

MASKOVÁNÍ A INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ

Pplk. Ing. Jaroslav Moždík

V tomto článku se pokusím odpovědět na otázku, nač je třeba dbát při maskování vzhledem k dnešním možnostem pozorování a fotografování pomocí infračervených paprsků.

Co je to maskování? Maskování je technický způsob zastírání, při kterém ztěžujeme nebo znemožňujeme pozorování určitého předmětu, umělými prostředky (clonou, maskou, nástavbou, nátěrem, a p.).

Při maskování je velmi důležitým činitelem barva. Je známo, že barevný vjem je čistě subjektivní a že se do určité míry mění od člověka k člověku. Barevné počítky jsou způsobeny typem světla odráženého hmotnými tělesy. Spektrum které dostaneme za pomoci prismatických prostředků, je dostatečně známo. Ačkoli se toto spektrum skládá z plynulé řady vlnových délek světla a prostírá se ve skutečnosti na obě strany za hranice vidění, je vhodné rozdělit si viditelnou část spektra do sedmi t. zv. prvotních, barev t. j. červené, oranžové, žluté, zelené, modré, indigové a fialové. V jedné primární barvě můžeme rozlišit několik odstínů. Ani znalci nemohou přesně určit jejich počet a údaje se pohybují od 30 do 130. Spektrum má tedy souvislou povahu a mluvit o nějakých hraničních vlnových délkách ani dobře nelze. O bílém světle předpokládáme, že je směsí všech vlnových délek ve viditelném spektru. Určitý předmět má tedy určitou barvu proto, že je schopen absorbovat částečně nebo úplně světlo některých vlnových délek a odrážet zbytek. Na př. objekt, který se nám zdá modrý, je schopen absorbovat červené, oranžové a žluté paprsky a částečně i zelené, indigové a fialové; odráží modré.

Barvy a odstíny předmětů se uplatňují a dovedeme je odlišit jen za určitých podmínek, na př. jen když předmět pozorujeme na krátkou vzdálenost a co možná pod kolmým úhlem. Pozorujeme-li ho z větší vzdálenosti, nebo pod šikmým úhlem, ztrácejí některé barevné odstíny svou hodnotu a liší se jen svým různým stupněm světlosti.

Světlost je měřítko pro stupeň světla odráženého od předmětu. Proto při určování barvy v přírodě k účelům maskovacím nelpíme ani tak na přesném vystižení barevného odstínu, který často bývá u téhož předmětu za různých podmínek různý, jako na přesném stanovení světlosti, kterou musíme nátěrem dobře vystihnout, chceme-li, aby objekt nebylo lze zjistit ani na snímku.

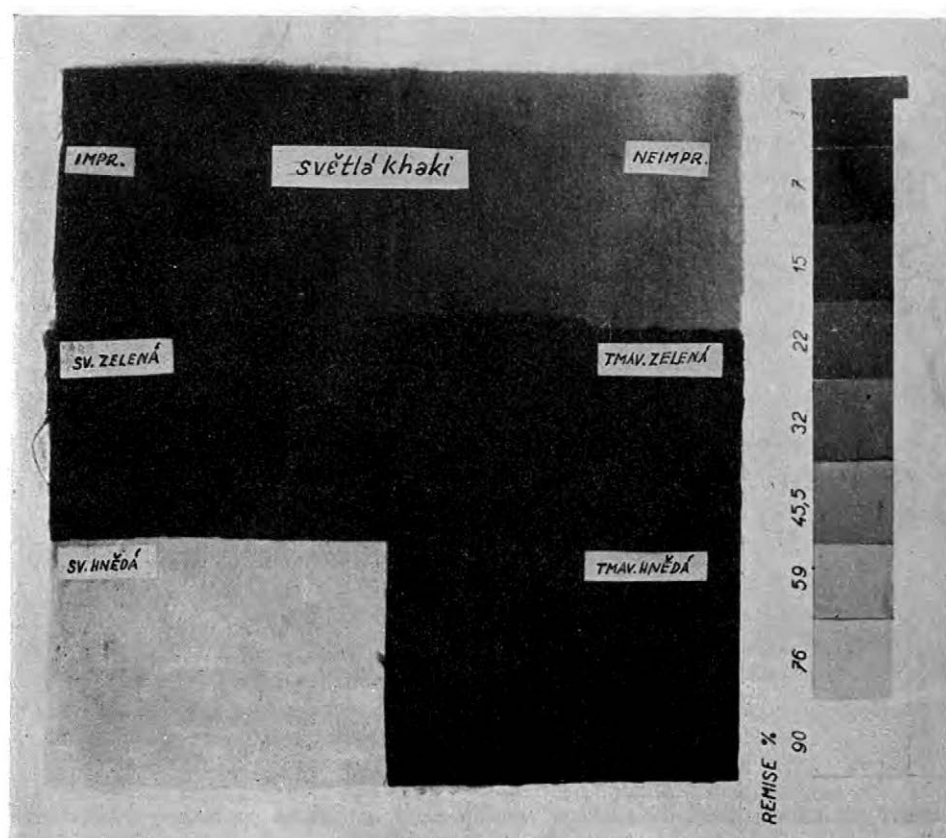
Bylo-li řečeno, že barevný odstín nemá za určitých podmínek podstatný význam, neznamena to, že bychom neměli použít barev alespoň přibližně v těch odstínech, jaké vidíme v okolí. Chce-li totiž pumometník zasáhnout cíl, musí jej vidět již ze vzdálenosti asi 7 až 8 km, aby mohl učinit potřebná opatření k vypuštění pumy, což učiní teprve asi 2,5 km před cílem. Je-li však cíl dobře zamaskován, takže není při vizuálním pozorování z uvedených vzdáleností dobře patrný, je tím zaměřovač uveden do váhání, čímž promešká místo vypuštění pumy. Je samozřejmé, že dříve než nepřítel podnikne nálet na určitý cíl, má přesné znalosti týkající se umístění a okolí objektu, které získal vyhodnocením snímků.

Letecká fotografie je cenným zdrojem zpráv o nepříteli, umožňuje pečlivé studium a vyhodnocení fotografovaných předmětů, jakož i srovnávání se snímky staršího data. Fotografovat je možné i v noci, za použití infračerveného materiálu, jehož použití nás zajímá nejvíce. Vpředu při zmínce o spektru bylo řečeno, že toto spektrum kromě své viditelné části, má i část neviditelnou, z níž část světelných paprsků s vlnovou délkou větší než u paprsků červených je oblastí paprsků infračervených. Ty začínají vlnovou délkou 7600 angströmů (angström = $1/10\,000\,000$ mm) a jejich rozsah byl sledován až do délky přes 3 000 000 angströmů. Pro nás mají zatím význam jen paprsky do vlnové délky 15 000



Obr. 1.

angströmů, neboť dosud nedovedeme vyrobit desky citlivé na paprsky o delší vlnové délce. Infračervené záření je tedy zářením dlouhovlnným, které má tu vlastnost, že se velmi málo rozptyluje v ovzduší; je to záření tepelné, jak lze zjistit teploměrem položeným do tmavé části spektra za jeho červeným koncem. To, že se tyto paprsky jen nepatrně v ovzduší rozptylují, prokazuje neocenitelné služby dálkové a letecké fotografii. Vzdušný opar, mlha, kouřmo, to vše jsou pro běžnou fotografii velké překážky, poněvadž silně rozptylují krátkovlnné světelné paprsky, které při obyčejné fotografii tvoří obraz. Odfiltrujeme-li červeným nebo tmavočerveným filtrem právě ono viditelné rozptýlené záření, uplatní se při tvorbě obrazů nerozptýlené paprsky červené a infračervené. Fotografie na vrstvách citlivých k infračerveným paprskům ukáže v takovém případě mnohem více než vidí naše oko, nebo než může zobrazit běžná fotografie. Čím tmavšího filtru použijeme, tím větší dálky zobrazíme. Krajina má na takovém snímku nezvyklý ráz, poněvadž modrá obloha, vodní hladiny a okna budov jsou velmi tmavé a zeleň listová, tráva, zejména uvadlá, jsou velmi světlé, někdy až bílé. Dobře je to vidět na připojeném infrasnímku kaštanu (obr. 1). Tato okolnost je pro maskování velmi nepříjemná, poněvadž se běžná zelená barviva a nátěry jeví na infrasnímku tmavě až černě, zatím co přirozená zeleň se bude jevit jako téměř bílá. To potvrzuje náš druhý infrasnímek, na němž jsou vyfotografovány tkaniny, vybarvené podle označení na snímku. Viz obr. 2, horní čtyři vzorky. Z toho je zřejmé, že maskování zelenou barvou není právě vhodné a někdy je i škodlivé. Než se budeme touto otázkou zabývat podrobněji a na praktických příkladech, řekneme si ještě, že se na infrasnímku jeví velmi tmavé i stíny, zvláště je-li modrá obloha. Proto stín — vlastní i vržený — je jedním z nejdůležitějších prozrazujících činitelů. K dokreslení takového infrasnímku krajiny je ještě třeba uvést, že se mraky, a to i normálně neviditelné lehké mráčky, proti obloze nápadně rysují.



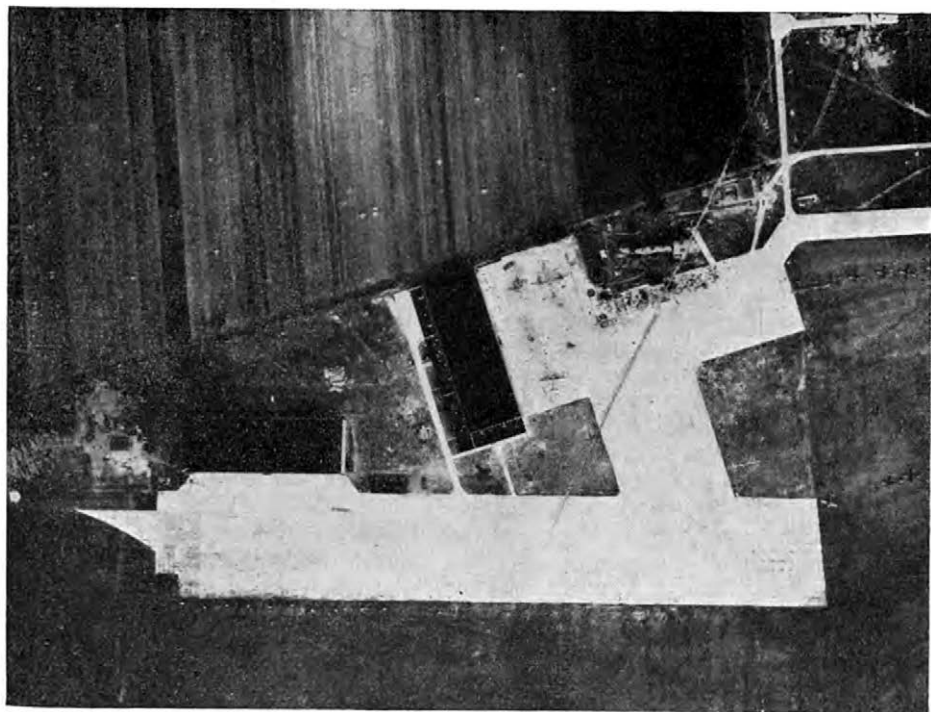
Obr. 2.

Pro úplnost představy, jaké možnosti nám skýtají infrapaprsky, je třeba vědět, že pronikavost infračervených paprsků mlhou má své meze. Větší částice, tedy hustší dým nebo mlha, rozptylují v značné míře i infračervené paprsky s menší vlnovou délkou. Pokud jde o fotografii za tmy, lze snímat ten objekt, který vysílá vlastní tepelné (infračervené) záření, nebo ten, který je tímto zářením zasažen.

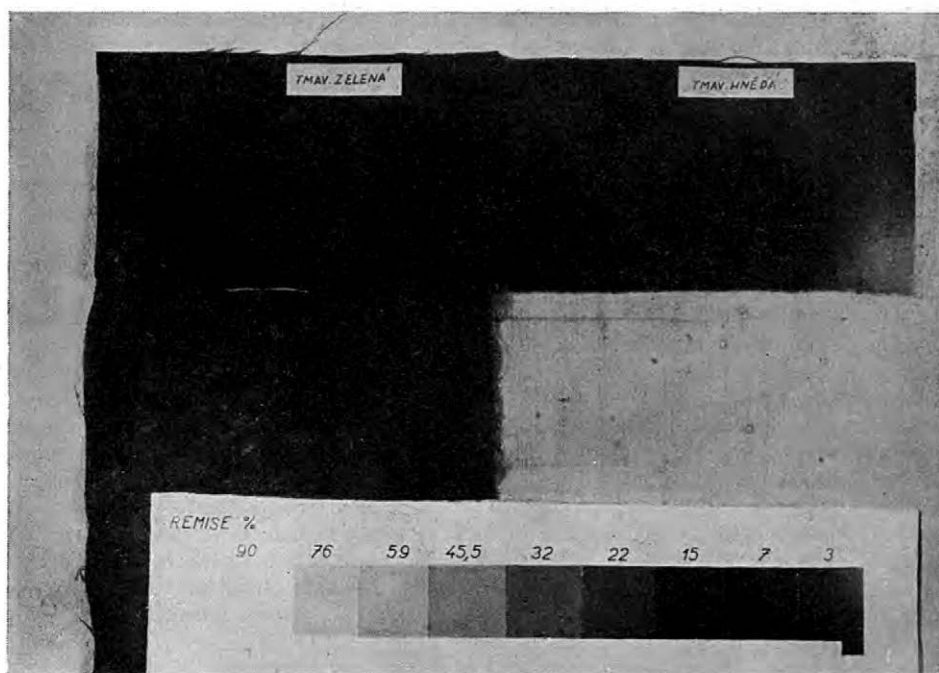
Nyní si vysvětlíme t. zv. Woodův chlorofylový efekt, t. j. shora vzpomenutý zjev, že se zelené rostliny zobrazují na materiálu citlivém k infračerveným paprskům bílé, jakoby oživené. Tento úkaz má svůj původ ve stavbě listů i v povaze záření. Proniká-li listem záření viditelné, je jeho největší část (až do vlnové délky 6800 angströmů) pohlcena již v horních vrstvách buněčných a jen malá část pronikne k vrstvám dolním, kde se odráží, a při zpětném průchodu vrstvami horními, které jsou bohaté na chlorofyl, je již téměř úplně pohlceno, takže z listů vychází velmi málo viditelného záření a listy se nám jeví temně zbarveny. Naproti tomu infračervené paprsky nejsou chlorofylem téměř vůbec pohlceny, takže po odrazu opouští list jen nepatrně oslabeny, čímž se stává, že se na vrstvách citlivých k infračerveným paprskům zelené části rostlin zobrazují bílé nebo téměř bílé. Nyní už můžeme shrnout do jedné věty svůj nejdůležitější poznatek: Směs přirozené zelené a infračerveně absorbující zeleně se bude na snímku jevit jako směs světlé a tmavé. Důsledek toho je, že se určité typy zastírání, které jsou při normálních zastíracích metho-

dách naprosto účinné, při použití infračervené fotografie dokonale od okolí odliší (kontrastují). Krom toho všechny tónové hodnoty, které se na infračervené fotografii značně liší od hodnot fotografie černobílé, při srovnávání snadno odkryjí nesrovnalosti ve tvaru nebo struktuře objektu. Tak na př. na obr. 3 je obyčejný černobílý snímek části určitého letiště. Vidíme, že betonové plochy přímo svítí, kdežto travnaté a hlinité plochy jsou značně tmavé. Tmavé jsou i dehtované střechy v sousedství betonových ploch. Kdybychom opatřili betonové plochy běžným zeleným kamuflážním nátěrem tak, aby maskoval dokonale při vizuálním pozorování a také při fotografování na orthochromatický nebo panchromatický materiál, velmi nepříjemně by nás překvapil infrasnímek, který by vypadal asi jako negativ našeho obrázku. Betonové plochy by byly černé, travník bílý a jen střechy by zůstaly tmavé.

Asfaltový nátěr ploch, jak se často dělá, poněvadž je cenově nejpřístupnější a při tom zastírá při běžné fotografii, nelze proto doporučit. Správné řešení nám umožní jediné taková zeleň, která bude mít velký stupeň odraznosti pro infračervené paprsky; bude dobře zastírat při obyčejném pozorování, i při infračervené fotografii. Ovšem máme-li zelenou barvu vyhovující při infračervené fotografii, nelze při jejím používání postupovat šablonovitě a bez náležitého uvážení. Na př. barva khaki na uniformách: použijeme-li barvy, která nebude vykazovat Woodův efekt, bude nutné vystříhat se i za mlhavého počasí shromažďování jednotky na travnatých plochách, poněvadž infračervené snímky dají vysoce kontrastní obraz způsobený chlorofylovým efektem pozadí (černé postavy na bílém poli). Kdybychom však opravdu měli stejnozkroje zbarveny tak, že by jejich obraz v oboru infračerveného záření byl vhodný, nemohli bychom jich zase použít proti tmavému pozadí, na př. oranici, která se jeví tmavá jak na normální, tak i na infračervené fotografii.



Obr. 3.



Obr. 4.

Vzhledem k tomu, že voják se v poli pohybuje nejčastěji v prostředí zeleném, je žádoucí, aby barvivo používané na barvení stejnokrojů vykazovalo Woodův efekt. V případě, že se bude jednotka pohybovat v prostředí, které se na infračervené fotografii jeví tmavě (na př. zorané pole), je možno se chránit proti infračervenému pozorování a fotografování použitím stanového dílce, bude-li opatřen vhodným maskovacím nátěrem.

Nebo kdybychom měli maskovat na př. objekty stálého opevnění pomocí nátěrů a umělé vegetace. Tu musíme zase vědět, že se zelen různých stromů jeví na infračervené fotografii různě. Nejsvětlejší se jeví zelen tvrdých dřev, o něco tmavší jsou měkké listnáče, ještě tmavší pak jedle. Další stupnice tmavosti je: žlutokorá borovice a červenokorá borovice, která se jeví skoro jako černá. Tedy v borových lesích bychom mohli pro maskování použít běžných barviv za předpokladu, že budou vyhovovat též pro vizuální pozorování a pro obyčejnou fotografii. Kdybychom naproti tomu použili v tomto případě barvy odražející infrapaprsky, dopustili bychom se velké chyby.

Zatím jsme věnovali největší pozornost barvě zelené, což je jistě pochopitelné. Při různých kamuflážních pracích však používáme i jiných odstínů. Odstín sám vedle jiných faktorů má také značný vliv na stupeň odraznosti infračervených paprsků. Černá, kovová modř (prusko-čínská) a chromová zelen jsou naprosto nevhodné při požadavku infračervené odraznosti. Rovněž červené a žluté kysličníky nejsou nijak dobré s tohoto hlediska. Další faktor, který má vliv na infračervenou odraznost, je vysoká pigmentace, které je třeba věnovat velkou pozornost. Odraznost různých barviv je dána jejich složením a způsobem barvení.

Ze zkušeností s chromovými solemi se dokazuje, že je jejich chování pod infračervenými paprsky úplně odlišné, ačkoli je zrakem nelze rozeznat. Černé nebo jiné tmavé odstíny se v mnohých případech dají rozlišit jenom infračerveným světlem. Saze a vůbec



Obr. 5.

černě, pokud jsou v podstatě rozptýleným uhlíkem, absorbují infračervené paprsky stejně jako paprsky viditelného světla. Naproti tomu chloraminová čern pohlcuje již krátkovlnné infračervené paprsky málo a nad 8500 angströmů je prakticky vůbec nepohlcuje. Tu můžeme také říci, že chloraminová čern infračervené paprsky odráží, ač ve skutečnosti je propouští a podklad odráží. Na obr. 4 je infrasnímek čtyř kousků tkaniny: dva kousky vlevo jsou tmavě zelené (olivové) a dva vpravo jsou tmavohnědé. U tmavohnědé vidíme, že jeden vzorek odráží asi 10% a druhý asi 65% paprsků, ačkoliv jde o barvy téměř stejného složení a zrakem naprosto nerozpoznatelné. Tu posuzováno všeobecně — je pro kamufláž vhodnější ta hnědá, která se jeví na snímku tmavá, poněvadž, jak už víme, hnědá oranice je na infrasnímku také tmavá. V některých případech však, na př. pro vodorovná letecká zastěradla — kdy je pozadím většinou travnaté letiště, hnědá s 65% remise se dobře uplatní, zvláště když zelená textilní barviva často selhávají, t. j. nevykazují Woodův efekt.

Na posledním infrasnímku (viz obr. 5) je pokusně proveden nátěr betonové plochy v pěti barvách. Tu hnědá (nejtmavší) i zelená (vpravo od ní) v celku dobře vyhovují. Další — nejsvětlejší — je žlutá; její odrazová charakteristika nevykazuje ani pro viditelné, ani pro infračervené světlo žádných rozdílů proti přírodní žluti. O ostatních odstínech není třeba se tu zmiňovat, ani o dalších podrobnostech, které udávají, jak se která barva jeví na infračervené fotografii a jakou má odraznost, a přistoupíme k závěru:

Ukázali jsme si, že vlivem Woodova efektu jsou v infračerveném záření jiné kontrasty než ve viditelném světle, a poznali jsme, že tato skutečnost nesmí být zanedbávána. Hlavně u pevných zařízení a velkých objektů musí se provádět maskování vzhledem na infrazáření. S použitím infrafotografie při průzkumu se musí počítat, neboť neocenitelnou pomůckou zpravodajských orgánů je možnost srovnávat fotografie na infračervených emulcích a na emulcích normálních.

A jak je tomu u malých a pohyblivých předmětů? Tu by fotografování na infračervený materiál zřejmě nemělo takový význam, jako u stálých objektů, ale musíme počítat, že se v budoucnu stane běžným používání přístrojů k vizuálnímu infračervenému pozorování. Takových přístrojů bylo používáno již za minulé války. Mají svůj zdroj infračerveného záření a možno jimi pozorovat i pohyblivé objekty, a to nejen ve dne, ale i v noci. Při tom vlastně pohyblivost maskovaného předmětu, t. j. neustálá změna pozadí, usnadní jeho zjištění, takže jestliže měl kontrast stejnokroje pro infračervenou fotografii celkem podružný význam, při pozorování přístrojem s infračerveným zářením má daleko větší úlohu. Sem patří také zmínka o t. zv. „Leiberových brýlích“ a „Leiberově efektu“. „Leiberovy brýle“ jsou složeny z kombinace speciálních filtrů, které propouštějí jen záření blízké infračervenému, infračervené, zelené a modrozelené. Je-li těmito brýlemi pozorována zelená vegetace, jeví se až na několik vyjímek jako červenohnědá. Existují zelené maskovací barvy, které vykazují tento „Leiberův efekt“, některé však ne. Ty se jeví jako zelené až tmavozelené při pozorování brýlemi, takže se odlišují od vegetace jevící se červenohnědě. Tímto způsobem lze tedy odhalit použití maskovacích prostředků i v obyčejném světle.

Jak tedy máme maskovat takové malé a pohyblivé předměty, aby je nebylo možno zjistit ani při pozorování přímém, ani při pozorování pomocí infračervených paprsků? Všichni známe různé ty skvrnité „kamuflažní“ vzory. Těmito barevnými skvrnami snažíme se změnit charakteristický tvar předmětu tak, aby nemohl být poznán. Jsou-li kontrasty světla a barev skvrn správné, obrysy zdánlivě mizí. Při tom se snažíme přizpůsobit barvu skvrn barvě okolí. Při infračerveném záření není třeba věnovat pozornost barvám, nýbrž jen rozdílům světelné intensity. Světelná intensita maskování musí však být přizpůsobena okolí. Potřebujeme, aby se tři běžné maskovací barvy, t. j. zelená, okrová a hnědá, jevíly v infračerveném světle jako bílá, šedá a tmavošedá. Pak se nám podaří potlačit obrysy jak proti světlému pozadí (chlorofyl), tak proti šedivému (kamení, písek atd.) a černému (voda, tmavá země, noční obloha). Nutno tu připomenout, že účinné jsou jen velké barevné kontrasty, které jsou na místě hlavně v otevřené krajině a na zoraných polích. Menší kontrasty pak jsou vhodné jen proti stejnoměrnému pozadí (les) nebo když je zamračeno. Tedy lze říci, že infračervené záření citelně zasahuje do maskovacích prací, ať už jde o objekty větších rozměrů nebo o objekty malé a pohyblivé, a je především na nás vojácích, abychom tuto věc bedlivě sledovali a působili na náš chemický průmysl, aby se snažil naše požadavky splnit.

