



SZKOŁA POLICJI

W PIŁE

Artur Pinkowski

**Fotografia reprodukcyjna w kryminalistyce
oraz
wykorzystanie stolików reprodukcyjnych w Policji**

2021

SZKOŁA POLICJI w PILE
Zakład Prawa i Kryminalistyki

Artur Pinkowski

Fotografia reprodukcyjna w kryminalistyce
oraz
wykorzystanie stolików reprodukcyjnych w Policji

Skład komputerowy

Artur Pinkowski

Redakcja językowa

Waldemar Hałuja

Druk

Lilla Bukłaha

Zatwierdzam i wprowadzam
do użytku jako materiał pomocniczy do zajęć

mł. insp. Ryszard Jakubowski
Zastępca Komendanta
Szkoły Policji w Pile



Wydawnictwo Szkoły Policji w Pile

Wydanie I

Druk: Pracownia poligraficzna SP w Pile

Nakład 47 egz.

Piła 2021

Spis treści:

Wstęp	4
1. Sprzęt do fotografii reprodukcyjnej.....	7
1.1. Obiektyw	7
1.1.1. Rozdzielczość.....	7
1.1.2. Ogniskowa – obraz optyczny i jego wielkość	13
1.1.3. Skala odwzorowania	19
1.1.4. Obliczanie skali odwzorowania	21
1.2. Aparat	24
1.2.1. Przystona	24
1.2.2. Migawka.....	25
1.2.3. Czas naświetlania	26
1.2.4. Czułość ISO	30
1.2.5. Trójkąt ekspozycji	34
1.2.6. Balans bieli	36
1.2.7. Filtr polaryzacyjny	39
1.3. Oświetlenie.....	40
1.4. Stół do fotografii reprodukcyjnej	48
2. Możliwości wykorzystania stołów do reprodukcji fotograficznej na przykładzie firmy Stanimex	52
2.1. Kompletny zestaw do reprodukcji Stanimex.....	52
2.2. Stół do fotografii kryminalistycznej	53
Spis rycin	61
Spis tabel.....	61
Spis fotografii.....	62
Alfabetyczny spis pojęć	65
Bibliografia.....	67

Wstęp

Termin *fotografia* pochodzi z języka greckiego: *photo* – światło i *graphein* – rysować za pomocą światła i jest to zbiór wielu różnych technik, których celem jest zarejestrowanie trwałego, pojedynczego obrazu za pomocą światła. Potoczne znaczenie zakłada wykorzystanie układu optycznego, choć nie jest to konieczne.

Fotografia tradycyjna od samego początku powstania oparta jest na chemii światłoczułych związków srebra. Dzieli się ona na fotografię monochromatyczną i fotografię barwną. Materiały światłoczułe natomiast dzieliły się na dwa rodzaje, pierwsze służyły do utrwalania obrazu w aparacie i produkowane były w postaci klisz ciętych, zaś drugie - w postaci błon fotograficznych perforowanych i błon zwojowych, najczęściej o szerokości 24mm i 60mm, które następnie musiały być wywoływane. Obraz zapisany na obu tych rodzajach materiałów mógł być przenoszony na papiery fotograficzne o różnych formatach.

W obecnych czasach dominuje fotografia cyfrowa, gdzie rejestracja obrazu odbywa się nie na błonie światłoczułej, ale w karcie pamięci, po uprzednim przetworzeniu światła wpadającego przez obiektyw, na sygnał elektryczny w matrycy zamontowanej w aparacie cyfrowym. Obiektywy aparatów cyfrowych pod względem konstrukcji optycznej są identyczne ze stosowanymi w aparatach do fotografii tradycyjnej, ale występują też w postaci zmodyfikowanej, np. z wbudowanymi mechanizmami redukcji wstrząsów.

Za wynalazcę fotografii uznaje się Francuza Louisa Jacques Daguerre, który 7 lutego 1839 roku zademonstrował Akademii Francuskiej zdjęcie fotograficzne otrzymane na warstewce jodku srebra. Datę tę uznaje się za początek fotografii.

Fotografia jest dziś nie tylko rozrywką milionów ludzi, ale i cennym narzędziem w pracy wielu osób, jak i firm, w tym także i w Policji.¹

Wyodrębnienie z fotografii ogólnej, fotografii kryminalistycznej uzasadnione jest przede wszystkim specyficznymi metodami stosowanymi tylko w tego rodzaju fotografii, a także szczególnym rodzajem obiektów, sposobów fotografowania oraz wymogów i zasad określonych przez prawo procesowe i technikę kryminalistyczną. Najczęściej spotykana systematyka fotografii kryminalistycznej wyróżnia cztery podstawowe jej rodzaje:

- **Dokumentacyjną** - stosowana do utrwalenia w uporządkowany sposób obrazu miejsca, osoby lub rzeczy poddawanej oględzinom,
- **Rejestracyjną** - nazywana bywa też sygnalityczną. Służy jednocześnie celom dowodowym [okazanie w celu rozpoznania], operacyjno-rozpoznawczym [kartoteki, rejestry, albumy przestępców i osób podejrzanych], identyfikacyjnym [znalezienie nieznanymi zwłok, ujawnienie osoby o nieustalonej tożsamości, komunikaty w razie zaginięcia osoby],
- **Badawczą** - wykorzystywana jest przez pracowników laboratoriów kryminalistycznych w celu dokumentowania przebiegu ich prac w trakcie przeprowadzania ekspertyz kryminalistycznych,

¹ Zbigniew Pękosławski: *Fotografia w praktyce amatorskiej*, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1977.

- **Operacyjną** - której przedmiotem zainteresowania jest rejestrowanie w dyskretny sposób osób będących w zainteresowaniu Policji ich kontaktów, miejsc, w których przebywają, a także przedmiotów należących do tej osoby.

W każdym z wymienionych wyżej przypadków może zaistnieć potrzeba wykonania czynności służbowych, nie tylko w terenie otwartym, ale również w pomieszczeniach służbowych jednostki Policji, takich jak fotografia reprodukcyjna z wykorzystaniem stolików do reprodukcji.

Fotografia reprodukcyjna stanowi rozległy i atrakcyjny dział fotografii użytkowej. Z pomocą aparatu fotograficznego możemy w sposób niezwykle prosty sfotografować w naturalnej wielkości lub dowolnej skali najbardziej skomplikowany rysunek, dokument, zdjęcie fotograficzne czy przedmiot z zachowaniem wszelkich cech charakterystycznych oryginału.² W fotografii reprodukcyjnej stosowanej w Policji bardzo często konieczne jest wyeksponowanie indywidualnych i swoistych cech przedmiotu, jak w przypadku traseologii, mechanoskopii czy uwidocznienie wypukłości w banknotach. Fotografia reprodukcyjna stosowana jest do zdjęć daktyloskopijnych, porównań pisma ręcznego, maszynowego czy drukowanego. W obecnych czasach istnieje wiele urządzeń do kopiowania, takie jak skanery czy kserokopiarki, jednak kopie pochodzące z takich urządzeń zawierają dużo błędów. W drukarkach umieszczone są kasetki tylko z trzema kolorami podstawowymi plus kolor czarny, a sposób nanoszenia tuszu na kartkę jest przeważnie punktowy lub kreskowy, dlatego kopia nigdy nie będzie wiernym odzwierciedleniem oryginału. W celu wyjaśnienia tego procesu dokładniej, należałoby omówić zasady podstaw drukarskich. Kopia wykonana kserokopiarką będzie drukiem płaskim, dlatego bardzo ciężko jest wykonać kopię przedmiotów trójwymiarowych tak, aby widoczne były ich cechy indywidualne, a także z uwagi na ograniczenia konstrukcyjne kopiowanie przedmiotów o większych rozmiarach jest praktycznie niemożliwe. Podczas wykonywania dokumentacji fotograficznej materiału dowodowego w postaci banknotów lub dokumentów należy zwrócić uwagę na liczne zabezpieczenia, tj.: mikrodruki, farba zmiennooptycznie, znaki wodne i inne zabezpieczenia widoczne w świetle przechodzącym czy UV, ale również wspomniane już elementy druku stalorytniczego, których nawet najlepsza drukarka nie jest w stanie uwidocznić.

Poznanie zasad fotografii reprodukcyjnej jest zatem niezbędne w pracy techników kryminalistyki, pracowników laboratoriów kryminalistycznych czy biegłych, ponieważ jest to często jedyna metoda udokumentowania materiału dowodowego czy ekspertyzy.

Z uwagi na to, że fotografia kryminalistyczna charakteryzuje się tym, że niedopuszczalne jest wprowadzanie jakichkolwiek zmian i ulepszeń w zdjęciu, dlatego też w fotografii reprodukcyjnej zabrania się stosowania jakichkolwiek poprawek. Także oryginał powinien być otoczony należyłą opieką, aby nie uległ uszkodzeniu czy zagubieniu, ponieważ dalej może być wykorzystany jako materiał dowodowy w sprawie karnej. Zabiegi takie jak zmniejszanie formatu, przycinanie obramowania, naklejanie na tekturę w celu usztywnienia i wyprostowania, pisanie po oryginale i zaznaczanie wydzielonych fragmentów wzoru czy tekstu są niedopuszczalne. Słuszność tych sformułowań docenimy gdy proces reprodukcji będzie trzeba powtórzyć lub konieczne będzie wykonanie zdjęcia innej części oryginału. Każdemu chyba zdarzyło się, że obraz nie zapisał się na materiale światłoczułym lub w „przedziwnych” okolicznościach uległ usunięciu lub zniszczeniu na karcie pamięci.

² Zbigniew Pękosiński: Fotografia reprodukcyjna, Filmowa Agencja Wydawnicza, Warszawa 1957.

Z fotografią reprodukcyjną związane są dwa pojęcia, które na wstępie należy krótko wyjaśnić.

Kopia – dokładne powtórzenie wykonanego wcześniej dzieła, np. rzeźby, obrazu, obiektu architektonicznego, z tego samego lub tańszego materiału, przy zastosowaniu tej samej techniki, w tej samej skali. Kopia powinna być oznakowana, tak, aby nie nosiła znamion. Kopie wykonuje się w celach dydaktycznych, kolekcjonerskich, dla ochrony dzieła oryginalnego, np. kopię rzeźby czy pomnika eksponuje się na wolnym powietrzu, a oryginał wystawia się w muzeum.

Reprodukcja - kopia oryginału w dowolnej skali, wykonana metodą graficzną, fotograficzną lub drukarską,

Niniejsza pozycja wydawnicza powstała jako pomocniczy materiał dydaktyczny skierowany przede wszystkim do policjantów służby kryminalnej, w szczególności techników kryminalistyki, ale nie tylko, ponieważ policjanci kryminalni, dochodzeniowo-śledczy, a także PG i inni, często nie zdają sobie sprawy, jak bardzo ważne może okazać się wykonanie dobrych zdjęć na miejscu zdarzenia. Chcę zwrócić uwagę na fakt, jak ważny w służbie Policji jest sprzęt fotograficzny, wiedza i umiejętności osoby go obsługującej, a mianowicie wykonanie dobrego zdjęcia, to nie jest przysłowiowe „pyknięcie fotki”, a połączenie wielu istotnych elementów, tj. np. oświetlenie, kompozycja, balans bieli itp. Ponieważ w obecnych czasach bardzo popularne stało się używanie telefonów komórkowych, również w celach dokumentacyjnych, chcę przedstawić, jak wiele czynników składa się na powstanie dobrego zdjęcia i mimo szybkiego rozwoju technologicznego telefonów w dalszym ciągu zdjęcia wykonane nimi odstają jakościowo od zdjęć wykonanych aparatem, choć pierwsze wrażenie może być całkiem inne. Publikacja ta powstała również w celu wyjaśnienia i rozwiania pewnych wątpliwości nurtujących techników w codziennej pracy, tj. np. skala odwzorowania. Omówię kilka pojęć które potrzebne będą do zrozumienia szerszego materiału.

Chciałbym, aby ta publikacja stała się pomocnym narzędziem, które będzie zawsze pod ręką i w każdej chwili będzie służyła „dobrą poradą”. Na koniec przedstawię, jakie są możliwości wykorzystania w fotografii stolików reprodukcyjnych i dlaczego w dalszym ciągu jest to niezbędne narzędzie w pracy technika kryminalistyki.

Fotografia to bardzo szerokie pojęcie i bardzo skomplikowana dziedzina opisana w wielu książkach, a w publikacji tej zamieściłem jedynie najważniejsze tematy związane z pracą technika kryminalistyki. Zdaję sobie jednocześnie sprawę, że nie jestem w stanie przedstawić i wyjaśnić wszystkich wątpliwości wiedząc, że poszczególne jednostki dysponują różnymi modelami aparatów fotograficznych oraz stolików do reprodukcji fotograficznej, to jedynie chcę wskazać kierunek ich wykorzystania.³

³ Leszek Koźmiński, Wojciech Miś, Leszek Szplit: Podstawowe czynności techniczno-kryminalistyczne podczas oględzin miejsca zdarzenia, Szkoła Policji w Pile, Piła 2015.

Rozdział 1

Sprzęt do fotografii reprodukcyjnej

1.1. Obiektyw

Fotografia reprodukcyjna jest jednym z odłamów fotografii w znaczeniu ogólnym. W fotografii amatorskiej w celu uchwycenia i zarejestrowania obrazu, gdzie szczegóły nie są istotne, możemy posługiwać się prostymi aparatami i obiektywami. W fotografii reprodukcyjnej, gdzie nawet najdrobniejsze szczegóły mają ogromne znaczenie, należy wykonać zdjęcia w taki sposób aby zarejestrowały jak najwięcej cech. W tym celu powinniśmy stosować aparaty i obiektywy wysokiej jakości.

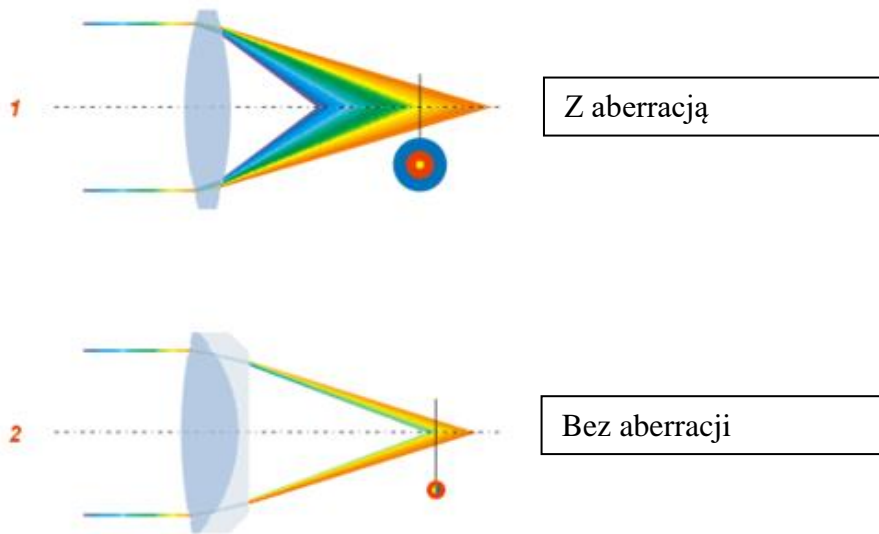
1.1.1. Rozdzielczość

W obecnych czasach obiektywy fotograficzne są pozbawione większych wad optycznych i posiadają skorygowaną aberrację, komę i astygmatyzm, jednak nie oznacza to, że wszystkie obiektywy mają taką samą zdolność rozdzielczą, czyli przydatność obiektywu do obserwacji obiektów o określonej odległości kątowej. Oznacza to, że im większa jest zdolność rozdzielcza, tym bliższe sobie punkty są obserwowane jako odrębne, a nie jako pojedyncza plama. Zdolność rozdzielcza wiąże się ze zjawiskiem *dyfrakcji* (ugięcia fali). Zatem w różnych obiektywach, a dokładniej w różnych układach soczewek będą występowały różne błędy. Ma to istotne znaczenie przy wykonywaniu zdjęć zabezpieczeń dokumentów, stosując niewłaściwe obiektywy możemy nie być w stanie utrwalić zabezpieczeń na dokumencie, co może mieć nieodwracalne skutki w sądzie!

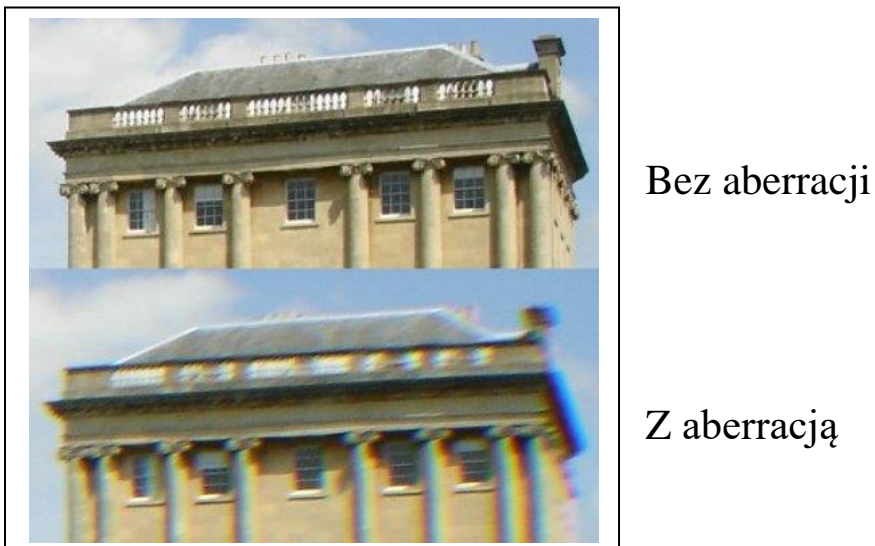
Idealna soczewka skupia równoległą wiązkę światła w jednym punkcie i wytwarza ostry obraz przedmiotu, różniący się od niego jedynie powiększeniem. Rzeczywiste soczewki charakteryzują się aberracjami, przez co wytworzony przez nie obraz jest zniekształcony (ryc. 1). Wady te wynikają zarówno z niedokładności wykonania, jak i z fizycznych właściwości soczewek, przede wszystkim ich grubości (szczególnie różnic grubości pomiędzy środkiem a brzegami soczewki) oraz zależności współczynnika załamania materiału, z którego są wykonane, od długości fali. Ten drugi rodzaj aberracji usuwa się, zastępując pojedynczą soczewkę układem soczewek.⁴ (ryc. 1, fot. 1)

⁴ Por. Zbigniew Pękoślowski: Fotografia... op. cit., s. 19 oraz Gerhard Teichert: Fototechnika. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982, s. 28-36.

Ryc. 1. Przykład skupienia światła przechodzącego przez soczewkę, 1. Soczewka tradycyjna z aberracją, 2. Idealna soczewka bez aberracji.



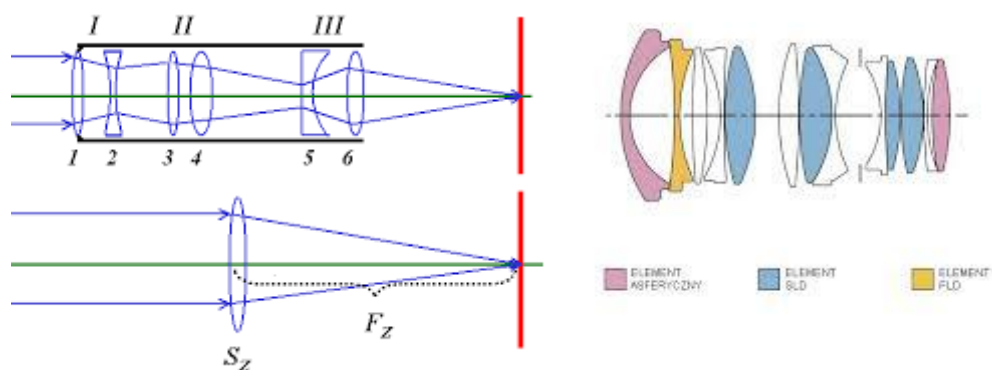
Fot. 1. Przykładowe zdjęcia z aberracją chromatyczną i bez aberracji.



Przykłady najczęściej spotykanych wad optycznych w obiektywach:

- aberracja – usuwana przez obiektyw anastygmat,
- aberracja chromatyczna – usuwana przez układ soczewek achromat i apochromat,
- aberracja sferyczna – usuwana przez soczewkę asferyczną,
- koma – usuwana przez układ soczewek peryskop,
- astygmatyzm – usuwana przez układ soczewek anastygmat,
- dystorsja – usuwana przez układ soczewek peryskop.

Ryc. 2. Przykładowy układ soczewek.

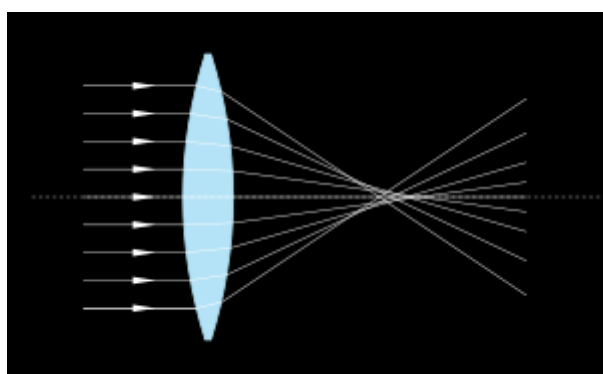


Aberracja optyczna – wada pojedynczej soczewki, układu optycznego, a także zwierciadła niepłaskiego, polegająca na deformacji uzyskanego obrazu, a w szczególności zniekształceniu, pogorszeniu ostrości lub niepożądanych zmianach chromatycznych.

Aberracja chromatyczna – cecha soczewki lub układu optycznego wynikająca z różnych odległości ogniskowania (ze względu na różną wartość współczynnika załamania) dla poszczególnych barw widmowych światła (różnych długości fali światła). W rezultacie występuje rozszczepienie światła, które widoczne jest na granicach kontrastowych obszarów pod postacią kolorowej obwódki.

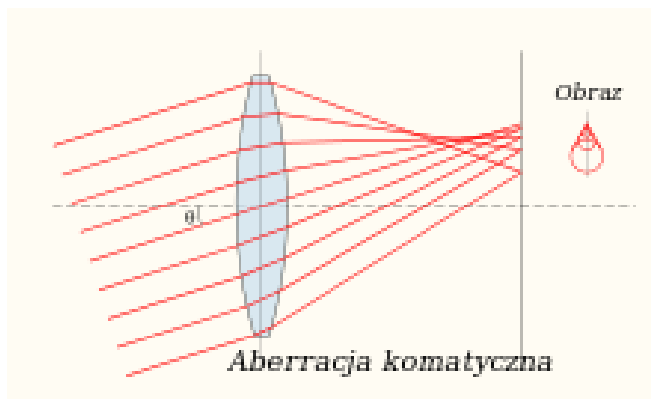
Aberracja sferyczna – cecha soczewki, układu optycznego lub zwierciadła sferycznego polegająca na odmiennych długościach ogniskowania promieni świetlnych ze względu na ich położenie pomiędzy środkiem a brzegiem urządzenia optycznego – im bardziej punkt przejścia światła zbliża się ku brzegowi urządzenia (czyli oddala od jego osi optycznej), tym bardziej załamują się promienie świetlne.

Ryc. 3. Aberracja sferyczna.



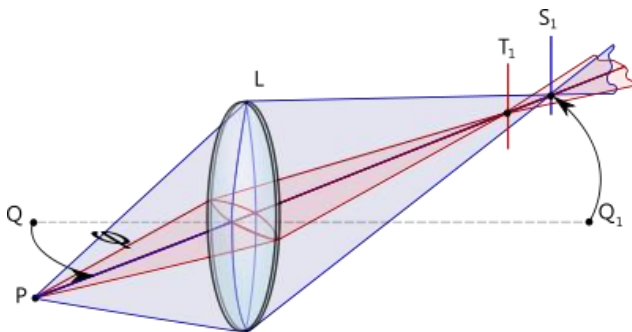
Koma, aberracja komatyczna – jedna z aberracji optycznych, czyli wad układów optycznych, polegająca na tym, że wiązka promieni świetlnych wychodząca z punktu położonego poza osią optyczną tworzy, po przejściu przez układ, plamkę w kształcie przecinka lub komety. Stopień zniekształcenia jest tym większy, im dalej od osi optycznej układu znajduje się źródło światła. Obiektów lub układ optyczny wolny od komy nazywa się apłanatem.

Ryc. 4. Aberracja komatyczna.



Astygmatyzm – wada układu optycznego, polegająca na tym, że promienie padające w dwóch prostopadłych płaszczyznach są ogniskowane w różnych punktach. Wywołuje ona obraz nieostry i zniekształcony.

Ryc. 5. Astygmatyzm.

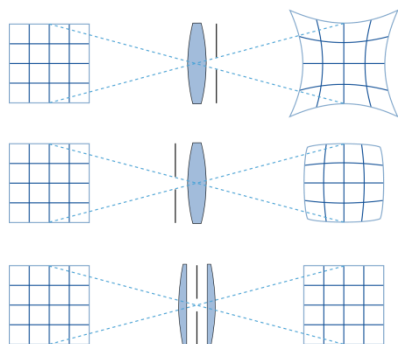


Dystorsja, dystorsja pola – wada optyczna układu optycznego, polegająca na różnym powiększeniu obrazu w zależności od jego odległości od osi optycznej instrumentu.

Jeżeli zmienia się ogniskową obiektywu lub okularu instrumentu, to im dalej od osi optycznej (środką obrazu), tym wyraźniej mogą powstawać zniekształcenia obrazu, co szczególnie rażące może być na brzegu pola widzenia. W zależności od kształtu zniekształcenia wyróżnia się dystorsję **beczkową** i **poduszkową**, w których prostokąt zmienia kształt w beczkę albo w poduszkę. Rzadko spotykanym rodzajem dystorsji, świadczącym o wadzie układu optycznego jest **dystorsja falista**. W obiektywach typu rybie oko celowo nie koryguje się dystorsji⁵.

⁵ Kurt Dieter Solf: Fotografia – podstawy, technik, praktyka. Wydawnictwo Artystyczne i filmowe. Warszawa 1980.

Ryc. 6. Dystorsja poduszkowata i beczkowata.



Fot. 2. Dystorsja poduszkowata



Fot. 3. Dystorsja beczkowata



Fot. 4. Zdjęcie bez dystorsji



Fot. 5. Dystorsja beczkowata

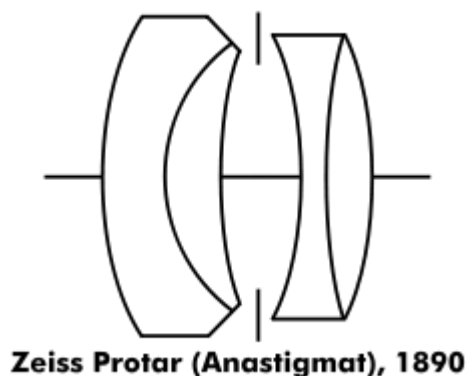


Dystorsja odgrywa znaczącą rolę w fotografii portretowej, gdzie przy zastosowaniu niewłaściwej ogniskowej i wytworzeniu dystorsji możemy w znaczący sposób zniekształcić twarz lub głowę fotografowanej osoby, a w związku z tym zniszczyć zdjęcie, dlatego w fotografii portretowej najpopularniejszymi obiektami są te o ogniskowej **85mm**, która najwierniej oddaje wizerunek twarzy.

Układy soczewek korygujące wady optyczne

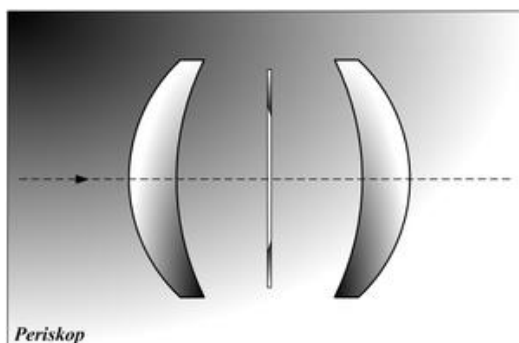
Anastygmat – obiektyw fotograficzny ze skorygowaną aberracją, komą i astygmatyzmem.

Ryc. 7. Układ soczewek typu anastygmat.



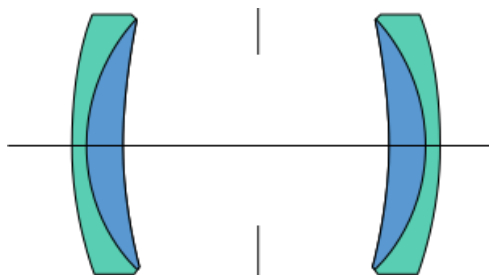
Peryskop – typ dwusoczewkowego obiektywu fotograficznego, składającego się z dwóch identycznych soczewek umieszczonych symetrycznie po przeciwnych stronach przysłony. Jak inne symetryczne układy optyczne, rozwiązanie takie pozwala wyeliminować dystorsję i komę. Obiektyw charakteryzuje brak krzywizny pola, ale nie eliminuje aberracji chromatycznej i sferycznej.

Ryc. 8 Układ soczewek typu peryskop.



Aplanat – obiektyw fotograficzny składający się z dwóch dubletów achromatycznych ustawionych symetrycznie wobec apertury. Użycie dwóch symetrycznych dubletów pozwoliło na wyeliminowanie większości wad optycznych – aberracji sferycznej, aberracji chromatycznej, komy i dystorsji.

Ryc. 9. Układ soczewek typu aplanat.



Układy soczewek likwidujące aberrację: aplanat:

- 1) pojedyncza soczewka,
- 2) achromat – układ złożony z dwóch soczewek pozwala na całkowitą korekcję tylko dla dwóch długości fali czerwonej i niebieskiej,
- 3) apochromat - układ z 2 soczewek, z których jedna jest wykonana z **egzotycznego szkła** nisko-dyspersyjnego - pozwala przy umiarkowanej **światłosile** skonstruować apochromat skorygowany dla 3 barw: czerwonej żółto-zielonej i niebieskiej,
- 4) superchromat - układy optyczne zawierające w swoim składzie trzy, cztery i więcej soczewek **pozwalają skonstruować dobrze skorygowany** co najmniej dla czterech długości fali optycznej.⁶

Rozdzielczość zależy nie tylko od rodzaju obiektywu i zastosowanego w nim układu soczewek, ale również od wartości ustawionej przysłony, a także miejsca na zdjęciu, dla którego robimy pomiar. Warto zauważyć, że najlepsza rozdzielczość jest zazwyczaj 2 do 3 razy większa od najmniejszej. Przy pełnym otworze obiektywu rozdzielczość maleje, podobnie jak przy zamknięciu otworu przysłony. Najlepszą rozdzielczość uzyskamy stosując przysłonę 8 – 11, choć dla różnych obiektywów wartość ta jest różna i nie należy stosować jej jako pewnik. Jest wiele portali internetowych, które podają dokładne dane dotyczące obiektywów i na którymś z nich musimy znaleźć nasz obiektyw.⁷ Stosowanie dużych wartości przysłon jak $f/22$, a w obiektywach makro nawet do $f/96$ [Canon MP-E 65mm $f/2.8$ 1-5x Macro] pozwala na uzyskanie wyjątkowej głębi ostrości, która w fotografii makro jest nieodzowna i rekompensuje utratę rozdzielczości przy tak mocno przymkniętej przysłonie. Na potwierdzenie tego stwierdzenia można zajrzeć do internetowych banków zdjęć takich jak Getty czy Corbis lub na strony internetowe znanych fotografów. gdzie znajdziemy sporo zdjęć wykonanych na pełnej przysłonie.⁸

Jeżeli znajdziemy w sieci dane dla posiadanego przez nas obiektywu i zależy nam na zrobieniu zdjęcia o możliwie najlepszej rozdzielczości, to:

- Ustawiamy tryb fotografowania z priorytetem przysłony,
- Ustawiamy wartość przysłony zapewniającą największą rozdzielczość, chyba że zależy nam na dużej głębi ostrości to ustawiamy jak największą możliwą wartość,

⁶ Gerhard Teichert – Fototechnika. Wydawnictwa Naukowo – Techniczne. Warszawa 1982.

⁷ Zbigniew Pękosławski – Fotografia w praktyce... op. cit.

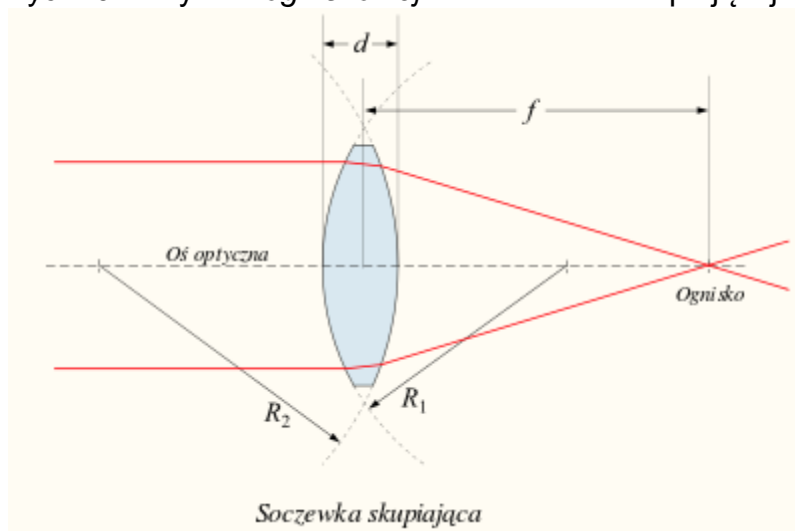
⁸ Bryan Petersom - Ekspozycja bez tajemnic. Jak robić świetne zdjęcia każdym aparatem. Galaktyka, Łódź 2016.

- Sprawdzamy, czy przy ustalonej czułości ISO czas otwarcia migawki będzie wystarczająco krótki dla uniknięcia poruszenia w trakcie ekspozycji,
- W razie konieczności podnosimy czułość ISO,
- Robimy zdjęcia.

1.1.2. Ogniskowa - Obraz optyczny i jego wielkość

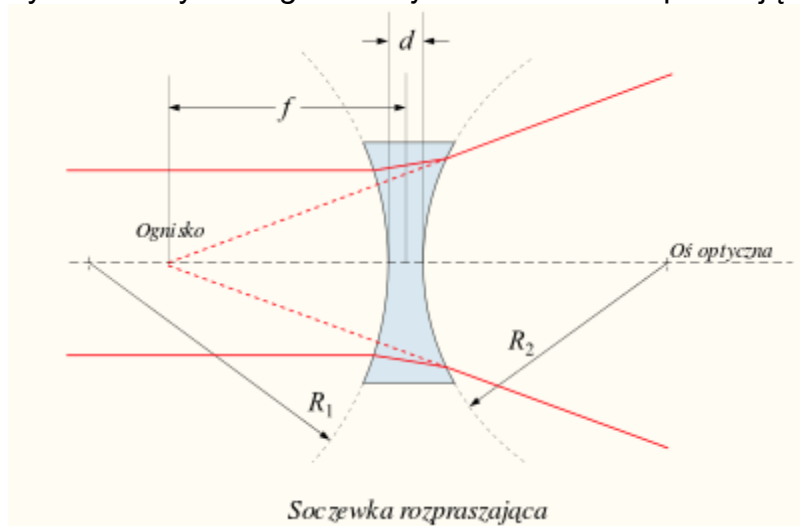
Aby przejść do tematu *reprodukcji fotograficznej* trzeba omówić tematy związane z wielkością powstającego obrazu na materiale światłoczułym, czyli o tak zwanej odległości przedmiotu i odległości obrazu, a co za tym idzie trzeba wyjaśnić pojęcie ogniska, tj. punkt, w którym przecinają się promienie świetlne po przejściu przez skupiający układ optyczny (ognisko rzeczywiste) lub punkt, w którym przecinają się przedłużenia tych promieni po przejściu przez rozpraszający układ optyczny (ognisko pozorne). Ognisko oznaczamy zwykle literą „F”.⁹ (ryc. 10)

Ryc. 10. Przykład ogniskowej dla soczewki skupiającej



⁹ Zbigniew Pękosławski – Fotografia... op. cit., s. 13-14.

Ryc. 11. Przykład ogniskowej dla soczewki rozpraszającej.



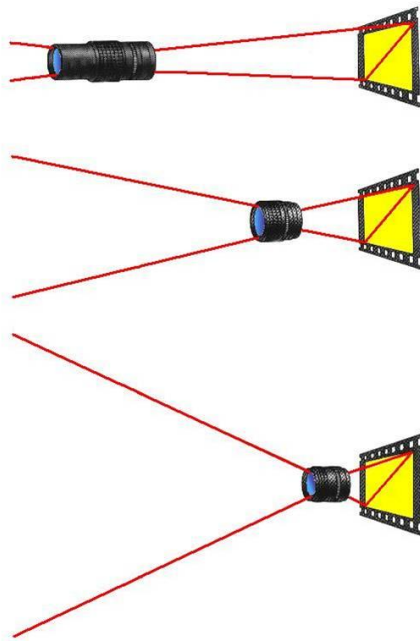
Najprostszym przykładem ogniska są promienie słońca przechodzące przez soczewkę i skupiające się na ścianie w postaci punktu.

Natomiast dla fotografa ważna jest odległość od soczewki lub środka układu soczewek do jej ogniska „F”, która wyrażana jest w milimetrach i nazywana jest **ogniskową** a oznaczamy literą „f”. Odległość ogniskowa danego układu optycznego określa jego powiększenie, czyli kąt widzenia.

W typowym klasycznym aparacie fotograficznym ogniskowa obiektywu standardowego dobrana jest tak, że w przybliżeniu jest równa przekątnej klatki materiału światłoczułego, a kąt widzenia w tym formacie wynosi 53°. Każdy obiektyw o ogniskowej krótszej niż przekątna klatki jest obiektywem **szerokokątnym**. Z kolei każdy obiektyw o ogniskowej dłuższej od standardowej jest obiektywem **wąskokątnym** (teleobiektyw), (ryc. 12). W fotografii cyfrowej sytuacja jest nieco bardziej skomplikowana, ponieważ poszczególne modele aparatów posiadają matrycę o różnej wielkości, dlatego uwzględnić trzeba ekwiwalent ogniskowej. Jest to wartość, którą otrzymuje się mnożąc ogniskową danego obiektywu przez przelicznik (tzw. mnożnik ogniskowej) podawany dla matrycy aparatu cyfrowego, w którym zamontowano ten obiektyw. W ten sposób można porównać kąty widzenia różnych matryc dla konkretnego obiektywu.¹⁰

¹⁰ Wikipedia Ogniskowa fotografia.

Ryc. 12. Ogniskowa obiektywu.

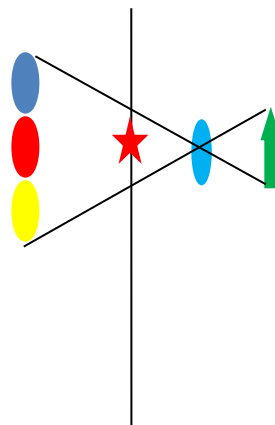


Zależność między ogniskową a kątem widzenia obiektywu pozwala nam wpływać na kształtowanie tła obrazu. Fotografując ten sam przedmiot **przy stałej przysłonie**, ale zmieniając ogniskową, czyli oddalając obiektyw od przedmiotu w taki sposób, aby zachować stałą skalę odwzorowania (taka sama wielkość przedmiotu na zdjęciach), zauważymy, że zmianie ulegnie tło obrazu. Fotografując obiektywem o krótkiej ogniskowej (szerokokątnym) uwiecznimy dużo małych elementów tła, które wszystkie muszą zmieścić się w kadrze. Spowoduje to sytuację, w której duża liczba szczegółów tła będzie konkurowała z przedmiotem, który to stanie się mało wyeksponowany. Zwiększając ogniskową stosując teleobiektywy (obiektywy wąskokątne), „wytniemy” część tła, a tym samym zarejestrujemy coraz mniejsze jego fragmenty. Tło będzie składało się z mniejszej liczby, ale za to większych elementów. Duże i rozmyte elementy tła powodują, że jest ono bardziej jednolite przez co motyw główny staje się bardziej wyrazisty i wyizolowany. W przypadku tym nie mówimy o głębi ostrości, ponieważ rozmycie tła ma jedynie efekt pozorny, wynikający z wielkości plam, które tworzą tło obrazu (fot. 6).

Fot. 6 Zależność między ogniskową a kątem widzenia obiektywu.



a) Ogniskowa 20 mm





b) Ogniskowa 40 mm



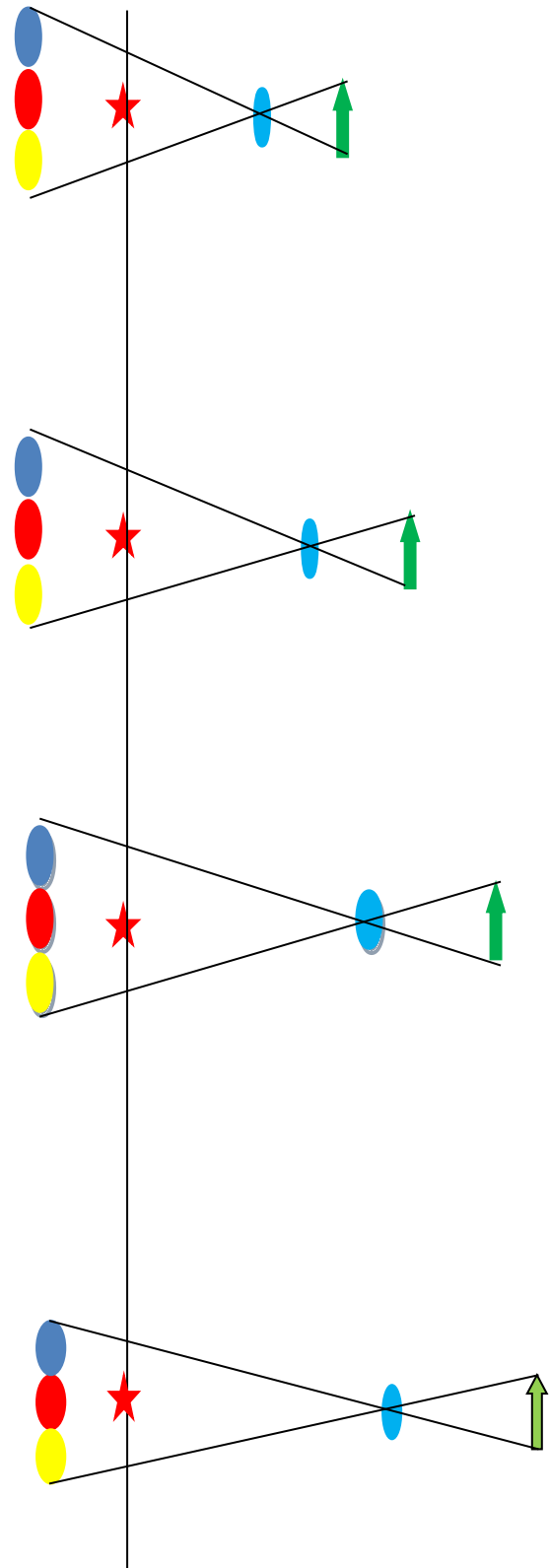
c) Ogniskowa 50 mm



d) Ogniskowa 70 mm

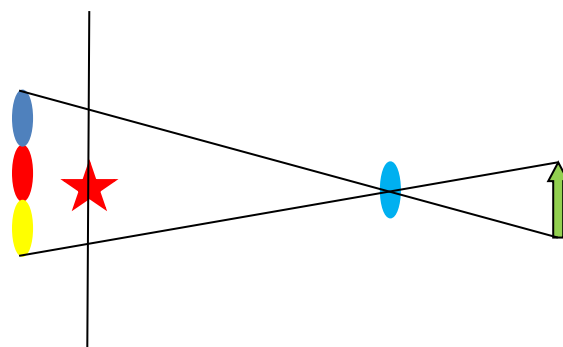


e) Ogniskowa 100 mm



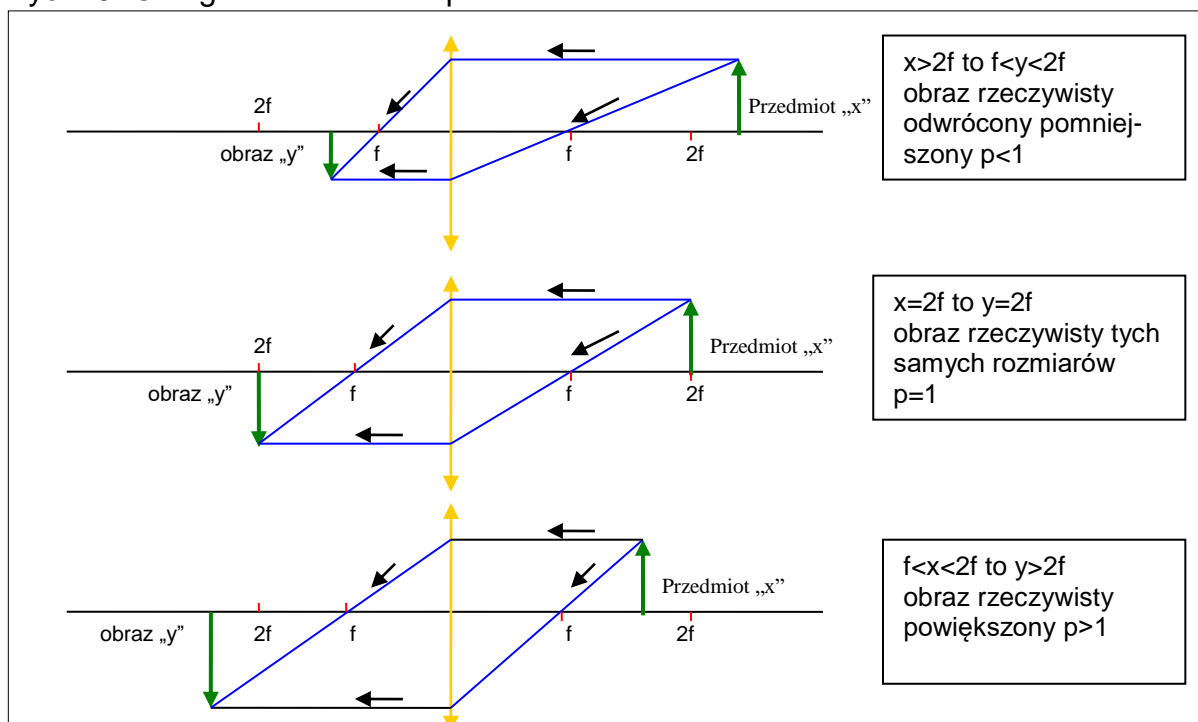


f) Ogniskowa 200 mm



Pojawiają się tu kolejne dwa pojęcia, czyli odległość obrazowa i przedmiotowa. Pierwsze pojęcie, czyli *odległość obrazowa*, to odległość pomiędzy obiektywem (układem soczewek) a błoną negatywową (materiałem światłoczułym), natomiast *odległość przedmiotowa*, to odległość pomiędzy przedmiotem fotografowanym a obiektywem aparatu fotograficznego. Każdy, kto zajmuje się fotografią zdaje sobie sprawę z tego, że umieszczając przedmiot bliżej lub dalej aparatu fotograficznego (soczewki) zauważamy, że obraz rejestrowany na materiale światłoczułym konsekwentnie zmienia swoją wielkość. Zmieniając odległość przedmiotu od aparatu (odległość przedmiotowa ulega zmianie), musimy każdorazowo zmienić odległość soczewki od materiału światłoczułego (zmieniamy odległość obrazową), w tym przypadku mówimy o ustawieniu ostrości (ryc. 13).

Ryc. 13. Odległość obrazowa i przedmiotowa.



Na rysunku przedstawiono zależność odległości przedmiotu a odległością obrazu i jego wielkością. Możemy zauważyć, że jeżeli przedmiot znajduje się w odległości większej niż podwójna ogniskowa ($2f$) promienie skupiają się poza płaszczyzną ogniskową (materiałem światłoczułym) co powoduje, że uzyskany obraz jest

nieostry, dlatego w celu uzyskania ostrego obrazu należy zwiększyć odległość obrazową. W tej sytuacji obraz na materiale światłoczułym będzie mniejszy od rzeczywistego. W miarę jak przedmiot będziemy przybliżali w stronę obiektywu, płaszczyzna jego obrazu (materiał światłoczuły) będzie się oddalała, jednocześnie powstały obraz będzie coraz większy. Jeżeli przedmiot znajdzie się w odległości dwu ogniskowych od soczewki wielkość przedmiotu i obrazu na materiale światłoczułym będzie identyczna. Oznacza to, że odległość przedmiotowa będzie równa odległości obrazowej. Przy tym ustawieniu przedmiot został odwzorowany w skali 1:1, czyli w wielkości naturalnej. Przybliżając przedmiot jeszcze bardziej do soczewki tak, aby znalazł się w odległości bliższej niż podwójna ogniskowa, ale dalszej niż pojedyncza ogniskowa, uzyskamy obraz powiększony, czyli większy niż obraz rzeczywisty, spowoduje to oczywiście zwiększenie odległości obrazowej.¹¹ Takie przybliżanie przedmiotu do obiektywu ma oczywiście swoje granice. Przybliżając przedmiot na odległość równą lub mniejszą odległości ogniskowej zarejestrowanie obrazu na materiale światłoczułym będzie niemożliwe ponieważ promienie po przejściu przez soczewkę nie ulegną skupieniu. Dlatego przybliżając przedmiot na odległość bliższą niż ogniskowa obiektywu spowoduje, że nie będziemy w stanie ustawić ostrości (wykonać zdjęcia wyraźnego przedmiotu).

W celu uzyskania dużego powiększenia obrazu, stosuje się różnego rodzaju przedłużenia obiektywów, takie jak mieszki czy pierścienie fotograficzne. Mówimy tu zatem o fotografii makro. Fotografia taka wykorzystywana jest przy zdjęciach przyrodniczych, przy fotografowaniu znaczków pocztowych, ale również w kryminalistyce. Aby wykonać prawidłowo zdjęcie w technice makro, często wykorzystywane są specjalne stoliki do fotografii reprodukcyjnej. Z odległością obrazową i przedmiotową związane jest pojęcie skali odwzorowania.

1.1.3. Skala odwzorowania – Makrofotografia

Wykonując zdjęcia na stolikach do fotografii reprodukcyjnej, może okazać się, że będziemy musieli wykonać zdjęcia w powiększeniu, tak zwane zdjęcia makro. Uwidaczniają się wówczas bardzo małe, ale i bardzo ważne szczegóły. Zmieniając skalę odwzorowania możemy fotografować całe przedmioty lub ich fragmenty.

Wykonując makrofotografię możemy posłużyć się kilkoma technikami i przyrządami, które pozwolą nam przybliżyć obraz lub wydłużyć ogniskową. Wymienić należy takie przyrządy pomocnicze jak:

- **Obiektywy makro**, wymieniony jako pierwszy ponieważ jest to idealne rozwiązanie choć ma on również ograniczenia, a przy tym wysoką cenę.
- **Pierścienie pośrednie**, zakładane między obudową aparatu a obiektywem, zazwyczaj dostępne w trzech wielkościach długości. Występują pierścienie z przeniesieniem automatyki oraz bez takiej możliwości.
- **Mieszki**, harmonijkowy mieszek pozwalający na bezstopniową zmianę skali odwzorowania, mocowany między obiektywem a obudową aparatu,
- **Pierścień odwrotnego mocowania**, pozwala na odwrotne zamontowanie obiektywu co powoduje zwiększenie odległości obrazowej.
- **Adaptery**, pozwalają przymocować do obiektywu głównego inny, odwrócony obiektyw, który będzie działał jak zestaw soczewek nasadkowych.

¹¹ Zbigniew Pękosławski: Fotografia... op. cit.

- **Soczewki nasadkowe makro**, zakładane bezpośrednio na obiektyw. Powodują jednak pogorszenie obrazu, które można zniwelować przysmykając nieco otwór przysłony, który w fotografii makro jest i tak wskazany z uwagi na uzyskanie odpowiedniej głębi ostrości.
- **Telekonwerter**, mocowany między aparat a obiektyw, nieznacznie obniżają ich korekcję za to pozwalają uzyskać skalę odwzorowania 1,4:1 do 1:2.

Wszystkie wymienione wyżej przyrządy możemy stosować osobno, ale również w połączeniu.

Fotografując dowolny obiekt, uzyskujemy obraz na materiale światłoczułym. Posługując się sformułowaniem skali odwzorowania mówimy o stosunku wielkości fotografowanego przedmiotu do jego obrazu uzyskanego na materiale światłoczułym. Wielkość uzyskanego obrazu zależy od dwóch parametrów, odległości od fotografowanego obiektu oraz ogniskowej obiektywu. Wcześniej zostało wspomniane, że im bliżej obiektywu zostanie ustawiony przedmiot, tym większy obraz uzyskamy na materiale światłoczułym. Drugi parametr, czyli ogniskowa musi zostać podzielona na dwa przypadki. Jeżeli omawiamy fotografię zbliżeniową, czyli gdy odległość aparat – obiekt jest większa od podwójnej ogniskowej obiektywu (uzyskany obraz na matrycy jest mniejszy od rzeczywistego), to z tej samej odległości większe obrazy uzyskamy stosując obiektywy o dłuższej ogniskowej. W przypadku makrofotografii, gdy odległość aparat – obiekt jest mniejsza od podwójnej ogniskowej (uzyskany obraz na matrycy jest większy od rzeczywistego), dla danego obiektu, sytuacja będzie odwrotna. W tym przypadku większe obrazy uzyskamy stosując obiektywy o ogniskowej krótszej.

W praktyce okazuje się, że nawet dla danego obiektywu skala odwzorowania nie jest wartością stałą. Konstrukcja obiektywu pozwala na ostrzenie (uzyskanie ostrego obrazu) z pewnej minimalnej odległości, która jest różna dla różnych obiektywów. W przypadku obiektywów stałogniskowych sprawa jest prosta, niestety z zoomami już tak łatwo nie jest. Odległość ostrzenia zmienia się bowiem wraz z ogniskową.

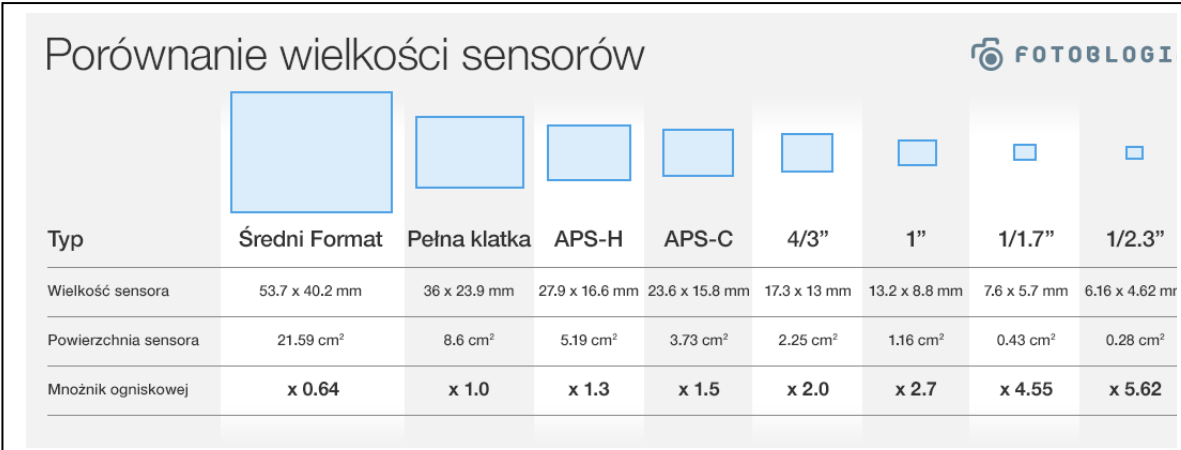
W fotografii tradycyjnej, zbliżeniowej uzyskany obraz na materiale światłoczułym jest zawsze mniejszy od rzeczywistego. Jedynie w makro i mikrofotografii obraz ten będzie większy. Jak już zostało wspomniane, jeżeli fotografowany przedmiot i uzyskany obraz będą miały te same wymiary, będziemy mówić o skali odwzorowania 1:1. W sytuacji gdy uzyskany obraz będzie dwa razy mniejszy, skala odwzorowania będzie wynosić 1:2, natomiast jeżeli obraz będzie dwukrotnie większy od oryginału, skala odwzorowania wynosić będzie 2:1.¹² Sprawa wydaje się oczywista, jednak w praktyce okazuje się, że taka prosta nie jest i wielu fotografom sprawia wiele problemów. Chodzi mianowicie o wyliczenie skali odwzorowania. W dobie aparatów analogowych mieliśmy do czynienia z klatką małego obrazka negatywu błony światłoczułej, której rozmiar był stały. Niewiele osób używało aparatów średnio- i wielko-obrazowych. Obecnie mamy czasy, gdzie dominuje elektronika, a rozmiary matryc, które zastąpiły błony światłoczułe, są różnej wielkości. Jak sobie poradzić z tym problemem. W tym momencie zostajemy mile zaskoczeni, ponieważ pomimo przekonania większości osób, okazuje się, że wielkość matrycy nie wpływa w żaden sposób na skalę odwzorowania, ale to zostanie omówione dokładniej w dalszej części.

¹² Marek Miś: Blisko, coraz bliżej. Od fotografii zbliżeniowej do mikrofotografii, Helion, Gliwice 2015.

1.1.4. Obliczanie skali odwzorowania

Obliczenie skali odwzorowania można zrobić na kilka sposobów. *Pierwsza metoda* to podzielenie rozmiaru matrycy przez rozmiar fotografowanego przedmiotu. Przykładowo, mamy aparat fotograficzny z matrycą typu APS-C, której wymiar wynosi 24mm, a fotografowany przedmiot ma 6mm długości. Dzieląc wielkość matrycy przez wielkość przedmiotu uzyskamy skalę odwzorowania: $24 : 6 = 4$, czyli skala odwzorowania wynosi 4:1, inaczej patrząc, dzielimy wielkość uzyskanego obrazu na materiale światłoczułym przez rzeczywisty wymiar przedmiotu. Metoda ta dotyczy jedynie przedmiotów, które w całości wypełnią nam matrycę i oczywiście kiedy jest znany wymiar fotografowanego przedmiotu (przedmiot o rzeczywistej wielkości 6mm wypełniając całą matrycę o wielkości 24 mm jest na niej zarejestrowany cztery razy większy). Musimy także pamiętać, że w większości aparatów, obraz widziany w wizjerze rzadko pokrywa się w 100% z tym, co rejestruje matryca, dodatkowo trzeba wziąć pod uwagę rozmiar wyświetlacza i to, że obraz widziany na nim będzie miał inny rozmiar niż obraz zarejestrowany na matrycy. Musimy zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt. Jak już zostało wspomniane, wielkość matrycy w żaden sposób nie wpływa na skalę odwzorowania. Może wydawać się to dziwne, przecież fotografując ten sam przedmiot aparatem z mniejszą matrycą uzyskany obraz jest większy. Zjawisko to jest jedynie złudzeniem, ponieważ obraz widzimy na wyświetlaczu, a nie na matrycy. Chcąc uzyskać skalę odwzorowania 1:1 fotografując przedmiot o długości 5mm, musimy na matrycy również uzyskać długość 5mm. Jeżeli użyjemy aparatu kompaktowego gdzie matryca będzie miała wielkość 5mm, to przedmiot wypełni całą matrycę. Natomiast w przypadku matrycy pełnoklatkowej obraz będzie wypełniał tylko nieznaczną jej część. W przypadku telefonów komórkowych obraz może nie zmieścić się na matrycy. (ryc. 14)

Ryc. 14. Porównanie wielkości sensorów - matryc



Typ	Średni Format	Pełna klatka	APS-H	APS-C	4/3"	1"	1/1.7"	1/2.3"
Wielkość sensora	53.7 x 40.2 mm	36 x 23.9 mm	27.9 x 16.6 mm	23.6 x 15.8 mm	17.3 x 13 mm	13.2 x 8.8 mm	7.6 x 5.7 mm	6.16 x 4.62 mm
Powierzchnia sensora	21.59 cm ²	8.6 cm ²	5.19 cm ²	3.73 cm ²	2.25 cm ²	1.16 cm ²	0.43 cm ²	0.28 cm ²
Mnożnik ogniskowej	x 0.64	x 1.0	x 1.3	x 1.5	x 2.0	x 2.7	x 4.55	x 5.62

Takie dodatkowe powiększenie (wtórne) nazywamy współczynnikiem powiększenia albo „cropem”. Dla najbardziej popularnych lustrzanek z matrycą APS-C współczynnik ten wynosi 1,5-1,7 w zależności od marki aparatu, co oznacza, że uzyskany obraz na matrycy APS-C jest 1,5 raza większy niż w aparacie pełnoklatkowym. Są to jednak korzyści pozorne, ponieważ obraz z mniejszej matrycy musimy dużo bardziej powiększyć, aby uzyskać odbitkę wielkoformatową, co powoduje spadek jakości obrazu.

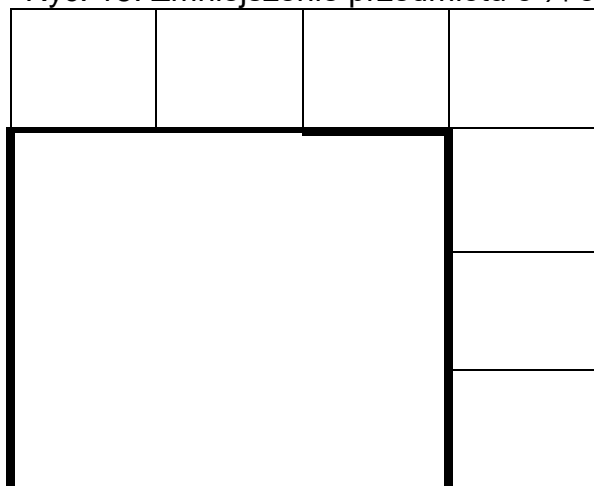
W sytuacji gdy nie znamy wymiaru przedmiotu, zostaje nam *drugi sposób*. Wykonując zdjęcie bardzo ważne jest, aby fotograf znał zależność pomiędzy płaszczyzną fotografowanego przedmiotu a płaszczyzną powstałego obrazu na materiale światłoczułym. Jeżeli odległość przedmiotowa jest równa odległości obrazowej, to mówimy, że obraz jest odwzorowany w skali rzeczywistej, czyli 1:1, natomiast gdy odległość przedmiotowa jest dwa razy większa od odległości obrazowej, to uzyskany obraz będzie dwa razy mniejszy, czyli skala 1:2. Jeżeli chcemy uzyskać powiększenie, to odległość przedmiotowa musi być mniejsza od odległości obrazowej i tak jeśli odległość przedmiotowa wynosi 1/2 odległości obrazowej wówczas mówimy, że uzyskany obraz jest dwa razy większy, czyli skala wynosi 2:1 itd. Używając obiektywów normalnych, np. o ogniskowej 50mm, który odsuniemy na odległość 50mm, skala odwzorowania będzie wynosiła 1:1, a odsuniętego na 100mm - 2:1.

Fotografia makro zaczyna się od obrazu uzyskanego w naturalnych rozmiarach, czyli od skali odwzorowania 1:1 i może nie brzmi to zbyt imponująco, jednak wyobraźmy sobie, że zarejestrowany obraz na matrycy oglądamy powiększony do rozmiarów papierowej odbitki lub ekranu monitora, gdzie przedstawia się w całkiem nowych rozmiarach.

Obecnie w fotografii makro coraz powszechniejsza staje się metoda zwana „**focus stacking**”, która polega na łączeniu zdjęć o różnej ostrości w Photoshopie. Znane są przypadki wykonania kilkuset zdjęć, gdzie na każdym w polu ostrości znajduje się inny obszar, czyli mówiąc jaśniej, na każdym kolejnym zdjęciu nieznacznie przesuwamy ostrość na fotografowanym obiekcie. Następnie przy użyciu Photoshopa łączymy wszystkie zdjęcia, a program wybiera ostre elementy i łączy je w jedno zdjęcie. Metoda ta może być wykonana nie tylko w fotografii makro, ale również w fotografii tradycyjnej, jednak z oczywistych powodów nie może mieć zastosowania w Policji.

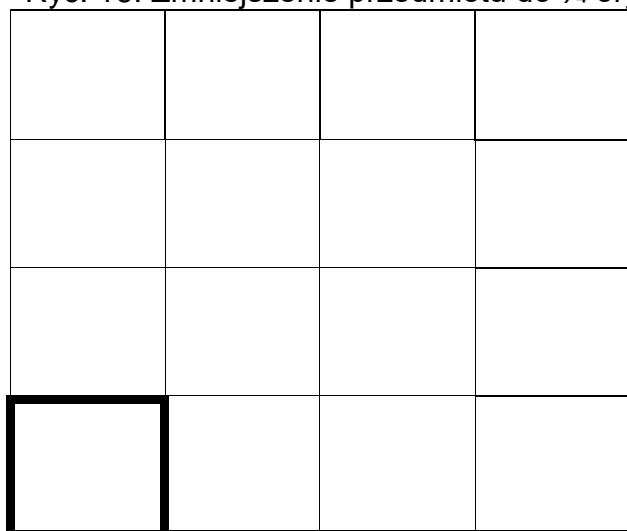
Dokonując reprodukcji, może zdarzyć się sytuacja, że będziemy musieli wykonać zdjęcie w skali, przy czym należy zwrócić uwagę na to, czy mamy dany przedmiot zmniejszyć o jakiś rozmiar czy zmniejszyć do jakiegoś rozmiaru. I tak zmniejszyć o 1/4 będzie oznaczać, że szerokość i wysokość oryginału w odwzorowaniu na materiale światłoczułym będą wynosić 3/4 szerokości i wysokości oryginału a powierzchnia obrazu ma wynosić 9/16 oryginału. (ryc. 15)

Ryc. 15. Zmniejszenie przedmiotu o 1/4 oryginału.



Natomiast jeżeli będziemy musieli dokonać reprodukcji do 1/4 wielkości oryginału, będzie to oznaczało, że wielkość obrazu na materiale światłoczułym będzie wynosiła 1/4 szerokości i wysokości oryginału (ryc. 16).

Ryc. 16. Zmniejszenie przedmiotu do $\frac{1}{4}$ oryginału.



Kolejnym ważnym elementem w fotografii reprodukcyjnej, a może bardziej w fotografii makro jest perspektywa, czyli sposób postrzegania obiektów na podstawie ich ułożenia przestrzennego względem siebie oraz względem patrzącego - aparatu fotograficznego. Stosując obiektywy o różnej ogniskowej lub zakładając przedłużenia typu mieszek lub pierścienie pośrednie mamy wpływ nad perspektywą.¹³ Stosując raz obiektyw o krótkiej ogniskowej, a drugi raz o długiej ogniskowej i ustawiając aparat w odpowiedniej odległości od fotografowanego przedmiotu i uzyskując jednakową skalę odwzorowania, tło motywu w pierwszym przypadku będzie większe, a szczegóły (przedmioty) na tym tle będą mniejsze, natomiast stosując dłuższą ogniskową i większe oddalenie tło będzie mniejsze, a szczegóły widoczne na tym tle będą większe (efekt bardziej rozmazanego tła). Podobne zasady stosowane są podczas wykonywania zdjęć portretowych. Inną cechą zastosowania obiektywów krótkoogniskowych jest możliwość osiągnięcia tzw. efektu lupowego, czyli uzyskany obraz zostanie „uwypuklony” (opisana wcześniej dystorsja beczkowata). Zagadnienie to zostało przedstawione częściowo w rozdziale o ogniskowej.

Jakiego więc potrzebujemy obiektywu? Obiektywy makro potrafią się odznaczać sporą rozbieżnością pod względem ogniskowej i niestety również ceny. Dobierając obiektyw do makrofotografii nie musimy przejmować się jego jasnością (w większości przypadków obiekty i tak będziemy doświetlać światłem sztucznym). Powodem jest głębia ostrości, która w makrofotografii spada tak bardzo, że znacznie częściej będziemy przymykać przysłonę, niż ją otwierać. Najbardziej odpowiedni obiektyw to taki, do którego nie trzeba podłączać dodatkowych akcesoriów. Wybierając obiektyw należy pamiętać o tym, że im dłuższa ogniskowa obiektywu, tym bardziej komfortowa praca. Nie musimy wówczas zbliżać się do fotografowanego przedmiotu tak, aby dotykać go obiektywem. Ma to duże znaczenie przy fotografowaniu przyrody ożywionej. Ustawiając się z aparatem blisko owada istnieje duże prawdopodobieństwo, że go wystraszymy i nam po prostu ucieknie. W fotografii kryminalistycznej nie ma to takiego znaczenia, ponieważ większość zdjęć makro będziemy wykonywać na stołach reprodukcyjnych, jednak pracując jako technik kryminalistyki często musiałem pochylać się nad zwłokami, aby uchwycić istotne szczegóły, co wcale nie należało do najprzyjemniejszych. Istniało również realne ryzyko ska-

¹³ Gerhard Teicher: Fototechnika, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982.

żenia biologicznego, gdyż nigdy nie jesteśmy w 100% pewni, że materiał biologiczny jest wolny od wirusów i bakterii, a pochylanie się nad materiałem biologicznym jednocześnie powodowało ryzyko kontaminacji, czyli zanieczyszczenia materiału dowodowego. Ważne są również inne cechy obiektywu, tj. budowa, ostrość, kontrola wad optycznych, solidność, rozmiary i wygoda obsługi. I tutaj niestety za jakość trzeba zapłacić.

1.2. Aparat

Zostały już omówione najważniejsze aspekty związane z obiektywami. Pozostały jeszcze parametry związane z aparatem. Aparat to inna kwestia, choć znacznie mniej rygorystyczna. Teoretycznie może być dowolny. W praktyce bardzo, ale to bardzo zalecana jest manualna kontrola ekspozycji, możliwość ręcznego ustawiania ostrości (ze wszelkimi możliwymi narzędziami wspomagającymi – wykonując zdjęcia makro wspaniale korzysta się na przykład z trybu Live View, jeśli tylko ostrząc możemy powiększyć dowolny fragment fotografowanej sceny) oraz podłączenie elektrycznego wężyka spustowego. Ten ostatni pozwoli nam zaoszczędzić sporo czasu, ponieważ w innym razie zmuszeni będziemy korzystać z wyzwalacza czasowego, aby nie musieć dotykać korpusu w momencie otwarcia migawki. Aby reprodukcja fotograficzna została prawidłowo wykonana, musimy pamiętać o prawidłowej ekspozycji, a dokładniej o tzw. trójkącie ekspozycji. Jest to zależność między poszczególnymi parametrami ekspozycji: przysłoną, czasem oraz czułością ISO. Dokładniej zostanie to omówione w rozdziale 2.2.5.

1.2.1. Przysłona

Wartość przysłony, jest obok ogniskowej, drugim najbardziej istotnym parametrem tworzenia obrazu. Przysłona w obiektywie pełni podobną rolę do źrenicy w oku i spełnia kilka istotnych funkcji. Przysłona, podobnie jak oko ludzkie, odpowiada za ilość światła wpadającego do obiektywu, co jest konieczne, aby zdjęcie zostało prawidłowo naświetlone. Jednak główną rolą przysłony nie jest wcale regulowanie ilości światła wpadającego do obiektywu, przysłona ma wpływ na to, które elementy w przestrzeni widzimy ostro, a które nie.¹⁴ Mowa tutaj o zakresie ostrości, czyli o tzw. *głębi ostrości*. Głębina ostrości w fotografii ma kluczowe znaczenie, a umiejętne posługiwanie się nią pozwala na prawidłowe i twórcze wykonanie zdjęcia. Podczas wykonywania fotografii reprodukcyjnej płaskich przedmiotów, głębina ostrości nie odgrywa tak istotnej roli, natomiast gdy wykonujemy zdjęcia przedmiotów trójwymiarowych z niewielkiej odległości głębina ostrości jest bardzo ważna, a jeszcze większego znaczenia nabiera w makrofotografii. W makrofotografii głębina ostrości może mieć zakres do kilku centymetrów, a czasem nawet do kilku milimetrów lub ułamek milimetra. Dlatego w makrofotografii tak ważne jest umiejętne posługiwanie się przysłoną. Przysłona zbudowana jest z kilku blaszek, najczęściej z sześciu o kształcie sierpowatym zachodzących jedna na drugą w taki sposób, że zsuwając je lub rozsuwając jesteśmy w stanie regulować otwór przysłony, a co za tym idzie, ilość światła wpadającego do obiektywu. Na obiektywie powinniśmy znaleźć oznaczenia liczbowe, które informują

¹⁴ Marek Miś: Blisko, coraz bliżej. Od fotografii zbliżeniowej do makrofotografii, Helion, Gliwice 2015.

o największym otworze przysłony. Najmniejsza liczba, np. f 2,8 oznacza pełny otwór obiektywu, czyli listki przysłony są całkowicie rozsunięte. W zależności od obiektywu, wartości te mogą być różne. Przemykając przysłonę, zmniejszając otwór obiektywu, wartość liczbową przysłony będzie rosła, np. f 22.¹⁵ (fot. 7)

Foto. 7. Wielkość otworów przysłony w zależności od ustawionej liczby przysłony.



1.2.2. Migawka

Migawka to element aparatu fotograficznego, dzięki któremu możemy precyzyjnie regulować czas naświetlania materiału światłoczułego. Zbyt długi czas otwarcia migawki może skutkować prześwietleniem obrazu, a zbyt krótki niedoświetleniem. Migawka najczęściej znajduje się w korpusie aparatu, tuż przed matrycą. Nie jest to jednak regułą. Fotografowi, który nie zagłębił się w budowę aparatu wydaje się, że migawka składa się tylko z dwóch kurtyn. Jest to tylko część prawdy, ponieważ kurtyny to tylko widoczna część migawki i to w dodatku dopiero po podniesieniu lustra. Nowoczesne migawki składają się nawet z kilkuset elementów, a ich budowa jest bardzo złożona, dlatego też nie będziemy wchodzić w szczegóły budowy migawki. Musimy jednak wiedzieć, że są dwa rodzaje migawek, centralne i szczelinowe, te drugie możemy podzielić jeszcze na pionowe i poziome. Migawka szczelinowa

¹⁵ Bryan Petersom: Ekspozycja bez tajemnic. Jak robić świetne zdjęcia każdym aparatem, Galaktyka, Łódź 2016.

umieszczana jest bezpośrednio przed matrycą, natomiast migawka centralna umieszczana jest w obiektywie za przysłoną. Zarówno jedna i druga mają swoje zalety, ale również i wady. Migawka centralna swoim kształtem i działaniem przypomina przysłonę i podobnie jak w przysłonie, w trakcie swojej pracy rozsuwające się listki tworzą otwór, przez który światło dostaje się do materiału światłoczułego. Wadą migawki centralnej jest to, że nie możemy uzyskać tak krótkich czasów otwarcia, jak w przypadku migawki szczelinowej, zwykle wahają się między 1/500s i 1/2000s. Dlaczego i kiedy warto używać migawki centralnej? Wykorzystywana jest mianowicie w fotografii studyjnej z uwagi na to, że jej synchronizacja z lampami błyskowymi może odbywać się już przy najkrótszym czasie¹⁶. W przypadku migawki szczelinowej zbudowanej z dwóch kurtyn, pierwsza przesuwają się, odsłaniając materiał światłoczuły, a za nią podąża druga. Pomiędzy kurtynami tworzy się szczelina. Od szerokości tej szczeliny i prędkości, z jaką przesuwają się kurtyny zależy czas naświetlania materiału światłoczułego. Współcześnie stosuje się głównie migawki szczelinowe o przebiegu pionowym, czyli poruszające się z góry na dół. W porównaniu z migawką o przebiegu poziomym kurtyny mają krótszą drogę do pokonania, co pozwala na skrócenie czasu otwarcia migawki. Zaletą migawki szczelinowej jest to, że możemy uzyskać bardzo krótkie czasy otwarcia, nawet 1/8000s, dodatkowo możemy w aparatach cyfrowych ustawić wyzwolenie lampy błyskowej na pierwszą lub drugą kurtynę, co w niektórych sytuacjach ma istotne znaczenie. Wadą migawki szczelinowej niewątpliwie jest to, że synchronizacja z lampą błyskową jest rzędu 1/200s, a w niektórych modelach aparatów 1/250s. Migawka szczelinowa o przebiegu poziomym (z prawa na lewo lub odwrotnie) posiada dodatkowo wadę zniekształcania obrazu. Fotografując obiekt poruszający się z dużą prędkością, tj. samochód wyścigowy lub pociąg, którego kierunek ruchu zgodny jest z ruchem migawki to w takiej sytuacji uzyskany obraz będzie zdeformowany – skrócony, natomiast kiedy poruszał się będzie w przeciwnym kierunku do ruchu migawki, deformacja będzie polegała na wydłużeniu obrazu. Efekt tej deformacji może nie być zauważalny, a w niektórych sytuacjach nawet wskazany, gdyż odbiorca będzie miał wrażenie większego ruchu. Jednak jest to dalej wada migawki, a nie zamierzony efekt.¹⁷ Podczas korzystania z trybu Live View, musimy pamiętać, że migawka jest cały czas podniesiona, a zamykana jest jedynie na krótki czas przed naświetleniem materiału światłoczułego w celu oczyszczenia matrycy z sygnału.

1.2.3. Czas naświetlania

Czas naświetlania to czas, w którym naświetlany jest materiał światłoczuły negatywowo bądź pozytywowo w urządzeniach klasycznych lub materiał światłoczuły w aparatach cyfrowych. W przypadku fotografii tradycyjnej pod wpływem padającego światła naświetlane są halogenki srebra, które tworzą obraz. Jeśli w trakcie wykonywania zdjęcia na materiał światłoczuły dostanie się za mało światła, wówczas uzyskamy obraz niedoświetlony, natomiast gdy na materiał światłoczuły dostanie się za dużo światła, to uzyskany obraz będzie prześwietlony. Czas naświetlania zależy od kilku czynników:

¹⁶ Gerhard Teichert: Fototechnika, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982, s. 225-228.

¹⁷ Zbigniew Pękosławski: Fotografia w praktyce amatorskiej, Wydawnictwa artystyczne i filmowe, Warszawa 1977.

- ilości światła,
- czułości ogólnej,
- przysłony,
- jasności fotografowanego obiektu,
- pory roku,
- czy obiekt znajduje się w ruchu, czy jest nieruchomy.¹⁸

Czas naświetlania można regulować wielkością otworu przysłony, jak i czasem otwarcia migawki. Możemy również wspomagać się czułością materiału światłoczułego. Jest to oczywiście uwarunkowane oświetleniem, w jakim dokonujemy reprodukcji. W celu ustawienia prawidłowego czasu naświetlania musimy wiedzieć jak długo musi być otwarta migawka. Do tego celu potrzebny jest nam światłomierz, który zmierzy ilość światła wpadającego przez obiektyw na matrycę. Wydawałoby się, że nowoczesne aparaty posiadają wbudowane światłomierze, które powinny poradzić sobie z warunkami oświetleniowymi panującymi na stole reprodukcyjnym. Często jednak zdarza się, że wskazania światłomierza stają się nierealne.

Wykonując zdjęcia, musimy wziąć pod uwagę fakt, że aparat, mówiąc w dużym skrócie, uśrednia wartości uzyskane podczas pomiaru światła. W sytuacji gdy mamy do czynienia z równomiernym oświetleniem powstaje ekspozycja prawidłowa (foto.13). Jednak gdy dociera do aparatu światło zbyt jasne i za ciemne, to aparat stara się wyrównać wartości naświetlenia, wówczas ciemne partie obrazu zostają rozjaśnione, a jasne przyciemnione. W nowoczesnych aparatach cyfrowych możemy sami decydować i ustawiać intensywność korekty jasnych partii obrazu. Opisana sytuacja występuje podczas fotografowania obiektu na śniegu, gdzie większa część kadru wypełniona jest śniegiem. Dlatego fotografując zimą uzyskujemy obraz szarego śniegu. W takiej sytuacji należy skorygować ustawienia aparatu, czyli zmienić ustawienia ekspozycji o tak zwane wartości EV, dodając +1EV lub odejmując, np. -2EV. Sytuację taką możemy dobrze zaobserwować, wykonując zdjęcia czarnej kartki, gdzie na wyświetlaczu uzyskamy obraz w postaci szarej kartki, podobna sytuacja jest w przypadku fotografowania białej kartki, uzyskany obraz przedstawiać będzie szarą kartkę. (fot. 8, 9, 10)

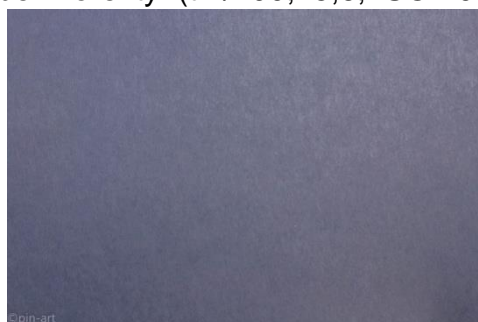
Innym przypadkiem, gdzie wskazania na wyświetlaczu pokazują błędne parametry jest sytuacja, gdzie zastosujemy pierścienie pośrednie bez metalowych styków. W takim przypadku obiektyw nie przeniesie informacji do aparatu i ustawienia musimy dobrać indywidualnie. W niektórych sytuacjach „błędne” wskazania na wyświetlaczu będą widoczne, kiedy zastosujemy technikę fotografii w tzw. wysokim lub niskim „kluczu”, jednak w fotografii kryminalistycznej techniki te nie mają raczej zastosowania.

¹⁸ Zbigniew Pękosławski: Fotografia... op. cit.

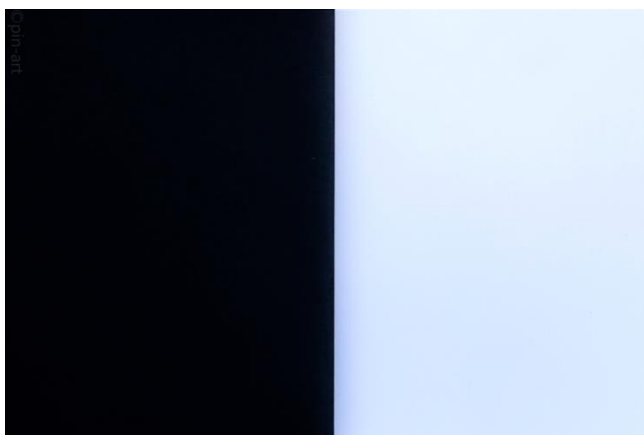
Fot. 8. Zdjęcie białej kartki wykonane w oparciu o światłomierz aparatu bez korekty. (t 1/4000; f5,6; ISO 400)



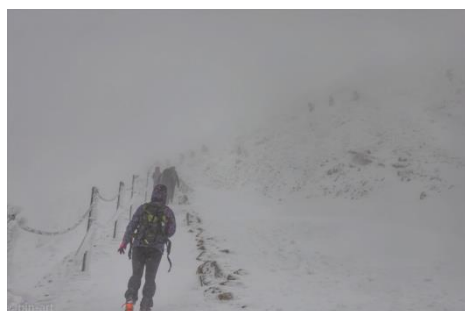
Fot. 9. Zdjęcie czarnej kartki wykonane w oparciu o światłomierz aparatu bez korekty. (t 1/200; f5,6; ISO 400)



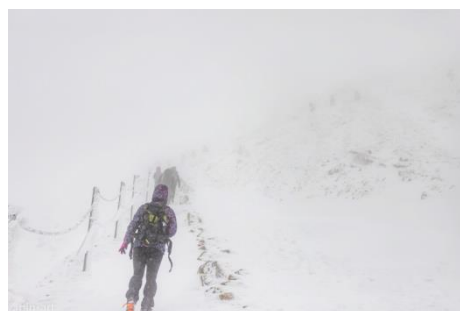
Fot. 10. Zdjęcie białej i czarnej kartki (t 640; f5,6; ISO 400)



Fot. 11. Zdjęcie śniegu wykonane bez korekcji EV



Fot. 12. Zdjęcie śniegu z korekcją +1EV



Wskazaniami światłomierza należy się jednak posłkować, ponieważ pomagają ustalić właściwą ilość światła padającą na materiał światłoczuły tak, aby zdjęcia nie były prześwietlone ani niedoświetlone. Do dyspozycji mamy światłomierze wbudowane w korpus aparatu, ale również światłomierze zewnętrzne, które możemy podzielić na światłomierze mierzące światło padające na przedmiot lub odbite od przedmiotu.

W aparatach umieszczany jest światłomierz mierzący światło odbite w kierunku aparatu.

Światłomierze znajdujące się we współczesnych aparatach cyfrowych mają możliwość ustawienia kilku rodzajów pomiaru światła. Najpewniejszym, a zarazem najczęściej stosowanym jest pomiar „centralnie ważony”, który mierzy oświetlenie głównie w centrum kadru i uśrednia dla całej sceny. Stosowany jest w sytuacji, gdy w centrum kadru umieszczamy główny obiekt, ale jednocześnie chcemy uśrednić ilość światła w całej scenie. Innym ustawieniem światłomierza jest „pomiar punktowy”, który mierzy światło w bardzo wąskim zakresie około 1-5°. Dzięki takiemu ustawieniu możemy bardzo dokładnie zmierzyć światło interesującego nas przedmiotu, wycinka kadru, niezależnie od wielkości i intensywności światła wpadającego przez obiektyw. Tryb pomiaru „matrycowego” jest ostatnim z podstawowych ustawień światłomierza i nie oznacza to wcale, iż pomiar dokonywany jest całą matrycą. Korzysta ona z wbudowanego mikrochipu i algorytmów, które analizują fotografowaną scenę z bazą danych, a następnie uśredniają intensywność naświetlenia. Jednak tryb matrycowy najlepiej sprawdza się przy scenach jednorodnie naświetlonych.¹⁹ (ryc. 17)

Ryc. 17. Przykładowe ikony w aparacie informujące o ustawionym trybie pomiaru światła.

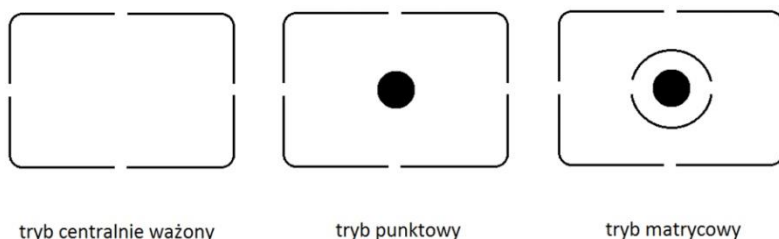


Foto. 13. Zdjęcie z prawidłową ekspozycją – prawidłowym naświetleniem



¹⁹ Bryan Petersom: Ekspozycja... op. cit.

W tym rozdziale trzeba wspomnieć o zależności, jaka jest między czasem naświetlania a ogniskową obiektywu.

Są sytuacje, kiedy trzeba skorzystać z dłuższych czasów naświetlania, np. 1/60 czy 1/30 s. Warto wiedzieć, jaki minimalny czas może zapewnić nam nieporuszone zdjęcie. Ogólna zasada mówi, że ostre zdjęcie uzyskamy nastawiając czas, który jest odwrotnością długości ogniskowej obiektywu. W sytuacji gdy posiadamy obiektyw o ogniskowej 50 mm, minimalny czas naświetlania powinien wynosić nie mniej niż 1/50s. W przeciwnym razie uzyskane zdjęcie może być poruszone. Wydłużając ogniskową powinniśmy czas naświetlania wydłużyć, np. ogniskowa 85mm to czas naświetlania powinien wynosić 1/80s. Oczywiście każdy fotograf wie najlepiej, przy jakiej ogniskowej na jaki czas naświetlania powinien ustawić aparat, aby uzyskać nieporuszone zdjęcie. Niektórzy fotografowie mają wyjątkowe zdolności do utrzymania aparatu nieruchomo na długich czasach, a w połączeniu z wbudowaną stabilizacją zdarzają się ostre zdjęcia już przy czasach naświetlania 1/5s. Należy jednak zwrócić uwagę na wielkość i ciężar poszczególnych aparatów i obiektywów. Wykonując zdjęcie aparatem Canon EOS 5D Mark IV o wadze 800g i obiektywem Canon EF 70-200mm f/2.8 o wadze 1500g (łącznie waga 2300g) z uwagi na ciężar konieczne będzie skrócenie czasu naświetlania w przeciwieństwie do aparatu również pełnoklatkowego Canon EOS 6D Mark II o wadze 685g z obiektywem Canon 70-200mm f/4 o wadze 705g (łącznie waga 1390g) oraz amatorskiego aparatu Canon EOS 1000D o wadze 400g i obiektyw Canon 55-250mm f/4-5,6 o wadze 375g (łącznie waga 775g).

Wspomniane wcześniej zostało, że czas naświetlania zależy od otworu przysłony. Jeśli otwór ten jest przymknięty, to do matrycy dostanie się niewielka ilość światła i dlatego konieczne będzie wydłużenie czasu naświetlania. W sytuacji odwrotnej, gdy otwór przysłony zostanie całkowicie otwarty, to na matrycę dostanie się więcej światła i będzie można skrócić czas naświetlania materiału światłoczułego. W przypadku słabego oświetlenia zmniejszaniem otworu przysłony spowodujemy niepotrzebne wydłużenie czasu naświetlania, co w przypadku długich czasów może spowodować niepotrzebne poruszenie aparatu. Należy pamiętać, że nawet najbardziej stabilny stół reprodukcyjny nie zniweluje drgań powstałych na zewnątrz pomieszczenia i przenoszonych murami budynku.²⁰

Obiektywy przy pełnym otworze przysłony tracą na rozdzielczości, podobnie jak przy zamknięciu otworu przysłony, a najlepszą rozdzielczość uzyskujemy stosując przysłonę 8-11. Stwierdzenie to nie jest regułą, ponieważ istnieją obiektywy, które rysują ostro nawet przy stosunkowo niewielkiej liczbie przysłony. Możemy śmiało stwierdzić, że w obecnych czasach większość obiektywów, zwłaszcza tych droższych, dla profesjonalistów, pozbawiona jest takich wad, a ostre zdjęcia rejestrowane są przy pełnym otworze przysłony.

1.2.4. Czułość ISO

Skrót ISO (International Organization for Standardization) ustanowiła międzynarodowa federacja zajmująca się ustalaniem standardów. Czułość ISO („**czułość ogólna**” materiału światłoczułego) to kolejny element, który może wpłynąć na jakość ekspozycji. Czułość wyrażana w ISO opisuje wrażliwość matrycy aparatu (materiału światłoczułego) na światło. Im wyższa czułość, tym matryca będzie mocniej reagować na światło. Dwa razy wyższa wartość ISO oznacza dwa razy większą czułość.

²⁰ Zbigniew Pękosławski: Fotografia... op. cit.

Przy czułości ISO 200 sensor wychwyci dwa razy więcej światła niż przy czułości ISO 100. Zwiększenie czułości pozwala na przymknięcie przysłony dzięki czemu uzyskamy większą głębię ostrości lub skrócenie czasu naświetlania, a tym samym unikniemy poruszonych zdjęć. Niestety, zwiększanie czułości ma swoje dość istotne wady. Dwa największe problemy to utrata szczegółów i zwiększenie szumów na zdjęciach, ale często też zmniejszenie dynamiki obrazu, spadek kontrastu czy pogorszenie odwzorowania kolorów (fot. 14, 15, 16).

Zdjęcia wykonane przy różnej czułości ISO w takich samych warunkach oświetleniowych.



Fot. 14. Zdjęcie wykonane przy niskim ISO – małe szumy (ISO 100; f8; t1/200).



Fot. 15. Zdjęcie wykonane przy wysokim ISO – duże zaszumienie (ISO 12800; f22; t1/4000).



Fot. 16. Zdjęcie wykonane przy skrajnie wysokim ISO – bardzo duże zaszumienie (ISO 40000; f22; t 1/400: filtr szary)

Utrata szczegółów i powstanie szumów powoduje, że nie należy stosować dużych czułości podczas reprodukcji przedmiotów wymagających dużego skontrastowania. Zaszumienie obrazu może być niewidoczne w trakcie wyświetlania na monitorze aparatu natomiast podczas powiększeń obrazu do dużych rozmiarów powstałe ziarno spowoduje utratę istotnych cech obrazu, co może całkowicie zdyskwalifikować zdjęcie.

Fotografia to specyficzna dziedzina, w której jest dużo odstępstw od reguły. Dotyczy to również czułości ISO. W niektórych sytuacjach zawodowi fotografowie w celu uzyskania konkretnego efektu celowo podnoszą czułość, aby zwiększyć zaszumienie. W reprodukcji natomiast chodzi o to, aby zdjęcie zostało wykonane w jak najlepszej jakości, a zaszumienie powstałe w wyniku podniesienia czułości nie jest pożądane. Ważne jest, aby do matrycy dochodziła odpowiednia ilość światła, czyli zdjęcie zostało odpowiednio naświetlone. Cyfrowe ziarna pojawiają się na źle naświetlonych zdjęciach, przede wszystkim na ciemnych, dużych, jednolitych obszarach i to nawet, jeśli użyjemy małej czułości. (fot. 17)

Fot. 17. zdjęcie z małym ISO, ale niedoświetlonymi ciemnymi obszarami.



a) Widok ogólny



b) Zbliżenie - centrum kadru.

Zwiększenie czułości w aparatach cyfrowych polega na odpowiednim wzmocnieniu sygnałów w matrycy zanim powstaną w niej obrazy, niestety wzmocnieniu ulega nie tylko sygnał użyteczny, ale też wszelkiego rodzaju zakłócenia.

W fotografii analogowej zwiększenie czułości polega na zastosowaniu odpowiedniej błony światłoczułej, której czułość zależy od różnych fizycznych i chemicznych procesów, które odbywają się na powierzchni drobiny kryształów soli srebra umieszczonych na błonie negatywowej. Błony niskoczułe są drobnoziarniste i mają małą tolerancję na naświetlanie, natomiast błony wysokoczułe posiadają większe ziarna soli srebra, dzięki czemu tolerancja na światło jest większa, ale kosztem mniejszej rozdzielczości.²¹

Poniżej przedstawiono kilka ogólnych zależności jak ustawić czułość ISO:

1. Im **niższa wartość ISO**, tym **lepsza jakość** zdjęcia.
2. Im **wyższe ISO**, tym **więcej szumu** na zdjęciu.
3. Im **więcej światła** w otoczeniu, tym możemy ustawić **niższą wartość ISO**
4. Gdy robimy **zdjęcia w ruchu** i chcemy, aby zdjęcie nie było poruszone potrzebujemy **większą wartość ISO**, aby móc skrócić czas naświetlania.

²¹ Por. Zbigniew Pękosławski: Fotografia... op. cit.; Benno Wundshammer – Fotografia dla wszystkich. Poznaj tajemnice fotografii. Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1989.

5. Gdy korzystamy z **dodatkowego źródła światła** (lampa błyskowa, albo lampy w studio), to możemy pracować na **niższym ISO** zwiększając moc lamp.
6. Gdy robisz zdjęcia w złych warunkach oświetleniowych statycznym obiektem (np. krajobraz) **fotografuj aparatem na statywie**. Pozwoli Ci to **wydłużyć czas naświetlania** i **zmniejszyć** przy tym wartość **ISO**.
7. Robiąc zdjęcia w **ciemnych pomieszczeniach bez użycia lampy błyskowej** ustawiamy **wyższe ISO**.
8. Przy **zdjęciach w nocy** (bez statywu i lampy) również używamy **wysokiego ISO**.
9. Robiąc zdjęcia z **długim czasem naświetlania** (ze statywem) ustaw jak **najniższe ISO**, aby nie prześwietlić zdjęcia i uniknąć szumów.
10. **Szum na zdjęciu nie zawsze jest zły**, czasami nadaje mu klimatu – zwłaszcza czarno-białym kadrom.
11. **Dwukrotne zwiększenie wartości ISO** (np. 200 > 400) pozwala na zastosowanie **czasu ekspozycji krótszego o połowę** (np. 1/60 s > 1/125 s).

Fot. 18. zdjęcie banknotu na małym i wysokim ISO – utrata kolorów



a) Wysokie ISO - 2400 cały banknot,



b) Wysokie ISO - 2400 wycinek banknotu



c) Niskie ISO - 100 cały banknot,

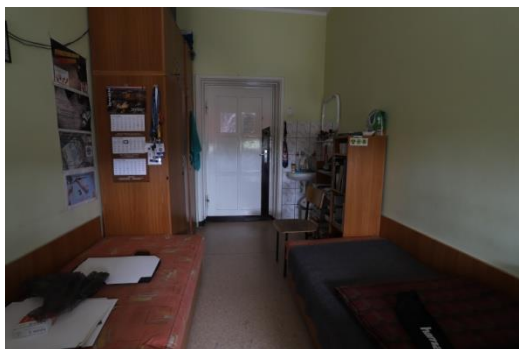


d) Niskie ISO - 100 wycinek banknotu



e) falsyfikat – niskie ISO 100

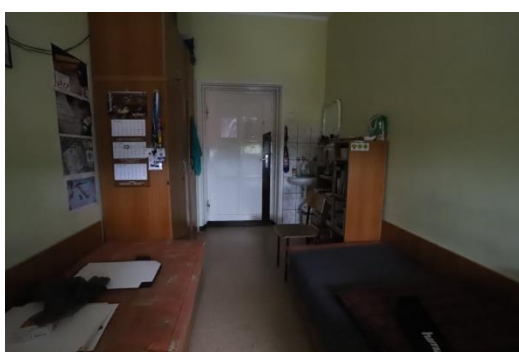
Fot. 19. Zdjęcie pomieszczenia wykonane przy niskim i wysokim ISO – wysokie za-
szumienie.



a) Pomieszczenie, zdjęcie przy niskim ISO – 100



b) fragment zdjęcia pomieszczenia niskie ISO - 100



c) pomieszczenie, zdjęcie przy wysokim ISO – 25000

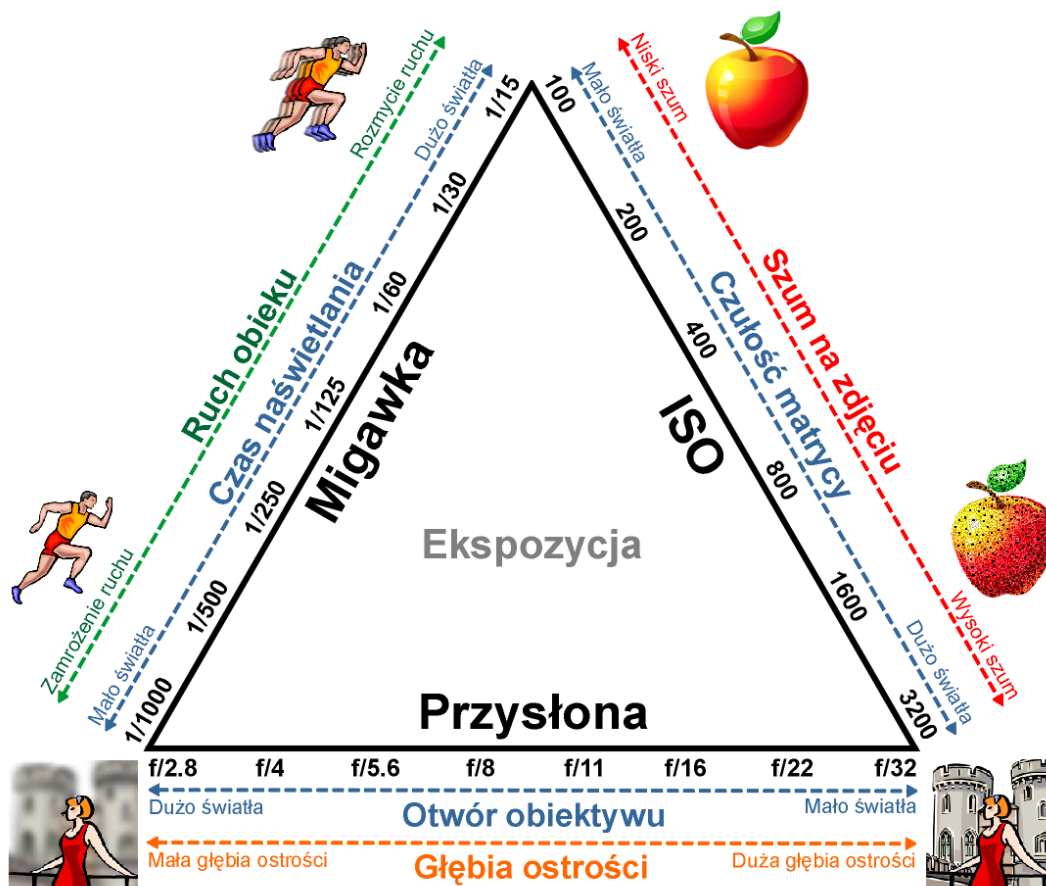


d) fragment zdjęcia pomieszczenia wysokie ISO - 25000

1.2.5. Trójkąt ekspozycji

Biorąc pod uwagę powyższe, powinniśmy pamiętać o tzw. trójkącie ekspozycji, czyli zależność między poszczególnymi parametrami ekspozycji: czasem, przysłoną i czułością ISO. (ryc. 18)

Jak należy interpretować trójkąt ekspozycji? Zmniejszając otwór przysłony o jedną wartość, np. $f/4$ na $f/5,6$, zmniejszamy tym samym o połowę ilość światła, która dostaje się przez obiektyw do materiału światłoczułego. Zmieniając przysłonę w drugą stronę, z wartości $f/5,6$ na $f/4$, analogicznie ilość światła wpadającego przez obiektyw podwoi się. Oczywiście współczesne aparaty cyfrowe posiadają możliwość operowania nie tylko pełnymi wartościami przysłony, ale również ich trzecimi częściami, tj. $f/4$, $f/4.5$, $f/5$, $f/5.6$, $f/6.3$, $f/7.1$, $f/8$ itd. (podkreślone przysłony oznaczają wartości pełne). Jeżeli chodzi o czas naświetlania, to różne aparaty oferują różne czasy otwarcia migawki, od bardzo krótkich $1/8000s$ do bardzo długich - $30s$ oraz czas tzw. „BULB”, gdzie sami decydujemy jak długo ma być otwarta migawka (fot. 20)



Ryc. 18. Trójkąt ekspozycji.

Migawka jest kolejnym elementem, od którego zależy ilość światła docierająca do materiału światłoczułego. Tak samo jak w przypadku przysłony, obowiązuje ta sama zasada zmniejszania lub podwajania o połowę. Skracając czas naświetlania o połowę z 1/30s na 1/60s, zmniejszamy również o połowę ilość światła dostającą się na materiał światłoczuły. Wydłużając czas naświetlania do kolejnej wartości 1/250s do 1/125s, ilość światła zostanie podwojona. Także w tym przypadku obecne aparaty dysponują nie tylko pełnymi wartościami czasów naświetlania, ale również ich 1/3 wartości, tj. 1/500s, 1/400s, 1/320s, 1/250s, 1/200s, 1/160s, 1/125s itd.

Ostatnim elementem trójkąta ekspozycji jest czułość ISO. Także tutaj stosujemy tę samą zasadę, tylko jak już wiemy, nie chodzi o ilość światła docierającego do materiału światłoczułego lecz o wzmocnienie sygnału cyfrowego. Zwiększając czułość matrycy o kolejną wartość, tj. ISO 200 na ISO 400, przy tej samej wartości przysłony, możemy skrócić o połowę czas naświetlania, np. z 1/125s na 1/250s lub przy stałym czasie, np. 1/500s możemy przymknąć otwór przysłony do kolejnej wartości, np. f/4 na f/5.6. Należy jednak pamiętać, że zwiększając czułość, zwiększamy zakłócenia, a w związku z tym tracimy na jakości obrazu. Będąc jednak na zdarzeniu, gdzie nieoczekiwanie zastanie nas zmrok, a nie będziemy mieli o co oprzeć aparatu, zwiększenie czułości może okazać się jedynym rozwiązaniem. Zmniejszając czułość

o połowę, sytuacja odwraca się i konieczne staje się wydłużenie czasu naświetlania lub zwiększenie otworu przysłony.²²

Foto. 20. Zdjęcie wykonane na długim czasie naświetlania, ustawienie BULB (f8, ISO 400, t 2142s.)



Podsumowując powyższe, w fotografii reprodukcyjnej dążymy do jak najwierniejszego odzwierciedlenia oryginału, dlatego z uwagi na duże zaszumienie i zacieranie kontrastów, nie powinniśmy stosować dużych czułości ISO. Analizując trójkąt ekspozycji, powinniśmy tak dobrać wszystkie parametry, aby wykonane zdjęcie było wyraźne, ostre i nieporuszone a jednocześnie nie posiadało wad w postaci zaszumień. Wykonując zdjęcia w dużym powiększeniu, w rozmiarze zbliżonym lub większym do oryginału, stosujemy różnego rodzaju przedłużenia obiektywu takie jak mieszki czy pierścienie pośrednie, przez co powodujemy przekroczenie wartości ogniskowej, czyli zwiększamy odległość obiektywu od materiału światłoczułego, a tym samym zmniejszamy jego jasność, za czym idzie wydłużenie czasu naświetlania lub czułości.

1.2.6. Balans bieli

Wykonując zdjęcia w świetle dziennym, dodatkowo musimy wziąć pod uwagę to, że ulega ono w ciągu dnia dużym wahaniom pod względem intensywności, jak i temperatury barwowej. Oko ludzkie może nie odróżniać tych odchyłeń, natomiast matryca aparatu bardzo dokładnie je rejestruje. Inaczej zostanie zapisany obraz wykonany o zachodzie słońca, inaczej w południe, a jeszcze inaczej przy zachmurzonym niebie.²³

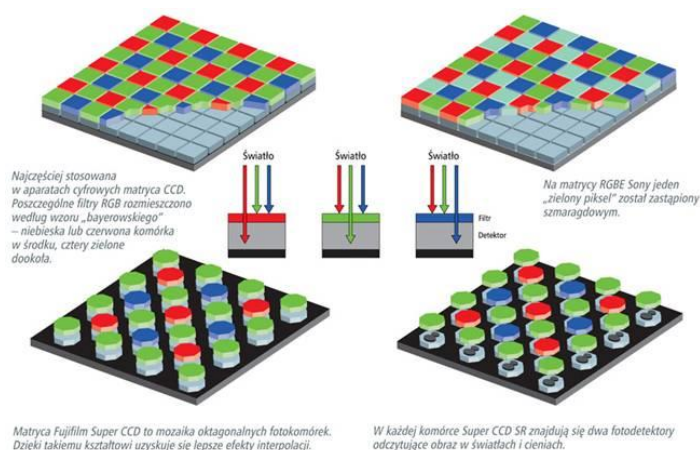
Kolejnym, bardzo ważnym parametrem, który należy uwzględnić, jest balans bieli czy pomiar światła. Każdemu zdarzyło się pewnie wykonanie zdjęcia, które było zbyt żółte lub zbyt niebieskie. Fotografując przy świetle dziennym również możemy zauważyć, że uzyskany obraz raz jest bardziej niebieski, raz bardziej żółty, a w skrajnych przypadkach pomarańczowy czy wręcz czerwony. Za te wszystkie niuanse odpowiedzialna jest temperatura barwowa. W aparatach cyfrowych obraz rejestrowany

²² Bryan Petersom: Ekspozycja... op. cit.

²³ Zbigniew Pękosławski: Fotografia... op. cit.

jest na matrycy, na której umieszczone są światłoczułe fotodiody w trzech kolorach: czerwonym, zielonym i niebieskim. W pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że "cyfrowa" część aparatu fotograficznego przypomina zminiaturyzowany zestaw komputerowy wraz ze skanerem, umieszczonym w miejscu tradycyjnego materiału światłoczułego. Matrycę cyfrowki od skanera różni to, że obraz rejestrowany jest nie za pomocą ruchomej linijki z niewielką liczbą sensorów, tylko rozmieszczonych na całej powierzchni fotodetektorów. (ryc. 19)

Ryc. 19. Przykłady budowy matryc fotograficznych.



Ryc. 20. Powstawanie kolorowego obrazu.



Należy zwrócić uwagę na to, iż w fotografii temperatura światła mierzona jest jego kolorem i wyrażana w Kelwinach. W fotografii niebieskie światło ma wyższą temperaturę niż światło czerwone. Światło dzienne o różnej porze dnia i przy różnych warunkach pogodowych ma różną temperaturę i waha się w przedziale 2000 – 11000K. Podobnie jest w przypadku światła sztucznego, każde źródło posiada inną temperaturę barwową co przekłada się na dominację ciepłych lub zimnych odcieni. Im wyższa temperatura barwowa, tym otrzymujemy bardziej niebieskie odcienie, natomiast im niższa, tym obraz będzie cieplejszy. Dlatego w pochmurne, deszczowe, mgliste dni, jak również w obszarach powstałego cienia podczas słonecznego dnia uzyskany obraz będzie bardziej wpadał w odcień niebieski. W pogodny dzień, o świcie i zmierzchu, tzw. „złota godzina”, światło będzie ciepłe.²⁴ Jaką temperaturę barwową uzyskamy w określonych warunkach przedstawia tabela 1 i 2.

²⁴ Bryan Petersom: Ekspozycja... op. cit..6

Tabela nr 1. temperatura barwowa światło dzienne.

Światło słoneczne	Temperatura barwowa
Czyste niebo	12000K
cień – bezchmurny dzień	8000K
Zachmurzone niebo	6500K
Słońce w południe	5300K
2h po wschodzie	4500K
1h po wschodzie	3500K
Wschód zachód	2000K

Tabela nr 2. temperatura barwowa światło sztuczne.

Światło sztuczne	Temperatura barwowa
Jarzeniowe dzienne	6500K
Jarzeniowe dzienne-białe	5000K
Jarzeniowe białe	4200K
Jarzeniowe ciepło-białe	3500K
Jarzeniowe delikatnie-białe	3000K
Żarówka w lampie	2800K
Żarówka w latorce	2500K
Światło płomienia świecy	2000K
Światło lampy błyskowej	5500K

Foto. 21. Symbole w menu aparatu Nikon przedstawiające balans bieli.



Foto. 22. Symbole w menu aparatu Canon przedstawiające balans bieli.



Foto. 23. Zdjęcie tego samego kadru przy różnych ustawieniach balansu bieli (WB)



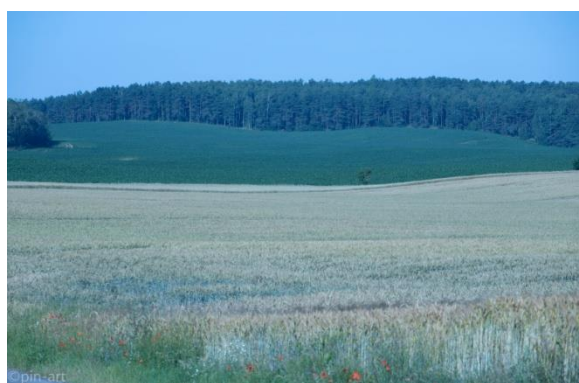
a) słońce



b) cień



c) chmury



d) światło żarowe



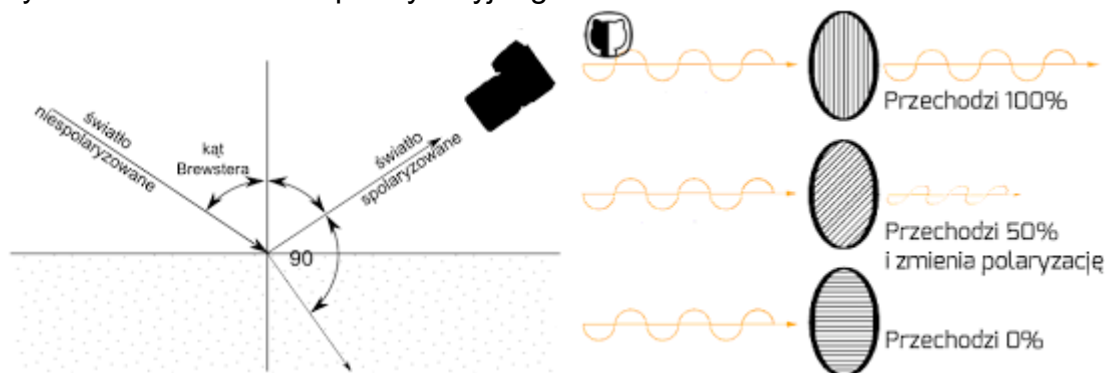
e) światło jarzeniowe.

1.2.7. Filtr polaryzacyjny

Wykonując fotografię reprodukcyjną, zwłaszcza przy fotografowaniu przedmiotów bardziej lub mniej przezroczystych czy metalicznych odbijających promienie światła, może powstać szereg wad, takich jak smugi, zamglenia, kręgi, które spowodują częściową lub całkowitą nieczytelność obrazu. Intensywność refleksów zależy od kąta padania światła, kształtów fotografowanych przedmiotów oraz od kąta ustawienia aparatu. W celu usunięcia tego typu wad, konieczne będzie zastosowanie filtra polaryzacyjnego, który te refleksy usunie całkowicie lub w znacznym stopniu złagodzi. Stopień spolaryzowania światła zależy od kąta padania promieni na powierzchnię odbijającą oraz kąta załamania promieni w ośrodku, na który światło zostało skierowane. Całkowita polaryzacja następuje wówczas, gdy kąt padania i zała-

mania łącznie równa się 90° . Należy zwrócić uwagę, że dla różnych przedmiotów kąt padania promieni, przy którym występuje zjawisko całkowitej polaryzacji jest różny, inny dla szkła czy wody jednak zbliżony do 55° .²⁵ Stosując filtr polaryzacyjny, należy zwrócić uwagę na to, że filtr nie wpuszcza części promieni do obiektywu, co spowoduje, że uzyskany obraz będzie ciemniejszy (ryc. 21). Dlatego należy zmienić ustawienia ekspozycji, np. wydłużając czas otwarcia migawki. Filtr polaryzacyjny zastosujemy m.in. w sytuacji gdy w słoneczny dzień będziemy chcieli sfotografować ślady na szybie lub karoserii samochodu, a także, kiedy konieczne będzie wykonanie zdjęcia metalowej puszki na stoliku reprodukcyjnym.

Ryc. 21. Działanie filtra polaryzacyjnego.



1.3. Oświetlenie

Fotografia to nic innego, jak rysowanie światłem, dlatego oświetlenie odgrywa ogromną rolę w procesie rejestrowania obrazu. Światło dzienne może okazać się niewystarczające, co w pewnych sytuacjach spowoduje wydłużenie czasów naświetlania. W takim przypadku konieczne będzie zastosowanie oświetlenia sztucznego, co z kolei umożliwi skrócenie czasów naświetlania do minimum. Korzystając z oświetlenia sztucznego możemy zrezygnować z zastosowania dużych czułości ISO, co przełoży się jednocześnie na jakość uzyskanego obrazu. Operowanie dodatkowym, zewnętrznym oświetleniem nie jest łatwe i aby w prawidłowy sposób wykonać dokumentację fotograficzną musimy przestrzegać pewnych zasad.

Oświetlenie musi być prawidłowo dobrane. Zbyt słabe nie doświetli nam właściwie oryginału, natomiast zbyt silne, może powodować „przepalania” obrazu lub błędy w postaci refleksów czy blików. W zależności od potrzeb, przedmiot możemy oświetlać w różny sposób. Możemy zastosować oświetlenie tylko z jednej strony, a czasem konieczne będzie oświetlenie z dwóch stron i to niekoniecznie naprzeciwlegle. W niektórych przypadkach przedmiot będzie trzeba oświetlić z każdej strony, zwłaszcza wówczas, gdy konieczne będzie uzyskanie efektu bezcieniowego. Jeżeli przedmiot jest nieprzezroczysty, wówczas możemy oświetlać go od góry. W przypadku kiedy przedmiot przepuszcza światło, możemy oświetlić go od spodu, tzw. światłem przechodzącym. Jeżeli przedmiot jest wykonany z jasnego materiału lub posiada powierzchnię odbijającą światło, to wskutek tego odbicia promienie mogą zostać skierowane do obiektywu, w efekcie czego na uzyskanym obrazie powstaną

²⁵ Zbigniew Pękosławski: Fotografia... op. cit.

tw. „bliki” czy „refleksy”. W przypadku gdy przedmiot posiada ciemną powierzchnię, zachodzi zjawisko odwrotne. Oświetlenie ciemnego przedmiotu może zostać osiągnięte przez skierowanie światła z góry, z boku, jak również zastosowanie światła przechodzącego od dołu. Jest ono ważne z trzech powodów, tj. rodzaj, wielkość, moc oraz barwa.

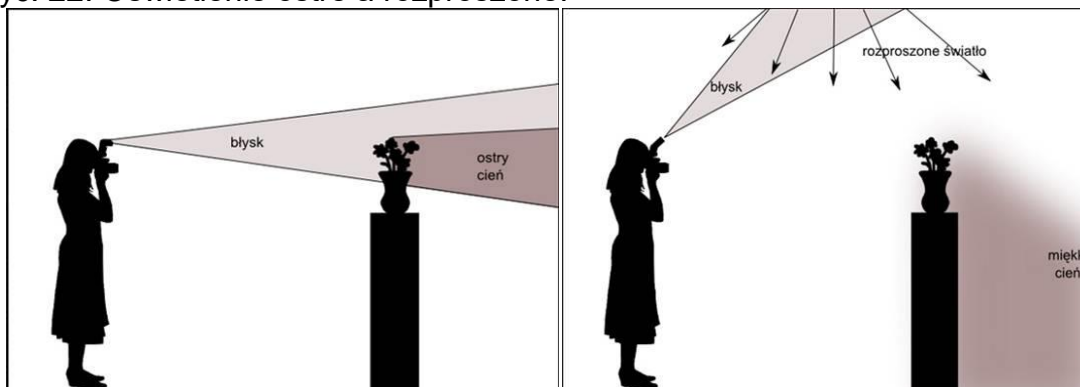
W fotografii stosujemy różnego rodzaju oświetlenia:

Oświetlenie skierowane – jest to światło skierowane przy użyciu specjalnych odbłyśników bezpośrednio na fotografowany przedmiot, a promienie biegną równolegle do siebie. Daje nam to mocne oświetlenie ogólne, tzw. punktowe, czego efektem będzie ostre przejście w cienie. Uzupełniając ten rodzaj oświetlenia, przez światło rozproszone, możemy spowodować powstanie tzw. półcieni. Stosując światło skierowane, uzyskamy duże kontrasty, a dzięki temu będziemy mogli uwypuklić nawet najdrobniejsze szczegóły przedmiotu. Stosując silne światło kierunkowe, możemy uzyskać odbicia nawet na powierzchniach matowych.

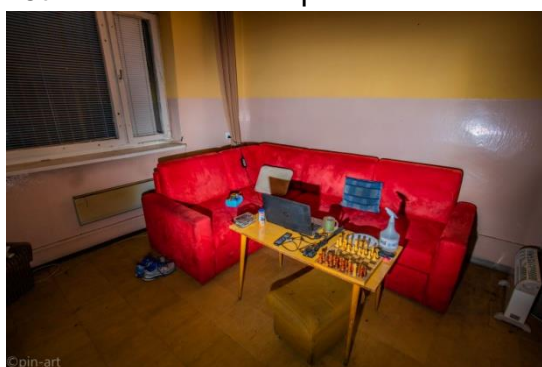
Światło rozproszone – kolejnym sposobem oświetlenia przedmiotu jest zastosowanie światła rozproszonego, które jest często zapomniane przy fotografowaniu przedmiotów z niewielkiej odległości. Możemy powiedzieć, że jest to światło nieuporządkowane, którego promienie przebiegają nieregularnie i przecinają się w różnych kierunkach. Charakteryzuje się dużą miękkością i małą plastycznością, w wyniku czego nie uzyskamy ostrych cieni. W ten sposób uzyskamy stosunkowo równomierne oświetlenie, nawet na dość dużych powierzchniach, a kontrasty będą niewielkie, co jest efektem tego, że odbite promienie docierają ze wszystkich stron. Jak sama nazwa wskazuje, światło rozproszone powstaje wówczas, gdy natrafi na przeszkodę, dzięki której ulegnie rozproszeniu. W zależności jak bardzo zależy nam na rozproszeniu światła, ustawiamy szybę ze szkła mąconego lub matowego pomiędzy źródłem światła a przedmiotem.²⁶ Przykładem może być światło słoneczne przechodzące przez chmury lub oświetlenie studyjne softbox. Dlaczego stosujemy światło rozproszone? Światło bezpośrednio tworzy głębokie cienie o ostrych krawędziach. Jego promienie są niemal równoległe i padają na obiekt z jednego kierunku, jasne miejsca emanują blaskiem i będą występowały silne przepalenia, natomiast cienie będą głębokie. W jednym, jak i drugim przypadku w miejscach tych istotne dla nas szczegóły będą niewidoczne. W celu uniknięcia tych wad stosuje się oświetlenie rozproszone, które pada na przedmiot z różnych kierunków. Jest w niewielkim stopniu ukierunkowane lub wręcz chaotyczne. Cienie są relatywnie jasne lub w ogóle niewidoczne. Krawędzie cieni są rozmyte, a obiekty wydają się otoczone światłem, natomiast jasne i błyszczące powierzchnie nie odbijają tak promieni, co charakteryzuje się brakiem przepaleń i eliminacją odblasków do minimum. Rozproszone światło wydaje się padać z określonej strony i rzuca widoczne cienie, lecz ich krawędzie są bardziej miękkie niż przy bezpośrednim oświetleniu. Przejście z oświetlonych miejsc do cieni jest płynne, a w ciemnych miejscach są widoczne detale. (ryc. 22). W celu zredukowania odbić od przedmiotów stosuje się filtry polaryzacyjne, które są opisane w innej części publikacji.

²⁶ Gerhard Teicher: Fototechnika, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982, s. 506.

Ryc. 22. Oświetlenie ostre a rozproszone.



Fot. 24. Światło bezpośrednio ostre a światło odbite rozproszone.



a) Światło bezpośrednio ostre



b) Światło odbite rozproszone

Światło bezpośrednie – jest to światło padające bezpośrednio ze źródła na fotografowany przedmiot i może to być zarówno światło skierowane, jak i rozproszone, np. przez dyfuzory. Pozwala uzyskać refleksy na gładkich powierzchniach, a kontrasty są wyraźniejsze.

Światło odbite – jest to każdy rodzaj oświetlenia, którego promienie nie padają bezpośrednio ze źródła na przedmiot, a wcześniej zostały odbite od przeszkody, tj. sufit czy ściana. Ten rodzaj oświetlenia, zwany również pośrednim będzie także światłem rozproszonym, a dzięki takiemu oświetleniu również zredukujemy lub całkowicie wyeliminujemy powstałe cienie. Stosując światło pośrednie należy pamiętać, że przyjmuje ono barwę przedmiotu, od którego zostało odbite.

Kolejnym ważnym czynnikiem w fotografii, który ma wpływ na zwiększenie lub zmniejszenie kontrastu oraz charakterystykę kształtów jest kierunek oświetlenia. Wyodróżniamy sześć głównych kierunków oświetlenia, jednak możemy je dowolnie konfigurować i ustawiać, również wspólnie z innymi kierunkami oświetlenia. Ponadto możemy zastosować kombinację z oświetleniem bezpośrednim, skierowanym, rozproszonym czy odbitym, co daje nam naprawdę dużo wariantów oświetleniowych.

Oświetlenie przednie – jest to rodzaj oświetlenia, które pada na przedmiot od strony aparatu. W oświetleniu takim, z uwagi na to, że promienie światła padają zgodnie z kierunkiem osi optycznej obiektywu, na obrazie nie powinny powstać cienie, ponieważ zostaną zasłonięte przez przedmiot. W oświetleniu takim, fotografowany przedmiot, nawet jeżeli posiada liczne nierówności, będzie sprawiał wrażenie płaskiego. Ogólnie mówiąc, przy zastosowaniu oświetlenia przedniego całkowicie tracimy wrażenie przestrzenności, tracąc jednocześnie szczegóły struktury przedmiotu.

Oświetlenie boczne – należy przez nie rozumieć oświetlenie, którego źródło zostanie ustawione pod kątem zbliżonym do prostego w stosunku do osi optycznej obiektywu, a sam przedmiot zostanie oświetlony tylko w połowie z jednej strony. Zaletą takiego oświetlenia jest podkreślenie kształtów przedmiotu, jednakże połowa przedmiotu znajdzie się w powstałych głębokich cieniach.

Oświetlenie konturowe – powstaje wówczas, gdy oświetlenie ustawimy za przedmiotem. W sytuacji takiej na matrycy zostanie zarejestrowany tylko kontur przedmiotu. Źródło światła może zostać ustawione bezpośrednio za przedmiotem w osi optycznej obiektywu, jak również pod niewielkim kątem. Tego rodzaju oświetlenie zastosujemy w celu podkreślenia konturów przedmiotu.

Oświetlenie smugowe tylnoboczne – jest oświetleniem pośrednim między oświetleniem konturowym, bocznym i górnym. Chcąc oświetlić większą część przedmiotu, ale jednocześnie uwypuklić szczegóły oraz jego strukturę, stosujemy oświetlenie smugowe. Charakteryzuje się tym, że pada pod dużym kątem, uwypuklając detale z widocznymi długimi cieniami.

Oświetlenie górne – oświetlenie od góry stosowane jest podczas reprodukcji, ale również przy makrofotografii czy fotografii przedmiotów z bliskiej odległości. Przez takie oświetlenie należy rozumieć tak ustawione źródło światła, w którym przedmiot oświetlany jest bardziej lub mniej pionowo od góry. Podobnie jak w oświetleniu bocznym, tak i w tym przypadku fotografowany przedmiot mamy oświetlony tylko w połowie. Wprawdzie likwidujemy w ten sposób główny cień przedmiotu, ale jednocześnie, zwłaszcza gdy fotografowany przedmiot jest o nieregularnych kształtach, mogą powstać głębokie cienie wystających elementów, w których ukryjemy istotne cechy przedmiotu. W przypadku fotografowania przedmiotów o niewielkich i równych kształtach, oświetlenie górne może okazać się bardzo ciekawym rozwiązaniem. W innych przypadkach konieczne będzie wspomaganie się dodatkowym źródłem oświetlenia. Do oświetlenia przedmiotu od góry stosuje się pojedynczą lampę lub zestaw oświetleniowy składający się z dwóch lub więcej lamp.

Oświetlenie dolne – w fotografii tradycyjnej jest to przeciwieństwo oświetlenia górnego i przeważnie nie jest ustawiane bezpośrednio pod przedmiotem tylko lekko z przodu, z tyłu lub z boku. Natomiast oświetlenie dolne w fotografii reprodukcyjnej lub dokumentacyjnej odgrywa istotną rolę zwłaszcza w przypadkach, gdzie konieczne będzie wykorzystanie światła przechodzącego. W sytuacji, kiedy mamy do sfotografowania przedmiot przezroczysty lub półprzezroczysty, lub kiedy istotne cechy przedmiotu widoczne są tylko w świetle przechodzącym konieczne będzie wykorzystanie oświetlenia dolnego, znajdującego się bezpośrednio pod obiektywem (fotografia dokumentów i banknotów) (fot. 25, 26, 27, 28)

Ciekawym przykładem może być wykorzystanie blatu stołu reprodukcyjnego wykonanego z przezroczystej szyby szklanej, matowej lub mąconej i zastosowanie oświetlenia dolnego, ewentualnie oświetlenia odbitego od lustra umieszczonego pod przedmiotem, gdzie cień przedmiotu skierowany zostaje ku górze. W takiej sytuacji zostają oświetlone elementy przedmiotu, których w normalnych warunkach oświetleniowych, np. światło dzienne, nie jesteśmy w stanie doświetlić, a sam przedmiot może nabrać cech bardzo ciekawych i artystycznych.²⁷

²⁷ Zbigniew Pękosławski: Fotografia... op. cit.

Fot. 25. Dowód osobisty widziany w świetle przechodzącym



Fot. 26. Banknot 100 zł sfotografowany w świetle przechodzącym.



Fot. 27. Banknot 100 zł – korona, Zabezpieczenie typu: recto-verso.



Fot. 28. Banknot 100 zł zabezpieczenie typu: znak wodny.

Fotografując przedmiot należy tak ustawić oświetlenie, aby dopasować je do rodzaju przedmiotu, jego charakteru i kształtu, a także do tego, co chcemy wyeksponować i podkreślić. Tworzenie obrazu wymaga więc od fotografa świadomego operowania oświetleniem. W pracy technika kryminalistyki na miejscu zdarzenia wielokrotnie korzystałem z oświetlenia sztucznego zastanego na miejscu zdarzenia, tj. lampy w mieszkaniach, sklepach, zakładach pracy, oświetlenie latarni ulicznych, z czym wiązał się często kłopot z ustawieniem odpowiedniego balansu bieli. Zdarzały się sytuacje, kiedy obszar zdarzenia musiałem oświetlać tzw. wielobłyskiem z lampy błyskowej, a w innych sytuacjach wykorzystywałem reflektory pojazdu służbowego.

Na wypadkach drogowych wspomagałem się często oświetleniem z reflektorów pojazdów przejeżdżających, co dawało miękkie, delikatne i kątowe oświetlenie. (fot. 29)

Powyżej zostały pokrótce omówione rodzaje oświetlenia, które możemy stosować pojedynczo, jak i w różnej konfiguracji. Podczas tworzenia prawidłowego oświetlenia należy pamiętać, aby włączać poszczególne źródła światła we właściwej kolejności, ponieważ pozwoli to na świadome wprowadzenie i ustawienie kolejnego źródła światła. Dodatkowo pozwoli na odróżnienie ich działania, a powstające błędy na bieżąco będzie można rozpoznawać i korygować. Należy zwrócić uwagę na fakt, że nie istnieje uniwersalne ustawienie oświetlenia, gdyż każdy przedmiot wymaga indywidualnego sposobu oświetlenia. W fotografii reprodukcyjnej w większości przypadków, w celu wyeliminowania cieni, będziemy wykorzystywali wszystkie dostępne źródła oświetlenia, ustawiając je w najbardziej optymalny sposób. Pamiętać jednak należy o tym, że nie jest to regułą, a bardziej właściwym okazać się może zastosowanie podziału na oświetlenie zasadnicze i pomocnicze.

Fot. 29. Zdjęcie tego samego kadru wykonane przy różnym oświetleniu.



a) zdjęcie wykonane przy użyciu lampy błyskowej,



b) zdjęcie wykonane z wykorzystaniem świateł przejeżdżającego samochodu.

Oświetlenie zasadnicze – zwane również głównym lub podstawowym jest to najsilniejsze oświetlenie, jakie mamy do dyspozycji, które powinno dominować i oświetlać jak największą powierzchnię fotografowanego przedmiotu. Oświetlenie główne decyduje o wytworzeniu wrażenia głębi przestrzeni na obrazie oraz o plastyczności przedmiotu. Można powiedzieć, że działa kształtująco. Oświetlenie zasadnicze może być ustawione dowolnie i niekoniecznie od przodu.

W celu podkreślenia wytworzonego przez oświetlenie zasadnicze nastroju, a także w celu doświetlenia miejsc zacienionych lub całkowitemu wyeliminowaniu cieni należy zastosować **oświetlenie pomocnicze**. W przeciwieństwie do oświetlenia zasadniczego, gdzie najczęściej stosowane jest jedno najsilniejsze źródło światła, to w oświetleniu pomocniczym możemy zastosować kilka źródeł światła o różnym rodzaju i mocy. Wprowadzając oświetlenie dodatkowe należy pamiętać, że musi być

ono podporządkowane oświetleniu zasadniczemu i jeżeli zaczyna dominować lub przeszkadzać, należy je skorygować lub całkowicie wyłączyć.

Jeżeli fotografując przedmiot zależy nam na wyeksponowaniu określonych cech lub elementów, możemy oświetlenie zasadnicze uzupełnić **oświetleniem efektowym**. Zazwyczaj uzyskujemy je za pomocą słabszego źródła światła, choć może być bardziej skupione w celu oświetlenia konkretnego elementu przedmiotu. Oświetlenie efektowe włączamy po włączeniu oświetlenia zasadniczego i pomocniczego.

Wykonując fotografię reprodukcyjną konieczne może okazać się zastosowanie tła adekwatnego do fotografowanego przedmiotu, którego barwa może być różna. W zależności od rodzaju fotografowanego przedmiotu, jego wielkości i kształtów możemy zostać zmuszeni do zastosowania **oświetlenia tła**, którego zadaniem będzie nadanie właściwego odcienia i luminacji tłu, ale również odpowiednie oświetlenie tła spowoduje oddzielenie przedmiotu od tła, a tym samym wpłynie na jego plastyczność.

W fotografii reprodukcyjnej najczęściej jednak będziemy stosować tzw. **oświetlenie bezcieniowe**. Mówiąc o oświetleniu bezcieniowym, musimy wyjaśnić różnicę między zdjęciami niemającymi cieni, a zdjęciami bez żadnego cienia, tzw. fotografia high-key. Wykonując zdjęcie przedmiotu dążymy do wyeliminowania wszystkich cieni. W celu uzyskania takiego efektu należy odpowiednio ustawić oświetlenie.

Oczywiście ustawienie źródeł światła w dużej mierze będzie zależało od samego przedmiotu oraz od ilości i rodzaju lamp jakie mamy do dyspozycji. W niektórych przypadkach wskazane będzie ustawienie lampy z boku przedmiotu po obu stronach stołu reprodukcyjnego, w innym przypadku, lampy będzie trzeba ustawić krzyżowo. Zdarzyć się mogą sytuacje, w których konieczne będzie wykorzystanie oświetlenia tła lub światła konturowego (tylnego). W fotografii bezcieniowej bardzo przydatne może okazać się wykorzystanie podłoża z szyby przezroczystej lub mlecznej przepuszczającej światło. Również przy wykorzystaniu podłoża przezroczystego ustawienie oświetlenia dolnego może mieć kilka źródeł i różne konfiguracje. Intensywność użytego oświetlenia również musi zostać odpowiednio dostosowana, czyli w taki sposób, aby nie powstały cienie. W sytuacji, w której użyjemy słabszego źródła światła lub światła pomocniczego, pozostałe źródła światła musimy albo oddalić od fotografowanego przedmiotu albo zmienić kąt oświetlenia w pionie lub poziomie. W celu eliminacji cieni, dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie oświetlenia rozproszonego lub odbitego. Wspomniana wcześniej technika fotografii **high-key** uzyskiwana jest w sytuacjach, w których fotografowany przedmiot oraz tło składają się z jasnych elementów i dodatkowo stosujemy rozproszone bezcieniowe oświetlenie. W fotografii tego typu na uzyskanym obrazie dominują jasne, a nawet białe odcienie a ciemne punkty występują pojedynczo. Z uwagi na ilość światła i jasne elementy, cienie w technice high-key praktycznie nie występują. Omawiając technikę high-key należy wspomnieć o technice low-key, która jest przeciwieństwem high-key. W tym przypadku dominują elementy ciemne, aż do głębokiej czerni. Najczęściej stosowane jest w tym przypadku bardzo delikatne oświetlenie efektowe, którego zadaniem jest podkreślenie konturów przedmiotu²⁸

Lampy stosowane do oświetlenia stołu reprodukcyjnego mogą być różnego rodzaju. Do oświetleń stosowane są lampy żarowe, jarzeniowe a ostatnio coraz bardziej powszechne oświetlenie ledowe, które w przeciwieństwie do lamp żarowych nie wytwarzają nadmiernego ciepła. Pamiętać jednak trzeba, że każde z tych źródeł światła ma inną temperaturę barwową.²⁹

²⁸ Gerhard Teicher: Fototechnika. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982.

²⁹ Ibidem

Jako dodatkowe oświetlenie mogą posłużyć zewnętrzne lampy błyskowe, ewentualnie do wykonywania zdjęć z niewielkiej odległości możemy wykorzystać lampy pierścieniowe zakładane na obiektyw, które dają nam równe i jednakowe oświetlenie na całym fotografowanym przedmiocie.

W celu wykonania prawidłowego zdjęcia z utrwaleniem wszystkich istotnych cech, wykorzystuje się oświetlenie mieszane w różnych kombinacjach i ustawieniach (np. zdjęcia zabezpieczeń dokumentów).

Zdjęcia reprodukcyjne możemy wykonywać zarówno w świetle dziennym, jak i w oświetleniu sztucznym. Przy reprodukcji oryginałów o dużej powierzchni, odpowiednio zastosowane światło dzienne jest szczególnie przydatne. Natomiast światło słoneczne padające bezpośrednio na fotografowany przedmiot jest całkowicie nieprzydatne. Dobrze sprawdza się światło dzienne rozproszone, np. przez firany, wpadające przez okno do pomieszczenia. W zależności od intensywności wpadającego światła do pomieszczenia, należy ustawić przedmiot w odpowiedniej odległości od okna, a w razie potrzeby użyć ekranu rozjaśniającego.

Jeżeli fotografujemy przedmiot, którego płaszczyzna jest płaska, np. dokument, musimy pamiętać o tym, aby oświetlenie na całej powierzchni było równomierne. Wykonując zdjęcie przedmiotu trójwymiarowego, należy tak ustawić oświetlenie, aby cały przedmiot został równomiernie oświetlony, a dodatkowo trzeba dążyć do wyeliminowania wszystkich cieni. Jednocześnie musimy pamiętać o wyeliminowaniu wszelkich odbić i refleksów, dlatego inaczej ustawimy oświetlenie reprodukcją przedmiotów płaskich, a inaczej przedmiotów przestrzennych. Całkowite wyeliminowanie odbić może okazać się niemożliwe, np. fotografując przedmioty w kształcie walca.

Opanowanie technik posługiwania się światłem sztucznym, przede wszystkim odpowiednie operowanie tym światłem, wymaga znajomości efektów ustawień poszczególnych lamp, z których fotograf wybiera odpowiednie dla danej sytuacji. Najlepszą szkołą w tym przypadku jest nauka na własnym doświadczeniu metodą prób i błędów, a czasem i to jest niewystarczające, ponieważ każdy przedmiot wymaga indywidualnego sposobu oświetlenia i dlatego za nim naciśniemy spust migawki musimy wypróbować różne ustawienia. Obecne aparaty cyfrowe z możliwością podglądu obrazu w trybie Live-view lub bezpośrednio po wykonaniu zdjęcia pozwalają na szybkie skorygowanie oświetlenia i wykonania kolejnego zdjęcia.³⁰

Wykonie zdjęć różnych przedmiotów w świetle widzialnym może okazać się niewystarczające i dlatego w kryminalistyce stosuje się dodatkowe zakresy światła: podczerwone i ultrafioletowe.

Zdjęcia w podczerwieni pozwolą uwidocznić lub wzmocnić ślady mechanicznego działania narzędzi, nieczytelne teksty na papierach zwęglonych lub zalanych wodą, a także pozwolą odczytać teksty pisane środkiem niewidocznym w świetle widzialnym, wszelakiego rodzaju fałszerstwa, przeróbki i dopiski. Atramenty bowiem wykazują różną absorpcję w podczerwieni.³¹

Fotografia w nadfiolecie jest często mylona z fotografią luminescencyjną. Obrazy otrzymane za pomocą promieniowania nadfioletowego wykazują daleko idące analogie z obrazami otrzymanymi za pomocą światła widzialnego, są one odzwierciedleniem różnic odbicia nadfioletu od różnych miejsc przedmiotu. W fotografii luminescencyjnej również używane jest promieniowanie nadfioletowe. Jednak w tym przypadku oświetlony przedmiot wiązką promieniowania ultrafioletowego w ciemnym pomieszczeniu emituje światło widzialne. Inaczej mówiąc luminescencja to zdolność

³⁰ Zbigniew Pękosławski: *Fotografia w praktyce...* op. cit.

³¹ Gerhard Teicher: *Fototechnika...* op. cit.

niektórych substancji do emitowania własnego promieniowania widzialnego pod wpływem naświetlenia promieniowaniem nadfioletowym.³²

1.4. Stół do fotografii reprodukcyjnej

Reprodukcję fotograficzną można wykonać na wiele sposobów i tylko wyobraźnia ludzka stwarza w tym zakresie ograniczenia. Najprostszym sposobem wykonania reprodukcji jest oczywiście zrobienie zdjęcia z przysłowiowej ręki bez dodatkowych pomocniczych przyrządów, jednak sposób taki jest niedokładny i może spowodować powstanie wielu błędów. W obecnych czasach reprodukcja wykonywana jest bardzo często przy użyciu telefonu komórkowego, które są coraz bardziej zaawansowane technicznie, a obiektywy i matryce nie generują już tylu zakłóceń co kiedyś. Jest to opcja bardzo wygodna z uwagi na niewielkie rozmiary urządzenia oraz na fakt, że telefon nosimy cały czas przy sobie, można tu przypisać powiedzenie: „najlepszy aparat to ten, który mamy przy sobie”. Telefon komórkowy zatem doskonale sprawdzi się w sytuacji, gdy szybko potrzebujemy zarejestrować potrzebną nam informację, jednak do celów dowodowych w Policji, a zwłaszcza w pracy technika kryminalistyki nie będzie miał zastosowania. Wykorzystanie telefonu w kryminalistyce stwarza jeszcze jeden problem, jakim jest zgranie zdjęć na wtórne nośniki oraz wykonanie sum kontrolnych. Mimo postępu technologicznego obiektywy i matryce stosowane w aparatach są słabej jakości i może nie widać tego na wyświetlaczu telefonu, ale przy dużych przybliżeniach, wyświetlaniu na monitorze komputera czy telewizora i w końcu na dużych wydrukach zauważymy duży spadek jakości obrazu. Przyzwyczajeni jesteśmy do tego, że reprodukcja musi być wykonana w płaszczyźnie poziomej. Jeżeli mamy oryginały o dużych rozmiarach, np. mapy, plansze graficzne czy malowidła ściennie (graffiti) umieszczamy je na płaszczyźnie pionowej (ściana), a aparat ustawiamy w odpowiedniej odległości na stabilnym statywie, ustawiamy oświetlenie tak, aby nie powstały bliki i refleksy, a następnie wykonujemy zdjęcie (fot. 30). Reprodukcję przy użyciu statywu możemy również wykonać na płaszczyźnie płaskiej. Profesjonalny statyw jest doskonałym rozwiązaniem, gdy nie posiadamy stołu do reprodukcji fotograficznej, a także gdy reprodukcji musimy dokonać na miejscu zdarzenia w pomieszczeniu lub w terenie otwartym, np. ślady kryminalistyczne. Na rynku można znaleźć statywy z wyciąganą głowicą, którą możemy umocować odwrotnie czyli umieścić w statywie od dołu (fot. 31). Fotografowany przedmiot umieszczamy między trójnogiem statywu, ustawiamy odpowiednio oświetlenie i wykonujemy zdjęcie. Natomiast jeżeli nasz statyw nie posiada takiej opcji, to możemy przechylić głowicę do pozycji pionowej skrócić dwie z trzech nóg i w takim ustawieniu wykonać zdjęcie. Przy takim ustawieniu trzeba uważać na aparat, którego ciężar może przechylić cały statyw i cała konstrukcja runie na podłogę, co może spowodować uszkodzenie nie tylko aparatu i obiektywu, ale również oryginału przedmiotu, który chcemy sfotografować.

³² Gerhard Teicher: Fototechnika... op. cit.

Fot. 30. Reprodukacja malowidła ściennego – graffiti.



Reprodukcję dużych dokumentów technicznych, kartograficznych czy malarzkich wykonywano na specjalnych stołach reprodukcyjnych, gdzie oryginał ustawiano w pozycji pionowej w specjalnym uchwycie, a aparat umieszczony był na poziomej prowadnicy³³ (ryc. 23). Najlepszym sposobem na wykonanie reprodukcji jest wykorzystanie specjalnych stołów do fotografii reprodukcyjnej z dodatkowym wyposażeniem takim jak lampy, lustra czy specjalna szyna mocująca aparat (fot. 34).

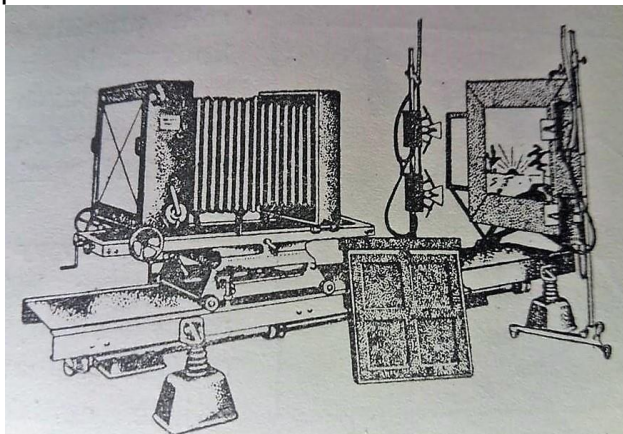
Przez dziesiątki lat fotografia reprodukcyjna, podobnie jak inne dziedziny fotografii, przeszły rewolucję, a co za tym idzie, stoły do fotografii reprodukcyjnej również ewoluowały i obecnie mamy zaawansowane konstrukcje z wieloma możliwościami, takimi jak blaty bezcieniowe, przezroczyste blaty oświetlane od spodu, czy całe kabiny bezcieniowe (fot. 32, 33, 34). Stoły tego typu najlepiej nadają się do fotografowania niewielkich przedmiotów, zwłaszcza gdy konieczne jest zastosowanie technik makro. W pracy Policji stoły reprodukcyjne mają zastosowanie również przy wielu innych zadaniach jak fotografia śladów na przedmiotach odbijających mniej lub bardziej światło, przy fotografii śladów słabo widocznych gołym okiem, a także fotografia zabezpieczeń na dokumentach, tj. znaki wodne, zabezpieczenie recto-verso, druk stalorytniczny, druk farbą zmiennie-optyczną itp. (fot. 43).

Wykonując zdjęcia małych przedmiotów należy je odpowiednio ustawić, ale przede wszystkim prawidłowo oświetlić. Fotografując z niewielkiej odległości ważne jest, aby fotografowany przedmiot leżał równolegle do płaszczyzny obiektywu. Jest to istotne ze względu na powstanie zniekształceń obrazu oraz na występującą często przy zdjęciach makro małą głębię ostrości. Należy również pamiętać o estetyce zdjęcia i dlatego fotografowany przedmiot nie może zostać ustawiony bez wcześniejszego rozplanowania. Reprodukcję należy wykonać nie tylko pod kątem poprawnej ekspozycji, ale również musi być ona „przyjemna” dla oka i poprawna technicznie. W celu prawidłowego wykonania zdjęcia dopuszcza się unieruchomienie przedmiotu przy użyciu plasteliny, klamerek, klipsów czy szpilek jednocześnie pamiętając o tym, że mocując przedmiot do stołu reprodukcyjnego nie możemy go w żaden sposób uszkodzić.³⁴

³³ Zbigniew Pękosławski: Fotografia... op. cit.

³⁴ Gerhard Teicher: Fototechnika...op. cit.

Ryc. 23. Przykład specjalnego stołu do reprodukcji pionowej wielkogabarytowych przedmiotów.



Fot. 31. Statyw z możliwością odwrócenia głowicy.



a) statyw w standardowym ustawieniu



b) statyw z odwróconą głowicą



Fot. 32. Przenośna kabina bezcieniowa.

Foto. 33 stół do fotografii bezcieniowej.



Fot. 34. Stół do fotografii reprodukcyjnej firmy Stanimex.



a) widok z przodu



b) widok z boku

Wykonanie reprodukcji oryginału dwuwymiarowego, w zasadzie niewiele różni się od fotografii tradycyjnej. Przy wykonaniu prawidłowego zdjęcia największe trudności sprowadzają się do:

- doboru odpowiedniego oświetlenia,
- równomiernego oświetlenia oryginału,
- odwzorowania dokładnie w żądanej skali,
- uzyskania obrazu o najwyższej i równomiernej ostrości,

- uniknięcia deformacji perspektywistycznej,
- doboru właściwego filtra,
- prawidłowej ekspozycji.

W przypadku wykonywania reprodukcji oryginałów dwuwymiarowych nie ma konieczność uzyskiwania głębi ostrości. Natomiast wykonując zdjęcia przedmiotów trójwymiarowych lub wykonując zdjęcia makro, głębia ostrości ma istotne znaczenie, co często powoduje utrudnienia w ustawieniu pozostałych parametrów ekspozycji w tzw. trójkącie ekspozycji. Dodatkowym warunkiem wykonania prawidłowej fotografii reprodukcyjnej jest ustawienie płaszczyzny materiału światłoczułego równoległe do oryginału, a także nastawienie aparatu na środek reprodukowanego oryginału, czyli na punkt przecięcia jego przekątnych. W przypadku kiedy oś optyczna obiektywu nie przejdzie przez środek reprodukowanego przedmiotu, a także jeżeli nie będzie prostopadła do płaszczyzny, nastąpi deformacja obrazu, którą można usunąć dopiero przy obróbce komputerowej, co w przypadku zdjęć kryminalistycznych jest niedopuszczalne.

UWAGA !

Zdjęcia reprodukcyjne wykonywane mogą być na długich czasach, dlatego należy zabezpieczyć aparat przed wstrząsami. Stosując aparat z ruchomym lustrem należy w menu aparatu ustawić opcję wstępnego podniesienia lustra, gdyż sam ruch podnoszonego lustra może spowodować niepożądane drgania, które sprawią, że obraz uzyskany będzie nieostry. Używając obiektywu ze stabilizacją obrazu również należy pamiętać o wyłączeniu tej funkcji, gdyż przy długich czasach mechanizm nieustannie będzie pracował nad stabilizacją, co również może przyczynić się do ostrości powstałego obrazu.

Rozdział 2

Możliwości wykorzystania stolików do reprodukcji fotograficznej na przykładzie firmy Stanimex

2.1. Kompletny zestaw do reprodukcji Stanimex.

W skład zestawu wchodzi:

- 1) szkielet stołu (fot. 35),
- 2) zestaw czterech lamp na ruchomych ramionach z 7 diodami LED każda (fot. 36) oraz szkło do rozpraszania światła (fot. 37),
- 3) lampa z jedną diodą LED do podświetlania od spodu plus regulowany stojak (fot. 38),
- 4) szyna do mocowania aparatu do stołu, regulowana przy pomocy korby i taśmy (fot. 39),
- 5) tło czarne (metalowa płyta), tło białe (płyta z tworzywa sztucznego), szyba przezroczysta (fot. 40),
- 6) lustro do odbicia światła (fot. 41).

2.2 Stół do fotografii kryminalistycznej

Stół firmy Stanimex został opracowywany przez ekspertów z wieloletnim doświadczeniem w fotografii i śledztwie sądowym. Podstawowym zadaniem stołu jest możliwość wykonywania zdjęć dla większości rodzajów metod fotograficznych w obszarze kryminalistyki z ograniczeniem wyposażenia, przestrzeni i kosztów. Stół wykonany został z metalowych elementów, które w celu ułatwienia transportu można zdemontować, a po złożeniu w różny sposób konfigurować. Całkowita wysokość wraz z szyną mocującą aparat wynosi 180 cm, a blat stołu znajduje się na wysokości 65 cm od podłoża. Do blatu przymocowane są cztery śruby z nakrętkami, przy pomocy których można podnieść szklaną szybę na dodatkową wysokość maksymalnie 7 cm (fot. 36). Metalową płytę od blatu możemy obniżyć dzięki ruchomym uchwytnom, które mocujemy w otworach znajdujących się w nogach stołu. Regulowany blat stołu oraz wysoka szyna na aparat dają duże możliwości w fotografowaniu większych przedmiotów, gdzie konieczne jest oddalenie aparatu od obiektu (fot. 42).

System oświetleniowy dla stołu fotograficznego obejmuje cztery lampy typu LED (7 x 3 W, 12 volt). Oświetlenie takie daje efekt reflektora - światło punktowe i nadaje się do fotografowania odbitek obuwi. W przypadku konieczności rozproszenia światła, należy przed lampę założyć filtry dyfuzyjne (fot. 37). Lampy umieszczone są na dwóch ruchomych ramionach - po dwie lampy na każdym ramieniu. Ramiona oraz lampy możemy dowolnie konfigurować, co pokazano na fotografiach 35, 36, 37. Ramiona możemy ustawić pionowo nad stołem i oświetlać przedmiot z góry, a jeśli będzie konieczne zastosowanie oświetlenia kąтового, możemy dowolnie ustawić ramiona w zależności od naszych potrzeb, nawet do pozycji poziomej, a w sytuacji, kiedy konieczne będzie zastosowanie światła przechodzącego, można ramiona całkowicie obniżyć i oświetlać przedmioty od spodu przez szklaną lub mato-

wą płytę. Poziomą szynę ramienia z lampami możemy przesuwając po szynie pionowej, co daje możliwość przybliżenia lub oddalenia oświetlenia od przedmiotu (fot. 40). Lampy również możemy dowolnie przemieszczać, umieścić je skrajnie lub centralnie na poziomej szynie, możemy umieścić dwie lampy z jednej dowolnej strony. Dodatkowym atutem stołu jest to, że każda lampa ma osobne zasilanie, dzięki czemu można korzystać ze wszystkich lamp lub pojedynczo je wyłączać. Ramiona są niezależne od siebie, więc można je osobno ustawiać co daje możliwość oświetlenia przedmiotu z jednej strony od góry, a z drugiej strony - pod dowolnym kątem (fot. 36). Jeżeli ramiona lamp okazały się niewystarczające do odpowiedniego ustawienia oświetlenia, możemy dowolną lampę odcepić i przy użyciu uchwyty zamontowanego na lampie dowolnie operować oświetleniem (fot. 37).

Opcjonalnie stół został wyposażony w lampę podłogową ze stojakiem, dzięki wykorzystaniu której wraz ze szklaną przezroczystą lub matową tablicą możemy sfotografować przedmioty w świetle przechodzącym takie jak zabezpieczenia w dokumentach, np. znak wodny, znak recto-verso czy nitka zabezpieczająca. W celu oddalenia źródła światła od przedmiotu, możemy wykorzystać ruchome lustro, którego wymiary wynoszą 25x45 cm. Lustro umiejscowione jest w specjalnych uchwytach z otworami, których jest po osiemnaście w każdym uchwycie, co ułatwia różne ustawienia lustra. Ustawiając lustro bezpośrednio pod przedmiotem możemy oświetlać przedmiot centralnie od dołu, a umieszczając lustro w otworach skrajnych, możemy oświetlać od dołu, ale pod pewnym kątem.

Ergonomiczna konstrukcja stojaka aparatu pozwala przy użyciu korby na płynną, wygodną i precyzyjną zmianę wysokości aparatu. System mocowania aparatu na szynie pozwala na zamocowanie aparatu w sposób prostopadły oraz równoległy do fotografowanego obiektu bez konieczności przemieszczania przedmiotu. W blacie stołu znajdują się liczne otwory, w których możemy zamontować np. tła czy lustra, które pozwolą na dodatkowe oświetlenie przedmiotu czy ustawienie na odpowiednim tle. Funkcjonalność stołu daje nam praktycznie nieograniczone możliwości wykonania prawidłowej reprodukcji lub udokumentowania interesujących nas szczegółów.

Fot. 35. Szkielet stołu.

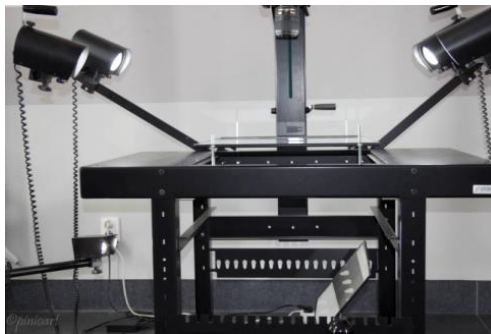


a) widok z przodu

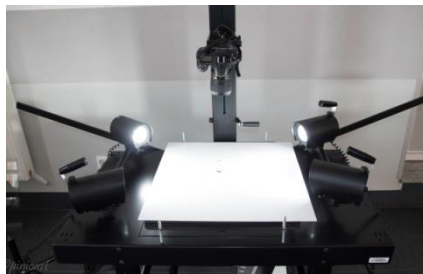


b) widok z boku

Fot. 36. Oświetlenie LED oraz podniesiona szyba.



- a) lampy LED oddalone od stołu i ustawione pod średnim kątem, doświetlane światłem pochodzącym od lampy ustawionej pod stołem, odbitym od ruchomego lustra i przechodzącym przez przezroczystą szybę blatu stołu ustawioną na regulowanym podwyższeniu,



- b) Lampy LED ustawione płasko i blisko przedmiotu (ostry kąt). Blat stołu wykonany z matowego tworzywa sztucznego przepuszczającego światło.



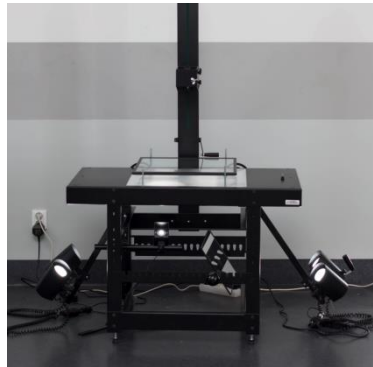
- c) Lampy LED oddalone od stołu i ustawione pod różnym kątem.



d) Pojedyncza lampa z siedmioma diodami LED z zamontowanym dyfuzorem do rozpraszania światła.



e) Lampa LED ze zdemontowanym dyfuzorem.



f) Lamy LED opuszczone, oświetlenie dolne przechodzące.

Fot. 37. Dyfuzor, szkło rozpraszające światło.



a) Oświetlenie stołu odczepioną lampą bez założonego dyfuzora



b) Wyłączona lampa bez dyfuzora



c) Włączona lampa ze światłem przechodzącym przez dyfuzor

Fot. 38. Lampa z jedną diodą LED do podświetlania od spodu wraz z regulowany stojakiem.



Fot 39. Regulowana przy pomocy korby i taśmy szyna do mocowania aparatu.



a) regulowanie ustawienia wysokości aparatu



b) zamocowany aparat do szyny



c) aparat zamocowany do szyny, widok z boku



d) mocowanie dodatkowego uchwytu na aparat



e) aparat zamocowany bokiem za pomocą dodatkowego uchwytu.



f) boczne mocowanie aparatu

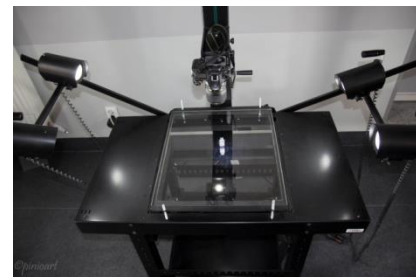
Foto. 40. Różne rodzaje blatu (tła)



a) tło czarne - metalowa płyta



b) tło białe - płyta z tworzywa sztucznego



c) szyba przezroczysta

Fot. 41. Lustro do odbicia światła



a) widok lustra z boku

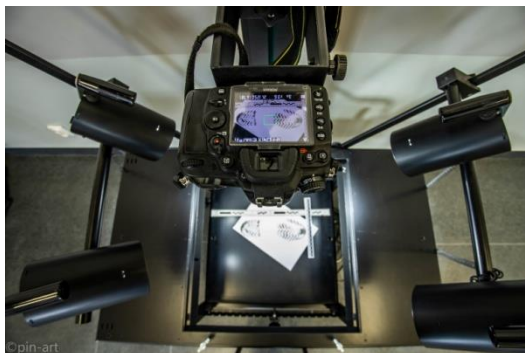


b) widok lustra z góry

Foto. 42. Oddalenie aparatu od blatu.



a) widok z przodu

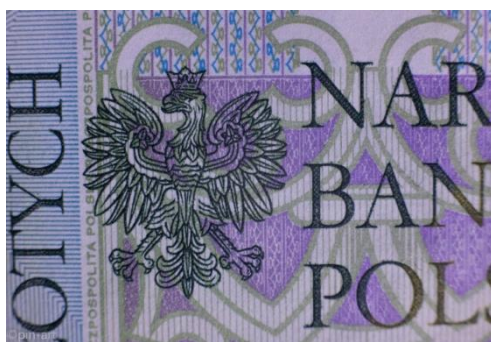


b) widok z góry

Fot. 43. Fotografia zabezpieczeń w postaci wypukłości na banknotach z wykorzystaniem światła kąowego.



a) oświetlenie boczne pod ostrym kątem.



b) oświetlenie górne, prostopadłe.

Spis rycin:

1. Skupienie światła – aberracja	str. 8
2. Układ soczewek	str. 9
3. Aberracja sferyczna	str. 9
4. Aberracja komatyczna – koma	str. 10
5. Astygmatyzm	str. 10
6. Dystorsja poduszkowata i beczkowata	str. 11
7. Układ soczewek typu anastygmat	str. 12
8. Układ soczewek typu peryskop	str. 12
9. Układ soczewek typu aplanat	str. 13
10. przykład ogniskowej dla soczewki skupiającej	str. 14
11. Przykład ogniskowej dla soczewki rozpraszającej	str. 15
12. Ogniskowa obiektywu	str. 16
13. Odległość obrazowa i przedmiotowa	str. 18
14. Porównanie wielkości sensorów matryc	str. 21
15. zmniejszenie przedmiotu o $\frac{1}{4}$ rozmiaru oryginału	str. 22
16. Zmniejszenie przedmiotu do $\frac{1}{4}$ rozmiaru oryginału	str. 23
17. Przykładowe ikony w aparacie informujące o ustawionym trybie pomiaru światła	str. 29
18. Trójkąt ekspozycji	str. 35
19. Przykłady budowy matryc fotograficznych	str. 37
20. Powstanie kolorowego obrazu	str. 37
21. Działanie filtra polaryzacyjnego	str. 40
22. Oświetlenie ostre (bezpośrednie) a rozproszone (odbite)	str. 42
23. Przykład specjalnego stołu do reprodukcji pionowej wielkogabarytowych przedmiotów	str. 50

Spis Tabel:

1. Tabela nr 2. Temperatura barwowa światło sztuczne.	str. 38
2. Tabela nr 1. Temperatura barwowa światło dzienne.	str. 38

Spis fotografii:

Foto. 1. Przykładowe zdjęcia z aberracją chromatyczną i bez aberracji	str. 8
Foto. 2. Dystorsja poduszkowata	str. 11
Foto. 3. Dystorsja beczkowata	str. 11
Foto. 4. Brak dystorsji	str. 11
Foto. 5. Dystorsja beczkowata	str. 11
Foto. 6. Zależność między ogniskową a kątem widzenia obiektywu	str. 16
a) Ogniskowa 20mm	
b) Ogniskowa 40mm	
c) Ogniskowa 50mm	
d) Ogniskowa 70mm	
e) Ogniskowa 100mm	
f) Ogniskowa 200mm	
Foto. 7. Wielkość otworu przysłony w zależności od liczby przysłony	str. 25
a) f2,8	
b) f4	
c) f5,6	
d) f8	
e) f11	
f) f16	
Foto. 8. Zdjęcie białej kartki.....	str. 28
Foto. 9. Zdjęcie czarnej kartki.....	str. 28
Foto. 10. Zdjęcie czarnej i białej kartki	str. 28
Foto. 11. Zdjęcie śniegu bez korekcji ekspozycji „EV”	str. 28
Foto. 12. Zdjęcie śniegu z korekcją ekspozycji „EV”	str. 28
Foto. 13. Zdjęcie z prawidłową ekspozycją	str. 29
Foto. 14. Zdjęcie wykonane przy ustawionym niskim ISO – małe zaszumienie...str.	31
Foto. 15. Zdjęcie wykonane przy ustawionym wysokim ISO – duże Zaszumienie	str. 31
Foto. 16. Zdjęcie wykonane przy ustawionym skrajnie wysokim ISO – bardzo duże zaszumienie	str. 31
Foto. 17. Zdjęcie z małym ISO ale niedoświetlonymi ciemnymi obszarami	str. 32
a) widok ogólny	
b) zbliżenie – centrum kadru	
Foto. 18. Zdjęcie banknotów na małym i dużym ISO, utrata kolorów	str. 33
a) Wysokie ISO - 24000 cały banknot,	
b) Wysokie ISO - 24000 wycinek banknotu,	
c) Niskie ISO - 100 cały banknot,	
d) Niskie ISO - 100 wycinek banknotu,	
e) falsyfikat – niskie ISO 100,	
Foto. 19. Zdjęcie pomieszczenia wykonane przy niskim i wysokim ISO - wysokie zaszumienie obrazu	str. 34
a) pomieszczenie, zdjęcie przy niskim ISO - 100	
b) fragment zdjęcia pomieszczenia niskim ISO – 100,	
c) pomieszczenie, zdjęcie przy wysokim ISO - 25000	
d) fragment zdjęcia pomieszczenia wysokim ISO – 25000	
Foto. 20. Zdjęcie wykonane na długim czasie naświetlania – program BULB	str. 36
Foto. 21. Symbole w menu aparatu Nikon przedstawiające balans bieli „WB” ...	str. 38
Foto. 22. Symbole w menu aparatu Canon przedstawiające balans bieli „WB” ..	str. 38

Foto. 23. Zdjęcia tego samego kadru wykonane przy różnych ustawieniach Balansu bieli	str. 39
a) słońce,	
b) cień,	
c) chmury,	
d) światło żarowe,	
e) światło jarzeniowe,	
Foto. 24. Światło bezpośrednie, ostre a światło rozproszone	str. 42
a) światło ostre,	
b) światło rozproszone,	
Foto. 25. Dowód osobisty widziany w świetle przechodzącym	str. 44
a) awers,	
b) rewers,	
c) światło przechodzące,	
Foto. 26. Banknot 100zł sfotografowany w świetle przechodzącym	str. 44
Foto. 27. Banknot 100zł, korona, zabezpieczenie typu „recto-verso”	str. 44
Foto. 28. Banknot 100zł, zabezpieczenie banknotu typu „znak wodny”	str. 44
Foto. 29. Zdjęcie tego samego kadru wykonane przy różnym oświetleniu	str. 45
a) zdjęcie wykonane przy pomocy zewnętrznej lampy błyskowej,	
b) zdjęcie wykonane z wykorzystaniem świateł przejeżdżającego po- jazdu,	
Foto. 30. Graffiti – reprodukcja pionowa	str. 49
Foto. 31. Statyw z odwróconą głowicą	str. 50
a) statyw w standardowym ustawieniu,	
b) statyw z odwróconą głowicą,	
Foto. 32. Przenośna kabina bezcieniowa.....	str. 50
Foto. 33. Stół bezcieniowy	str. 51
Foto. 34. Stół do fotografii reprodukcyjnej firmy STANIMEX	str. 51
a) widok z przodu,	
b) widok z boku,	
Foto. 35. szkielet stołu	str. 54
b) widok z przodu,	
c) widok z boku,	
Foto. 36. Oświetlenie LED oraz różne warianty blatu stołu	str. 54
a) lampy LED oddalone od stołu i ustawione pod średnim kątem, doświetlane światłem pochodzącym od lampy ustawionej pod stołem, odbitym od ru- chomego lustra i przechodzącym przez przezroczystą szybę blatu stołu ustawioną na regulowanym podwyższeniu,	
b) Lampy LED ustawione płasko i blisko przedmiotu (ostry kąt). Błat stołu wykonany z matowego tworzywa sztucznego przepuszczającego światło.	
c) Lampy LED oddalone od stołu i ustawione pod różnym kątem.	
d) Pojedyncza lampa z siedmioma diodami LED z zamontowanym dyfuzorem do rozpraszania światła,	
e) Lampa LED z zdemontowanym dyfuzorem,	
f) Lampy LED opuszczone, oświetlenie dolne przechodzące.	
Foto. 37. Dyfuzor, szkło rozpraszające światło	str. 56
a) Oświetlenie stołu odczepioną lampą bez założonego dyfuzora,	
b) Wyłączona lampa bez dyfuzora,	
c) Włączona lampa z zamontowanym dyfuzorem,	

- Foto. 38. Lampa z jedną diodą LED do podświetlania od spodu wraz z regulowanym stojakiemstr. 57
- Foto. 39. Regulowana przy pomocy korby i taśmy szyna do mocowania aparatu.str. 57
- a) regulowanie ustawienia wysokości aparatu.
 - b) zamocowany aparat do szyny,
 - c) aparat zamocowany do szyny, widok z boku,
 - d) mocowanie dodatkowego uchwytu na aparat,
 - e) aparat zamocowany bokiem za pomocą dodatkowego uchwytu,
 - f) boczne mocowanie aparatu.
- Foto. 40. Różne rodzaje blatu (tła).....str. 58
- a) tło czarne - metalowa płyta,
 - b) tło białe - płyta z tworzywa sztucznego,
 - c) szyba przezroczysta,
- Foto. 41. Lustro do odbicia światła,str. 58
- a) widok lustra z boku,
 - b) widok lustra z góry,
- Foto. 42. Oddalenie aparatu od blatustr. 58
- a) widok z przodu,
 - b) widok z góry,
- Foto. 43. fotografia zabezpieczeń w postaci wypukłości na banknotach z wykorzystaniem światła kąowegostr. 59
- a) oświetlenie boczne pod ostrym kątem,
 - b) oświetlenie górne, prostopadłe.

Alfabetyczny spis pojęć:

1. Aberracja	str. 7
2. Aberracja chromatyczna	str. 9
3. Aberracja komatyczna-koma	str. 9
4. Aberracja optyczna	str. 9
5. Aberracja sferyczna	str. 9
6. Achromat	str. 13
7. Adaptory	str. 20
8. Anastygmat	str. 12
9. Aplanat	str. 12
10. Achromat	str. 13
11. Astygmatyzm	str. 10
12. Balans bieli „WB”	str. 37
13. Bliki	str. 42
14. „Crop” – współczynnik powiększenia	str. 21
15. Czas naświetlania	str. 26
16. Czułość ISO	str. 30
17. Dystorsja	str. 20
18. Filtr polaryzacyjny	str. 40
19. Fokusing	str. 22
20. Fotografia	str. 4
21. Fotografia cyfrowa	str. 4
22. Fotografia kryminalistyczna	str. 4
23. Fotografia „makro”	str. 19
24. Fotografia reprodukcyjna	str. 5
25. Fotografia tradycyjna	str. 4
26. Głębia ostrości	str. 24
27. Kopia	str. 5
28. Mieszki	str. 19
29. Migawka	str. 25
30. Migawka centralna	str. 26
31. Migawka szczelinowa	str. 26
32. Migawka szczelinowa pionowa	str. 26
33. Migawka szczelinowa pozioma	str. 26
34. Obiektyw makro	str. 19
35. Obiektyw szerokokątny	str. 15
36. Obiektyw wąskokątny (teleobiektyw)	str. 15
37. Obliczanie skali odwzorowania	str. 21
38. Odległość obrazowa	str. 18
39. Odległość przedmiotowa	str. 18
40. Ognisko (foto.)	str. 14
41. Ogniskowa	str. 15
42. Oświetlenie bezcieniowe	str. 47
43. Oświetlenie boczne	str. 44
44. Oświetlenie dolne	str. 44
45. Oświetlenie efektowe	str. 47
46. Oświetlenie górne	str. 44
47. Oświetlenie konturowe	str. 44
48. Oświetlenie pomocnicze	str. 46

49. Oświetlenie przednie	str. 43
50. Oświetlenie rozproszone	str. 42
51. Oświetlenie skierowane	str. 42
52. Oświetlenie smugowe, tylnoboczne	str. 44
53. Oświetlenie tła	str. 47
54. Oświetlenie zasadnicze	str. 46
55. Perspektywa	str. 23
56. Peryskop	str. 12
57. Pierścienie odwrotnego mocowania	str. 19
58. Pierścienie pośrednie	str. 19
59. Pomiar światła centralnie ważony	str. 29
60. Pomiar światła matrycowy	str. 29
61. Pomiar światła punktowy	str. 29
62. Przysłona	str. 24
63. Refleksy	str. 42
64. Reprodukacja	str. 6
65. Rozdzielczość	str. 7
66. Skala odwzorowania	str. 20
67. Soczewki makro	str. 20
68. Superchromat	str. 13
69. Światło bezpośrednie	str. 43
70. Światło odbite	str. 43
71. Technika „High-key”	str. 47
72. Technika „Low-key”	str. 47
73. Telekonwenter	str. 20
74. Temperatura barwowa	str. 37
75. Trójkąt ekspozycji	str. 35
76. Złota godzina	str. 37
77. Zmniejszenie przedmiotu o podany rozmiar	str. 22
78. Zmniejszenie przedmiotu do podanego rozmiaru	str. 23

Bibliografia

- Cyprian T.: Fotografia, Technika i technologia, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1958
- Cyprian T.: Fotografia, Technika i technologia, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1966.
- „Fotografuj kreatywnie”, wydawnictwo AVT-Korporacja Sp. Z o.o. Warszawa
- Iliński M., Kreyser R.: Podstawy fotografii, ilustrowana encyklopedia dla wszystkich, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1981.
- Joinson S., Cope P.: Fotografia Cyfrowa, Oficyna Wydawnicza Atena, Poznań 2002.
- Kotecki A.: Pracownia fotograficzna, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1978.
- Koźmiński L., Miś W., Szplit L.: Podstawowe czynności techniczno-kryminalistyczne podczas oględzin miejsca zdarzenia, Szkoła Policji w Pile, Pila 2015.
- „Masterclass – Fotografia Makro”, Bizbi Media S.A. Lipowo.
- Miś M.: Blisko, coraz bliżej. Od fotografii zbliżeniowej do mikrofotografii, Helion, Gliwice 2015.
- Petersom B.: Ekspozycja bez tajemnic. Jak robić świetne zdjęcia każdym aparatem. Galaktyka, Łódź 2016.
- Pękosławski Z.: Fotografia reprodukcyjna, Filmowa Agencja Wydawnicza Warszawa 1957.
- Pękosławski Z.: Fotografia w praktyce amatorskiej, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe Warszawa 1977.
- Płażewski J.: Fotografowanie nie jest trudne, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1968.
- Solf K. D.: Fotografia podstawy, technika, praktyka, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1980.
- Teichert G.: Fototechnika. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982.
- Wundshammer B.: Fotografia dla wszystkich. Poznaję tajemnice fotografii. Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1989.
- Ziernow W. A.: Procesy fotograficzne w technice reprodukcyjnej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1972.