



Dr hab. inż. STEFAN GIERLOTKA

Biegły sądowy z zakresu wypadków porażen prądem elektrycznym oraz urządzeń i instalacji elektrycznych

## Fotografia i jej rozwój od chemii do elektroniki

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono rozwój chemii fotograficznej, postęp w budowie aparatów fotograficznych i lamp błyskowych oraz rozwój fotografii cyfrowej ze zwróceniem uwagi na powiązanie nowych rozwiązań z elektroniką.

## Photography and her development from chemistry to electronics

**Abstract:** In the article is presented the development in the in the photographic chemistry, progress in construction of photographic cameras, photo-flash lamps and digital photography with call attention to relation between new solutions and electronics.

### Wprowadzenie

W X wieku Arabowie wynaleźli przyrząd do odwzorowywania obrazów nazwany „camera obscura”. Składała się z czarnej wewnątrz skrzynki, w której na ścianie tylnej była matowa szybka, a w ścianie przedniej znajdował się małe otwór. Wpadające z zewnątrz promienie światła tworzyły na matówce pomniejszony obraz obiektu, który przerysowywano. W 1665 roku Johann Zahn unowocześnił kamerę wyposażając ją w zestaw soczewek o różnych ogniskowych oraz zabudował wewnątrz lustro pod kątem 45° dla odwracania obrazu do pozycji poziomej. Matówka umieszczona na górnej ścianie kamery ułatwiała przerysowywanie obrazu.

### Rozwój chemii fotograficznej

Włoski alchemik Georg Fabricius w 1556 roku zauważył ciemnienie chlorku srebra pod wpływem światła słonecznego. W 1727 roku niemiecki chemik Johann Heinrich Schulze otrzymał na płycie pokrytej mieszaniną chlorku srebra z kredą obraz po naświetleniu na słońcu perforowanego szablonu. Szwedzki chemik Charles William Scheele w 1777 roku stwierdził, że poczerwiał na świetle chlorek srebra jest zredukowanym metalicznym srebrem nie rozpuszczalnym w wodzie, a nienaświetlony rozpuszcza się. W 1816 roku Francuz Joseph Nicéphore Niepce spostrzegł, że cienka warstewka płynnego asfaltu syryjskiego na wypolerowanej płytce cynkowej po wystawieniu na światło twardnieje w miejscach naświetlonych, zaś w nienaświetlonych, nieutwardzony materiał zmywał się olejkami lawendowym. Otrzymany negatyw pokrywano farbą litograficzną i odciskano na papierze tworząc wydruk. Technika ta nazwana heliografią, wymagała ośmiogodzinnej ekspozycji światłem słonecznym.

W 1826 roku malarz francuski Louis Jacques M. J. M. Daguerre płytkę miedzianą pokrytą warstewką wrażliwego na światło jodku srebra poddał kilku godzinnemu naświetlaniu. Po wywołaniu płytki w parach rtęci i utrwaleniu w kąpeli z cyjanku potasowego otrzymał pierwszy trwały obraz fotograficzny. Daguerre przedstawił powstawanie obrazów pozytywowych 19 sierpnia 1839 roku członkom Francuskiej Akademii Nauk i datę przyjmuje się za dzień narodzin fotografii. Otrzymany obraz na-

zwany dagerotypem zależnie od kąta obserwacji był pozytywowym lub negatywowym.

Dagerotypista posługujący się dużym skrzynkowym aparatem, wchodził pod przykrycie z czarnego sukna, ustalał kadr zdjęcia, nastawiał ostrość i zakładał kasetę z światłoczułą płytką. Po około 20 minutowej ekspozycji udawał się do ciemni gdzie w oparach rtęci wywoływał i utrzymywał obraz dagerotypu. Piękna czerń dagerotypów kontrastowała z jasnym, żółtawo złocistym tłem nienaświetlonego jodku srebra. Dzisiaj zachowane dagerotypy są rozproszone w zbiorach prywatnych oraz nielicznych muzeach na całym świecie.

Przełomowego odkrycia dla fotografii dokonał w 1819 roku astronom John Herschel, który wykazał zdolność tiosiarczanu sodu do rozpuszczania chlorków srebra i utrwalania wykonywanych fotografii. Herschel zaproponował przyjęte nazewnictwo „fotografia, negatyw i pozytyw”.

W 1839 roku William Henry Fox Talbot kartkę papieru nasyconego roztworem jodku potasu i pokrytego z jednej strony azotanem srebra podał 10 minutowej ekspozycji światłem. Po wywołaniu naświetlonego papieru w roztworze kwasu galusowego i utrwaleniu w soli jodowanej otrzymywał negatyw. Obraz negatywowym przez kopiowanie na papierze z emulsją światłoczułą dawał obraz pozytywowym. Opracowaną metodę nazwano kalotypią i zapoczątkowała nową technologię negatywowo-pozytywową w fotografii. Kolotypia pozwalała tworzyć dowolną liczbę kopii.

W 1848 roku Francuz Claudie Niepce de Saint Victor zastosował do fotografowania płyty szklane pokryte emulsją jodku potasu i azotanu srebra zmieszanego z ubitym białkiem. Naświetloną płytę po wywołaniu w roztworze kwasu galusowego i utrwaleniu w tiosiarczanie sodu. Zastosowane ubite białko do powlekania emulsji dawało ostrzejszy obraz niż kolotypia.

W 1850 roku Gustave Le Gray uczulił emulsję światłoczułą halogenkiem srebra, co skróciło czas naświetlania fotografii do kilku sekund. Płyty szklane, jako negatywy rozpowszechnił brytyjski fotograf Frederick Scott Archer, który w 1851 roku opracował mokry proces kolodionowy. Szklane płyty z emulsją przed umieszczeniem

w aparacie fotograficznym były zanurzane w roztworze azotanu srebra. Po naświetleniu wywoływane były w roztworze siarczku żelazawego z kwasem octowym i spirytusem metylowym. W 1861 roku Marc Antoine Augustin Guardin we Francji opracował emulsje fotograficzne z jodku i chlorku srebra. W 1871 roku Richarda Leach Maddox wprowadził suche emulsje światłoczułe pokryte warstwą żelatyny, które bardzo szybko wyparły mokłą płytkę kolodionową.

Światłoczułe emulsje fotograficzne sporządzane do lat siedemdziesiątych XIX wieku nie były wrażliwe na światło zielone i czerwone. W 1873 roku niemiecki chemik Herman Vogel zastosował bromek srebra pokryty barwnikami organicznymi tworząc klisze fotograficzne wrażliwe na żółć i zieleń. Były to pierwsze barwoczułe klisze ortochromatyczne o lepszej ostrości obrazu i krótszym czasie naświetlania. Produkowane do lat trzydziestych filmy izochromatyczne nie były uczulone na kolor czerwony.

W 1907 roku bracia Louis i Auguste Lumiere opracowali we Francji metodę autochromatyczną wykonywania kolorowych fotografii. W tej metodzie szklana płytka pokryta była barwną mozaiką mikroskopijnych ziarenek skrobi ziemniaczanej w kolorach czerwonym, zielonym i niebieskim. Kolorowe ziarenka skrobi stanowiły filtr optyczny. Całość pokryta była emulsją panchromatyczną do fotografii czarno-białej. Podczas ekspozycji światło przenikało przez różnokolorowe ziarenka a po wywołaniu powstawał barwny obraz w kolorach.

Kolejnym udoskonaleniem w fotografii kolorowej była technika duxochromowa opracowana przez niemieckiego chemika H. Junka. Udoskonalenie tej metody przez firmę Agfa, przyczyniło się do rozpoczęcia w 1916 roku produkcji pierwszych barwnych płyt fotograficznych na metodzie addytywnej mieszania kolorów. W 1934 roku dokonano dalszych ulepszeń i pojawił się film Agfa Iso-pan, który osiągnął czułość 16 DIN i odwzorowywał wszystkie barwy. W 1936 roku Robert Koslowsky z firmy Agfacolor-Farbfilm opracował proces fotografii kolorowej, oparty na subtraktywnej metodzie mieszania kolorów. Poprzez wprowadzenie związków złota do emulsji Koslowsky zwiększył czterokrotnie czułości emulsji. Materiały światłoczułe firmy Agfacolor stanowiły film z trzema warstwami emulsji, odwzorujące obraz na subtraktywnej syntezie barw. W 1935 Kodak opracował swoją technologię i uruchomił produkcję przezroczy Kodachrome, które posiadały lepsze nasycenie kolorów. Podczas wojny 1942 roku niemiecka firma Agfa w Leverkusen opracowała metodę wykonywania barwnych powiększeń na papierze. Kolorowa fotografia na papierze Kodacolor powstała rok później w 1943 roku. Wadą technologii barwnej z tamtych czasów było z czasem blednienie koloru.

Pierwsze zdjęcia barwne do celów poligraficznych wykonywano zwykłymi aparatami fotograficznymi kolejno przez trzy filtry w barwach podstawowych. Otrzymane trzy negatywy czarno-białe stosowano do addytywnego druku barwnego. Metoda ta mogła być stosowana tylko fotografowania obiektów nieruchomych. Udoskonaleniem tej metody było zbudowanie w 1930 roku przez Wilhelma Bermphola specjalnego aparatu fotograficznego z układem filtrów i półprzezroczystych zwierciadeł. Kamera Bermphola wykonywała jednocześnie trzy nega-

tywy w barwach podstawowych, co pozwalało już na fotografowanie zdjęć obiektów ruchomych. W produkcji pierwszych kolorowych filmów kinowych rozwinął się system technicolor polegający na naświetlaniu przez układ zwierciadeł i filtrów równocześnie trzy czarno-białe taśmy filmowe. Projekcja obrazu w systemie technicolor odbywała się z trzech czarno-białych negatywowych taśm filmowych naświetlanych przez system kolorowych filtrów w barwach zielonej, czerwonej i niebieskiej. Zasada trójpodziału światła okazała się tak doskonała, że została zastosowana w kamerach telewizyjnych.

W 1963 roku firma Polaroid opracowała technologię szybkich zdjęć kolorowych w aparacie Polaroid Land Polacolor. System ten rozpowszechniony głównie w Ameryce pozwalał otrzymywać tylko jedną odbitkę.

W Krajach Demokracji Ludowej najbardziej popularne były materiały fotograficzne firmy ORWO Color z NRD. Proces negatywowo-pozytywowy był skaplikowany i długotrwały. Szybsze procesy fotochemiczne z materiałami kolorowymi oferowały firmy Kodak, Agfa i Fuji.

Kopowanie kolorowych negatywów odbywało się powiększalnikiem z wykonywaniem korekcji kolorów za pomocą zestawu specjalnych filtrów kolorowych. Zestaw filtrów w grupach kolorów o różnych nasyceniach umieszczano w specjalnej kieszeni powiększalnika. Filtry te dobierano według wykonywanych próbek naświetlania papieru do zdjęć kolorowych. W 1963 roku skonstruowano w Polsce pierwszy obiektyw do powiększania na papierach barwnych o nazwie Janpol Color, który pozwalał wykonywać korekcje barw bez stosowania zestawu specjalnych filtrów korekcyjnych. Był to znaczący krok w skróceniu czasu procesu pozytywowego zdjęć kolorowych.

### **Pierwsze aparaty fotograficzne**

Pierwsze aparaty fotograficzne były duże o formacie 13 x 18 cm lub 18 x 24 cm, instalowane na statywie. Z końcem XIX wieku powstała tendencja do budowania aparatów fotograficznych mniejszych, mogących uchodzić za ręczne. Zostało to umożliwione przez wprowadzenie czulszych emulsji i szybszych migawek pozwalających na wykonywanie nie tylko zdjęć czasowych na statywie, ale także aparatem trzymanym w reku.

W 1884 roku George Eastman w Ameryce wynalazł suchy żel światłoczuły, którym pokrył przezroczystą taśmę tworząc film zwojowy. W 1888 roku George Eastman zbudował kamerę migawkową nazwaną „Kodak nr 1”. Aparat fotograficzny Eastmana wszedł na rynek pod hasłem "You press the button, we do the rest" (Ty naciskasz guzik, my robimy resztę). Rolka z filmem liczącym sto klatek 6 x 9 cm musiała być zakładana do aparatu w ciemni. Odbitki z negatywu kopiowano metodą stykową. W 1898 roku powstał składany aparat fotograficzny na film taśmowy zwijany razem z taśmą papierową. Film nawinięty na papierową taśmę pozwalał zakładanie do aparatu przy świetle dziennym.

Pierwsze aparaty z sektorowymi migawkami centralnymi zbudowano w 1887 roku w Ameryce. W 1888 roku Ottomar Anschütz urodzony w Lesznie wówczas teren Prus, skonstruował pierwszy aparat fotograficzny z migawką szczelinową.

Obiektyw achromatyczny z soczewki skupiającej ze szkła kronowego i rozpraszającej ze szkła flintowego zbudował w 1821 roku przez francuski optyk Charles Chevalier. Zbudowany obiektyw zwany achromatem lub krajobrazowym nie wykazywał błędów aberracji chromatycznej i sferycznej. W 1840 roku Austriak Józefa Petzvola skonstruował pierwszy obiektyw portretowy, o dużej jasności. Pierwszy teleobiektyw zbudował włoski optyk Ignazio Porro w 1851 roku, a w 1860 roku Anglik Harrison zbudował obiektyw szerokokątny. W Niemczech firma Zeiss rozpoczęła w 1902 roku produkcję pierwszych obiektywów anastygmatycznych Tessar, konstrukcji Paula Rudolpha, a firma Voigtländer anastygmatów Heliar konstrukcji Hansa Hartinga.



Rys. 1. Aparat fotograficzny kliszowy 1909 rok

Oskar Barnack pracujący w firmie Zeiss, skonstruował w 1910 roku prototyp nowego małoobrazkowego aparatu fotograficznego wykorzystującego perforowany film kinowy 35 mm. Perforację po obu bokach taśmy filmowej dla jej mechanicznego przesuwu opatentował już w 1891 roku Thomas Alva Edison. Swoją prototyp Oskar Barnack zaoferował firmie Zeiss, która nie wykazała zainteresowania. Przeniósł się do firmy Leitz, która zainteresowała się prototypem i podjęła się jego udoskonalenia. Film małoobrazkowy w kasce pozwalał wykonać 36 zdjęć o formacie 24 x 36 mm. Produkcja aparatu małoobrazkowego wyposażonego w pierwszy dalmierz sprzężony z obiektywem rozpoczęła się dopiero w 1925 pod nazwą Leica.

W 1929 roku powstaje aparat fotograficzny Rolleiflex, będący lustrzanką dwuobiektywową na film zwijany o szerokości 60 mm. Aparat lustrzany dwuobiektywowy, górował przez długi czas z aparatem małoobrazkowym. W 1947 roku powstaje aparat fotograficzny Contax z pryzmatem. Firma Nikon od 1959 roku produkuje aparat fotograficzny wyposażony w pryzmat i powracające lustro. Konstrukcje te zaczęły wypierać aparaty ze sprzężonym dalmierzem oraz aparaty dwuobiektywowe. W 1959 roku powstaje pierwszy obiektyw o zmiennej ogniskowej Voigtländer Zoomar.



Rys.2. Aparat fotograficzny Voigtländer Bessa 19

W drugiej połowie XX wieku konstruktorzy aparatów przechodzą na automatyzm działania. W 1955 roku powstają obiektywy z automatyczną przysłoną. Wbudowany światłomierz fotoelektryczny jest sprzężony z przysłoną i po zadaniu czasu naświetlania, przysłona ustawia się automatycznie. W 1956 roku powstaje aparat Agfa Automatic, pierwszy z automatyzacją czasu naświetlenia. Do przesuwu filmu i naciągu migawki stosuje się napęd elektryczny. W 1964 roku firma Pentax zapoczątkowała w produkowanych lustrzankach nowy system TTL pomiaru światła przez obiektyw. W systemie tym fotografowany obraz był odbijany przez system lusterek prosto do wizjera. Od 1970 roku rozpoczyna rozwijać się elektronika w budowie aparatów fotograficznych. Od początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku firmy Konika, Pentax oraz Canon wprowadzają system automatycznego ustawiania ostrości – autofocus, z elektrycznym przekazywaniem wszystkich parametrów do obiektywu. Silnik ustawiający ostrość był w specjalnie dedykowanym obiektywie. Wbudowane w aparaty fotograficzne elektroniczne lampy błyskowe wymagały nowych elektrycznych układów zasilania. W tym czasie rozpoczęto w aparatach fotograficznych stosować mikroprocesory do sterowania jego funkcjami.

W Stanach Zjednoczonych w 1947 roku Edwin Herbert Land opracował polaroidową metodę fotografii. Metoda pozwalała otrzymać gotowe zdjęcie w ciągu kilku minut po naświetleniu. Wychodzący po naświetleniu z kamery polaroida materiał fotograficzny był rozrywany z folii zawierającej pastę wywołującą i rozpoczynał się proces negatywowo. W tym szybkim procesie powstawał tylko jeden obraz pozytywowo.

W Polsce w 1954 roku powstaje pierwsza wersja lustrzanki dwuobiektywowej typu Start, która po udoskonaleniach była produkowana do 1980 roku. W 1958 roku powstaje pierwszy polski małoobrazkowy aparat Fenix I,



a w 1959 roku aparat Fenix II ze sprzężonym dalmierzem.

### Lampy błyskowe

W 1859 roku Robert Wilhelm Bunsen zastosował do fotografowania płonące pręty magnezowe świecące dużym światłem. W 1865 roku Trail Taylor zbudował lampę błyskową na proszek zwany magnezją, który spalał się błyskawicznie oślepiającym światłem podpalany przez fotografa w chwili wykonywania zdjęcia. W dwudziestych XX wieku stosowano specjalną jednorazową żarówkę, w której cienki drucik z magnezu lub z aluminium umieszczony był w zamkniętej bańce szklanej napełnionej tlenem. Żarnik podłączony do elektrycznej baterii, inicjowało przez 1/30 sekundy błysk w bańce. W 1940 roku Amerykanin Harold Eugene Edgerton opracował elektronową Lampę błyskową wielokrotnego użytku. Źródłem światła był ksenonowy palnik dający błysk w czasie 1/1000 sekundy. Energia błysku świetlnego powstawała z naładowanego do kilkuset woltów kondensatora, z którego było zasilane uzwojenie transformatora impulsowego. Transformator impulsowy o przekładni podwyższającej 1:40 indukował impuls zapiętony o napięciu kilkunastu kilowoltów powodując jonizację gazu w lampie.

### Fotografia cyfrowa

Z końcem XX wieku rozwinęła się fotografia cyfrowa utrwalająca obraz w postaci cyfrowej. Fotografia cyfrowa skutecznie wyparła fotografię tradycyjną pracującą na bazie chemicznych materiałów światłoczułych, zwaną też niezbyt poprawnie analogową. W fotografii cyfrowej utrwalenie obrazu odbywa się poprzez pomiar jasności poszczególnych pikseli matrycy, na którą pada światło poprzez obiektyw. Charakterystyczne w tej technice jest to, że każde zdjęcie posiada dokładnie określoną rozdzielczość obrazu wyrażoną w pikselach, podczas gdy w fotografii tradycyjnej rozdzielczość była określana wielkością kryształów srebra metalicznego błony światłoczułej. W obu technologiach występuje efekt ziarna lub szumów, rosnącego wraz ze zwiększaniem czułości sensora lub filmu. W przypadku matrycy, wynika to z większego wzmocnienia sygnału, które to wzmocnienie wpływa także na szumy.

Podstawową częścią aparatu cyfrowego jest matryca światłoczuła. W aparatach cyfrowych występują dwa rodzaje przetworników optycznych: matryca CCD oraz matryca CMOS. Matryca CCD została wynaleziona w 1969 roku przez Willarda Boyle i George'a E. Smith w Bell Telephone Laboratories. Obwody CMOS wynaleziono w 1963 roku przez Franka Wanlassa z firmy Fairchild Semiconductor doczekały się swego rozwoju z początkiem nowego XXI wieku. W matrycach CMOS jak też CCD światło padające na kryształ krzemu tworzący piksele, w których generowane są ładunki elektryczne.

Za pierwszy prototyp aparatu cyfrowego uważa się konstrukcję opracowaną w 1975 roku przez Stevena Sassona z Eastman Kodak Company. Prototyp ważył 3,6 kg posiadał matrycę CCD o rozdzielczości 0,01Mp, a obraz zapisywany był na magnetycznej kasecie magnetofonowej. Czas zapisu zdjęcia wynosił 23 sekundy a na kasecie mieściło się około 30 zdjęć. W 1981 roku Sony opracowało lustrzankę elektroniczną z matrycą CCD o roz-

dzielczości 0,3 Mp i wymienną optyką. Pierwsza matryca światłoczuła o rozdzielczości 1 megapiksela została zastosowana w aparacie fotograficznym przez firmę Kodak w 1986 roku.

Od 1991 roku zaczęły pojawiać się coraz to doskonalsze rozwiązania w wyścigu tym brały udział między innymi takie firmy jak: Kodak, Sony, Yashika, Canon, Nikon, Penta, Hitachi, Minolta, Fujifilm.



Rys.3. Aparat fotograficzny Zorki 4



Rys. 4. Aparat fotograficzny Canon EOS 500 N 1

### Literatura

- [1] Baatz W.: Geschichte der Fotografie. Dumont Literatur und Kunst Verlag, 2002.
- [2] Cyprian T.: Fotografia. Technika i technologia. WNT Warszawa 1963.
- [3] Johnson W., Rice M., Williams C.: Historia fotografii od 1839 roku do dziś.
- [4] Kronika techniki. Wydawnictwo Kronika. Warszawa 1992.
- [5] Von Brauchitsch Boris.: Mała Historia Fotografii. Wydawnictwo Cyklady 2004.

### Od Redakcji

Artykuł wpłynął do Redakcji w dniu 7 marca 2012 roku

