

# Dálkový průzkum Země

## ÚVOD

**RNDr. Ladislav Plánka, CSc.**

*Institut geodézie a důlního měřictví, Hornicko-geologická fakulta, VŠB – TU Ostrava*

*Podkladové materiály pro přednáškový cyklus předmětu „Dálkový průzkum Země“  
(jazyková ani odborná korektura neprovedena)*

# Motto:

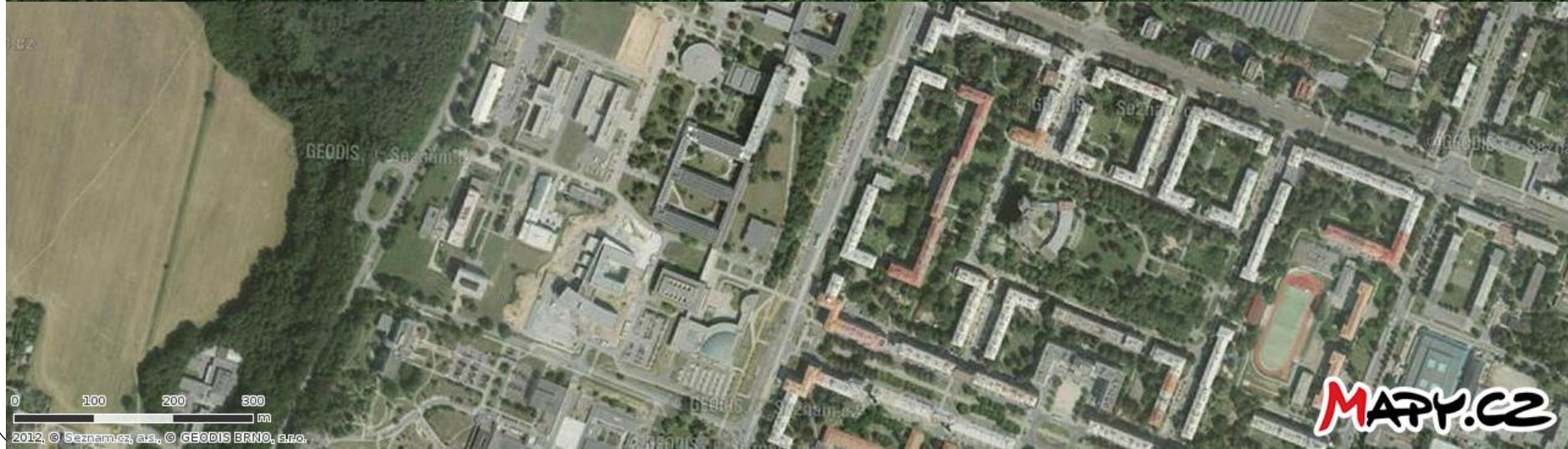
**I pro mnohé odborníky je velmi inspirativní, shlédnou-li předmět svého zájmu z letadla (či z družice ) osobně.**

Ani trochu nadsazená nejsou slova francouzského geografa Emmanuela de MARTONNEho, který ve svém díle “*Géographie aérienne*” (3. vyd., Paris, Albin Michel 1948, 244 s.) vyslovil názor, že:

**“... zeměpisec, který ještě nikdy neletěl v letadle, může být jen s obtížemi pokládán za plnohodnotného odborníka...”**.

# Úvod

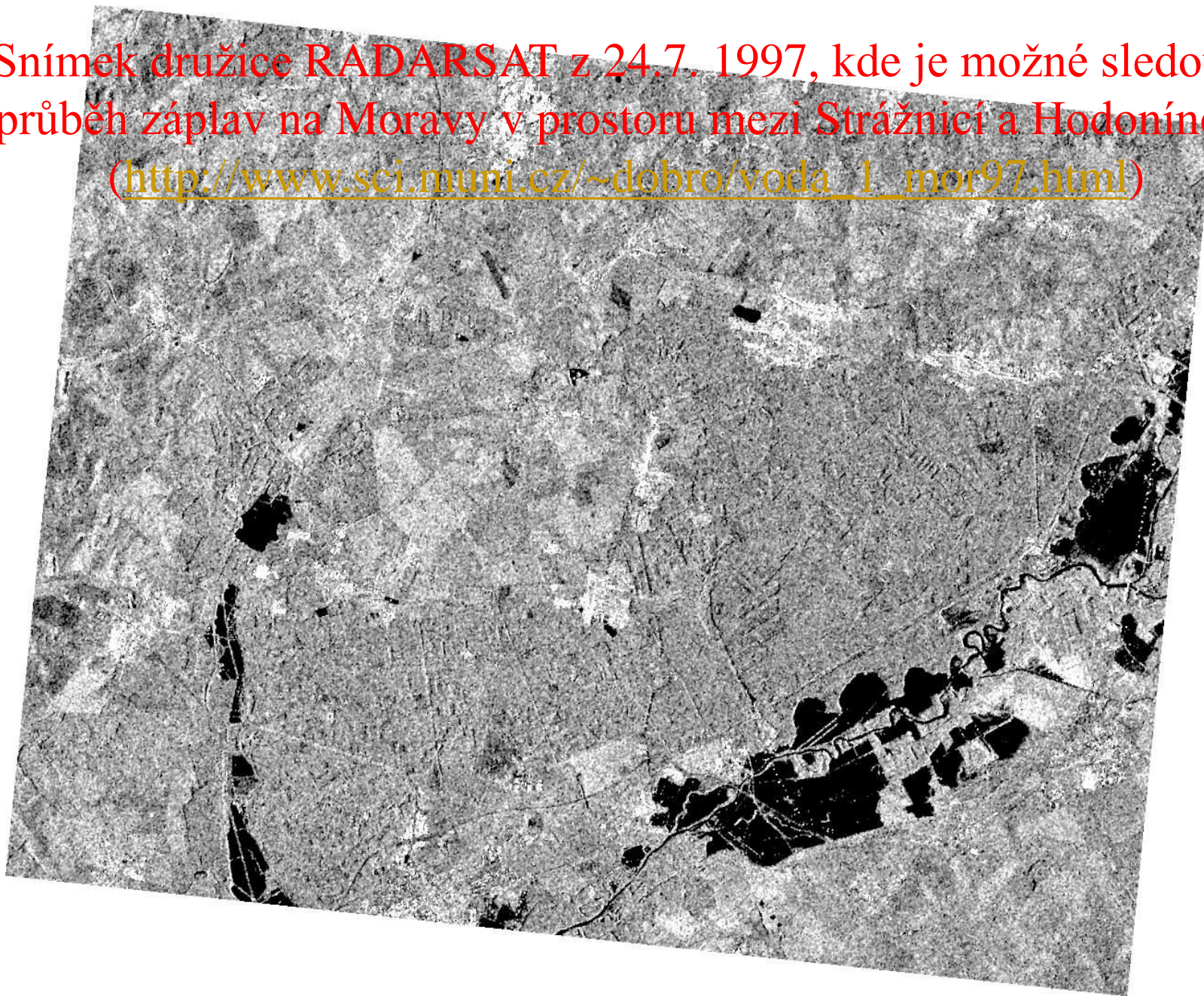
- Z dnešního pohledu je až neuvěřitelné, že **většina zeměpisných objevů a mapování značné části zemského povrchu bylo provedeno namáhavými a zdlouhavými pozemními průzkumy a měřeními.**
- Současná praxe si obdobné práce bez masivního nasazení výkonných leteckých, resp. družicových snímkovacích systémů, pořizujících okamžitě „snímky“ velkých územních celků, nedovede ani představit.
- Snímek vhodného měřítka odhalil další dimenzi v oblasti mapové tvorby, ať už s ohledem na porozumění topografickému či tematickému obsahu map, či s ohledem na rychlost jejich tvorby a na udržování jejich aktuálního stavu.
- Družicové systémy přispěly mj. významnou měrou ke zpřesnění informací o tvaru Země a k pravidelnému sledování stavu pozemních objektů (monitoring, multitemporální snímkování) v různých pásmech spektra (spektrální, multispektrální snímkování) aj.



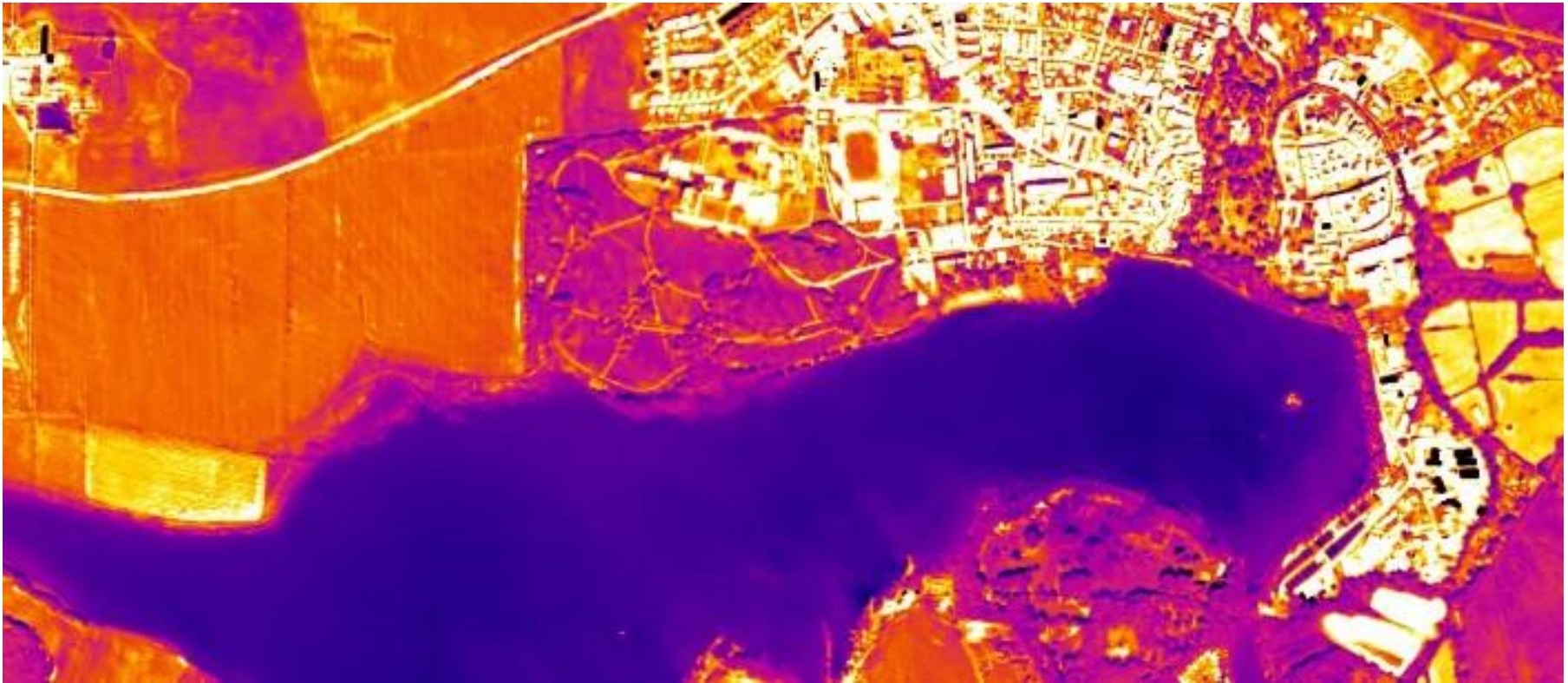
# Úvod

- Letecké a družicové snímky pořízené tradiční fotografickou technikou byly relativně velmi brzy nahrazeny snímky, pořízenými mimo viditelnou část spektra.
- Šlo zejména o snímky tepelné a radarové, které dovolily, mimo jiné, mapování oblastí se stabilně nízkou oblačností a hustou vegetací a získání správného obrazu např. vnitrozemí Amazonsko-orinockého pralesa a pustin kanadské Arktidy.

Snímek družice RADARSAT z 24.7. 1997, kde je možné sledovat průběh záplav na Moravy v prostoru mezi Strážnicí a Hodonínem ([http://www.sci.muni.cz/~dobro/voda\\_1\\_mor97.html](http://www.sci.muni.cz/~dobro/voda_1_mor97.html))



Infrasnímek Třeboně (<http://www.enki.cz/cs/informacni-centra>)



# Úvod

- Bez vložení dlouholeté mravenčí práce geografů, geodetů a jiných odborníků na jedné straně a armády dobrodruhů všeho ražení na druhé straně, kteří křížem krážem zeměkouli prošlapali, resp. propluli a na vlastní kůži tak pocítili sílu a kouzlo přírody, by současná analýza snímkových materiálů nemohla být tak dokonalá, za jakou ji dnes považujeme.
- Jinak řečeno, bez “**apriorních dat**”, neboli bez dat pozemního podpůrného systému nelze ani dnes zodpovědně vyhodnocovat (interpretovat) letecké, resp. družicové snímky.



# Vymezení pojmu

*(Dial'kový prieskum, remote sensing, télédétection, Fernerkundung, distacionnoje zondirovanije)*

- **Dálkový průzkum** je věda i umění získávat užitečné informace o objektech, plochách či jevech prostřednictvím dat pořízených zařízeními, která s těmito zkoumanými objekty, plochami nebo jevy nejsou v přímém kontaktu (Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 1994).
- **Dálkový průzkum** je umění rozdělit svět na množství malých barevných čtverečků, se kterými si lze hrát na počítači a odhalovat jejich neuvěřitelný potenciál, který vždy přesahuje naše možnosti. (Jon Huntington, CSIRO Exploration, Geoscience, Australia).
- **Dálkový průzkum** je nejdražší způsob jak vytvořit obrázek (*Andrew Bashfield, INTERGRAPH*).
- .....

# Vymezení pojmu

- **Dálkový průzkum Země (DPZ)** je v obecném pojetí soubor metod a technických postupů, zabývajících se pozorováním objektů a jevů (včetně měření jejich charakteristik) na zemském povrchu a ve styčných podpovrchových a nadzemních vrstvách bez přímého fyzického kontaktu s nimi.
- **Dálkový průzkum Země** je věda (a do jisté míry i umění) o získávání informací o zemském povrchu bez přímého kontaktu s ním pomocí snímání a zaznamenávání odražené nebo vyzářené energie a zpracování, analýza a využití těchto informací (RESORS, CCRS).

# Vymezení pojmu

Anglický termín „*remote sensing*“, který se překládá jako dálkový průzkum, zavedla geografka Evelyn L. Pruitt (1918-2000) z U.S. Office of Naval Research, a to cca v polovině 50. let 20. století.

Registrace elektromagnetického záření, jež je teoretickým i praktickým základem dálkového průzkumu, je však prováděna již od 17. století.

Jeho užší spektrum je registrované na světlocitlivou vrstvu ve formě fotografie již od 19. století.

# Snímek - obraz

Pro analýzu (výklad) běžných fotografických leteckých a družicových **snímků** se vžil výraz **fotointerpretace**.

Na **obrazy**, tj. záznamy vzniklé původně nekonvenční záznamovou technikou (skenery) se nevztahoval.

S rozvojem snímkovacích technologií, ať už klasické fotografie, či skenujících radiometrů, je dnes podobné rozlišení bezpředmětné, i když v některých zemích, především v anglosaské literatuře, rozlišení pojmu „snímek“ a „obraz“ přetrvává (aerial photography, picture, image).

# Fotogrammetrie a dálkový průzkum (Země)

Velmi dlouhé a zbytečné polemiky se svého času vedly o zařazení dálkového průzkumu do systému věd (např. fotoarcheologie, fotogeologie aj.). Svým charakterem však jde jednoznačně o **výzkumnou metodu** (např. na úrovni matematické statistiky v archeologii).

Častý je také nekonečný „spor“ o vzájemný vztah fotogrammetrie a dálkového průzkumu (Země).

Je zřejmé, že na rozdíl od fotogrammetrie, která klade důraz na prostorovou informaci (geometrická přesnost vyhodnocení informací ze snímků), se u záznamů dálkového průzkumu (Země) jedná spíše o tematickou informaci (o kvalitativní a kvantitativní vyhodnocení obsahu snímků).

V určitém časovém období se dálkový průzkum vymezoval proti fotogrametrii i použitým kosmickým nosičem a nižším prostorovým rozlišením pořízených obrazových záznamů.

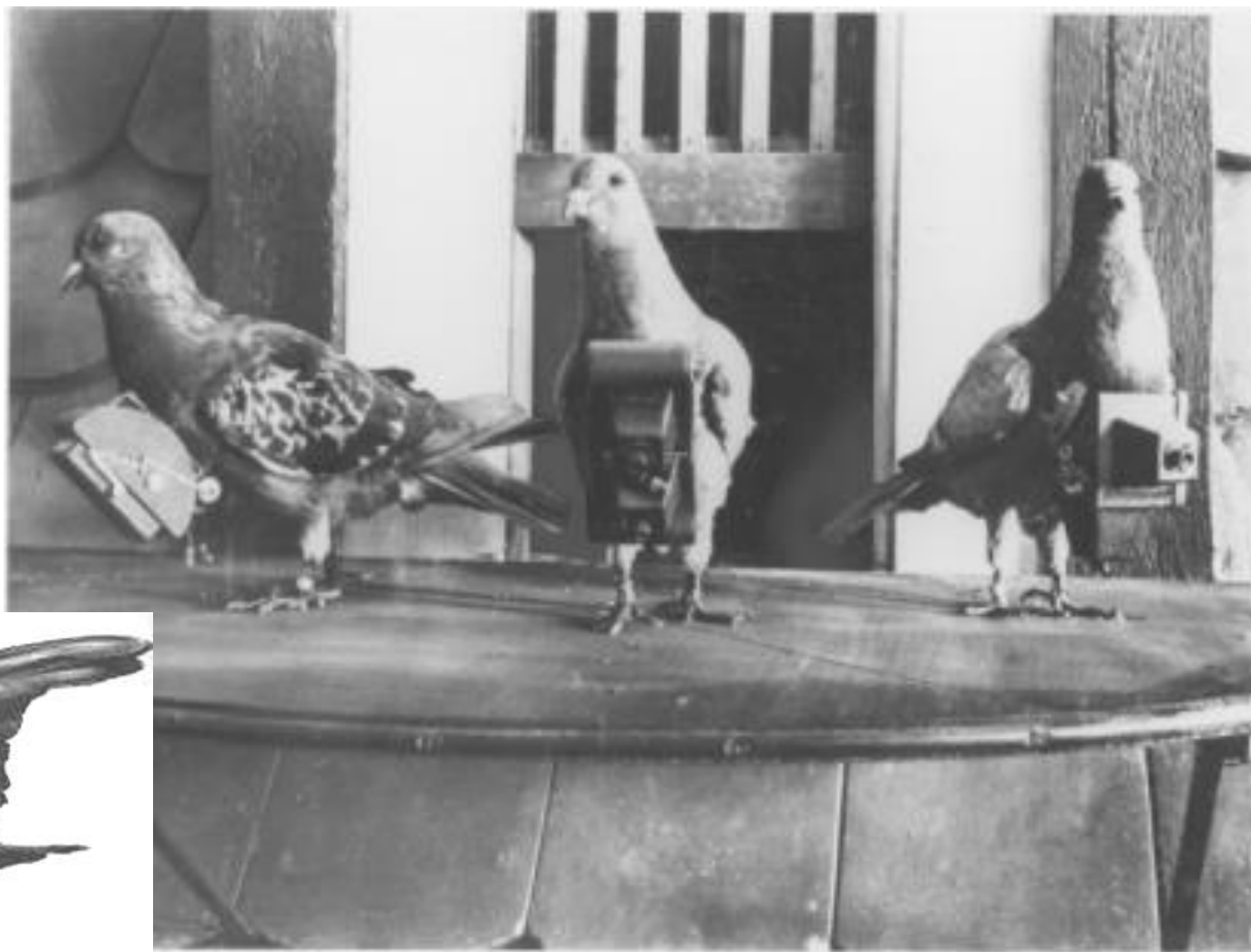
# Družicová, kosmická geodézie a dálkový průzkum Země

- Družicová geodézie je část geodézie využívající pro sběr dat relevantních pro studium geodetických vlastností Země umělých družic (Terminologický slovník VÚGTK).
- Družicová geodézie je mezní obor astrodynamiky a geodézie, určující tvary Země, Měsíce a planet z pozorování pohybu jejich umělých družic a kosmických sond.
- Družicová geodézie řeší úkoly vyšší geodézie z pozemských měření na umělé družice (Staňková, H.: Úvod do studia geodézie).
- Kosmická geodézie se zabývá jevy v kosmickém prostoru za účelem řešení základní úlohy geodézie, tzn. určení velikosti a tvaru Země (Staňková, H.: Úvod do studia geodézie).
- Kostecký Jan: Kosmická geodézie. FSv ČVUT, Praha 2008, 228. s., ISBN 9788001040591

# Počátky a stručná historie dálkového průzkumu

---

# Počátky dálkového průzkumu





# Počátky dálkového průzkumu

## „Prehistorie“

- ranní pohled na oblohu (z jeskyně, z okna, ...), na který navazuje výběr vhodného oblečení

## Čistě „pohledová“ a fotografická historie

- 1794 – první balónová vojenská jednotka vznikla ve Francii. Znamenala první vědomé používání technických prostředků pro „dálkový“ průzkum nepřátelských pozic ve vojenství.
- 1858 – Tournacone (fotografie z balónu vesnice Bièvre u Paříže)
- 1860 – J.W.Black (fotografie Bostonu z balónu)
- (1906 až 1908) – na českém území snímkoval z balónu poprvé Jan Plischke oblast dnešního Výstaviště v Praze)

*(pokračování na dalším snímku)*

# Počátky dálkového průzkumu

- 1849 – A.Laussedat připevnil fotografickou kameru na draka a získal tak první fotografické snímky z výšky (bez přítomnosti člověka),
- 1903 – J. Neubronne získal patent na fotografování zemského povrchu s pomocí holuba,
- 1. světová válka - rozvoj letecké fotografie,
- Období před 2. světovou válkou - část území dnešní České republiky na leteckých měřických snímcích,

## Počátky družicového pozorování a snímování Země

- Po 2. světové válce – letecká i družicová fotografie (první kroky raketové techniky, využívání radaru, využívání infračerveného záření pro sledování zdravotního stavu vegetace),
- 1957 – sovětská družice Sputnik 1,
- 12. dubna 1961 – ve vesmíru Jurij Alexejevič Gagarin.

*(pokračování na dalším snímku)*

# Počátky dálkového průzkumu

- 1960 – vypuštění družice TIROS – 1 (**obecně uznávaný počátek družicového DPZ**),
- 60. léta 20. století – množství dat pořízeno z družic Apollo, Gemini, Mercury (z původně komunikačních družic se formují družice geostacionární),
- 1965 – Při letu Gemini 7 byly pořízeny první multispektrální snímky. Jejich pořizování později převzaly družice ERTS.
- 1972 – ERTS/LANDSAT (**faktický nástup DPZ v civilní sféře**),
- 80. léta 20. století – na oběžnou dráhu jsou vypouštěny družice s přístroji konstruovanými pro široké civilní vědecké využití. Šlo především o americkou družici LANDSAT 5 (1984), francouzský SPOT 1 (1986), některé sovětské (ruské) družice série KOSMOS, japonský MOMO 1 (1987), indický IRS-1A, ERS (European Radar Satellite, radar se syntetickou aperturou SAR a další,
- 2002 – evropská družice ENVISAT získává první družicová hyperspektrální data.

# Počátky dálkového průzkumu

První černobílou fotografií Země pravděpodobně pořídila 14.8.1959 americká družice Explorer 6 (zanikla v roce 1961) z výšky přibližně 27 200 km. Šlo o snímek střední části severního Pacifiku.

*(Televizní skener oblačnosti tvořil fotočlánek umístěný v ohnisku sférického konkávního zrcadla. Televizní snímek vznikl skládáním řádků získaných při rotaci družice.)*

MERCURY II pořídila 31.1.1961 první barevný snímek z kosmu vůbec. Z paluby družic tohoto typu byly pořízeny i první tepelné snímky Země.

*Dále viz: <http://www.czechspaceportal.cz/4-sekce/historie-dobyvani-vesmiru/>*

# Počátky dálkového průzkumu

- Za první snímek (sérii snímků) Země z kosmu se považuje i snímek, který vznikl 24. října 1946. Pořídila je 35mm kamera umístěná na raketě V-2, kterou testovali na americké základně White Sands Missile Range. Vystoupala do výšky 100 km (tedy nad oficiální dolní hranici vesmíru).
- Fotografie jsou černobílé, zrnité a velmi nekvalitní.

# Počátky dálkového průzkumu



<http://www.ceskatelevize.cz/ct24/veda/1942550-prvni-fotografii-zeme-z-vesmiru-poridila-nacisticka-raketa-v-americkych-sluzbach-pred#&gid=1&pid=1>

# Metoda dálkového průzkumu Země

---

# Metoda dálkového průzkumu Země

Za hlavní výhody metod dálkového průzkumu (Země) je pokládána:

- horizontální spojitost získaných dat (získání aktuální informace z velkého území),
- vertikální spojitost (získání aktuálních informací z různých komponent geosféry),
- dynamická spojitost (získání informací jedním technickým zařízením při několikerém opakování snímání téhož území v přesně stanovených intervalech).



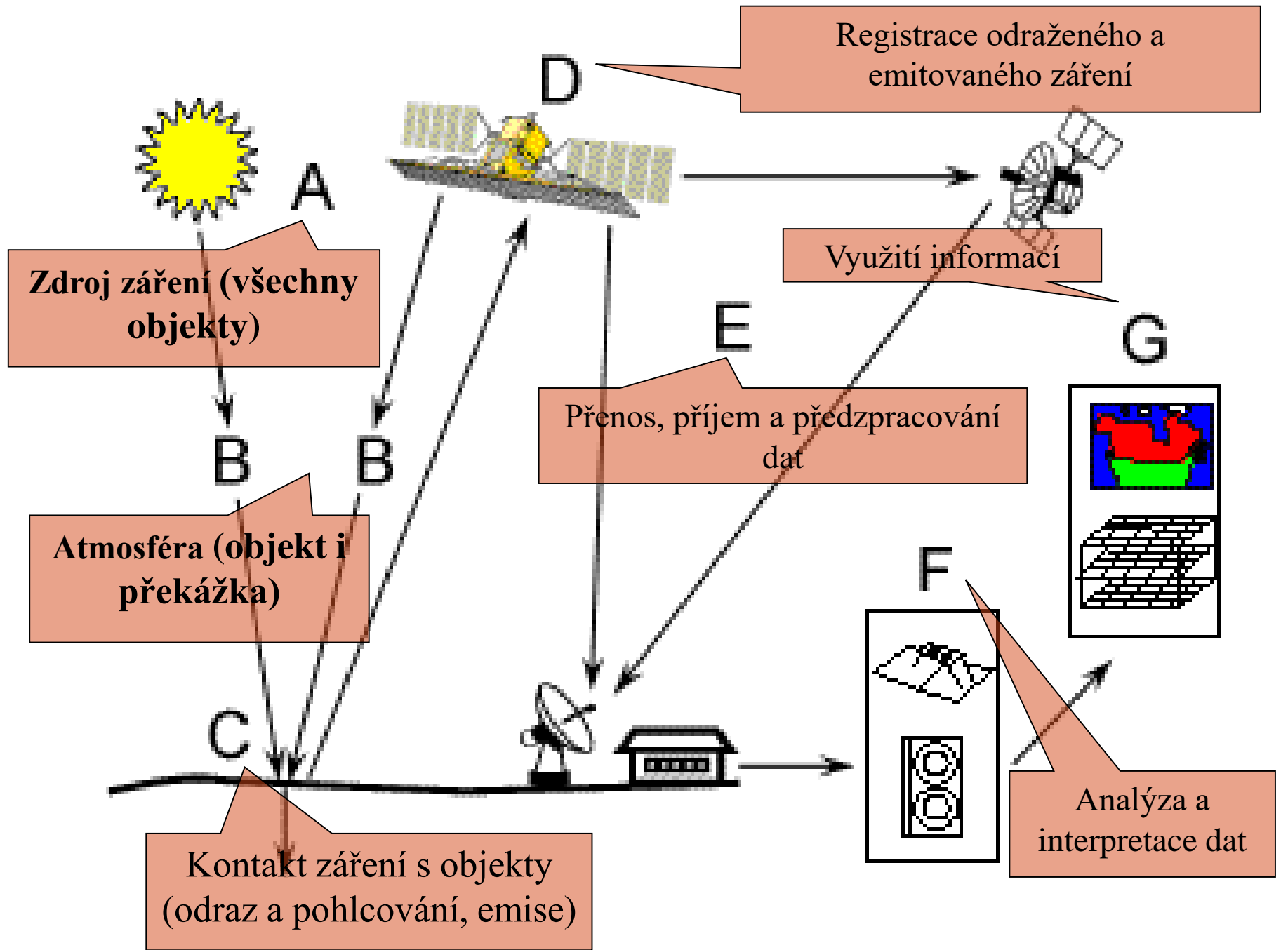
# System dalkového prŮzkumu (Země)

System dalkového prŮzkumu (Země) tvoří:

- subsystem sběru informací a přenosu dat,
- subsystem analýzy a interpretace dat.

Z jiného zorného úhlu se pak každý system dalkového prŮzkumu skládá ze čtyř základních složek, a to:

- **krajiny** jako zdroje záření a atmosféry, resp. hydrosféry kterými toto záření prochází, nebo-li subsystemu, do kterého patří faktory, které formují velikost měřené fyzikální veličiny,
- **energetického zdroje**, tj. *fyzikálního pole Země a dalších zdrojů elektromagnetických a mechanických vln*, které jsou základem používaných metod dalkového prŮzkumu
- **měřicí aparatury** (detektoru/ů), neboli subsystemu, který pořizuje soubor dat o krajině a o fyzikálním prostředí vůbec,
- **zpracovatelského systému**, do kterého náleží složka předzpracování dat na palubě nosiče a uživatelská složka předzpracování a zpracování dat, jejímiž výstupy jsou podkladové materiály pro popis sledovaných objektů a jevů a pro podporu rozhodování.



# Dálkový průzkum Země

Pro sběr dat dálkového průzkumu se využívají:

- pozemní stavby (stožáry, jeřáby, visuté lanové dráhy aj.),
- upoutané či „řiditelné“ balóny a vzducholodě,
- radiem (dálkově) řízené modely letadel (RPAS, drony),
- pilotovaná letadla různých konstrukcí a nosností od tzv. „ultralightů“ až po letadla středního a velkého doletu a značného výškového dostupu
- rakety, umělé družice Země a kosmické lodě (stanice).

# Dělení dálkového průzkumu:

- podle způsobu záznamu: (viz dále),
- podle druhu registrovaného záření: (viz dále),
- podle druhu nosiče: letadla, družice, modely letadel, balony, vrtulníky, pozemní základny,
- podle zaznamenané části elektromagnetického spektra: panchromatické, infračervené (černobílé, resp. barevné, tj. spektrozonální), tepelné, radarové, spektrální, multispektrální,
- podle zorného pole kamery: s malým úhlem záběru, normální, širokoúhlé,
- podle osy záběru: svislé a šikmé,
- podle velikosti snímaného území: globální, oblastní, lokální, podrobné.

## ...podle způsobu záznamu:

- konvenční, tj. na světlocitlivou vrstvu (fotografie),
- digitální, tj. s využitím číselného záznamu energetické úrovně části krajiny, odpovídající nejmenšímu obrazovému prvku (pixelu).

## ...podle druhu registrovaného záření:

- aktivní (např. radarové systémy), kdy se registrují změny záření vysílaného přístrojem po jeho průchodu prostředím a odrazu od měřeného objektu,
- pasivní (např. fotografie), kdy se registruje jen odražené přírodní (např. sluneční) záření a emitované záření objektem, resp. jeho okolím.

# Osnova předmětu

- 1) Definice dálkového průzkumu a jeho význam při studiu Vesmíru a Země.
- 2) Fyzikální základy dálkového průzkumu.
- 3) Spektrální vlastnosti krajinných objektů (spektrometrie), vegetační indexy.
- 4) Postavení zemské atmosféry v dálkovém průzkumu Země.
- 5) Základní druhy snímacích zařízení pro pořízení obrazových dat v různých částech elektromagnetického spektra.
- 6) Nosiče snímacích zařízení.
- 7) Zpracování analogových a digitálních obrazových dat dálkového průzkumu.
- 8) Metody interpretace a klasifikace obrazových dat.
- 9) Přístrojové a softwarové zajištění zpracování dat.
- 10) Využití dat dálkového průzkumu Země.
- 11) Specifika studia těžební krajiny metodami dálkového průzkumu Země.
- 12) Projekty Evropské unie v oblasti dálkového průzkumu Země.
- 13) Institucionální zabezpečení dálkového průzkumu Země.
- 14) Projektová příprava snímkovacích experimentů.

# Studijní literatura

## **Povinná literatura:**

- DOBROVOLNÝ, Petr. Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu. Brno: MU, 1998. ISBN 80-210-1812-7
- HALOUNOVÁ, Lenka, PAVELKA, Karel. Dálkový průzkum Země. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03124-1.
- PAVELKA, Karel; ŠEDINA, Jaroslav; PACINA, Jan; PLÁNKA Ladislav; KARAS, Jakub; ŠAFAR, Václav: RPAS – Remotely Piloted Aircraft System. 1. vyd., ČVUT v Praze, Praha 2016, 164 s., ISBN 978-80-01-05648-6

## **Doporučená literatura:**

- JENSEN, John R.. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. New Jersey: Prentice Hall, New Jersey, 2005. ISBN 0-13-145361-0
- RICHARDS, John A., XIUPING, Jia. Remote sensing digital image analysis. Springer, Berlín, 2006. ISBN 978-3-5402-5128-6
- LILLESAND, Thomas M., KIEFER, Ralph W., CHIPMAN, Jonathan W.. Remote Sensing and Image Interpretation. New York: John Willey and Sons, 2008. ISBN 978-0-470-05245-7
- CHANDRA P. Giri (ed.): *Remote Sensing of Land Use and Land Cover: Principles and Applications*. Remote Sensing Applications Series, USGS/Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota, USA, CRC Press, 2012, 477 p., ISBN 978-1-4200-7074-3



# Doporučené e-zdroje

<http://www.gisat.cz> (včetně archívu družicových dat pro ČR a SR - <http://vhrcatalog.gisat.cz/>)