

Vladimír Novák

O fotografii v přirozených barvách

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 32 (1903), No. 2, 161--184

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/108968>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1903

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

O fotografii v přirozených barvách.

Napsal

Dr. Vladimír Novák,
professor české techniky v Brně.

Obrázek utvořený objektivem na matné desce fotografického aparátu podobá se v mnohém obrázku, který povstává na sítnici oka lidského a který jest příčinou zrakového dojmu. Zachycujeme-li onen obrázek citlivou deskou fotografickou, vzniká z něho při obyčejné fotografii obrázek v konturách shodný ale ochuzený o bohatost barev a odstínů barevných, jež původnímu zjevu na matné desce dodávaly neobyčejné živosti a plasticity. Obyčejná fotografie liší se od onoho obrázku na matné desce aparátu fotografického jako obyčejná jednobarevná reprodukce olejové malby, která věrně vystihla předmět zobrazený nejen formou, správným rozdělením světla a stínu, ale i přirozeným nápodoběním barev.

Od kresby tužkou nebo perem postupuje umění výše, užívá více rozmanitých barviv a nesmírného počtu jich směsí, fotografie pak, která chce býti nejen průvodkyní umění, ale jež často volbou a sestavením předmětů zobrazovaných chce názvu umění si zasloužiti, přirozeně postupuje od obyčejných otisků jednobarevných k reprodukcím v barvách přirozených.

Zachytiti a uchovati obrázek objektivem kamery fotografické povstalý, a to nejen v konturách a rozdělení světelném, ale i se všemi odstíny barev, jest problémem tak starým jako fotografie vůbec; některé výsledky fotografie v barvách dokonce získány dávno před známým objevem Daguerrovým, uveřejněným r. 1839.

Není úkolem těchto řádků líčiti historický vývoj rozmanitých method, kterými úloha fotografie v přirozených barvách

byla řešena, ale spíše poukázati z jednotného stanoviska na výsledky, kterých dosaženo v tomto zajímavém odvětví fotografie, které v umělecké reprodukci má tak dalekosáhlý, praktický význam. Přehled method, z nichž podrobněji vylíčeny budou pouze ty, jež dosáhly výsledků velmi uspokojivých, mimo to ukáže čtenáři, jak rozmanité praktické i theoretické zkušenosti a fakta z oboru optiky přispěly k řešení problému, jehož nesnáze charakterisoval před dvěma desetiletími znamenitý odborník ve fotografické praxi *D. v. Monkhoven*¹⁾ výrokem, dle něhož řešení problému fotografie barevné stejně jest nesmyslným jako řešení perpetua mobile.

Methody fotografie v přirozených barvách rozdělit lze na *přímé* a *nepřímé*. Při prvním způsobu vzniká processy fotografickými na desce, vložené na místo obrázku v apparatu fotografickém, *přímo* positiv, t. j. obrázek, který shoduje se v konturách, rozdělení stínovém a v barvách s obrázkem pozorovaným na matné desce fotografické komory. Methody *nepřímé* užívají negativu jako fotografie obyčejná a dosahují barevnosti skládáním barev ze tří barevných tonů základních.

I.

Přímé methody rozdělit lze dle způsobu, kterým se barvy reprodukují. Citlivé vrstvy, na nichž barevný obrázek vzniká, buďto tak jsou upraveny, že energie světelná, vrstvou *absorbovaná*, spotřebuje se na zvláštní přeměnu citlivé látky, zjevnou v reprodukci barev, nebo vznikají barvy *interferencí*, podobně jako při odrazu světla na tenkých vrstvách.

1. Začátky vedoucí k methodám prvního druhu hledati dlužno již v primitivních oněch pokusech, které počátkem století devatenáctého konal Jenský professor *Seebeck*.²⁾ Seebeck pokryl papír vrstvou chloridu stříbrnatého (koupáním v roztoku kuchyňské soli a na to ponecháním papíru na hladině roztoku dusičnanu stříbrnatého) a zachytil na papír ještě vlhký sluneční

¹⁾ D. v. Monkhoven „*Traité Général de Photographie*“. Paris. 1880. pag. 307.

²⁾ Objevy Seebeckovy uveřejněny jsou v „*Goethe's Farbenlehre*.“ — Sv. II., pag. 716.

spektrum. Většina barev reprodukovala se tímto způsobem velmi dobře, ač při nestejných exposicích. K pokusům se hodil též chlorid, na který již světlo denní účinkovalo a který měl barvu šedou. Změna původní barvy chloridu nastala i mimo spektrum v části infračervené a ultrafialové. Pokusy Seebeckovy upadly však brzy v zapomenutí, reprodukce spekter měnily záhy barvu a na denním světle brzy vše přecházelo v jeden neutrálný ton. Teprve vynález Daguerrov, první zdařilá a fixovaná obrázka na deskách stříbrných, podnítily vynalézavost vrstevníků. K pokusům Seebeckovým vrátil se *John Herschel* r. 1841 a zdokonalil metodu původní. Herschel připravoval papír pro fotografii spektra střídavým namáčením do roztoku dusičnanu stříbrnatého a do roztoku salmiaku, což několikrát bylo opakováno. — Zajímavo jest, že obrázky spekter, které po několika dnech vybledly, nabyly ve tmě zase původních živých barev.

Papír preparovaný bromidem stříbrnatým poskytl podobných výsledků jako papír chlorostříbrnatý, papír jodostříbrnatý ukázal při reprodukci spektra barvy *doplňkové*. Metodu Seebeck-Herschelovu zdokonalil r. 1865 *Poitevin*³⁾ ve dvojnásobném směru.

Připravil jednak papír mnohem citlivější než pozorovatelé dřívější a fixoval obrázky alespoň na určitou dobu. Papír položen zprvu na hladinu 10% roztoku kychyňské soli a když nasákl roztokem, osušen. Pak opakován též process s 8% roztokem dusičnanu stříbrnatého. Papír na to důkladně opírán vodou, k níž později přidáno roztoku chloridu cínatého, okyseleného několika kapkami kyseliny solné. Při tom osvětlen papír rozptýleným světlem denním, aby zavedena byla redukce chloridu stříbrnatého. Přítomností soli cínaté urychlena tato redukce a papír po několika minutách nabýval barvy tmavofialové, téměř černé.

Takto připravený a osušený papír vydrží beze změny po delší dobu; k fotochromii nutno jej učiniti citlivým. Sensibilizator skládá se z jedné části koncentrovaného roztoku dvojchromanu draselnatého a ze dvou částí koncentrovaného roztoku síranu měďnatého. K exposici, která při kopii barevných obrázků na skle, propuštěným slunečním světlem, trvala 5 až 15 minut,

³⁾ Poitevin „Compt. Rend.“ 61, pg. 1111, 1865.

hodí se nejlépe papíry ještě vlhké. Aby odstraněn byl vliv paprsků ultrafialových, filtrováno světlo roztokem síranu chininového. Fixování obrázků záleželo pouze ve vyprání sensibilatoru a v důkladném vysušení papíru.

Nelze uváděti všechny ostatní, rozmanitě modifikované metody fotochromie společného základu — důležitější jest otázka po tomto základu, jinými slovy otázka výkladu povstávání barev na chloridu resp. subchloridu stříbrnatém, pouhým účinkem světla. Vysvětlení toto bylo umožněno znamenitými pracemi, jež o sloučeninách stříbrnatých, zejména o haloidech stříbra provedl *Carey Lea*.⁴⁾ *Carey Lea* ukázal, že barevné látky, které povstávají při osvětlení chloridu stříbrnatého barevným světlem, lze i po tmě připravit prostředky chemickými. Barevné ony látky jsou prý sloučeniny chloridů a protochloridů stříbra. Dopadá-li červené světlo na červený protochlorid, tu se tato látka nemění, poněvadž červené světlo odráží a přeměna podmíněna jest světelnou absorpcí. Na tomto základě vypracoval *Otto Wiener*⁵⁾ *theorii tělesných barev*, t. j. barev, které vznikají absorpcí světla. Představme si tři takové látky, jež by odrážely trojí druh světla, na př. světlo barvy červené, žlutozelené a modré tak, aby z těchto barev složiti se daly všechny barvy ostatní.⁶⁾ Tyto látky jsou trvalými po tmě nebo při světle té barvy, kterou ta která látka nejsnáze odráží. Všechny látky zmíněné vznikají z jedné látky tmavé působením světla. Dopadá-li na tuto původní látku světlo určité barvy, na př. modré, rozkládá se absorpcí původní látka, tvoří se sloučeniny různobarevné; z těch všech trvalé existence schopna jest jen látka modrá, ostatní absorbují modré paprsky a pozměňují se na látku bílou. Dopadá-li na původní látku světlo složené ze dvou nebo ze všech tří druhů základních, povstane rozklad podobný a tělesné barvy výsledných látek odpovídají příslušnému osvětlení.

Theoretické vývody *Wienerovy* potvrzeny byly pozdějšími

⁴⁾ *Carey Lea* „On red and purple chloride, bromide and iodide of silver; on heliochromy and on the latent photographic image.“ *American Journ. of Science*. 33. pag. 349. 1887.

⁵⁾ *Otto Wiener* „*Wiedem. Ann.*“ 55. pg. 225. 1895.

⁶⁾ O skládání barev, viz tento časopis XXI. pg. 145 a 233. 1902.

pracemi praktickými, které provedli *Vallot*, *Worel* a zejména *R. Neuhauss*.⁷⁾

Místo osvětlených chloridů stříbra navrženo užívati citlivých barviv, které by podmínky fixace spíše připustily. *Neuhauss* prozkoumal 30 rozmanitých barviv a našel, že vůči světlu zvláště citlivými jsou červeně chinolinová, erythrosin, floxin, eosin, uranin, žlut thiazolová, cyanin a violet krystallová. Příprava citlivého papíru záleží především v namočení do alkoholického roztoku chlorofyllu; po oschnutí vkládán papír do směsi barviv, na př. do směsi erythrosinu, uraninu a modři methylenové.

Místo papíru lze též pro tento způsob přímé fotochromie upravit želatínové desky na skle mléčném. Želatina se nasýtí kyslíčkem vodičným a pak se teprve přidají barviva v roztocích koncentrovaných (erythrosin, uranin, methylenová modř a chlorofyll). Směs se nanese na desky mléčného skla a suší se mírným zahříváním. Na to se desky potáhnou kollodiem, které modř methylenovou rozpouští a tím reprodukci modrých barev zlepšit.

Při slunečním světle trvá expozice barevného diapositivu jen asi 5 minut, obrázek v kameře fotografické při plném otvoru světlého objektivu a v přímém osvětlení slunečním, vyžadoval by expozice as 2—3 hodin.

Expozice se zkrátí pokrytím desky citlivé průhlednou deskou skleněnou. Zdá se, že k zbělení barviv, jež příslušné paprsky absorbovaly, přispívá vyvíjející se kyslík, který při pokrytí desky nemůže tak snadno prchat.

Částečná fixace obrázku hotového nastane oddálením krycího skla, důkladnější fixace provádí se koupáním obrázku v roztoku soli měďnaté a v důkladném vyprání.

Možnost fixace tělesných barev naznačili *Wiener*⁸⁾ a *Otto Witt*⁹⁾. *Wiener* navrhuje sestavení vrstvy fotografické tím způsobem, aby citlivost její záležela v přidání látek, které by bylo lze z hotového obrázku vyprati.

⁷⁾ R. Neuhauss „Direkte Farbenphotographie durch Körperfarben.“ *Photographische Rundschau* 1902. pg. 1.

⁸⁾ Wiener „*Wiedem. Annal.*“ 55. pg. 225. 1895.

⁹⁾ Witt „*Prometheus*“ pg. 625. a 641. 1894.

Witt poukázal pak na způsob, kterého se v barvířství užívá k uchování barvy látek, barvených barvivem, jež na světle bledne. Barviva taková se chrání před účinkem světla impregnací v roztoku solí měďnatých, které dle *Witta* energii světelnou absorbují a tím barvivo chrání.

Wiener uvádí za doklady vznikání tělesných barev, změny v barvách povrchu různých živočichů, zvláště pak pozorování *Poultonova*, vykonaná na četných pupách a housenkách, které změnily barvu svou dle povahy světla, jež na ně dopadalo.

2. Zdánlivě ze stejných začátků vyšly nové metody přímé fotochromie, o nichž nyní dokázáno jest, že nezáleží na absorpci světelné energie ale na interferenci světla. V letech 1849—1855 uveřejnil *Edmond Becquerel*¹⁰⁾ řadu důkladných experimentálních studií o fotochromii, zejména o fotochromii spektra na desky, opatřené citlivou vrstvou chloridu stříbrnatého. Vrstva chloridu připravena na *leštěné desce stříbrné* (nebo postříbřené) a to elektrolyticky.

Desky vrstvou chloridu pokryté byly před expozicí zahřáty a difusním světlem mírně osvětleny. Metodu *Becquerelovu* zdokonalil *Niepce de St. Victor*,¹¹⁾ synovec slavného *Nicéphora Niepce-a*, spolupracovníka *Daguerrova*.

Deska stříbrná nebo postříbřená chloruje se v roztoku chlornatanu sodnatého (spec. hmoty 1·045 při 15°), k němuž přidáno alkoholického roztoku sody (0·5⁰/₀). Lázeň se zahřeje na 75° C a deska stříbrná rychle se do ní potopí. Jakmile na povrchu zčerná, vyjme se ven, opláchne vodou a když oschla, pokryje se vrstvou chloridu olovnatého smíšeného s dextrinem.

Při kopírování přímém osvětlí se pak deska slunečním světlem skrze kopírovaný obrázek asi 10 minut — originál se sejme a deska se zahřeje. Po tom se opakuje expozice, jakož i nové zahřátí, které má úkol částečné fixace.

Metoda *Becquerelova* i *Niepce-ova* nedávaly obrázků trvalých; zdokonalení její nastalo teprvé, když poznána vlastní

¹⁰⁾ Ed. Becquerel „*Annales de Chimie et de Physique*“. Sv. 22, 25, 42.

¹¹⁾ *Niepce de St. Victor* předložil své práce (6 pojednání) v letech 1851—66 pařížské akademii.

podstata tvoření se barevných obrázků na vrstvě, již pokryta byla leštěná deska stříbrná.

Náležitý a správný rozbor uvedených method podařil se znamenitému badateli na poli fotochromie *Wilémovi Zenkerovi*¹²⁾, jenž vystihl rozdíl mezi methodami Seebeckovou a Becquerelovou a naznačil tak cestu, vedoucí k správnému řešení obtížného problému. Zenker vysvětluje přímou reprodukci barev na citlivé vrstvě, jež pokrývá hlazenou desku stříbrnou, interferencí světla. Světlo dopadající na citlivou vrstvu vniká do ní a odráží se od desky stříbrné, interferencí světla dopadajícího a odraženého povstanou ve vrstvě *stojaté vlny* světelné, jichž účinek ve vrstvě jeví se ovšem nejvíce na místech největšího výchvěje — v uzlových plochách jest účinek tento nullový.

Theoretické úvahy Zenkerovy stkvěle byly potvrzeny experimentálními pracemi Wienerovými a Neuhaussovými. *Wiener*¹³⁾ připravil na povrchu skleněných desek vrstvičky chlorostříbrnatého kollodia, jichž tloušťka byla pouze $\frac{1}{20}$ až $\frac{1}{40}$ délky světelné vlny natriové, tedy asi 30—15 miliontin millimetru.

Byla-li k takovéto vrstvě zrcadlicí plocha mírně skloněna, povstaly ve vrstvě stojaté vlny, patrné při vyvolání rovnoběžnými pruhy na desce. Neuhaussovi podařilo se připravití příčné průřezy hotových obrázků barevných a fotografovati je při lineárném zvětšení 1 : 4000.

Na mikrofotogramech takto zhotovených patrné bylo rozdělení původní vrstvy na elementární vrstvičky, jichž vzdálenost skutečně shodovala se s poloviční délkou příslušné vlny světelné. Toto pozorování Neuhaussovo a uvedené práce Wienerovy jsou *přímým důkazem interferenční povahy* zmíněných method fotochromických, které v posledních letech nabyly přičiněním *G. Lippmanna* a *Neuhausse* té dokonalosti, že lze právem přisvědčiti výroku, kterým Lippmann doprovodil demonstrace četných fotochromií dle interferenční metody své pro-

¹²⁾ W. Zenker „Lehrbuch der Photochromie.“ 1. vyd. r. 1868. Nové vydání, životopisem spisovatelovým doplněné a dalším vývojem fotochromie na základě objevů Zenkerových doplněné vydal prof. B. Schwalbe (Brunšvík, 1900).

¹³⁾ Wiener „Wied. Annal.“ 40. pg. 203. (1890).

vedených při příležitosti výstavy pařížské r. 1900 a jenž vyzněl oprávněnými slovy: „Problém jest rozluštěn“.

Základními podmínkami metody Lippmannovy¹⁴⁾ jest citlivá *vrstva spojitého* ústředí a *plocha dokonale světlo odrážející*. Obyčejná emulze želatinová nehodí se pro tento způsob fotografie, poněvadž zrno suspendovaného bromidu stříbrnatého jest příliš veliké proti délce vln světelných. V dalším uvedené předpisy o přípravě vhodné emulze a pod. vzaty jsou z prací Neuhaussových,¹⁵⁾ který podle metody Lippmannovy provedl velmi četné obrázky předmětů barevných. Podstatou emulze pro fotochromie spektrální dle Lippmanna jest bílek.

Bílek ze tří vajec smísí se se 2 cm^3 desetiprocentního roztoku bromidu draselnatého a se 2 cm^3 amoniaku, jehož spec. hmota jest 0.96.

Dřevěnou, dosud k ničemu jinému nepoužitou měchačkou, kvědlá se tato směs tak dlouho, až promění se v hustý sníh, z něhož při převrácení nádoby nestéká ani kapka kapaliny. Z tohoto „sněhu“ ustojí se bílek jako nažloutlá tekutina, která se čistým plátnem, a to pod tlakem zfiltruje.

K filtraci hodí se válec skleněný, jenž na jednom konci opatřen jest dvojitou vrstvou plátna, na druhém konci pak zátkou kaučukovou, kterou protažena jest trubička skleněná. Měchem nebo jiným zařízením vhání se do vnitř válce, bílkovou tekutinou naplněného, tolik vzduchu, aby filtrace dělá se rychle. Filtrat se ostaví na 2—3 týdny, čímž se úplně vyčistí a vyjasní. Touto tekutinou polévají se pak desky skleněné.

Desky co možná čistého zrcadlového skla omyjí se zprvu řádně teplou vodou, vloží se na 24 hodin do 50^o/_o kyseliny dusičné, opláchnou vodou a dokonale osuší.

Před poléváním omyjí se čistým alkoholem a trou se jemným plátnem až nabudou lesku. Aby při poslední této proceduře nížádná nečistota na povrch desky nepřišla, obleče experimentátor k poslednímu čistění čisté rukavice.

¹⁴⁾ Popis této metody velmi důkladný viz ve Valentově „Die Photographie in natürlichen Farben“ Halle, 1894, nebo ve výtečné knížce: A. Berget „La photographie des couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippmann (Paris, Gauthier-Villars, 1901.)

¹⁵⁾ Neuhaus „Photographische Rundschau“ 9. a 10. ročník 1897—98.

Na desku 9×12 cm nalije se asi 2 cm^3 bílkové kapaliny deska se nahybá na všechny strany, aby se všude pokryla, pak postaví se svisle, aby zbytečná tekutina přes jeden roh přetekla. Aby vrstva nebyla nestejná, připevní se deska horizontálně na centrifugální stroj, kde se otáčením mírnou rychlostí dosáhne stejnoměrného rozdělení. Uschnouti musí deska v prostoroře prachu úplně prosté.

Dohotovení emulze provede se při jasném červeném světle v tmavé komoře. Lázeň stříbrnatá má toto složení:

- 100 cm^3 vody,
- 10 g dusičnanu stříbrnatého,
- 10 cm^3 kyseliny octové (ledové).

Desky v tomto roztoku omočené, operou se v tekoucí vodě (10 minut) a vloží se do sensibilátorů barevných. Pro paprsky červené a oranžové sensibilují se desky v roztoku (po tři minuty)

- 200 cm^3 vody,
 - 1 cm^3 alkoholického roztoku cyaninu (1 : 500),
- pro paprsky žluté a zelené v roztoku (po 3 minuty)
- 200 cm^3 vody,
 - 1 cm^3 alkohol. roztoku erythrosinu (1 : 500).

Zbytečná tekutina na povrchu tkvící, odstraní se na centrifugálním stroji, prudkým otáčením; deska postaví se k oschnutí do tmy. Takto připravené desky nutno v době 10 dnů vypotřebovati, neboť delší dobou se emulze zkazí.

Druhé podmínky — dokonalé reflexe, dosáhne se odrazem na *rtuti*. Kassetta pro desku citlivou jest tak upravena, aby vložení desky povstala nádobka s rovnoběžnými stěnami, z nichž jedna tvořena jest deskou, jejíž citlivá vrstva dovnitř nádoby jest obrácena. Ve dně kassetty jest otvor, i lze pomocí spojitě nádoby nádobku v kasettě naplniti čistou, čerstvě filtrovanou rtutí. Povrch rtuti přiléhá tudíž těsně k emulsi a tvoří tak dokonale zrcadlicí plochu. Při exposici dopadají ovšem paprsky na emulsi sklem desky i nutno při zastavování aparátu obrátiti matnou desku (těže tloušťky jakou mají desky) matnou stranou od objektivu.

Exposice jest asi 10.000krát větší než při obyčejných deskách bromo-stříbrnatých; k vyvolávání, před nímž se s povrchu

desky setře rtuť měkkou koží, hodí se zejména vývojka pyrogallolová. Deska asi 15—20 minut vyvolávaná fixuje se v kyselé lázni fixační, opere se v tekoucí vodě a usuší rychle pomocí alkoholu a centrifugálního stroje.

Přirozené barvy na hotovém obrázku se objeví, pozorujeme-li jej se strany ve světle odraženém, nebo promítáme-li jej pomocí megaskopu (přístroje ku promítání neprůhledných předmětů).

Desky s emulzí bílkovou hodí se velmi dobře k reprodukci čistých barev spektrálních. Při fotografii barevných předmětů, kde jest barev *syťých*¹⁶⁾ velmi málo, vhodnější jest emulse *želatínová*. Pokusy Neuhaussovy ukázaly, že se hodí jen určitý druh želatiny.

Interferenční povaha obrázků Lipmannových zjevna jest velmi patrně z tohoto pokusu. Promítneme-li megaskopem Lippmannovu fotochromii spektra a dechneme-li na obrázek, změní se barvy spektrální, tak jak to odpovídá větší vzdálenosti elementárních vrstviček zvlhnutím želatiny se rozstoupivších. Mírným zahřátím obrázku barvy se zase vrátí.

O. Wiener¹⁷⁾ upozornil na důležitou vadu fotochromií Lippmannových a zároveň udal způsob, jak snadno lze se jí sprostít. Obrázky Lippmannovy ukazují často barvy poněkud pozměněné, nepřirozené; úkaz tento vysvětlí se snadno, uvážíme-li, že mezi vlnou světelnou, odraženou od první elementární vrstvy a mezi světlem odraženým od povrchu emulse, nastává difference ve fázi. Odstraněním odrazu od povrchu — ponořením obrázku do kapaliny silně lomivé (na př. benzolu), nebo pokrytím obrázku filmem kolloidovým, jímž dráhová difference obou zmíněných paprsků značně vzroste, odstraní se zároveň uvedená nedokonalost v reprodukci barev.

II.

Uvedené přímé metody fotochromie mají některé vady, které brání jim stále naléztí širší kruh pěstitelů, vzdalující je

¹⁶⁾ Viz citovaný článek v tomto časopisu r. XXXI. pg. 153.

¹⁷⁾ O. Wiener „Ursache und Beseitigung eines Fehlers bei der Lippmannschen Farbenphotographie, zugleich ein Beitrag zu ihrer Theorie“, Wiedem. Annal. 69. pg. 488. 1899.

daleko od skrovných pracoven fotografů-amaterů. Jako při daguerrotypii, tak také při způsobu Lippmannově vyžaduje každý obrázek nové expozice původní; rozmnožování barevných obrázků, tak jednoduché při fotografii obyčejné, není tu možné. Methoda „tělesných barev“ Neuhaussem zdokonalená, zdá se býti schopnou takové modifikace, tak že by z obrázků původních reprodukce hotovily se pouhým kopírováním. Nepřímé metody fotografie v barvách přirozených nemají uvedené vady, poněvadž všechny vycházejí od processu negativního, a z negativů může býti zhotoven jakýkoliv počet barevných pozitivů.

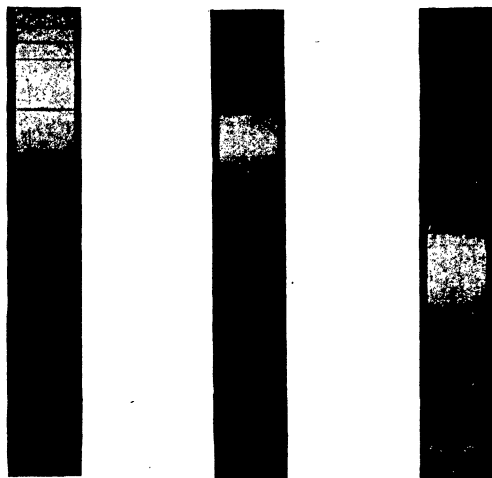
Základ method nepřímých, jak z počátku byl uveden, spočívá ve faktu, dle něhož lze všech barev docíliti shládáním tří barev základních. Toto skládání může se díti současnou superposicí barevných světél, *sčítáním* barev, nebo též *ubíráním* určitých barev ze světla bílého — absorpcí, *odčítáním*. Dle dvou těchto způsobů ve článku „O skládání barev“¹⁸⁾ náležitě objasněných, lze nepřímé metody „trojbarevné“ fotografie rozdělití v metody *additivní* a *subtraktivní*.

1. Z additivních method trojbarevné fotochromie nejjednodušší jest methoda *Ives-ova*. Barevný předmět fotografuje se třikráte; poprvé filtrují se paprsky, do komory fotografické vstupující, červeným sklem, při druhé fotografii sklem žlutozeleným a po třetí sklem modrofialovým. Desky negativů takto vznikajících musí býti ovšem pro příslušný druh světla sensibilovány. Z negativů zhotoví se kontaktem 3 obyčejné diapositivity. Jak by tři tyto diapositivity vypadly při fotografii spektra, ukazuje obr. 1.

Diapositiv první, utvořený kontaktem z negativu prvního (filtr červený) jest průhledný v červené části spektra, diapositiv druhý z negativu povstalého filtrem žlutozeleným jest průhledný v části žlutozelené a konečně diapositiv třetí průhledný jest v části modré a fialové. Aby diapositiv první objevil se tak jako obrázek spektra na matné desce fotografického aparátu při expozici první, nutno jej pozorovati filtrem červeným; podobně nutno pozorovati diapositiv druhý filtrem žlutozeleným a třetí modrofialovým. Diapositivity a příslušné filtry lze však uspořádati tak

¹⁸⁾ Tento Časopis r. XXXI. pg. 240.

aby oko vidělo všechny obrázky na jednom místě. Postačí k tomu buďto jednoduché subjektivní zařízení zrcadlové¹⁹⁾ nebo objektivní projekce všech tří diapositivů příslušnými filtry osvětlených třemi objektivy na totéž místo bílé stěny projekční. Černé pozadí u všech tří diapositivů (viz obr. 1.) způsobí nedostatek jakéhokoliv osvětlení třemi filtry, tudíž též černě zbarvené pozadí výsledného obrázku. Kdyby bylo pozadí bílé, propustí každý filtr příslušné paprsky a tyto sečtením dají barvu bílou. Čtenář



Obr. 1.

si snadno na základě jednoduchého tohoto případu vyloží složitý případ fotografie předmětu libovolně zbarveného.

Nevýhoda vyložené metody Ivesovy záleží v tom, že obrázek v přirozených barvách spatřuje se ne přímo, ale zvláštním přístrojem, jenž při objektivní projekci jest velice nákladným.

Jolly nahradil trojí expozici metody Ivesovy expozicí jedinou, tak že všechny tři negativy vznikly na jediné desce. Před fotografickou desku, citlivou co možná pro všechny

¹⁹⁾ Zařízení takové sestrojil *K. Zink* v Gotě.

druhy světla,²⁰⁾ umístí se deska skleněná, zvláštní mřížkou opatřená. Tato mřížka sestává z uzounkých proužků (0·1 mm) barevných, na želatině provedených. Barvy proužků jsou tři základní barvy a střídají se stále v témž pořádku. Positiv obyčejným způsobem z předešlého negativu zhotovený, odpovídá do jisté míry třem positivům metody Ivesovy. Pozorujeme-li jej mřížkou, jejíž zbarvené proužky přesně se kryjí s příslušnými proužky positivu, vidíme obrázek v přirozených barvách, pokud ovšem deska negativu dostatečně jest sensibilována na ty druhy světelné, jež proužky mřížky se propouští a pokud lze jedinou resp. dvojí expozicí (částečně s žlutým filtrem, částečně bez něho) patričné tři expozice nahraditi.

Methoda Jollyho jest proti předešlé velmi jednoduchou, vadou její jest rozdělení obrázku rovnoběžnými přímkami, tak že přirozeného vzhledu nabývá obrázek jen tehdy, pozorujeme-li jej z větší vzdálenosti; nemilou okolností jest dále potřeba drahé mřížky²¹⁾ pro každý jednotlivý positiv.

Zajímavou metodu trojbarevné fotografie na základě additivního skládání barev sestavil R. W. Wood.²²⁾ Wood dosahuje tří základních barev *ohybem světla třemi různými mřížkami*.

Před štěrbinu, kterou vycházejí rovnoběžné paprsky bílého světla, postavme tři mřížky v téže rovině nad sebou umístěné, tak že světlo jdoucí nejhořejší třetinou štěrbinu zasáhne mřížku s největším počtem vrypů (na délce 1 cm); světlo procházející druhou třetinou štěrbinu, dopadne na mřížku druhou o menším počtu vrypů, a konečně světlo dolejší třetinou štěrbinu procházející zasáhne mřížku o nejmenším počtu vrypů. Při daném uspořádání utvoří se vedle tří bílých, pod sebou umístěných obrázků štěrbinu tři spektra prvního řádu různě od středního bílého obrazu štěrbinu vzdálená. (Viz obr. 2.)²³⁾

²⁰⁾ K utlumení značné citlivosti emulze pro paprsky modré nutno větší část expozice provésti žlutým filtrem.

²¹⁾ Dle ceníku Dra Hesekeiela (v Berlíně) stojí jedna mřížka rozměru obyčejného diapositivu 16 Mk.

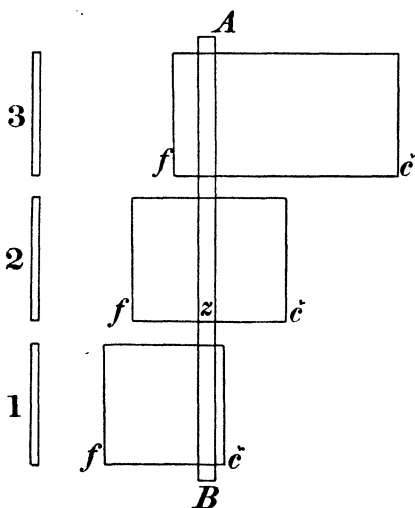
²²⁾ „Die Photographie in natürlichen Farben mit dem Beugungsgitter“. Photograph. Mittheil. 37. pg 119 a 133. 1900.

²³⁾ Pro jednoduchost jsou v obr. 2. kreslena spektra jen na jednu stranu, mimo to spektra vyšších řádů jsou vynechána. Na obrazci omylem převráceno označení 1. a 3.

Woodovy mřížky měly na délce angl. palce 2750, 2400 a 2000 vrypů. (Na 1 *cm* připadá 1100, 960 a 800 vrypů.) Při kolmé incidenci jest sinus úchylky (deviace) úměrný délce vlny, při malé úchylce možno deviaci měřiti vzdáleností té které barvy od středního, bílého obrazu štěrbiny. Je-li tato vzdálenost pro mřížku s největším počtem vrypů (1100 na *cm*) pro modré paprsky a , jest dle hořejšího

$$l_1 \cdot a = \lambda_1,$$

kde l_1 značí společnou šířku vrypu a místa mezi dvěma vrypy



Obr. 2.

na mřížce první, a λ_1 délku vlny světelné pro paprsky modré. Pro prvou mřížku jest tudíž

$$a = \lambda_1 \cdot 1100.$$

Téže deviaci a odpovídá ve spektru druhé mřížky (960 vrypů na 1 *cm*) barva určená délkou světelné vlny λ_2 ze vzorce

$$a = \lambda_2 \cdot 960$$

a ve spektru třetí mřížky, barva určená délkou světelné vlny λ_3 ze vzorce

$$a = \lambda_3 800.$$

Střední délka vlny v cyanově modré části spektra jest okrouhle 470 $\mu\mu$; odtud vychází

$$\lambda_2 = \frac{470 \cdot 1100}{960} \doteq 540 \mu\mu$$

a

$$\lambda_3 = \frac{470 \cdot 1100}{800} \doteq 650 \mu\mu.$$

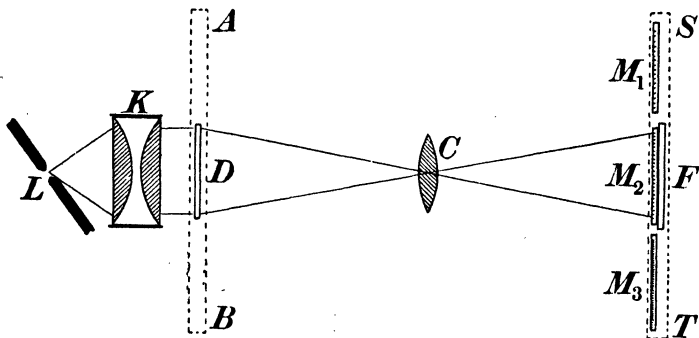
Odpovídá tudíž ve druhém spektru téže deviaci a barva žlutozelená, a ve spektru třetím barva červená.

Učiníme-li ve stínítku výřez AB ve vzdálenosti a , uvidí pozorovatel za stínítkem tři ona barevná světla, jež jsou tak zvolena, že dohromady téměř celé spektrum vyčerpávají. Sečtením těchto barev uvidíme barvu bílou. Na tomto základě *Wood* provedl fotochromii způsobem následujícím. Z barevného předmětu zhotoveny tři negativy třemi filtry jako při metodě Ivesově. Barva filtrů přispůsobena ovšem třem barvám základním, daným třemi mřížkami při stejné deviaci a . Kontaktem kopírují se z negativů tři diapositivy. K fotochromiím připraví se dále desky pokryté vrstvou želatiny, která sensibilována byla v roztoku dvojchromanu draselnatého. Kdybychom osvětlili takovouto desku skrze první diapositiv a vyvolali desku teplou vodou, rozpustí se želatina neosvětlená, kdežto osvětlená utvoří vyvýšený relief. V neosvětlených částech, t. j. tam, kde diapositiv je černý (kde červené světlo nedopadalo), bude tedy deska skleněná prosta želatiny, na místech osvětlených, t. j. tam, kde je diapositiv průhledný (kde červené světlo působilo), zůstane na desce vrstva želatiny. Kdyby při této kopii citlivá deska s chromovanou želatinou pokryta byla zároveň mřížkou třetí (o nejmenším počtu vrypů), byl by výsledkem želatinový obrázek, který v místech červenému osvětlení odpovídajících, byl by jemně rýhován, t. j., který by měl na délce 1 *cm* 800 rýh. Místo, abychom však desku s chromovanou želatinou hned vyvolali, kopírujeme na ni ještě ostatní dva diapositivy, při čemž pokrývá se deska příslušnou mřížkou.

Poněvadž ostrá kopie diapositivu skleněnou mřížkou není

pouhým kontaktem možná, nahradí se diapositiv reálným svým obrazem jak to ukazuje obr. 3.

Elektrickou lampou L a kondensorem K osvětlí se diapositiv D , který ve stěně AB zapadne na určité místo. Čočkou C povstane reálný obrázek diapositivu právě na mřížce M , k níž přilehá citlivá deska (s chromov. želatinou) F . Mřížky M (M_1 , M_2 a M_3) posunují se v rámci ST , a střídají se při exposicích s příslušnými diapositivy D (D_1 , D_2 a D_3), které se postupně do stěny AB vždy na totéž místo vkládají. Vyvolaná deska F ukazuje velmi jemně linovaný relief želatinový, který nutno pozorovati následujícím uspořádáním, má-li se obrázek objeviti v barvách přirozených. Ohybová fotografie upevní se na jeden



Obr. 3.

konec tyče, na jehož druhém konci nalézá se deska kovová s kruhovým okénkem, pro oko pozorovatele. Fotografie osvětlí se z větší vzdálenosti světlem z úzké štěrbině vycházejícím²⁴⁾ a postaví se rýhami svými rovnoběžně se štěrbinou. Ačkoliv metoda Woodova vykazuje několik nesnadných zařízení a manipulací, (zejména nesnadný jest souhlas tří oněch kopií na desce F), nelze jí upříti některých předností. Zejména jest důležitou okolností, že hotové obrázky lze *pouhou kopií rozmnožiti*. Na prvý pohled zdá se, že kopií na novou desku chromovanou, vznikne negativ, uvážíme-li však, že při takové kopii nastává zjev ohybový, po-

²⁴⁾ Hodí se k tomu velmi dobře žárová lampička s rovnými vlákny, která se tak orientuje, aby se obě rovnoběžná vlákna kryla.

chopíme, proč každá kopie jest positivem, který zařízením Woodovým pozorován poskytuje obrázek v přirozených barvách.

Metodu Woodovu zjednodušil *Thomas Thorp*,²⁵⁾ který zhotovil tři kopie téže mřížky; tří základních barev a jich skládání docílil vzájemným sklonem mřížek. Kdybychom v pokuse na str. 173 popsaném před štěrbinu lampy položili tři shodné mřížky v jedné rovině nad sebe, vznikla by nad sebou tři stejná spektra. Tak jako stáčením hranolu kolem hrany lámavé nabudeme různé deviace lomených paprsků, tak také stáčením mřížky. Stočíme tedy dvě mřížky proti první tak, aby stejné deviace nabyly tři základní barvy.

2. Oproti předešlým additivním metodám trojbarevné fotografie jsou subtraktivní metody mnohem starší. Již r. 1861 vyslovil *C. Maxwell* myšlenku aplikovati subtraktivní skládání barev pro fotografii v barvách přirozených; r. 1865 baron *Ransomnett*²⁶⁾ navrhoval pak kopírovati 3 negativy na kámen a tisknouti postupně na týž papír pigmentem červeným, žlutým a modrým. Tyto pokusy, jakož i pokusy, jež r. 1869 provedli *Ducos du Hauron* a *Cros*, nedařily se, neboť nebylo do té doby desek zejména na červené světlo citlivých. Teprvé, když r. 1873 *H. W. Vogel* udal základní myšlenku sensibilátorů,²⁷⁾ bylo možno starší pokusy opakovati a zdokonaliti. Poněvadž na těchto metodách založen jest trojbarevný tisk, jímž dosaženo v poslední době reprodukci skutečně uměleckých, uvedu v dalším podrobně alespoň jednu ze subtraktivních těchto metod nepřímých, metodu, kterou jsem sám důkladně prozkoušel a která skutečně dosahuje barev přirozených.

V posledních letech, kdy továrnická výroba ortochromatických desek tak pokročila, že přestaly býti vzácností desky citlivé na světlo červené, zelené atd., snažili se výrobcové a majitelé závodů fotografických přizpůsobiti starší metody trojbarevné fotografii tak, aby obor dříve jen ve fotografických laboratořích a značným nákladem pěstěný stal se pozvolna částí práce amatérovy. Nové tyto metody zavedli mimo jiné hlavně

²⁵⁾ Nature. pg. 580. 1900.

²⁶⁾ Photograph. Correspondenz. pg. 199. 6.

²⁷⁾ Viz čl. „O skládání barev“ tento časopis. XXI. pg. 242.

Lumiere v Paříži, *Sanger a Sheperd* v Londýně a Dr. *Hesekiel* v Berlíně. Jednak dle popisů a posudků v rozmanitých listech, jednak dle vlastní zkušenosti mohou prohlásiti metodu Hesekei-
lovu za nejjednodušší a pokud se týče barevných diapositivů za
nejvěrnější.

Při negativním procesu metody Hesekei-
lovu exponuje se třemi filtry po sobě na desku ortochromatickou, tak že jedno-
tlivé negativy jsou na téže desce vedle sebe. Tři filtry: oranžově-
červený, žlutozelený a modrý jsou v jednom rámečku vedle sebe
upevněny. Barvy filtry propuštěné vyčerpávají celé spektrum.
Kdybychom všechny tři filtry položili na sebe, zabsorbují všechny
paprsky v bílém světle obsažené čili dají barvu černou.

K rámečku filtru přilehne ze zadu kassetta, v níž jest
deska tak veliká jako tři ony filtry dohromady vedle sebe polo-
žené. Kassetta i s příslušnými filtry posunuje se ve zvláštních
sáňkách, které se na místo matné desky k aparátu fotografi-
ckému připevní. V těchto sáňkách jest ovšem otvor tak veliký,
jaká jest velikost jednoho filtru.

Kassetta se v sáňkách zasune s předu tak, aby filtr červený
vyplňoval okénko v sáňkách; pak otevře se zásuvka kassetty,
odkryje se objektiv a exponuje se. Po této expozici posune
se kassetta (i s filtry), tak že zelený filtr vyplní okénko v sáňkách
a exponuje se na druhou třetinu desky filtrem zeleným. Podobně
vykoná se expozice třetí.

Vhodnými deskami pro negativy jsou „Spectrum plates“
vyráběné firmou Cadett a Neel v Ashburne v Anglii, jež proti
odrazu na ploše zadní černým nátěrem jsou chráněny. Vyvolání
(nejlépe metolem), jakož i vkládání do kasset nutno provésti
při úplné tmě, poněvadž desky jsou i na červené světlo citlivy.
Vyvolává-li se normálně exponovaný negativ vývojkou metolovou,
složenou z roztoků

$$\text{I. } \left\{ \begin{array}{l} \text{vody} \dots\dots\dots 1200 \text{ cm}^3 \\ \text{métolu} \dots\dots\dots 20 \text{ g} \\ \text{siřičitanu sodnatého (krystall)} \dots\dots\dots 110 \text{ g} \end{array} \right.$$

a

$$\text{II. } \left\{ \begin{array}{l} \text{vody} \dots\dots\dots 400 \text{ cm}^3 \\ \text{sody kalcinované} \dots\dots\dots 50 \text{ g} \end{array} \right.$$

smíšených v poměru (I) : (II) = 3 : 1, k nimž přidáno na každých 100 cm^3 vývojky 10 kapek 10% roztoku bromidu draselnatého, může se po dvouminutovém vyvolávání (při temp. 14—18° C) deska při červeném světle prohlédnouti a vyvolávání při stlumeném světle červeném (vyzkoušeném) dokončiti. Vyvolávání nutno v době 4 minut dokončiti.

Exposice různými filtry není ovšem stejná, největší jest filtrem červeným. Poměrná expozice jednotlivými filtry nezáleží pouze na intenzitě jich zbarvení a na citlivosti desky pro různé barvy, ale též na povaze zdroje světelného (osvětlení). Vyzkouší se pak nejlépe prakticky fotografií bílého předmětu, na př. bílého papíru smačkaného, aby povstávaly šedé stíny, různé intensity. Správný poměr expozice jest nalezen, když všechny tři negativy v šedých tónech stínech jsou stejně tmavé. Zeleným filtrem exponuje se obyčejně asi 1·5—2krát tak dlouho jako filtrem modrým, filtrem červeným 10—20krát tak dlouho jako filtrem modrým. V atelieru dobře osvětleném (na př. v květnu v 10 hod. dop.) při objektivu $f : 7\cdot5$ při fotografii květin, pestrých papírů a pod. trvala normalní expozice červeným filtrem 6 minut, venku pod širým nebem (pohled na Hradčany) tímž filtrem jen asi 8 sek.

Na dobrém negativu právě tak jako při jiných pracích fotografických, záleží zdar výsledku i jest se vždy přesvědčiti a negativ přísně prohlídce podrobiti, nežli se přikročí k hotovení barevné kopie. Šedá barva předmětu jest nejlepším zkoumadlem pro správnou expozici relativní, absolutně jest expozice správnou, když negativ jest „měkký“ a přece nikoliv bezvýrazný, jsa vypracován do detailu. Negativ musí prost býti „závoje“, všechny tři jeho části musí být stejně ostré — během expozice celkové nesmí se na fotografovaném předmětu nic pohnouti, podobně ovšem ani komorou nesmí býti hnuto mezi jednotlivými expozicemi. Při sáňkovém zařízení Hesekielově lze těmto podmínkám náležitě a snadno vyhověti.

Zjednati si dobrý negativ jest pro metodu trojbarevné fotografie nejdůležitějším, ale poměrně též nejnepohodlnějším její odstavcem. V další práci není obtíží, šetřili-li se přesně daných předpisů.

Na negativu dobře jest v rohu učiniti označení, která

třetina náleží expozici filtrem červeným. Při hotovení diapositivů kopíruje se především tato třetina (negativ první, expozice filtrem červeným) na desku pro diapositivы určenou, nejlépe v tmavé komoře, osvětlením plynovým skrze negativ v rámci kopírovacím. Diapositiv se vyvolá, až všechny detaily zřetelně vystoupí a vloží se na $\frac{1}{4}$ hodiny do tekoucí vody. Pak dáme diapositiv do mísky s 10% roztokem červené krevní soli, kde as v jedné minutě obrázek se z emulze ztratí. Když se pak znovu deska v proudící vodě (as 10 minut) vypere, vloží se do roztoku „minus — červeň“²⁸⁾ zvaného, v němž se obrázek zase objeví. Obrázek se na to rychle opláchne a ponoří do fixační lázně (15% roztok sirnatanu sodnatého), kdež nabude krásné zelenomodré barvy.

Negativ první jest tmavý na místech, jež jsou na předmětu červená, poněvadž při této metodě dosahuje se barev absorpcí, odečtením od světla bílého, nutno zbarviti diapositiv doplňkově, to jest zeleno-modře, tak totiž zůstanou místa na předmětu červená na této první kopii úplně průhledná, místa, kde červené paprsky nepůsobily, jsou na kopii zelenomodrá. Modrý diapositiv se pak vypere v tekoucí vodě (20—30 minut) osuší a po oschnutí lakuje lakem zaponovým (celluloidovým).

Ostatní dva negativы kopírují se na celluloidový film s emulzí bromostříbrnatou, který učiní se citlivým v 2·5% roztoku dvojchromanu draselnatého.

V tomto roztoku koupáme film citlivou vrstvou vzhůru obrácený po 3 minuty, pak pincetou opatrně z roztoku výjmeme a podržíme jedním rohem na ssavém papíře, kterým též kapky roztoku tkvící na celluloidové straně odstraníme. Film se po té pověsí k oschnutí v tmavé suché místnosti, kde nepadá prach. Oschnouti musí v 10 až 12 hodinách, jinak není k potřebě. Před kopíí omyje se film na celluloidové straně vatou neb plátnem omočeným v destill. vodě a vloží se na druhý a třetí negativ do kopírovacího rámu *celluloidovou vrstvou k negativu*. Citlivá vrstva musí býti totiž světlem zasažena ze spoda, na straně, kde přiléhá k celluloidovému podkladu, aby při vyvolávání nesmyla se místa částečně osvětlená. Sensibilování filmů a vkládání do rámu děje se při žlutém světle na př. plynovém;

²⁸⁾ Roztok tento obsahuje bezpochyby citroňan železito-ammonatý.

exposice pak na rozptýleném světle denním. Aby kopie byla ostrá, nasadí se na kopírovací rámec asi 50 *cm* dlouhý plášť hranolový. Normalní negativy kopírují se při dobrém denním světle (bílá oblaka na př.) 5 až 8 minut, dostatečná expozice patrna jest z kontur obrázku, které v hnědém zbarvení pro-
rážejí celluloidovým filmem. Vyvolání při žlutém světle vy-
žaduje pouze teplé vody (as 40°); jest provedeno v několika minutách. Místa neosvětlené želatiny se rozpustí a obrázek vy-
stupuje jako žlutavý relief na průhledném pozadí. Fixací (v 15% roztoku sirnatanu sodnatého) odstraní se bromid stříbrnatý z emulze a želatinový relief úplně průhledný se v tekoucí vodě vypere (15 minut).

Před vyvoláním označí se (ustřižením růžku nebo pod.) film, na němž kopírován negativ prostřední, aby při barvení kopii mýlka se nestala.

Filmy s želatinovými reliefy lze pigmentem snadno barviti, pouhým namočením do barevného roztoku. Pigment se totiž uchytí v místech, odkud vyprán bromid stříbrnatý. Před barvením rozstříhnou se oba filmy od sebe. Film s kopii druhého negativu barví se roztokem „minus-zeleň“²⁹⁾ zvaným. Intensita tohoto zbarvení, které se pohodlně provádí v bílé misce porcelánové, záleží od modrého diapositivu, kterým se řídí vůbec obě druhé barevné kopie. Film může se barviti i když byl oschl, dlužno tu však pozor dáti, aby se při ponoření do roztoku na filmu neuchytily bublinky vzduchové. Barvení trvá 1/2 hodiny, hodinu a více, dle koncentrace roztoku i dle toho, jak mocně má býti film zbarven. Přebarvení se vyrovná vypráním v tekoucí vodě. Po dokončeném barvení opláchně se film destill. vodou, po případě otre se čistou vattou v destill. vodě smočenou. Podobně barví se film s kopii negativu třetího doplňkovou barvou žlutou — roztokem „minus-modř“³⁰⁾ zvaným, k němuž se přidá několik kapek kyseliny octové.

Zkoušku dostatečného zbarvení možno provésti i s mokřými filmy, ačkoliv barvy na nich po oschnutí poněkud se zeslabí. K diapositivu modrému přiložíme červeně barvený film celluloi-

²⁹⁾ Lze jej připravit roztokem červeně „magdala“.

³⁰⁾ Nahraditi jej lze roztokem metanylové žlutí.

dovou vrstvou ke sklu a při krytí kontur sevřeme po straně oba obrázky k sobě podélnou svorkou. Pak se přidrží třetí film blízko zmíněné kombinace, tak aby v průhledu vznikal úplný obrázek. Na místě, kde má být reprodukována šedá barva předmětu, se nejlépe pozná, zda-li některý ton barevný (do modra, červena neb žluta) nepřevládá a zároveň se určí, který film nutno obarvití více nebo méně a pod.

Není-li v obrázku míst šedých, jsou tam snad stíny černé nebo černé kontury a pod. — je-li obrázek v takovýchto místech rezavý, jest nutno červený film zeslabiti, je-li tmavě zelený nutno červený film zesíliti, je-li fialový, opraví se přibarvením filmu žlutého atd.

Když provedené zkoušky, zejména s filmy suchými, dospěly k výsledku úplně uspokojivému, slepí se všechny tři obrázky kanadským balsamem. Aby při tom obrázky na filmech se neporušily, nutno je podobně jako diapositiv modrý též lakovati (lak nesmí rozpouštětí celluloid — nejlépe průhledný nějaký lak rozpustití v benzolu).

Při lepení položí se napřed červený film na modrý diapositiv, a to vrstvou obrázku na emulsi diapositivu, aby se kontury přesně kryly, podélnou svorkou se pak oba obrázky těsně sevrou; film se na to ořízne, aby kraj jeho byl všude asi o 3 mm vzdálen od krajů desky skleněné, pak se položí film žlutý, seříznutý na formát o něco menší filmu červeného, vrstvou zbarvené želatiny na film červený, a když se kontury přesně kryjí, sevrou se oba filmy ku diapositivu. Na jedné straně přilepí se pak dobře klíženým proužkem papíru oba filmy ke sklu a místo to opatří se podélnou svorkou na tak dlouho, až lepidlo úplně zaschne. Zatím ohřejeme mírně kanadský balsám, aby byl teketějším a odchlípnuvše film žlutý a červený, nalejeme něco málo balsámu (kapku as 7—8 mm v průměru) na modrý diapositiv, pustíme pak zvolna červený diapositiv, který pružností svou tiskne se k diapositivu a rozšiřuje pod sebou kapku balsámu. Podobně se slepí oba filmy a konečně na povrch žlutého filmu přilepí se balsamem krycí sklíčko. Slepěný obrázek položí se na rovný 5—6 cm vysoký špalíček (rozměru 10×10 cm), na němž se vedle listu papíru na stranách do výše zahnutého (rozměru 12×12 cm) nalézá čtvereček hladkého kartonu (2 až

třínásobného) rozměrů o 1 *cm* menších nežli jest barevný diapositiv. Obrázek slepený položí se na karton, tak aby obrázek všude stejně přes karton přečníval; na vrch obrázku položí se podobný čtvereček kartonu a špalíček podobný tomu jako jest pod obrázkem. Vše se pak zatíží nejdříve mírně (2—5 *kg*), pak závažím větším (až 10 *kg*) a ponechá se hodinu v klidu. Po té se obrázek z improvizovaného tohoto lisu vyjme a zalepí se obyčejným způsobem. Balsám přebytečný zachytí se na podloženém papíru, tak že špalíčky se při práci neznečistí; čtverečky kartonu dávají se do „lisu“ k tomu, aby krycí sklo nebo i modrý diapositiv tlakem nepraskl na místě, které lepením filmů ke sklu stalo se poněkud silnějším.

Obrázky hotové radno jest ještě delší dobu (alespoň 24 h) mírnému tlaku podrobiti.

Trojbarevné fotochromie touto methodou zhotovené udržují se velmi dobře, obrázky půl druhého roku staré nezměnily svého vzhledu nikterak — a vynikají zvláště pěkně, promítneme-li je silným zdrojem světelným (sluncem nebo elektrickou lampou) na bílou stěnu.

Autor tohoto článku provedl methodou Hesekielovou celou řadu diapositivů, jednak reprodukcí dle obrazů, barevnými initialkami zdobených rukopisů atd., jednak fotografií dle skutečnosti, kdy předmětem bylo ovoce, květiny, motýli, pohledy na Hradčany, na Strakovu akademii v Praze atd., a dosáhl ve všech případech, kdy negativ požadavkům metody vyhověl, fotochromií velice věrných.

Na zkoušku metody fotografována byla též bílá socha sádrová na šedomodrém pozadí a červeném podkladě; šedé stíny na obrázku složené ze tří barev základních reprodukovaly se velice věrně a přirozeně.

Z uvedeného popisu metody Hesekielovy vysvítá, že fotografie v přirozených barvách není již oborem uzavřeným před amatery sedmým zámkem nesnázi a vysokého nákladu, ale že nastává již doba, kdy se pěstění zajímavých těchto problémů alespoň po stránce praktické velice rozšíří.

Přednosti method nových spočívají v tom, že absorpce filtrů, citlivost desek a doplňkové barvy příslušných kopií navzájem jsou prostudovány a v náležitý souhlas uvedeny. Nelze

totiž očekávati, že ze tří negativů jakýmkoliv filtry „červeným“, „žlutým“ a „modrým“ provedených na deskách libovolných možno kopírovati tři obrázky, jež by, zbarveny zase libovolnými barvivy, daly pak obrázek v barvách přirozených. Obrázky takové nemusí býti ještě věrné — věrnost reprodukce dána jest pak jedině přísným dodržením těch podmínek fyzikálních, na jichž základě možno ze tří barev základních skládati všechny barevné tony a odstíny.

Jak již dříve připomenuto, má trojbarevný tisk v těchto nepřímých fotografických methodách subtraktivních svůj základ. U nás pěstěno jest reprodukční toto umění s velikým zdarem od r. 1893, kdy známý vynálezce světlotisku *prof. J. Husník* se synem svým *Dr. Jar. Husníkem* trojbarevný tisk znamenitě zdokonalil. Oba závody „Husník a Häusler“ na Žižkově a „Unie-Vilém“ v Praze konkurují vedle rozmanitých jiných způsobů reprodukce trojbarevnými svými tisky s nejpřednějšími firmami světovými.

Co znamená součtový vzorec řady, je-li počet členů číslo lomené?

Napsal

Ant. Sýkora,
professor v Rakovníku.

Otázka, lze-li součtových vzorců řad i tehdy užítí, je-li počet členů dán číslem lomeným nebo smíšeným, jest patrně převéstí na otázku zde v čele položenou.

Odpověď k ní dává věta:

„Je-li počet členů řady u_1, u_2, u_3, \dots smíšené číslo $n = m + \frac{r}{s}$, podává součtový její vzorec S_n součet m členů

$$u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_m$$

zvětšený o prvých r částí následujícího po nich členu u_{m+1} , rozložíme-li jej na s takových částí, jež dle téhož zákona vytvořeny jsou, jako řada sama.“