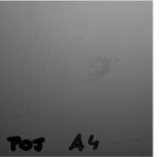
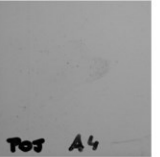



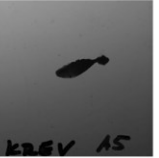
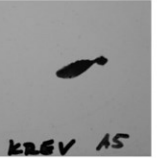
SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Hodnoty jednotlivých použitých prostředků. (Ceny 1. 7. 2021).	57
Tabulka 2 Procentuální upotřebitelnost snímků.	61

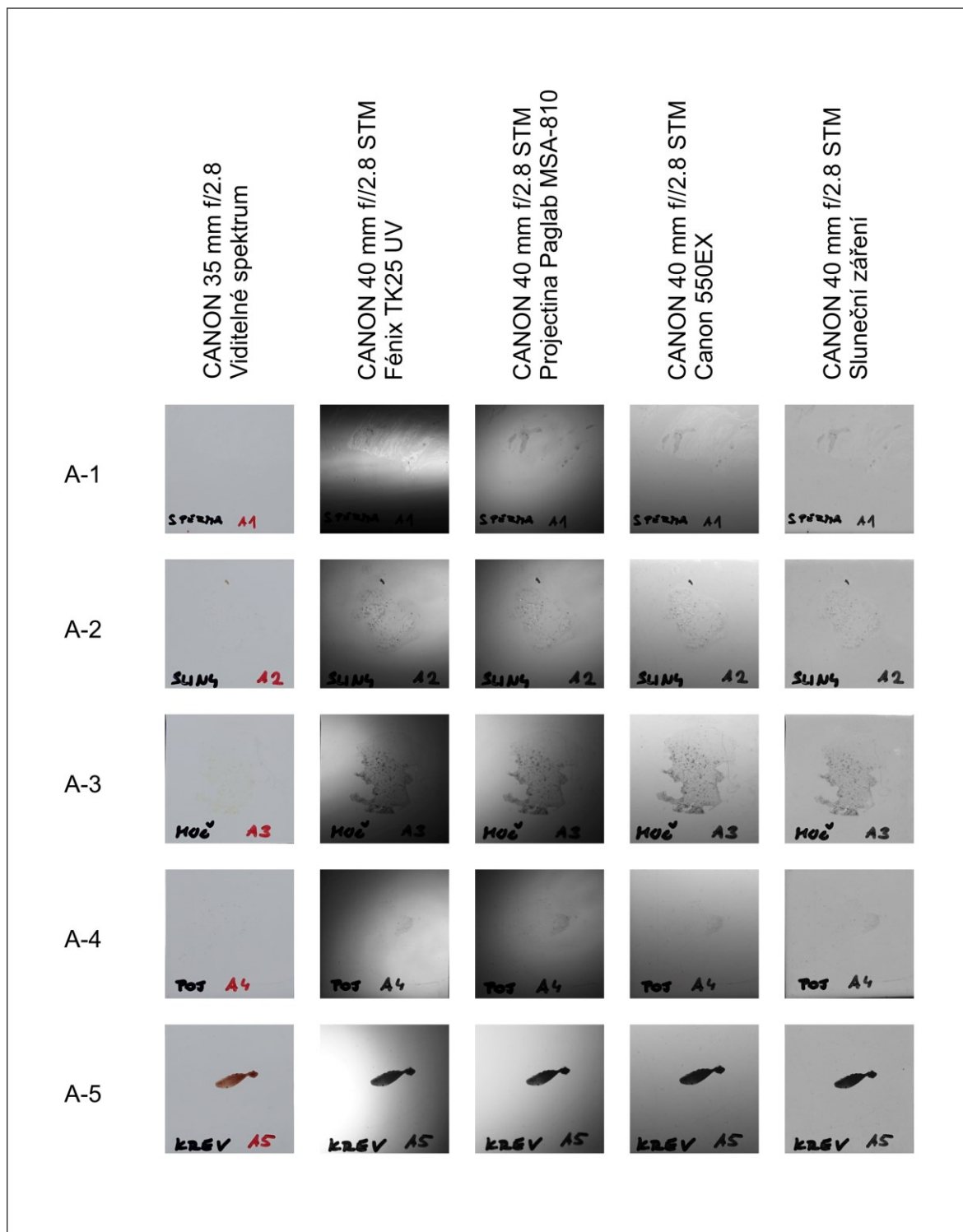
SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha P I: Keramický obklad, Nikon E 35 mm f/2.5
- Příloha P II: Keramický obklad, Canon 40 mm f/2.8 STM
- Příloha P III: Keramický obklad, Helios 44-2 58 mm f/2
- Příloha P IV: Pokojový koberec, Nikon E 35 mm f/2.5
- Příloha P V: Pokojový koberec, Canon 40 mm f/2.8 STM
- Příloha P VI: Pokojový koberec, Helios 44-2 58 mm f/2
- Příloha P VII: Linoleum, Nikon E 35 mm f/2.5
- Příloha P VIII: Linoleum, Canon 40 mm f/2.8 STM
- Příloha P IX: Linoleum, Helios 44-2 58 mm f/2
- Příloha P X: Lepenka, Nikon E 35 mm f/2.5
- Příloha P XI: Lepenka, Canon 40 mm f/2.8 STM
- Příloha P XII: Lepenka, Helios 44-2 58 mm f/2
- Příloha P XIII: Prostěradlo, Nikon E 35 mm f/2.5
- Příloha P XIV: Prostěradlo, Canon 40 mm f/2.8 STM
- Příloha P XV: Prostěradlo, Helios 44-2 58 mm f/2
- Příloha P XVI: Palubka, Nikon E 35 mm f/2.5
- Příloha P XVII: Palubka, Canon 40 mm f/2.8 STM
- Příloha P XVIII: Palubka, Helios 44-2 58 mm f/2
- Příloha P XIX: Plastový obal, Nikon E 35 mm f/2.5
- Příloha P XX: Plastový obal, Canon 40 mm f/2.8 STM
- Příloha P XXI: Plastový obal, Helios 44-2 58 mm f/2
- Příloha P XXII: Triko, Nikon E 35 mm f/2.5
- Příloha P XXIII: Triko, Canon 40 mm f/2.8 STM
- Příloha P XXIV: Triko, Helios 44-2 58 mm f/2

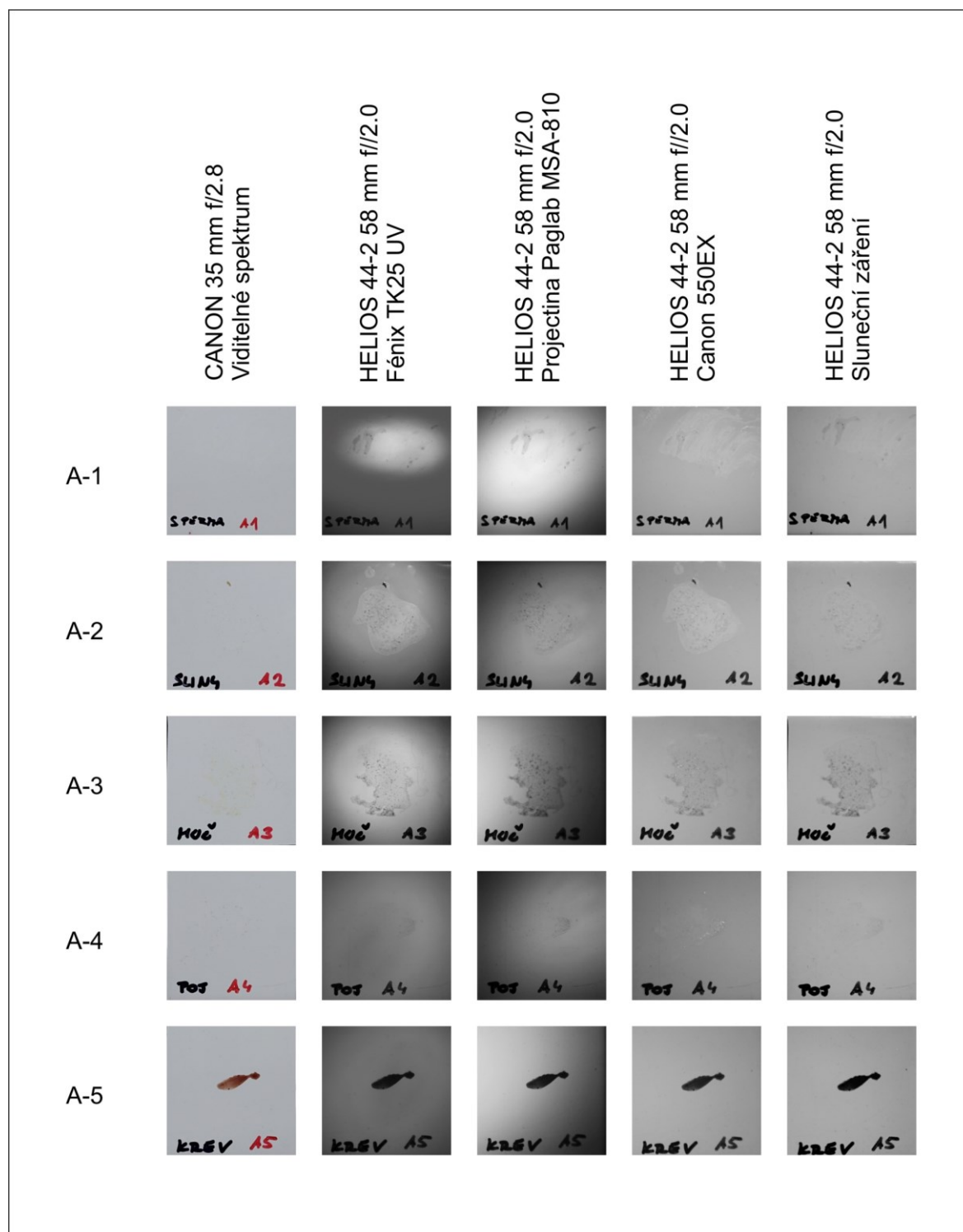
PŘÍLOHA P I: KERAMICKÝ OBKLAD, NIKON E 35 MM F/2.5

	CANON 35 mm f/2.8 Viditelné spektrum	NIKON E 35 mm f/2.5 Fénix TK25 UV	NIKON E 35 mm f/2.5 Projectina Paglab MSA-810	NIKON E 35 mm f/2.5 Canon 550EX	NIKON E 35 mm f/2.5 Sluneční záření
A-1	 SPERHA A1	 SPERHA A1	 SPERHA A1	 SPERHA A1	 SPERHA A1
A-2	 SLUNY A2	 SLUNY A2	 SLUNY A2	 SLUNY A2	 SLUNY A2
A-3	 HOČ A3	 HOČ A3	 HOČ A3	 HOČ A3	 HOČ A3
A-4	 TOJ A4	 TOJ A4	 TOJ A4	 TOJ A4	 TOJ A4
A-5	 KREV A5	 KREV A5	 KREV A5	 KREV A5	 KREV A5

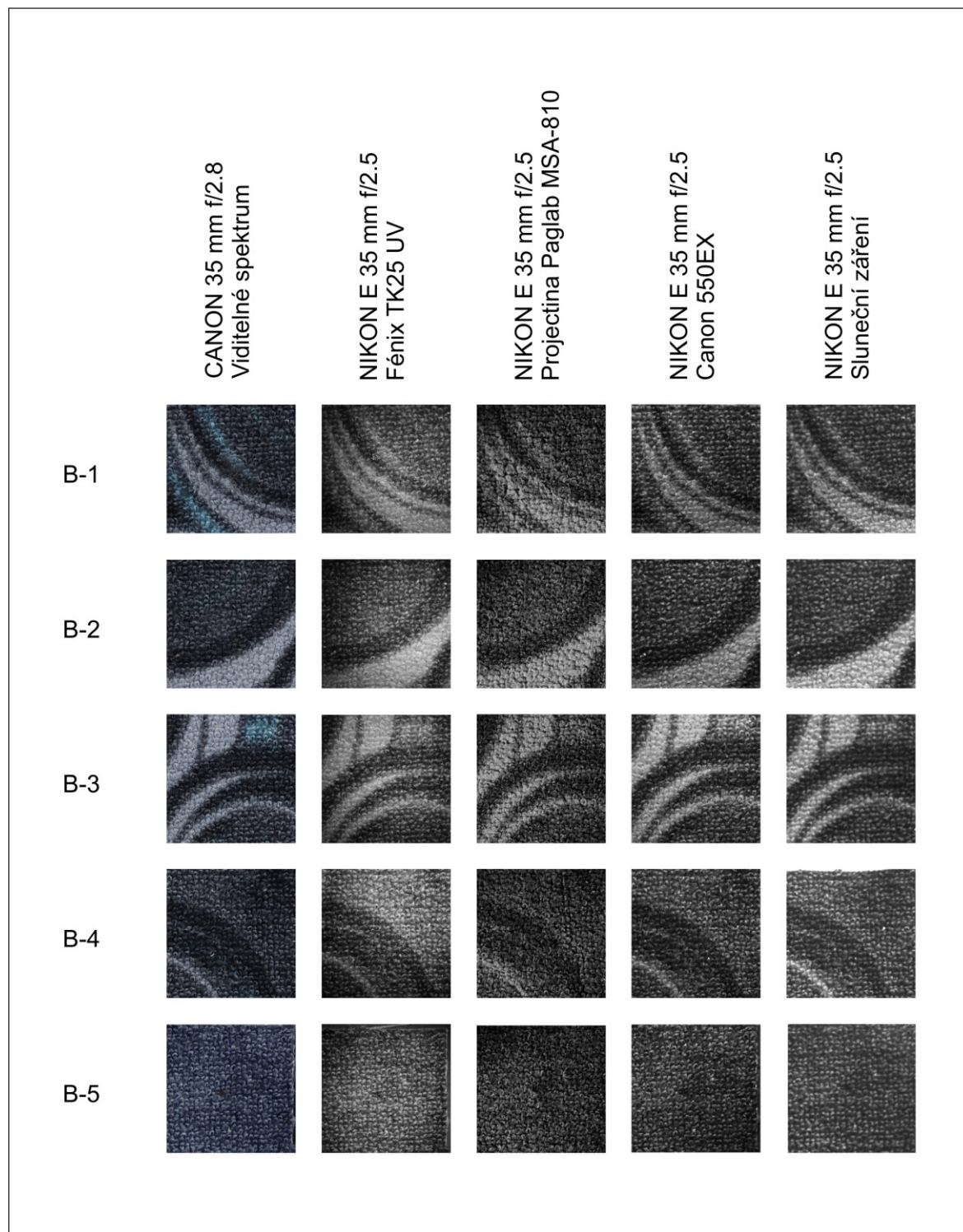
PŘÍLOHA P II: KERAMICKÝ OBKLAD, CANON 40 MM F/2.8 STM



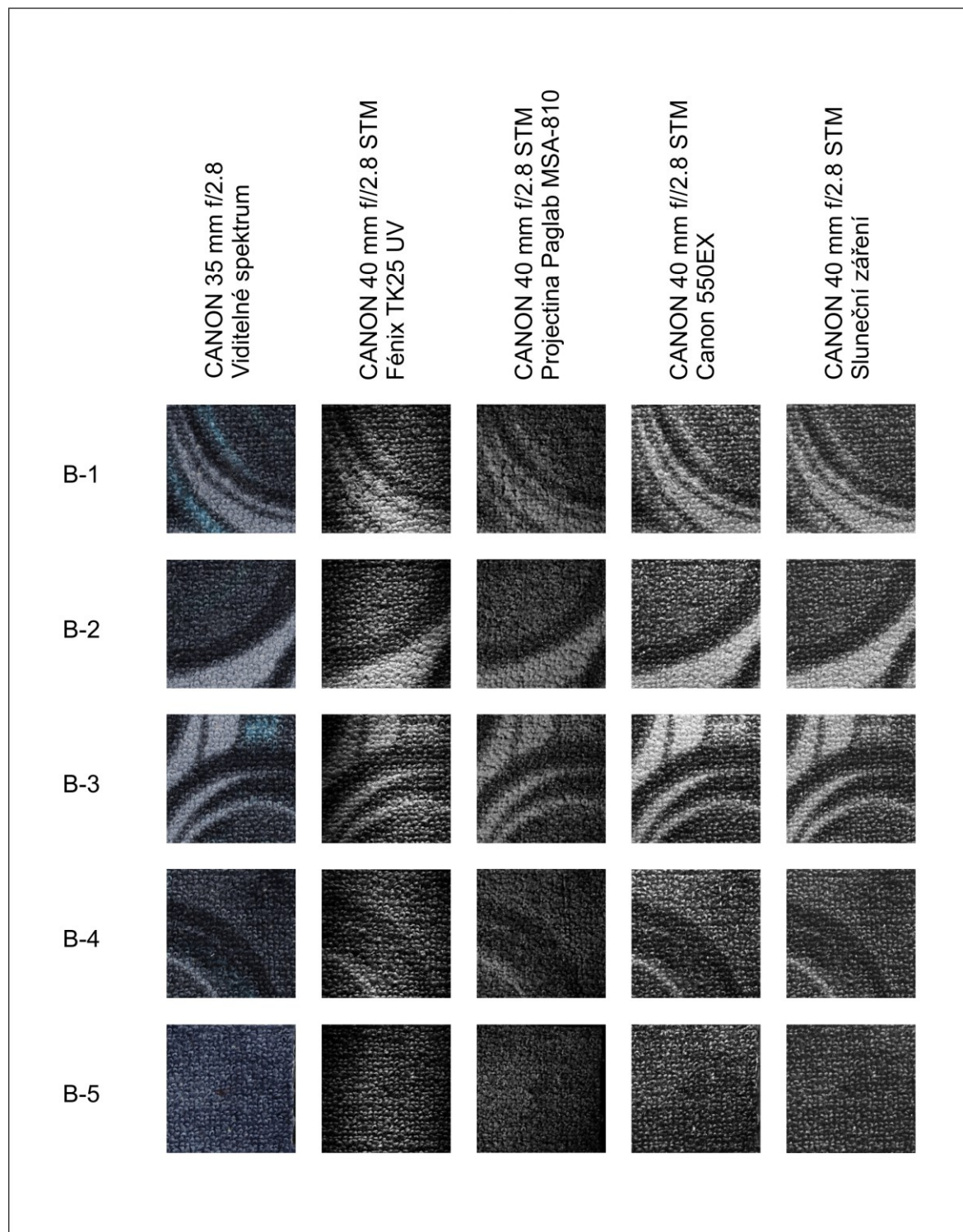
PŘÍLOHA P III: KERAMICKÝ OBKLAD, HELIOS 44-2 58 MM F/2



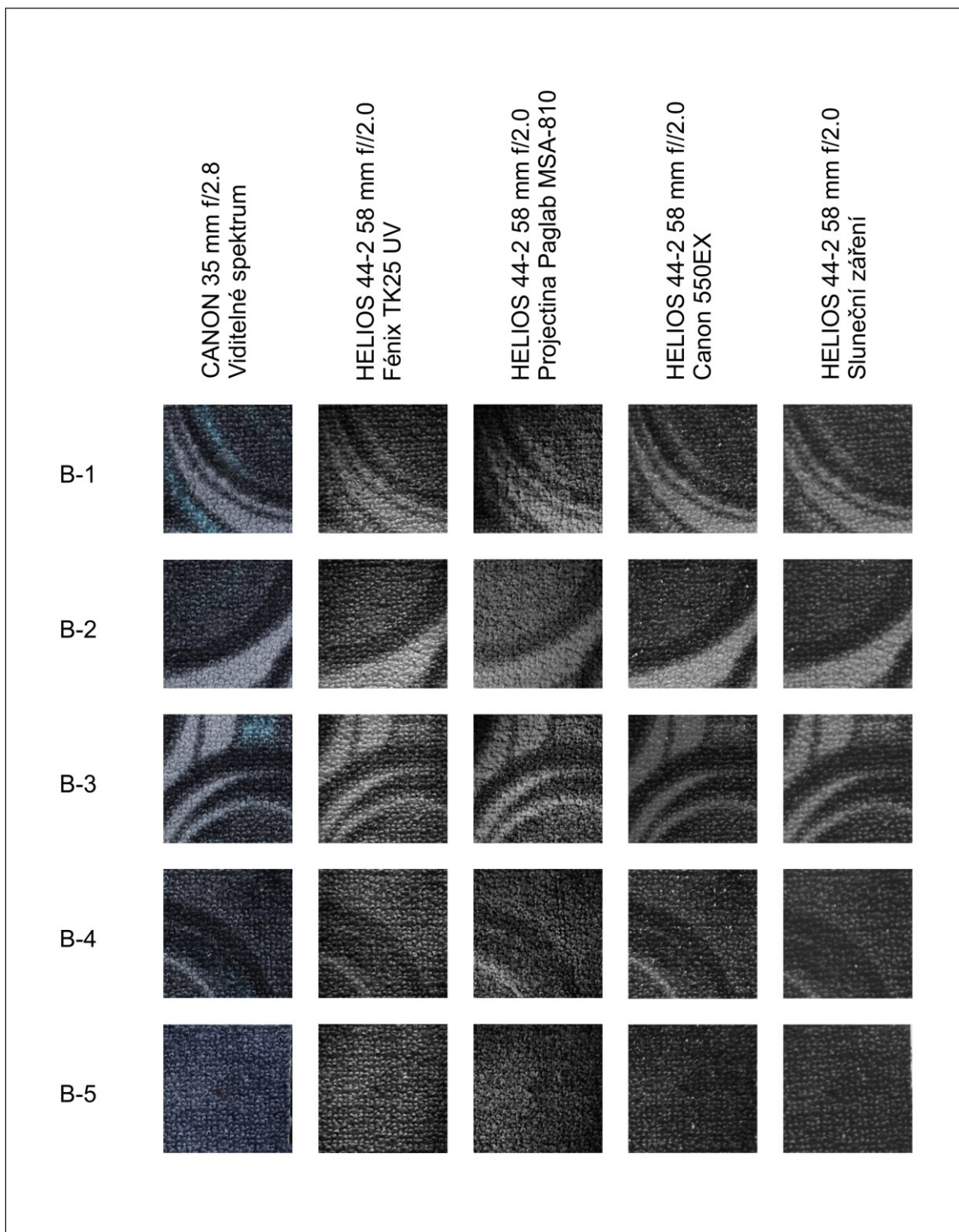
PŘÍLOHA P IV: POKOJOVÝ KOBEREK, NIKON E 35 MM F/2.5



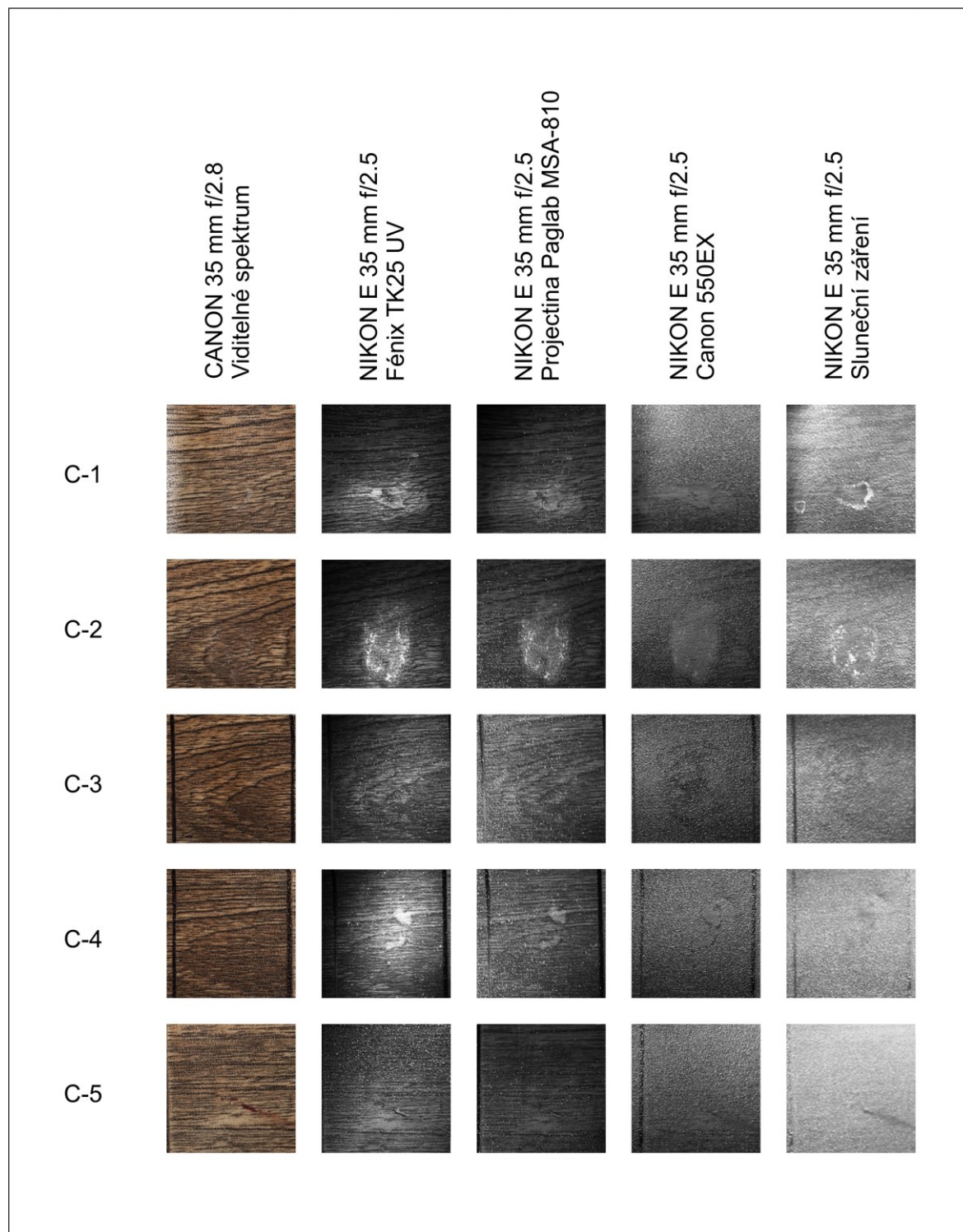
PŘÍLOHA P V: POKOJOVÝ KOBEREK, CANON 40 MM F/2.8 STM



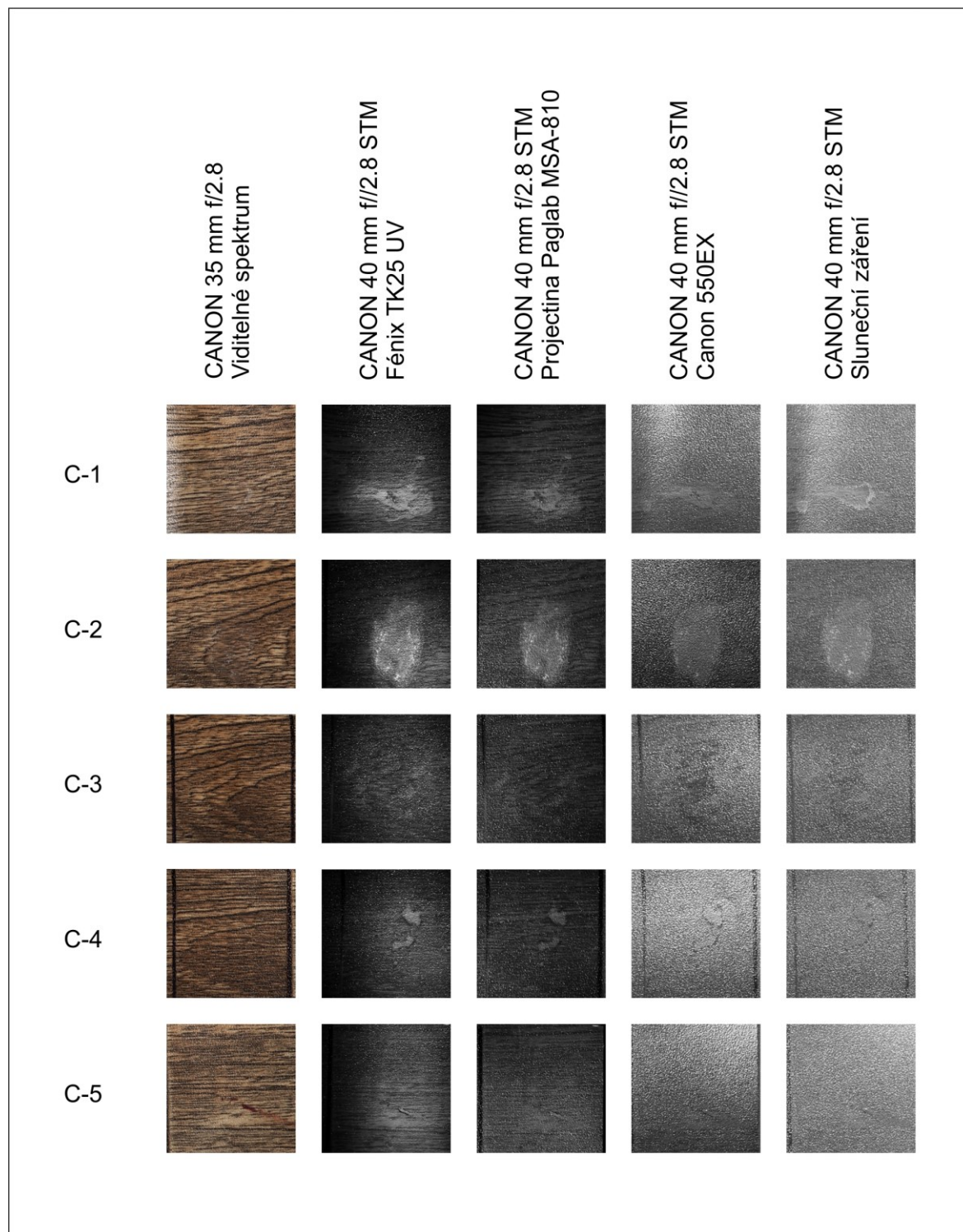
PŘÍLOHA P VI: POKOJOVÝ KOBEREK, HELIOS 44-2 58 MM F/2



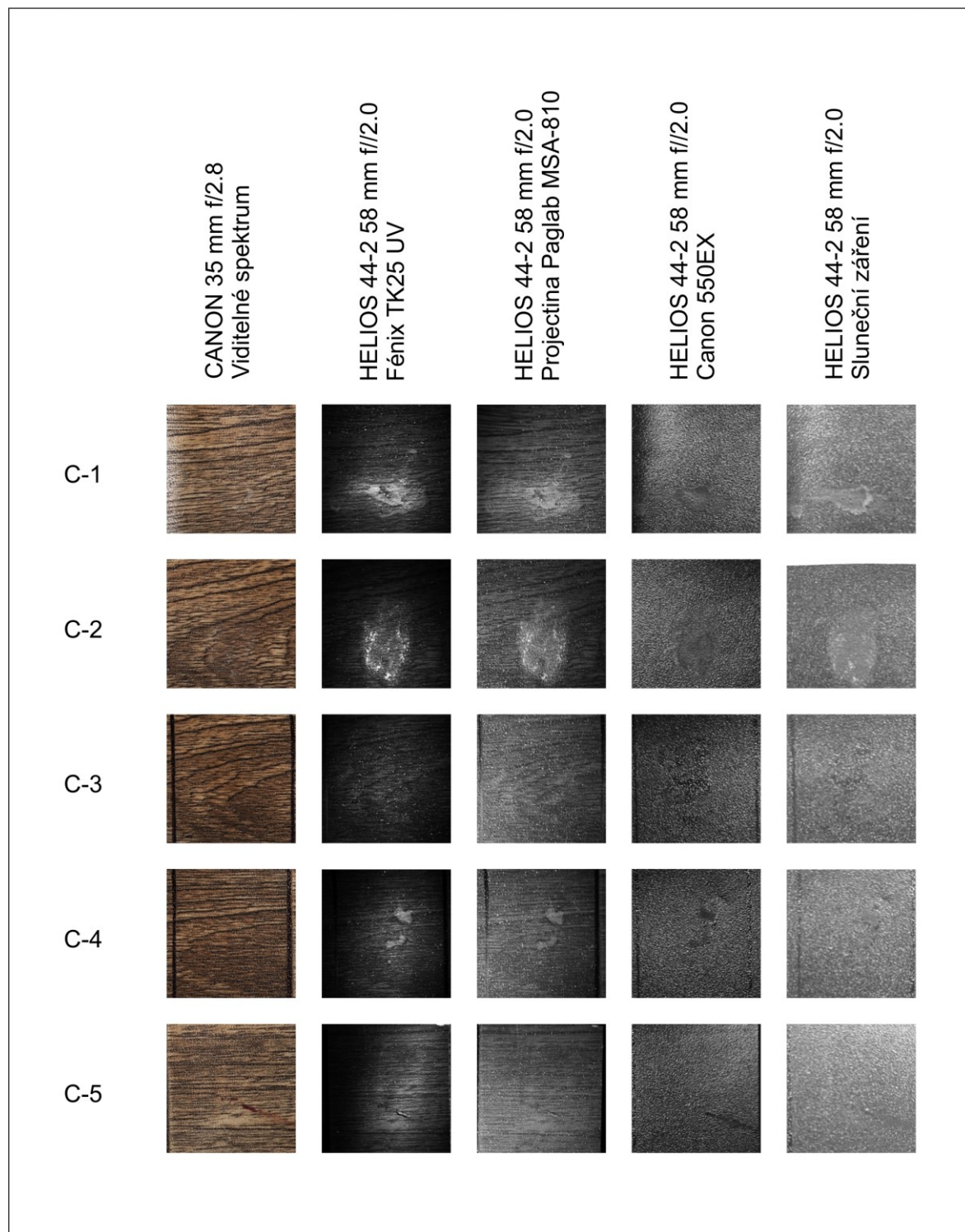
PŘÍLOHA P VII: LINOLEUM, NIKON E 35 MM F/2.5





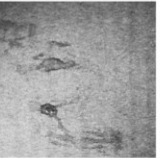
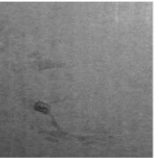
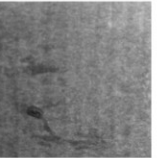

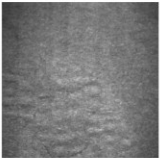
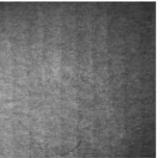
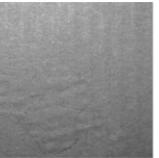
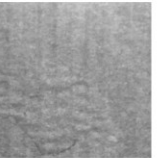

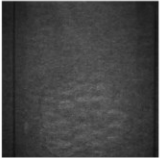
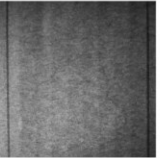
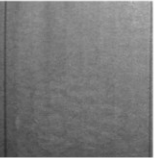
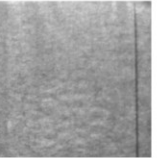

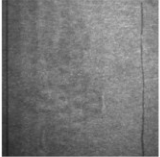
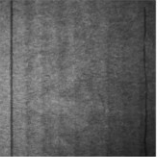
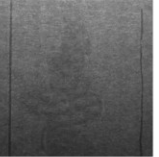
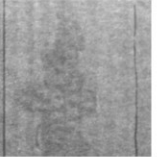




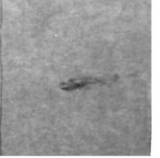
PŘÍLOHA P VIII: LINOLEUM, CANON 40 MM F/2.8 STM



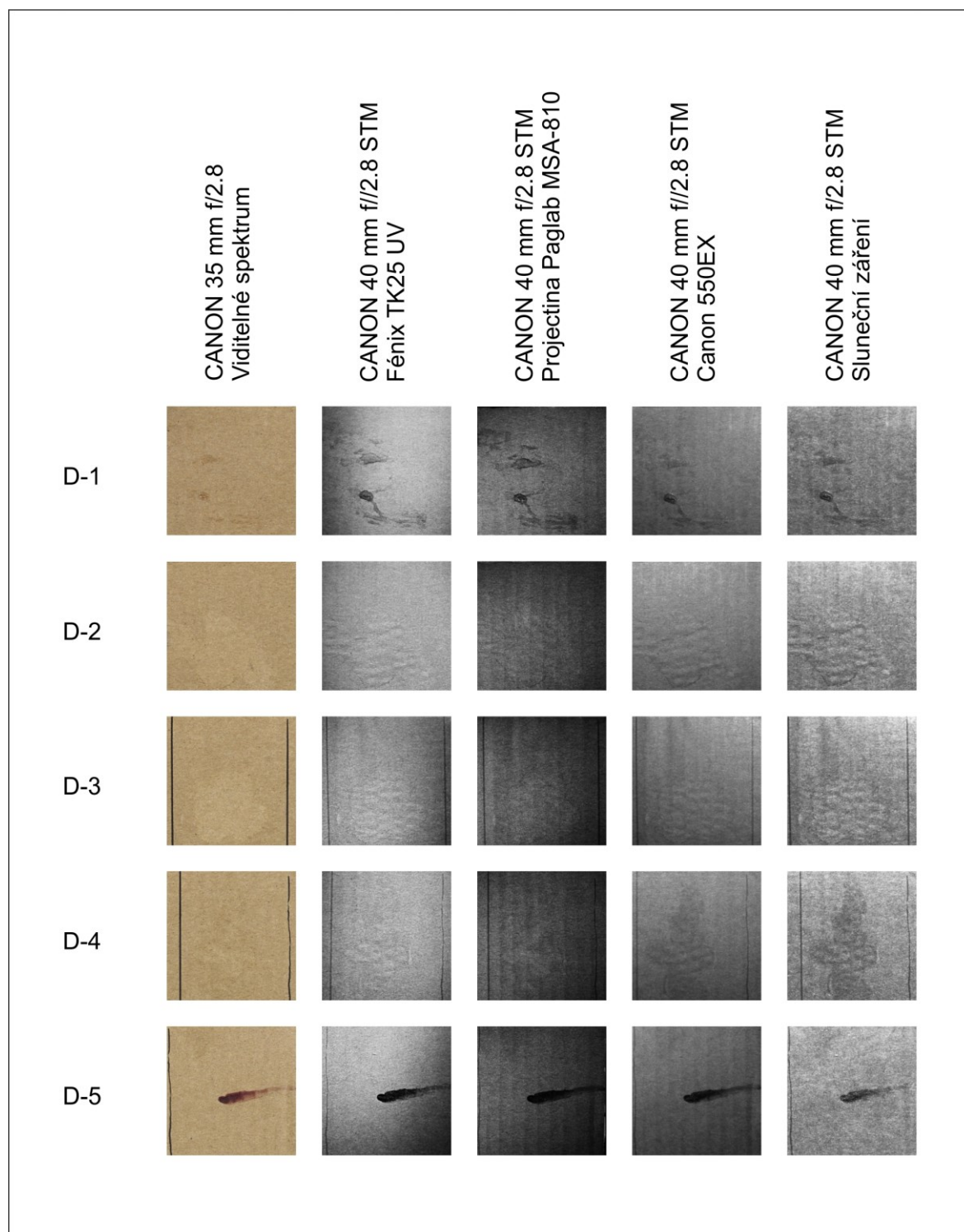
PŘÍLOHA P IX: LINOLEUM, HELIOS 44-2 58 MM F/2



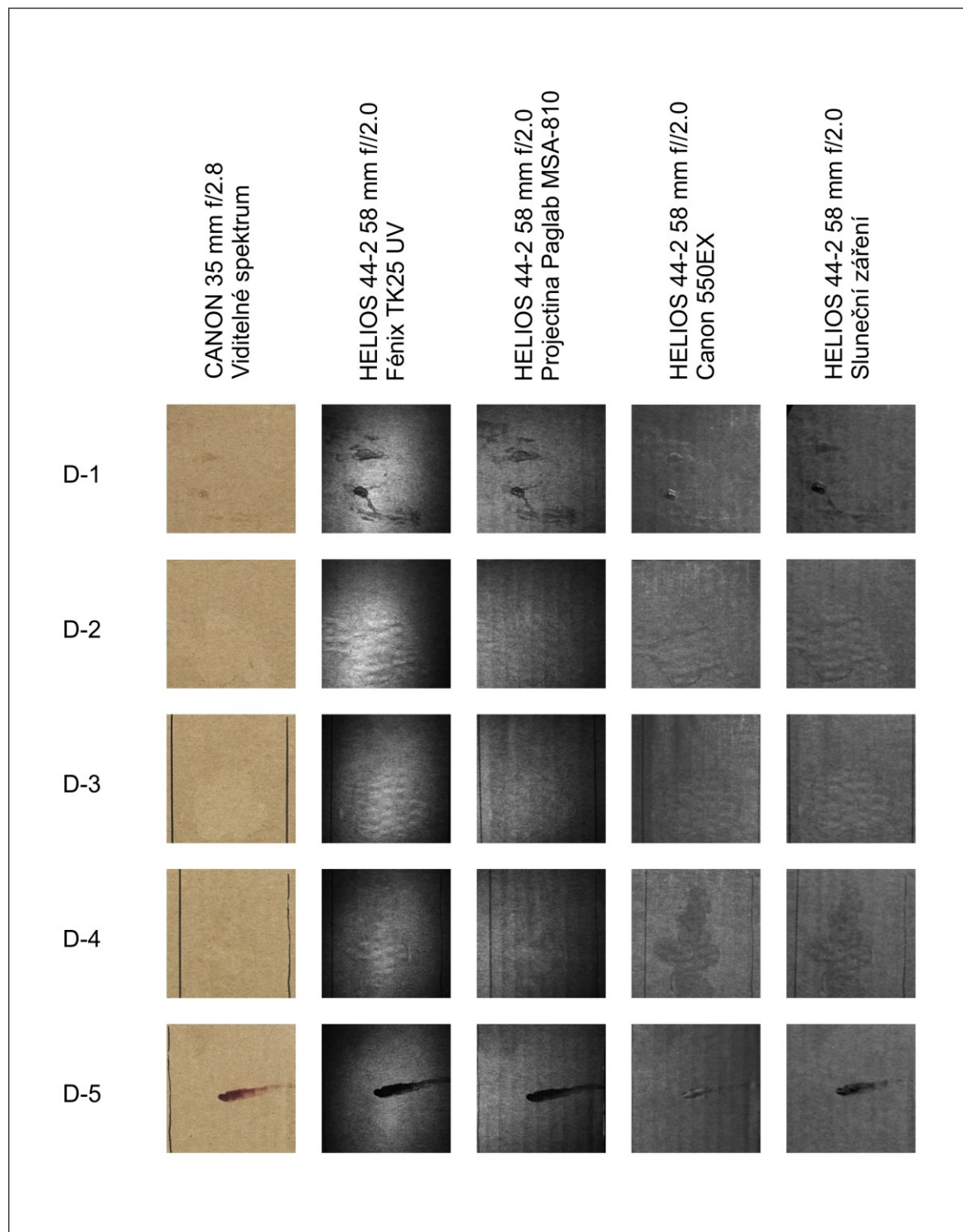
PŘÍLOHA P X: LEPENKA, NIKON E 35 MM F/2.5

	CANON 35 mm f/2.8 Viditelné spektrum	NIKON E 35 mm f/2.5 Fénix TK25 UV	NIKON E 35 mm f/2.5 Projectina Paglab MSA-810	NIKON E 35 mm f/2.5 Canon 550EX	NIKON E 35 mm f/2.5 Sluneční záření
D-1					
D-2					
D-3					
D-4					
D-5					

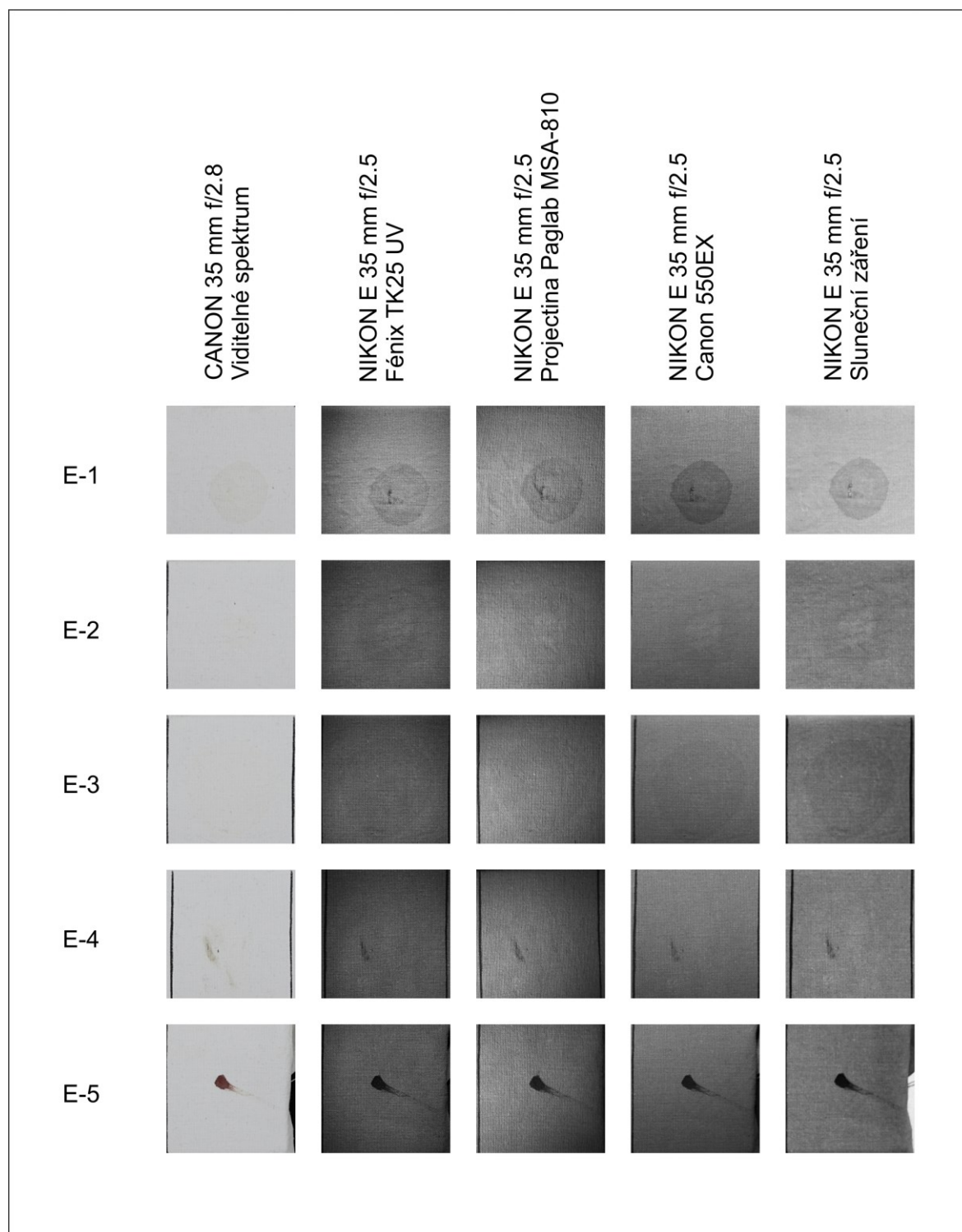
PŘÍLOHA P XI: LEPENKA, CANON 40 MM F/2.8 STM



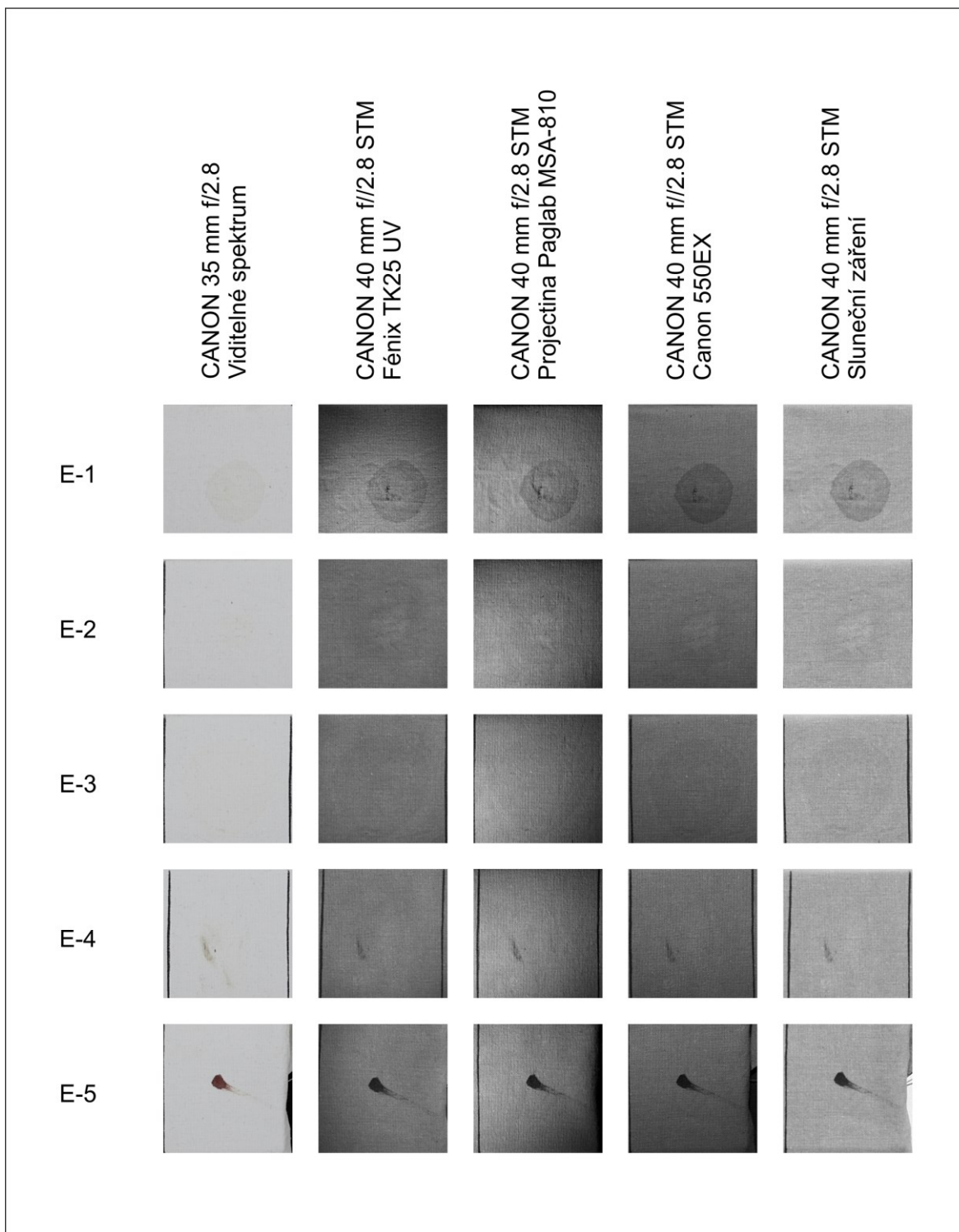
PŘÍLOHA P XII: LEPENKA, HELIOS 44-2 58 MM F/2



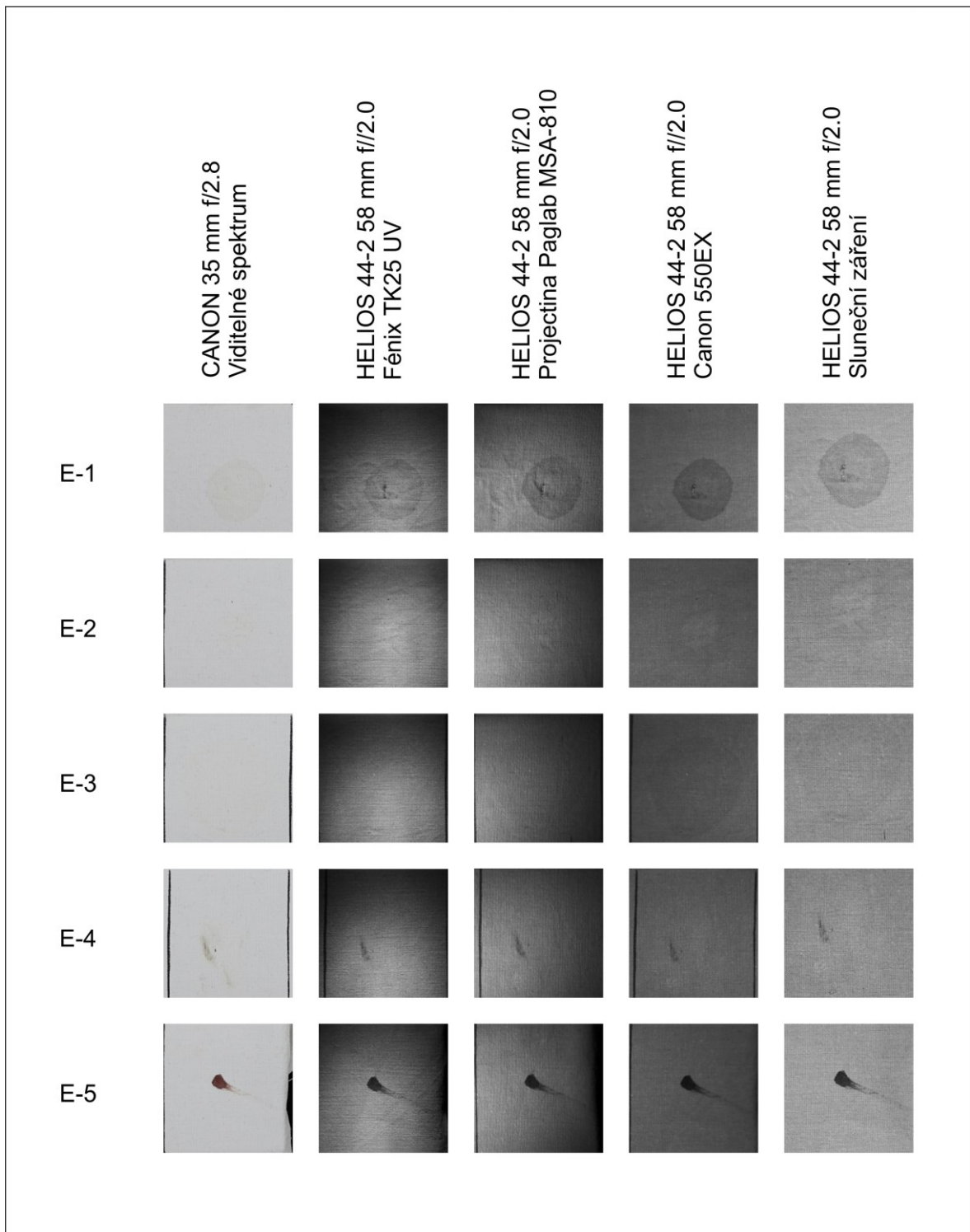
PŘÍLOHA P XIII: PROSTĚRADLO, NIKON E 35 MM F/2.5



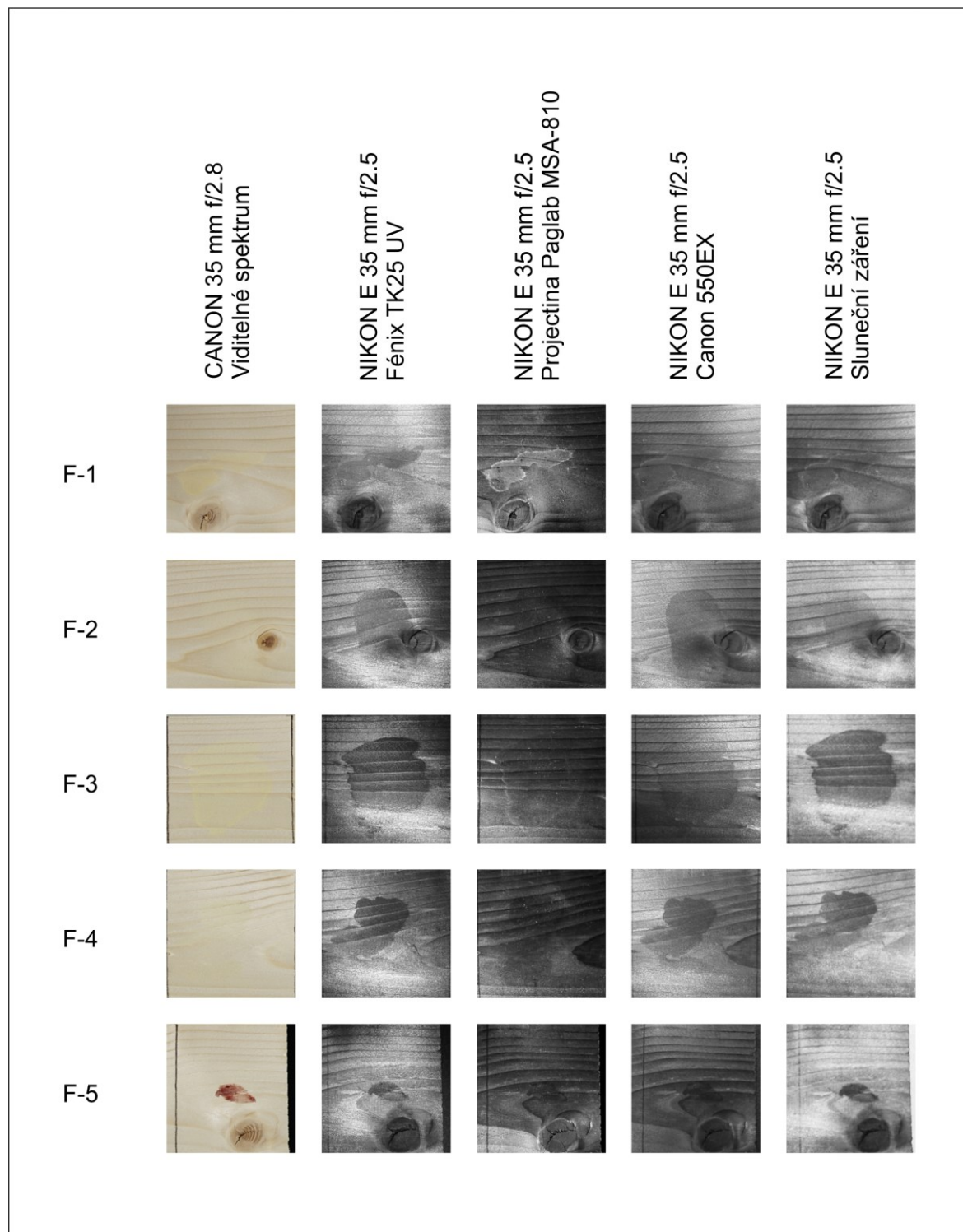
PŘÍLOHA P XIV: PROSTĚRADLO, CANON 40 MM F/2.8 STM



PŘÍLOHA P XV: PROSTĚRADLO, HELIOS 44-2 58 MM F/2



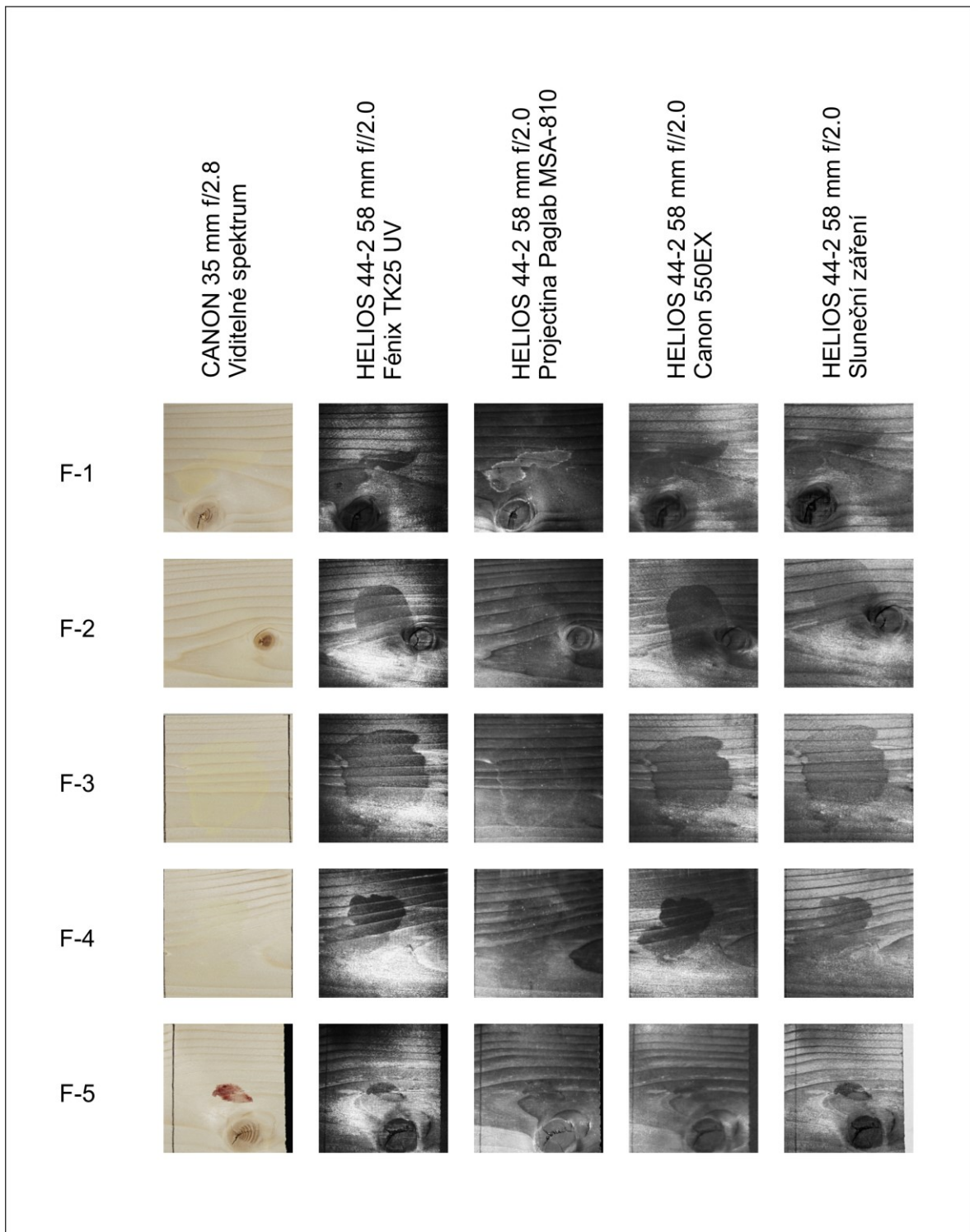
PŘÍLOHA P XVI: PALUBKA, NIKON E 35 MM F/2.5



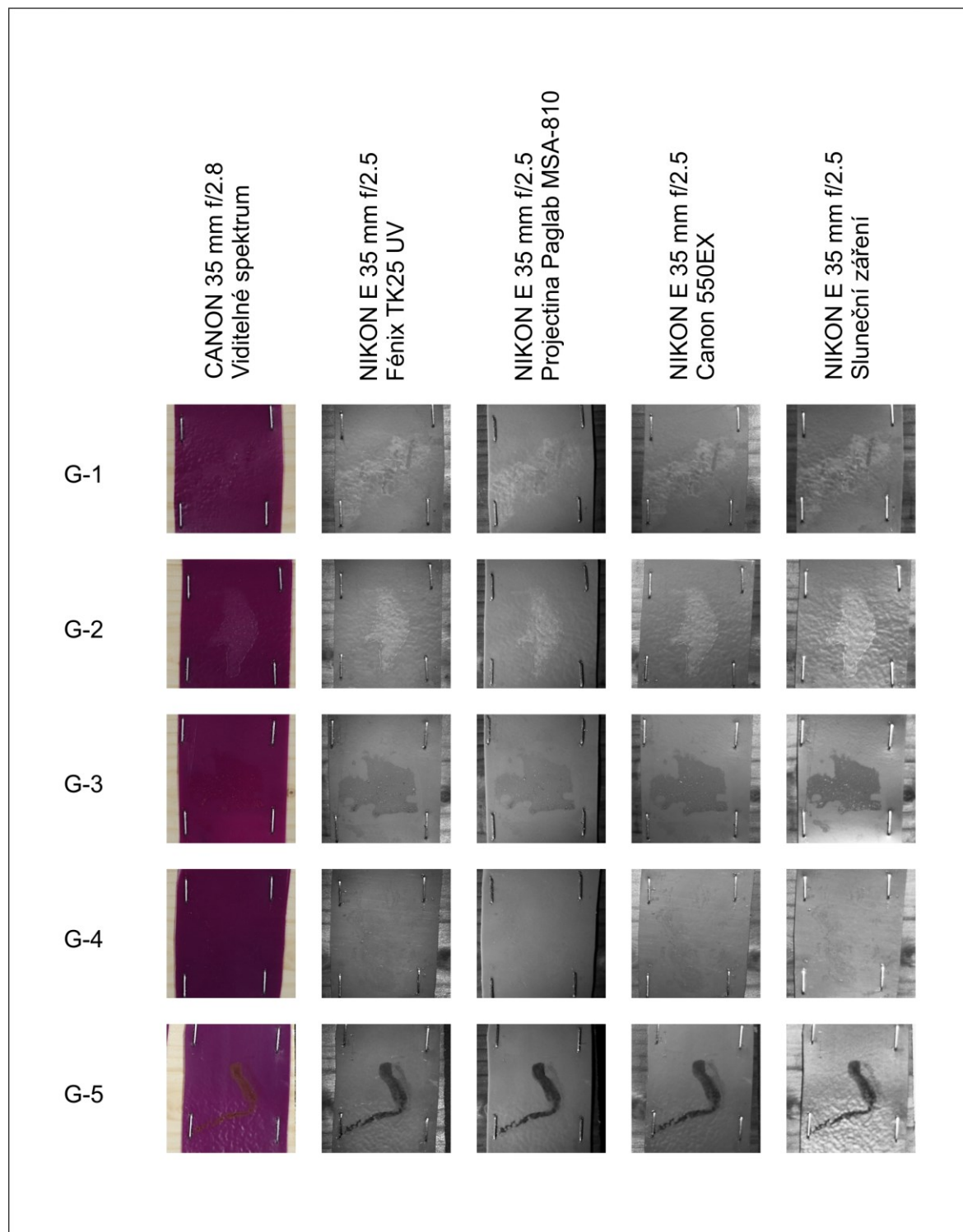
PŘÍLOHA P XVII: PALUBKA, CANON 40 MM F/2.8 STM

	CANON 35 mm f/2.8 Viditelné spektrum	CANON 40 mm f/2.8 STM Fénix TK25 UV	CANON 40 mm f/2.8 STM Projectina Paglab MSA-810	CANON 40 mm f/2.8 STM Canon 550EX	CANON 40 mm f/2.8 STM Sluneční záření
F-1					
F-2					
F-3					
F-4					
F-5					

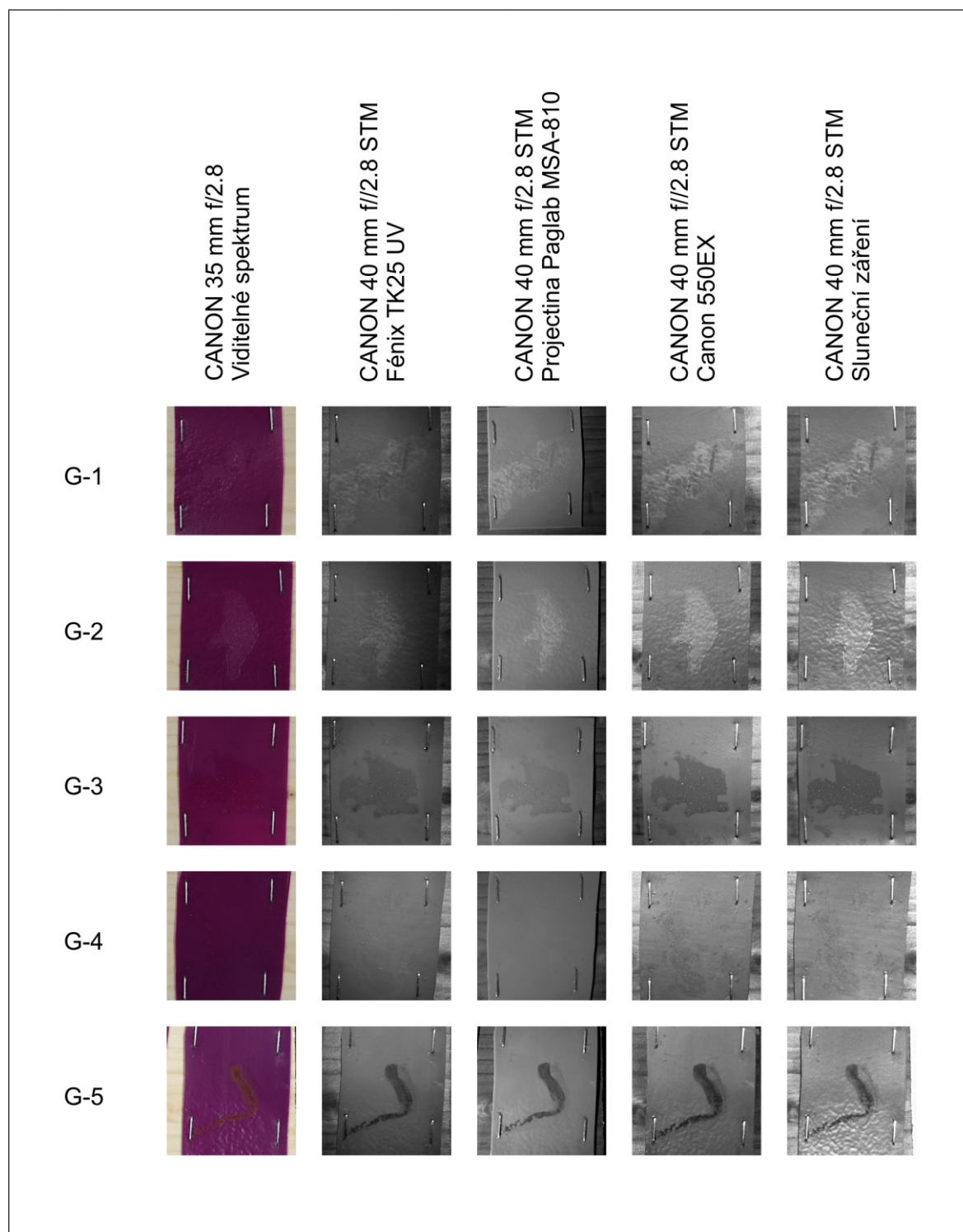
PŘÍLOHA P XVIII: PALUBKA, HELIOS 44-2 58 MM F/2



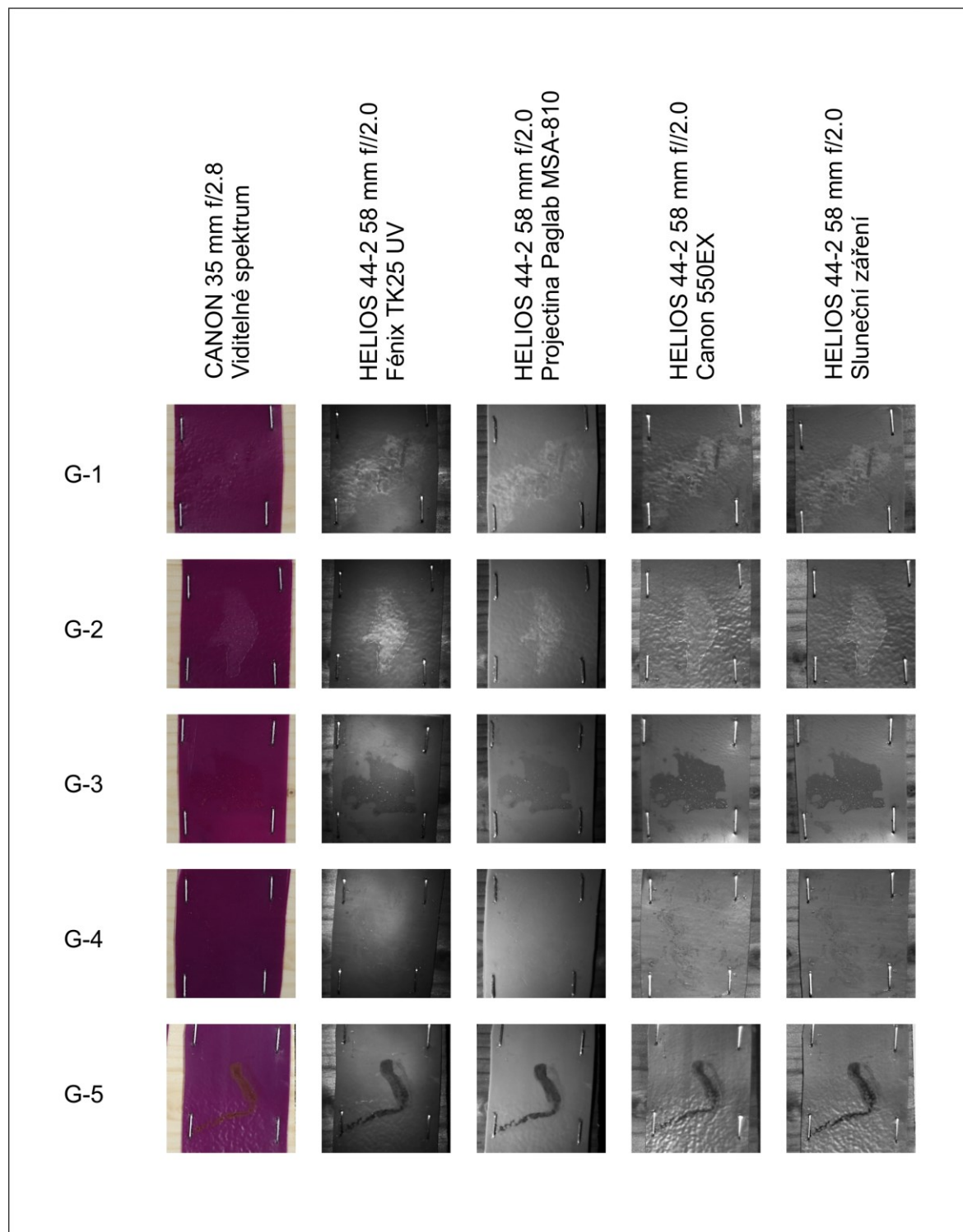
PŘÍLOHA P XIX: PLASTOVÝ OBAL, NIKON E 35 MM F/2.5



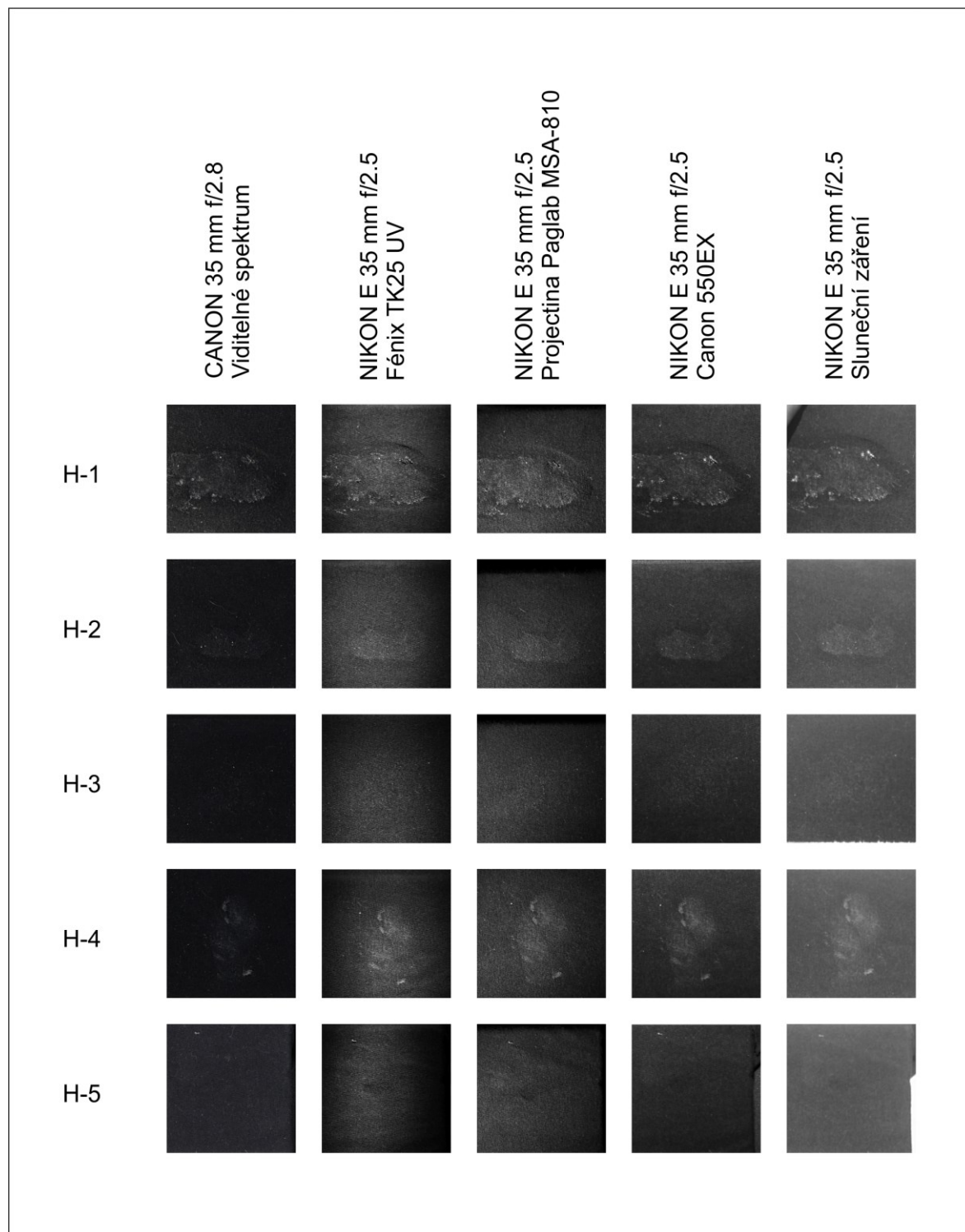
PŘÍLOHA P XX: PLASTOVÝ OBAL, CANON 40 MM F/2.8 STM



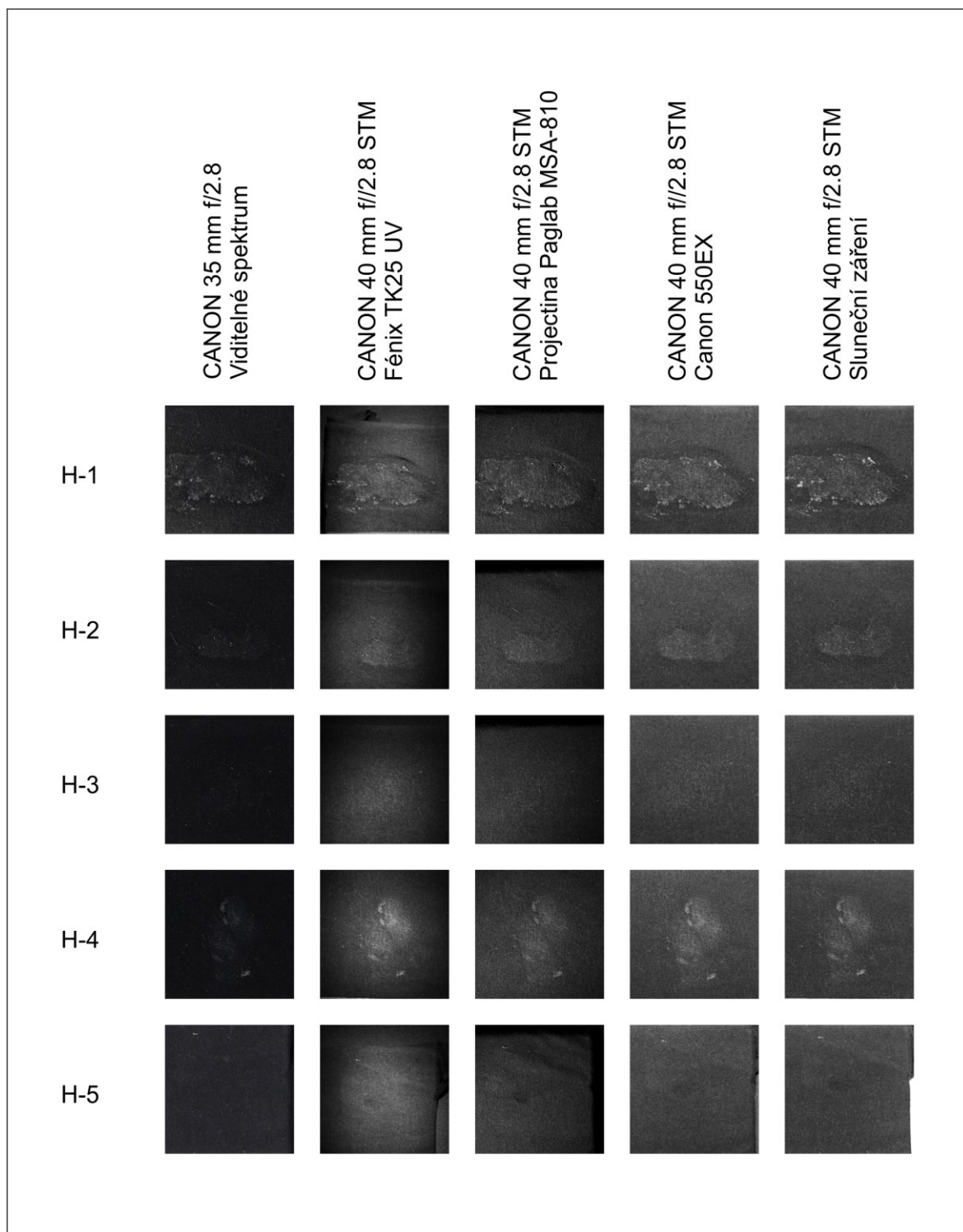
PŘÍLOHA P XXI: PLASTOVÝ OBAL, HELIOS 44-2 58 MM F/2



PŘÍLOHA P XXII: TRIKO, NIKON E 35 MM F/2.5



PŘÍLOHA P XXIII: TRIKO, CANON 40 MM F/2.8 STM



PŘÍLOHA P XXIV: TRIKO, HELIOS 44-2 58 MM F/2

