

Počátky snímkování RC-modely letadel v Československu

Ladislav Plánka¹

Abstrakta

Letecké snímkování na území Československa mohly dlouho provádět pouze státem určené a přísně kontrolované organizace. Přibližně od druhé poloviny 70. let 20. století bylo umožněno, díky zmírnění dopadu zákona o utajovaných skutečnostech na neměřické snímkování pro civilní účely, provádět takové snímkování i dalšími organizacemi především výzkumného a projekčního charakteru, a to radiem řízenými (RC, radio controlled) modely letadel omezené hmotnosti a nosnosti, jejichž využití bylo v té době známo již ze zahraničí (Japonsko).

Počátky zavádění této technologie v Československu se významně vztahují k bývalému Geografickému ústavu Československé akademie věd (GgÚ ČSAV) se sídlem v Brně a jsou pevně spojeny se jménem RNDr. Otakar Stehlík, CSc., který cca v roce 1974 navrhl využívat letecké snímky z malé výšky pro studium eroze půdy při studiu současných reliéfových procesů. Na jeho pracovišti byly postupně vyvíjeny a provozovány RC-modely různých konstrukcí, které pořizovaly spolehlivě za pomoci upravených amatérských kamer, pracujících z počátku s kinofilmem, později pak výhradně se svitkovými filmy o šířce 6 cm (na bázi Flexaret Meopta Přerov), kvalitní černobílé, barevné i multispektrální snímky, ve viditelném i blízkém infračerveném pásmu spektra (zemědělství, lesnictví, ochrana přírody, archeologie aj.). Oddělení dálkového průzkumu Země Geografického ústavu ČSAV v Brně pak tuto techniku provozovalo nejen pro potřeby vlastních výzkumných úkolů, ale také pro další výzkumné, výrobní i ochrannářské instituce v Československu a experimentálně i v zahraničí.

Radikální uvolnění leteckého provozu po listopadu 1989 nakrátko odsunulo i pro drobné snímkové práce, díky nasazení malých pilotovaných letadel, klasické RC-modely letadel do pozadí. Významné oživení doznala tato technologie v posledních letech ve spojení módních a moderních bezpilotních létajících prostředků UAV (dronů) a metod GNSS.

Díky tomu, že počátky využití RC-modelů letadel v Československu spadají do „předinternetové“ doby a většina publikací o nich je psána azbukou, je obecně povědomí o prvopočátcích snímkování z malých výšek pomocí radiem řízených leteckých modelů o tyto informace ochuzeno. Předkládaný příspěvek by měl tento nedostatek odstranit, nebo alespoň zmírnit.

Klíčová slova: radiem řízené modely letadel, historie, Česká republika

Úvod

Snaha o pořizování snímků zájmových území z létajících prostředků, ať již upoutaných či neupoutaných sahá hluboko do minulosti. Velmi rychle si spojení fotografického zařízení a létajícího prostředku vybojovalo kredit významné technologie sběru dat pro potřebu širokého spektra uživatelů. V každé historické etapě se opíralo o nejmodernější technické prostředky, ale vždy byla prakticky ke stejným účelům souběžně využívána i jednodušší zařízení. Dobrým příkladem je, v podstatě po celou dobu vítězného tažení „létajících prostředků těžších než vzduch“ (včetně současnosti), využívání volných a upoutaných balónů a vzducholodí a s rozvojem radiotechniky i dálkově (radiem) ovládaných bezpilotních prostředků. Vývoj těchto bezpilotních prostředků, výrazně podporovaný vojenskými složkami, šel v rozmezí od počátku druhé poloviny 20. století do současnosti od konstrukčně velmi jednoduchých modelů letadel, a dílem i vrtulníků, schopných nést adekvátní snímací zařízení po velmi sofistikovaná zařízení označovaná jako UAV (Unmanned Aerial Vehicle), resp. drony (včetně různých variant multikopter) a pilotovaná s využitím metod GNSS (Global Navigation Satellite System).

Do vývoje a hlavně do prosazování radiem řízených modelů letadel pro pořizování operativních snímků malých zájmových ploch za účelem jejich mapování a monitorování zasáhl, jen s velmi malým zpožděním za okolním světem (Japonsko) v druhé polovině 60. letech 20. století i Geografický ústav Československé akademie věd (dále jen GgÚ ČSAV). V obtížných společensko-politických podmínkách prosadil RNDr. Otakar Stehlík, CSc., tehdejší vedoucí pracovní skupiny pro výzkum současných reliéfových procesů, výrobu a provozování těchto létajících prostředků zpočátku pro studium eroze půdy na zemědělských plochách. Postupně se technická úroveň prostředků jím založené a vedené pracovní skupiny pro dálkový průzkum Země zvyšovala a její operační nasazení se velmi výrazně rozšiřovalo nejen regionálně, ale i oborově. Snímky pořízené pomocí RC-modelů letadel a výsledky jejich vyhodnocení vzbudily velký ohlas v akademické obci i mezi další odbornou veřejností. Metoda leteckého snímkování z malých výšek se stala specifickou součástí dálkového průzkumu Země v Československu a v souvislosti s tím i součástí mnohaúrovňových snímkových experimentů mezinárodního programu na mírové využívání kosmického prostoru „Interkosmos“, díky němuž se rozšířila i za hranici republiky.

Oddělení dálkového průzkumu Země GgÚ ČSAV provozovalo unikátní technologický systém pro potřeby vlastních výzkumných úkolů, ale také pro řešení výzkumných a aplikačních úkolů řady výzkumných, výrobních i ochrannářských institucí v Československu a experimentálně i v zahraničí cca do roku 1993, kdy

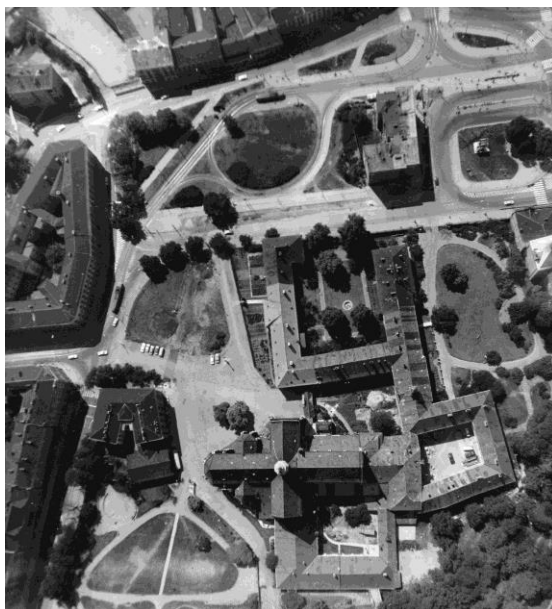
¹ RNDr. Ladislav Plánka, CSc., Ústav geodézie, Fakulta stavební VUT v Brně, Veveří 95, 60200 Brno, plankal@fce.vutbr.cz

byl GgÚ ČSAV zrušen a jeho vybrané aktivity byly převedeny na Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. v Ostravě, jehož brněnská pobočka (Oddělení environmentální geografie) spravuje i archiv zrušeného pracoviště, včetně archivu bývalého oddělení dálkového průzkumu Země.

Společensko-politické prostředí

Základní rámec veškerým snímkovacím činnostem 70. a 80. let 20. století dal Zákon č. 102 z 8. října 1971 o ochraně státního tajemství [11]. V § 2 odst. 1 se říká, že: „*Státním tajemstvím se rozumí vše, co v důležitém zájmu Československé socialistické republiky, zejména politickém, vojenském nebo hospodářském má zůstat utajeno před nepovolanou osobou*“. Hned následující paragraf ovšem ozřejmuje, že: „*Základní skutečnosti tvořící předmět státního tajemství stanoví vláda Československé socialistické republiky*“. A vláda, potažmo jí podřízená ministerstva těchto paragrafů velmi výrazně využívala. Již v Nařízení vlády č. 149 z 2.12.1971 o základních skutečnostech tvořících předmět státního tajemství se v § 2 říká, že: „*V zájmu obrany a bezpečnosti Československé socialistické republiky je nezbytné utajovat...*“ (odst. c) „*materiály a výsledky leteckého a pozemního fotografického snímkování, astronomických, geodetických, kartografických a geofyzikálních prací a geografických popisů, z nichž mohou být zjištěny údaje o zařízeních na obranu vlasti*“. Seznamy skutečností tvořících předmět státního tajemství pro jednotlivé obory nebo odvětví vydával a doplňoval ministr vnitra. Fotografování a filmování se speciálně věnuje pátá část Zákona č. 102 v § 21, který je přímo nadepsán „*Zákaz fotografování a filmování*“. Kromě taxativního vyjmenování zařízení, resp. území, jež bylo zakázáno fotografovat, filmovat, zakreslovat nebo jinak zaznamenávat je zde v odst. 1c) zakódován jednoznačný zákaz provádění uvedených činností z letadel a balónů. Orgánem, který povoloval výjimku z uvedených zákazů, bylo ve většině případů federální ministerstvo vnitra (FMV), obvykle v dohodě s federálním ministerstvem národní obrany (FMNO), později i federální ministerstvo dopravy (FMD).

Stranou pozornosti neunikly ani modely letadel. Seznam skutečností tvořících předmět státního, hospodářského a služebního tajemství, vydaný již 20. listopadu 1980 označoval v části J (Kosmická geodézie, dálkový průzkum Země a jiná zaznamenávání území ČSSR) „*Materiály pořízené pomocí snímkování, fotografování, filmování, zakreslování nebo jinak zaznamenávání území ČSSR z kosmu, kosmických nosičů, letadel, balónů, létajících modelů a jiných předmětů, pokud obsahují předmět státního, hospodářského nebo služebního tajemství*“ za tajné až přísně tajné. Proto se s nimi od počátku muselo takto zacházet, a to až do chvíle, kdy konkrétní stupeň utajení zpřesnil dozorující orgán FMNO v koordinaci s FMV a FMD.



Obr. 1 Starobrněnský klášter, sídlo Geografického ústavu ČSAV, a přilehlá část Mendlova náměstí. Snímek z roku 1976 pořízený pomocí RC-modelu letadla (z pozitivu 22 x 23 cm, archiv autora; originální negativ 6 x 6 cm nebyl dohledán)

Vzhledem k tomu, že se nejednalo v prvním plánu o měřické snímky, byl přístup dozorujících a v tomto smyslu spolupracujících orgánů velmi vstřícný. Pro jejich pořizování nebylo vyžadováno striktní dodržování platných měřic pro vyžadování a dodávání leteckých měřických snímků (např. [5]), ale byl dohodnut postup, který zahrnoval:

- žádost o povolení leteckého snímkování z radiem řízeného modelu letadla (FMNO používalo termín „mikroletoun“),
- oznámení FMNO, FMV a FMD (zde především organizaci Řízení letového provozu, ŘLP) o úmyslu provedení akce,
- zpracování jednoduché dokumentace o snímkování s přehledkou kladu pořízených snímků,
- předložení zpracované dokumentace ke schválení dozorujícím orgánům a ke stanovení stupně utajení.

RC-modely letadel

První historický dokument nalezený v archivu GgÚ ČSAV je datovaný rokem 1965. V něm se uvedenému pracovišti ministerstvem národní obrany (MNO) povoluje letecké snímkování za podmínky, že bude použito „*len upútaného vznášadla a nie vrtuľníku alebo lietadla*“ a že budou MNO oznámeny prostory, v nichž k fotografování dojde. K dokumentaci a pravidelnému sledování eroze půdy na zemědělských půdách bylo třeba opravdu použít fotografických snímků z výšky řádově 100 m. Vynést do takové výšky fotoaparát bylo v dané době možné jen pomocí upoutaného balónu. Jeho navádění poutacími lankami v těžko přístupném terénu nad žádaný cíl však bylo velmi nepraktické až nemožné. Ve snaze „ještě“ vyhovět oficiálnímu stanovisku MNO byl v rámci tehdejších technických možností modelářské komunity svěřen přednímu brněnskému modeláři, Josefu Vymazalovi, vývoj upoutaného vrtulníku. Vznikl model dvoulistového vrtulníku s náhonem rotoru o průměru 3 m dvěma vrtulovými jednotkami umístěnými symetricky přímo na listech rotoru a poháněnými motorky MVVS o objemu 2,5 cm³. Vrtulník létal, ale jeho nosnost byla velmi omezená, stejně jako operativnost jeho nasazení.

Ze vzájemné komunikace mezi Josefem Vymazalem a Dr. O. Stehlíkem, CSc. vzešla, jak se v blízké i vzdálené budoucnosti ukázalo, vítězná koncepce radiem řízeného modelu letadla, který kvůli požadavku malé rychlosti letu využíval plachtového (padákového) křídla (typu běžně užívaných na tzv. „rogallech“) vyrobeného z impregnované „šustákoviny“. Velmi nízký výkon pohonné jednotky omezoval jeho využití jen při ideálním bezvětřném počasí. Tomuto modelu patří jednoznačně prvenství v tom směru, že s jeho pomocí byly pořízeny první použitelné fotografické snímky a že na tomto základě byla prokázána životaschopnost metody snímkování zemského povrchu z malých výšek pomocí radiem řízených modelů letadel (nosičů). Již v roce 1967 publikuje Dr. Otakar Stehlík, CSc. popis a návod k použití tohoto modelu pro výzkumné účely na mezinárodní úrovni [8]. Přestože se z tohoto období (zatím) nepodařilo dohledat žádný dobový originální dokumentační materiál, není pochyb o tom, že za startovací rok nasazení technologie leteckého snímkování z malých výšek pomocí radiem řízených (RC, tj. radio controlled) modelů letadel mohu označit právě rok 1967.

Velký potenciál nově vznikající technologie, která dávala leteckému modelářství konkrétní praktický smysl, k ní přivedl Františka Štěrbáka, jenž je autorem nového menšího modelu letadla s padákovým křídlem. Díky tomu, že měl velmi špatné letové vlastnosti, zhotovil k němu konstruktér alternativně i klasické (pevné) křídlo. V této úpravě model spolehlivě létal a v této podobě se i se svým majitelem a konstruktérem dostal do služeb GgÚ ČSAV. V roce 1969 vyrobil F. Štěrbák nový, větší a dokonalejší model schopný nést různé fotografické přístroje. Jeho trup byl zhotoven laminováním ze skelní tkaniny v negativní formě a křídlo se vzepětím tvaru „W“ bylo vyrobeno z polystyrenu. Model měl klasické ocasní plochy a byl vybaven kolovým podvozkem. V této variantě se dočkal velmi četného provozního nasazení a výsledky, s jeho pomocí dosažené, byly odbornou komunitou vysoce ceněny.

V první polovině 70. let 20. století, ale nejen v dané době, muselo konstrukční řešení modelů letadel stavět na parametrech dílčích technických zařízení a materiálů dostupných modelářské veřejnosti. Limitujícím faktorem byly především radiové řídící jednotky a pohonné jednotky a vrtule k nim. Přesto již v té době mohly radiem řízené modely letadel provozované v GgÚ ČSAV s pomocí jednoduchých, lehkých fotoaparátů spolehlivě pořizovat snímky zemského povrchu až z výšky 1 km. Takový úspěch měl i mezinárodní ohlas. Pro Akademii věd SSSR byly dodány z počátku 2 modely a následně dalších cca 10 ks s kompletním zaškolením obsluhy v místě dodávky, jehož se již účastnil, jako nový zaměstnanec GgÚ ČSAV, mistr sportu Jiří Trnka, dlouholetý konstruktér a pilot RC-modelů letadel ve službách tohoto akademického pracoviště. Na splnění obrovské zakázky se podíleli prakticky všichni členové modelářského klubu při Základní organizaci Svazarmu v Brně. Její koordinaci řídil Julis Kubínský, který pro tento případ původní model GgÚ ČSAV přepracoval. Zachoval původní trup, ale pohonnou jednotku s palivovou nádrží umístil na plechové konzoly nad přední částí trupu a fotoaparát instaloval do odnímatelného kontejneru mezi lyžinami. Ocasní kormidla dostala tvar „T“ a křídla jednoduchého vzepětí tvaru „V“ byla zpevněna nosníky a potažena papírem.

Úspěch nosiče konstruovaného ve spolupráci GgÚ ČSAV se Svazarmem Brno pod označením „Bezпилотní letadlo M-74“ a jeho podrobná projektová dokumentace byla impulsem, či příkladem pro konstrukci dalších podobných nosičů na dalších pracovištích v Československu (viz např. Obr. 8).

Mezi modeláři byly modely letadel s klasickým (pevným) křídlem velmi populární. Dosahovaly však relativně velké rychlosti ve všech fázích letu. Při startu a přistání měly značné nároky na velikost a kvalitu přistávací plochy a při letu byly schopny velmi rychle uniknout z dohledu pilota a z dosahu řídicího vysílače, takže je bylo třeba při snímkování neustálými oblouky vracet nad plánovanou snímkovací linií (plánované středy snímků). Synchronní pohyb pilota po zemi pod snímkujícím letadlem nebyl reálný.

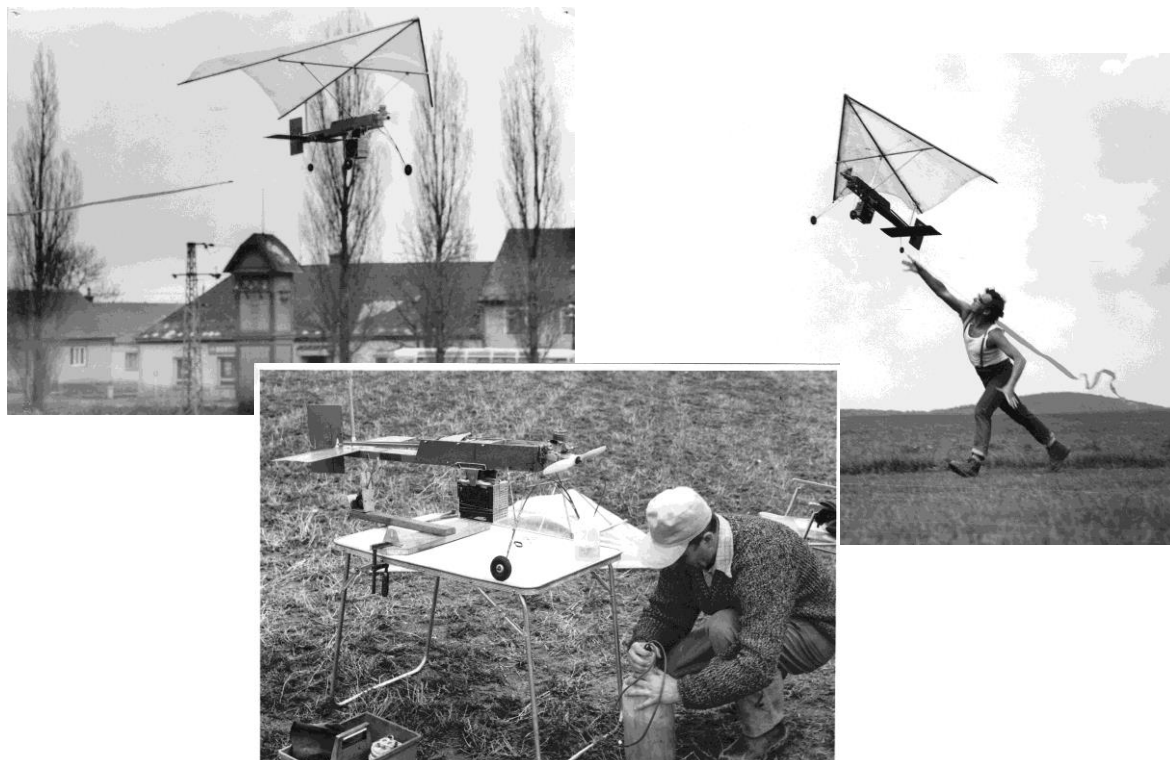
Radiem řízené modely letadel byly pro potřeby dálkového průzkumu provozovány z hlediska leteckého modelářství v „nekvalitním“ terénu (lesní paseky, lomy, vzrostlé zemědělské kultury, rašeliniště apod.). Protože se běžně předpokládalo, že se lety budou provádět nad obydlenými prostory nebo v jejich okolí, byla základním požadavkem na jejich konstrukční řešení „absolutní“ provozní spolehlivost.



Uvedené skutečnosti velmi rychle upřednostnily před nosiči s klasickým křídlem RC-modely letadel s padákovými křídly (typ „rogallo“) geometrického tvaru, pro jejichž výrobu byla používána průsvitná polyethylenová fólie [4]. K těmto modelům se také J. Trmka vrátil a od roku 1976 pak tyto typy v GgÚ ČSAV v několika modifikacích po celou další dobu existence pracoviště úspěšně provozoval.

Velkou předností tohoto uspořádání nosné plochy byla relativně malá rychlost letu nosiče, která mohla být natolik nízká, že za příznivého protivětru a za současného omezeného přísunu paliva k pohonné jednotce bylo možné nosič ve vzduchu „fixovat“ nad jedním bodem. Této možnosti bylo velmi efektivně využíváno při přistávání do omezeného a velmi členitého prostoru bez rizika poškození nosiče i podvěšené kamery. Relativně malá rychlost umožňovala synchronní pohyb pilota pod letícím nosičem pěšky, případně na větší vzdálenosti v jedoucím automobilu. Ztráta nosiče z dohledu pilota, resp. z dosahu vysílací jednotky byla málo pravděpodobná. Za celou historii provozování nosičů tohoto typu došlo při desítkách letů ročně k takové havarijní situaci pouze jednou, a to v obtížné počasové situaci na lokalitě VŠZ v Němčicích u Rájce-Jestřebí.

Obr. 2 Model „Rogallo 76“ (archív autora)



Obr. 3 Model „Rogallo 1977“. Příprava ke startu (uprostřed dole), start (vpravo nahoře) a přistání (vlevo nahoře)

První nosič označený jako „Rogallo 76“ (viz Obr. 2) byl na základě praktických zkušeností velmi rychle v roce 1977 inovován.

Nový model s označením „Rogalo 1977“ (viz Obr. 3) byl původně určen jako nosič měřicí sondy k dálkovému měření teploty a vlhkosti vzduchu v malých výškách nad zemským povrchem. Po praktických zkouškách byl však poměrně rozměrný kryt vysílací části z trupu odstraněn a od té doby model létal s nejrůznějšími fotoaparáty od hmotnosti 350 g (Leica) až po 2500 g těžký ROLLEIFLEX SLX.

Model byl vybavený motorem o objemu 10 cm³ (motor OS MAX, resp. novější motor Enya, vrtule 320/100) plnil v následujících mnoha letech všechny na něj kladené požadavky. Při jeho malých rozměrech (délka trupu 90 cm, rozpětí křídla 180 cm, plocha křídla 1,27 m²) a malé celkové hmotnosti (5,5 kg včetně fotografického přístroje) s ním bylo možno realizovat start prostým vypuštěním (hozením) z ruky, tedy bez jakýchkoliv nároků na kvalitu startovací plochy [4]. Model byl schopen ve velmi krátkém čase dosáhnout výšky až 600 m (vyšší hodnoty již nebyly zkoušeny z důvodu obtížné viditelnosti stroje, resp. jeho pohybu na hranici dosahu řídicí jednotky), takže pro relativně klidný a soustředěný snímkový let bylo na pořízení 12 – 36 snímků k dispozici cca 30 – 45 minut.



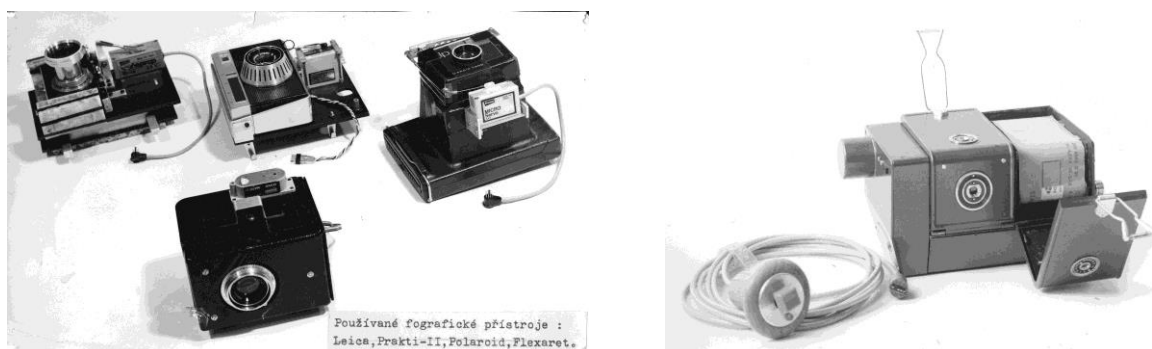
Obr. 4 „Rogalo 1981“ (nahore), před startem (vlevo) a při přistání (vpravo) – archiv autora

Dobré zkušenosti s modelem „Rogallo 1977“ vedly pracovníky oddělení dálkového průzkumu Země GgÚ ČSAV ke konstrukci jeho robustnější modifikace, označené jako „Rogallo 1981“ (Viz Obr. 4). Tento nosič byl primárně určen k transportu šestikanálové multispektrální kamery Flexart M-6. Měl padákové křídlo o ploše 3,24 m² s rozpětím 280 cm, trup dlouhý 100 cm a celkovou hmotnost 13 kg, později 16,5 kg). Jeho hmotnost již neumožňovala start z ruky, přestože byl původní motor Webra o objemu 15 cm³ (vrtule 350/120 mm) brzy nahrazen výrazně výkonnějším motorem Webra Bully o objemu 35 cm³ (vrtule 500/150). Kvůli

ochraně kamery byla startovací dráha o délce cca 5 m zabezpečována sololitovými deskami a pro zrychlení výstupu nosiče do operační výšky byl start urychlován gumovým katapultem. Pro přistávání modelu „Rogallo 1981“ bylo používání stejných výhod pilotáže, které přinášel slabší a lehčí model „Rogallo 1977“. Ovládání všech výše zmíněných modelů pomocí proporcionální RC aparatury značky ROBBE (27,120 MHz) do vzdálenosti 800 – 1000 m od místa řízení letu zahrnovalo radiové řízení otáček motoru, směru a výšky letu, otevírání a zavírání ochranných dvířek objektivů s filtrem(try), přetáčení a expozici filmů.

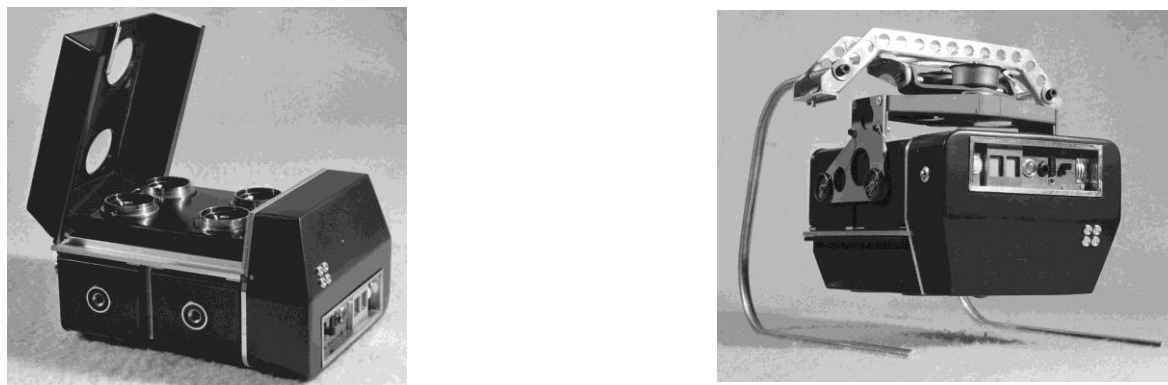
Kamery a filmový materiál

K fotografování byly z počátku používány kamery pracující s kinofilmem (viz např. kamera Leica, Obr. 5), později pak výhradně kamera na svitkové filmy o šířce obrazového pásu 6 cm značky Flexaret z produkce Meopty Přerov v různém provedení (viz Obr. 5, Obr. 6, Obr. 7). Pro trvalé zajištění svislého směru byly skříně kamer kardanově uloženy v hliníkovém rámu a proti vibracím chráněny účinnými silentbloky.



Obr. 5 Používané kamery Leica, Prakti II, Polaroid a Flexaret (vlevo), resp. Flexaret ve dvoukanálovém provedení (vpravo) – archiv autora

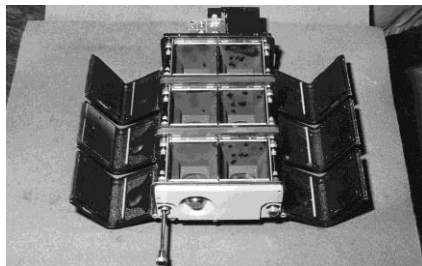
Standardní, pro dálkové ovládání upravený fotoaparát Flexaret (s odstraněnou částí pro uložení zrcadel a odvíjecích cívek) sloužil jako jednokanálová kamera pro snímkování na negativní černobílý i barevný filmový materiál i ke snímkování na barevný inverzní film (diafilm). Možnost použití černobílého infračerveného materiálu vedla ke konstrukci vícekanálových kamer na bázi Flexaret, přičemž příslušná část vícekanálové kamery musela umožňovat jiné ostření než ostření „na nekonečno“ u běžných panchromatických materiálů a musela umožnit předsadit a bezpečně před objektiv upevnit příslušný „barevný“ aditivní filtr. Šestikanálová multispektrální fotografická kamera Flexaret M-6 byla tvořena třemi páry spřažených upravených fotoaparátů Flexaret. Toto uspořádání umožňovalo ve dvojicích kamer pořizování paralelních záběrů přes dva různé filtry vedle sebe na jeden filmový pás, posouvající se po expozici automaticky o dvě snímková pole. Za těchto okolností bylo možné současné použití tří různých druhů filmového materiálu pro příslušné dvojice multispektrální kamery. Transport filmů byl zajištěn servomechanismem s intervaly transportu řízenými spínačem spřaženým s expozicí kamery. Expozici kamery zajišťoval další dálkově řízený servomechanismus, ovládající hřebenovými táhly expozici a nátaž závěrek kamery. Šestikanálová kamera byla vybavena speciálními aditivními filtry, jejichž optické vlastnosti byly velmi blízké vlastnostem aditivních filtrů používaných na profesionálních fotografických kamerách MKF 6M, resp. MSK 4 umístěných na sovětských družicích, plnících program dálkového průzkumu Země „Interkosmos“. Byla používána i na pilotovaném letadle Antonov AN-2 (tzv. Andula).



Obr. 6 Čtyřkanálové provedení kamery Flexaret (vlevo) na simulaci závěsu v RC-modelu (vpravo) – archiv autora

Kamery Flexaret byly vybaveny objektivy Belar 3,5/80 se závěrkami Pentagon-Prestor (podle [2]). Všechny její úpravy byly v GgÚ ČSAV prováděny ve spolupráci s podnikem Meopta Brno, n.p.

Pro snímkování byly používány černobílé panchromatické filmy ORWO NP 20 nebo Fortepan 400 a barevné diafilmy AGFA CT 18 nebo Kodak Ektachrome a pro snímkování v blízkém infračerveném pásmu spektra infračervený barevný film Kodak Aerochrome Infrared 2443 nebo infračervené černobílé filmy IR 840 a ORWO NP 22.



Obr. 7 Multispektrální kamera Flexaret M-6 – otevřená (vlevo) a umístěná na modelu „Rogallo 1981“, resp. v rukou J.Trnky (vpravo) – archiv autora

Metodika snímkových letů

Snímkové experimenty pomocí radiem řízených modelů letadel nebylo možné provádět bez zodpovědné kamerální a terénní přípravy.

Kamerální příprava musela být zahájena s dostatečným předstihem před vlastním snímkovacím letem vyřízením dohodnutých formalit s dozorujícími orgány FMNO a FMV, později i s FMD. Zahrnovaly především podání žádosti o povolení výjimky ze zákazu leteckého snímkování, a to hromadně na všechny plánované akce v daném kalendářním roce, které byly celkem bez potíží udělovány pro lokality zakreslené v grafických přílohách žádostí. Omezující podmínky pro použití RC-modelů letadel v daných prostorech se týkaly především výšky letu (obvykle 300 m), dohlednosti (obvykle nad 8 km) a výšky spodní základny oblačnosti (obvykle nad 300 m) a především pak součinnosti s organizací Řízení letového provozu ČSSR v Praze a regionálními organizacemi a službami (letiště, lomy, vojenské objekty apod.), s jejichž lokálními aktivitami by mohlo být provádění konkrétního snímkovacího letu v konfliktu, a to jak vlastním nosičem, tak vysílačem, který jej ovládal. Omezující podmínky se týkaly výhradně bezpečnosti letu a nebyly nepřekročitelnou hranicí. Konkrétní snímkové lety se při přísné součinnosti s uvedenými regionálními organizacemi, resp. dozorujícími orgány ministerstev běžně prováděly za hranicemi původně stanovených limitních podmínek (výška letu cca 600 m).

Terénní rekognoskace se zaměřovala především na vytipování ploch pro start a přistání modelu a trajektorií pro pohyb pilota při řízení snímkujícího nosiče. Zvláštní pozornost byla věnována objektům, jež mohly mít nepříznivý vliv na řídicí jednotku (vysílač). Při speciálních snímkových pracích byly v terénu instalovány záměrné terče, resp. pro multispektrální snímkování položeny barevné etalony známých optických vlastností. Technické (ale v některých případech i finanční) možnosti, neřku-li stav daný tehdejšími bipolárními rozděleními světa, nedovolovaly běžně pro pilotáž modelů používat světové technické modelářské novinky (svého času např. autohorizont). Navádění modelů nad předpokládané středy snímků bylo prováděno pilotem, který v nich stál (navádění nad sebe) nebo dosažení polohy nad nimi odhadoval. V průběhu vývoje metodiky snímkové byly vyzkoušeny různé technické prostředky (optické koincidenční dálkoměry, elektronické hlásiče dosažené výšky aj.) pro řízenou přesnou navigaci. Žádný se však v praxi neosvědčil. Pro usnadnění sledování aktuální polohy nosiče byla používána stuha barevného krepového papíru o šířce cca 6 cm a délce cca 8 m. Přesná poloha středu snímku byla určována až dodatečně při zpracovávání fotomozaik a podkladů pro stanovení konečného stupně utajení snímků (podle platného znění Zákona 102 a souvisejících předpisů bylo třeba s pořízenými snímky do té doby nakládat jako s tajným materiálem) dozorujícím orgánem FMNO.

Pro „odtajňovací proces“ bylo třeba pro každý snímkový let vypracovat „Záznam o leteckém snímkování“ (viz např. Obr. 13), který byl spolu se situací jednotlivých náletů, předkládán obvykle hromadně jednou za

rok pro všechny provedené snímkovací akce. Závěr tohoto procesu určoval, že: „... snímky pořízené z mikroletounu v prostorech (podle plánu) je možno použít pro potřebu GgÚ ČSAV“, což znamenalo, že snímky byly volně určeny „pro státní orgány a socialistické organizace“.



Obr. 8 Svazarm Modelklub Chomutov s Ekoletem 01 pro Ústav krajinné ekologie ČSAV, pracoviště Most (vlevo nahoře a dole) a J. Kubínský, spoluvůdce bezpilotního letadla M-74 se svým soukromým snímkovacím nosičem (vpravo) – archiv autora

Snímkový materiál se vyznačoval vyhovujícím prostorovým rozlišením i dobrým obsahovým informačním potenciálem. Jeho nevýhodou byl poměrně malý teritoriální rozsah plochy zachycené jedním snímkem, nebo nejčastěji sérií 6 - 12 snímků na jednom filmovém pásu a dále, různý, předem nezaručený, překryv sousedních snímků.

Snímkování bylo prováděno většinou s určením „pro vědecké účely“, a to pro různé instituce, jejichž předmět zájmu souvisel s geoprostorovou informací (monitorování stavu vegetace, vyhledávání potenciálních archeologických lokalit, sledování z povrchu obtížně přístupných ploch aj.), jež samy o sobě levnou a operativní možnost pořizování leteckých snímků z malých výšek neměly a jejichž požadavky nevyžadovaly pořizování rigorózně přesných leteckých měřických snímků. Přesto byly v řízených experimentech měřické vlastnosti snímků otestovány (viz např. [3]). Podle [1] bylo dosaženo na snímcích pořízených za málo příznivých letových podmínek v měřítku 1: 3 500 polohové chyby cca 2 – 3 cm a výškové chyby cca 20 cm, přičemž při hodnocení musely být navíc použity vřícovací body, jejichž rozložení po ploše snímku nebylo ideální.

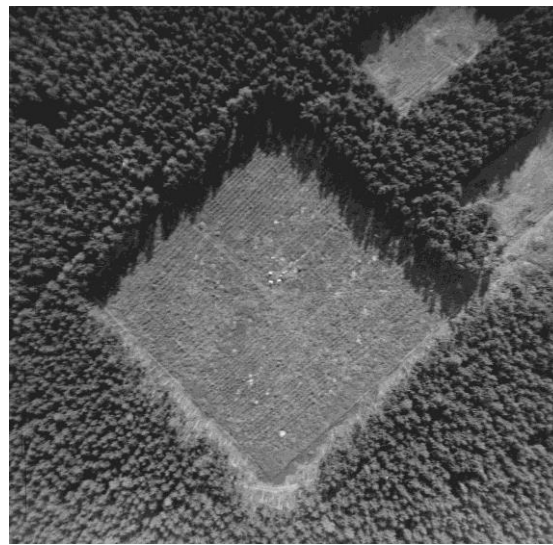
Metoda leteckého snímkování z malých výšek pomocí RC-modelů letadel se v období 1981 – 1985 stala integrální součástí tzv. „podspuťkových“ experimentů Pracovní skupiny pro dálkový průzkum Země programu „Interkosmos“. Zpracování příslušné metodiky provedl především Geografický ústav ČSAV v Brně ve spojení s Zentralinstitut für Physik der Erde (ZIPE) v Postupimi a za vydatného přispění Ústavu ekologie krajiny ČSAV v Mostě. Její výsledná verze byla publikována v roce 1984 [5].

Snímky pořízené RC-modely letadel

Za dobu pořizování a zpracovávání snímků z dálkově řízených RC - modelů letadel na GgÚ ČSAV v Brně oslovila tato technologie odborníky řady oborů vědy, výzkumu, hospodářství a státní správy. V následujícím textu uvedu jen několik málo ilustračních příkladů.

V zemědělství se pozornost zaměřila, vedle studia eroze půdy, také na identifikaci zemědělských plodin, jejich vývojových fází či poškození a na podmaččení či toxické znečištění půd. V lesnictví šlo kromě zjišťování druhové skladby porostů také o sledování míry imisního poškození stromů, dokumentování lesních kalamit způsobených větrem, námrazou či hmyzem. Pro vodní hospodářství byly letecké snímky pořizovány k dokumentaci vodních objektů, jejich zanášení a zarůstání, v některých případech i ke sledování

znečištění vod a vývoje břehů. Řada snímkovacích akcí sloužila ochraně přírody k dokumentaci a monitoringu obtížně průchodných typů krajiny, jako např. mokřadů, vtokových areálů přírodních i umělých jezer apod. Tyto snímky byly také použity ke studiu vývoje a rozložení sněhové pokrývky a k pokusům o ověření možnosti zjišťování obsahu půdního humusu a vlhkosti půdy distančními metodami. Snímky z rádiem řízených leteckých modelů velmi dobře posloužily i archeologickému výzkumu.



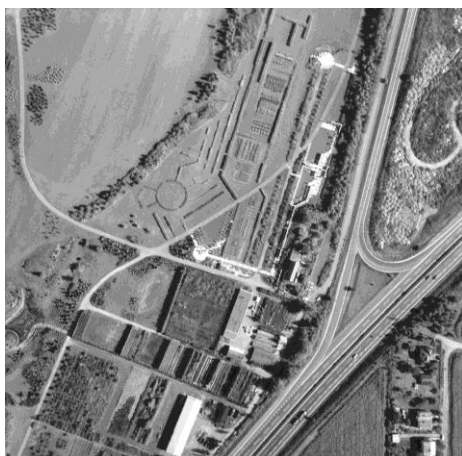
Obr. 9 Kameničky II, tetřivčí tokaniště, nálet č. 17 z roku 1987, snímek 4 (vlevo, z pozitivu 16,5 x 17,5 cm, archiv autora) a Němčice, výzkumná plocha VŠZ Brno, nálet č. 21 z roku 1981 (vpravo, z pozitivu 12 x 13 cm, archiv GgÚ ČSAV). Oba snímky byly pořízeny z negativů 6 x 6 cm, originály nedohledány.

Z nepřístupných a nepřehledných lokalit se nejčastěji opakoval požadavek na pořízení snímků rašelinišť (viz např. Obr. 10) a lesních porostů (viz např. Obr. 9, vpravo).

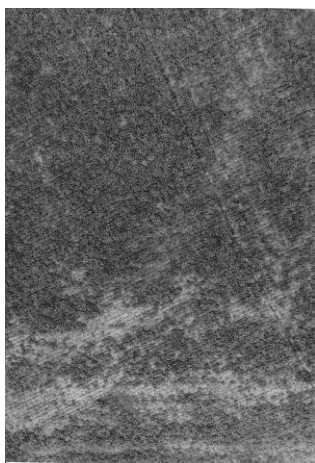


Obr. 10 Nálet číslo 29 z roku 1983. Vlevo prostor mezi Matějovským rybníkem a rybníkem Velký Babin (snímek 14-15, originální negativ 6 x 6 cm nenalezen, reprodukce z pozitivu 21 x 24 cm, archiv autora), vpravo rybník Velký Babin (snímek 13, originální negativ 6 x 6 cm nenalezen, reprodukce z pozitivu 24 x 24 cm, archiv autora).

Řada snímků zachycuje různé speciální výzkumné plochy zemědělského charakteru. Takovými byly např. plochy Výzkumného ústavu základní agrotechniky v Hrušovanech u Brna, Dendrologická zahrada v Průhonicích – viz Obr. 11, vlevo – (dnes Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.) a především výzkumná plocha Výzkumného ústavu rostlinné výroby (VÚRV) Praha-Ruzyň ve Stříteži u Třebíče (viz např. Obr. 11, vpravo), kterou GgÚ ČSAV dlouhodobě využíval pro vývoj metodiky leteckého snímkování z malých výšek, jakož i pro studium přímých a nepřímých metod dálkového průzkumu Země.



Obr. 11 Dendrologická zahrada v Průhonících (vlevo), nálet číslo 19 z roku 1988 (originální negativ 6 x 6 cm nenalezen, reprodukce z pozitivu 17 x 17 cm, archiv autora) a výzkumná plocha VÚRV Praha-Ruzyň ve Strážce v Třebíči (vpravo, konkrétní číslo náletu ani datum snímkování nezjištěno, originální negativ 6 x 6 cm nenalezen, reprodukce z pozitivu 17,5 x 17,5 cm, archiv autora)



Obr. 12 Příklady použití snímků z RC-modelů letadel pro zemědělské aplikace. Zápoj řepného pole (vlevo, originální negativ 6 x 6 cm nenalezen, reprodukce z pozitivu 19,0 x 28,5 cm, archiv autora), snímek rozptýlené zeleně z 30.10.1982 (uprostřed, originální negativ nenalezen, reprodukce z pozitivu 16,5 x 11,0 cm, archiv autora) a eroze zemědělské půdy (vpravo, nálet č. 22 z roku 1978, snímek 51-52, měřítko negativu 1:1 611, výška letu 64,5 m, originální negativ nenalezen, reprodukce z pozitivu 21,5 x 29,5 cm, archiv autora).

ČSČSAV 21/81

Záznam o leteckém snímkování

Prostor: NĚMČICE	datum: 8.9.1981
pro koho: Ústav ekologické lesa	časopis: 20/63-18
Úkol snímkování: snímek z výše území	

Počasí	
teplota vzduchu:	vlhkost vzduchu:
tlak vzduchu:	oblačnost:
směr větru:	viditelnost:

Údaje o letu čísl:	
druh vrtule: 1	výška letu:
číslo mot.: 22	čas letu:
trvání letu: 12	stanoviště řízení: PEDEK

Údaje o snímkování	
snímací kamera: FLEVOET	objektiv:
úhel lomu: 1/150	clona: 5,6-8
počet snímků: 13	čas expozice: 1/150
druh filmu: 665	čas expozice: 1/150

Poznámky pro vyvolání filmu:

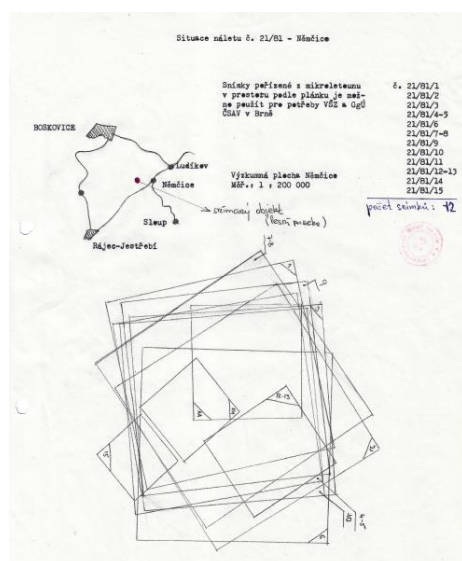
Údaje o vyvolání filmu

vyvolání:	teplota:	čas vyvolání:
ustavení:	teplota:	čas ustavení:
datum a jméno zpracovatele:	čas praní:	

Výsledek vyvolání filmu - poznámky ke zpracování pozitivů - uložení:

fotomateriál nálezu stanoviště resp. prostoru snímkování:

čísloletý negativ 6 x 6 (12 mil) přímá 2.12.1981



Obr. 13 Prostor Němčice (u Boskovic), výzkumná plocha VŠZ Brno. Dokumentace ke snímkovacímu letu č. 21 z 8.9.1981 (archív GgÚ ČSAV v Brně)

Závěr

Snímkování z malých výšek prováděné v režii uživatelů se v 70. a 80. letech 20. století vzhledem k nejistotám dodavatelského způsobu (např. přes FMNO) dostávala velmi výrazně do popředí uživatelského zájmu, přestože naráželo na řadu problémů spojených s náročnou administrativou, použitelnými leteckými nosiči a snímkovacími systémy, včetně vhodných filmových materiálů a jejich zpracovávání. Vhodnou alternativu k pilotovaným leteckým prostředkům úspěšně nabízel od druhé poloviny 70. let převážně pro vědecké účely Geografický ústav ČSAV v Brně ve formě rádiem řízených modelů letadel s padákovým křídlem jako nosičů jedno až šestikanálových kamer pořizujících snímky až formátu 6 x 6 cm ve viditelné a blízké infračervené části spektra.

Používaná metoda se potýkala s poměrně obtížnou navigací letadlového nosiče, která stavěla téměř výhradně na kvalifikovaném subjektivním odhadu pilota. Přestože bylo možno na jeden snímkovací let pořídit jen 6 (v případě multispektrální kamery Flexaret M-6) až 12 snímků analogových snímků (v případě nejčastěji používané jednonábové kamery Flexaret) bylo možné lety bez problémů vícekrát za den, v krátkých časových intervalech, opakovat. Jednoznačným kladem použití výše uvedených technických prostředků byla operativnost jejich nasazení, což znamenalo získávání snímkových materiálů bezprostředně po nastalé potřebě dokumentace jevu. Velmi cennou devízou popisované technologie byly její nízké provozní náklady.

S odstupem více než 30 let se v současné době pořizují digitální obrazové informace z malých řízených leteckých nosičů UAV (dronů), jež jsou úměrně časovému odstupu technicky dokonalejší a ve spojení s metodami GNSS poskytují výstupy, které jsou srovnatelné s výstupy měřických snímkovacích akcí, uskutečňované pomocí klasických pilotovaných letadel.

Škoda, že metoda leteckého snímkování z malých výšek, rozvinutá a provozovaná Geografickým ústavem ČSAV v Brně nemá v soudobé literatuře a na Internetu dostatečnou odezvu, přestože byla v minulosti dostatečně publikována.

Literatura

- [1] HANZL, V.: Přímá lineární transformace snímkových souřadnic s eliminací radiálního zkreslení objektivu. *Geodetický a kartografický obzor*, ročník 32/74, č. 5/1986, s. 113 – 117, ISSN 0016-7096
- [2] KOLEJKA, J., PLÁNKA, L., TRNKA, J.: Rádiem řízené modely snímkuji naši krajinu. *GEOinfo*. ročník VII, č. 3/2001, s. 41 – 45, ISSN 1212-4311
- [3] MAREK, K.-H., SÖLLNER, R., WEICHEL, H., RÖSER, S., MAREK, G.: Erste Erfahrungen beim Einsatz von RC-Bildflugzeugen für Grundlagenforschungen zur Fernerkundung. *Vermessungstechnik*, 30, Jg. (1982), Heft 10, pp. 329 - 331
- [4] PLÁNKA, L.: Metoda leteckého snímkování z malých výšek. In.: Zprávy geografického ústavu ČSAV, ročník 21, č. 3, GgÚ ČSAV, Brno, 1984, s. 3 – 12, ISSN 0375-6122
- [5] PLÁNKA, L. (ed.): Metodika ispol'zovanija radioupravljajemych aviamodelej, neobchodimych dlja sbora dannych v processe distancionnogo zondirovanija Zemli (*Metodika využití rádiem řízených modelů letadel nezbytných pro sběr dat v procesu dálkového průzkumu Země*). Sborník statěj 3, Brno, GgÚ ČSAV, 1984, 136 s.
- [6] PLÁNKA, L.: The Use of Radio-controlled Aeromodels for Photography with the View of Remote Sensing of the Earth. United Nations Training Course "Remote Sensing Applications to Geological Sciences", October 5 - 24, 1987, Dresden, *Veröffentlichungen des Zentralinstituts für Physik der Erde*, Potsdam, ZIPE, 1987, pp. 58 - 69
- [7] SMĚRNICE pro vyžadování a dodávání leteckých měřických snímků. Technické pokyny čís. 303/1984. Č.j. 42/35/17, Topografická služba Ministerstva národní obrany, Praha, 1984, 56 s. a 1 příl.

- [8] STEHLÍK, O.: Contribution aux méthodes de l'investigation de l'érosion du soil. In: Travaux du symposium international de géomorphologie appliquée, Mai 1967, București, 1967, pp. 69 – 75
- [9] STEHLÍK, O.: Dálkový průzkum Země z malých výšek. In: Sborník přednášek „Konference o dálkovém snímání a dálkovém průzkumu Země, Brno, 14. – 16. září 1981, Dům techniky ČSVTS, Brno, 1981, s. 46 - 50
- [10] TOLLINGER, V.: Některé problémy sběru a využívání dat DPZ získaných z malých výšek. In: Sborník referátů porady řešitelů Cílového projektu základního výzkumu č. 602 „Dálkový průzkum Země“ konané ve dnech 24. – 25.2.1988 v Březůvkách, 2 díly, 1. vydání, Ústav teorie informace a automatizace ČSAV Praha a JZD Mír Březůvky, Březůvky 1988, s. 23 – 31
- [11] ZÁKON o ochraně státního tajemství a prováděcí předpisy (rozšířené vydání). Federální ministerstvo vnitra, Praha 1982, 93 s.

Poznámka:

Pro zpracování textu bylo použito i několik neautorizovaných rukopisných poznámek, jejichž autorem je s největší pravděpodobností Jiří Trnka, dlouholetý konstruktér a pilot RC-modelů letadel v Geografickém ústavu ČSAV v Brně.